BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 1—32 oldal BUDAPEST, 1976. JANUÁR HÓ 1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

SPÖRKER, HERMAN — A nagymélységű fúrás távlatai 1
HOZNEK ISTVÁN — A fúrási üzemek rétegvizsgálati tevékenységének problémái 10
ROSTA FERENC — Stabilizálási eljárások vízmentesítő akna fúrásához 13
BERECZ ENDRE — A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen 22
RÁCZ DÁNIEL — A szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés nemzetközi és hazai sajátosságai 24

Szakosztályi hírek
Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának tisztújító közgyűlése. Budapest, 1975. X. 17. 26
Az OMBKE KFV szakosztálya helyi és szakcsoportjainak tisztújító közgyűlései
Budapesti Helyi Csoport. Budapest, 1975. X. 10. 29
Nagykanizsai Fúrási Szakcsoport. Nagykanizsa, 1975. X. 1. 30
Gellénházi Termelési Szakcsoport. Gellénháza, 1975. X. 15. 30
Siófoki Helyi Csoport. Siófok, 1975. X. 14. 30
Alföldi Fúrási Szakcsoport. Szolnok, 1975. X. 8. 30
Alföldi Termelési Szakcsoport. Szolnok, 1975. X. 16. 30
Vízfúrási Szakcsoport. Budapest, 1975. X. 1. 31
A Vízfúrási Szakcsoport *Zsigmondy Béla* Nyugdíjas Klubjának ülése. Visegrád, 1975. XI. 5. 31
Előadóülés az algyői mező felfedezésének 10 éves jubileuma alkalmával. Szeged, 1975. X. 15. 12

Szerkesztőségi hírek 23
Az Iparág köréből. A geotermikus energia meddő olajipari fúrásokból történő fokozott hasznosításáért 9
Külföldi hírek. Elkészült az első szovjet szupertartályhajó 21
A „Kiváló Ifjú Mérnök" és „Kiváló Ifjú Közgazdász" pályázat eredményei 12
Pályázati felhívások B-4
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 32

A SZÁM SZERZŐI:

BERECZ ENDRE dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok doktora, tv. egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Általános Fizikai Kémiai Tanszék, Miskolc); HOZNEK ISTVÁN okl. bányamérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); RÁCZ DÁNIEL okl. olajmérnök, igazgató (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ROSTA FERENC okl. bányamérnök (Sopron); SPÖRKER, HERMAN okl. bányamérnök, igazgató (Osztrák Kőolajipari Igazgatóság, ÖMV, Wien).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

Minden kedves olvasójának
BOLDOG ÚJ ÉVET
kíván a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szerkesztősége!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest. Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
75-5285 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: VINCZE GYÖRGY
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

2000-1039
2000 ÁPR 8.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976. ÉVI

TARTALOMMUTATÓJA

I. ÖNÁLLÓ SZAKCIKKEK, TÉMAKÖRÖK SZERINT

KUTATÁS, GEOLÓGIA, GEOFIZIKA

	Folyóiratsz.	Oldalsz.
GÁLOS M.: Kiegészítések Jesch Aladár „A kőzetfeszültség, a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai" c. cikkéhez	12	374
IHAROS M.—CSATH B.: Állami szénhidrogén-kutatások Karcag térségében 1927—1930 között	9	276
JESCH A.: A kőzetfeszültség, a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai	6	171
JESCH A.: Válasz Gálos Miklós hozzászólására	12	375
JESCH. A.: Mélyfúrási geofizika. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	59
MARKÓ L.—GELLÉRT T.: A túlnyomásos szénhidrogén-tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel	9	257
RUMPLER J.: Robbanóanyag nélküli szeizmikus energiaforrások — vibroseis kísérletek Magyarországon	3	65
T. KOVÁCS G.: A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai-geológiai lehetőségei, problémái és eredményei	7	193

FÚRÁS

ALLIQUANDER Ö.—CSABA J.: Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai	4	116
ALLIQUANDER Ö.: Mélyfúrás. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	5
ARNOLD, W.: Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	50
BARABÁS L.—BUDA E.: Visszapillantás a lovászi fúrási és rétegkezelési műveletekre	4	108
BARABÁS L.—KASSAI L.—MEGYERI M.—TEKNYŐS I.: A fúrószáras teszteres rétegvizsgálatok üzemi alkalmazásának tapasztalatai	5	129
CSABA J.—FÜLÖP M.—TÓTH B.: A rotari fúrás optimalizálásának elmélete és hazai gyakorlata	7	198
DORMÁN J.: Polimerek szerepe a korszerű öblítőfolyadék-technológiában	6	179
DORMÁN J.—SZABÓ M.: Kis szilárdanyagtartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazásának tapasztalatai	9	263
FÜLÖP M.: A mélyfúrási számítástechnika új irányai	8	229
GYŐRY GY.—HINGL J.—SZABÓ GY.: A műszaki színvonal alakulása a hazai mélyfúrásos szénhidrogén-kutatás és -feltárás elmúlt negyedszázada során	12	365
GYULAY Z.—ALLIQUANDER Ö.—JESCH. A.: A fúrólyuk mint információforrás	11	321
HOZNEK I.: A fúrási üzemek rétegvizsgálati tevékenységének problémái	1	10
ROSTA F.: Stabilizálási eljárások vízmentesítő akna fúrásához	1	13
SPÖRKER, H.: A nagymélységű fúrás távlatai	1	1
SZABÓ M.: A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében	11	330

TERMELÉS

ANTAL L.—TROMBITÁS I.: A hazai szénhidrogéntermelés és -szállítás 25 éves fejlődése	12	368
BÁLINT V.—SZITTÁR A.—BÍRÓ Z.: A lovászi mező művelési kérdései és a kihozatali tényező növelésének lehetősége	4	102
DÁVID L.: A lovászi mező szénhidrogén-termelésének gazdasági értékelése; időszerű feladatok	4	106
GOMBOS Z.—ŐRI V.—VOLL L.: A földgázvagyon meghatározása termelési eredmények értékelésével a szanki mezőben	8	233
GYULAY Z.: Rezervoármérnöki tudomány. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	79
HANGYÁL J.: A lovászi kőolajmező termelésének 35 éve	4	100
MEGYERI M.: Pulzációs vizsgálatok tervezése és értékelése	10	296
PÁPA A.: Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen	10	289
PÁPAY J.—SURÁNYI A.: Peremi víznyomásos földgáztelepek, objektumok és gáztárolók numerikus modellezésének módszere	7	208
PRUZSINA J.: Hozzászólás Kuhn T.-nak a Kőolaj és Földgáz 1975. 10. sz. 305. oldalán megjelent cikkéhez	4	122
SZILAS A. P.: Víztelep és mély vízkút együttműködése	3	72
SZILAS A. P.: Kőolaj- és földgáztermelés. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	127
TAKÁCS G.: A földgázeltérési tényező számítási módszereinek elemzése	9	269

FELDOLGOZÁS

FINASIN, V. N.—GUN, R. B.: Útépítő bitumenek előállítása romaskinói gudronból	5	153
FRIEDRICH L.—GELENCSÉR L.: Hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezéseink minősítésének főbb szempontjai	8	249
HOFFMANN J.—FALAKY J.: Az inhibitorhatékonyság mérési lehetőségei a kőolaj-feldolgozó iparban	2	33
KLÁRIS L.—NAGYNÉ ZENGŐ LÍVIA: Spektrofotométer a minőség ellenőrzésében	11	347
MÉSZÁROS I.: Több fokozatú motorolajalapok előállítása észterolajok felhasználásával	11	343
PRÓDER J.—PÉCHY L.—DEÁK GY.: Gázolajok dermedéspont-csökkentő adalék anyagainak hatásvizsgálata	9	273
SZABÓ J.: A korrózió ellenőrzése hidrogénező technológiák berendezéseiben	3	82

SZÁLLÍTÁS

ANTAL L.—TROMBITÁS I.: A hazai szénhidrogéntermelés és -szállítás 25 éves fejlődése	12	368
SZILAS A. P.: Kőolaj- és földgázszállítás. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	133

GÁZIPAR

KLOPP G.—MÁNDY T.—PAP G.: Természetes szén-dioxidjaink és szén-dioxidban dús földgázaink adszorpciós szárítása	8	245
MIKA GY.—BÖGI I.: Földgáz-előkészítő üzem kapacitás- és hatékonyságnövelése	2	51
POGÁNY L.—VÁGÓ E.: A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében	11	340
RICZÁN I.: A kardoskúti Thomassen TEC—15 kompresszor dinamikai és kenéstechnikai felülvizsgálata	3	77

BIZTONSÁGTECHNIKA

ANDRÉ S.—CSÁKÓ D.—SAMU J.: A szénhidrogén-bányászat műszaki előírásaival kapcsolatos üzemeltetési igények és tapasztalatok	2	41
BOZÓKI G.—CSÁKÓ D.—SZABÓ M.: Nyomástartó edények időszakos biztonságtechnikai vizsgálatának szempontjai	5	138
SZABÓ J.: Kőolaj-bányászati csővezetékek biztonsági övezete	10	305

GAZDASÁGI ÉS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

	Folyóiratsz.	Oldalsz.
Alliquander Ö.: Mérnöktovábbképzés a kőolaj- és földgázbányászatban	12	360
Bencze G.: Az olajipari munkásság helyzete és szerepe Zala megyében	3	90
Berecz E.: A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen	1	22
Csókás J.: Negyedszázados a geofizikusmérnökképzés	12	357
Dávid L.: A lovászi mező szénhidrogén-termelésének gazdasági értékelése; időszerű feladatok	4	106
Gálos M.—Tóth Andrásné: Acélszerkezetű kezelőjárdák kialakítási előírás-gyűjteménye	6	186
Gyulay Z.: Az Olajtermelési és Geofizikai Tanszékek megalakulásának előzményei	12	354
Gyulay Z.: Általános információk. Bibliográfiai tanulmány	klsz.	146
Hoványi L.—Kolozsvári G.—Szarka Z.: Nagyméretű olajtartályok deformációinak mérései	8	225
Kassai F.: Néhány gondolat a vízről	10	315
Lakatosné Szabó Julianna: Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata	12	370
Machács M.—Pogány L.: A szénhidrogénipar fejlesztésének kérdései az V. ötéves tervidőszakban	8	239
Pogány L.—Vágó Erzsébet: A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében	11	340
Rácz D.: A szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés nemzetközi és hazai sajátosságai.	1	24
Romvári P.—Béres L.: Hegesztett csőkötések korróziójának vizsgálata	7	213
Rónay D.: Nagy hőmérsékletű tartályfelületek korrózióvédelme	5	149
Sólyom J.—Káldor M.: Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata	7	216
Szilas A. P.: Az olajmérnökképzés 25 éve	12	358
Szurovy G.: Megjegyzések Csath Bélának a *Kőolaj és Földgáz* 1975. 7. sz. 207. oldalán megjelent cikkéhez	5	156
Tomor L.: Kiemelt környezetvédelmi intézkedések a TIFO I. ütem beruházásában	10	302
Tóth J.: Az egyetemi (tanszéki) kutatások lehetőségei és eredményei	12	363
Wagnerné Weber Márta: Ellenőrző mérések a katódosan védett szerkezeteken	3	86

II. NÉVMUTATÓ

	Oldalsz.
Acsai Antal	137
Alliquander Ödön dr.	116, 321, 360, 373, klsz. 5
André Sándor	41
Angyalffy György	31
Antal Lajos	368
Arnold, Werner dr.-ing	klsz. 50
Árpási Miklós	21
Asztalos József	295
Bálint Valér dr.	102, 223
Balogh Alajos	185
Bándi József	12, 219
Bányász Vince	319
Barabás László	108, 129
Barka Vilmos	275
Barta Sándor	253
Bencze Géza dr.	90, 123, 8. sz. B-3
Benkóczy Péter	316
Berecz Endre dr.	22
Béres Deák László	197, 317
Béres Lajos dr.	213
Berkes Zoltán	382
Binder Béla	23, 26, 59, 95, 97, 123, 4. sz. B-3 156, 161, 185 221, 223, 350, 351, 353, 377, 378
Bíró Zoltán	102
Bozóki Géza dr.	138
Bögi István	51
Börcsök András	58, 158, 342
Buda Ernő	108
Buda István	220
Csaba József	1. sz. B-3, 116, 6. sz. B-3, 198, 287, 301, 314, 349 379
Csákó Dénes	41, 138, 8. sz. B-3
Csath Béla	12, 31, 222, 276
Csete Jenő dr.	379
Csiky Gábor dr.	157
Csókás János dr.	357
Dallos Ferenc	94
Dallos Ferencné	30, 97, 381
Dank Viktor dr.	159
Darás István	30
Dávid László	106
Deák Gyula dr.	273
Dormán József dr.	89, 124, 179, 263
Elő Vendel	148
Falaky József	33
Faluvégi Lajos	219
Farkas István	212
Finasin, V. N. dr.	153
Friedrich Lambert	249
Fülöp Miklós	198, 229
Gálos Miklós dr.	186, 374
Gelencsér László	249
Gellért Tamás	257
Gombos Zoltán	71, 233
Gun, R. B. dr.	153
Gyivicsán Pál	381
Győry Gyula	365
Gyulay Zoltán dr.	285, 321, 350, 354, klsz., 79, 146
Hajdú Lajos	1. sz. B-4, 2. sz. B-4, 3. sz. B-4
Hangyál János	1. sz. B-4, 2. sz. B-4, 3. sz. B-4, 100
Hasznos Irén	124
Hatala Sándor	85
Hingl József dr.	365
Hoffmann József	33
Hollanday József	286
Hoványi Lehel dr.	225
Hoznek István	10, 248
Iharos Miklós	276
Imre Mihály	376
Jesch Aladár	171, 321, 375, klsz. 59
Káldor Mihály dr.	216
Kántor István	178
Kántor László	319
Kassai Ferenc dr.	315
Kassai Lajos	129
Kassay Árpád	380
Katona János	137
Kiss László (KŐGÁZ)	215
Kiss László (NKFÜ)	76
Kiss László dr.	122
Kláris László	347
Klopp Gábor	245
Kolozsvári Gábor dr.	225
Körösi Zoltán	197
Kreffly Gábor	384
Lakatosné Szabó Julianna dr.	370
Machács Miklós	239
Major Ferenc	318
Mándi Tamás	245
Marjas Kornél	283
Markó László	257
Megyeri Mihály dr.	129, 296
Mészáros Imre	343
Mika György	51
Molnár János	286
Molnár Jenő	124, 218
Nagyné Zengő Lívia	347
Óvári Antal	161
Őri Viktor	233
Ősz Árpád	30, 148, 272

Oldalsz.

Paczuk László ... 178
Pál Zsolt ... 317, 318
Pap Géza ... 245
Pápa Aladár ... 289
Pápay József dr. ... 208
Péchy László dr. ... 273
Pipicz Veronika ... 128
Pogány László ... 239, 340 369
Próder József ... 273
Pruzsina János ... 122
Puskás Kázmérné ... 197
Rácz Dániel ... 24
Riczán István ... 77
Romvári Pál dr. ... 213
Rónay Dezső dr. ... 149
Rosta Ferenc ... 13
Rumpler János ... 65
Samu János ... 41
Schall István ... 30, 81, 85, 124, 191
Sipos Géza dr. ... 284
Solti Károlyné ... 31
Sólyom Jenő ... 216
Spörker, Herman ... 1
Stiffel Lászlóné ... 244
Surányi Andor ... 208
Szabó György dr. ... 26, 81, 221, 268, 365
Szabó József ... 82, 305
Szabó Mátyás ... 89, 263, 330

Oldalsz.

Szabó Mihály dr. ... 138
Szalóki István ... 9
Szarka Zoltán dr. ... 225
Szegesi Károly ... 7. sz. B-3, 284
Szepesi József dr. ... 6. sz. B-4, 7. sz. B-4
Szerényi Béla ... 382
Szilas A. Pál dr. ... 72, 358, klsz. 127, 133
Szittár Antal ... 102
Szlávik Imre ... 63
Szurovy Géza dr. ... 156
Takács Gábor dr. ... 269
Tatár András ... 191
Teknyős István ... 129
Tilesch Leó ... 29, 254
T. Kovács Gábor dr. ... 193
Tolnai Lajos ... 158
Tomor László ... 302
Tóth Andrásné ... 186
Tóth Béla ... 198
Tóth János dr. ... 363
Tóth Márton ... 318
Török Attila ... 125
Trombitás István ... 368
Turkovich György ... 212
Vágó Erzsébet ... 340
Voll László ... 233
Wagnerné Weber Márta ... 86

III. HÍREK, KÖZLEMÉNYEK, NEKROLÓGOK

SZEMÉLYI HÍREK

Oldalszám: 350, 351, 377

EGYESÜLETI, SZAKOSZTÁLYI, SZERKESZTŐ BIZOTTSÁGI HÍREK

Oldalszám: 12, 23, 26, 29, 30, 31, 81, 122, 124, 125, 4. sz. B-3, 148, 156, 185, 6. sz. B-3, 219, 221, 222, 8. sz. B-3, 268, 275, 295, 317, 350, 378, 381

EGYETEMI HÍREK

Oldalszám: 76, 379

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Oldalszám: 63, 71, 85, 89, 94, 124, 128, 148, 191, 218, 272, 283, 286, 318

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Oldalszám: 9, 1. sz. B-3, 58, 157, 158, 185, 197, 212, 215, 219, 244, 248, 253, 254, 284, 285, 316, 317, 342, 369, 376, 380, 381, 382

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Oldalszám: 137, 178, 319

MÚZEUMI HÍREK

Oldalszám: 123, 8. sz. B-3

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Oldalszám: 287, 301, 314, 349, 379

KÖNYVISMERTETÉS

Oldalszám: 178, 223, 7. sz. B-3, 284, 350

KÜLFÖLDI HÍREK

Oldalszám: 21

KÖZLEMÉNYEK

	Folyóiratsz.	Oldalsz.
Pályázati eredmények	1	12
Pályázati felhívások	1	B-4
	2	B-4
	3	B-4
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 63. Küldöttközgyűlése. Kecskemét, 1975. október 29.	2	59
Olvasóinkhoz	2	B-3
35 éves a lovászi olajmező (jubileumi ülés)	4	97
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 64., Tisztújító Küldöttközgyűlése	6	161
Meghívó	6	B-4
	7	B-4
Közlemény	8	B-3
Tudományos konferencia a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kara Olajtermelési és Geofizikai Tanszékeinek 25 éves fennállása alkalmából. Miskolc, 1976. IX. 6—7.	12	353
A Magyar Geofizikusok Egyesületének előadóülése	12	382
Felhívás	12	384
A Kőolaj és Földgáz 1975. évi tartalommutatója	2	

NEKROLÓGOK

	Oldalszám
Pantó Dezső	95
Gaál Antal	123
Papp Károly	159
Dipl.-Ing. *Herwing Rietsch*	373
Dr.-Ing. *Hans-Georg Neumann*	373

MEGEMLÉKEZÉSEK

Köszöntjük a 80 éves dr. *Vendel Miklós* akadémikust! ... 351
Üdvözöljük 70 éves érdemes kartársainkat, *Rosta Ferenc*et és *Csigó József*et ... 377

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 1. szám 1976. január

A nagymélységű fúrás távlatai*

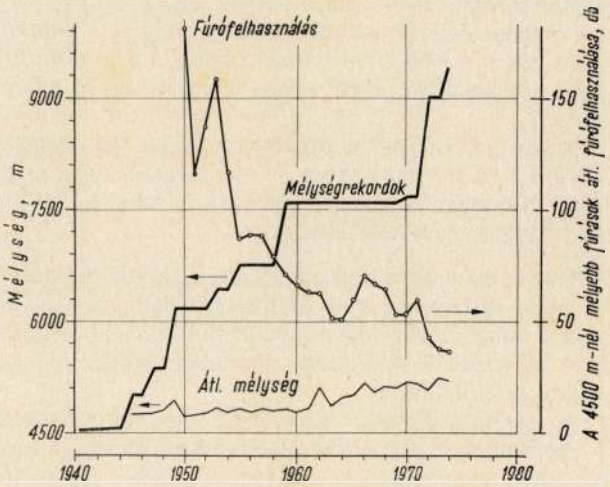
SPÖRKER, HERMAN

A világszerte kialakult igen nagy mélységű fúrástechnika áttekintése és az elért eredmények alapján megalapozottnak látszik Európában, közelebbről Közép-Európában, az ultramély kutatófúrások mélyítése. A fúrástechnika oldaláról mindent meg kell azonban tenni az ilyen fúrások hatékonyságának fokozására, a szükséges fúrási idő csökkentésére. Az amerikai jelszónak: „6000 m-es fúrást 100 nap alatt" Európában is érvényesnek kell lennie; ebben nagy segítséget nyújthat a szakemberek nemzetközi tapasztalatcseréje, mert ezzel kisebb lesz a valószínűsége annak, hogy „kétszer ugyanabba a hibába essünk".

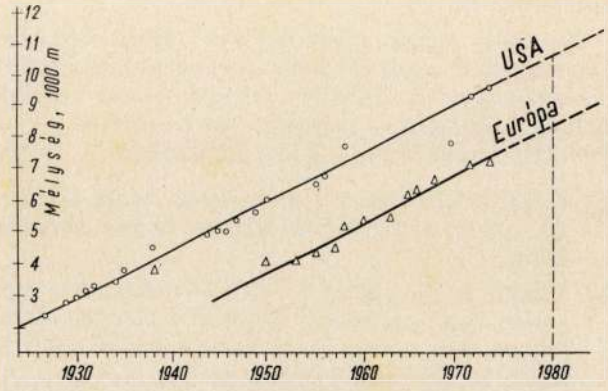
Amióta 1949-ben a *Superior No. 1., Sublette, Wyoming* mélyfúrás a világon először lépte túl a 20 000 láb (6096 m) mélységhatárt és ezzel megnyitotta az ultramélyfúrások korszakát, csak az USA-ban kereken 550 fúrást mélyítettek le ennél nagyobb mélységig [1]. A jelenlegi mélységrekordot a *Bertha Rogers No. 1., Beckham, Oklahoma* tartja [2], amelyet 1974-ben 31 441 láb (9583,2 m) mélység elérésekor fejeztek be *(1. ábra)*. A fúrási mélységrekord az utóbbi fél évszázadban — az egyszeri 11 évi szünettől eltekintve — figyelemre méltó egyenletességgel évtizedenként kb. 1500 m-rel nőtt. Csábító az a gondolat, hogy ez az irányzat a jövőben is tovább fennmaradhat, és így egy további fél évszázad alatt a fúrási rekordmélység 17 000 m mélységet is elérheti; hogy ez a fejlődés a mai szemszögből nézve bekövetkezhet-e, ezt a kérdést tárgyalja röviden az alábbi beszámoló.

Az elért mélységekből ítélve az európai fúrástechnika az amerikait kb. 15 éves elmaradással követi *(2. ábra)*, ezért indokoltnak látszik, hogy az USA-forrásokra és -tapasztalatokra támaszkodjunk. Amidőn 1918-ban a világ fúrásmélységrekordját az európai 2240 m-es *Czuchow 2.* fúrólyuktól az észak-amerikai *Hope Natural Gas Co's* 2251 m mély *No. 4190* jelű mélyfúrása elhódította, egyidejűleg a mélyfúrások célja is eltolódott a feketeszén- és kősófúrásoktól a kőolaj- és földgázkutatás terére.

Néhány évvel ezelőtt az ultra-, ill. szupermélységű kutatófúrások problematikájáról folytatott viták előterében még csupán a műszaki megvalósíthatóságuk kérdése szerepelt. 1963-ig a 6000 m-nél mélyebb fúrások még az egyedi tervezés tárgyai voltak, amelyekről sokan azt gondolták, hogy ezek csupán a műszaki rekordhajsza kielégítését szolgálják. Amikor azonban az



1. ábra
Fúrási mélységvilágrekordok 1940 óta az USA-ban fúrt 4500 m-nél mélyebb fúrások átlagmélységével és fúrófelhasználásával



2. ábra
Az USA és Európa fúrási mélységrekordjainak növekedési irányzata

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya által 1975. szeptember 14—17-én Balatonfüreden rendezett XV. Vándorgyűlésen elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*

első mélyfúrás a 6000 m-es mélységhatárt már elérte, sőt túlhaladta, az API külön munkabizottságot állított fel az ilyen mélységű fúrásokhoz szükséges berendezések és eljárások problémáinak tanulmányozására. Az idevágó szakmai kérdéseket 150 szakértő 16 ülésen vitatta meg, s az eredményekről 1949-ben *John M. Payne*, a munkabizottság elnöke feltűnést keltő kutatási zárójelentést terjesztett be az API 29. kongresszusán, Chicagóban. Azóta 25 év telt el és a szupermélységű fúrások problematikáját rendszeresen minden kőolaj-világkongresszuson tárgyalják; a téma megvitatása azonban ma már messze elhagyta a gyakorlatot: 1971-ben a moszkvai 8. Kőolaj-Világkongresszuson a különböző országok szakemberei már a 15 000 m-es fúrások lehetőségeit vitatták meg.

Napjainkban már rendelkezésre állnak azok a fúróberendezések, anyagok és technológiák, amelyek a 6000 m-es fúrások *rutinszerű* lemélyítését lehetővé teszik. Még az eddig lefúrt 9000 m-nél mélyebb két fúrásnál sem adódtak lényeges műszaki problémák, úgyhogy *T. S. O'Brien*, e kérdések egyik legkiválóbb szakértője, egy nemrég adott nyilatkozatában [3] annak a nézetének adott kifejezést, hogy szerinte ma már műszakilag a 12 000 m-es fúrások is megvalósíthatók.

Annak ellenére, hogy az 1973 előtti 10 évben a mélyfúrásban általában bizonyos pangás mutatkozott, a nagymélységű fúrási tevékenység egyre fokozódott. Az iparág által az utóbbi években kifejtett erőfeszítések révén a mélyfúrás műszaki szintje ma magasabb, mint a számításba jöhető megbízók mélységbeli elképzelései.

Amennyiben tehát a jövőben a fúrási mélységeket tovább kell növelni, akkor — ha vannak még megfelelő mélységű üledékes medencék — még az alábbi problémaköröket kell tisztázni:

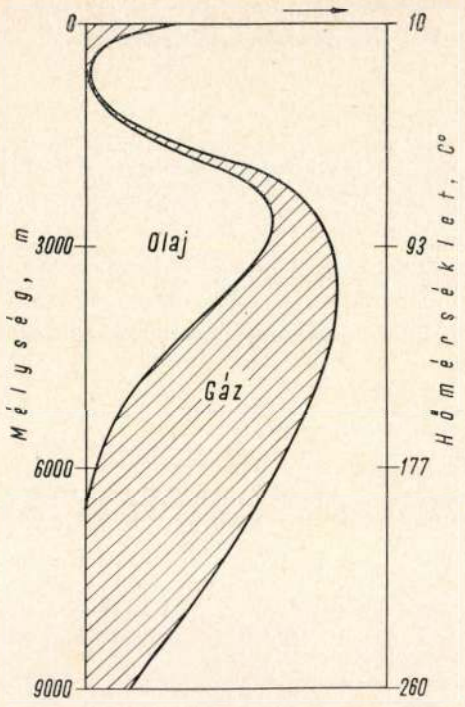
1. Geokémiai szempontból azt, hogy a földkéreg belsejében milyen nyomás- és hőmérséklethatárokig lehet még szénhidrogéntelepek létezésére számítani.
2. A megfelelő tárolótestek létezésének földtani-petrofizikai előfeltételeit.
3. A várható feltárási költségek műszaki-gazdasági előfeltételeit, különösképpen a fúrási költségek alakulása szempontjából, amelyet elsősorban az időtényező befolyásol, és ami a növekvő mélységgel exponenciálisan nő.

Geokémiai kérdések [4, 5, 6, 7]

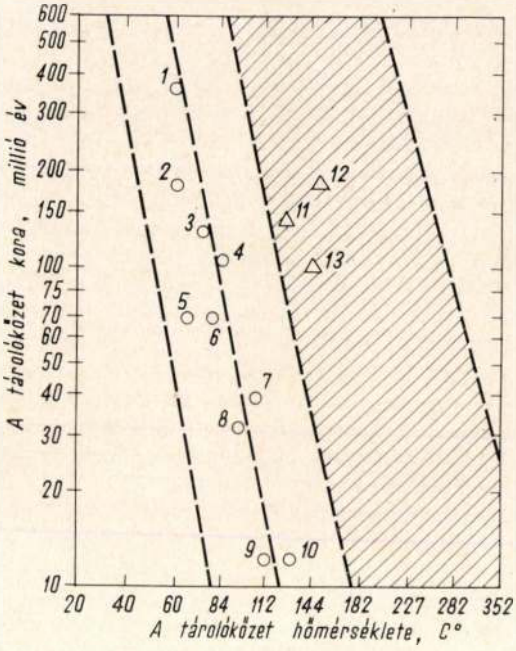
Kerogén, vagyis anyakőzeteken végzett vizsgálatok szerint az anyakőzetekben a nyomástól és hőmérséklettől függően különféle szénhidrogének képződhetnek, ahogyan — jelentős egyszerűsítéssel — a *Hunt* [8] szerinti ábra *(3. ábra)* ezt mutatja:

a) Közel a felszínhez kis mennyiségű metán keletkezik szerves anyagok baktériumok okozta bomlása útján.

b) Kőolaj az 50—180 C° közötti hőmérsékleten képződik. 50 C°-nál kisebb hőfokon a kerogén kőzetek bomlási tünetei mutatkoznak elsősorban nitrogén és széndioxid fejlődése közben. Növekvő hőmérséklettel a szénhidrogének keletkezése növekszik. Bár az ábra ordinátáján a mélységek olvashatók le, a döntő tényező itt a hőmérséklet és az idő.



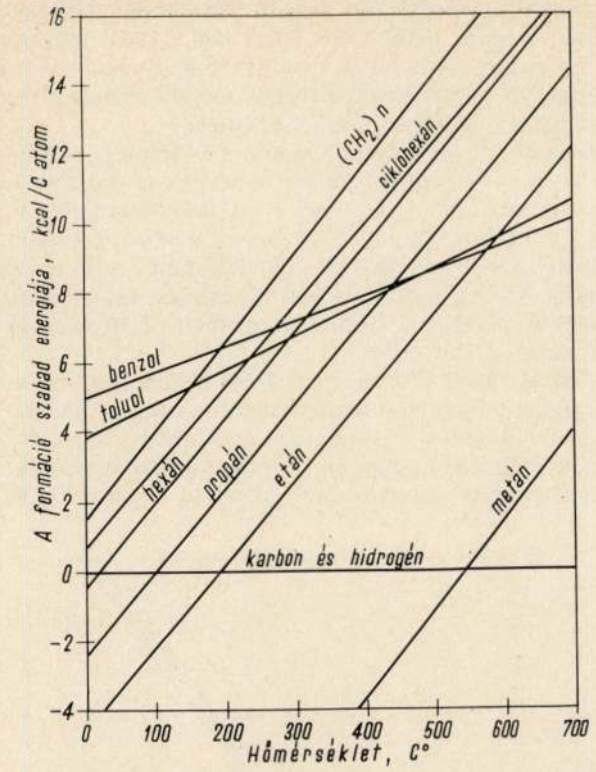
3. ábra
A szénhidrogén-előfordulás lehetőségei a mélység, ill. kőzethőmérséklet függvényében (J. M. Hunt után)



4. ábra
A világ néhány szénhidrogén-előfordulásának kőzethőmérséklete és kora (J. Connan és H. Spörker szerint)

1 — Amazonas-medence, Brazília; 2 — Párizsi-medence, Franciaország; 3 — Aquitaine-medence, Franciaország; 4 — El Aaium, Rio Oro, Ny-Afrika; 5 — Douala-medence, Camerun; 6, 8 — Taranaki-medence (tengeri), Új-Zéland; 7 — Camarque-medence, Franciaország; 9 — Los Angeles-medence, Kalifornia; 10 — Ventura-medence, Kalifornia; 11 — Aquitaine-medence, Franciaország; 12 — Bécsi-medence, Ausztria; 13 — Pó-völgye, Olaszország

Hogy a kerogén kőzetből milyen mértékben képződik kőolaj, az a hőmérséklettől és az anyakőzetre való hatásának időtartamától függ. Így pl. kiszámí-



5. ábra
Szénhidrogének fejlődése a hőmérséklet függvényében

tották, hogy 15 C° hőmérsékleten is keletkezhetik még szénhidrogén, de a földgömb egész életkora sem lenne elegendő ahhoz, hogy ebből a szénhidrogénből valaha is gazdaságilag jelentős szénhidrogéntelep jöjjön létre. Viszont 190 C°-on is képződhetne gazdaságilag hasznosítható kőolaj-akkumuláció, mégpedig aránylag rövid idő, alig 1 millió év alatt. Ezeket az összefüggéseket *Hunt* némi modifikációval *Connan* [9] egyik tanulmányából vezette le *(4. ábra)*.

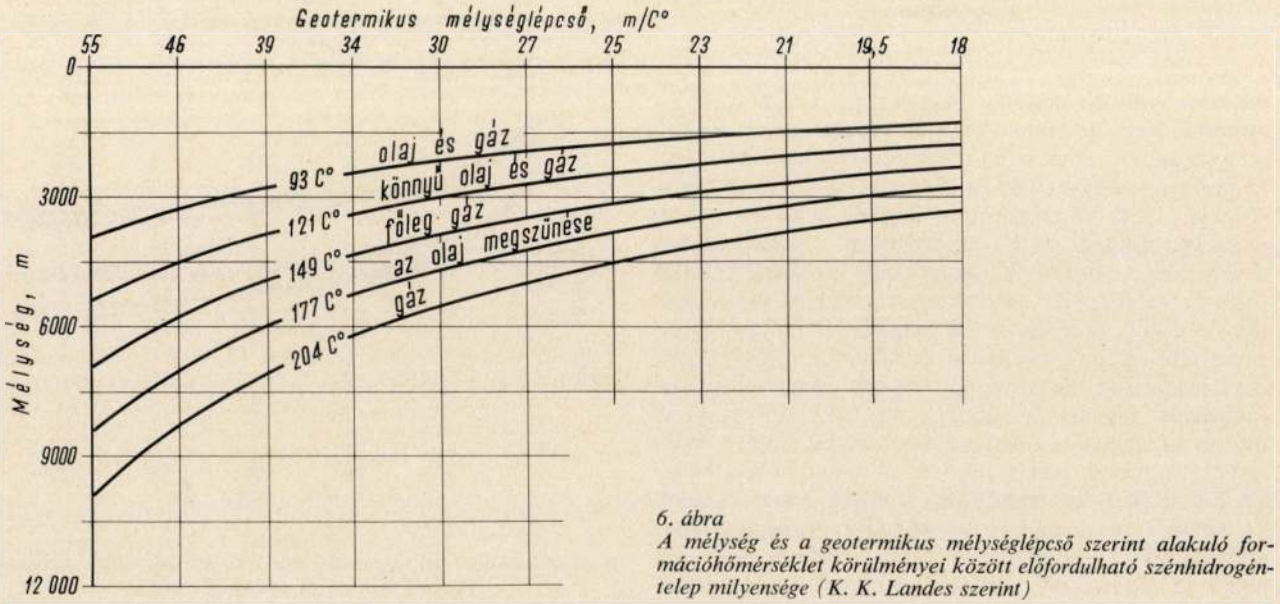
c) A kerogén kőzetből nagyobb hőfokon közvetlenül földgáz képződik, de földgáz a régebben képződött kőolaj bomlásából is keletkezhet. A reakció lezajlását egyrészt döntően befolyásolja a kerogén kőzet hidrogéntartlama; 7—10% esetén a bomlás a kőolaj felé veszi irányát, kisebb, 3—6% esetén pedig a földgáz felé; másrészt a szénhidrogén-vegyületek stabilitása nagymértékben a hőmérsékletek függvénye. Növekvő hőmérsékletek egyre egyszerűbb felépítésű molekulákhoz, metánba való átalakuláshoz vezetnek *(5. ábra)*. Ezenkívül a kerogén kőzet növekvő nyomás és hőmérséklet mellett fokozott mértékben ad le CO_2-ot és H_2S-t.

d) Végül nagy hőmérsékleteken a szénhidrogének az alapelemeikre, vagyis karbonra és hidrogénre bomlanak, és fokozott mértékben képződik CO_2 és H_2S. *Orr* megállapításai szerint minden jelenlevő szulfát H_2S-nel elemi ként képez.

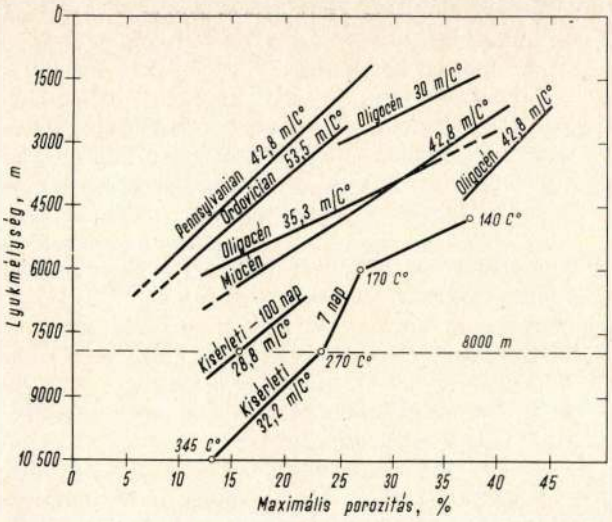
Ilyen meggondolások alapján *Landes* [10] egy diagramot szerkesztett *(6. ábra)*, amely a szénhidrogének előfordulásának lehetőségeit a mélység függvényében ábrázolja, a geotermikus mélységlépcsőt is figyelembe véve. Ezen az igen erősen leegyszerűsített ábrán az *olaj-előfordulás lehetőségének megszűnését Landes* a 150—180 C° hőfoktartományban tételezi föl. Ebből arra lehet következtetni, hogy a helyi geotermikus gradienstől függően 4500—7500 m-nél nagyobb mélységekben már alig lehet számítani kőolaj eredményes felkutatására. Ennél nagyobb mélységben már csak földgáz létezhet. Itt azonban *Landes* osztja a geológusok véleményét, miszerint lefelé a porozitás, ezzel együtt a gázvolumen csökkenése fogja a gazdaságilag definiált alsó határt megszabni. Nyomatékosan meg kell jegyeznünk, hogy *Landes* ehhez — a geológus részéről szokatlanul határozott — megfogalmazáshoz azért vett magának bátorságot, mert azt remélte, hogy ezen az úton a vitát talán újból felélesztheti e téma fölött, és ezzel indokolhatja a nagy mélységű szénhidrogéntelepek legjelentősebb adatai kicserélésének szükségességét.

Geológiai, petrográfiai kérdések [11, 12, 13, 14]

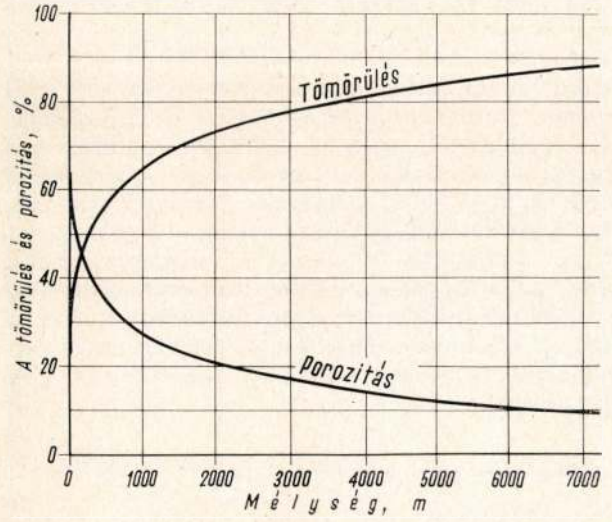
Szénhidrogéntelepek gazdaságosságára a földtani alakulat nagysága mellett annak porozitása és permea-



6. ábra
A mélység és a geotermikus mélységlépcső szerint alakuló formációhőmérséklet körülményei között előfordulható szénhidrogéntelep milyensége (K. K. Landes szerint)



7. ábra
Kőzetek porozitásának csökkenése a mélységgel (J. C. Maxwell szerint)

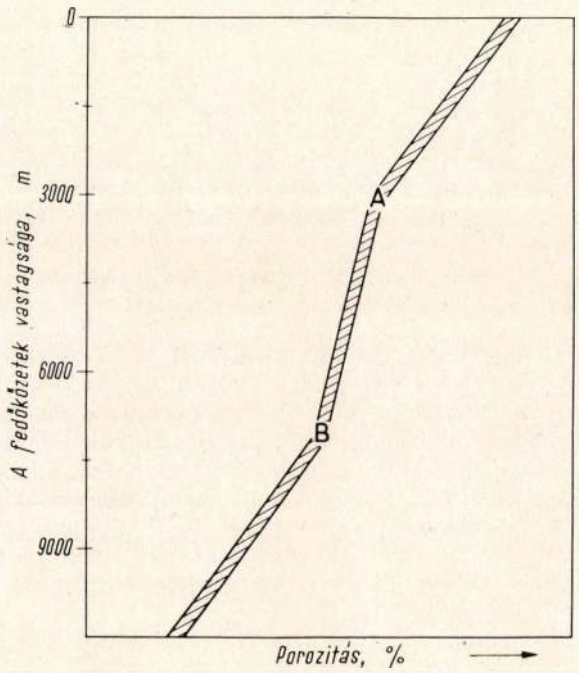


8. ábra
A porozitás és a tömörülés (kompakció) %-os változása a mélység függvényében

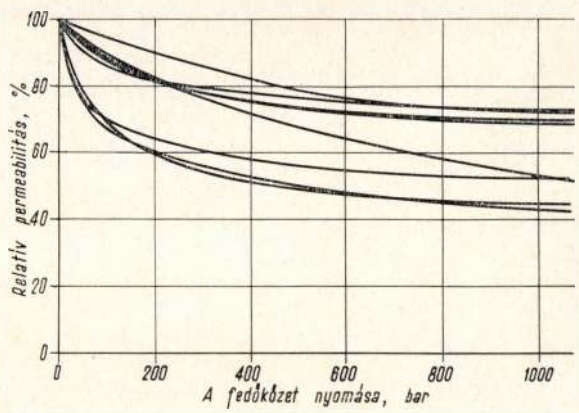
bilitása a döntő tényező. Nagyszámú vizsgálatból ismeretes, hogy az azonos kőzetek porozitása a növekvő mélységgel — tehát a fedőkőzet vastagságának növekedésével — egyre csökken. *Maxwell* [15] a nagy mélységekből vett kőzetmagokon végzett saját és mások porozitásvizsgálatainak eredményeit összefoglalóan diagramban tüntette fel, kiegészítve azokkal az adatokkal, melyeket laboratóriumi szimulációk útján kaptak *(7. ábra)*. A *Hedberg*-féle diagramból [16] pedig felismerhető, hogy a porozitás csökkenése a mélységgel nem lineárisan megy végbe, inkább hiperbolikus kifutásúnak látszik *(8. ábra)*. Az USA-ban szerzett utóbbi tapasztalatok pedig azt mutatják, hogy a 9000 m-nél nagyobb mélységekben is olyan kőzetfizikai adottságokkal kell számolni, amelyek adott esetben az elemi kén folyását is megengedik. Ameddig tehát mélyen fekvő telepekben termikus okokból nem zajlanak le olyan vegyi reakciók, amelyek a porozitást és/vagy a permeabilitást negatív értelemben befolyásolják, a tiszta fedőkőzetnyomás nem látszik elegendőnek ahhoz, hogy csupán e tényező nagysága a szénhidrogének gazdaságilag attraktív mennyiségekben való felhalmozódását és tárolását kizárja.

Walker, a Yale Egyetem tanára a „Mélység, hőmérséklet és geológiai kor hatása kvarcitos homokkövek porozitására" [17] tárgyú egyik vitában diagramot *(9. ábra)* mutatott be, amely érzékelteti a porozitásváltozók trendjét a mélység felé; feltételezhető, hogy az *A* pontban a fedőkőzetnyomás hatásának csökkenése, míg a *B* pontban a kémiai cementáció kezd jelentős mértékben érvényesülni.

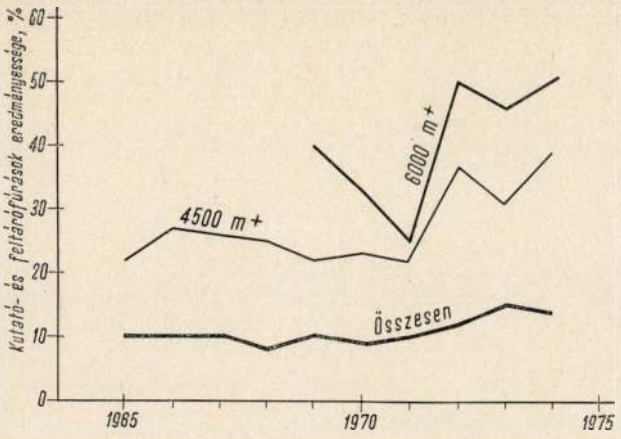
Fatt és *Davis* [18] már az 50-es években vizsgálta, miképpen csökkenti a fedőkőzetek nyomása a permeabilitást *(10. ábra)*. Vizsgálataikat azonban elsősorban annak érdekében végezték, hogy a rezervoármérnöki számításokhoz szabatosabb adatokat határozzanak



9. ábra
A porozitás változása a mélység függvényében (K. R. Walker szerint)



10. ábra
A permeabilitás változása a fedőkőzet-terhelésből adódó nyomás függvényében (Fatt és Davis szerint)



11. ábra
Az USA nagymélységű és ultramélységű fúrásainak eredményessége

meg; céljuk tehát nem a szénhidrogéntelepek feltárásának gazdaságos mélység szerinti elhatárolása volt.

A szupermélységű fúrástechnika — ahogy ez az OECD utolsó energiajelentéséből kitűnik — a jövő szempontjából — függetlenül a szénhidrogén-kutatástól — az energiaellátás új tartományában is érdeklődést kelt, mégpedig a geotermia terén. A kutatók nemcsak a 6000 és 9000 m közötti mélységekben uralkodó nagy hőmérsékletekre számítanak, hanem azt is remélik, hogy két-két ilyen mélységű fúrás között létrehozható a cirkuláció. E mélységekben olyan rétegekre számítanak, amelyeknek permeabilitása — eleve, vagy kőzetrepesztési művelet útján — lehetővé teszi a megfelelő mennyiségű víztömegek átszivattyúzását.

Azok az adatok, amelyek szupermélységű kutatásokról rendelkezésünkre állnak — főképpen USA-beli adatok — *legalább geológiai szemszögből* Európában is indokolják az erőfeszítéseket az igen nagy mélységekben való szénhidrogén-kutatás érdekében.

Műszaki-gazdasági kérdések [19, 20, 21]

Hosszabb távlatban a nagymélységű fúrásoknak önfinanszírozóknak kell lenniük; ma egynéhány ország bölcs előrelátásból — az energiaellátás és -szükséglet várható fejlődését mérlegelve — indítótőkeként és serkentésül jelentős összeggel segít az érdekelt vállalatoknak ilyen fúrási feladatok kezdeményezésére és végrehajtására; a fúrások eredményességét átlagosan 10%-nak véve, e címen kb. 1 milliárd osztrák schilling összeggel kell számolni. A 10%-os eredményesség azonban az USA-ban a kutatófúrások eredményességéről végzett vizsgálatok alapján igen pesszimisztikusnak látszik. A *11. ábra* diagramban mutatja be a nagymélységű fúrások eredményességi hányadának alakulását. Feltűnő jelenség, hogy az eredményességi hányad a nagyobb mélységekkel rohamosan nő. Európai szemléletből nem könnyű erre megfelelő magyarázatot találni; elsősorban arra kell gondolni, hogy ennek oka az ilyen fúrási tervek rendkívül gondos geológiai és geofizikai előkészítésében rejlik. Ezért az előbb említett eredményességi tényező az európai szupermélységű kutatófúrásokra nézve csak igen durva megközelítésnek tekinthető, mert az 1974 végéig lemélyített, alig 20 európai 6000 m-nél mélyebb fúrásból valóban reprezentatív százalékos mutatót meghatározni nem lehet. A tény azonban az, hogy ezekkel a fúrásokkal mindössze négy szupermélységű telepet tártak fel, mégpedig Franciaországban a Meillon és Lanemezan melletti előfordulást [22], Olaszországban a Malossa [23], Ausztriában pedig a Schönkirchen-Übertief szénhidrogéntelepet.

Egy ötödik előfordulás talán Berenx-ben, Franciaországban lesz kimutatható, ott azonban a telepvizsgálatok még folyamatban vannak. Ezen túlmenően az NDK-ban, CSSZSZK-ban és Romániában is mélyítenek szupermélységű fúrásokat, ezek azonban még a kutatás stádiumában vannak, és ezért — kellő információk hiányában — jelen vizsgálatokhoz nem vehetők figyelembe.

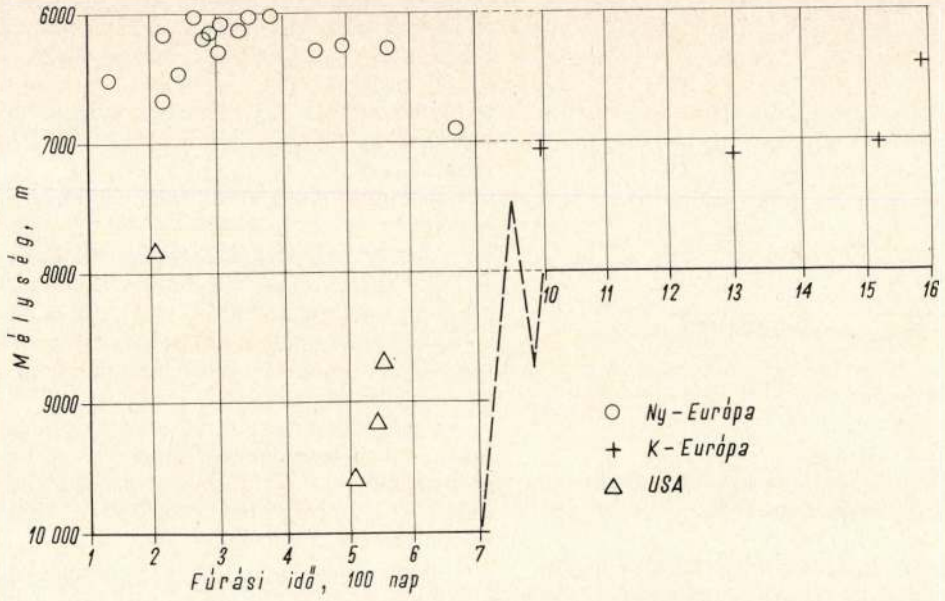
Az előzőkben vázolt eredményességi mérleg indokolttá teszi, hogy az előbb említett átlagos találati valószínűséget — legalábbis a szupermélységű fúrások terén — Európa vonatkozásában a legpesszimisztikusabb alapszámnak tekintsük.

A 6000 m mélységű és ennél mélyebb fúrások költségei Európában egyenként 60—80 millió osztrák schillingre tehetők. A problematikus fúrások költségei ennél jóval nagyobbak is lehetnek. A fúrási idő általában 8—12 hónap *(12. ábra)*. Ha ezeket a költségeket egybevetjük hasonló USA-beli fúrási feladatok költségeivel, azt látjuk, hogy Európában a költségszint jóval magasabb.

Ennek elemzése azt mutatja, hogy a nagyobb költségek elsősorban a hosszabb fúrási időkkel magyarázhatók; a fúróberendezések és csövezési tervek ugyanis azonosak, tehát egymással összehasonlíthatók. A külszíni berendezések költségei sem lényegesen kisebbek az USA-ban e költségnem európai szintjéhez képest, holott az USA-ban sokkal jobban meg van oldva a műszaki segédeszközökkel való ellátás a kölcsönző vállalatok útján. Ez érthető, hiszen az USA-ban egyidejűleg kb. 1500 fúróberendezés dolgozik a legfeljebb 100 európai fúróberendezéssel szemben, nem is szólva arról, hogy az USA-ban a fúróberendezések túlnyomó része csak kevés államban van összpontosítva. A kölcsönző vállalatok igénybevételének sokféle lehetősége redukálja a tőkelekötést, és megnöveli a fúróvállalatok rugalmasságát. Bonyolult mentőszerszámok ugyanúgy haladéktalanul rendelkezésre állnak, mint a fúróberendezések légöblítési felszerelése, a talpi fúrómotorok, különleges rázósziták, nagy teljesítményű centrifugák stb., hogy a sok lehetőség közül csak néhányat is említsünk.

A kölcsönző vállalatok mellett szervizvállalatok is tevékenykednek. Ezek ugyancsak hozzájárulnak az USA-beli fúrási tevékenység jobb hatásfokának eléréséhez. Egyenértékű szervizvállalatok — kevés kivételtől eltekintve — Európában még nem állnak rendelkezésre, nem is szólva az USA olyan különleges szervizvállalatáról, amelyek a görgős fúrókat, a fúrószárstabilizálókat, az öblítési technikát, a formációértékelést, a teljesítmény elemzését szolgálják.

Ezeknek az európai fogyatékosságoknak példaképpeni felsorolását — amelyek törvényszerűen nagyobb fúrási költségeket okoznak — érdemes közelebbről megvizsgálni, mert ezek valóban a szupermélységű fúrási tevékenység problémái, legalábbis Európa egy részében. Ugyanis az még elviselhető, hogy bélés-



12. ábra
Az ultramély (6000 m-nél mélyebb) fúrások teljes mélyítési ideje a mélység függvényében

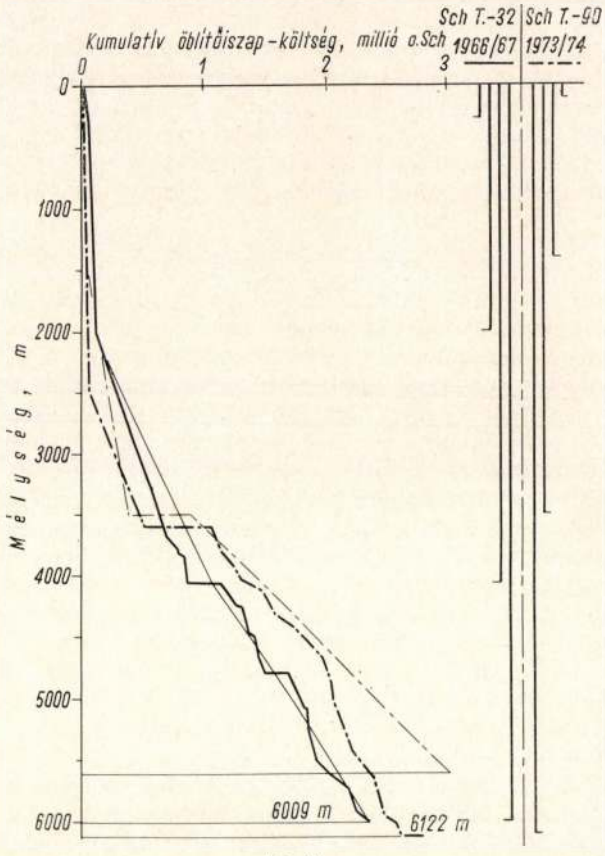
csöveket, csőkötéseket stb. sok hónappal előbb kell megrendelni, de azoknál az anyagoknál, amelyeknek megválasztását az előre nem látható geológiai szituációk bekövetkezése teszi szükségessé, a fúrási tevékenység hatásfoka éppen attól függ, hogy rendelkezésre áll-e a kellő pillanatban a megoldáshoz szükséges optimális szerszám. Feltételezve, hogy a szupermélységű fúrás lemélyítésére a kellően teljesítőképes fúróberendezés és a kitűnően kiképzett fúrószemélyzet rendelkezésre áll, továbbá, hogy a csövezési tervet optimálisan elkészítették — amikor is a korszerű módszerek, pl. a pórusnyomást előre jelző szelvény stb. alkalmazása esetleg a viszonylag bizonytalan geológiai elképzeléseket mindenesetre hasznosan kiegészíthetik —, lényegében már csak az öblítés és a fúrószerszám kiválasztása fogja a hatásfokot megszabni.

Az alkalmazandó öblítés megválasztása különböző szempontok szerint szokásos. Ezek főleg a következők:

— a geológusok és rezervoármérnökök olyan öblítést követelnek, amely biztosítja a furadék, a magvizsgálatok és a fúrólyuk-geofizikai mérések kiértékelését;
— a fúrómérnökök olyan öblítésre törekszenek, amely fúrástechnikai szempontból optimális, emellett a fúrólyuk stabilitását maximálisan biztosítja;
— a vállalat pedig olyan öblítés alkalmazását kívánja, amely a legkisebb költséggel jár.

Az utóbbi években szerzett tapasztalataink alapján szupermélységű fúrásoknál — különösen nehéz adottságú területeken — az olajbázisú öblítésfajták alkalmazása rendkívül előnyösnek látszik. Ma már az ilyennemű öblítések rendelkezésre állnak, és a fúróberendezéseknél való kezelésük majdnem egyenértékű a vízbázisú öblítés kezelésével. Ausztriában egy szupermélységű fúráshoz *(Sch. T.-90.)* a közelmúltban olajbázisú öblítést alkalmaztak, amely kitűnően bevált. A *13. ábra* e költségek összehasonlítását egy hasonló fúrólyuk (*Sch. T.-32.*) költségével mutatja, amelyet azonban vízbázisú öblítéssel mélyítettek.

Egészben véve az olajbázisú öblítéssel mélyített fúrás eredménye a vízbázisú öblítést alkalmazó fúrással szemben még sokkal szembetűnőbb volt. A *Sch. T.-32.* 380 napos fúrási idejével szemben a *Sch. T.-90*-es összideje csupán 333 napot tett ki, holott a végmélység 113 m-rel nagyobb volt. A fúrást ezután



13. ábra
A vízközegű öblítőiszappal fúrt Schönkirchen-Tief 32. és az olajbázisú iszappal fúrt Schönkirchen-Tief 90. jelű fúrások összesített öblítőiszap-költsége a mélység függvényében

geológiai okokból 4000 m-ig cementtel feltöltötték, majd különösebb nehézség nélkül fél kilométeres távolságra ferde irányfúrással folytatták, 20° átlagos dőlésszög mellett.

A kapott geológiai és geofizikai adatok értelmezésében hiányosságok nem mutatkoztak.

Az ÖMV AG. (Osztrák Ásványolaj-ipari Igazgatóság Rt.) szupermélységű fúrásainak elemzése azt mutatta, hogy 5700 m átlagmélység esetén a fúrási költségek eloszlása az alábbiak szerint alakult:

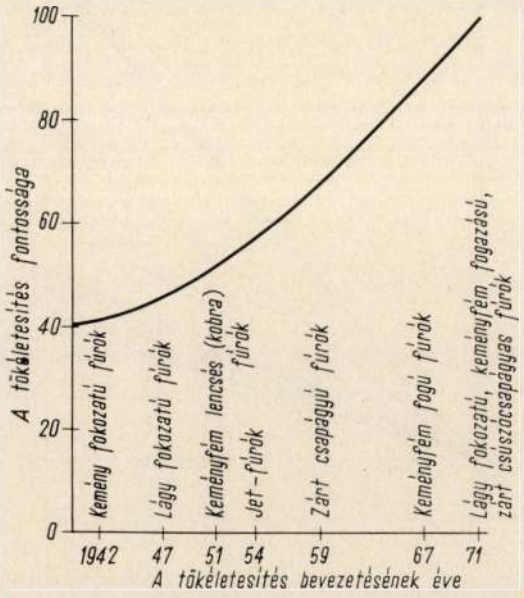
— a fúrási telep előkészítése, felvonulás, fel- és leszerelés	6%
— fúrási szerszámok	9%
— formációvizsgálat	5%
— öblítés	6%
— béléscsövezés és cementezés	21%
— fúróberendezés- és üzemköltség	53%.

Az előbbiek szerint az összköltségeknek több mint a felét a fúróberendezés- és üzemköltség teszi ki, ezek tehát tisztán időtől függő költségek. Feltűnően alacsony a 9% fúrószerszámköltség. A megvizsgált szupermélységű fúrásoknál a fúróberendezés összidejéből 63% esett a fúrási folyamatra; ez pedig a következőkre oszlott:

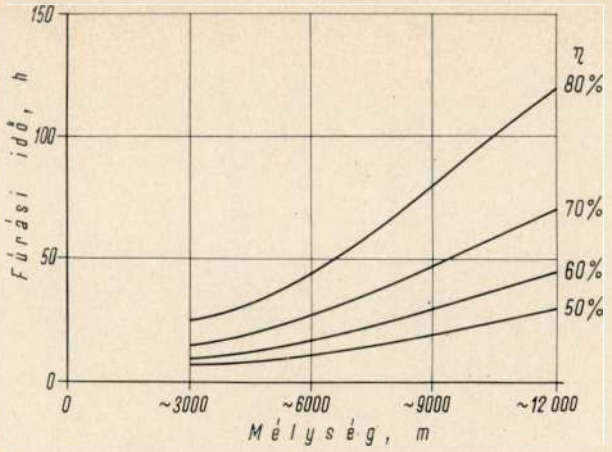
— tiszta fúrási idő a talpig	50,2%
— toldás	14,8%
— be- és kiépítés	35,0%.

Ez azt jelenti: ha fúrásonként a fúróberendezésre eső átlagos idő kb. 9000 óra, akkor ebből kb. 20%-ot fúrószerszám be- és kiépítésére kell fordítani. Tehát minden fúrás összköltségének több mint 10%-a a kopott fúrók kicseréléséből keletkezett.

A fúrószár ki- és beépítése meggyorsításának lehetőségéről már sokat vitatkoztak, azonban úgy látszik, hogy csak a jelenlegi technika alapvető megváltozása hozhat e téren lényeges javulást. Az erre vonatkozó kezdeményezések már mutatkoznak; azonban a másik út is — vagyis a fúró élettartamának megnövelése — a gyártó ipar erőfeszítéseinek az állandó tárgya *(14., 15. ábra)*. A 3000 m-es fúrások mélyítésének



14. ábra
A görgős fúrók tökéletesítésének állomásai a tökéletesítés fontosságának értékelésével (önkényes mértékkel mérve)



15. ábra

A fúrás hatékonysága $\left(\eta = \frac{\text{tiszta fúrási idő}}{\text{tiszta fúrási idő} + \text{be- és kiépítési idő}}\right)$

mai módjából kiindulva és elfogadva azt, hogy ez a szupermélységű kutatófúrások szempontjából is kielégítő, azt jelenti: szükség van a fúrók élettartamának jelentős megjavítására, továbbá arra, hogy az ilyen fúrók gyorsan rendelkezésre álljanak.

A görgős fúrók teljesítőképességének növekedése élesen kitűnik az első 9000 m-es mélységű fúrás, a *Baden-1.* fúrólyuk közzétett adataiból *(1. táblázat)*. A 6000 m-nél mélyebb USA-fúrások átlagos fúrófelhasználásáról szóló adatok *(16. ábra)*, európai szemmel mindenesetre kitűnőek.

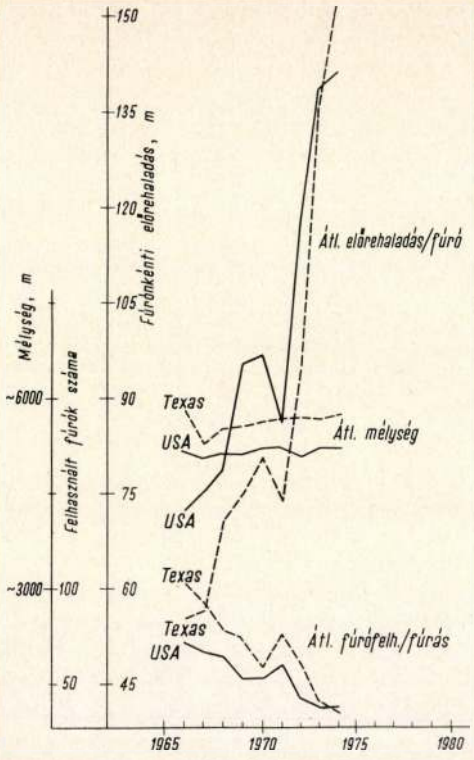
1. táblázat

A fúró típusa	A kiépítés mélysége m	Fúróelőrehaladás m	Fúróélettartam h	Fúróterhelés Mp	Fúrófordulatszám min^{-1}	A kopás foka	
						fogazás	csapágy
J 44	7262	130	92	15,75	35	4	8
J 55R	7411	149	92	15,75	35	4	8
J 55	7695	64	85	18,0	42	1	4
J 55	8038	136	103	15,75	42	5	5
J 55	8148	111	91	15,75	42	5	5
J 55	9031	122	90	11,25	42	7	7

Öblítőfolyadék: sós víz. — Fúró: $7^7/_8$" keményfém fogazású zárt siklócsapágyas görgős fúró

Rá kell mutatni továbbá egy mindinkább előtérbe lépő problémára, mégpedig a fúrólyukferdeség ellenőrzésére. Közismert, hogy a kellemetlen meglepetések elkerülése végett a gyémántfúró hosszú fúrómeneteinél időközben dőlésméréseket célszerű elvégezni. Jóllehet ezek a műveletek a fúrás hatásfokát negatív értelemben befolyásolják, mégis inkább ezt a megoldást kell választani annak érdekében, hogy ezzel a még ennél is sokkal súlyosabb következmények elkerülhetők legyenek. Kritikus fúrási területeken ez az óvatosság oda vezethet, hogy kisebb fúróterheléssel fúrnak, ami ugyancsak nem szolgálja az optimális fúrási művelet megvalósulását.

Már 15 évvel ezelőtt az egyik cég egy dőlésmérő műszert szerkesztett, amelyet a fúró fölé építenek be. Az öblítés körfolyamatának minden megindításakor a műszer nyomásimpulzusokkal jelzi a fúrólyuk dőlését a felszínre. A műszernek azonban nagy hátránya az, hogy rendkívül drága. Ezért meg kell győzni a gyártó



16. ábra
Az USA 4500 m-nél mélyebb fúrásainak átlagos mélysége, fúrónkénti előhaladása és fúrásonkénti átlagos fúrófelhasználása az 1966—1974. években

ipart annak szükségességéről: ajánljanak olyan rendszert, amely lehetővé teszi az optimális fúróterhelések alkalmazását. Ez ma a szupermélységű fúrások legakutabb problémája.

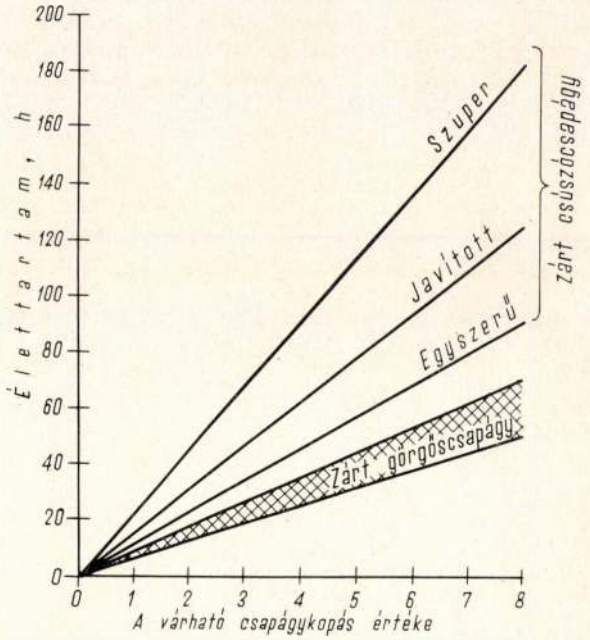
A fúrószerszámokat gyártó cégek szünet nélkül azon fáradoznak, hogy a gyártmányaikat tökéletesítsék. Ez nemcsak a gyémántfúrókra vonatkozik, amelyeknél ez könnyebben megvalósítható, hanem a görgős fúrókra is; ezeken az utóbbi években a tökéletesítések egész sorát sikerült végrehajtani: vágóelemeik élettartamát keményfém betétek elhelyezésével az eddiginek sokszorosára növelték. Amikor pedig a gördülőcsapágyak kritikus tényezővé váltak, azokat csúszócsapágyakkal helyettesítették, sőt az utóbbiakat még ezüstfelülettel is szállítják, hogy kenőfilm hatásával csökkentse a súrlódást. A *17. ábra* a görgős fúrók teljesítőképességét az alkalmazott csapágyazás függvényében mutatja be. Ezzel is magyarázható a fúrási hatásfok rendkívüli fokozása az USA szupermélységű fúrásainál.

A fúrási költségek jelentős csökkentését csak akkor remélhetjük, ha az előbb felsorolt három kritériumot Európában is sikerül pozitív értelemben megoldani; meg kell azonban még jegyezni, hogy a fúró fölött beépített dőlésmérő műszert ez idő szerint még az USA szárazföldi fúrásaihoz is alig alkalmazzák.

Egy további probléma, amely a fúrástechnika terén nem tartozik a legkellemesebbek közé: a fúrási üzemzavar. Ezek közül a legsúlyosabb a fúrószerszám megszorulása. Már a sekély- és közepes mélységű fúrásoknál is időt rabló és költségigényes művelet a fúrószerszám szakaszonkénti felszabadítása. Szupermélységű fúrólyukban azonban a fúrószerszám megszorulása olyan problematikus üzemzavar, amely eldönti a fúrás további sorsát. Két esetben, amikor a fúrószár a kiépítéskor kb. 6000 m mélységben megszorult, Ausztriában sikerült a fúrószár szabad szakaszának lecsavarása után a lentmaradt részt egy teszterrel felszabadítani. E művelet mind a két esetben eredményes volt, és megmentette a fúrást. Ezért kívánatos lenne, ha a fúrószerszám-megszorulás felszámolásának e módjára szélsőséges esetekben másutt is több figyelmet fordítanának.

A nagymélységű és szupermélységű fúrások távlati kilátásainak összefoglalásaként — figyelembe véve a világon elért ez irányú fejlődést és a gyűjtött tapasztalatokat — legalább a közép-európai térségre vonatkozóan leszögezhető, hogy a 6000 m-nél nagyobb mélységre irányuló fúrási tevékenység mind geológiai, mind kémiai és fizikai szempontból egyaránt indokolt. Azonban ennek technikai vonalán a fúrás hatékonyságának növelése érdekében mindent el kell követni az ilyen fúrások időráfordításának jelentős csökkentésére. Az a jelszó, hogy „20 000 láb 100 nap alatt" [14] ne csak az USA-ban legyen érvényes.

E helyről is felszólítom a fúrástechnikai gyártó ipart, hogy kielégítő mennyiségben lásson el bennünket a feladataink elvégzéséhez szükséges nagy teljesítményű fúrási eszközökkel és felszerelésekkel. Ezenfelül — ahogyan már sok hasonló alkalommal tettem — felkérem a jelenlevő szaktársakat egy átfogó nemzetközi nyílt tapasztalatcserére, mert csak ily módon teljesíthetjük a haladó technika egyik alaptételét, ami úgy szól „egyszer már elkövetett hibát másodszor ne kövessünk el".



17. ábra
A görgős fúrók csapágy-élettartammal meghatározott élettartama, ill. kopási mértéke a zárt (kenőberendezéssel ellátott) csapágyak tökéletesedésének mértékében (7 7/8—8 3/4" keményfém fogazású görgős fúrók, n=40—50 min⁻¹, P=18—22,5 kN, vagyis 1,8—2,25 Mp átm. hüvelykenként)

IRODALOM

[1] *Scott, J.:* Deep well report. — Petroleum Engineer (1964—1974 March számok).
[2] *Kincheloe, R. L.:* What Lone Star found at 31 441 ft. Petroleum Engineer *4* (1974).
[3] *O'Brien, T. B.:* What it takes to drill ultra deep wells successfully. World Oil Aug. 1. (1973).
[4] *Laplante, R. E.:* Hydrocarbon generation in Gulf Coast Tertiary sediments. Bul. AAPG *4* (1974).
[5] *Nichols, E. A.:* Geothermal gradients in Midcontinent and Gulf Coast fields. AIME Transactions, **170**.
[6] *Welte, D. H.:* Über die Beziehungen zwischen Erdölen und Erdölmuttergesteinen. Erdöl u. Kohle 417—20 (1964).
[7] *McIver, R. D.:* Composition of kerogen-clue to its role in the origin of petroleum. 7th World Pet. Cong. Mexico, 1967.
[8] *Hunt, J. M.:* How deep can we find economic oil and gas accumulations? SPE 5177, 1974.
[9] *Connan, J.:* Time-temperature relation in oil genesis. Bul. AAPG 2516—21 (1974).
[10] *Landes, K. K.:* Geometamorphism can determine oil floor. The Oil a. Gas J. May 2. (1966).
[11] *Holmquest, H. J.:* Deep pays in Delaware and Val Verde Basins. Bul. AAPG 257—79 (1964).
[12] *Wilson, H. H.:* Time of hydrocarbon expulsion. Paradox for geologists and geochemists. Bul. AAPG *1* (1975).
[13] *Dickey, P. A.:* Possible primary migration of oil from source rock in oil phase. Bul. AAPG *2* (1975).
[14] *Dickinson, G.:* Geological aspects of abnormal reservoir pressures in Gulf Coast, Louisiana. Bul. AAPG *2* (1953).
[15] *Maxwell, J. C.:* Influence of depth, temperature, and geologic age on porosity of quartzose sandstone. Bul. AAPG *5* (1964).
[16] *Hedberg, H. D.:* Geologic aspect of origin of petroleum. Bul. AAPG *11* (1964).
[17] *Walker, K. R.:* Discussion of *J. C. Maxwell's* paper. Bul. AAPG 1945—6 (1964).
[18] *Fatt, I.—Davis, D. H.:* Reduction in permeability with overburden pressure. AIME Transactions **195**, Technical Note 147.
[19] *Jameson, Ch. H., Jr.:* Deep drilling and production economics in the Anadarko Basin. SPE 3918, 1972.
[20] *Mahony, B. J.—Barrios, J. R.:* 20 000 feet in 100 days. SPE 5172, 1974.
[21] *Collings, B. J.—Layton, J. A.:* Deep drilling and completion practices Uinta Basin. SPE 5179, 1974.
[22] *Guiraudet, B.:* Deep sour gas drilling and completion in South Aquitaine of France. SPE 5173, 1974.
[23] How Agip drills, completes ultradeep Po Valley wells. Petroleum Engineer April (1975).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A geotermikus energia meddő olajipari fúrásokból történő fokozott hasznosításáért

Napjainkban, amikor az energiahordozók fokozódó felhasználásával azok nehezebb beszerzési lehetőségei párosulnak, minden eddiginél nagyobb gondot kell fordítani a takarékosság mellett a hazai természeti adottságok jobb, teljesebb kihasználására.

Hazánk geotermikus viszonyai közismerten kedvezőek. Az ország területének jelentős részén lehetőség van különböző hőfokú termálvíz feltárására. Ezt a lehetőséget azonban közelítően sem használjuk még ki az adottságoknak megfelelő mértékben. Ennek egyik oka a termálkutak létesítésével kapcsolatos magas költségek.

Az olajipar eddig több ezer kutató- és feltárófúrást mélyített le az ország területén. E fúrások egy része olajipari szempontból meddő, de azon túlmenően, hogy hasznos információkat nyújtottak, gyakorlatilag is hasznosíthatók, ugyanis közvetlenül kiképezhetők termálvízkúttá. Hasonlóan vonatkozik ez a produktív fúrásokra is, miután teljesítették szénhidrogén-bányászati feladatukat.

A szénhidrogén-kutató és -feltáró fúrások az eltérő fúrási, csövezési, cementezési, rétegmegnyitási technológia miatt általában nem egyenértékűek a kifejezetten vízkútként mélyített fúrásokkal. Számos példa igazolja viszont azt, hogy egyes esetekben feltétlenül érdemes foglalkozni a meddő mélyfúrások termálkúttá való kiképzésével. Az Alföldön főleg a felsőpannóniai rétegsor nagy porozitású és permeabilitású homokkövei kínálnak kedvező víznyerési lehetőséget. Az olajipari gyakorlatban a viszonylag kevés számú vízkútkiképzés alkalmával is előfordult már az 1000—1500 m^3/nap hozamot és esetenként a 90 C° fölötti hőmérsékletű vizet termelő kút. (Egyetlen ilyen kút napi kb. 100 millió kcal hőenergia felszínre hozatalát biztosítja!) Az e kutakból nyert termálvíz — esetenként mint gyógyvíz — híre túlnőtt már az ország határain is.

A szénhidrogén-termelés szempontjából meddő, a kőolajiparban föl nem használt mélyfúrások vízkútként való hasznosítására hosszú ideje szabályozott lehetőség van. Legutóbb a 8/1971. (NIM É. 20.) NIM—KFH sz. együttes utasítás érintette ezt a kérdést. Az illetékes vízügyi szervek évente tájékoztatást adnak a hasznosítás szempontjából érdekelt minisztériumok, felügyeleti szervek, megyei tanácsok részére a meddő, de víznyerésre hasznosítható fúrásokról. Ennek ellenére feltételezhető, hogy a lehetőségek ismerete, a fúrások hasznosíthatóságára vonatkozó információk nem jutnak el azon területileg közvetlenül illetékes szervekhez, vezetőkhöz, akik a legilletékesebbek és legtöbbet tudnák megtenni a fúrások termálkútként való hasznosítása érdekében.

Amellett, hogy a meddő fúrások vízkútként való hasznosításával a hazai természeti adottságok jobb kihasználása megvalósul, nem elhanyagolható szempont az sem, hogy ezen — esetenként sok millió Ft-os értéket képviselő — fúrások gazdaságilag is csak így aktivizálódhatnak, miután egyéb célra azokat felhasználni nem lehet.

Az előző gondolatoktól vezérelve 1975 elején a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat földtani főosztályvezetője javaslatot tett társadalmi munka szervezésére a geotermikus energia fokozott hasznosítása érdekében az MSZMP Alföldi Olajipari Bizottságának. A javaslat kedvező visszhangra talált mind a szolnoki olajipari és vízügyi, mind pedig a megyei párt- és tanácsi szervek részéről.

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat és a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem földtani szervezeteinek egy-egy szocialista brigádja, szakemberei, a Közép-tiszavidéki Vízügyi Igazgatóság és a Kelet-magyarországi Vízügyi Tervező Vállalat szakemberei közreműködésével 1975. szeptember hó végéig elvégezték a Szolnok megyei meddő fúrások feldolgozását. A megye általános hidrogeológiai áttekintésén túl meghatározták, hogy hol és hány meddő fúrás van, milyen a fúrások műszaki kiképzése, a harántolt rétegek felépítése, milyen mennyiségű és hőfokú vízre lehet azokból számítani, milyen a kútkiképzés lehetősége stb. Az anyagot térkép és — fúrásonként — informatív képet nyújtó geofizikai szelvény egészíti ki.

Az elkészített munka csupán tájékoztatást kíván adni egy-egy fúrásról, annak környezetében — főleg a felsőpannon homokkövekben — levő vízföldtani helyzetről, víznyerési lehetőségekről, de semmiképpen sem helyettesítheti konkrét esetben az illetékes vízügyi szervek szakértőinek véleményezését. Az anyag a benne szereplő fúrások környezetében létesítendő termálkutak tervezéséhez is felhasználható kisegítő információként.

A megyék közül eddig is Szolnok megyében volt legmagasabb a vízkútként hasznosított meddő olajipari fúrások száma annak ellenére, hogy egyes megyékben lényegesen több meddő fúrás található. A „komplex brigád" által összeállított anyagot átadják a megyei párt- és tanácsi vezetésnek, hogy a lehetséges és szükséges lépéseket az illetékesek megtehessék a geotermikus energia — meddő olajipari fúrások felhasználásán keresztül is megvalósuló — fokozott hasznosítása érdekében.

Szalóki István
okl. geológusmérnök
(NKFV, Szolnok)

A fúrási üzemek rétegvizsgálati tevékenységének problémái

HOZNEK ISTVÁN

A hazai szénhidrogén-kutatás történetének kezdetétől évről évre előfordult hogy fúróberendezéseink nemcsak lyukmélyítést, hanem szükség esetén rövidebb lefolyású rétegvizsgálatokat is végeztek. Ugyanúgy lyukbefejező berendezéseink a rétegvizsgálatok mellett elvétve fúrási munkát, újabban pedig egyre több olyan kútjavítási munkát is végeztek, amely nem kimondottan rétegvizsgálati tevékenység.

Ez a körülmény minden vonatkozásban zavarta az áttekinthetőséget, s nehezítette a tevékenység értékelését. Az eddigiek során ezért külön figyelembe kellett venni azokat a körülményeket, melyek a szokványos kútvizsgálati tevékenységet hátráltatták.

A földtaniinformáció-igény állandó növekedése és a berendezéspark több irányú lekötöttsége olyan intézkedéseket kíván, melyekkel üzemeink kútmunkálatait eredményesebbé tehetjük. A szerző cikkében foglalkozik a tevékenységet befolyásoló lehetőségekkel és a termelési igények teljesítése érdekében foganatosított intézkedésekkel.

Bevezetés

A lyukbefejező berendezések kútmunkálata során az 1974-ben folytatott sokrétű tevékenységből fakadó problémák eredete olyan kérdés, mely a korábbi évekre nyúlik vissza.

Fúrási üzemeink berendezésparkja alapvetően kétfajta tevékenységet: kutak mélyítését és vizsgálatát végzi. A tevékenység jellege alapján kialakult két kategóriatípus szerint, önkényes besorolás folytán meghonosodott nálunk a fúróberendezés és a lyukbefejező berendezés fogalma, jóllehet bármelyik berendezéstípus mindkét tevékenységet elláthatja, a számára meghatározott terhelési és mélységhatárokon belül. Lyukbefejezőink pl. a horogterhelés függvényében akár egy sekélyfúrás teljes lemélyítését is elvégezhetik megfelelő fúrómérettel, a béléscsövezéssel bezárólag. Ugyanígy fúróberendezéseink is bármilyen kútvizsgálati tevékenység folytatására alkalmasak.

1. Üzemeink kútvizsgálati tevékenysége

a) Általános ismertetés. Egyrészt gazdasági, másrészt műszaki okokból fúró- és lyukbefejező berendezésparkunk számára nincs tiszta profilú tevékenység.

Fajlagos mutatóinkat ennek ellenére ez ideig a tiszta profilú tevékenységnek megfelelően számítottuk, mivel az ilyen átfedési munkák aránya egy ideig nem volt számottevő (tized százalék). Az utóbbi években azonban egyre nagyobb arányt képviselt az olyan utólagos kútmunka, amelynek időszükségletét — lyukbefejező berendezéseink tevékenységén belül — a kútvizsgálati munkaidő rovatában tartottuk nyilván, tekintet nélkül arra, hogy a ráfordított munkaidőt ténylegesen rétegvizsgálatra vagy más jellegű tevékenységre (pl. mentésre, kútátképzésre stb.) fordították. Ennek megfelelően a kútvizsgálati tevékenységre jellemző mutató — az átlagos rétegvizsgálati idő — növekedését figyelhetjük meg.

Év		1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Üzem	NKFÜ	5,9	7,0	4,9	5,2	5,8	5,6	8,8	8,5	10,2	10,1
	DKFÜ	7,5	7,7	7,6	7,0	9,4	8,0	9,9	8,7	9,0	10,4

E kis táblázatban az egy rétegvizsgálatra számított napok számát tüntettük fel, beleértve minden kút, munkálati tevékenységet (pl. mentést, kútátképzést-hozamvizsgálatot stb.).

A tíz évre visszamenő áttekintésből kitűnik, hogy az átlagos rétegvizsgálati idő számítására eddig követett eljárás az üzemi tevékenység jellegéről torz képet mutat.

A lyukbefejezők kútmunkálatának heterogén összetételére való tekintettel, a reális értékelés céljából a kimondottan rétegvizsgálati tevékenységet ezért külön kell választanunk az egyéb kútmunkálatoktól. Ilyen szempontból sorrendben először az Alföld területén működő fúrási üzem kútvizsgálati tevékenységét vizsgáljuk.

b) Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem (NKFÜ). A fentiek szellemében az 1974. évi értékelés során nem tekinthetjük tipikusan rétegvizsgálati tevékenységnek a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat megrendelésére az *Algyő-31., 56., 156., 183., 214., 249., 301., 316., 360., 378., 380., 474.* sz. kutakban végzett termelőcsőcseréket és kettős kúttá való átképzési műveleteket, jóllehet e kutakban folytatott munka során 23 rétegvizsgálatot is befejeztek. A tizenkét algyői kúton végzett teljes munkaidő alapján az átlagidő 21 napnak adódik.

Ha a rétegvizsgálati átlagidőt a fúró- és lyukbefejező berendezések kútvizsgálati tevékenysége idejének és a lyukbefejezők egyéb kútmunkálati idejének összesítése nyomán (beleértve az előbb említett 12 algyői kút munkáját is) számoljuk, egy rétegvizsgálatra 10,1 nap időt kapnánk. Az üzemi tevékenység egészéről ez a számadat sem nyújt reális képet. A fentiekben kiemelt algyői kutakkal kapcsolatban említett 23 rétegvizsgálatra — amelyek az összes, 498 befejezett rétegvizsgálaton belül számarányban csak 4,6%-ot képviselnek — a teljes rétegvizsgálati idő 9,5%-át kellett fordítani. Hasonló jellegű tevékenység volt a *Szeged-3.* jelű kútban végzett hosszadalmas méréssorozat, amely 81 napot vett igénybe, és itt csupán három rétegvizsgálatot fejeztek be.

Ha a tevékenységet reálisan akarjuk értékelni, ezek leszámításával 472 befejezett rétegvizsgálatot s a hozzá tartozó 106 900 óra rétegvizsgálati időt kell alapul vennünk. Így az üzem rétegvizsgálati tevékenységére jellemző számadatot nyerünk: az átlagos rétegvizs-

gálati idő 9,4 nap, amely az üzem részére előírt fajlagos mutatót is kielégíti.

Az elemzés csakis az NKFÜ berendezéseinek munkaidejére s az általuk végzett vizsgálatokra terjedt. A kútjavító szervezet által befejezett 22 rétegvizsgálatot az értékelésbe nem vontuk be, mivel a kútjavító berendezések tevékenységét regisztráló időmérlegnek a fúrási lyukbefejezők dokumentációjával való összehangolása csak 1975 januárjától került sorra.

Az a körülmény, hogy a befejezett rétegvizsgálatoknak az 1973. évihez viszonyított növekedése ellenére is kevesebb kút kivizsgálását sikerült befejezni, világosan utal arra, hogy a bázisidőszakhoz képest 1974-ben jelentősen megnövekedett a földtaniinformáció-igény. Egyszerű osztással kimutathatjuk, hogy az egy kútra számított átlagos rétegvizsgálati szám 6,1-ről 7,1-re, vagyis egy vizsgálattal növekedett.

c) Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem (DKFÜ). A dunántúli területen működő üzem lyukbefejezőinek 1974. évi munkája is hasonló nehézségekkel terhelt. Az üzem rétegvizsgálati tevékenysége során összesen 51 kúton fejezett be kútmunkát. Ebből öt kutat az NKFÜ állományából vettek át kivizsgálásra (Algyőn és Kiskundorozsmán), amelynek során hosszadalmas mentési munkával is kellett foglalkozni. Az ezekre a kutakra fordított munkaidő s az ott elvégzett rétegvizsgálatok száma alapján e néhány kútra számított, egy vizsgálatra vonatkoztatott idő 13,6 nap lenne.

A Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat megrendelésére hat kútban végzett az üzem hosszadalmas kútmunkát, amelynek alapján a külön számított, egy rétegvizsgálatra eső idő 17,2 napnak adódik.

Ha mindezek beszámításával a rétegvizsgálati átlagidőt a fúró- és lyukbefejező berendezések rétegvizsgálati tevékenysége idejének és a lyukbefejezők egyéb kútmunkálati idejének összesítése nyomán számolnánk, egy vizsgálatra 10,4 nap átlagértéket nyernénk.

Ha reálisan akarunk értékelni a DKFÜ rétegvizsgálati tevékenységének jellemzésekor, akkor az üzem által mélyített és kivizsgált, saját kútjaiban befejezett 174 rétegvizsgálatból s a hozzá tartozó 37 447 óra időből kell kiindulnunk. Ennek alapján az üzemi átlagos rétegvizsgálati idő 8,97 nap, amely az egy rétegvizsgálatra eső idő előirányzott mutatóját kielégíti.

A befejezett rétegvizsgálatoknak és a kivizsgált kutaknak a száma egyaránt kisebb az 1973. évi adatokhoz képest. Ez utóbbi adatokhoz mint bázishoz viszonyítva a kivizsgált kutak számának csökkenési aránya (24,5%) jóval nagyobb, mint a befejezett rétegvizsgálatok számának a csökkenési aránya (12,5%). Ez is utal arra a tényre, amely az információigény növekedésével kapcsolatban a DKFÜ-re is — csakúgy, mint az NKFÜ-re — vonatkozik. Az egy kútra számított átlagos rétegvizsgálati szám 1973-hoz képest itt is egy vizsgálattal (4,5-ről 5,6-ra) növekedett; ugyanakkor a lyukbefejező berendezéspark nagysága 1973-hoz képest nem változott.

2. Utólagos kútmunkálatok — kútjavító szervezet

Fúrási üzemeink lyukbefejezőinek fentiekben tárgyalt tevékenysége elsődlegesen a kutató jellegű fúrások kivizsgálása, másrészt a termelőfúrások kútkiképzése és termelésbe állítása célját szolgálja. Az utóbbi években egyre gyakoribbá váló, különböző másodlagos kútmunkálatokra bejelentett igény a technológia nagyarányú fejlődésére vezethető vissza. A szokványos kútvizsgálati munkán túl egyre több kútátképzésre, szelektív kútkiképzésre van szükség. A másodlagos termelésmód térhódítása megkívánja az ehhez kapcsolódó hosszadalmas műveletekben (hozzáperforálásban, kettős termelőcsőoszlop és pakker beépítésében stb.) fúrási lyukbefejezőink részvételét is. Ez a vegyes profilú tevékenység ugyanúgy a termelővállalatoktól átvett kútjavító szervezetre is fennáll. A karbantartási és főjavítási jellegű kútmunkákon kívül egyes kútjavító berendezések — amelyek a fúrási lyukbefejezőkkel egyenrangú, hasonló egységek — rétegvizsgálatokat is végeztek.

A jövőben is számolnunk kell azzal, hogy berendezéseinknek — legyen az kútjavító, fúró- vagy lyukbefejező — vegyes profilú tevékenységet kell folytatniuk, ha az éves üzemi feladatok teljesítése érdekében hozott operatív szervezési intézkedések azt megkívánják. Ez viszont magában rejti azt az igényt, hogy a kútjavítóink személyzetének létszámellátottságát — minden berendezésnél — folyamatos, három műszak munkáját biztosító létszámra fejlesszük fel. Ez olyan személyzeti és bérpolitikai kérdés, amellyel szembe kell néznünk, hogy jövőbeli feladatainknak eleget tudjunk tenni.

3. Vizsgálatlan kútállomány — lyukbefejezőpark

Üzemeink berendezésparkjának állománybeli összetétele és a vizsgálatlan kútállomány alakulása egymással törvényszerű kölcsönhatásban van. A lyukbefejező és fúróberendezések számának osztása által nyert viszonyszám a hatvanas évek elején mindössze 0,5 körül volt. Ennek az lett a következménye, hogy a fúrási technológia fejlődésével megnövekvő fúrási teljesítmény, valamint a megnövekedett földtani információs igény miatt a vizsgálatlan kútállomány évről évre növekedett.

A vizsgálatlan kútállomány a hatvanas évek végéig oly mértékben növekedett, hogy intézkednünk kellett lyukbefejező állományunk korszerűsítése és megerősítése érdekében. Ennek hatására 1972-ben végre elértük, hogy a lyukbefejező/fúróberendezés viszonyszám az általunk javasolt és régóta sürgetett 1,0 értéket elérje. Így a vizsgálatra váró, holt beruházást képviselő kutak száma az engedélyezett normán belüli számra csökkent ugyan, de a másodlagos termelésmódok előkészítéséhez szükséges kútmunkálatok belépése további intézkedéseket kívánt.

Ezért volt szükség arra, hogy lyukbefejezőink a kútátképzéssel járó, munkaigényesebb tevékenységben is részt vegyenek, részben azért is, hogy adott esetben valamelyik rétegvizsgálatot folytató kútjavító berendezést a kútvizsgálati munka mielőbbi befejezése érdekében tehermentesítsék.

4. Technológiai eszközök

A kútmunkálatok sokféleségére és a megnövekedett földtaniinformáció-igényre való tekintettel hathatós technológiai eszközökhöz kell folyamodnunk.

a) Fúrószáras és kábeles rétegvizsgálat. Teszteres csoportunk által 1972-vel bezárólag végzett vizsgálatok eredményének a tanulmányozása véglegesen tisztázta az új vizsgálati mód használhatóságát. Az eljárás továbbfejlesztésével elértük azt, hogy az új vizsgálati mód a hagyományossal teljesen egyenértékű — sőt bizonyos tekintetben több — információs anyagot képes szolgáltatni.

Így megvan a reális alapja annak, hogy hagyományos módszerrel végzett, megismételt rétegvizsgálatokra a továbbiakban ne legyen szükség. Ezáltal lyukbefejezőinknek a lekötöttségét mérsékelhetjük, s több idő marad a vizsgálatlan kutak számának a csökkentésére.

b) Kompresszoros és hableürítéses vizsgálat. A termelésbe állítható kutak számának növelését, ill. a vizsgálatlan kútállomány csökkentését a rétegvizsgálati idő lerövidítésével is elérhetjük. Erre a célra különböző technológiai eszközök állnak rendelkezésünkre. Egyik leghatásosabb módszer a kompresszorral vagy habbal történő kútleürítés. 1974-ben a két fúrási üzem rétegvizsgálatai során összesen 164 esetben alkalmazta az új eljárást, amely által jelentős időmegtakarítást tudtak elérni.

5. Következtetések

A kútvizsgálati tevékenység hatékonyabbá tétele rendkívül sokrétű intézkedést kíván. A berendezéspark lekötöttsége és a rétegvizsgálatok meggyorsítása sok tényezőtől függ.

A tevékenységet befolyásoló feltételek egy része kezünkben van, de a termelési szempontból támasztott követelmények közt olyan igények is vannak, amelyek egy része jelentős hazai vagy importberuházást igényel. Itt elég, ha csak a termelő- és visszasajtoló kutakban szükséges mélybeli szerelvényekre vagy a kútátképzések során szükséges termelőcsőcserékre gondolunk.

Ettől eltekintve azonban van lehetőségünk néhány olyan intézkedésre, amelyekkel üzemeink rétegvizsgálati tevékenységét a jövőben az eddiginél eredményesebbé tehetjük.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Előadóülés az algyői mező felfedezésének 10 éves jubileuma alkalmával

Szeged, 1975. október 15.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának szegedi üzemegységei a Vízfúrási Szakcsoporttal karöltve az algyői mező felfedezésének 10 éves jubileuma alkalmával 1975. október 10-én előadóülést tartottak az algyői gázüzem irodájában. Az előadáson mintegy 70 fő vett részt.

Az előadóülést *Juratovics Aladár*, a szegedi üzem vezetője nyitotta meg; számadatokkal illusztrálta a szegedi üzem különböző termékeinek termelési mennyiségét és nagy vonalakban beszámolt a mező beruházási, fejlesztési és kivitelezési munkáiról.

Ezt követően *Csath Béla*, a Vízfúrási Szakcsoport titkára ismertette a lapunk 1975. évi 7. számában **10 éve tört fel az olaj a tápéi termálvízfúrásból** címmel megjelent visszaemlékezésének adatait, melyek szerint a geotermikus energia felhasználására és hasznosítására irányuló *Tápé-1.* jelű termálvízfúrásból Tápén a várt meleg víz helyett 1965. július 7-én 6 óra 55 perckor olajkitörést kaptak, amelyet a Nagyalföldi Kőolajfúrási Üzem szakemberei fojtottak el. (Ekkor az *Algyő-1.* jelű fúrás mélysége már 1517 m volt.) A termelő állapotba való hozatal után a kutat az OKGT vette át termeltetésre.

A beszámolóhoz több kérdést tettek fel, s a válaszok után *Tornyi Lajos* **A fúrási költségek alakulása a Dél-Alföldön** címmel a dél-alföldi mélyfúrások költségeit vizsgálta. A bekerülési költségek előrejelzésére felállított egyenletekből nyert eredményeket összehasonlította a hazai tapasztalatokkal és a külföldi irodalmi adatokkal. Előrelátó következtetéseket vont le a jövőbeli mélyfúrások várható költségeiről.

A harmadik előadást *Elő Vendel* tartotta **Szeged városa alatti olajtermelés néhány problémájáról** címmel, elsősorban a hazánkban újszerű, a lakott területek alóli kőolajtermelés tervezési és kivitelezési nehézségeit ismertetve. Részletesen foglalkozott a termelőkutakkal és a megépítendő létesítményekkel szemben támasztott biztonságtechnikai követelményekkel.

Az előadóülés *Juratovics Aladár* értékelésével és zárszavával ért véget.

Délután *Pozsgai Jánosnak*, a szegedi üzemegység titkárának vezetésével üzemlátogatásra került sor: az SZT—5. tankállomást, majd a főgyűjtő diszpécsertermét tekintettük meg, valamint a vízvisszanyomó gépház és a réteg-előkészítési létesítmény feladatáról kaptunk tájékoztatást.

Ezután *Szalai József* üzemvezető-helyettes az új gázfeldolgozó üzem irányító központjának működését ismertette.

Este a Halászcsárdában bányászhagyományainkhoz méltó, jól sikerült kedélyes szakestélyen találkoztak az előadóülés hallgatói és a meghívottak.

Csath Béla
a Vízfúrási Szakcsoport titkára

PÁLYÁZATI EREDMÉNYEK

A „Kiváló Ifjú Mérnök" és „Kiváló Ifjú Közgazdász" pályázat eredményei

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt központjának KISZ-szervezete a meghirdetett pályázatra beérkezett pályamunkákat felülvizsgálta és az alábbi eredményeket hirdette ki:

A „Kiváló Ifjú Mérnök" kategóriában

I. díjat nem adtak ki;

II. díjat két pályamunkának ítéltek oda:
Réthelyi Jenő (OKGT, Beruházási Főosztály): **A hálótervezésen alapuló beruházás szervezés megvalósításának feltételei, lehetőségei és módszerei,** valamint
Lányi Béla (Biztonságtechnikai Főosztály) **Nyomástartó berendezések egyes biztonsági szerelvényeivel szemben támasztott követelmények átértékelése a fokozódó munkavédelmi és biztonságtechnikai célkitűzések figyelembevételével az OKGT területén** c. dolgozatáért.

A „Kiváló Ifjú Közgazdász" kategóriában

I. díjat *Szentgyörgyi Veronika* (Ipargazdasági Főosztály) **Az OKGT tervezési tevékenységének, információs rendszerének korszerűsítése és újjászervezése,** míg

II. díjat dr. *Gálik Mihály* (Gazdasági Titkárság) kapott **A hatékony kutatási-fejlesztési tevékenység néhány szervezeti és érdekeltségi előfeltétele különös tekintettel az OKGT-re** c. dolgozatáért.

Bándi József

Stabilizálási eljárások vízmentesítő akna fúrásához*

ROSTA FERENC

A Nyirád környéki mélyműveléses bauxitbányászat életbe vágó problémáját, a vízmentesítést fúrt aknákban végzett aktív vízvédelem oldotta meg. Az aknákat fordított öblítési rendszerű rotari eljárással mélyítették változatos rétegsoron át a vízvezető rétegbe, a szeszélyes kifejlődésű dolomitba. A szélsőséges geológiai viszonyok lyuktengely-elferdülést, „dog-leg"-ek keletkezését idézik elő. Mivel a ferdülés veszélyezteti a fúrás folytatását, az akna kiképzését és a vízmentesítés üzemét, megszüntetésére, ill. korlátozására kell törekedni, s ehhez két eljárást alkalmaztak: az ingahatás kihasználását elsősorban a dolomit fölötti rétegekben és szabályozásokhoz, majd a súlyosbítórakat túlstabilizálását három központosítóval a dolomit fúrásakor. Ez utóbbi eljárás mutatkozott eredményesebbnek. A lyuktengely-egyenesítési kísérletek hatását két fúrás, az Iza II/14., valamint az Iza II/15. ferdeségmérései mutatják.

A triász dolomit horpadásaiba települt bauxit mélyművelése során komoly nehézségek forrását, nemegyszer a megszokott bányabeli vízemelési eljárással le nem küzdhető akadályát jelentette a bauxitlencsék feszített karsztvízszint alatti fekvése. Az ásványkincs jelentős része a hagyományos bányászati, aknamélyítési módszerek alkalmazása esetén hozzáférhetetlennek látszott a nagymértékű vízbeáramlás, sőt emberéletet, berendezést veszélyeztető vízbetörések miatt. Így a délnyugat-magyarországi bauxit-előfordulás jelentős hányadának a szakirodalomban bőven ismertetett geológiai és hidrológiai körülményei olyan vízmentesítési eljárást kívántak, amellyel a karsztvizet vagy annak igen nagy részét el lehet távolítani a művelés alatt álló vagy a közeljövőben művelés alá kerülő terület környezetéből. Ezen eljárás az aktív vízvédelem, amelyet szintén leírt a szakirodalom. E helyütt ezért csak lényegéről történik említés. Fúrt lyukakba, a Nyirád környéki bauxitbányák esetében fúrt *aknákba*, azaz *nagy átmérővel fúrt lyukakba* a karsztvíz nyugalmi szintje alá épített búvárszivattyúkkal oly mértékű vízszintcsökkentést lehet előidézni, amely a művelt, ill. művelendő lencséket a mélység irányában is hozzáférhetővé teszi. A fúrt aknák, helyesebben fúrással készített vízmentesítő aknák telepítésének egyik lényeges szempontja az, hogy azokat hidrogeológiai megfontolások alapján olyan helyen kell mélyíteni, ahol a víztároló rétegnek, a dolomitnak jellege vízvezetésre kedvező, tehát bőségesen vízadó. Ehhez az szükséges, hogy a kőzetnek kellő porozitása és áteresztőképessége legyen, s víztartó szakaszai nagy távolságban is összefüggjenek.

Noha a Nyirád környéki bauxit-előfordulás rétegsora kutatófúrások, aknamélyítési adatok közlése folytán ismert lehet, rövid áttekintése, aknafúrási tapasztalatokból kialakult átlagos rétegsorának vázlatos leírása helyénvalónak látszik.

0—70 m között mészkő, néhol görgetegként, homokkőpadok agyagbeágyazásokkal, agyag, agyagos homok, helyenként 20 m vastagságot is elérő, különböző szemnagyságból felépített, változó kötésű kavicsrétegek, amelyek erősen hajlamosak utánhullásra és így a lyukszakasz kiöblösítésére. Kötésüktől függően állékonyak, hidrosztatikus nyomásváltozásra rendszerint érzékenyek. A mészkő, homokkő repedéseket is tartalmazhat, ezek esetleges nyelőképességükkel a fúrólyukban előidézett folyadékszint-csökkenés következtében a kötetlen rétegek omlását válthatják ki.

A 70—120 m közötti eocén mészkő általában véve kemény, sőt igen kemény, néhol nyitott repedéseket tartalmaz, amelyek nyelők lehetnek. Helyenként igen kemény padokat alkotó, agyagba ágyazott mészkőgörgetegek is előfordulnak. A szakasz alsó része agyagból, agyagpalából, agyagos lignitből, bauxitból, dolomitporból, dolomitlisztből áll. Ez utóbbi beomlásra, üregképzésre hajlamos.

120 m-től a végmélységig (általában 210—220 m-ig) a fúrt lyuk igen változatos jellegű és szerkezetű dolomitban mélyül. A kőzet lehet teljesen üde, szálban álló, repedezett, töredezett, mállott, vízjáratos, kalcitosodott, hajszálrepedésekkel átszőtt, vetőkkel szabdalt, amelyek meredekek (75—80°), üreges, majd lisztszerű. A repedések, járatok lehetnek nyitottak és agyaggal kitöltöttek egyaránt. A dolomit fenti kifejlődése természetszerűleg folyadékveszteséget hoz magával, lévén a karsztvíz nyugalmi szintje mélyen a felszín alatt (kb. 70 m-ben).

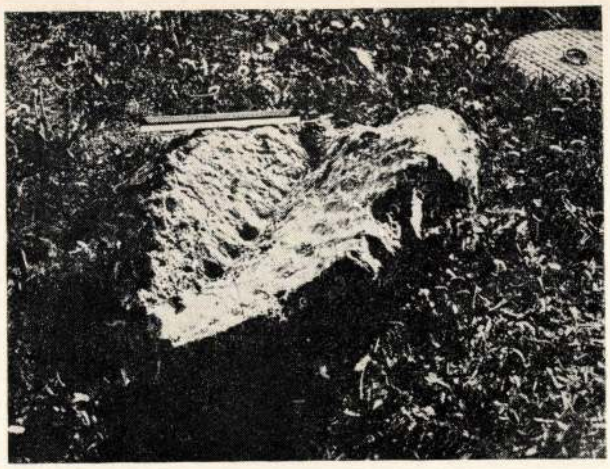
A nagy átmérőjű fúrások területe tehát tulajdonságok, szerkezet, fúrhatóság szempontjából igen nagy változatosságot feltüntető, egyedenként is anizotrop kőzetekből, rétegekből épül fel, amelyek döntően befolyásolják a lyuk tengelyének lefutását. Ez a körülmény indokolja a fúrások harántolta rétegsor viszonylag részletes előrebocsátását.

A mélyfúrás szóhasználatában a „stabilizálás" kifejezés a fúrósnak azt a törekvését jelenti, hogy a fúrólyuk tengelyét a függőlegesben vagy az esetek túlnyomó részében olyan irányban tartsa, amely sem a fúrási munkálatok folytatását és befejezését, sem pedig a későbbiekben a termelési tevékenységet nem befolyásolja hátrányosan.

Noha a fúrólyuktengely függőlegestől eltérő lefutásának okai általában ismeretesek, a stabilizálást elengedhetetlenné tevő tényezők rövid áttekintése mégis hasznos lehet az aknafúrásra kifejtett befolyásuk, s leküzdésükre alkalmazandó eljárás megállapítása céljából.

A lyukferdülés okait talán két csoportra lehetne osztani: geológiai és technológiai eredetű okokra. A két csoport egymástól nem független, alig elválaszthatók,

* Az 1974. május 21—24-én Freibergben (NDK) tartott „Bányász—Kohász Napokon" elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*



1. ábra
A lyukba esett több mázsás, kemény dolomitdarab
(*Mecsnóber M.* felvétele)

legtöbbször összefonódnak. Különösen akkor jutnak a geológiai okok eminens szerephez a lyukelferdülés kialakulásában, amikor a rétegek, az átfúrandó kőzet szélsőséges tulajdonságúak.

A geológiai okok kategóriájába sorolhatók: rétegződés, rétegek gyakori változása, dőlés, tektonikus zavarok, vetők, az átfúrandó rétegek fizikai tulajdonságai, szerkezete, összetétele. Néhány tulajdonság, pl. fúrhatóság, keménység hirtelen változása, különösen, ha ez egy és ugyanazon lyukszelvényben következik be, ami nagy átmérő mellett gyakori, sőt a magyarországi bauxitterületen mélyített aknafúrásoknak szinte jellemzője (dolomitlisztbe ágyazott kemény, szilárd dolomitblokkok, pl. a 22. számú fúrás), hatásos kiváltója a ferdülésnek *(1. ábra)*. Az ábrán a lyukfal görbülete látható. Azon az oldalon, ahol a nagyságot érzékeltető mérce van, fúrógörgő fogainak bemélyedése látható azon a dolomitlisztbe ágyazott s a lyukba behullott kemény kőzetdarabon, amelyet a lyuktalpat kb. 2,5 m-rel feltöltő, oldalból beomlott törmelék tetejéről lehetett markolóval kiemelni. Ez a kemény dolomitdarab könnyen okozhatott volna lyukfeladást eredményező megszorulást. A görgőfogak nyoma azt mutatja, hogy a fúró a kőzetdarabot nem dolgozta fel, hanem melléje, a kisebb ellenállást képviselő dolomitporba csúszott. Jellegzetes példája a kőzettulajdonságok egy és ugyanazon szelvényen belüli extrém változásának s az ebből eredő eltérítési tendenciának.

Amint a fúrások területének rétegsorából látható, a kőzeteknek, elsősorban a víztároló dolomitnak a tulajdonságai, struktúrája tág határok között változnak. Ha a dolomit üde, kemény, úgy irány- és kalibertartó, de ha repedezett, laza stb., úgy a lyukfal már nem állékony, bedőlhet, nagy üregek keletkezhetnek (a *22.* számú fúrásnál egy 2,4 m hosszú markoló fekvő helyzetbe került bele egy kavernába úgy, hogy csatlakozó vége alig ért be a 2 m ∅-vel fúrt szelvénybe), amelyek a ferdülés potenciális forrásai.

A szakirodalom és tapasztalat szerint a lyuktengely elferdülésének fúrástechnikailag előidézett okai lehetnek: a nagy fúróterhelés, a fúróterhelés hirtelen, átmenet nélküli változása, a berendezés nem központos felállítása, igen nagy játék a béléscső és a kisebb átmérőjű fúró között, a fúró forgatása a talpon vagy talpközelben terhelés nélkül, nem tiszta talpon, elégtelen, szakaszos öblítés, minden olyan tevékenység vagy műszaki eredetű körülmény, ami kőzetváll, kőzetpad keletkezéséhez vezet, pl. nagyobb, kemény darabok (vas, szerszám stb.) jelenléte a talpon, amely hirtelen irányeltérést, vállat létesíthet. Rövid lyukszakaszon hirtelen bekövetkezett, térd alakú irányváltozás, az ún. „dog-leg", valamint a „key-seating" veszélyes hatása ismeretes.

Kellő fúrási sebességet csak a kőzetnek megfelelő terhelés alkalmazásával lehet elérni, amelyet általában a súlyosbítók súlyának egy bizonyos (50—60%) hányada képvisel. Ha a fúró terhelése egy kritikus értéket elér, akkor a súlyosbítórakat alsó része kihajlást szenved. Ekkor megváltozik a súlyosbítórakathoz csatlakozó fúró helyzete is, s a lyuk továbbmélyítése az új helyzetű fúróval történik. A kihajlás következtében a meggörbült súlyosbítórakat érinteni fogja a lyuk falát egy vagy — a kihajlás rendjétől függően — több helyen, amelyek közelében megtámasztásra van szükség, ha a kihajlás növekedését el akarjuk kerülni. A szakirodalom ezt a kérdést bőségesen tárgyalja (*Lubinszky, Wood, McDonald,* magyar nyelven *Falk Richárd*).

A fúró haladásának irányát azon súlyosbítószakaszban keletkezett erőrendszernek egyensúlyi helyzete szabja meg, amely a fúrónak és a súlyosbítónak a lyukfallal érintkező pontja között fekszik. Ha ennek a rendszernek van a függőleges felé irányuló komponense, akkor ferdülés nem jön létre, ill. csökken; ha ilyen komponens nincs, illetve az ellenkező irányú, akkor ferdülés keletkezik, ill. az növekedik. Kedvező esetben ezen a módon, tehát az ún. ingahatás segítségével az eltérés a függőlegestől elvileg teljesen kiküszöbölhető. Az inga hossza és az ingasúly növelése erősíti az ingahatást, amely kedvező befolyást csak egy meghatározott terhelési tartományban fejt ki. Ha ennek a tartománynak a határát túllépjük, kihajlás következik be a súlyosbítórakatban, s fellép a ferdülés, ill. a meglevő növekedik, változik. Így a fúróhaladás növelése terhelésnöveléssel ferdülés veszélye nélkül csak az erőrendszernek megfelelően az ingasúly és ingahossz növelése révén, vagy egy más elven, merev, túlméretezett súlyosbítók és központosítók, stabilizátorok alkalmazásával valósítható meg. Ez a tömött lyuk („packed hole"), azaz a lyukat kitöltő fúrószerszám, túlstabilizált súlyosbítórakat alkalmazásának elve.

A ferdülés geológiai eredetű okai (rétegződés, vetők, tektonikai zavarok) a következő módon hatnak: míg a rétegek kb. 40°-nál meredekebben nem dőlnek, a fúró a dőlésre merőlegesen igyekszik haladni; de ha a dőlés 40°-nál meredekebb, úgy a fúró dőlés menti haladásra törekedik. Ezenkívül az irány a csapás síkjában is kitérhet. Ott, hol a rétegződés erős, a dőlés azonban viszonylag kicsi, dugóhúzószerűen lefutó tengelyű lyuk fúrható, amely helyenként összeszűkülhet. Vetődések, töredezett zónák, kiöblösödés, járatok stb. egyaránt eltéríthetik a fúrót, amely mindig a legkisebb ellenállás irányában tér ki. Ismét utalni lehet az ily eltérítés tipikus példájára, dolomitlisztbe ágyazott dolomitblokkokra *(1. ábra)*.

A geológiai viszonyok, petrográfiai tulajdonságok döntően befolyásolják a lyuktengely lefutásának irányát kialakító erők hatását. Ugyanakkor a fúrási tevékenység, a fúrás paraméterei is idéznek elő eltérést, ha alkalmazásuk nem óvatos, s nem simul a helyi

adottságokhoz. A terhelés az erőrendszer legjelentősebb összetevője, ez szabja meg az ingahatás használható tartományának határát.

Nehezen dönthető el, milyen nagyságú ferdülés engedhető még meg, ezért a ferdülés maximumára nincs is szabály, jóllehet az irodalom említést tesz egyes területek bányahatóságának ferdeséget korlátozó rendelkezéséről és különböző fúrási vállalkozók gyakorlatában beváltnak mutatkozott értékekről. Újabban a még megengedett maximális talpi eltérést adják meg, melyen belül a megengedhető dőlés 8—10°-ot is elérhet [1], ha ezen belül nem fordul elő „dog-leg". A 2°/30 m dőlésváltozást a megengedett maximumnak tartják. A ferdülés mértékére vonatkozó fenti megállapítások csak mélyfúrásra vonatkoznak.

A hazai bauxitterületen mélyített vízmentesítő aknák esetében alig lényeges a talpi eltérés, mivel az az egyes aknák csapolási területét nem zavarja meg; az *Iza II/14. fúrás* talpi eltérése legalább 1 m volt, ami a 210 m-es aknamélység mellett alig 20′ átlagos eltérést mutat a függőlegestől.

A fúrt lyuk irányváltozását, a ferdülés nagyságát két feltétel szempontjából kell megítélni. Ezek: a fúrótevékenység lehetőség szerinti minél zavarmentesebb fenntartása, valamint a fúrás céljának, jelen esetben a vízmentesítő aknák feladatának műszaki megvalósítása. Az aknák ne akadályozzák a karsztvíz bőséges beáramlását, tegyék lehetővé a búvárszivattyúknak a tervezett mélységig történő beépítését, a víz kitermelését a felszínig, és ne veszélyeztessék a szivattyúk üzemét.

A ferdeség, ferdülés leküzdésére, valamint elfogadható határok közötti tartására alkalmazott, helyesebben az aknafúrás technológiája, természete szerint módosuló eljárások ismertetése előtt néhány szóval ki kell térni az aknafúrás béléscsövezésére s az aknafúró berendezésre.

Az aknafúrást megelőző kis átmérőjű kutatófúrásból kapott geológiai és hidrológiai adatok alapján kialakul a mélyítendő aknafúrás rendszerint két vagy három béléscsőrakatot magában foglaló szerkezete:

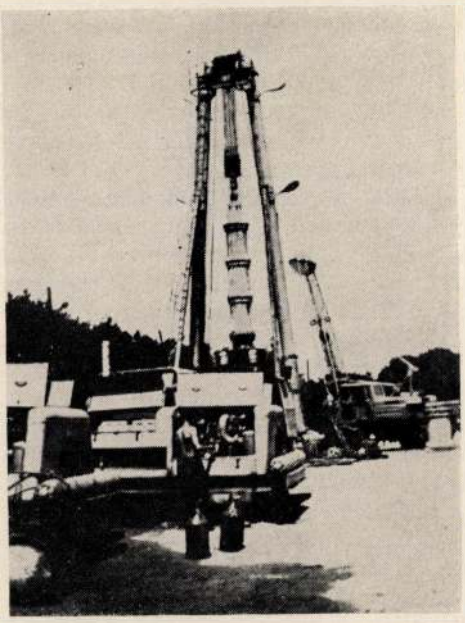
1. 10—30—50 m-ig 2950 mm ∅-jű fúrólyukban a béléscső 2600 mm ∅-jű;
2. 30—50—100—120 m-ig 2500 mm ∅-jű fúrólyukban a béléscső 2100 mm ∅-jű;
3. 100—120—220—250 m-ig 2000 (1800) mm ∅-jű fúrólyukban a béléscső 1400 mm ∅-jű.

A változó mélységhatárokat geológiai és hidrológiai körülmények szabják meg, esetenként ezek okozta nehézségek idézik elő a tervezett lyukszerkezet megállapítását. Két rakat esetén a kezdő ∅ 2500 mm.

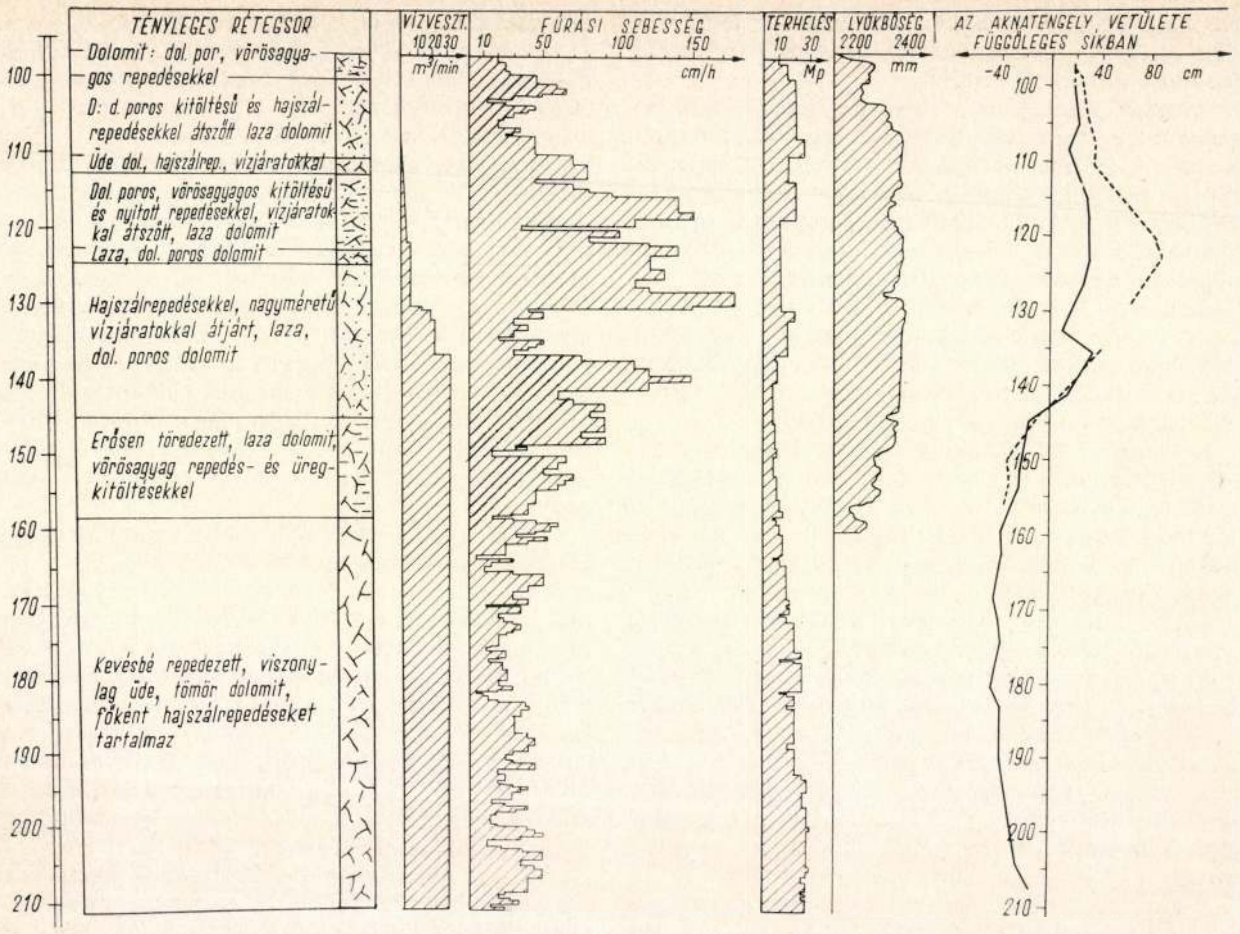
A béléscső 0,5 m-enként 50×32 mm-es U-vassal merevített, 8 mm falvastagságú hegesztett vaslemezcső, ami rendszerint 3 m egyedi hosszakban készül, beépítéskor hegesztéssel kapcsolják rakattá. Az egyes rakatok beakasztva teleszkopikusan csatlakoznak egymáshoz. A cső merev, hajlító igénybevételnek alig tehető ki, ilyen szempontból lényegesen különbözik a mélyfúrás menetes kötésű, hengerelt acélcsövétől. A fúrt lyuk fala és a béléscső közötti gyűrűs tér kicsi, a radiális hézag — a merevítő gyűrűk tekintetbevételével — az 1., 2., 3. sz. lyukszakaszoknál 14,5—15 cm, végül az alsó, legalább 100 m hosszú lyukszakasznál 25 cm. (Az 1800 mm-es lyukátmérőnél 15 cm.)

Az aknákat Wirth gyártmányú, L—10 típusú berendezés fúrta, amelynek teljesitménye elegendő a 324 mm külső ∅-jű fúrócső, a kettős falú, ólomkitöltéses, 800 mm külső ∅-jű, 1,5 m hosszú, darabonként 6,4 t súlyú súlyosbítók, valamint a fent leírt méretű béléscsövek kezeléséhez *(2. ábra)*. A fúrócsövek és súlyosbítók peremes csatlakozásúak, és egyaránt merevek. A fúrócsövek merevségét kismértékben emeli a mammutrendszerrel együtt járó levegővezetés két, a palástón elhelyezett levegőcsöve is. Hangsúlyozni kell, hogy az *aknafúrás azonos méretű fúrócsövet és azonos méretű súlyosbítókat használ minden méretű lyuk fúrásához*, és így a fúrószár mögötti gyűrűs tér mérete *egyedül* a fúrólyuk átmérőjétől függ! Itt az aknafúrás és a mélyfúrás felszerelése közötti lényeges különbséggel találkozunk, ami egyrészt a fúrószár és a béléscső jelentős merevségében, másrészt a lyukátmérőnek a gyűrűs tér méretét egyedül meghatározó szerepében mutatkozik.

A lyukferdülés geológiai okainak hatása az aknafúrásra és a mélyfúrásra jóformán azonosak, bár a nagy szelvény miatt az anizotrópia befolyása az aknafúrásnál jelentősebb. Azonban a ferdülés fúrástechnikai okai eltérően hatnak. A ferdülést leginkább kiváltó technikai ok a mélyfúrásnál a súlyosbítók önsúlyából a fúróra adott terhelés, ami a súlyosbítórakat kihajlását idézi elő. Azonban az aknafúrás viszonylag rövid (2—14 m) súlyosbítóoszlopa, amely 7—8 db peremes kötésű egyedből áll, alig 50 t önsúlyú (központosítók nélkül), kihajlást nem tud okozni. Más technológiai okok hatása az aknafúrásnál ugyanolyan hatást fejt ki, mint a mélyfúrásnál. Mélyfúrásnál lehetséges a lyuk elferdítése, az aknafúrás azonban nagy ferdülést nem visel el, mert sem a fúrószár, sem a béléscső nem hajlékony. Az egész lyukra vonatkozó, még megengedhető eltérést pontosan alig számíthatjuk ki, a fúrósnak megfigyeléseit és tapasztalatait is figyelembe kell vennie. Előfordult, hogy ferdeség- és bőségmérés alapján majdnem valószínűtlennek ítélt béléscsövezés sikerült. A béléscső merevsége ellenére az 1400 mm ∅-jű



2. ábra
Wirth gyártmányú, L—10 típusú aknafúró berendezés. Az árbocon a súlyosbítóoszlop alatt központosító függ. Két rövid s egy hosszú súlyosbító látható a daruskocsi mögött



3. ábra

Az Iza II/15. lyuktengelyének lefutása szabályozás előtt és után; a szabályozás előtti erősen ferdült lefutást a pontozott vonal mutatja

béléscső beépíthető volt a tervezett mélységre a lyuknak jelentős talpi eltérése mellett is, midőn a lyuktengely lefutása viszonylag egyenletes volt.

A „dog-leg"-ek súlyosságát a fúrószár és béléscső merevsége csak emeli, ezek megnehezítik az asztal forgatását, a fúrószár felhúzását, mivel annak elemei a „kutyaláb"-ban szorulnak stb. 20—30 cm/3 m ferdeség nehézségeket hoz magával. 40 cm/1,5 m hosszon [2] — a *22.* sz. fúrásnál mérték — a maximuma a magyar bauxitterületen megállapított értéknek.

Természetes, hogy a lyuk bővülése a ferdeséget jelentősen csökkentheti, így a fúrószár mozgása a lyukban kedvező koptató hatást fejthet ki (béléscsövezéskor a cső merevítő gyűrűi is), különösen finoman repedezett dolomit rétegekben. Ezért a béléscsövezés valószínű sikerének megítéléséhez az akna lefúrását követő ferdeségmérés eredményén kívül tekintetbe kell venni a bőségmérés szelvényét is. A bővülés hatását a 15. számú fúrás különböző profiljait bemutató kép *(3. ábra)* is ábrázolja [2]. A fúrólyuk, akna függőlegessége csak rendkívül kedvező körülmények között, s igen költségesen valósítható meg, éppen ezért a törekvés a ferdeség korlátozására, a lyuktengely viszonylag egyenes lefutásának megőrzésére, létrehozására irányul.

Az irodalom két eljárást javasol a lyuktengely függőleges lefutásának biztosítására, helyreállítására, ill. a ferdeségnek oly mértékű korlátozására, amely sem a lyuk továbbfúrását, sem a lyuk célját már nem veszélyezteti. Mint már említettük, ezek: a „tömött" lyuk elvének alkalmazása és az ingahatás kihasználása, azaz a fúrószár alsó részének kiképzése ingává. (A két eljárás egymástól annyiban nem független, hogy ingahatás jóformán minden ferde lyukban jelen van, a gravitáció nem küszöbölhető ki.) A tömött, ill. túltömött, túlstabilizált lyuk módszere merev, túlméretes, súlyosbítókból és központosítókból, görgős utánfúrókból állítja össze a fúrószárnak terhelést szolgáltató szakaszát, s ezzel mintegy meghatározza a fúró kényszerpályáját hirtelen irányváltozásokkal szemben; kialakítja, ill. megőrzi a fúrószerszámra ható erőrendszernek a haladás irányát kedvezően megszabó eredőjét. A túlstabilizálásnál figyelembe kell venni [1] a merevséget, a gyűrűs tér vastagságát, a hosszat, valamint a lyukfallal történő érintkezés módját. A merevség lehetőleg érje el a lyukat kitöltő tömör rúd merevségének 60%-át, a gyűrűs tér hézaga legyen minimális a „dog-leg"-ek képződésének megnehezítése miatt; a lyukfallal való érintkezés legyen folyamatos, hossza pedig összhangban a gyűrűs tér nagyságával. Mindezek a kívánalmak teljesülhetnek túlméretes, négyzetes vagy spirál bordázással kiképzett súlyosbítóknak, központosítóknak és utánfúróknak megfelelő elrendezésű összeépítésével, s megengedik a gazdaságos fúrási sebesség eléréséhez szükséges fúróterhelést.

A nagy átmérő hozza magával, hogy a fentebb figyelembe vettek az aknafúrásnál hogyan módosulnak. Bármilyen típusú súlyosbítót használ is az aknafúrás,

legyen az a *Wirth* berendezésnél rendszeresített kettős falú vagy egy központi testre öntöttvas pogácsák felszerelésével kiképzett változat (kísérleti fúrás Nagytárkányban) [7], egyik sem túlméretes, valamennyi körszelvényű, *merevségük azonban méreteiknél fogva igen jelentős*. A berendezéshez tartozó összes súlyosbítóból összeállított rakat önsúlya messze alatta marad annak az önsúlynak, amely e rakat kihajlását idézhetné elő, s az adott berendezéssel kezelhető lenne. Minden lyukátmérőhöz azonos méretű súlyosbítókat alkalmaznak, így a gyűrűs tér mérete szempontjából is lényeges a különbség a mélyfúrásra érvényes megállapítások és a nagy átmérő megszabta lehetőség között, amiket a szerszámok aránytalanul költséges volta is korlátoz. A súlyosbítók nem képezhetők ki a lyukfallal történő érintkezésre, s így az érintkezés hosszáról sem beszélhetünk mélyfúrási értelmezésben.

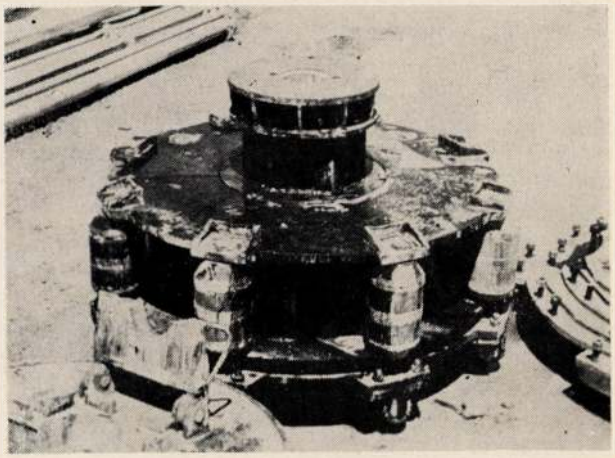
A merev súlyosbítórakat támaszkodását a lyukfalra a súlyosbítórakatba iktatott görgős központosítók végzik. Ezek a Bauxitkutató Vállalat tervezésében és gyártásában építőszekrényelven felépített szerszámok a legkisebb méret (1350 mm ∅) kivételével úgy alkalmazkodnak a különböző lyukátmérőhöz, hogy egy közös törzsre a lyukátmérőnek megfelelő hat, ill. nyolc (2950 mm lyukátmérő esetén) hengeres központosító görgőt magában foglaló görgőtartó kosarat szerelnek *(4. és 5. ábra)*. Az érintkezés a fallal alkotó menti, s a görgőhosszaknak — 0,6 m/görgő — megfelelő. A központosítók alsó lemezére hat, ill. nyolc fúrógörgő van szerelve, céljuk utánfúrás, egyenetlenségek ledolgozása. Ezzel a központosító kombinált, több célú szerszámmá vált.

A súlyosbítórakat elrendezése a víztároló dolomitban általában a következő: a fúróhoz csatlakozik a levegőt bebocsátó furatokkal ellátott ún. mammutfejes súlyosbító. Erre épül rá az alsó központosító, amit négy súlyosbító követ a középső központosítóig. A középső és a súlyosbítórakatot felül lezáró központosító között rendszerint három vagy négy szabványos súlyosbító és egy, csak a merev rakat hosszát növelő házi gyártmányú tag van, amely szintén kettős falú, azonban ólomkitöltéssel nincs ellátva, hossza a szabványosénak másféleszerese. A rakat kb. 20 m hosszú, 60—65 Mp súlyú. Ezzel az erősen vezetett, a fúrót kényszerpályán tartó elrendezéssel az aknafúrás megközelíti a túlstabilizálás elvét, amely mindaddig hatásos és hirtelen irányváltozások keletkezését jórészt kizárja, ill. azokat sok esetben ledolgozza, amíg fennáll a központosítók kitámasztó hatása. Azonban ott, ahol a lyuk hosszú szakaszon át erősen repedezett, üregeket, kiköblösödéseket harántol, a fúró vezetése még három központosítóval is tökéletlen lehet, a fúró követi a legkisebb ellenállás útját, a lyuktengely egyenletes lefutása megváltozik; pad, kutyaláb keletkezése előfordulhat, s a fúróra adható terhelés nagysága a súlyosbítórakat jelentős súlya ellenére is a szokásos hányad (50—60%) alá korlátozódik.

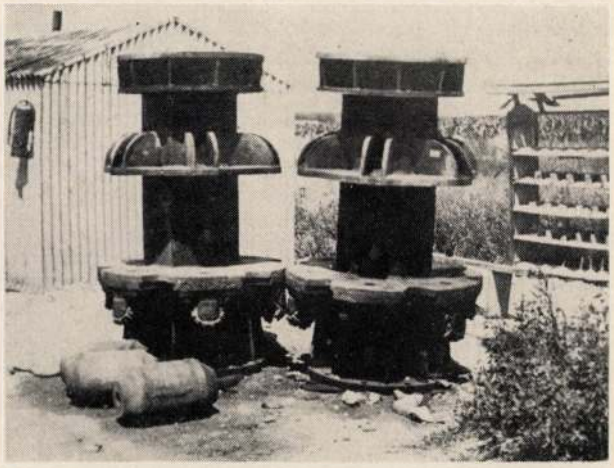
A víztároló rétegnek, a dolomitnak szélsőséges tulajdonságokat feltüntető kifejlődése mellett is bevált a túlstabilizálás fenti eljárása — sokszor kényszerű szabályozással megszakítva az előfúrást —, mint ahogy *statisztikus* alapon megállapítható, hogy a termelő béléscsőrakat beépítése a tervezett mélységig sikerült azokban a lyukakban, amelyekben a végmélységet a túlstabilizált rakattal elérték. A hosszú, merevségben a termelési béléscsőrakatot felülmúló túlstabilizált súlyosbítóösszlet a lyukat, hasonlóan a csővizsgáló tüskéhez, szinte végigkaliberezi. Az eredmény alapján kielégítőnek mondható a súlyosbítók és központosítók elrendezése a súlyosbítórakatban, ami inkább megfontolás, mint kísérlet eredménye.

A túlstabilizált rakat alkalmazása erős ferdülési tendencia ellenére is zömmel biztosította a fúrások folytatását, a végmélység elérését, s hogy a fúrással készített aknák feladatukat teljesítették, az megállapítható *Kiss István* (a Bakonyi Bauxitbánya vízmentesítéssel foglalkozó osztályának vezetője) szíves tájékoztatása alapján. Szerinte eddig nincs olyan tapasztalat, hogy a kiképzett lyuk ferdesége, eltérése a függőlegestől a búvárszivattyúk üzemét zavarta volna [13].

A csövezett lyuk, ill. már akna ferdeségére adatunk nincs, a termelési béléscsőrakatban ferdeségmérések nem történtek. A végállapot azonban a fentiek szerint, tehát a fúrt aknák rendeltetése szempontjából kielégítő. El lehet képzelni, hogy a végső béléscsőrakat elhelyezkedése a lyukban némi kiegyenlítő hatást eredményez. Az aknák céljának megvalósulása is bizonyí-



4. ábra
2950 mm átmérőjű központosító stabilizáló. Építőszekrényelven épül fel, 4 méretben. Jól láthatók a központosító görgők palástjára rakott keményfém gyűrűk, valamint alattuk a szabályozó görgők



5. ábra
Az egyetlen, nem építőszekrényelven készült központosító; ∅ 1350 mm „Integrál" típus

téka a ferdeség korlátozására alkalmazott eljárás helyességének.

Bowman említi cikkében [5], hogy a ferdeség korlátozásában a „packed hole", azaz a tömött lyuk módszere az ingahatásnál eredményesebbnek bizonyult, úgyhogy a magyarországi aknafúrásnál a túlstabilizálással szerzett tapasztalat nem egyedül álló. Ugyanebben a cikkben olvashatjuk azt, hogy egy fúrási vállalkozó a lyuk szabályozásában, egyengetésében eredményt ért el a forgásirány periodikus változtatásával. A periodikus irányváltoztatás ui. semlegesítené a forgásiránynak tulajdonított ferdülési tendenciáit. A hazai aknafúrás az óránként végrehajtott forgásirányváltoztatás befolyásáról nem tud beszámolni.

Alsó szakaszában három súlyosbítóval stabilizált fúrószár alkalmazására csak a termelési béléscsőrakat számára fúrt lyukban (∅ 2 m) került sor; a nagyobb átmérőjű lyukszakaszokban a berendezés adottságai, ból származó manipulációs okból a súlyosbítóösszletnek — éspedig a fúró fölött — csak egy központosító tagja volt. Itt tehát a kitámasztás hatása erősen lecsökken, inkább az ingahatás érvényesül a fúró terhelthetőségét korlátozó jellegével együtt, kidomborodik a központosító ingasúlyt növelő és az aljára szerelt fúrógörgők révén utánfúró, a lyukfalat egyengető szerepe.

E. Hunter egyik közleményében [4] arról számol be, hogy igen eredményes szabályozást hajtott végre a fúrónál koncentrált igen jelentős tömeg és a súlyosbítórakat tetejére helyezett központosító útján felfokozott ingahatással.

Egy lyukszakasz irányának kialakulása sokban függ annak kiindulásától, azaz a fölötte beépített béléscsőrakat irányától, ami a lyuk további sorsára döntő befolyással lehet. Ezért lényeges a ferdülési tendencia idejében történő felismerése, az erre utaló tünetek (kopások, a fúrószár forgása tengely menti mozgatáskor, hajlítgatás okozta peremcsavar-lazulások, ebből eredő öblítési zavarok, szorulások stb.) haladéktalan figyelembevétele, és az okok megszüntetése. Ferdeségmérés rendszeresítve volt minden fúróellenőrzésnél, esetenként toldásoknál, minden olyan helyen, amely potenciálisan ferdítő jellegű. Ugyancsak rendszeres volt a ferdeségmérés az egész hossz mentén egy lyukszakasz lefúrásának befejeztekor a béléscső beépítése előtt. Az észlelt ferdeségtől függött a mérési pontok távolsága, szükség esetén sűrítése. Hirtelen irányváltozást, a béléscső beépítésének lehetőségét, a következő kisebb átmérőjű lyukszakasz irányát nagy valószínűséggel veszélyeztető ferdeségű lyukszakaszt le kellett szabályozni. A szabályozás általában a fúráshoz összeállított fúrószárral történik, amelyet a szabályozandó lyukszakaszban a körülményekkel összhangba hozott sebességgel többször leforgatnak. Erős ferdeség, padok jelenléte esetén a leforgatás igen kellemetlen, az egész árbocot megrázó rezgésekkel járhat (valószínűleg a központosítón levő bővítőgörgők, ill. a fúrógörgők egyenlőtlen terhelése miatt), végrehajtása ezért óvatosságot igényel. Szabályozásoknál a merevség feszítő hatása és az ingahatás érvényesül. Különleges szabályozó szerszámnak átalakított, 1800 mm ∅-jű Idrill fúró az alatta elhelyezett 1350 mm ∅-jű fúró, valamint a föléje csatlakozó 6 db súlyosbító ingahatása segítségével fejtett ki az *Iza II/15.* sz. lyuk 2 m ∅-vel fúrt egy hosszú szakaszán eredményes szabályozást *(3. ábra)*. Számos példa hozható fel annak illusztrálására, hogy kedvezőtlen geológiai viszonyok következtében gyakran csak fáradságos és időt rabló, nemegyszer mentéssel járó szabályozással, utánfúrással lehet biztosítani a túlstabilizált szerszámmal lefúrandó lyukszakasz kiindulásának csaknem függőleges irányát, valamint annak tartását a dolomitban.

Nem vizsgáltuk a fúró alakjának hatását a lyuktengely lefutására, mivel az importból *(Wirth—Hughes)* származó fúró profilja adott, s ezt követik a hazai (BKV) gyártmányú fúrótestek, és a különböző lyukátmérőt készítő fokozatok (építőszekrényelv). A fúró homloka igen lapos kúp, amelyből a központi görgő sem áll ki pilótagörgőként. A lyukakat egyszerre fúrtuk az egyes szakaszok átmérőjével, bővítések, utánfúrások célja mindig javítás, korrigálás volt.

A lépcsős és lapos homlokú fúrók iránytartásáról eltérők a vélemények. *H. E. Hunter* az Atomerő Bizottság számára végzett aknafúrások ismertetésében [4] annak a tapasztalatának ad kifejezést, hogy a merev súlyosbítórakattal összekapcsolt lapos fenekű fúró iránytartása nem rosszabb a lépcsősénél, alkalmazása más tulajdonságok szempontjából is előnyösebb a lépcsős fúróénál, különösen légöblítéses fúrásnál. Ugyanakkor *Blank* a lépcsős fúrók fölényét emeli ki [15].

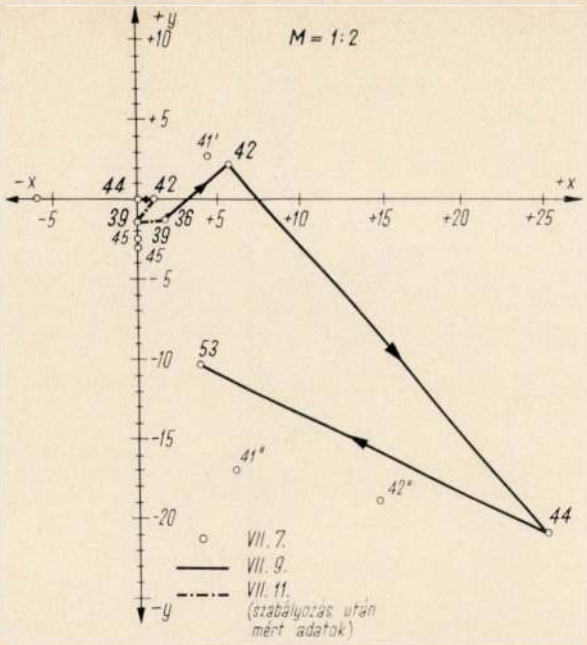
Néhány fúrásnál jelentkezett ferdülésből származó üzemzavarnak és a megszüntetésre alkalmazott eljárás részleteinek ismertetését a [3] közlemény adja.

Itt ábrák kapcsán röviden csak két jellemző fúrásra térünk ki.

Az *Iza II/14.* számú aknafúrás 56,5 m-ig terjedő, 2950 mm ∅-vel fúrt felső szakasza 32 m-ig változó keménységű mészkövekből, homokkövekből áll, alatta 15 m vastagságban laza, osztályozatlan. 3—5 cm max. szemcseméretű kavics következik — néhol agyagos kötésű lencsékkel —, majd a szakasz alját alkotó márgás mészkőig változó homoktartalmú kavicsos agyag fordul elő.

A fúrószár alsó részét a fúró és 4—5 súlyosbító alkotta, *központosító nem volt beiktatva* (2950 mm ∅ kialakítás alatt áll). A fúrás 38,5 m-ben (kavicsban) erősen lelassult a görgők erős kopása miatt. 33 m-ben a fúró felült a kavics omlásából eredő feltöltődésen. Ezt követően a márgás mészkő eléréséig a fúrás jóformán állandó szabályozásokkal, utánfúrásokkal volt folytatható a kavicsréteg omlása és a padképződések miatt, amelyek ledolgozása erős rezgésekkel, rázkódásokkal járt, és kopással kombinálva 2 fúrógörgő leszakadásának s ezzel mentési munkának is okozója lett. A lyuk 44 m körüli mélységben, gyakorlatilag a kavicsréteg alsó határán hirtelen elferdült, *a ferdülés mértéke több mérés alapján 33 cm az 1,5—3 m távolságban levő környezet 2,6—6 cm ferdesége mellett.* Jellegzetes „dog-leg", amit a béléscsövezés előtt az e szakaszra kiterjedő igen alapos szabályozással sikerült teljes mértékben eltüntetni [14] *(6. ábra)*. Lyukbőségmérés a kavics omlását a szelvénybővülés kimutatásával igazolta (lyukátmérő 33 m-ben 3300 mm). A 2600 mm átmérőjű béléscső akadálymentesen beépíthető volt a tervezett mélységig.

Az 56—100,6 m közötti második, 2500/2100 mm lyuk-béléscső átmérőjű szakasz kb. 96 m mélységig változó keménységű és agyagtartalmú, tömör és repe-



6. ábra

A folyamatos vonal egy jellegzetes „dog-leg" felülnézetét mutatja (180°-os irányváltozás). A pontokkal szaggatott vonal a szabályozás utáni tengelylefutás projekciója. Az irány jóformán függőleges, a mérési pontok közvetlenül az origó körül helyezkednek el, bizonyítva a fáradságos és időt rabló szabályozás eredményes voltát

dezett, helyenként vízjáratos mészkőből állt, amely alatt feketeszenes agyag váltakozik eltérő keménységű mészkővel. A szakasz vége sötétszürke márga.

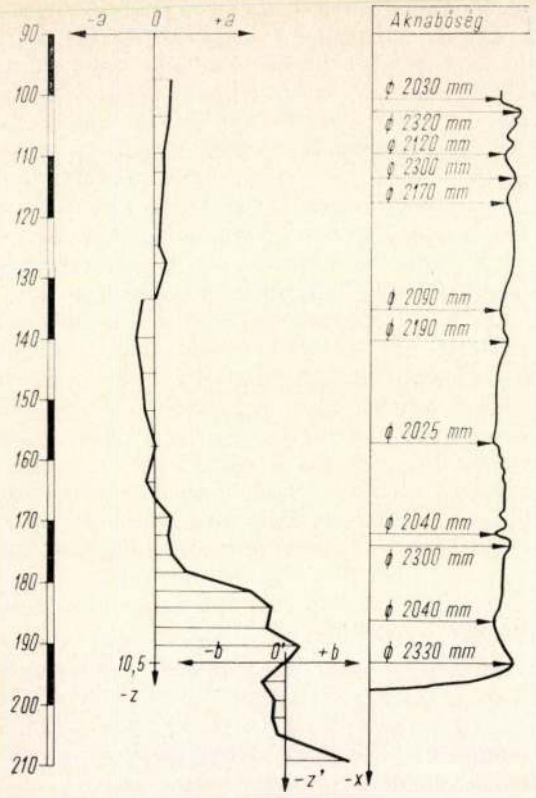
A fúrószár alját a fúró, hét súlyosbító és *egy központosító* alkotta. A fúró és a központosító között a mammutfejes súlyosbító volt. A rakat tehát gyengén volt stabilizálva (a berendezés adottságai miatt), az ingahatás maradt előtérben. A fúrás 59,5 m-ben, 12—15 cm ferdeségnövekedést mutatott, ami esetleg a márgás mészkő egy keményebb padjának eltérítő hatására vezethető vissza. A 2500 mm átmérőjű központosító ekkor már elhagyta a béléscsövet, és a cső nélkül maradt 2950 mm-nél is nagyobb átmérőjű lyukban volt, s nem tudta biztosítani a 2600 mm-es béléscső adta irányt. Mivel a fúrószár a lyukban végzett mozgások alkalmával többször akadt, felült és „húzott" (excentrikus elhelyezkedés a forgatóasztal nyílásában), a lyuk egyes szakaszait többször átdolgozták, szabályozták. Az 59,5 m-ben mért ferdeség azonban nem változott, a lyuktengely lefutása nagyjából állandó maradt. Márgában, agyagban, mészkőben előfordult keményebb padoktól származó akadások a béléscső beépítésekor is jelentkeztek. Ennek ellenére a cső a tervezett mélységig beépíthető volt. A szakasz fúrásának eseményei közé tartozik a 62 m-ben jelentkezett folyadékelnyelés, majd 83 m-ben kifáradásból származó fúrócsőtörés. Ez utóbbi felszámolható volt, de a veszteséget csak állandó vízhozzáadással sikerült hatástalanná tenni. A szabályozások, utánfúrások okozta időveszteséget mindkét esemény jelentékenyen növelte.

Az aknafúrás végső, 2 m ∅-jű szakaszának fúrása ellenőrző ferdeségmérés alapján majdnem függőlegesen lefutó, 2,1 m ∅-jű béléscsövön keresztül történt 100,6—211,3 m között feketeszenes agyagban, tömött szövetű kemény mészkőben, dolomittörmelékben és 105 m-től igen változatos kifejlődésű triász dolomitban. A mintaanyag nagyság szerint is változik, nagyméretű, poros kitöltésű, nyitott repedéseket feltüntető, majd finom hajszálrepedések mentén 1-2 cm-es darabokban leváló, üde, teljes felületén vagy részben korrodeált, vízjáratos, mállott, kalciteres, teljesen laza, majd különösen 180 m alatt lemezes, breccsás padokat tartalmazó kifejlődést mutat, ami keménységben is jelentős különbségeket hoz magával. 106 m-ben vízveszteség lépett fel, amely a lyuk mélyülésével 5 m^3/min értékről 30 m^3-re emelkedett. Az öblítés időnként szakaszossá vált, néha szinte erupciószerű, erős törmelékkihordással járt; vehemenciájára jellemző, hogy megbontotta az iszapcsatornát. Dugulások előidézője. A 115 m-ben végrehajtott ferdeségmérés igen egyenetlen lyukfalat mutat, a mért ferdeségek (max. 29 cm) és iránytörésük a dolomit inhomogén kifejlődésével (igen laza és kemény padok váltakozása), valamint laza szakaszban alkalmazott viszonylag nagy (15—18 t) terheléssel magyarázhatók. *A fúrószárban két központosító volt, a súlyosbítórakat közepén (a fúró fölött 6 m-re) és tetején.* Túlstabilizálásról nem beszélhetünk.

Csőmozgáskor jelentkező akadások, felülések padokon, szerszámhúzás, omlások (a szakaszos öblítés okozta nyomásváltozások fokozták) gyakori szabályozást, utánfúrást kívántak. Ezek koptató hatására a lyuktengely lefutása apró törésektől eltekintve egyenletes, és 175 m-ig majdnem függőlegessé vált. 178 m-től azonban erős ferdülés jelentkezett, amely 210 m mélységben 93 cm-t ért el. Az erős ferdüléssel egyidőben nőtt meg a vízveszteség a már említett 30 m^3-ig becsülhető értékre, amely a három vízvezetékre adható vízmennyiség maximuma volt. Az öblítés gyakran szakaszossá vált, a lyukfal nagymértékű omlékonyságot mutatott, igen gyakori volt az utánfúrás. Mivel az omlás nem volt megállítható, s minden kísérlet csak a lyuk állapotát rontotta volna, a végmélység elérését követő ferdeség- és lyukbőségmérés után beépítették az 1,4 m átmérőjű béléscsövet, amely a lyuktalpat mintegy 10 m-rel feltöltő omladéknak a béléscsövön át végrehajtott kiöblítésével volt csak a tervezett mélységig beépíthető.

Az aknatengely elferdülését elsősorban a dolomit inhomogenitása, kőzetfizikai tulajdonságainak extrém változása idézte elő, amely a fúrás jellemzőivel (terhelés, szerszám viselkedése nem tiszta talpon, szakaszos öblítés) kölcsönhatásban eredményezte a lyuktengely *7. ábrán* bemutatott lefutását. Kemény padok jelenlétét a bőségszelvény is kimutatja. A dolomit *Iza II/14*-en tapasztalt kifejlődése három központosító túlstabilizáló hatását is kérdésessé tehette volna, a még merevebb fúrószár „kaliber" jellege domborodott volna ki, jelezvén a szabályozandó, utánfúrandó helyeket.

Az *Iza II/15.* 2,0 m átmérőjű szakaszában alkalmazták először a három központosítós, tehát túlstabilizáltnak nevezett fúrószár-elrendezést, éspedig 136,4 m mélységtől kezdve, addig 2 db volt a súlyosbítórakatban. A *3. ábrán* megadott rétegsor arra enged következtetni, hogy e szakasz felső része vetőzóna közelében volt. A kőzet töredezettsége, nem egész helyesen alkalmazott terhelés, öblítési zavarok okozta tisztátalan talp együttes hatása folytán a lyukferdeség kb. 120 m mélységben 80 cm-t ért el. Szorulások, akadá-



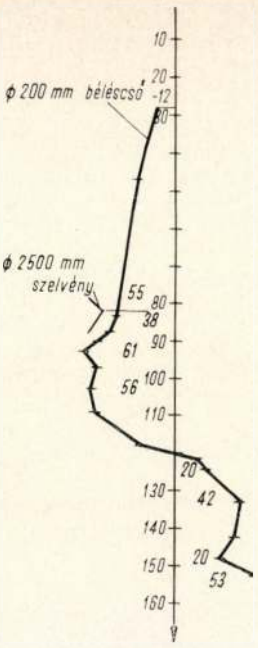
7. ábra
Iza II/14., 2 m átmérővel fúrt lyukszakasz tengelyének lefutása és lyukbőségszelvénye [14]

sok mellett folytatott szabályozások nem vezettek kellő eredményre, ezért került sor a már említett különleges szabályozó készítésére. A *3. ábra* utolsó oszlopában a folytonos vonal jelzi a szabályozással létrehozott lyuktengelyt, a pontozott a szélsőségesen ferdültet. A 136 m-ig szabályozásra fordított idő: 290 óra [14] megtérült a lyuktengely olyan lefutásában, amely a szelvény bővülésével együtt lehetővé tette a továbbfúrást és a béléscső átjuttatását ezen a szakaszon.

A három központosítóval stabilizált fúrószár fokozott merevsége miatt a már leszabályozott szakasz egyes helyein szorult és akadt, a szabályozások nem voltak elkerülhetők, sőt azokra helyenként kb. 160 m-ig is szükség volt. E mélységtől kezdve a kőzet repedezettsége csökkent. Az ábra világosan mutatja a három központosító itt már valóban stabilizáló hatását, ami a lyuktengely egyenletes, szinte függőleges lefutását eredményezte. A fúrt lyukba a béléscső beépíthető volt a tervezett mélységig, s kiképzése vízmentesítő aknává nem ütközött semmi akadályba.

A *8. ábra* [14] a 9. sz. fúrás 2000 mm átmérőjű szakasza vetőzónába tartozó, igen erősen törekedezett dolomitban mélyült, szélsőséges tulajdonságokkal eltérített tengelyének lefutását mutatja be. Merev, túlstabilizált szerszámmal végzett szabályozások, egyengetési kísérletek nem vezettek eredményre. A fúró megszorult, s a felszámolására irányuló módszerek nem váltak be, a fúrást fel kellett adni. Extrém viszonyok között sokszor nehéz eldönteni, mikor válik a túlstabilizálás hátrányossá.

A súlyosbítórakathoz csatlakozó fúrócső alsó pereme fölötti hegesztés többször előfordult törése

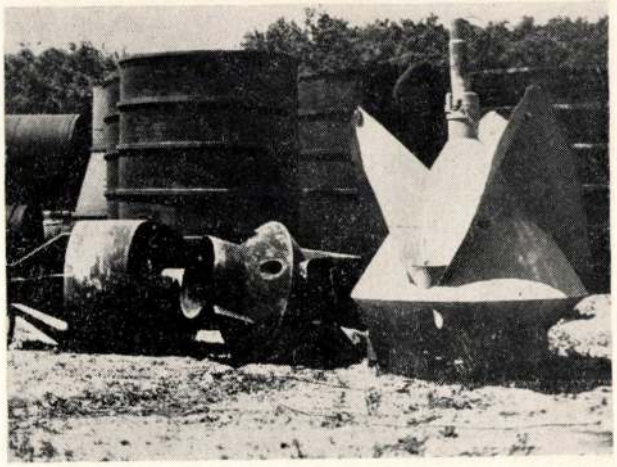


8. ábra
Lyuktengely lefutása az Iza II/9.-ben

(Iza II/6, 10, 9, 23 stb.) ferdeség okozta hajlítgatás kifárasztó hatásának tulajdonítható. A lyuktengely ferde, de egyenletes, műveleteket és célt nem hátráltató lefutása is koptatásokat idéz elő, s elsősorban a központosítók gyakori javítását teszi szükségessé. Ferdeség miatt a lyuktalp egy részét kötélen, kábelen leengedett mentőszerszámmal nem lehet elérni. Ferdeségnek köszönhető a súlyosbítórakat tetején levő központosító akadása bélécssősaruban (*13., 15., 23.* sz. fúrás).

A béléscső merevségét kívánta csökkenteni egy, a BKV műhelyében készült csuklós béléscsőtag. Őspéldánya azonban nem felelt meg a várakozásnak, így a kísérlet nem folytatódott.

Noha a termelési béléscsőrakat alján központosítók vannak, ez a rakat ferde lyukban nem centrikus, tehát változik a gyűrűs tér vastagsága, a cementpalásté és a szűrőkavicsrétegé is. Hogy szűrőkavics, ha változó vastagságban is, de a cső körül mindenhová ke-



9. ábra
Vezetőharang — a fúrósok szerint „püspöksapka" — cementező, kavicsozó, más manipulációt célzó csövek gyűrűs térbe vezetésére

rüljön, bemosása a cső körül a mindenkori talp közelébe leépített csővezetéken át történik. Ezeknek a csöveknek a beépítését teszi lehetővé a *9. ábrán* bemutatott vezetőharang, amelyet szintén a BKV tervezett és gyártott. A harangot ráültetik a béléscső felső részét képező vezetőtölcsérre, amelynek *J* alakú kivágásában a harang alján levő három borda belecsúszik. Így biztosítva van a harangnak az a helyzete, amidőn a harang két kónikus félből álló testén átmenő furatok egybeesnek a vezetőtölcséren kivágott lyukakkal. A test felfelé csúcsosodó kúpjának palástján terelőlemezek irányítják a furatokba a béléscső háta mögötti térbe építendő csövek (általában 62—73 mm átmérőjű) védőrakatait (rendszerint 97—127 mm átmérőjű). Így nem fordul elő az, hogy egy furatba két csőoszlop kerül. A háttérben a szokásos kivitelű béléscsövek láthatók.

A nagy átmérőjű fúrással foglalkozó szakcikkek (könyv) jelentős része nem vagy alig tárgyalja a ferdeség, ill. a lyuk függőlegességének kérdését, hacsak az a különleges cél miatt nem eminens szempont (Atomerő Bizottság aknái). *Teklenburg* monumentális munkájának VI. kötetében mindössze az áll, hogy a váltóolló iránytartóbb a szalajtó készüléknél. *Hoffmannak* a németországi aknafúrás történetét összefoglaló cikkében a ferdeség kérdéséről nincs említés. E felsorolást lehetne folytatni, mert a cikkek inkább a felszerelések és a furadékkihordás módjának ismertetésére szorítkoznak. Ennek oka kettős lehet: egyrészt a ferdeséggel kapcsolatos fúrástechnikai megállapítások, a leküzdés, korlátozás módszerei érvényesek, ill. alkalmazhatók az aknafúrásra is, másrészt komoly nehézségeket magával hozó (a magyarországiakhoz hasonló) szélsőséges geológiai viszonyok között, úgy látszik, aknát ritkán fúrtak. Nincs említés a ferdeségmérés eljárásáról, műszereiről sem. Valószínű, hogy a mérés máshol is, éppen úgy, mint a hazai aknafúrásnál, csőben történik. A magyarországi ferdeségmérés nem műszeres. A mérés mélységébe leengedett nehezékkel kifeszített drótnak a forgatóasztalon rögzített s a fúróberendezés hossztengelyéhez orientált koordináta-rendszer origójától kiszámított távolságát ugyancsak számítással levetítjük a mérés helyére (hasonló háromszögek). A mélységre levetített hossz adja az eltérést a függőlegestől. Ez a nem egészen egzakt eljárás a gyakorlat igényeit teljesen kielégíti.

E helyütt többször kihangsúlyozott geológiai okokból eredő igen kedvezőtlen fúrási körülmények elsődleges kiváltói és erősítői voltak a ferdülési tendenciának, amelyet sikerült a vízadó rétegben a túlstabilizálásnak a viszonyokhoz alkalmazkodó kialakításával, a felsőbb lyukszakaszban pedig inkább az ingahatás nagyobb fokú kihasználásának segítségével az aknák túlnyomó részének megvalósításához szükséges határok közé szorítani és tartani. A túlstabilizálással kifejlődött egy eljárás, amely alkalmas arra, hogy kielégítse a bányászati célból esetleg fúrandó aknáknak a vízmentesítő aknákénál szigorúbb függőlegességi követelményeit.

*

A szerző e helyütt mond köszönetet *Mecsnóber Miklós* műszaki igazgatóhelyettesnek, *Kiss István* okl. gépészmérnök, osztályvezetőnek a fényképek átengedéséért és *Ludas Ferenc* geológusmérnöknek sz. információ- és adatközlésükért.

IRODALOM

[1] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1968.
[2] *Mecsnóber M.:* Nagy átmérőjű fúrások a magyar bauxitbányászatban. Földtani Kutatás **16** *1—2.*
[3] *Mecsnóber M.—Rosta F.:* Fúrásos aknamélyítés tapasztalatai a magyarországi bauxitbányászatban. A 2. nemzetközi ICSOBA-szimpozion közleményei, **5**, 1969 (angol nyelven).
[4] *Hunter, H. E.:* Advanced drilling assemblies solve unique snags in big holes. The Oil a. Gas J. febr. 14. 93—8 (1972).
[5] *Bowman, G. A.:* Ausrüstungen und Probleme beim Grosslochbohren. Bohrtechnik, Braunnenbau, Rohrleitungsbau. **19** *11—12.*
[6] *Richardson, P.:* How to plant a bubble that goes boom. Drilling May (1970).
[7] *Tolnay K.:* Aknafúrás kemény víznyelő kőzetekben. Bányászati L. *1* (1967).
[8] *Tolnay K.:* Nagy átmérőjű lyukfúrás a mélyművelésű bányászatban. Aknafúrás. Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, NIMDOK, 1967.
[9] *Tolnay K.:* Nagy átmérőjű, vízszintsüllyesztő fúrt kutak tervezési problémái és alkalmazott megoldások. 2. nemzetközi ICSOBA-szimpozion közleményei, **5**, 1969 (angol nyelven).
[10] Hozzászólás a (3)-hoz. *10—11.* sz. hivatkozás, megjelent a 2. nemzetközi ICSOBA-szimpozion közleményeiben, **5**, 1969 (angol nyelven).
[11] *Tolnay K.:* Koreferátum az 1969-ben, Sopronban tartott vándorgyűlésen a „Mély- és sekélyfúrás" témához. Vándorgyűlési anyag, előnyomat.
[12] *Tolnay K.:* Aknafúrási vonatkozású ALUTERV-tanulmányok. Részben a BKV rendelésére készültek házi, ill. trösztön belüli használatra. Számuk 17. Példányszámuk nem ismert. Publikálva nem voltak. (Ezért, valamint jelentős helyigényük miatt eltekintünk cím szerinti felsorolásuktól).
[13] *Kiss István* Személyes közlése fúrt aknák ferdeségének a búvárszivattyúk üzemére kifejtett hatásáról.
[14] *Ludas Ferenc:* A szövegben említett adatok személyes közlései, információi.
[15] *Blank, R.:* Erfahrungen bei der Herstellung grosskalibriger Bohrungen im Lockergebirge. Braunkohle *11.* (1973).

KÜLFÖLDI HÍREK

Elkészült az első szovjet szupertartályhajó

A Szovjetunióban elkészült az első nagy befogadóképességű tartályhajó, a 150 000 tonnás szupertanker, a „Krím".

A főbb méretek: hossza 96 m, szélessége 45 m. A fő hajtóturbina 30 000 LE teljesítményű.

A maximális szállított olajmennyiséget 10 óra alatt lehet a tartályhajóból kiszivattyúzni. A tartályhajó speciális melegítő berendezéssel van ellátva a szállított olaj melegítésére és a szivattyúzás megkönnyítésére.

A más ilyen hajókon bekövetkezett robbanások elkerülésére az egyes tartályok mosását a „Krím"-en nemesgázközegben végzik. A biztonság növelését szolgálja az is, hogy az olajtartályok kettős fallal készültek.

A tartályhajó nagyfokú automatizáltságára jellemző, hogy menet közben a hajót egy ember irányítja, valamint az, hogy a hajót mindössze 36 ember szolgálja ki.

A Szovjetunióban ez idő szerint dolgoznak egy 315 000 t befogadóképességű szupertanker tervein is.

Neftjanik, 1975. 7. sz.

Árpási Miklós
okl. olajmérnök
(OGIL, Budapest)

A környezetvédelmi képzés helyzete és irányai a Nehézipari Műszaki Egyetemen

BERECZ ENDRE

A mérnök legfőbb környezetvédő feladata a *műszaki környezetvédelem*, ami mindig megoldáscentrikus, az *aktív* környezetvédelmet, mind az egyénre, mind a tágabb környezetre ható *szennyeződés műszaki megelőzését, elhárítását és megszüntetését jelenti*. Mindhárom műszaki feladat *részlegesen* általában megoldható megfelelő védőberendezéseknek, ill. olyan eljárásoknak a kidolgozásával és technológiai rendszerek megfelelő fázisába történő beiktatásával is, amelyekkel az üzem-egészségügyi, valamint a további *környezetszennyeződési problémák erősen csökkenthetők*. A fő és *végleges megoldást* azonban mindig csak a *technológiák megfelelő korszerűsítése, az üzem-egészségügyi és általános környezetvédelmi szempontokat teljesen figyelembe vevő, célszerű megváltoztatása*, ezen belül is a lehető teljesen *zárt, komplex technológiai rendszerek kidolgozása* és megvalósítása jelenti, amikor is a lefogott környezetszennyező anyagok akár átalakítás nélkül, akár átalakítva visszakerülnek az adott technológiai folyamatba, vagy értékesebb, más célra szolgáló anyagokká feldolgozva gazdaságosan felhasználásra kerülnek más technológiákban vagy a fogyasztásban.

A környezetvédelmi feladatok megoldása tehát mindig súlyos *műszaki és anyagi probléma*, de ugyanakkor *igen komplex gazdaságossági* és *szemléleti kérdés* is. Nem elég ugyanis csak valamely szennyezőt valamilyen módszerrel kinyerni, ha annak felhasználása vagy újbóli elhelyezése újabb problémákat vet fel, hanem olyan műszaki megoldásokat kell választani, amelyek az adott esetben a leggazdaságosabbak és a *legkevesebb további szennyeződési problémát okozzák*. Ez a legteljesebb mértékben interdiszciplináris feladat és valamennyi komplex ismeretét és célszerű alkalmazását kívánja meg.

A helyes *környezetvédelmi szemléletnek* a *kialakítását*, ill. *átalakítását* és tudatosítását, úgyszintén a megfelelően súlyozott *tudásanyagnak az elsajátítását* csakis a megfelelően célra irányított, színvonalas környezetvédelmi *oktatási tevékenység* alapozhatja meg.

A *környezetvédelem felsőfokú oktatásának világhelyzete* és módszerei igen sokszínűek. Mindenfajta megoldásra és módszerre lehet példát találni; van műszaki egyetem, ahol külön környezetvédelmi mérnökképzés, van ahol csak egyetemi környezetvédelmi előadás folyik, van ahol a szaktárgyakba beépített környezetvédelmi ismeretátadás a módszer — mint ahogy a magyar műszaki felsőoktatásban is —, de van, ahol már külön környezetvédelmi tanszék, ill. intézet is létezik, és így tovább, s az egyes helyeken különböző terjedelmű és idejű a posztgraduális képzés.

A magyar műszaki felsőoktatásban történő környezetvédelmi jellegű képzés kialakításához egyrészt abból kell kiindulnia, hogy

1. bár környezetvédelmet a nevében is viselő tantárgy a jelenlegi és volt mérnökképzési tantervekben nincs, ill. nem volt, ez a legkevésbé sem jelenti azt, hogy a környezetvédelem műszaki problémáinak tárgyalása és oktatása eddig is ne folyt volna, ha nem is nevezte a tananyag a technológiai, víz-, ill. levegőtisztító berendezéseket expressis verbis környezetvédelmieknek;

2. hazánk népességszáma, ill. ipari szerkezete nem igényli a túlzott szakosítást, sőt, egy olyan optimumot kíván meg a felsőoktatásból kibocsátott szakemberek ismereteitől, amelyekkel azok nem túl nagy határokon belül jól konvertálhatók. Hazánk ennek megfelelően *nem igényel külön-, speciális környezetvédelmi szakos mérnököt sem*. Képzendő viszont olyan bánya-, kohó-, gépész-, vegyész-, agrár- stb. mérnök, akinek a *szakiránya* és ennek megfelelő tudása olyan, mely őt a saját mérnöki szakterületén felmerülő környezetvédelmi feladatok önálló és aktív megoldására alkalmassá teszi. Az ilyen *mérnöki szakirány* szerinti környezetvédelmi oktatás megvalósítása lehetséges és az egyedüli célravezető út;

3. a nappali és levelező *mérnökképzésben* általában a környezetvédelmet nem külön tárgyként, hanem a szaktárgyak anyagába beépítve a legcélszerűbb oktatni és csak az általános — biológiai, meteorológiai, jogi stb. — környezetvédelmi alapismereteket érdemes külön előadásban tárgyalni.

Egy műszaki és műszaki felsőoktatási szakemberekből álló országos munkabizottság 1973—74-ben megvizsgálta a műszaki egyetemi környezetvédelmi oktatás helyzetét, és a fentiek szellemében javaslatokat tett a további környezetvédelmi oktatási tevékenység kereteire, megfelelő profilírozására és fejlesztésének irányaira vonatkozóan.

E javaslatok szellemében a Nehézipari Műszaki Egyetemen is kialakultak a környezetvédelmi képzés profiljai és keretei. Ennek során a környezetvédelmi képzés megszervezése és irányítása a Kohómérnöki Kar, ill. azon belül is az Általános és Fizikai-Kémiai Tanszék feladatkörébe került. Ugyanakkor eldöntésre került egyrészt az, hogy a mérnökképzésben *a jövőben mely tantárgyaknál adható és adandó a környezetvédelmi vonatkozásoknak nagyobb súly a jelenlegi helyzethez képest*, másrészt kimunkálásra kerültek a posztgraduális képzés tartalmi kérdései.

Jelen körülményeink között ugyanis éppen a *posztgraduális oktatás* beindítása vált a legsürgetőbbé és fontossá, mert a sűrűsödő feladatok, a környezetvédelmi törvény előírásai által katalizált műszaki védekező munka gyors felfutása megfelelő számú, az egyetemet már korábban elvégzett szakember igen gyors környezetvédelmi kiképzését tette szükségessé.

A posztgraduális képzés fő módszerei: a rövid, kb. egyhetes *mérnöktovábbképző tanfolyamok* és a *szakmérnöki kurzusok*. Az NME-en az első mérnöktovábbképző tanfolyam 1974 februárjában került megszervezésre, az első szakmérnöki kurzus pedig 1975 februárjában 26 fővel indult.

A Nehézipari Műszaki Egyetemre profilírozott iparágak számára megszervezett környezetvédelmi *szakmérnöki képzés* célja az, hogy a korábbi egyetemi tanulmányok során szerzett ismereteken túlmenő környezetvédelmi szemlélettel és ennek megfelelő korszerű szakismeretekkel rendelkező műszaki szakembereket képezzen a *bányászat*, *kohászat* és *tüzeléstechnika* területén felmerülő környezetvédelmi feladatok ellátására és az ilyen irányú technológiai fejlesztés korszerű és önálló megvalósítására.

A négy féléves, államvizsgával záruló, diplomát adó, levelező formában történő, félévenként 120, összesen 480 órás képzés *első három félévében* a hallgatók közös tantárgyak keretében a környezet- és levegőtisztaság-védelemre vonatkozó, mindhárom szakirányra egyaránt érvényes *általános* ismereteket szereznek, és műszaki képzést kapnak, míg a *negyedik félévben szakosodásra* kerül sor az említett három területre, ill. a bányászaton belül a szilárdanyag-bányászati és fluidumbányászati *ágazatra vonatkozó speciális* környezetvédelmi műszaki ismeretek megszerzése céljából. A szakmérnöki szak három féléves általános részének tantervét az *1. táblázat*, a fluidumbányászati irányú szakosított félév tantervét a *2. táblázat* mutatja be.

A tantervből is világosan látható cél tehát kifejezetten a szakra irányított aktív műszaki környezetvédelem felé mutat, ezért részletesebb biológiai, egészségügyi, ökológiai, természetvédelmi, meteorológiai stb. ismeretanyag oktatása nem lehetséges és nem is indokolt. Ezek legszükségesebb alapfogalmai a *Környezetvédelem alapjai* c. egyféléves összefoglaló alapozó tárgyba kerültek bele, a szemléletkialakításban tehát szerepet kapnak.

A posztgraduális képzésben az Egyetem a speciálisabb ismeretanyagot közlő mérnöktovábbképző tanfolyamokat is, ill. főként a szakmérnöki tanfolyamokat tartja továbbra is a legjár-

1. táblázat

Tanterv
(általános rész)

Sor-szám	Tantárgy	Félévenkénti óraszám				Koll.	Gyak. j.
		1	2	3	4		
1.	A környezetvédelem alapjai	36				1	
2.	A környezetvédelem szervezete és jogszabályai	6				1	
3.	A környezetvédelmi módszerek fizikai-kémiai alapjai	32	13			1,2	
4.	A környezetszennyeződés vizsgálati és számítási módszerei	28	23			1,2	
5.	Zajmérési és -ellenőrzési módszerek	6				1	
6.	Levegőtisztaság-védelmi módszerek és berendezések		23	21		2,3	
7.	Víztisztaság-védelmi módszerek és berendezések		23	21		2,3	
8.	Zajvédelmi módszerek és berendezések			21		3	
9.	Szennyező szilárd, folyékony és radioaktív hulladékok elhelyezése			21		3	
10.	Víztisztaság-védelmi laboratóriumi gyakorlat		15				2
11.	Levegőtisztaság-védelmi laboratóriumi gyakorlat			16			3
12.	Korróziós laboratóriumi gyakorlat		15				2
13.	Zajlaboratóriumi gyakorlat			8			3
14.	A környezetvédelem közgazdasági kérdései				8	4	
15.	Számítástechnikai módszerek	12	8	12	8	1,3	2,4

2. táblázat

Tanterv
(szakosított rész)

Sorszám	Tantárgy	Félévenkénti óraszám				Koll.	Gyak. j.
		1	2	3	4		
	Környezetvédelem a bányászatban szak Fluidumbányászati szakágazat						
16.	Környezetvédelem a mélyfúrás területén				11	4	
17.	Környezetvédelem az olaj- és gáztermelésben				21	4	
18.	Környezetvédelem az olaj-, a gáz- és termékszállításban				11	4	
19.	Környezetvédelem a geotermikusenergia- és vízbányászatban				11	4	
20.	Fakultatív tárgyak				31	4	
21.	Környezetvédelmi laboratóriumi gyakorlatok				22		4

hatóbb és legfontosabb módszernek, és a jövőben is folyamatosan szervezni fog ilyen tanfolyamokat *(újabb szakmérnöki tanfolyamot már 1976. februári indulással;* erre várjuk az érdekelt kollégák *mielőbbi* és minél számosabb *jelentkezését!)*. Ugyanakkor a későbbiekben komolyan megvizsgálandónak tartja egy *határterületi,* ún. *nehézipari környezetvédelmi szak nappali tagozaton* történő esetleges megszervezésének és beindításának lehetőségét is (pl. metallurgus és tüzeléstechnikai szakosítású kohómérnök-hallgatók+érc-, szén- és ásvány-előkészítő, valamint hidrogeológiai szakosítású bányamérnök-hallgatók+szilikát és vegyipari gépészmérnök-hallgatók részére).

A környezetvédelmi képzés teljes felsőoktatási vertikumához a legszorosabban hozzátartozik a kutatóvá képzés is *a Nehézipari Műszaki Egyetemen — egyrészt — mint a magyar bányászat és kohászat szakmai, — másrészt — mint a környező nehézipari régió kifejlesztendő műszaki környezetvédelmi bázisán.*

Mint már korábban is említettük, a Nehézipari Műszaki Egyetemen eddig is folyt komoly, bizonyos vonalakon világszínvonalú környezetvédelmi jellegű kutatómunka. Most az igények gyors növekedésekor az a feladat, hogy az egyes tanszékek által szétaprózva folytatott kutatómunkát közös mederbe tereljuk, és egy olyan *komplex egyetemi környezetvédelmi kutatóbázist* fejlesszünk fokozatosan ki az Egyetem eddigi keretei között, amely aktívan tud részt venni az állandóan növekvő környezetvédelmi kutató és fejlesztő feladatok megoldásában, az üzemegészségügyi megelőző feladatok műszaki segítésében főként a bányászat, a kohászat és a tüzeléstechnika területén, de — a gazdasági földrajzi szempontokat is figyelembe véve — az Egyetem közvetlen környezetéhez tartozó régió többi, kapcsolódó iparágainak — főképpen a vegyiparnak és építőiparnak — szolgálatában.

E rövid ismertető végén újból szeretnénk felhívni a környezetvédelmi problémák megoldásában érdekelt kollégák figyelmét arra, hogy *1976 februárjában induló új szakmérnöki tanfolyamunk várja mielőbbi jelentkezésüket!*

SZERKESZTŐSÉGI HÍREK

A BKL KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szerkesztő bizottsága — a szakosztályi választásokat követően összetételében bizonyos mértékben átalakulva —, 1975. december 8-án Egyesületünk helyiségében tartott ülésén megjelent *Hangyál János* szakosztályelnök és dr. *Szabó György* szakosztálytitkár is. A szerkesztő bizottság elnöke, *Binder Béla* felelős szerkesztő ismertette, hogy a részben lemondás és munkahelyváltozás miatt kivált tagok helyett a bizottság új tagjai lettek: dr. *Bálint Valér* (OLAJTERV, Budapesti Helyi Csoport); *Benkóczy Péter* (GOV, Siófoki Helyi Csoport); *Falucskai Lajos* (NKFV, Alföldi Termelési Szakcsoport); *Fecser Péter* (KVV, Siófoki Helyi Csoport), továbbá *Ősz Árpád* (NKFÜ, Alföldi Fúrási Szakcsoport). A felelős szerkesztő mind a régi, mind az új tagoktól változatlan szakmai szeretettől áthatott, odaadó munkát kér.

Hangyál János — miközben méltatta a folyóiratnak a szakmai képzésben és informálásban betöltött szerepét, valamint a mérce még magasabb szintre való emelésének, a cikkek szigorúbb szelektálásának szükségességét — jutalmakat osztott szét a szerkesztők között.

Binder Béla közölte, hogy — az országosan bevezetett papírtakarékossági rendelkezések következtében — lapunk megjelenési formájában: mind a fedőlap, mind a belső papírminőség terén kedvezőtlen változás várható, amit mindenképpen a belső tartalom nívójának emelésével kell ellensúlyozni.

A Lapkiadó Vállalat ezen túlmenően a szerkesztéssel kapcsolatban olyan intézkedéseket hozott, melyek a szokványosnál jóval több munkát, felelősséget és — a folyóirat eddigi pontos megjelenését veszélyeztető — terheket raknak a feladatukat jórészt társadalmi munkában végző szerkesztőkre.

B. B.

*

Binder Béla okl. bányamérnök, felelős szerkesztő — aki 1976. január 1-ével a Nehézipari Minisztérium Műszaki Dokumentációs és Fordító Irodájából (NIMDOK) nyugdíjba vonult —, lapunk szerkesztői munkáját az OKGT Gázipari Igazgatóságánál végzi. Itteni **címe:** *1061 Budapest VI., Dalszínház u. 1. Telefon: 213—100/50 mellék.* (Lakáscíme változatlan: 1132 Budapest XIII., Visegrádi utca 32 — 34. II. 2. Telefon: 294—766).

A szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés nemzetközi és hazai sajátosságai

RÁCZ DÁNIEL

A tanulmány a mélyfúrás, termelés és szállítás területén végbemenő evolúciós és technikai forradalmi átalakulásokra hívja fel a figyelmet. A szénhidrogén-bányászati kutatás sajátosságainak vizsgálatában a dinamikus szemlélet előtérbe kerülését elemzi. Rámutat a műszaki-technikai haladás, a tudomány és az emberi akarat rendkívüli jelentőségére a szénhidrogénkészletek növelésében, az új energiaforrások felkutatásában és a hasznosítási lehetőségek megteremtésében. Az energiaellátás funkcionális értelmezésében a készletté válás körülményeit és a világban végbemenő kutatási irányokat vázolja. Példákat hoz az Egyesült Államok, a Szovjetunió, a fejlett kapitalista országok és vállalatok, valamint a hazai kutatási és fejlesztési sajátosságok érzékeltetésére.

A szakosztály-vezetőség több mint három éves tevékenysége során a XIII., XIV. és XV. Vándorgyűlés előadásaiból, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ c. folyóirat publikációiból és sok más forrásból a szénhidrogéniparban dolgozó szakembereink bő információt kaptak azokról a legjelentősebb kutatási eredményekről, amelyek alapvető hatással voltak a szénhidrogén-bányászat műszaki, tudományos és gazdasági fejlődésére.

A legutóbbi XV. Vándorgyűlésünk összefoglaló fő témája a „Szénhidrogén-bányászat új korszak előtt" mottóval jelent meg, és annak keretében *Alliquander Ödön* a mélyfúrás legjelentősebb fejlesztési irányairól [1], *Gyulay Zoltán* a kőolaj-kitermelés új korszakáról [2], *Szilas A. Pál* a kőolaj- és földgáztermelés és -szállítás módszereinek fejlődéséről [3] tartott előadást. Ezek az összefoglaló elemzések, valamint a vándorgyűlés sok kapcsolódó műszaki, tudományos előadása, a korreferátumok és a hozzászólások, de a tárgyidőszakban a legkülönbözőbb helyen és fórumon tartott előadások is érzékeltették azt az evolúciós és technikai-forradalmi átalakulást, amely a műszaki fejlesztés vonalán sok területen világszerte végbemegy.

Ezekből adódóan a szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés sajátosságainak vizsgálatakor rá kell mutatni mindazon fúrástechnológiai, termeléstechnológiai kutatásokra, távvezeték-építési és -berendezésfejlesztési tevékenységekre, amelyek ezekben az előadásokban megfogalmazásra kerültek.

Közismert, sokszor szóba is kerül, hogy mennyi kőolajat és földgázt termelnek a világon összesen, országonként, területenként és Magyarországon. A statisztikai adatokból elég megbízhatóan ismerjük az évenkénti kőolaj- és földgáztermelés mennyiségét.

A kőolaj- és földgázkészletre vonatkozó összefoglalások és statisztikai adatok és értelmezések azonban már eltérnek egymástól. Eltértek ezek már az 1910-ben Stockholmban megtartott XI. Geológiai Világkongresszuson is, és azóta ismételten, amikor a készletellátottságot csak néhány évre, esetleg néhány évtizedre tartották elegendőnek. Időközben ezek a jóslások soha nem váltak valóra, mert a készletek növekedése rendszerint nagyobb volt az előrejelzéseknél, és gyakorlatilag mindig meghaladta a felhasználás mértékét.

A tudományos kutatás és fejlesztés sajátosságainak tágabb értelmezésekor rá kell mutatni arra, hogy napjainkban, az elkövetkező években és évtizedekben azok lényeges változáson mennek keresztül, és ebben valahol a készletek értelmezésének is döntő jelentősége van, mert rávilágít fejlődésének egy rendkívül fontos mutatójára, az ember alkotó erejére.

Azok a készletszámok, amelyekről nap mint nap hallunk, a legtöbbször valamilyen statikus állapotot tükröznek. Azt, hogy a világnak összesen 273 milliárd tonna kőolaja volt, vagy hogy a kitermelhető földgázkészlet 65 000 milliárd m^3, alig jelent mást, mint valamiféle raktárkészletszerű értelmezést, amelyből, ha bizonyos mennyiséget kiveszünk, elfogy. Nem tükrözik azokat a dinamikus körülményeket, amelyek arra utalnak, hogy a műszaki haladással feltétlenül növekszik vagy növelhető a kitermelhető kőolaj- és földgázvagyon. Ma már világosan látszik, hogy olyan területek kiaknázására is sor kerül, amelyek korábban műre nem voltak alkalmasak. Ez a tendencia szerte a világon megfigyelhető és kihatása a hazai szénhidrogén-bányászatra is jelentős.

Ma már műre érdemesnek kell nyilvánítani azon területek jó részének a kutatását, feltárását, amelyek korábban gazdaságtalannak tűntek.

Ismerjük az arktikus területek, a tengeri kutatások, a nagymélységű kutatások eredményeit. Ezeknek óriási készletnövelő hatásuk van, mert bekapcsolnak a világ szénhidrogén-ellátásának nagy folyamatába újabb területeket, amellett hogy ezek lényegesen költségesebb megoldást jelentenek. Ebben a vonatkozásban és ebben az értelmezésben még mindig csak a kezdeti lépéseknél tartunk, de ez már a dinamikus készlet értelmezésével szorosan összefügg.

A dinamikus készlet felfogásánál célszerűbb azonban annak funkcionális oldaláról megközelíteni a kérdést. Azt vizsgálni, hogy az adott nyersanyag milyen funkciót tölt be. A mi esetünkben mindenekelőtt az energiafunkcióról van szó. Ha erről az oldalról vizsgáljuk a készletet, kimerülési lehetőségét, azt tapasztaljuk, hogy ez rendkívül szoros összefüggésben van a tudománnyal és a fejlődéssel. Az ember a fogyasztás révén ugyan elhasználhat készleteket, de az emberek tudása, akarata és a tudomány fejlődésének eredményeképpen létre is hozza azokat. A funkcionális oldalról való vizsgálat során nem elég a kőolaj és földgáz összmennyiségét vizsgálni, hanem mindazokat az anyagokat, módszereket, fejlesztéseket figyelembe kell venni, amelyek az energiaellátásban döntő jelentőségűek lehetnek.

A mai technikai felkészültség, gazdasági lehetőség mellett ma még nem tekintjük reális készletnek azokat az olajpalákat, amelyekből összesen a világon — a közelítő statisztikai adatok szerint — 825 000 milliárd tonna áll rendelkezésre. De minimális mértékben tekintjük készletnek a geotermikus energiát, amelyből 7000 milliárd kőolajtonna-egyenértékű áll rendelkezésre. A szénnek is csak kis százaléka a szoros értelemben vett készlet; szénből pedig 7600 milliárd tonna áll rendelkezésre, és ebből 2000-ig mindössze 2% fogy el. Ebből a Szovjetuniónak több mint 5000 milliárd tonna szénkészlete van. Nagy része Szibériában. A magenergiának sokszorosító reaktorokban végbemenő folyamatából adódó formája ma még nem készlet, holott 90 000 milliárd tonna áll majd 2000 után rendelkezésre, amikorra sikerül számos technikai kérdést megoldani [4].

Ha mindezeket figyelembe véve vetjük fel azt a kérdést, hogy mit kutatnak ma szerte a világon a kapitalista nagyvállalatok, a szocialista országok fejlett kutatóintézetei, akkor sok mindent másképp kell értékelni, mint néhány évvel ezelőtt. Kutatják mindazon korszerű energiafelhasználási módszereket, készletté válási körülményeket, amelyek az emberiség vagy egy adott ország energiaellátását hosszú távon tartósan biztosítani hivatottak. Az is megállapítható, hogy ezek rendkívül féltve őrzött, nagy költséget igénylő kutatásokat jelentenek.

Az Egyesült Államok és a Szovjetunió fejlesztési adatait szoktuk felhasználni értelmezéseinkhez, holott ezek egy kisebb ország — így Magyarország — adottságaitól is lényegesen eltérnek. Nem is tudna egy-egy kisebb ország olyan műszaki, tudományos bázist kialakítani, amely képes lenne lépést tartani a magenergia-kutatással, a szénelgázosítás és -cseppfolyósítás, a H_2-termelés és sok más nagy jelentőségű fejlesztési iránnyal. Részfeladatok megoldásában ezért bőven van és lesz tennivaló minden ország számára.

Jellemző ennek a kutatási területnek fontosságára és zártságára, hogy az USA-ban a belügyminisztérium keretén belül hozták létre azt az Energiakutatási és Fejlesztési Igazgatóságot, amely a minisztériumok energiakutatási programjainak a megtervezéséért, koordinálásáért és ellenőrzéséért felelős.

Az Egyesült Államok kutatási és fejlesztési politikájában azt látjuk, hogy 1973-tól kezdve ugrásszerű kapacitás- és anyagi

koncentrálás következett be a legfontosabb kutatási területeken. Nagy súllyal szerepel a kutatások között a szénextrakció és a szénhasznosításnak különböző formája, a korszerű hajtóműrendszerek kialakítása, a kőolaj- és földgáztermelés intenzifikálása, az olajpala kitermelésével kapcsolatos kutatás, a geotermikus energia hasznosításának kérdése, a kőolajtermelés legkorszerűbb változatai, a villamosenergia-átvitel és -tárolás kérdése és több rokon program. Ezekre a kutatásokra 1975-ben 486 millió dollárt költenek [5].

Az Energiakutatási és Fejlesztési Igazgatóság 1976. évi költségvetésének adatai hasonlóak az 1975. évihez. Ebben jelentős szerepet kap a szén cseppfolyósítása, elgázosítása csővezeték-minőségű gázzá, elgázosítás kis fűtőértékű gázzá, az olajpala in situ előkészítése, a napenergia-kutatás helyiségfűtésre, napenergia más célú felhasználásra, villamos energia napfényből történő előállításának kutatása, szélenergia hasznosítása, biológiaenergia-átalakítás, a földi hő kihasználásának stb. technológiája.

A tervezett új kutatások finanszírozásának jelentős hányadát az új szénátalakítási technológiák kidolgozására kívánják fordítani, míg az olajpala-, kőolaj- és földgáztermelési eljárások kutatására és fejlesztésére szerényebb összegeket irányoztak elő.

Nem lenne azonban célszerű ebből messzemenő következtetéseket levonni a mi szakmánkat illetően, mert tudjuk, hogy az Egyesült Államok szénhidrogén-kutatását és -termelését az jellemezte, hogy 1973-ig bizonyos mértékig visszafogta a hazai fejlesztést, és a monopolkapitalista cégeken keresztül a világ fejlődő országaiban megtalálható, olcsóbban megszerezhető készletek kiaknázására törekedett.

A monopolkapitalista nagyvállalatok fejlesztési politikáját viszont a maximális profit elérése érdekében szervezték. Erre jellemző pl. a *Shell*-nek a kutatási szervezete, amely 1970-ben összesen 6500 emberrel dolgozott. 25 fő intézménye volt akkor, amikor a *Shell*-vállalatok összlétszáma 184 000 főt tett ki. Amellett, hogy sok irányban kutattak és fejlesztettek, a laboratóriumoknak és kutatóhelyeknek fő feladata volt az operatív vállalatok kiszolgálása, de az egész *Shell* cég munkájának elősegítése.

Kutatóintézetei voltak és vannak Hollandiában, Angliában, az Egyesült Államokban, az NSZK-ban, Franciaországban, Kanadában és Japánban.

A cég összesen 264 operatív vállalatnál volt érdekelt 1970-ben, és érdekeltségi köre szinte az egész világra kiterjedt; 54 államban rendelkeztek kutatási és termelési jogokkal [6].

Az energiaellátás biztosítására irányuló kutatások nemcsak az Egyesült Államokban, hanem a nyugat-európai országokban és Japánban is előtérbe kerültek [7, 8, 9]. Közismert, hogy az atomenergia-felszabadítás és békés célú hasznosításának számos kérdésével, a szénhasznosítás különböző formájával és sok egyéb kérdéssel foglalkoznak a Szovjetunióban is.

A magenergia hasznosítási technológiájának fejlődésével párhuzamosan jelentős szerepet kapott a hidrogénnek mint energiahordozónak az előállítása, illetve felhasználása, elsősorban azokban az országokban, amelyek nem tudják magukat megfelelő mértékben fosszilis tüzelőanyagokkal ellátni [10].

A lehetőségeket elsősorban arra vezetik vissza, hogy a villamosenergia-ellátás bővítése mellett elektrolízissel viszonylag gazdaságosan előállítható lesz a hidrogén, de szóba jöhet a víz termonukleáris, termokémiai bontása, és hogy ez ma már nem tartozik az utópisztikus kérdések körébe, az is bizonyítja, hogy az Egyesült Államokban 37, a Német Szövetségi Köztársaságban pedig 200 km hosszú hidrogénvezeték létezik. Párizs közelében és a Német Szövetségi Köztársaságban több föld alatti hidrogén aquifer tároló van.

Az elkövetkező években meghatározó szerepet játszanak a szénhidrogén-bányászat minden területén a korszerű másodlagos, harmadlagos termelési eljárások, és azok szerte a világon széles körű bevezetésre kerülnek [11].

A hagyományosnak nevezett vízelárasztásos módszerek fejlesztésében is nagy előrehaladást tapasztalhatunk nemcsak a méreteket, az elárasztás formáját illetően, hanem azokat az optimalizációs megoldásokat, amelyekkel lényegesen megnövelhető a kihozatal a korábbi alkalmazáshoz képest. Jellemző példája ennek az a 750 millió dollár befektetéssel épülő, Abu Dhabiban üzembe állításra kerülő vízbesajtoló rendszer, amellyel az eddigi kb. 10%-os kihozatal 30—35%-ra növekszik. A visszanyomó-rendszer teljes kifejlesztett állapotában napi 400 ezer m^3 tengervíz besajtolására lesz alkalmas [12].

A Szovjetunió eredményei és tervei különösen kiemelkednek ezen a téren, mert a 40-es évek eleje óta mintegy 200 telepben folytatnak vízelárasztásos művelést, és ennek révén 1,8 milliárd t többletolajat termeltek ki, amely a kumulált termelés 37%-át jelenti. Addig, amíg az Egyesült Államokban az elsődleges, másodlagos módszerekkel 34—35% körül várható a végső kihozatal, a Szovjetunióban az elfogadható átlagos kihozatal 41—44%, de bármilyen kitűnő eredmények születnek is a vízelárasztásos módszerrel, a termeléselemzések azt mutatják — Bajbakov szerint —, hogy az említett 200 előfordulásban 1200 m mélységig több mint 3 milliárd tonna kitermelhetetlen kőolaj maradt vissza különböző területi megoszlásban [13].

Ezért nagy állami programok, elhatározások születtek a korszerű másodlagos és harmadlagos módszerek fejlesztésére [14]. Ezek között megtaláljuk a micelláris, polimeres, széndioxidos, termikus eljárásokat, felületaktív-anyagos vizes kiszorítást és más módszereket. Egészen kimagasló a sztavropoli területen folytatott üzemi kísérlet, ahol 70%-os kihozatalt értek el nagy nyomású gázbesajtolással és keresik, kutatják mindazokat az új módszereket, amelyek a kihozatal növekedését elősegítik.

A Komi Köztársaságban 1940 óta művelnek bányászati módszerekkel. Ennek a módszernek alkalmazási területei az Apseron-félszigeten, Emba és Majkop területén vannak.

Az olajos homok és a bitumenes palák a Tatár Köztársaság területén helyezkednek el kb. 1000 m mélységig; a földtani készletek néhány milliárd tonnára tehetőek.

Az elhatározásoknál lényeges az a körülmény, hogy az ún. régi mezők körzetében hatalmas anyagi, technikai bázist hoztak létre, és képzett szakemberek állnak rendelkezésre, ezért ezeken a területeken kívánják az új módszerek bevezetését mindenekelőtt intenzívebbé tenni.

Az előzőekben elmondottakból igazolva látszik, hogy a szénhidrogén-bányászat általános fejlődésében a kutatás, feltárás és termelés vonalán a tudomány és technika nagy erővel tör be a társadalom új termelőerői közé, és alkalmazásuk révén jelentős mértékben felgyorsul az ipari termelés. Alapvető kérdések közé kell sorolni, hogy nagymértékben javul a termelésirányítás vonala mind a két társadalmi szférában, de alapvetően más tartalma van a tudományos-technikai fejlődési formának kapitalista és a szocialista társadalmi rendszeren belül.

Az is jellemző a mai kutatómunkára, hogy azok ma már nem különböző iskolákhoz, személyekhez kötődnek, hanem hatalmas termelési és technikai bázisra támaszkodnak, és az új felfedezések és az ipari realizálás közötti időszak nagymértékben lerövidül.

A földtani tudományok fejlődését részletesen kellene vizsgálni, mert a szénhidrogén-bányászat területén az alapvető szemléletbeli áttörés, változás és felismerés a földtudományok keretében ment és megy végbe, és ez vezetett és vezet egészen kimagasló eredményekhez.

Nincs kizárva, hogy a szaporodó konkrét ismeretek révén a Földre, annak tágabban értelmezett környezetére vonatkozó ismeretek lényegi felülvizsgálásra kerülnek. Ennek gyakorlati következményei ma még beláthatatlanok, és ezek még sok meglepetést tartogatnak számunkra. Nem kisebb kérdések tartoznak ide, mint a kozmikus térség kutatása, a Hold felszínének kutatása, a földi élet kialakulása, az evolúció kérdése. A földtani kutatásokban olyan eredmények vannak, amelyek ezeket részben igazolják, pl. a nagy termelékenységű mezozoós lelőhelyek mellett a paleozoikum kutatása újabb döntő fordulatot jelenthet a szibériai termelésben [15, 16].

A hazai szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés fő irányainak és sajátosságainak értékeléséhez mindenképpen hozzátartozik az a jelentős ipari fejlődés, amely a IV. ötéves tervben az ország legkülönbözőbb területén végbement, és az a sokféle próbálkozás, részeredmény, amely előrevitte az ipar fejlődését.

Napjainkban már körvonalazódnak az V. ötéves terv és a távlati feladatok kutatási célkitűzései, kapcsolódva ahhoz a nagy anyagi és szellemi koncentrációhoz, amelyet az ipar és a népgazdaság biztosít. Ezekből az is következik, hogy az V. ötéves terv feladataiban nemcsak a hiányzó termelési sorok pótlására kell hogy sor kerüljön, hanem hosszú távon meg kell alapozni a kőolaj- és földgáztermelés szinten tartását, és ehhez kell a kutatómunkát igazítani.

A hazai adottságokból és lehetőségekből következik, hogy mindenképpen alapozni kell a nemzetközi munkamegosztásra. Abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy a Szovjetunióval és a szocialista országokkal szoros baráti együttműködés alakult ki, és a Szovjetuniónak — a legkülönbözőbb területeken — óriási kutatóbázis áll rendelkezésére. Gyakorlatilag ezeket az eredményeket a kutatási munkáinknál hasznosítani lehet.

Ezekkel a lehetőségekkel az eddigiekben éltünk és a jövőben is élni kívánunk. Mindamellett a szellemitermék-forgalom és más országokkal való együttműködés is elősegítheti a sokszor rendkívül bonyolult feladataink megoldását. A fő irányokat a fúrás és a geofizika területén az OKGT-vel, illetve a Nehézipari Minisztériummal rögzítettük. Ezek mindenekelőtt fúrási optimalizációs kérdésekre, nagymélységű fúrások lemélyítésére, iszap- és cementtechnológiai fejlesztésekre vonatkoznak.

A másodlagos és harmadlagos termelések és művelési eljárások vonatkozásában sokirányú kutatást végeztünk, ezek a kutatások jelentős elméleti, laboratóriumi és üzemi kísérleti eredménnyel zárultak. Ma már ott tartunk, hogy szűkebb határok között az egyes területeken konkrétan meg lehet határozni azokat a művelési eljárásokat, amelyek az elkövetkező években a kihozatalt területenként és országosan összességében is növelni fogják. Ennek révén a kinyerhető kőolajmennyiség a századfordulóig összességében is jelentős.

A kutatás és fejlesztés feladatai közé tartozik a földtani kutatás segítése adatfeldolgozással, értelmezéssel, rezervoárgeológiai értékeléssel és számos más módon.

Ha valahol, akkor a szénhidrogén-bányászatban nagyon nehezen választható el az ipari és a tudományos kutatási tevékenység, és annak egymásra hatása feltétlenül szükséges.

Minden remény megvan arra, hogy kitűzött feladatainkat a kiválóan képzett, nagy tapasztalatokkal rendelkező szakembereink sikeresen fogják megoldani.

IRODALOM

[1] *Alliquander Ö.:* Új korszak előtt a mélyfúrás. Kőolaj és Földgáz 9 257—61 (1975).
[2] *Gyulay Z.:* Új korszak előtt az olaj kitermelése. Kőolaj és Földgáz 9 264—7 (1975).
[3] *Szilas A. P.:* A kőolaj és földgáz termelési és szállítási módszereinek fejlődési irányai. Kőolaj és Földgáz 9 268—9 (1975).
[4] ECE preliminary report on some medium — and long-term problems of the energy economy in the ECE region. Second draft, 23. Feb. 1973. Geneva S. 16.
[5] *Timenes, N.:* Research and development planing in the U. S. Department of the Interior from the Arab oil embargo to the creation of ERDA. SPE preprint, 1975 April.
[6] *Shell:* Information Handbook, 1971—72.
[7] Löwenanteil für Kohle in US-Energieforschung. Europäisches Informationsbüro für Kohlefragen **13** *3* 5—6 (1975 Febr.).
[8] *Beier, E.:* Austausch von Erdöl durch Kohle. Bergbau **25** *2* 25—32 (1974).
[9] Die Forschung bereitet künftige Rolle der Kohle vor: Europäisches Informationsbüro für Kohlefragen **12** *20* 1—2 (1974 Febr.).
[10] *Gregory, D. P.:* Wasserstoff-Energie der Zukunft. Gas Wärme International **23** *8* 311—5 (1974).
[11] *Geffen, T. M.:* Recovery of more oil from known fields. Soc. Pet. Eng. of AIME 1974. Paper No 4948.
[12] *Davis, J.:* Big waterflood begins off Abu Dhabi. OGJ *33* 49—51 (1974. Aug. 19.).
19.).
[13] *Bajbakov, N. K.:* Kak uluccsit' iszpol'zovanie geologicseszkih zapaszov nefti. Neftjanoe Hozjajsztvo *7* 1—6 (1974).
[14] *Shashin, V. D.:* New aspects in theory and practice of water flooding as applied in the USSR oil fields. Preprint of the 9th World Petroleum Congress. Special paper 4, 1—13.
[15] *Zapilov, N. P.—Zubarev, E. M.:* Paleozojszkaja neft' v Novoszibirszkoj oblaszti. Geologija Nefti i Gaza *2* 14—9 (1975).
[16] *Trofimuk, A. A.—Vüsemirszkij, V. Sz.:* Problema neftenosznoszti paleozoja Zapadno-Szibirszkoj nizmennoszti. Geologija Nefti i Gaza *2* 1—7 (1975).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának tisztújító szakosztályi közgyűlése

Budapest, 1975. október 17.

Jóllehet az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület soron következő tisztújító küldöttgyűlését csak 1976 tavaszára irányozta elő, szakosztályunk, az Egyesületnek taglétszámot illetően harmadik legnépesebb szakosztálya, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály tisztújító közgyűlését — az Egyesület elnökségétől kapott felhatalmazás alapján, tekintettel a szakosztály vezetőségében bekövetkezett személyi változásokra, valamint a szakosztály előtt álló feladatokra —, már 1975. október 17-én 10 órakor megtartotta az MTESZ—Kereskedelmi Kamara Kossuth Lajos téri székházában.

Az elnökségben — az elnöklő *Rácz Dániel* szakosztályi ügyvezető alelnök mellett — helyet foglalt dr. *Martos Ferenc* akadémikus, az OMBKE ügyvezető alelnöke, *Moharos Jenő*, az OMBKE főtitkára, valamint *Szabó György* szakosztálytitkár.

Rácz Dániel — üdvözölve a vendégeket és a szakosztálynak küldöttként megjelent tagjait, s megállapítva a határozatképességet — a jegyzőkönyv hitelesítésére *Bándi József* és *Pápa Aladár* tagtársakat kérte fel. Javasolta a vezetőségválasztás levezetésére korelnökként *Binder Bélát;* előterjesztette elfogadásra a vezetőség által megválasztott jelölő bizottságba: *Simon Norbertet* (elnök), *Győri Sándort, Horváth Róbertet* és *Tóth Emilt;* a mandátumvizsgáló bizottságba dr. *Bálint Valért* (elnök), *Csath Bélát* és *Lányi Bélát;* míg a szavazatszedő bizottságba *Dudás Józsefet* (elnök), *Dienes Mihályt* és *Török Attilát.*

A közgyűlés az elnöki javaslatokat egyhangúan elfogadta. Ezt követően *Szabó György* szakosztálytitkár tartotta meg beszámolóját.

Mélyen tisztelt Elnökség!
Tisztelt tisztújító Szakosztálygyűlés!

Az egyesületi és szakosztályi élet legjelentősebb állomásához érkeztünk: legmagasabb fórumunk, a közgyűlés előtt kell számot adni három és féléves munkánkról, lezárni egy periódus tevékenységét. Ha a közgyűlés kerete miatt teljes képet nem is adhatok, mindenesetre reális képet igyekszem vázolni, utalva munkánk leglényegesebb momentumaira, felmérve annak mennyiségét és minőségét.

Mielőtt rátérnék a titkári beszámolóra, úgy érzem, meg kell emlékezni azokról a tagtársainkról, akiknek a legutóbbi tisztújító közgyűlés óta utolsó „jó szerencsét" mondani kényszerültünk. A fájdalmas búcsú sorrendjében tisztelettel megemlékezünk *Majerszky Béla* volt szakosztályelnök és -titkár, *Károlyi Ernő, Perendi Lajos, Károlyi Árpád, Tatai József, Szatmári Ferenc, Benedek Ferenc* volt szakosztálytitkár, *Lomniczy Dezső* volt főtitkár, *Jancsó Józsefné,* dr. *Réti Sándor, dr. Majzon László, Széll Kálmán, Purman Jenő, Zsigmondy Hugó, Komornoki László* volt szakosztálytitkár, *Kalcher Ferenc, Prunner Gyula,* dr. *Székely Pál, Sinkó György,* dr. *Patsch Ferenc, Kelemen Sándor, Gacs János* és *Hegedüs Ferenc* volt szakosztálytitkár tagtársainkról.

Egyesületi szokás szerint áldozzunk kegyelettel emléküknek egyperces tiszteletadással. Emléküket örökre megőrizzük!

Tisztelt Közgyűlés!

Egyesületünk, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület több mint 80 éves hagyományai haladó célkitűzésekért folytatott erőfeszítésekről tanúskodnak. Szakosztályunk — amely jövőre ünnepli megalakulásának 35 éves jubileumát — hasznos tevékenysége 1945 után teljesedett ki és azóta munkájában jól érvényesítette felügyeleti szervének az MSZMP KB Titkárságának a társadalmi egyesületekre vonatkozó határozatait, amely a XI. Kongresszuson rögzített állásfoglalás szerint az ipar termelési feladataihoz való szoros kapcsolódást követeli meg. Ez egybeesik azzal a majdnem évszázados alapító gondolattal, amelyet *Péch Antal*, az Egyesület első elnöke 1892-ben fogalmazott meg: „... *a magyar bányászat érdekeinek előmozdítása minden irányban...*". Ezzel sikerült háttérbe szorítani azokat az elveket, amelyek — különböző érdekek alapján — csupán a szakirodalom művelésére kívánták visszaszorítani az Egyesület tevékenységét. Szakosztályunkra vonatkozóan ez az alapvető célkitűzés úgy értelmezhető, hogy „az olajipar műszaki színvonalának emelése, összhangban az energiastruktúra korszerűsítésével járó feladatok igényével".

Ez volt egyben a most leköszönő vezetőség alapvető törekvése. Egyértelmű elkötelezettségről van tehát szó: olajbányászatkoncentrikusságról. Ha korábban a *Péch Antal*-i definícióra hivatkoztunk, ma már megerősítve érezzük egyesületi-szakosztályvezetési politikánkat az MSZMP XI. Kongresszusának vonatkozó határozataival. A munkánknak irányvonalat szabó alapdokumentumok határozottan rögzítik azt, hogy a szövetségnek — esetünkben szakcsoportoknak — fokoznia kell erőfeszítéseit a vállalatokhoz, üzemekhez kapcsolódó egyesületi élet kibontakoztatására.

Az 1972. április 17-én megválasztott vezetőség 12 főből állt. Ha az utolsó évtizedet vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a korábbi 6, majd 8 fős vezetőséghez képest ez a létszám lényegesen differenciáltabb munkához nyújtott lehetőséget. Erre kétségkívül szükség is volt, hiszen a vázolt időszakban a taglétszám 100-ról 834-re növekedett.

Míg az elmúlt évtized első éveiben az egyik alapvető cél a taglétszám növelése volt, addig vezetőségünk olyan álláspontra helykezedett, hogy a tagfelvételi agitáció mellőzésével csak azokat a jelentkezőket fogadjuk a szakosztályba, akiknek permanens aktivitása egyértelműen biztosra vehető. Ezt a bizonyos fokú korlátozást azért alkalmaztuk, mert a létszámra vonatkozó korábbi statisztika azt mutatta, hogy az új tagok jelentős része hat hónap, egy év eltelte után elhanyagolja fizetési kötelezettségét, munkájáról nem is beszélve.

Az elmúlt évben a taglétszám 63-mal növekedett. Figyelembe véve az év közben végrehajtott felülvizsgálatot és az azt követő törlést, illetőleg halálozást, a növekmény 10%-osnak mondható.

A tagság spektruma jelentősen nem változott; a létszám 53%-a 35 éven aluli fiatal, 75%-a pedig vidéki. A helyi és szakcsoportok felépítése a referálandó időszakban csaknem változatlan volt, követi az ipar struktúráját.

A tisztújításkor jóváhagyott összesen 8 egységben folyik a munka. Éppen a bevezetőben mondott alapelvek, valamint az ipar irányítási rendszerének a követése alapján a vezetőség nem hagyta jóvá további, nevezetesen a külön szegedi helyi csoport életre hívását.

A tagság létszámához kapcsolódóan kedves kötelességemnek kell eleget tennem: az Egyesület központi tagnyilvántartó irodája írásban megkereste vezetőségünket, közölvén, hogy szakosztályunk nyilvántartással foglalkozó aktivistái közül *Bencsik Istvánné* (NKFÜ), *Dul György* (OLAJTERV) és *Jeney Zsigmondné* (NKFÜ) tagtársakat példamutató munkájukért elismerésben részesítsük.

Miután a helyi- és szakcsoportokban a tisztújítás megtörtént, és több vezetőségben az alapszabályban rögzített megkötés nem tette lehetővé egyes tisztségek megújítását, jó néhány kiváló tagtárstól kell — mint tisztségviselőtől — ideiglenesen és jelképesen búcsúznunk. Kérem ezért munkájuk elismeréseként *Hegyi Ferenc*, dr. *Megyeri Mihály*, *Patsch Ferenc* és *Szittár Antal* volt szakcsoportelnök és -titkárok tárgyjutalomban való részesítését.

Lapunk munkájával más helyütt kívánok foglalkozni, azonban azon túl, hogy a főszerkesztő és szerkesztők munkáját a vezetőség a ciklus során kellőképpen értékelte, és törekvéseik itt is csak a dicséret szuperlativuszaival jellemezhetők, ki kell emelni a szerkesztő bizottságból a felelős szerkesztő előterjesztése alapján dr. *Alliquander Ödön* és *Szegesi Károly* személyét. Munkájukat mindazok nevében köszönjük, akik a lapot olvassák.

Utolsó indítványként terjesztem az Elnökség és a Közgyűlés elé *Hiesz Dénes*, *Pollok László* és *Tóth András* vezetőségi tagok erkölcsi elismerését. *Hiesz Dénes* a Vízfúrási Szakcsoport elnökeként szerzett elévülhetetlen érdemeket. *Pollok Lászlónak* köszönhető, hogy nagyrendezvényeink színvonala, tartalma és megrendezése az MTESZ-ben az első között van elismerve. Mi, a leköszönő vezetőség tagjai tudjuk csak értékelni határtalan agilitását, időnként egészségi állapotát is veszélyeztető túlfeszített munkatempóját. *Tóth András* a hálátlan, és teljes megelégedéssel sohasem ellátható külügyek intézése során töltötte a csaknem négy év számos délutánját az Egyesület irodájában. Fizikai, adminisztratív munkájának elismerése mellett szeretnénk értékelni a külügyek tematizálása terén kifejtett elvi-irányító tevékenységét is.

Kérem a tisztelt Közgyűlést, fogadja el azt az indítvány, hogy az Egyesület elnöksége nevezetteket egyesületi emlékéremben részesítse.

Tisztelt Közgyűlés!

A helyi és szakcsoportok tevékenységéről a lapunk más helyén közölt beszámolók adnak számot. A leköszönő vezetőség ajánlás formájában az egyes csoportok észrevételeit és javaslatait továbbítja a következő ciklus vezetőségének.

A továbbiakban a munkaterv főbb elemeiről kívánok összefoglalót adni.

A referálandó ciklusban összesen 14 vezetőségi ülést tartottunk. Napirenden leggyakrabban a vándorgyűlések előkészítése, pályázati és külügyek, valamint a költségvetés szerepelt. Egyebekben különböző állásfoglalás, beszámoltatás és személyi ügyek vitája történt. Fontos határozatot hozott az 1973. december 18-án megtartott vezetőségi ülés, amely kimondta a vándorgyűlések kétéves ciklus szerinti rendezését. Ennek indoka az volt, hogy ezzel emelhető legyen a szakmai, szervezési és technikai színvonal. A konferencia anyagát több nyelven nyomtatásban kell a megjelentek rendelkezésére bocsátani; a résztvevők köre bővült; az előkészítés időszaka törvényszerűen megnőtt. A gyakorlat igazolta, hogy a kétéves ciklus helyes arányokat biztosít, egyúttal azonban szükséges is az, hogy a különböző szakterületen dolgozó kollégák, volt munkatársak legalább kétévenként találkozhassanak.

Az 1975. szeptember 3-i szakosztály-vezetőségi ülés elfogadta *Placskó József* elnök külföldi munkavégzése, dr. *Garai Tamás* alelnök munkahelyváltozása miatti visszavonulását. A vezetőség ugyanakkor *Rácz Dánielt* ügyvezető alelnökké választotta meg. A határozatokról a tagságot lapunk útján következetesen informáltuk. A 14 vezetőségi ülés minden esetben határozatképes volt, a vidéki szakcsoportok képviselőit mindig meghívtuk és elvártuk.

A jóváhagyott éves munkaterveket mind a csoportok, mind a szakosztály vezetősége teljesítette.

A három és féléves munka során három vándorgyűlést rendeztünk.

1972. október 11—14-e között tartottuk a „Távlati műszaki és gazdasági célok a kőolaj- és földgázbányászatban" tematikájú XIII. Vándorgyűlésünket Hajdúszoboszlón. Négy szekcióban összesen 50 előadás hangzott el; 400 hazai és 124 külföldi résztvevőt regisztráltunk.

A XIV. Vándorgyűlésre — a VII. Szénhidrogén-bányászati Geokémiai Nemzetközi Tudományos Konferenciával közös rendezésben — Budapesten került sor 1973. szeptember 30—október 3-a között. Három szekcióban 104 előadást hallgatott meg a 270 hazai és 220 külföldi, ebből 149 szocialista országból jött résztvevő.

A XV. Vándorgyűlést Balatonfüreden rendezte a szakosztály 1975. szeptember 14—17-e között. A plenáris záróelőadások egyértelmű dicsérő értékelése mellett a konferencia jelentőségét fémjelezte dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter részvétele és plenáris előadása. Ez egyben Egyesületünk, ill. Szakosztályunk munkájának a legnagyobb szintű elismerését is jelenti.

Miniszterünk a megnyitás előtti órában részletesen foglalkozott — utalva korábbi vezérigazgatói posztja során szerzett tapasztalataira — a szakosztály munkájára vonatkozó igényével. Az V. ötéves terv, az ipart érintő minisztertanácsi és ATB-határozatok teljesítésében vázolta az Egyesülettől elvárt feladatokat.

Foglalkozott felvetésünkre a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ Különszámával is. Ügyeinkkel kapcsolatos tájékozottsága a megbeszélésen jelenlevőknek jóleső meglepetést okozott. Utalva az Egyesület és az OKGT általa ismert jó kapcsolatára, ill. az abban rejlő lehetőségekre, garanciát látott az adott problémák megoldhatóságára, a további munka sikerére.

Tisztelt Közgyűlés!

Röviden néhány szót még a kisebb rendezvényekről, kollokviumokról, vitaülésekről. A tagság aktivitását mutatja az, hogy a ciklusban összesen 52 rendezvény zajlott le, 365 előadás hangzott el, a résztvevők létszáma meghaladta a 4000-et. Különösen azért értékelhető ez, mert az érdeklődőknek sokszor 200 km távolságból kellett utazniuk.

A legjelentősebb kollokviumok sorrendiség nélkül, tételesen:

— Rezervoármérnöki vitaülés II—III.
— Fúrástechnikai konferencia I—II.
— Ifjúság a korszerű szénhidrogéniparért I—II.
— Szovjet jubileumi kollokvium, az együttműködési szerződés 25 éves évfordulójára (Szegeden és Nagykanizsán).

A szakmai érdeklődés, a publikációs igények kielégítésének fontos terrénuma a külföldi konferenciákon, tanulmányutakon való részvétel. Ez a terület is a leköszönő vezetőség munkájának súlypontját képezte.

Az éves programok összeállításának az alapja az MTESZ eseménynaptárán alapult, amelyből a kiküldetésre érdemes rendezvények körét meghatároztuk, s év közben korrigáltuk. Ezekre nyújtotta be felkérésre a szak- és helyi csoportok vezetősége javaslatait, a sorrendiség megjelölésével. A delegációk összetételét azután a vezetőség hagyta jóvá.

Általában a lebonyolítás két formáját gyakoroltuk: MTESZ és szakosztályi csere vagy egyéni devizakeret terhére finanszíroztuk a tanulmányutakat. Lehetőséget biztosítottunk vállalati kezdeményezésre szervezett kiküldetéshez, szocialista országokba.

Legintenzívebb külföldi kapcsolatainkként az 1975-ben 10 éves jubileumát ünnepelt jugoszláv együttműködési programot és a Freibergi Bányászati Akadémiával (NDK) kötött 12 éves csereszerződést említhetjük meg.

A beszámolási időszak alatt 254 fő 919 kiküldetési napot teljesített, ez átlagosan csaknem 4 napot jelent küldöttenként. A tagság jelenlegi létszámának 31 %-a volt tehát külföldön. A kontingens több mint kétharmadát a jugoszláv tanulmányúti program tette ki; a nyugati országokban 18 delegált 36 napot tartózkodott, míg a 9. Kőolaj-Világkongresszuson Tokióban a szakosztály költségére 2 fő utazott.

Néhány szót a kiadványokról.

A szakosztály elsődleges publikációs fóruma a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ folyóirat. Színvonala, a szerkesztés igényessége és a megjelenés rendszeressége tekintetében az MTESZ-periodikák között az elsők egyike. Az elmúlt 3 évben 231 nagyobb terjedelmű szakcikk jelent meg a lapban. Az igényeknek megfelelően némiképp változott a lap tartalma, amennyiben bővült az aktuális és szakosztályi híranyag. Az arányok meghatározásakor azonban mindig figyelembe kellett venni a terjedelem, valamint a nyomdai munkálatok átfutási idejének adott korlátait.

A „*Különszám*", az iparban egyedülálló publicisztikai tanulmánykötet, ez ideig hét évet referált; kéziratban van a nyolcadik. A kiadvány értéke abban rejlik, hogy a szerzők a feldolgozott irodalmat súlyozva, szelektálva tárgyalják. Általában 1600 a hivatkozott közlemények száma, természetesen a feldolgozott anyagé sokkal nagyobb. Az érdeklődők számára tehát az jelenti a könnyebbséget, hogy az érdeklődésre számot tartó mintegy 70 periodikának adott esetben csak töredékét kell tanulmányozniuk.

Az évente kiírt pályázatok — amelyek köre az üzemtörténeti tárgykörrel bővült — jelentős része az iparban közvetlenül hasznosítható. Az elbírálás a szakmai tartalom színvonala és eltérő témája miatt igen súlyos feladatot jelent a bíráló bizottságnak. A független opponensi vélemények korrelálását lehetővé tevő pontozási rendszer azonban jól bevált, és a bizottság munkáját dicséri.

A hagyományok ápolása, a szakma iparági értékeinek az utókor számára való megőrzése területén a szakosztálynak egyedülálló felelősséget kell vállalnia. Ezt a célt szolgálja az üzemtörténeti pályázat kiírása, valamint az a szoros együttműködés, amely a Magyar Olajipari Múzeummal kialakult, és amelynek garanciája a múzeumigazgató agilitása, nem véletlen vezetőségi tagsága.

Tisztelt Közgyűlés!

Nem volna teljes a beszámoló, ha nem szólnánk a szakosztály pénzügyi helyzetéről. A vezetőség szigorúan ragaszkodott a munkatervben rögzített éves költségvetéshez, azonban a tárgyév közben előre nem becsülhető tényezők, valamint a pénzmozgások bizonyos mértékig rugalmatlan követhetősége nem jelentős költségnemek közötti átcsoportosításokat tett szükségessé. Természetesen ettől független volt a helyi- és szakcsoportok esetenkénti költségvetés-módosítási igénye, amelyet a vezetőség a feladatok, a munkaterv elvégezhetősége szempontjából értékelt és akceptált.

A szakosztály teljes pénzforgalma az elmúlt periódusban évente 1300 eFt körül alakult. Az 1972-es munkaévet pozitív szaldóval, a következőt ugyanannyi deficittel zártuk. Minthogy 1974-ben egyensúlyban volt a mérleg, a pénzgazdálkodásunkat egészében véve az Elnökség jónak találta, s a Számvizsgáló Bizottság elfogadta. Az 1975-ös esztendő zárására a kilátásaink kedvezőnek mondhatók, bár a balatonfüredi vándorgyűlés mérlege ez ideig pontosan nem adható meg.

A pénzügyi helyzet elemzésekor a köszönet és elismerés hangján kell szólnunk az OKGT vezetőségéről. A vezérigazgatóság működésünk feltételeit mindig messzemenően biztosította. Egyidejűleg azt is hangsúlyozni kell, hogy értékelték a szakosztály vezetőségének takarékossági törekvéseit, amelyet a jövőben nyilvánvalóan tovább kell fokozni.

Mélyen tisztelt Elnökség, Tisztújító Közgyűlés!

A kényszerűségből rövidre fogott titkári beszámolóban utalt eredmények nem feledtethetik azokat a hiányosságokat, hibákat, amelyeket a megtisztelő, de sokszor fáradságos munkánk során óhatatlanul vétettünk. Sokszor nem maradt elegendő energia arra, hogy kellő pontossággal lássuk el feladatainkat, és nagyobb figyelmet fordítsunk egyes tagtársaink vagy egyes szakcsoportok problémáira. Lehetséges, hogy munkánk során megbántottunk valakit, kérjük, vegyék figyelembe azt, hogy a megbízatásunkból reánk háruló terhek esetenként nagyon nehéznek bizonyultak. A nehézségeken és bajokon azonban mindig átsegített bennünket a tagság egyértelmű bizalma és az, hogy mindig volt kivel megosztanunk problémáinkat, ami nélkül ezt a munkát nem is végezhettük volna el.

Most, amikor a kölcsönzött bizalmat megköszönve befejezem számadásomat, kérem, hogy az alkalom ünnepélyessége ne tartsa vissza a tisztelt Közgyűlés küldötteit az építő bírálattól, amely segítség már az utánunk következő vezetőket támogathatja, akiknek kívánok hagyományosan

jó szerencsét!

*

A titkári beszámolót követő *indítványok* során *Török Attila* javasolja a szakosztályi életben két cikluson át érdemes munkát végzett *Lendvai László* és *Patsch Ferenc* tagtársak megjutalmazását.

Binder Béla a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szakfolyóirat csaknem nyolc év óta változatlan összetételű szerkesztő bizottságának — részben lemondások, részben a ciklusváltás miatti — átalakítására, felfrissítésére hívta fel a figyelmet.

Tóth Ferenc elsősorban a Magyar Olajipari Múzeum kérdéseivel foglalkozva, az 1975. szeptember 3-i szakosztály-vezetőségi ülés határozatának értelmében a nemzetközi kooperációban megvalósítandó orenburgi gázvezeték építéstörténetének megörökítését tette szóvá, s kérte ehhez a szakosztály erkölcsi és szellemi segítségét. Javasolta még, hogy a szakosztály legyen kezdeményező életműpályázatok kiírásában is.

Darás István — a Siófoki Helyi Csoport példája alapján — ösztönözte a többi csoportot is szakmai és nyelvtanfolyamok megrendezésére, mint a tagságot jótékonyan megmozgató, hasznos tevékenységre.

Az elnök megköszönve az indítványokat, a titkári beszámolóhoz kért reflexiókat.

Binder Béla ismertette, hogy az 1975. évi pályázatokra az előző évieknél lényegesen kevesebb pályamű érkezett be. Kéri a tagság aktivitását, mert a szépen dotált díjnyertes pályaművek egyben a szakfolyóirat cikkanyagának forrásai.

Tóth András szerint a szakosztály külföldi kapcsolatainak tervezett elmélyítését nem sikerült minden szocialista ország illetékes szerveivel elérni. E téren még sok a tennivaló.

Török Attila az Egyesület, ill. a szakosztály szakmai tevékenységének az iparágéval való szorosabb összehangolását sürgette.

Dr. *Martos Ferenc*, az OMBKE elnöksége nevében köszöntötte az ősi Egyesület egyik legdinamikusabban fejlődő szakosztályát. Kiemelte nagyrendezvényeink nemzetközileg is méltányolt, példamutató szervezését, szakfolyóiratunk és annak Különszámaként megjelenő bibliográfiai tanulmányunk elismert magas színvonalát, s a szakosztálynak a Párt és Kormány gazdasági célkitűzéseit támogató tevékenységét. Köszönetet mondva a lemondó vezetőségnek, az új együttestől hasonló odaadó, kollegiális támogatást kér.

Ezt követően a közgyűlés egyhangúlag elfogadta a titkári beszámolót, az indítványokat és a hozzászólásokat, majd *Rácz Dániel* a régi vezetőség nevében lemondott, átadva tisztségét a korelnöknek.

*

Binder Béla korelnök mindenekelőtt méltatta a leköszönt vezetőség érdemeit, majd — megállapítva, hogy a jelenlevők egy személy tartózkodásával a vezetőség lemondását elfogadták — felkérte a jelölő bizottság vezetőjét az új elnökséget illető javaslattételre.

A *Simon Norbert* által előterjesztett jelölőlistát — elnök: *Hangyál János*; alelnök: *Rácz Dániel;* titkár: *Szabó György*; tagok: *Antal Lajos, Binder Béla,* dr. *Doleschall Sándor, Götz Tibor, Hajdú Lajos,* dr. *Heinemann Zoltán,* dr. *Kókai János, Tóth Ferenc* — a gyűlés egyénenkénti szavazással szinte egyhangúan elfogadta. A jelölő bizottság elnöke egyben *Hangyál János, Rácz Dániel* és *Szabó György* rövid életrajzát és szakmai tevékenységét is ismertette.

Az ezt követő szünetben a szavazólapok elkészítésére került sor, majd *Rácz Dániel* tartotta meg *A szénhidrogén-bányászati kutatás és fejlesztés nemzetközi és hazai sajátosságai* c., nagy érdeklődéssel kísért, az elnök által nagyra értékelt, s lapunk más helyén közölt előadását.

*

Dr. *Bálint Valér*, a mandátumvizsgáló bizottság elnöke tett ezután jelentést a szavazati joggal rendelkező küldöttek létszámáról, majd *Dudás József*, a szavazatszedő bizottság elnöke ismertette, hogy a 105 szabályos megbízólevéllel jelentkezett tag közül 103 adta le szavazatát. Eszerint a szakosztály új vezetősége:

Elnök:	*Hangyál János*	103 szavazattal,
Alelnök:	*Rácz Dániel*	103 szavazattal,
Titkár:	*Szabó György*	103 szavazattal,
Tagok:	*Antal Lajos*	103 szavazattal,
	Binder Béla	102 szavazattal,
	Dr. Doleschall Sándor	97 szavazattal,
	Götz Tibor	103 szavazattal,
	Hajdú Lajos	103 szavazattal,
	Dr. *Heinemann Zoltán*	103 szavazattal,
	Dr. *Kókai János*	103 szavazattal,
	Tóth Ferenc	103 szavazattal.

Ezenkívül 1—1 szavazatot kapott még: *Bándi József, Győri Sándor, Munkácsi Zoltán, Simon Tibor, Tóth András* és *Török Attila.*

Binder Béla korelnök — megállapítva az új vezetőség alapszabályszerű megválasztását és üdvözölve az új elnököt — ezt követően átadta helyét

Hangyál Jánosnak, aki megköszönve a tagság bizalmát, s kérve annak tettekben való megnyilvánulását, ígéretet tett a maga és a vezetőség nevében is arra, hogy a szakosztály ügyeit e szűkebb közösségen keresztül az iparág és az ország nagy célkitűzéseivel összehangolva, a köz javára fogja szolgálni.

*

Az újonnan választott **szakosztály-vezetőség** — *Hangyál János* elnökletével — ezt követően **megtartotta első ülését**, ahol az egyes reszortok megállapítására került sor. Eszerint:

a tagsággal kapcsolatos személyi ügyek felelőse: *Antal Lajos;*
a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ lap felelős szerkesztője: *Binder Béla;*
a szakosztályközi ügyek felelőse: dr. *Doleschall Sándor;*
a biztonságtechnikai munkacsoport elnöke: *Götz Tibor;*
a pályázati ügyek felelőse : *Hajdú Lajos;*
az ifjúsági és oktatási ügyek felelőse: dr. *Heinemann Zoltán;*
a külföldi kapcsolatok felelőse: dr. *Kókai János,* míg
a tradicionális és muzeális ügyek felelőse: *Tóth Ferenc* lett.

B. B. és *Sz. Gy.*

*

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya helyi és szakcsoportjainak tisztújító közgyülései

Budapesti Helyi Csoport

Budapest, 1975. október 10.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Budapesti Helyi Csoportja 1975. október 10-én tartotta tisztújító, vezetőségválasztó közgyűlését az MTESZ Kossuth Lajos téri székházában. A leköszönő vezetőség nevében *Lendvai László*, a helyi csoport alelnöke üdvözölte a résztvevőket, és nyitotta meg a közgyűlést, majd javaslatot tett a jelölő bizottság és a szavazatszedő bizottság összetételére, és felkérte a korelnök *Binder Bélát* a közgyűlés levezetésére.

A jelenlevők egyetértettek abban, hogy a jelölő bizottság elnöke *Götz Tibor*, tagjai dr. *Kókai János, Kőrösi Zoltán, Németh Ferenc, Turkovich György* legyenek. A szavazatszedő bizottság elnökének dr. *Heinemann Zoltánt*, tagjainak *Béres Deák Lászlót* és *Vörös Jánost* választották.

Ezután a helyi csoport titkára, *Török Attila* tartotta meg beszámolóját a vezetőségnek és a csoport — jelenleg már 256 főt tömörítő — tagságának az elmúlt több mint három és fél évben végzett munkájáról. Bevezetőjében hangsúlyozta, hogy bár jelentős fejlődés volt észlelhető a csoport munkájában, a vezetőségen belüli „közös teherviselést" nem sikerült elérni, és nehézséget jelentett az a tény, hogy a szakosztályon belül nincsen egyértelműen meghatározva a Budapesti Helyi Csoport helye és kapcsolata más, országos vonzáskörű csoportokkal, konkrétan a közgazdasági, vízfúrási és biztonságtechnikai szakcsoportokkal.

A periódus folyamán 1973-ban a Budapesti Helyi Csoport eredményesen vett részt a XIV. Vándorgyűlés szervezésében. Az MSZMP KB határozata és az Ifjúsági Törvény szellemében fiatalokból álló aktívahálózatot hoztak létre a taglétszám jelentős részét adó vállalatoknál (OKGT, OGIL, OLAJTERV, ÁFOR). 1974. április 30-án tartották a „Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért" jelszó jegyében az 1. Ifjúsági Szakmai Napokat, ahol öt szekció keretében 62 előadás hangzott el. A 2. ilyen összejövetelt 1975. november 18—19-ére tervezik az OKGT „Alkotó Ifjúság" pályázatának értékelésével együtt. 1975. április 10-én „Hazánk szénhidrogén-csőtávvezetékeinek hibaelhárítása és karbantartása" címmel jól sikerült vitadélelőttöt tartottak.

Az eredmények e rövid felvázolása után *Török Attila* olyan problémákat vetett fel, amelyek megoldása már az új, megválasztandó vezetőség feladata lesz; ezek között a leglényegesebbek:

Az alapszabályban egyértelműen meg kell határozni a csoport helyét a szakosztályon belül; meg kell oldani a csoport adminisztrációs, ügyviteli feladatainak ellátását; növelni kell a csoport, a szakosztály szakmai tekintélyét, az állami szervek részére, országos jelentőségű gazdaságpolitikai kérdések megoldására készített javaslatok révén; tovább kell erősíteni a tagdíjfegyelmet; növelni kell a bázisvállalatok számát kis létszámú, de tevékeny sejtek létrehozásával; évente legalább egy alkalommal a csoport vezetőségének és vállalatok vezetőinek együttes ülésén meg kell határozni azokat a feladatokat, amelyek megoldásához a csoport segítséget tud nyújtani. Össze kell hangolni a vállalatok és a csoport tudományos-szakmai tevékenységét, rendezvényeit. Meg kell oldani a szakmai látogatásra érkező külföldiek fogadását, foglalkoztatását. Biztosítani kell a *Kőolaj és Földgáz* szaklap üzemi hírekkel való ellátását; meg kell oldani a kapcsolatok felvételét és a szorosabb együttműködést a KGST-tagországok hasonló szakmai egyesületeivel; az iparág vezetőivel együtt meg kell határozni a külföldi tanulmányutak, szakmai ösztöndíjak lebonyolítását, hasznosításának módját; a csoportban létre kell hozni a Magyar Olajipari Múzeum munkáját segítő aktívahálózatot; gondot kell fordítani a nők bevonására az egyesületi munkába.

A beszámoló elhangzása után szavazásra került sor. A beszámolót a jelenlevők egyhangúan elfogadták, majd a korelnök felszólítására a jelölő bizottság — a jelöltek szakmai és társadalmi tevékenységének rövid ismertetése után — az alábbi új vezetőségre tett javaslatot:

Elnök: dr. *Bálint Valér;* titkár *Csákó Dénes;* tagok: *Csaba József, Kricsfalussy László,* dr. *Pápay József, Tihanyi Gábor, Török Attila.*

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának vezetőségválasztó közgyűlésére küldöttként az alábbi tagtársak delegálását javasolták: *Bögi István, Kőrösi Zoltánt, Kuhn Tibort, Lányi Bélát, Lendvai Lászlót, Patsch Ferencet* és *Turkovich Györgyöt.*

Ezután dr. *Heinemann Zoltán* javaslatára a küldöttek listájára felvették még a közgyűlésen hivatalból delegált *Götz Tibor* (a Biztonságtechnikai Szakcsoport elnöke) helyett *Lajer Lászlót,* a Bányaipari Dolgozók Szakszervezetének titkárát, és *Németh Ferenc* (választmányi tag) helyett — dr. *Hingl József* javaslatára — *Szabó Albertnét.*

A szavazólistára való felvételeket a tagság egyhangúlag megszavazta, majd titkos szavazással az új vezetőséget és a küldötteket megválasztotta.

A tisztújító közgyűlés a megválasztott új elnök rövid beszédével ért véget. Dr. *Bálint Valér* megköszönte a tagság bizalmát, és az új vezetőség nevében ígéretet tett, hogy a szénhidrogénipar megnövekedett feladatainak ellátásában fokozott mértékben számíthat az OMBKE, ezen belül a Budapesti Helyi Csoport munkájára.

T. L.

Nagykanizsai Fúrási Szakcsoport

Nagykanizsa, 1945. október 1.

A Nagykanizsai Csoport 1975. október 1-én tartotta tisztújító gyűlését Nagykanizsán.

Elöljáróban a szakosztály képviselője, *Rácz Dániel* tartott igen érdekes előadást *A tudományos technikai forradalom néhány szénhidrogén-ipari vonatkozása* címmel.

Dr. *Megyeri Mihály* csoporttitkár beszámolójában áttekintette a vezetőség munkáját, értékelte a tagok tevékenységét. Szólt a szakosztály rendezvényein való részvételről, a helyi rendezvényekről, elsősorban a most már évenként megrendezésre kerülő „Kanizsai Műszaki Napok"-ról. A tagok szakmai munkásságáról szólva kiemelte *Jesch Aladár* és *Paulik Dezső* érdemeit a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ Különszámának szerzőiként.

A vezetőség leköszönése után a korelnök vette át a szót, majd a szavazatszedő bizottság megválasztását követően lezajlott a szavazás.

A szavazás eredményét *Tóth Béla* ismertette. Eszerint elnök: *Varga József;* titkár: *Schall István;* vezetőségi tagok: *Barabás László, Gilicz Béla, Horváth Róbert, Kalcher István* és dr. *Megyeri Mihály.*

A korelnök ezt követően átadta helyét az újraválasztott elnöknek, *Varga Józsefnek*, aki megköszönve a tagság bizalmát, ismertette a legközelebbi időszak tennivalóit, kérve a tagság fokozott aktivitását és támogatását.

Schall István
szakcsoporttitkár

Gellénházi Termelési Szakcsoport

Gellénháza, 1975. október 15.

A Dunántúli Termelési Szakcsoport 1975. október 15-én tartotta tisztújító és vezetőségválasztó közgyűlését Gellénházán. A Szakosztályt *Tóth Ferenc* vezetőségi tag, a Magyar Olajipari Múzeum igazgatója képviselte a közgyűlésen.

A bevezető és az elnöki megnyitó után került sor a gyűlés tisztségviselőinek megválasztására. A 117 tagot számláló szakcsoport csaknem négyéves tevékenységét *Szittár Antal* csoporttitkár ismertette és értékelte. Részletes beszámolójában az elmúlt időszakban a szakcsoport által szervezett kiemelkedő szakmai témájú nagyrendezvények jelentőségéről, tapasztalatairól tett említést, és felhívta a tagság figyelmét a Lovásziban sorra kerülő jubileumi nagyrendezvény sikeres megszervezésére, valamint a szakcsoport által az 1975. évben meghirdetett pályázati felhívásra történő jelentkezésre, illetve aktív részvételre.

A titkári beszámolót a közgyűlés elfogadta, és a szakcsoport munkáját jónak ítélte meg. Ehhez kapcsolódva *Tóth Ferenc* vezetőségi tag tolmácsolta a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály elismerését a Dunántúli Termelési Szakcsoport eredményes munkájáért. Az 1972. február 24-én megválasztott régi vezetőség nevében *Trombitás István*, a szakcsoport elnöke köszönetét fejezte ki a tagságnak megtisztelő bizalmáért, értékelte a vezetőségnek az elmúlt ciklusban végzett tevékenységét, és a kiemelkedő munkát végzett vezetőségi tagoknak jutalmakat adott át. Ezt követően az új vezetőség megválasztásáig lemondott tisztségéről.

A közgyűlés által megválasztott korelnök felkérésére a jelölő bizottság elnöke ismertette az előkészítő bizottságnak az új vezetőségre tett javaslatát, és a közgyűlés határozatát kérte a jelöltek nevének szavazólapra történő felvételéhez. A szakcsoport tagsága az 1975. október 17-ével kezdődő ciklus időtartamára titkos szavazással a Szakcsoport elnökének *Trombitás István*, titkárának *Dallos Ferencné* tagokat, valamint egyéb feladatok ellátására a vezetőség további hat tagját választotta meg. Az új vezetőség nevében *Trombitás István* szakcsoportelnök köszönte meg a tagság bizalmát, kérte a tagokat és az új vezetőséget, hogy továbbra is jó munkával, aktívan tevékenykedjenek a szakcsoport célkitűzéseinek megvalósításáért.

Dallos Ferencné
szakcsoporttitkár

Siófoki Helyi Csoport

Siófok, 1975. október 14.

A Siófoki Szakcsoport 1975. október 14-én Siófokon tartotta tisztújító közgyűlését.

A régi vezetőség lemondása előtt megemlékeztek a csoport elhunyt titkáráról, *Komornoki Lászlóról.*

A taggyűlés értékelve az eddig végzett egyesületi munkát megállapította, hogy az utolsó ciklus folyamán a tagok nagyobb aktivitással vettek részt az egyesületi életben. A csoport sikeres vitaindító előadásokat rendezett a kőolajszállító vezetékek menynyiségmérésének, a hibaelhárító szolgálat felépítésének, nagy átmérőjű vezetékek automata építőgépeinek elméletével és gyakorlatával kapcsolatban.

A csoport tagjainak 60%-a 30 év alatti, ezek a fiatalok könnyen mozgósíthatók, nagy számban részt vettek az egyesület helyi és budapesti rendezvényein. Különösen érdeklődtek az egyesület által a *Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért* meghirdetett előadássorozat iránt, ahol négy tagtársunk előadásra is vállalkozott.

A csoport és az Egyesület nagy erőfeszítéseket tesz a szénhidrogénipar dolgozóinak oktatása érdekében: az Egyesület keretein belül gázátadó munkásaink számára oktatássorozatot szervezett, amelyek elvégzése után a gázátadó állomások személyzete szakmai minősítő vizsgát tehet. A taggyűlés szorgalmazta az oktatás más területekre való kiterjesztését is.

Végül a taggyűlés megválasztotta az új vezetőséget. Elnök: *Zábrák Sándor;* alelnök: *Szakonyi Géza;* titkár: *Darás István.* A vezetőségbe került *Borissza József, Csizinszki László, Szabó Lajos, Várai Lászlóné* és *Vaskó Éva.*

Darás István
csoporttitkár

Alföldi Fúrási Szakcsoport

Szolnok, 1975. október 8.

Az Alföldi Fúrási Szakcsoportnak Szolnokon, 1975. október 8-án tartott tisztújító közgyűlésén a csoport tagjain kívül képviseltették magukat a komádi, az orosházi, valamint a szegedi üzemegységek, továbbá az Alföldi Termelési Szakcsoport, a Magyar Geofizikusok Egyesülete és a Magyarhoni Földtani Társulat.

Hegyi Ferenc szakcsoporttitkár részletesen beszámolt a szakcsoportnak az elmúlt ciklusban végzett munkájáról, s azt nagyban és egészében kielégítőnek minősítette. A társegyesületek képviselői ígéretet tettek a jövőben intenzívebben együttműködni az OMBKE szakcsoportjával.

Ezt követően az alapszabályoknak megfelelő módon megtörtént az új vezetőség megválasztása, a következő eredménnyel. Elnök: dr. *Vándorfy Róbert;* titkár: *Ősz Árpád;* titkárhelyettes: *Kiss László;* rendezvényfelelős: *Keresztes N. Tibor;* gazdasági és személyzeti ügyek felelőse: *Bencsik Istvánné;* múzeumi és üzemtörténeti felelős: *Hollanday József;* kulturális és oktatási felelős: *Tatár András.*

Dr. *Vándorfy Róbert* elnök — megköszönve az ismételt bizalmat — átadta a szót *Ősz Árpádnak*, aki taxatíve felsorolta az új vezetőség előtt álló feladatokat: a taglétszám növelését és intenzívebb aktivizálását; a testvércsoportokkal és -egyesületekkel való szorosabb kooperációt; a tagdíjfegyelem megszigorítását; az üzemegység-csoportok és azok vezetőségének megalakítását; a tanulmányutakon résztvettek beszámoltatását; műszaki klub létrehozását; a szakmai tanfolyamok és pályázatok támogatását.

Végül megválasztották a szakosztályi tisztújító közgyűlésre kiküldendő, a szakcsoportot képviselő 12 delegáltat.

Ősz Árpád
szakcsoporttitkár

Alföldi Termelési Szakcsoport

Szolnok, 1975. október 16.

Az Alföldi Termelési Szakcsoport tisztújító küldöttgyűlését 1975. október 16-án tartotta Szolnokon.

Az üzemekből összegyűlt 50 küldött dr. *Zakó Vilmos* korelnök megnyitója után meghallgatta és megvitatta *Solti Károlyné* megbízott szakcsoporttitkár beszámolóját az elmúlt három év munkájáról. A beszámoló pozitívan értékelte a Múzeumi és Üzemtörténeti Bizottságok munkáját, valamint kiemelte a gazdasági ügyek szakavatott intézését. A tagság ezzel kapcsolatos véleményét támasztotta alá néhány hozzászóló is. A vita során kirajzolódtak azok a fő területek, amelyeken az új vezetőségnek saját és a tagok munkáját javítani kell. Egyik lényeges feladatként jelölték meg a sajtóbizottság munkájának jobb megszervezését, valamint a technikusok fokozottabb bevonását az egyesületi munkába.

A gyűlésen megválasztották a szakcsoport alábbi új vezetőségét. Elnök: *Pápa Aladár*, titkár: *Solti Károlyné*. Vezetőségi tagok: rezdezvényfelelősök: *Tura Attila* és *Jós Péter;* gazdasági felelős: *Jeney Zsigmondné;* külföldi ügyek intézője: *Gyukics Mihály;* adminisztrációs ügyek intézője: *Pápa Aranka* és *Vigh Ilona;* a szakcsoport vezetőségének ezenkívül hivatalból tagja minden üzemi csoport elnöke.

A választás lebonyolítása után a korelnök jó munkát kívánt a szakcsoport tagjainak, majd az ismételten megválasztott *Pápa Aladár* elnök megköszönte a bizalmat, és az új vezetőség nevében ígéretet tett a feltett javaslatok hasznosítására a szakcsoport munkájában.

Ugyancsak a küldöttgyűlésen választották meg a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály tisztújító közgyűlésére a szakcsoport 16 küldöttét.

Solti Károlyné
szakcsoporttitkár

Vízfúrási Szakcsoport

Budapest, 1975. október 1.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz és Vízszakosztályának Vízfúrási Szakcsoportja 1975. október 1-én tartotta tisztújító ülését az Egyesület Anker közi székházában.

Hiesz Dénes elnök üdvözölte a megjelent tagtársakat és *Szabó György* szakosztályi titkárt, valamint dr. *Kókai János* szakosztály-vezetőségi tagtársunkat. Megállapította, hogy a létszám a tisztújító közgyűlés előírásainak megfelelő. A napirendi pontok ismertetése után *Csath Béla* szakcsoporttitkár beszámolt az elmúlt évek eseményeiről.

A szakcsoport az előre elhatározott munkaterv szerint tevékenykedett. A tárgyidő alatt a létszám 40 főről 47 főre szaporodott. A tagság 31%-a vidéki üzemekhez tartozik. Külön üdvözölte az újonnan belépő tagtársakat is. A szakcsoport — a tervezett program szerint — változatos témájú előadóüléseket szervezett, melyek között közös rendezvény is volt, részben a Hidrológiai Társaság Vízépítő Szakosztályával, részben társszakcsoportokkal (Gellénházán és Szegeden). Az előadóüléseken vállalati és meghívott tagtársak tartottak beszámolókat, majd minden alkalommal diavetítéses beszámoló is volt, ezzel is színessé téve az előadóülést.

A szakosztályi rendezvényeken, előadóüléseken, műszaki napokon (Szolnok, Nagykanizsa), valamint a ciklusban megrendezett vándorgyűléseken is képviseltettük magunkat kisebb-nagyobb létszámmal.

Kirándulások, tanulmányutak során a zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeumot tekintettük meg, majd az utolsó két évben szlovákiai kirándulást szervezett a szakcsoport. Ennek keretében a zsolnai IGHP cég berendezéseit és a Szlovákiában dolgozó vállalati berendezéseket látogattunk meg. A szakcsoportból mintegy 15 fő utazott külföldre a szakosztály által szervezett rendezvények keretében.

A költségvetés kiértékelése alkalmával a szakcsoport részére biztosított keretösszeg felhasználásáról számolt be a titkár. A tagság a tagdíjakat rendesen fizeti, elmaradás nincs. A tagdíjak pontos befizetése előfeltétele a külföldi utakra való jelölésnek.

A szakcsoport tevékenységéről folyamatosan részletes tájékoztatást adunk szaklapunk részére. A szakcsoporttitkár kifogásolta a tagság passzivitását tudományos és üzemi témájú cikkek megírásának hiánya miatt. Az üzemi hírek között sem szerepelt beszámoló a VIKUV tevékenységéről.

A szakosztály és a szakcsoport között a kapcsolat eddig megfelelő volt. Hasonlóképpen jónak volt mondható a vállalat és a szakcsoport kapcsolata is. A vállalat a legmesszebbmenőkig támogatja a szakcsoportot, hasonlóképpen a párt, a szakszervezet és a KISZ is segítették a szakcsoport munkáját.

A szakcsoport titkára beszámolt a nemrég alakult *Zsigmondy Béla* nyugdíjasklub működéséről is. Végezetül az OMBKE alapszabály-módosítását ismertette.

A beszámoló után *Hiesz Dénes* elnök megköszönte a tagság eddigi bizalmát és benyújtotta maga és a titkár nevében a lemondást.

A leköszönés után *Szabó György* szakosztályi titkár üdvözölte a megjelenteket, majd pár szóval méltatta a szakcsoport program szerinti működését. A szakosztály és a szakcsoport jó kapcsolatát megemlítve kérte az új vezetőséget, hogy a jövőben is az előbbi vezetőség agilitásának megfelelően vigye a szakcsoport munkáját.

Ezt követően *Tolnay Kornél* korelnök átvette az elnöki tisztséget, majd a tagság üdvözlése után az új tisztségviselőkre tette meg javaslatát. A tagság nyílt szavazással választotta meg elnöknek dr. *Pataki Nándort* és titkárrá újból *Csath Bélát*. A korelnök üdvözölte az új tisztségviselőket, jó és sikeres munkát kívánva nekik a következő ciklusra.

A szünet előtt *Mózes Endre* tagtársunk az 1975. évi Freibergi Bányászati és Kohászati Napok eseményeiről, a szakosztályt érintő előadás-sorozatról számolt be, majd diaképekkel mutatta be Freiberget, az ősi bányász- és egyetemi várost.

Szünet után dr. *Pataki Nándor* — az új elnök — megköszönte a tagság bizalmát. Visszapillantásában utalt a magyarországi vízkutatási és fúrási munkák fontosságára, a felszabadulás után bevezetett új kivitelezési és technológiai eljárásokra, a vállalat profiljának kibővítésére. Kérte *Budai László* igazgató tagtársnak a jövőbeli hathatós támogatását, valamint a párt, a szakszervezet és a KISZ segítségét is.

Az elnöki expozé után *Csath Béla* titkár ismertette a szakcsoport 1976—77. és 1978. évi munkatervét. A következő napirendi pont szerint a szakcsoport megválasztotta a küldötteket a szakosztályi vezetőségválasztó ülésre. Ennek alapján az üzemektől és a központból 11 fő szerzett jogot arra, hogy a szakcsoportot képviselje. Ugyancsak megválasztották azt a három személyt is, akik az OMBKE kecskeméti küldöttközgyűlésén vesznek részt a szakcsoport részéről.

Végezetül dr. *Kókai János* tagtársunk diaképek vetítésével tartott rendkívül érdekfeszítő beszámolót a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszusról.

Csath Béla
szakcsoporttitkár

*

A Vízfúrási Szakcsoport Zsigmondy Béla nyugdíjas klubjának ülése

Visegrád, 1975. november 5.

A Klub tagjai a Vízkutató és Fúró Vállalat telephelyén, a Visegrád-lepencei vállalati alkotóházban gyűltek össze, ahol *Budai László* igazgató üdvözölte a megjelent vendégeket és klubtagokat, majd részletesen ismertette a telephely történetét és létesítményeit, valamint azok feladatát. Ezt követően a résztvevők megtekintették az alkotóházat, a termálkutat, az épülő fürdőmedencét, a *Zsigmondy Vilmos* emlékszobát, a hévízkönyvtárat, a talajmechanikai laboratóriumot, a vállalati dolgozók üdülőtelepét, a vízellátás és szennyvíztisztítás korszerű berendezéseit, valamint a mongol jurtát.

A közös ebéd utáni ülésen felolvasták az eddigi elnök, *Garamvölgyi György* lemondó levelét a klub elnöki tisztéről. Az ülés az indokokra való tekintettel a lemondást elfogadva, eddig munkájának elismerése mellett felmentette *Garamvölgyi Györgyöt* elnöki tiszte alól és az új választásig felkérte *Hiesz Dénest* a tisztség betöltésére ügyvezető elnökként. *Hiesz Dénes* ezután ismertette a *Zsigmondy Béla* Nyugdíjas Klub alapszabályát, amelyet ünnepélyesen aláírtak az OMBKE, a VIKUV, a szakszervezet és a klub képviselői. Hozzászólásában *Horváth László* NVSZB-titkár ismertette a szakszervezet által a klubtagoknak nyújtható üdülési lehetőségeket és a jól működő klubot további támogatásáról biztosította. *Nagy Kálmán* SZB-titkár kiemelte a 38 fős klub eddigi előremutató és hasznos működését, és továbbra is kilátásba helyezte a szakszervezet erkölcsi és anyagi támogatását. Az ülés *Grausz Miklósnét* felkérte a klub üdülési felelősi teendőinek ellátására. *Csath Béla*, a Vízszakosztály titkára a klub — alapszabályban rögzített — céljai közül szorgalmazta a vízfúrási emlékek, történeti adatok gyűjtését, amelyre külön is felhívta azokat a klubtagokat, akik ilyenekkel rendelkeznek. A történeti anyagot a VIKUV lajosmizsei, illetve visegrádi szakmai múzeumában helyezzük el, ahol az egyben a szakmai fejlődés bemutatását szolgálja.

A klubtagok felelevenítették tanulságos szakmai tapasztalataikat és baráti beszélgetés után az ülés az esti órákban ért véget.

Angyalffy György
okl. mérnök
(VIKUV, Budapest)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Г. Шпёркер, инженер **Перспективы сверхглубокого бурения** ..... **Стр. 1**

На основании обзора распратраненной по всему миру техники сверхглубокого бурения и достигнутых в этой области результатов, проводка сверхглубоких разведочных скважин в Европе, точнее в Средней Европе, кажется обоснованной. Однако со стороны техники бурения необходимо принять все меры для повышения эффективности буровых работ и снижения календарного времени бурения. Американский лозунг: «пробурить скважину глубиной 6000 м за 100 суток» должен иметь место и в Европе; большую помощь в этом может оказать обмен опытами между специалистами на международном уровне, и тем самым уменьшится вероятность «повторного допущения одной и той же ошибки».

И. Хознек, горный инженер: **Проблемы в области проведения работ по испытанию пластов на буровых предприятиях** ..... **Стр. 10**

С начала истории поисков и разведки на нефть и газ в Венгрии из года в год имели место случаи использования буровых станков не только для бурения, но в случае необходимости и для проведения непродолжительных испытаний пластов. В то же время под"емники наряду с испытанием пластов использовались реже для бурения, а в последнее время они все чаще используются для проведения подземного ремонта скважин, что не относится к области работ по испытанию пластов. Это обстоятельство во всех отношениях мешало управлению работами и затрудняло оценку проводимых работ. В связи с этим до сих пор требовалось отдельно учитывать условия, тормозящие проведение обычных работ по испытанию пластов. В связи с ростом потребности в об"еме геологической информации и использованием парка бурового оборудования для различных целей, необходимо принять меры для повышения эффективности буровых работ. Указываются пути улучшения работ в этой области и излагаются мероприятия, направленные на выполнение требований к области добычи нефти.

Ф. Рошта, горный инженер: **Способ стабилизации при проводке дренажной шахты** ..... **Стр. 13**

Трудная проблема подземной разработки месторождения боксита в районе Нирад — дренаж воды — была решена активной борьбой с водой в шахте, проведенной бурением. Шахты бурились роторным способом с обратной промывкой через чередования различных пластов на водоносный горизонт, представленный доломитами переменного развития. Крайние геологические условия приводят к резким изменениям направления ствола шахты. Так как искривление осложняет процесс бурения, при проводке шахты и при самом процессе дренажа необходимо стремиться к его устранению или ограничению. Для этого было применено два способа: использование эффекта колебаний инструмента в первую очередь в наддоломитовых отложениях, затем перестабилизация утяжелителя применением трех центраторов при проходке в доломитах. Последний способ оказался более эффективным. Результаты замеров кривизны, проведенных в двух скважинах: в скв. Iza П/14 и Iza П/15, указывают на эффективность работ по ликвидации искривлений.

Д. Рац, инж.-нефтяник: **Особенности исследований и разработок в нефтегазодобывающей промышленности за рубежом и в ВНР** ..... **Стр. 24**

В статье обращается внимание на эволюционные и технико-революционные преобразования в областях глубокого бурения, добычи и транспорта углеводородов. Анализируется динамический подход к рассмотрению особенностей исследовательских работ в нефтегазодобывающей промышленности. Указывается на чрезвычайное значение технического прогресса, науки и человеческих усилий в приращивании запасов углеводородов, поиске новых источников энергии и создании возможностей их использования. Приводится обзор новых направлений в исследовательских работах во всем мире, далее примеры особенностей исследований и разработок в США, СССР, в развитых капиталистических странах и на предприятиях, а также в ВНР.

*

Dipl.-Ing. *Herman Spörker:* **Über die Perspektiven des übertiefen Bohrens** ..... **S. 1**

Aufgrund eines Überblicks über die weltweit entwickelte Übertiefbohrtechnik und der erzielten Erfolge scheint es begründet zu sein, in Europa, genauer des Näheren in Mitteleuropa, übertiefe Erkundungsbohrungen niederzubringen. Seitens der Bohrtechnik muss aber alles getan werden, die Wirksamkeit solcher Bohrungen zu erhöhen und die erforderliche Bohrzeit zu mindern. Der amerikanische Denkspruch „eine 6000 m Bohrung in 100 Tagen" soll auch in Europa gültig werden. Ein internationaler Erfahrungsaustausch der Fachleute könnte dazu grosse Hilfe leisten, da die Wahrscheinlichkeit, zweimal denselben Fehler zu begehen, dadurch kleiner würde.

Dipl.-Ing. *István Hoznek:* **Über die Probleme der Formationstesten in Bohrbetrieben** ..... **S. 10**

Vom Anfang der Geschichte der ungarischen Kohlenwasserstoff-Exploration an kam es jahraus jahrein vor, dass die Bohranlagen nicht nur Niederbringen von Bohrungen, sondern notwendigenfalls auch Formationstesten kurzer Zeitdauer durchgeführt haben. Gleichfalls haben die Bohrlochinproduktionssetzungs-Anlagen neben Formationstesten hin und wieder auch Bohrarbeiten geleistet, und neuerdings mehr und mehr Wiederaufwältigungsarbeit, die nicht als eine ausgesprochene Förderversuchstätitgkeit betrachtet wird.
Dieser Umstand hat die Übersichtlichkeit in jeder Hinsicht gestört und die Bewertung der Tätigkeit erschwert. Im Laufe des bisherigen Arbeiten mussten daher die Umstände, die die herkömmliche Formationstesten gehindert hatten, gesondert in Betracht gezogen werden. Die ständige Erhöhung des geologischen Informationsbedarfs und die mehrseitige Beschäftitgung des Anlageparks beanspruchen Massnahmen, wodurch die Sondenarbeiten in unseren Betrieben erfolgreicher gemacht werden können. Der Artikel beschäftigt sich mit den die Tätigkeit beeinflussenden Möglichkeiten und mit den zwecks Befriedigung der Produktionsansprüche getroffenen Massnahmen.

Dipl. Ing. *Ferenc Rosta:* **Stabilizationsverfahren zum Bohren eines Entwässerungsschachtes** ..... **S. 13**

Das grosse Problem des Bauxit-Tiefbaus in der Umgebung von Nyirád, d.h. die Entwässerung, wurde durch einen aktiven Wasserschutz in gebohrten Schächten gelöst. Die Schächte wurden mit einem Rotary-Verfahren umgekehrten Spülungssystems über eine abwächslungsreiche Schichtenfolge in die wasserführende Formation, d.h. den Dolomit von verwirrten Fazies niedergebracht. Die extremen geologischen Verhältnisse verursachen „dog-legs". Da die Abweichung der Bohrlochsachse die Fortsetzung des Bohrens, der Ausbau des Schachtes, und den Betrieb der Entwässerung gefährdet, muss man die Behebung, bzw. Beschränkung derselben anstreben. Dafür wurden zwei Methoden angewandt: die Nutzung des Pendeleffekts, in erster Linie in den Schichten oberhalb des Dolomits, dann die Überstabilisation des Schwerstangenstrangs mit drei Zentrierkörpern beim Bohren im Dolomit. Das letztere Verfahren erwies sich als erfolgreicher. Die Wirkung der Versuche zu begradigen die Bohrlochachse zeigen die an den Bohrungen *Iza II/14* und *Iza II/15* durchgeführten Abweichungsmessungen.

Dipl.-Ing. *Dániel Rácz:* **Über die internationalen und einheimischen Eigenarten der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im Kohlenwasserstoff-Bergbau** ..... S. 24

Der Beitrag macht auf die auf dem Gebiet des Tiefbohrens, der Föderung und des Transports vor sich gehenden technischen Evolutions- und Revolutionsumwandlungen aufmerksam. Bei der Untersuchung der Eigentümlichkeiten der Forschung im Kohlenwasserstoff-Bergbau wird die in den Vordergrund getretene dynamische Anschauung analysiert. Es wird auf die ausserordentliche Bedeutung des technischen Fortschrittes, der Wissenschaft und des menschlichen Willens bei der Erhöhung der Kohlenwasserstoff-Vorräte, der Erforschung neuer Energiequellen und beim Schaffen von Nutzungsmöglichkeiten hingewiesen. Bei der funktionellen Auslegung der Energieversorgung werden die Umstände des Zustandekommens von Reserven und die neuen Forschungstendenzen der Welt dargelegt. Einige Beispiele werden zwecks Veranschaulichung der Forschungs- und Entwicklungseigenarten in den Vereinigten Staaten, in der Sowjetunion, in entwickelten kapitalistischen Ländern und in Ungarn vorgeführt.

*

Herman Spörker, Min. Eng.: **Outlooks of ultra-deep drilling.** p 1

Based on a survey of ultra-deep drilling techniques developed all over the world and on results achieved, drilling of ultra-deep exploration wells seems to be well-founded in Europe, specifically in Middle-Europe. In respect of drilling techniques, however, everything must be done to increase the efficiency of such drillings and to reduce drilling times necessary. The American slogan: " 6000 m holes in 100 days" should also be valid in Europe; for this, international experience exchanges of specialists may render a great help since they reduce the probability to commit the same error twice.

István Hoznek, Mining Eng.: **Problems connected to the formation testing activity in drilling plants**..... p. 10

From the very beginning of the Hungarian hydrocarbon exploration history it has occurred from year to year that drilling rigs have performed not only drilling operations but, in case of necessity, also formation tests of short duration. Likewise, our well completion equipments have occasionally done drilling jobs in addition to formation tests, and, of late, more and more workover jobs that are not considered as a formation testing activity.
This circumstance has disturbed perspicuity in every respect, and made the evaluation of this activity difficult. Therefore, circumstances hindering standard well testing activity had to be taken into account separately.
The constant growth of geologic information demand as well as the multi-purpose utilization of the rig park necessitate measures by which well operations at our plants can be rendered more successfull. Possibilities influencing the activity and measures taken for fulfilling production demands are dealt with.

Ferenc Rosta, Mining Eng.: **Stabilization method for water shaft drilling** .....p. 13

The vital problem of underground bauxite mining in the vicinity on Nyirád, i.e. dewatering, has been solved by active water protection performed in drilled shafts. The shafts have been drilled by the rotary method with reverse circulation of mud through a diversified strata sequence into the water-bearing dolomit layer, of capricious facies. The extreme geologic conditions cause dog legs when drilling. Since the deviation of the bore-hole may hinder the continuation of drilling, the completion of the shaft and dewatering operations, it should be endeavoured to eliminate and/or to restrict these deviations. For this, two methods are being used: utilization of the pendulum effect, primarily in stabilization of the drill collar string by using three centralizers when drilling the dolomite. This latter method has proved to be more effective. The effect of the experiments of bore-hole axis straightening is demonstrated by the results of deaviation measurements obtained on *Iza II/14* and *Iza II/15* wells.

Dániel Rácz, Petroleum Eng.: **International and national peculiarities of research and development activity in the hydrocarbon industry** ..... p. 24

The paper draws attention to evolutionary and revolutionary changes taking place in the field of deep-drilling, production and transport. While examining the peculiarities of research work in the hydrocarbon industry, the dynamic attitude coming into prominence is analysed. The extraordinary importance of technical and scientific progress and human will in increasing hydrocarbon reserves, in exploring new energy sources and in creating utilization possibilities is shown. In a functional analysis of energy supply the circumstances of coming reserves into being and new research trends appearing all over the world are outlined. Examples are referred to illustrate research and development characteristics of the individual companies in the United States, in the Soviet Union, in well-developed capitalist countries as well as in Hungary.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Az MGE Mélyfúrási Geofizikai Szakosztályának előadóülése

Budapest, 1975. október 23.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya 1975. október 23-án Budapesten előadóülést tartott. A szénhidrogén-kutatással foglalkozó szakemberekből álló hallgatóságot dr. *Barlai Zoltán* szakosztályelnök üdvözölte; ezt követően

Vargha Nóra (OGIL): **Az agyagásványok szerepe a lyukfalstabilitásban,** valamint
Sándor Gábor (OGIL): **Kőolaj- és földgáztároló homokkövek adszorpciós tulajdonságainak vizsgálata**
című előadások hangzottak el.

Az első előadás agyagos, márgás formációkat harántoló mélyfúrások lyukfal-stabilitási problémáival foglalkozott. Az előadó az omlásokból vett minták röntgendiffrakciós és elektromikroszkópos vizsgálatai alapján a lyukfalmegbomlás okait elemezte.

A második előadás a homokkövek fizikai-kémiai módszerekkel történő adszorpciós tulajdonságai meghatározását tárgyalta: a szilárd-folyadék rendszer határfelületén kialakuló viszonyokat és ezek kapcsolatát a tárolótulajdonságokkal.

A nagyszámú hallgatóság élénk érdeklődéssel figyelte az elhangzottakat, és arra a következtetésre jutott, hogy célszerű lenne a mélyfúrásokból nyert kőzetminták (furadék és kőzetmag) egy helyen történő kőzetmechanikai, -fizikai, fiziko-kémiai, továbbá kémiai vizsgálata, és a nyert adatok számítógépes tárolása. Az így tárolt adatokat a geológiával, fúrástechnológiával, karotázsmérés-technikával, rezervoármechanikával és termeléstechnológiával foglalkozó szakemberek használhatnák fel. Célszerűnek látszik a kőzetminták egységes tárolási, vizsgálati és vizsgálatértelmezési szempontjainak kialakítására az MGE Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya, valamint az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya közös rendezésében előadói napot tartani.

Csaba József

PÁLYÁZATI FELHÍVÁSOK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya pályázatot hirdet a kőolaj- és földgázipari területéhez tartozó témájú tudományos, műszaki és gazdasági jellegű, eddig fel nem dolgozott tárgyú — az eredményhirdetés napjáig máshol nem ismertetett, nyilvánosságra nem hozott, vagy közlésre át nem adott — pályaművekre. Pályázni egyénileg vagy csoportosan készített tanulmányokkal lehet. Egy személy vagy csoport két tanulmányt küldhet be a pályázatra. A pályázat titkos, csak jeligével beküldött pályaműveket fogadunk el. A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait a pályaművel azonos jeligéjű zárt borítékban mellékelni kell.

A pályázatokat két példányban az Egyesület titkárságára: 1368 Budapest, Pf. 240. postán kell beküldeni.

Beküldési határidő: 1976. május 31.

Pályadíjak:

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

A pályamunkák megfelelő értékelése érdekében az elbírálásnál egységes szempontokat kívánunk figyelembe venni. Ennek során az önállóságot, a megoldás tudományos-műszaki színvonalát, az alkalmazástól várható műszaki-gazdasági eredményt és és az aktualitást kívánjuk elsősorban figyelembe venni.

A pályázati kiírást fentiekben, tekintettel arra a nagy területre, amely a szakosztály tagjainak tevékenységi és érdeklődési köréhez tartozik, általános formában adtuk meg. Reméljük, ez tagtársaink, de különösen szakosztályunk fiatalabb tagjai számára elősegíti, hogy a pályázaton minél nagyobb számban vegyenek részt.

Budapest, 1975. december hó.

Hangyál János — a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos — a pályázati ügyek felelőse

*

A Magyar Olajipari Múzeum, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint az Országos Magyar Bányászati- és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

TÖRTÉNETI PÁLYÁZATOT HIRDET

A pályázat célja: a magyar olajipar társadalma mind szélesebb rétegeinek motiválása a magyar olajipar életével, történetével kapcsolatos anyaggyűjtésre, illetve feldolgozásra.

Pályázni lehet minden, a pályázati kiírás után megjelent vagy kiadatlan, egyéni vagy kollektív pályamunkával: *üzem- vagy vállalattörténettel; üzemi-vállalati krónikával; saját vagy gyűjtött visszaemlékezéssel; olajipari események vagy történetek leírásával: eredeti dokumentumokkal, technika- és alkalmazástörténeti feldolgozásokkal.*

A pályázat titkos és így azon csak jeligével beküldött munkák vehetnek részt. A pályamű szerzőjének adatait lezárt, azonos jeligéjű borítékban kérjük mellékelni.

A pályamunkákat a hirdető intézmények képviselőiből alakított bizottság bírálja el.

Pályadíjak:

I. díj 1 db, 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 4 db, egyenként 2000 Ft.

A bíráló bizottság dönthet a díjazatlan munkák jutalomban való részesítéséről is.

A meghirdetőknek joguk van a díjazott és jutalmazott pályamunkák megjelentetésére.

Beküldési határidő: 1976. április 15.

Ünnepélyes eredményhirdetés: 1976. július hó.

A legértékesebb munkákból és dokumentumokból a 40 esztendős zalai kőolajkutatásról rendezendő megemlékezés alkalmából kiállítást tervezünk.

Zalaegerszeg—Budapest, 1975. december hó.

Magyar Olajipari Múzeum — Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt — OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

FELÜGYELETET NEM IGÉNYLŐ TETŐTÉRI KAZÁNTELEP
(FTK tip. sorozat)

A kazántelep felügyeletet nem igénylő, elsősorban tetőtéren elhelyezett

gázkazánházak létesítésére szolgál

A kazánok vezérlése teljesen automatikus, a kazánoldali hőteljesítményt léptető kapcsolás állítja be a külső hőmérséklet függvényében. Az előremenő víz hőmérsékletének szabályozása arányos-integráló jellegű.
A napi fűtési ciklusok előre programozhatók. Az üzembiztonságot a kazánonként felszerelt lángőrök szolgálják.
A kazántelep szivattyús központi fűtési rendszerek kialakítására alkalmas.

Főbb részei: — kazánok
— keringető szivattyúk
— vezérlő automatika

A kazántelep gáz-, víz- és elektromos vezetékeit gyárilag szerelik össze az alapkeretre felerősített kazánokkal és szivattyúkkal. Az alapkeretre szerelt és beszabályozott kazántelepet egy egységként lehet a helyére emelni. A helyszini szerelés az előre megadott méretekre elkészített vezetékekhez való csatlakoztatásból áll.

Hőteljesítménye: 120 000 kcal/h-tól több millió kcal/h-ig

Gyártó vállalat: ALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI GÉPGYÁR, OROSHÁZA

Felvilágosítással szolgál:

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31. Levélcím: 1391 Budapest, postafiók 238.
Telefon: 290-020 Telex: 22-4997 Ügyintéző: Kiss Lóránt

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 33—64 oldal
BUDAPEST, 1976. FEBRUÁR HÓ
2

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

HOFFMANN JÓZSEF—FALAKY JÓZSEF — Az inhibitorhatékonyság mérési lehetőségei a kőolaj-feldolgozó iparban 33

ANDRÉ SÁNDOR—CSÁKÓ DÉNES—SAMU JÁNOS — A szénhidrogén-bányászat műszaki előírásaival kapcsolatos üzemeltetési igények és tapasztalatok 41

MIKA GYÖRGY—BÖGI ISTVÁN — Földgáz-előkészítő üzem kapacitás- és hatékonyságnövelése 51

Egyesületi hírek. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 63. Küldöttközgyűlése. Kecskemét, 1975. október 29. 59

Hírek az üzemekből. Összehasonlító termelőcső-nyomásgradiens mérése a szegedi üzemben 63

Az iparág köréből. Megkezdődött az orenburgi gáztávvezeték építése 58

Olvasóinkhoz B-3

Pályázati felhívások B-4

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1975. évi Tartalommutatója
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 64

A SZÁM SZERZŐI:

ANDRÉ SÁNDOR okl. olajmérnök, csoportvezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); BÖGI ISTVÁN okl. vegyészmérnök, önálló tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); CSÁKÓ DÉNES okl. olajmérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); FALAKY JÓZSEF okl. vegyésztechnikus (Győr megyei Állami Építőipari Vállalat, Győr); HOFFMANN JÓZSEF okl. gépészmérnök, tud. osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Százhalombatta); MIKA GYÖRGY okl. vegyészmérnök, irányító tervező, aspiráns (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); SAMU JÁNOS okl. gépészmérnök, csoportvezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok).

Az összefoglalókat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Szerkesztésér. .elős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
75-5734 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: VINCZE GYÖRGY
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.
Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 2. szám 1976. február

Az inhibitorhatékonyság mérési lehetőségei a kőolaj-feldolgozó iparban

HOFFMANN JÓZSEF — FALAKY JÓZSEF

A kőolaj-feldolgozó ipar korróziós károinak a csökkentésére leggyakrabban inhibitorokat alkalmaznak.

Üzemi alkalmazásuk előtt az inhibitorok hatékonyságát különféle laboratóriumi vizsgálattal ellenőrzik. A laboratóriumban kapott inhibitorhatékonyság azonban ritkán egyezik teljesen az üzemi tapasztalatokkal. A laboratóriumban mért hatékonyság többek között függ a kiválasztott és modellezett üzemi jellemzőktől.

E tanulmány keretében arra kívánunk választ keresni, hogy melyek azok a közvetett mérési lehetőségek, amelyekkel közvetlenül az üzemi körülmények között alkalmazott inhibitorok tényleges hatékonyságára következtethetünk. Az üzemi mérési lehetőségek korlátait, megbízhatóságát és a laboratóriumi inhibitorhatékonyság kapcsolatát kívánjuk összefoglalni.

A kőolaj-feldolgozó iparban a kémiai és/vagy az elektrokémiai korrózió csökkentésére, ill. megakadályozására, valamint szerves és szervetlen lerakódások csökkentésére, ill. megakadályozására különféle inhibitorokat alkalmaznak. A jelenleg használt korróziós inhibitorok túlnyomó többsége nagy molekulasúlyú, általában nitrogén- és kéntartalmú szerves vegyület. A kereskedelmi forgalomban levő, a kőolaj-feldolgozó ipar területén alkalmazott korróziós inhibitorok több komponensből állnak. Az inhibitorkeverékek csak abban az esetben hatékonyabbak az egyes komponenseknél, ha közülük mindegyik másmás hatócsoportot tartalmaz. Általában kismértékben vagy egyáltalán nem illékonyak. Lehetnek olaj- és/vagy vízoldékonyak, többségük azonban vízben egyáltalán nem vagy csekély mértékben, míg főleg aromás és alifás szerves oldószerben jól oldódik.

A kőolaj-feldolgozó iparban szerzett tapasztalatok lehetővé tették megfelelő követelmények kialakítását a javasolt inhibitor alkalmazhatóságának megállapítására.

A következő követelményeket sorolhatjuk fel:

1. Az inhibitor legyen hatékony a kőolaj-feldolgozás adott technológiai berendezésében a kőolaj-feldolgozás változó feltételei mellett is.
2. Legyen könnyen oldható.
3. Ne legyen káros hatása a termékek kémiai vagy fizikai tulajdonságaira.
4. Ne tartalmazzon lerakódásképző vagy azt elősegítő komponenseket.
5. Hatása legyen tartós, és ne szűnjön meg a kezelés és tárolás során.
6. Jelenléte összeegyeztethető legyen más inhibitorokkal vagy adalékokkal.
7. Oxidációval, ill. redukcióval szemben ellenálló legyen.
8. A felhasználás körülményei között legyen stabil.
9. Az adagolást követően rövid időn belül hasson.
10. Az inhibíció hatásfoka alacsony inhibitorkoncentráció mellett is nagy legyen.
11. Ne segítse elő az általános korróziósebesség csökkentése mellett lokális korrózió (pl. lyukkorrózió) fellépését.
12. Könnyen kezelhető legyen.
13. Ne segítse elő a víz emulgeálódását.
14. Adagolása legyen gazdaságos.

Az üzemi berendezések építésére használt és védeni kívánt fém összetétele, szerkezete, felületi (fizikai, kémiai, elektrokémiai) állapota befolyásolja az inhibitor hatékonyságát [1, 2, 20, 22].

Az inhibitorok alkalmazásához ismernünk kell a korrozivitást befolyásoló főbb tényezőket, mint

— a szénhidrogénfázis mellett jelenlevő vizes fázisban oldott sókat (pl. kloridokat), savakat (pl. HCl-ot, szerves savakat stb.) és azok koncentrációját;
— az oldott gázokat (pl. H_2S-t, CO_2-ot, H_2-t, O_2-t stb.);
— az olaj-víz arányt;
— a vizes fázis pH-ját.

A kőolaj-feldolgozás hőmérséklete széles határok között változhat. A folyadék és gáz áramlási sebességei is nagyon változóak, és befolyásolják a korrózió mértékét, típusát, illetve az inhibíciót. A felmerülő és megoldásra váró korróziós problémák — az esetek túlnyomó többségében — a jelenlevő víz és a benne oldott korrozív anyagok hatására következnek be. A kőolaj-feldolgozási technológiának olyan hőmér-

sékleti és nyomástartományaiban, amelyeknél a víz cseppfolyós halmazállapotban van jelen, elsősorban elektrokémiai korrózióval kell számolni [2, 16, 26, 28, 29].

Az inhibitor kiválasztása legmegbízhatóbb, ha a korróziós folyamat mechanizmusát és az inhibitor hatásmechanizmusát ismerjük. Ezek a nagyszámú kísérlet ellenére mind ez ideig kevéssé tisztázottak. Számos elmélet született, amelyek különböző kísérleti feltételeken alapulnak, és az adott kísérleti feltételek mellett a kapott eredmények többé-kevésbé kielégítően értelmezhetők. Az elméleti következtetések figyelembevétele mellett jelenleg még nagymértékben az adott viszonyokra alkalmasnak vélt inhibitorokkal végzett összehasonlító vizsgálatokra kell szorítkoznunk az inhibitorok kiválasztásában, ill. alkalmazhatóságuk megállapításakor.

A kőolaj-feldolgozó iparban alkalmazott korróziós inhibitorok hatékonyságának megállapítására szolgáló vizsgálati és mérési lehetőségek

A korróziós inhibitorok vizsgálatát laboratóriumi és ha ott megfelelőnek bizonyult, üzemi körülmények között egyaránt el kell végezni. A hatékonyságvizsgálatok mellet az ipari alkalmazás előtt az inhibitorról a lehető legtöbb információt meg kell szerezni (pl. dermedéspont, lobbanáspont, viszkozitás, oldhatóság, hőstabilitás, optimális koncentráció), hogy ezek alapján a leggazdaságosabb adagolási technológia módja és a helye megállapítható legyen, figyelembe véve az adott kőolaj-feldolgozó üzem technológiai körülményeit. A kőolaj-feldolgozás méretei és a feldolgozási technológiák nem teszik lehetővé bizonytalan üzemi kísérletek elvégzését. Az üzemi vizsgálatoknak arra kell egyértelmű választ adniuk, hogy a laboratóriumi minősítési vizsgálatok alapján kiválasztott anyag inhibíciós hatásfoka a gyakorlati körülmények között is kielégítő-e.

Laboratóriumban végezhető inhibitorhatékonysági mérések

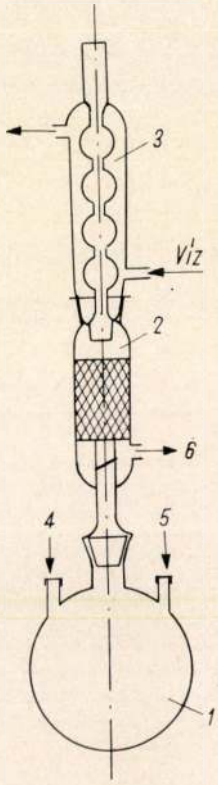
A laboratóriumban végezhető inhibitorhatékonysági méréseket az alábbi csoportra oszthatjuk:
— klasszikus (pl. gravimetrikus),
— adszorpciós,
— elektrokémiai és
— egyéb mérésekre.

A laboratóriumi mérések során kivétel nélkül az egyes üzemi igénybevételeket modellezik és a korróziós károsodást határozzák meg inhibitoradagolás nélkül, majd inhibitor-hozzáadással. A korrózió mértékének csökkenése jellemző az inhibitor hatékonyságára.

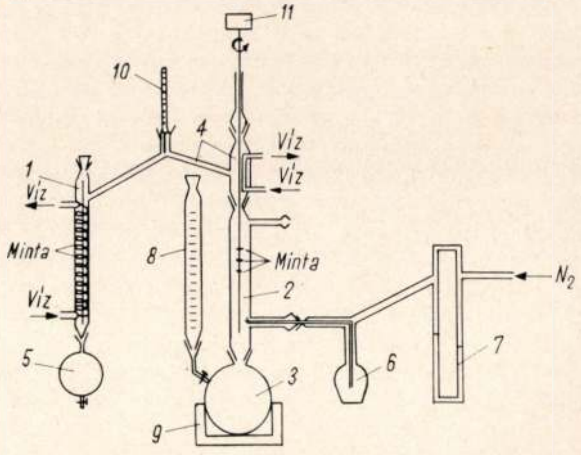
Az inhibitorhatékonyság mérése gravimetrikus módszerrel

A kőolaj-feldolgozás körülményeit laboratóriumban modellező készülékben a szerves anyagot (pl. xilolt, toluolt, benzint stb.), vizet a benne oldott agresszív anyagokkal (pl. HCl, H_2S, CO_2 stb.) forralják. A készülék gőzterébe és/vagy a folyadékfázisba helyezik el a fémet, amelynek a korrózióját kívánják megállapítani inhibitoradagolás nélkül, majd inhibitor jelenlétében.

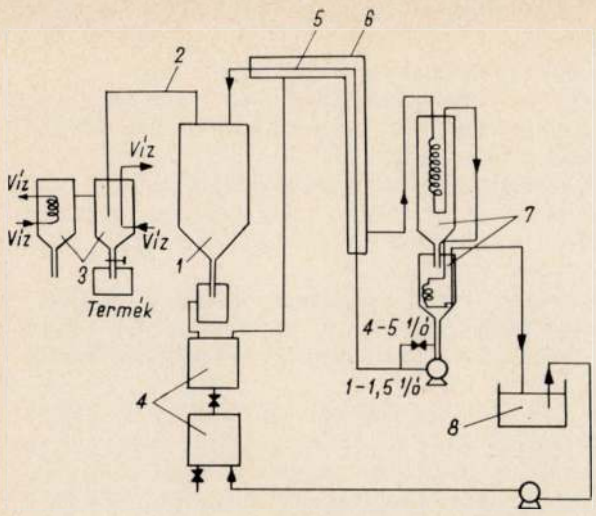
A korrózió mértékét a próbatestek súlyváltozásának mérésével állapítják meg. Kiegészítő mérésként szokásos még a folyadékba jutott oldott vas mennyiségének meghatározása [7, 9, 19].



1. ábra
Laboratóriumi desztillálókészülék inhibitorok összehasonlító vizsgálatához
1 — desztillálólombik; 2 — kolonna Raschig-gyűrű töltettel; 3 — hűtő; 4 — benzinbetáplálás; 5 — vízbetáplálás; 6 — mintavétel



2. ábra
Laboratóriumi folyamatos desztillálókészülék inhibitorok védőhatásának meghatározására sósavas közegben
1 — hűtő mintalemezzel; 2 — kolonna mintalemezzel; 3 — forralólombik; 4 — desztillálófeltét; 5 — szedőlombik; 6 — inhibitoradagoló; 7 — differenciálmanométer; 8 — benzinadagoló; 9 — olajfürdő; 10 — fejhőmérő; 11 — hajtómotor



3. ábra
Laboratóriumi folyamatos desztillálókészülék a kénvegyületek által okozott korrózió és az inhibitor védőhatásának vizsgálatára 1 — desztillálótorony; 2 — páracső; 3 — hűtő; 4 — fenéktermékszedő; 5 — betáplálóvezeték; 6 — fűtött köpeny; 7 — olaj-előmelegítő; 8 — fűtőolaj

Ilyen jellegű, laboratóriumi összehasonlító vizsgálatra alkalmas készülékek láthatók az *1.*, *2.* és *3. ábrán.*

Az inhibitorhatékonyság megállapítása súlymérésre vezethető vissza. E vizsgálatok előnyei:
— egyszerűen, könnyen kivitelezhetők,
— eredményei jól egyeznek az üzemben mérhető értékekkel,
— ugyanolyan próbatesteken végezhetők, mint amelyeket módunk van az üzemi készülékekben is elhelyezni.

Hátrányuk viszont
— hogy a mérés időtartama alatt a kísérleti közeg agresszivitása változik,
— a korrózió típusa nem mindig egyezik az üzemi vizsgálat során kialakuló korrózióval.

A gáztérfogat meghatározásán alapuló inhibitorhatékonyság mérése

A mérésnek két változata ismeretes:
a) semleges közegben az oxigénfogyasztás meghatározása (a korrodeált fém mennyisége arányos a reakcióban elhasznált oxigén mennyiségével), ill.
b) a másik módszer savas közegben a korróziós folyamat során keletkezett hidrogén mennyiségének meghatározása.

E vizsgálati módszerek előnye, hogy egyszerűek, gyorsak. Hátrányuk, hogy korlátozott a meghatározás pontossága. Zavarhatja a vizsgálatot az esetleg képződött atomos hidrogén, amely bediffundálhat a fémbe. Csak laboratóriumban végzett mérésekre alkalmas.

Analitikai vizsgálati módszerek

Közvetett felvilágosítást ad az inhibitor védőhatására. Analitikai vizsgálatokkal (pl. polarográfia, spektrofotometria, kolorimetria stb.) az oldatba ment fém mennyiségét kell mérni, s abból lehet következtetni az inhibitor hatékonyságára [13].

E vizsgálati módszer előnye, hogy üzemi ellenőrzésre is használható, hátránya viszont, hogy egyértelmű következtetésre ritkán ad lehetőséget (pl. az inhibitor antifouling hatására a víz vastartalma átmenetileg nagymértékben változhat, növekedhet), továbbá lokális korrózió esetén az alacsony vastartalom félrevezetően megnyugtató lehet az inhibitálást illetően, egymagában az igen veszélyes lyukkorrózió megindulására ez a módszer nem figyelmeztet. Ezért csak kiegészítő ellenőrző mérésre használható.

Az inhibitorhatékonyság mérése adszorpciós vizsgálatokkal

A korrozív közegbe adagolt inhibitoroknak a fémfelületen történt adszorpcióját közvetlenül *radiokémiai módszerrel* határozhatjuk meg. A radioaktív izotópok igen sokoldalúan használhatók fel az inhibitorok adszorpciójának tanulmányozására. A fémfelületen könnyen meghatározható a jelzett vegyület mennyisége és eloszlása. Az inhibitorok vizsgálatánál leggyakrabban használt izotópok az ^{35}S, a ^{14}C és az ^{51}Cr. A módszer előnye, hogy több, egymás mellett levő (inhibitor) komponens tanulmányozását is lehetővé teszi (továbbá az adszorpció közvetlen bizonyítéka!). Hátránya, hogy korlátozottak a lehetőségek a szigorított előírások miatt (izotópok, műszer) a módszer alkalmazására. Folyamatos mérésre költséges.

Spektrofotometrikus módszerrel meg lehet határozni az oldatban maradt, nem adszorbeálódott inhibitor mennyiségét. A szerves anyag fényabszorpciójából annak koncentrációjára lehet következtetni. A felület érdességéből és az inhibitormolekula nagyságából a fémfelület fedettségének a foka kiszámítható.

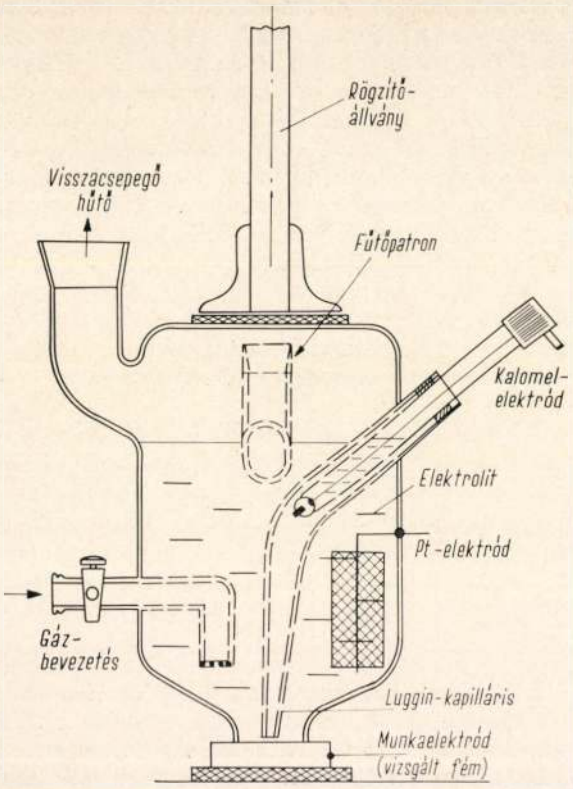
Polarográfiás vizsgálatnak, valamint *kettősréteg-kapacitásmérésnek* (a higanyoldat határfelületén észlelt felületi feszültség csökkenése alapján) és egyéb itt nem ismertetett módszereknek elsősorban az inhibitoradszorpció elméleti kutatásánál van nagy jelentőségük.

Elektrokémiai vizsgálatok

A korróziós inhibitoroknak a korróziós folyamat sebességére kifejtett hatása szoros kapcsolatban van a fémelektrolit-oldat határfelületén kialakult elektromos kettős réteg szerkezetében okozott változásokkal. Ezek a változások számottevően befolyásolják az elektrokémiai korrózió részfolyamatainak csereáramát és túlfeszültségét. Ennek megfelelően az inhibitorok hatásmechanizmusának tanulmányozását és hatásfokának meghatározását elektrokémiai módszerekkel célszerű végezni [3, 4, 5, 6, 17].

A gyakorlatban elterjedten használják a *potenciosztatikus módszert.* Az inhibitorok hatékonyságának megállapítására anódos és katódos polarizációs görbéket vesznek fel különböző minőségű acélok és elektrolitoldatok esetén. Azonos kísérleti körülmények között inhibitor távollétében és jelenlétében kimért polarizációs görbék összehasonlítása alapján a korrózió sebességének és jellegének változására vonhatunk le következtetéseket.

Potenciosztatikus vizsgálócella-megoldást mutat be



4. ábra
Laboratóriumi készülék inhibitorok elektrokémiai (potenciosztatikus) összehasonlító vizsgálatához

a *4. ábra*. A mérési eredményekről mutat példát az *5. ábra*.

A potenciosztatikus módszer előnye, hogy
— rövid idő alatt nagyszámú mérés teszi lehetővé a gyors szelektálást a gyakorlat számára elfogadható pontossággal,
— a korrózió jellegére is ad felvilágosítást.

Hátránya, hogy inkább csak kvalitatív mérésekre alkalmas, nehéz azonos feltételeket biztosítani, a fém inhomogenitására érzékeny.

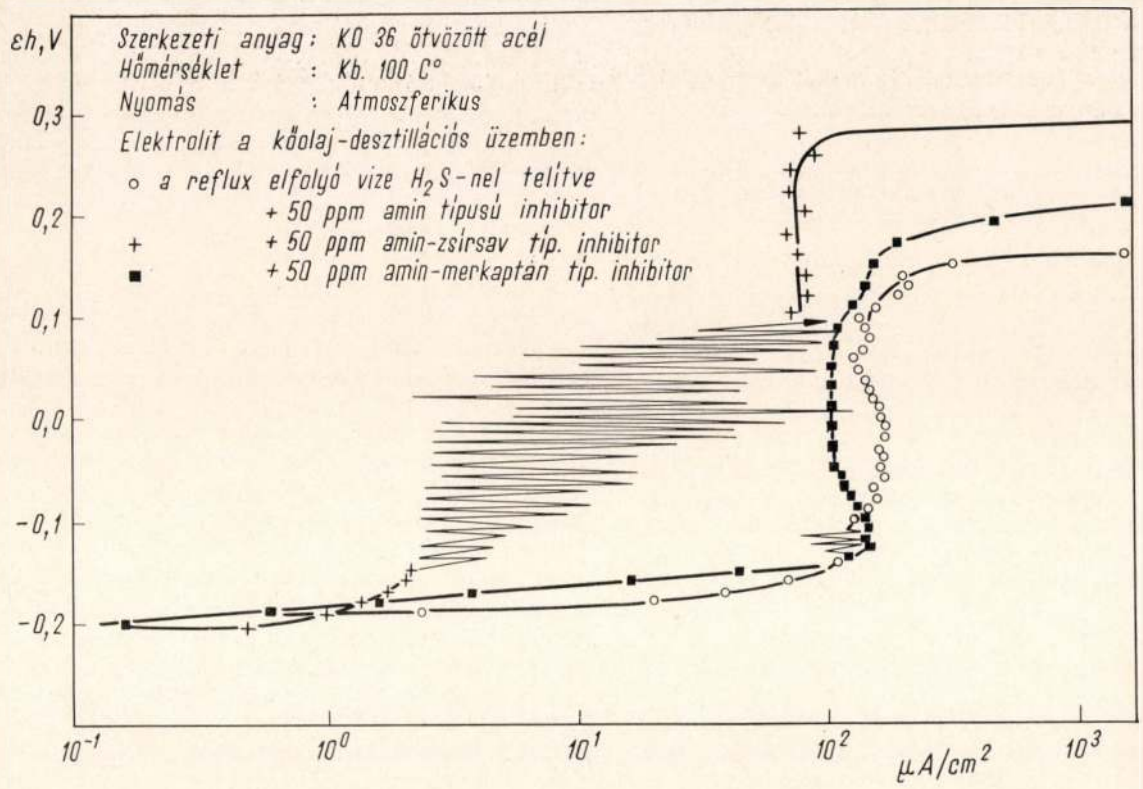
Az elektrokémiai vizsgálatok között tárgyaljuk a redoxpotenciál-méréseket is. Az inhibitorról — annak bevezetése előtt — el keli dönteni, milyen a kémiai, elektrokémiai stabilitása.

A korróziós inhibitorok laboratóriumi vizsgálati módszereinek köre az elmondottaknál természetesen szélesebb. Az ismertetett vizsgálati módszerek alkalmazhatóságának lehetőségeire kívántuk felhívni a figyelmet a teljesség igénye nélkül.

A kőolaj-feldolgozó iparban jelentkező korrózió jellege eddigi tapasztalatunk szerint legjobban az elektrokémiai módszerrel volt megközelíthető. Következésképpen az alkalmazott inhibitorok minősítésére és az inhibíció hatékonyságának vizsgálatára is ezt a módszert használtuk.

Üzemi vizsgálati módszerek

Az üzemi berendezések korróziójának ellenőrzésére, az inhibitorhatékonyság vizsgálatára szolgáló mérések a következőképpen csoportosíthatók:



5. ábra
Inhibitorhatékonyság mérése polarizációs módszerrel

1. Csak üzemen kívüli berendezéseken végezhető mérések.
2. Üzemelő berendezésben is elvégezhető mérések.

Ez utóbbit tekintjük előnyösebbnek, mert nem jár a berendezés nagy költséget okozó leállításával. Tekintettel arra, hogy közvetett ellenőrzés miatt a mérés eredményét bizonyos fenntartással kell fogadni, csak egyéb vizsgálattal együtt ad kiértékelhető információt.

Üzemen kívüli berendezésben végezhető vizsgálatok

A készülék korróziós állapotának értékelése dokumentációs adatok segítségével.

A szemrevételezés a legegyszerűbb eljárás; hátránya, hogy tapasztalati emlékekre épül, és ezért erősen szubjektív. Hátránya továbbá, hogy ritkán van mód a készülékek belsejének megtekintésére, legtöbbször csak revízió során.

Az egyszerű szemrevételezés és az emlékezés nem lehet elegendő, ezért dokumentációval kell a tapasztalatokat kiegészíteni. Erre a célra segédeszközként elsősorban a fényképezés kínálkozik. Ilyen dokumentációt láthatunk a *6.* és *7. ábrán.*

A fénykép sem tekinthető minden esetben objektívnek, ugyanis az azonos beállítási körülmények (megvilágítás, távolság stb.) a két eltérő időpontban nehezen biztosíthatók. Ennek ellenére a fotodokumentációk a korróziós károk vagy kezdődő roncsolódások értékelése szempontjából igen hasznosak, különösen abban az esetben, ha egyidejűleg más mérési eredmények is rendelkezésre állnak. Hátránya, hogy a szemrevételezéssel és fényképfelvétellel a berendezés állapotának csak egyes részleteit lehet rögzíteni.

Lenyomatok készítése

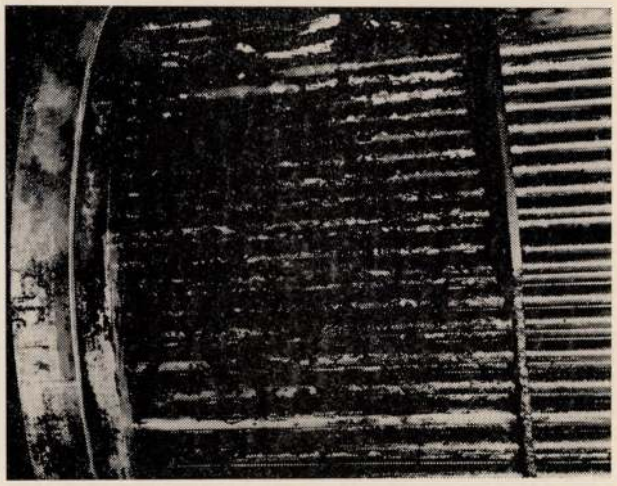
Lenyomatok készítése különösen olyan esetben ajánlatos, amikor helyi korrózió alakulását kívánjuk figyelemmel kísérni egy konkrét helyen (pl. repedés, lyukképződés stb.). Lenyomatmasszaként a kaucsukmasszák és a gittek alkalmazhatók. A nyomatok készítésének technikája nem különbözik az archeológiában vagy a kriminalisztikában használt, már régen ismeretes eljárástól. Inhibitorhatékonyság vizsgálatára csak korlátozottan használható.

Falvastagságmérések

Nagyon sokféle módon végezhetők. A falvastagságmérés egyik legegyszerűbb módja az az eljárás, amit *tapintókörző* segítségével végzünk. Alkalmazásának azonban határai vannak, mert a tapintókörző két szárának a vizsgálandó rész belső és külső felületét egyidejűleg kell érintenie.

Másik egyszerű módszer: furatot készítünk a berendezés egyes részein, hogy a falvastagságot mérhessük. A mérés után a lyukba egy menetes csavart helyezünk és azt behegesztjük. Bár ez az eljárás viszonylag egyszerűnek látszik, mégis új problémákat vet fel, például olyankor, ha az acél hegesztés

6. ábra
Inhibitoradagolás nélküli üzemmenet után nagymértékben elszennyeződött, korrodeálódott hőcserélőköteg



7. ábra
Inhibitoradagolásos üzemmenet után a hőcserélőköteg kismértékben szennyeződött

után hőkezelést igényel. Ezeknek a falvastagságméréseknek nagy a hibaszázalékuk, mert csak igen kis területet tudunk így megvizsgálni. Bizonyos készülékek esetében a nyomástartó edények szabályzata nem is teszi lehetővé a megfúrást.

Ezeknél lényegesen gyorsabb az *ultrahang* segítségével történő falvastagságmérés, amely jól reprodukálható. A műszeripar speciálisan a korróziós károk vizsgálatára olyan készülékeket és hozzá vizsgálófejeket fejlesztett ki, amelyek segítségével igen kis felületeken lehet méréseket végezni. E módszer hátránya, hogy az ultrahangos vizsgáló a mért értéket nem regisztrálja, csupán a mérést végző személy.

Abban az esetben, ha a helyi korróziós támadás megállapításáról van szó, ajánlatos a *röntgenvizsgálat*, illetve az *izotóppal* történő átsugárzás. A vizsgálat előnye, hogy a filmanyag mint dokumentum mindenkor hozzáférhető. E módszer hátránya, hogy nagy gyakorlatot kíván, továbbá, hogy költséges.

Metallográfiai és anyagvizsgálati módszerek
(Roncsolásos vizsgálatok)

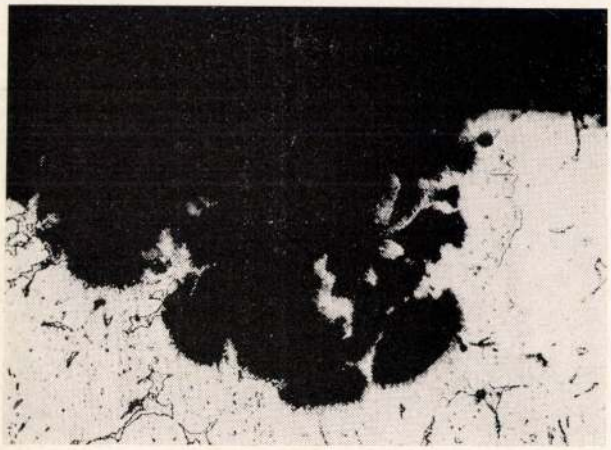
A fémek kémiai összetételének vizsgálata a szerkezeti anyagok, ill. korróziós termékek kémiai összetételének stb. az összetételben bekövetkezett változásainak megállapítására szolgál.

Fizikai vizsgálatokkal a hőtágulás, hővezetés, villamos vezetőképesség, villamos ellenállás, mágneses tulajdonságokban bekövetkezett változások határozhatók meg.

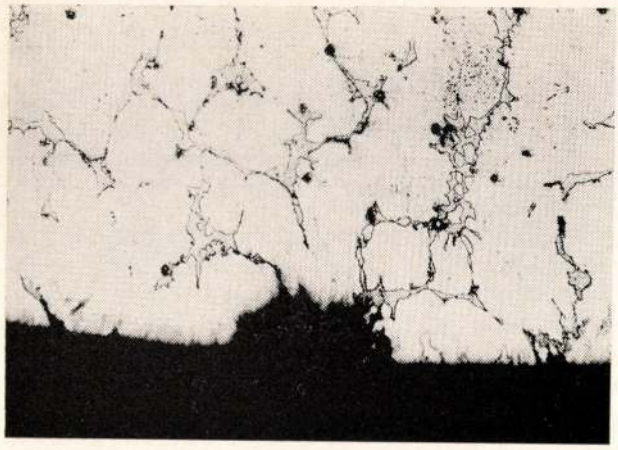
A metallográfiai vizsgálatok a szerkezeti anyagok struktúrájában bekövetkezett változások meghatározására szolgálnak.

A szilárdsági vizsgálatok a terhelőerőkből származó feszültségeknek az idő függvényében mutatott értékei szerint az alábbi főcsoportokra oszthatók:

1. *Statikai igénybevételek* (a lassú változások miatt tekintjük ezeket statikai vizsgálatoknak).
   Az igénybevételi időben állandó vizsgálatokat tekintve a statikai vizsgálatok két csoportra oszthatók:



a)



b)

8. ábra
KO 36 minőségű ötvözött acél szövetszerkezeti képe
a) — inhibitoradagolás nélkül 1 évi üzemmenet után a KO 36 minőségű ötvözött acélból készült hőelemcsonk lyukkorróziós károsodása; b) — amin-zsírsav típusú korróziós inhibitor adagolása mellett 1 évi üzemmenet után

   1.1. Szobahőmérsékleten, lassan növekvő húzó, nyomó, hajlító, csavaró és nyíró igénybevétellel végzett vizsgálat, valamint a keménységvizsgálatok túlnyomó része.
   1.2. Nagyobb hőmérsékleten végzett vizsgálatok; ide tartozik a melegszakító és keménységmérő vizsgálat. Legfontosabb az állandó nyugvó terheléssel hosszú ideig végzett húzóvizsgálat.

2. *Dinamikus igénybevételek*
   Az ütésszerű igénybevételek hatásának vizsgálatára alkalmas dinamikus vizsgálathoz tartozik az ütve hajlító és ütve szakító vizsgálat.

3. *Fárasztó igénybevételek*
   A fárasztó igénybevételek tulajdonképpen a dinamikus igénybevételek egyik alcsoportját képezik, fontosságuknál fogva mégis külön csoportot képeznek, amelyet az erőhatás időben ismétlődő változása jellemez. A fárasztóvizsgálat dinamikus jellegű terhelések hatásának vizsgálatára szolgál. Az igénybevétel módja szerint lehetnek húzó, nyomó, húzó-nyomó, hajlító, forgató-hajlító, csavaró, ütve fárasztó és a korróziós fárasztóvizsgálatok.

A felsorolt igénybevételi módok a szerkezeti elemen egyszerre is felléphetnek, ilyenkor az alkalmazandó vizsgálati módokat az anyagra leginkább károsodást okozó igénybevétel alkalmazásával választhatjuk meg.

Összetett korróziós igénybevétel hatására kialakult jellegzetes szerkezeti képet mutat be a *8. ábra.*

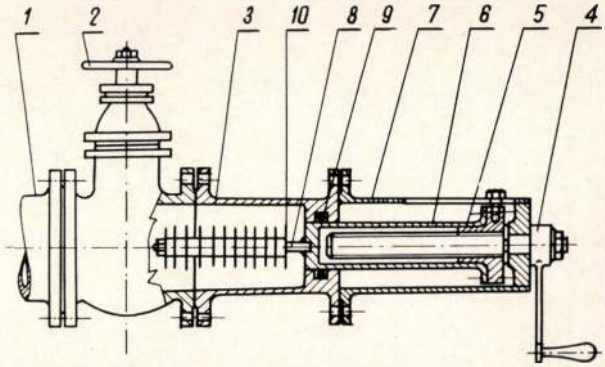
Üzemelő berendezésen végezhető vizsgálatok a korrózió, ill. az inhibitorhatékonyság megállapítására

Ultrahangos és röntgenvizsgálat

Azonos időszakban, azonos helyen végzett mérések a falvastagság változására adnak felvilágosítást. Ez közvetve a korrózió mértékének, ill. az inhibitorhatékonyságnak megállapítására szolgál.

Korrózióvizsgáló próbadarabok beépítése üzemi helyszíni vizsgálatok céljára

Az ellenőrzendő berendezés szerkezeti anyagából vagy egyéb anyagokból lemezcsíkokat, korongokat stb. függesztünk az üzemi készülék anyagáramába,



9. ábra
Korrózióvizsgáló folyamatos üzemmenethez
1 — üzemi készülék; 2 — tolózár; 3 — ház; 4 — hajtókar; 5 — csavarorsó; 6 — csavarorsóház; 7 — tömszelence; 8 — tartórúd; 9 — teflonszigetelő; 10 — mintalemez (korong alakú)

meghatározott időtartamig. Kiértékeléskor súlyméréssel határozzuk meg a korrózió mértékét. Ezenkívül a korróziós termékek külső képét ítéljük meg, valamint összetételét vizsgáljuk, illetve a felülettámadás típusát határozzuk meg. A próbatest tartószerkezetére többféle anyagot szerelünk fel, ezért alkalmazhatósági sorrend is megállapítható.

Üzemmenet alatt is szerelhető próbatestvizsgáló készülék egyszerű megoldását mutatja a *9. ábra*. Az üzemi tolózár elé épített tömszelencén átnyúló beadagoló orsó a próbatesteket az üzemi készülék belsejébe juttatja. Bármikor megtekinthető és a korróziós károsodás mérhető.

Elektromos ellenállás vizsgálati módszere

Elektromos ellenállás mérése alapján végzett korróziós vizsgálatokban szerkezeti anyagként vékony huzalt vagy szalagot használnak. A korrózió hatására változik a mérőhuzal keresztmetszete s egyben az elektromos ellenállása is, ezért a próbatest végei közötti ellenállás időnkénti vagy folytonos mérését fel lehet használni a korrózió ellenőrzéséhez.

Néhány megoldásra ad vázlatot a *10.*, *11.* és *12. ábra*.

Az elektromos ellenállás mérési technika előnye, hogy

— folyamatos mérést tesz lehetővé a berendezés megbontása nélkül;
— a korróziós változásokat regisztrálhatjuk és felhasználhatjuk az inhibitoradagolás szabályozására;
— fel lehet használni a korrózió kezdetének a jelzésére;
— a korróziót okozó közegnek nem kell elektrolitnak lennie;
— detektálni lehet olyan korróziós elváltozást, amely csak hosszú idő múlva jelentkezik;
— kereskedelmi műszerek állnak rendelkezésre.

A mérőmódszer korlátai a következők:

— az egyenletes korrózió mérésére korlátozódik;
— a próbatestek elkészítése nehezebb, mint az egyéb vizsgálatoknál;
— a gyártó művek nem a kívánt szerkezeti anyagból készítik legtöbbször az ellenálláshuzalt;
— félrevezető eredményt adhat, ha vezetőlerakódás alakul ki a próbatesten.

Polarizációs ellenállás vizsgálati módszere

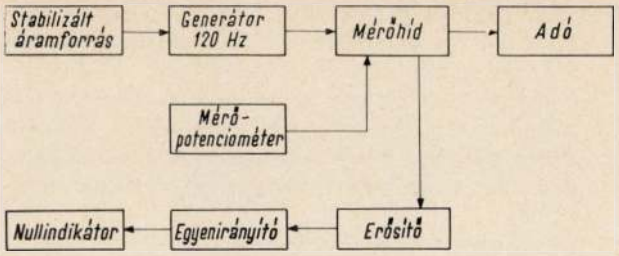
Fémes szerkezeti anyagok pillanatnyi korrózió-sebességének meghatározása a polarizációs ellenállás mérése alapján történhet. Az elektrolitban levő fém pillanatnyi korróziósebessége és a mért polarizációs ellenállás fordított arányban áll egymással.

Mérőelektródok elvileg az üzem bármely pontjára cserélhetően beépíthetők.

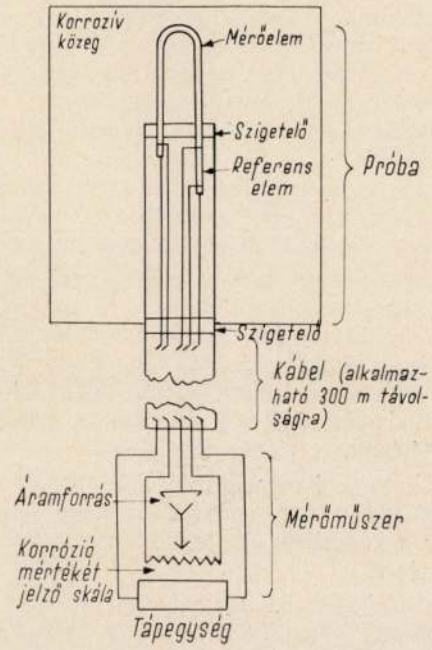
A műszeripar több, ezen az elven működő mérőműszert fejlesztett ki. Ezeknek a készülékeknek több méréstartományuk és regisztrálási lehetőségük van; két-, ill. háromelektródos kivitelben készülnek.

A polarizációs ellenállásmérési technika előnyei:

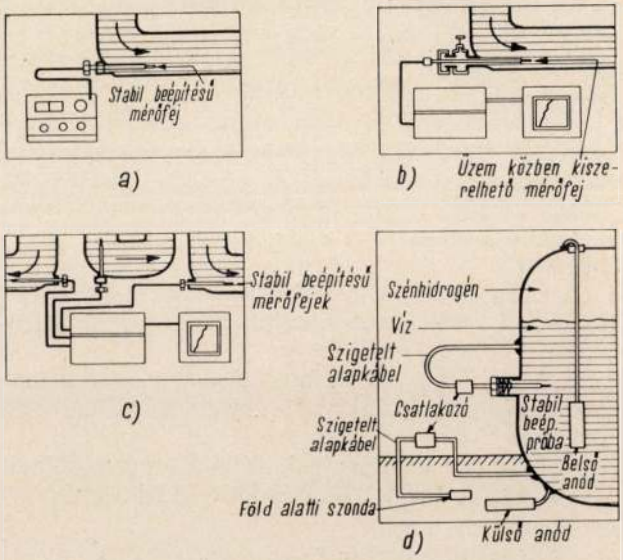
— A korróziósebességet azonnal lehet mérni, miután elértük az egyensúlyi körülményeket.
— A műszer elvileg az üzem bármely pontján beépíthető.



10. ábra
Korrózió-ellenőrző készülék blokksémája



11. ábra
Mérőfej és mérőműszer a korrózió ellenőrzésére



12. ábra
Az elektromos ellenállás mérésére alkalmazható mérőszondák, illetve mérési módszerek
a) — hordozható készülék; b) — folyamatos mérésre alkalmas műszer és írószerkezet; c) — több mérőpontos műszer és írószerkezet; d) — katódos védelem ellenőrzése

— A vizsgálati mintákat nem kell látni vagy kivenni a mérés végrehajtásához. A mérőműszer és a szabályozó egység távol lehet a mintától.
Nyomon lehet követni a korróziós folyamat változásait és meg lehet változtatni a korrózió csökkentésére alkalmazott eljárást a mért értékek alapján. Kis vagy nagy korróziósebességek egyaránt mérhetők.
— Lehetséges a közvetlen leolvasás és regisztrálás.
— Kereskedelmi műszerek állnak rendelkezésre.
— A mért értékek megfelelő jelátalakítóval szabályozásra is használhatók.

A módszer hátrányai a következők:

— A korróziót okozó közegnek folyékony elektrolitnak kell lennie. Ez a mérőmódszer nem alkalmazható gázokban vagy nagyon kis vezetőképességű folyadékokban (pl. szénhidrogénekben).
— Megbízhatóan az egyenletes korrózió jelzésére alkalmazható.
— A technológiai anyagban levő szilárd szennyeződések (korróziótermék) lerakódhatnak a mérőelektródokon, ezáltal a mérést lehetetlenné teszik.

A fentiekben ismertetett vizsgálati módszerek közvetlenül vagy közvetve alkalmazhatók a korrózió és a korrózió csökkentésére használt inhibitorok hatékonyságának megállapítására. Az inhibitor hatékonyságának meghatározásához ismerni kell az adott rendszer korróziósebességét inhibitor nélkül, illetve inhibitor jelenlétében.

Az inhibitorhatékonyság-meghatározás minden esetben megkívánja, hogy ismerjük a korrózió mértékét inhibitor távollétében és jelenlétében azonos módszerrel mérve.

Elvileg a készülékekben elhelyezett próbatestek súlycsökkenéséből, valamint a termékek fémtartalmának analízisével időről időre tájékoztató jellegű adatok nyerhetők a korrózió mértékére vonatkozóan. Ezek azonban csak az egész berendezés *átlagos* korróziójáról adnak felvilágosítást, illetve jellegükből adódóan a kapott eredmények eléggé bizonytalanok. Ezért a kutató-fejlesztő munka még adós a korróziósebesség üzemi körülmények közötti pontosabb megállapítására szolgáló mérőmódszerekkel.

A szénacélok és ötvözött acélok korróziós sajátosságainak, valamint a korróziós inhibitorok hatékonyságának a kőolaj-feldolgozás speciális körülményei között történő meghatározására laboratóriumban és üzemben alkalmazható leggyakoribb vizsgálatokat ismertettük.

A KGST-országok az inhibitorkutatás mellett döntő területnek tekintik az inhibitorhatékonyság üzemi módszereinek a kifejlesztését.

A fémek korróziós inhibitoraival kapcsolatos tudományos kutatások alapvető irányai a KGST-tagországokban:

— a közeg tulajdonságainak az inhibitorok védősajátságaira és a fémek oldódási kinetikájára gyakorolt hatása;
— a fémes szerkezeti anyagok kémiai összetétele, fizikai-kémiai sajátságai és esetleges átalakulásai között levő összefüggés a korróziós folyamatkor lejátszódó reakció szinergetikus és antagonisztikus kölcsönhatásakor, továbbá az inhibitorhatás közötti összefüggés.

Új módszerek felhasználásával lehetővé válik a fémközeg határfelületen az inhibitorok felületi felépítésének értékelése molekuláris méretekben, az inhibitorok utóhatásának kiderítése és a hatékonyság növelésének módja.

A korróziós inhibitorral kapcsolatos új ismeretek, mérőmódszerek fejlesztésétől várjuk, hogy a kőolaj-feldolgozásban az üzemi inhibitorhatékonyság egyértelműbben meghatározható legyen.

IRODALOM

[1] *Dévay J.:* Elektrokémia. Tankönyvkiadó Bp., 1965.
[2] *Dévay J.:* Elektrokémiai korrózió. Tankönyvkiadó Bp., 1965.
[3] *Horváth—Rauscher—Hackl:* Korróziós Figyelő *6* 181—4 (1968).
[4] *Horváth—Rauscher—Hackl:* Korróziós Figyelő *1* 6—12 (1969).
[5] *Horváth—Rauscher—Hackl:* Korróziós Figyelő *3* 55—61 (1969).
[6] *Horváth—Rauscher—Hackl:* Korróziós Figyelő *3* 73—82 (1970).
[7] *Schneidler Z.:* Korróziós Figyelő *1* 16—8 (1967).
[8] *Schneidler Z.:* Korróziós Figyelő *1* 3—8 (1968).
[9] *Varga I.:* Korróziós Figyelő *2* 35—41 (1968).
[10] *Szekeres I.:* Korróziós Figyelő *4—5* 88—9 (1965).
[11] *Hoffmann J.:* Korróziós Figyelő *1* 20—4 (1968) .
[12] *Szalontay I.:* Korróziós Figyelő *4—5* 84—5 (1965).
[13] *Schneidler Z.:* Korróziós Figyelő *4—5* 85—7 (1965).
[14] *Taudy, E. H.:* Corrosion **10** 160—4 (1954).
[15] *Derungs, W. A.:* Corrosion **12** 617—22 (1956).
[16] *Freedman, A. J.:* Corrosion **14** *12* 567—70 (1958).
[17] *Bácskai Gy.:* Inhibitorok és alkalmazásuk. Műszaki Könyvkiadó Bp., 1969.
[18] *Bennett, H.:* Corrosion **11** *1* 59—67 (1955).
[19] *Péterfi T.—Varga I.:* Korróziós Figyelő *3* 70—3 (1969).
[20] *Antropov, L. I.:* Elméleti elektrokémia. Tankönyvkiadó Bp., 1973.
[21] *Baronicsek, R.—Machacsek, K.—Moizis, K.—Prisek, J.:* Chem. Technik *10* 616—20 (1970).
[22] *Bregmann, J. I.:* 3rd European Symposium on Corrosion Inhibitors. Annali dell'Universita di Ferrare Nouva Serie Sezione *V.* Chimica Pura ed Applicata 340—82 (1971).
[23] *Akstinat, M. H.:* Werkstoffe und Korrosion *4* 273—81 (1970).
[24] *Kuliev, A. M.—Agaev, A. N.:* Korrozija v Neftegazovoj Promüslennoszti *2* 7—9 (1971).
[25] *Port, G. R.:* Material Protection and Performance *7* 29 (1968).
[26] *Bregmann, J. I.:* Corrosion inhibitor. The McMillan Co. New York, 1963. p. 198.
[27] *Fischer, H.:* Werkstoffe und Korrosion *9* 765 (1958).
[28] *Horváth—Rauscher—Hackl—Márta:* 3rd European Symposium on Corrosion Inhibitors. Annali Univ. Ferrara N. S. Sez. *V.* 851—74 (1971).
[29] *Fischer, H.:* 3rd European Symposium on Corrosion Inhibitors Annali Univ. Ferrara 1—71 (1971).
[30] *Falaky J.—Rauscher Á.:* Korróziós Figyelő *3* 93—100 (1972).
[31] *Ewing, C. R.:* Oil and Gas J. *2* 81—6 (1969).
[32] *Nathan, C. C.:* Materials Protection and Performance *11* 15—8 (1970).
[33] *Bombara, G.—Cinhiani, L.:* La Metallurgia Italiana *7* 310—4 (1971).
[34] *Reiser, K.:* J. Inst. Petr. (1967).
[35] *Philippig, W.:* Der Neuerer *19* 1—22 (1972).
[36] *Heathorne, M.:* Chemical Engineering *19* 89—94 (1971).
[37] *Stern, M.:* Elektrochem. Soc. 609 (1955).
[38] *Stern, M.:* Corrosion 60 (1958).
[39] *Prazak, M.—Barton, K.:* Corrosion Sci. 159 (1967).
[40] *Prazak, M.:* Koroze a Ochrana Mater. 49 (1967).
[41] *Prazak, M.:* Werkstoffe und Korrosion 845 (1968).
[42] *Annad, R.:* Corrosion 215 (1966).
[43] *Alvis, R. L.:* Materials Protection *8* 39 (1969).
[44] *Finley, H. F.:* Corrosion 70 (1962).
[45] *Krisher, A. S.:* Materials Protection *4* 8 (1965).
[46] *Moller, G. E.—Patrick, J. P.:* Corrosion 155 (1960).

A szénhidrogén-bányászat műszaki előírásaival kapcsolatos üzemeltetési igények és tapasztalatok

ANDRÉ SÁNDOR—
CSÁKÓ DÉNES—
SAMU JÁNOS

A szerzők a problémakör aktuális kérdéseinek ismertetése után kiemelten foglalkoznak a tervezés-üzemvitel szempontjából rendkívüli jelentőségű szénhidrogén-mintavételezési házi szabványsorozattal, a tömörségi-szilárdsági nyomáspróbákra, a szerkezeti vizsgálatokra vonatkozó, valamint a nyomástartó rendszerek biztosítási kérdéseit szabályozó háziszabvány-előírásokkal. Felvetik gáztermékek szabványosítási jelentőségét és szükségességét, különös tekintettel a hazai termelési helyzetre.

Áttekintik a cseppfolyós gázok tárolására a legkedvezőbb tulajdonságú gömbtartályok üzemeltetési problémáit, ezen belül taglalják a feszültségmentesítés és hidegütőmunka gyakorlati vonatkozású kérdéseit, ismertetve a gyakorlat eredményeit.

I. Előzmények

A hazai kőolaj- és földgáztermelés, valamint a földgáz-előkészítés, -feldolgozás és nagynyomású távvezetéki szállítás az egyre növekvő volumenű gázterméktermelés területén az utóbbi 10 évben rendkívüli fejlődést eredményezett. A naturális mutatók mellett szükségszerűen növekedtek az üzemeltetési tapasztalatok és az ezen idő alatt észlelt-regisztrált problémák számos olyan kérdést vetettek fel, amelyek egységes, komplex rendezése, illetve szabályozása eddig sem iparági, sem országos szinten nem történt meg.

Az alábbiakban kizárólag e problémakör néhány kiemelt kérdésével foglalkozunk — mintegy figyelemfelhívásként — és nem térünk ki a szénhidrogén-bányászat területére eddig kiadott szabályzatok, előírások, rendeletek gyakorlati életben történő alkalmazásának ismertetésére, mert ez egymagában is külön tanulmányt érdemelne.

A kérdések rendezése egyre égetőbb és sürgetőbb, annál is inkább, mivel ma az iparágnak már van olyan megfelelő műszaki háttere, ami lehetővé teszi minimálisan iparági szinten, de több speciális esetben esetleg ennél magasabb szinten is az egységes elvek és szabályzatok (esetleg szabványok) kiadását, kidolgozását.

Az NKFV a területén működő OMBKE és ETE helyi csoportokkal karöltve jelentős anyagi és szellemi erőket mozgósított, bevonva olyan szakértőket, intézeteket, apparátusokat, mint pl. a Miskolci NME Mechanikai Technológiai és a Vegyipari Gépek Tanszéket, a veszprémi MÁFKI-t, az OGIL-t, OLAJTERV-et stb.

II. A szénhidrogén-bányászat laboratóriumi vizsgálatai

A korszerű kőolajtermelés, de leginkább a földgáztermelés, -előkészítés, -feldolgozás és nagynyomású szállítás megkövetelte e speciális terület laboratóriumi feltételeinek magas fokú, korszerű megteremtését. Az NKFV-nél gyors ütemben épülő földgázüzemekkel párhuzamosan épült a laboratóriumok hálózata, igen korszerű eszközökkel és jól képzett szakemberekkel — az üzemviteli feladatok ellátására. Ezzel párhuzamosan intenzív fejlesztés folyt az OGIL területén is, elsősorban a kutatási-kísérleti feladatkörhöz kapcsolódva.

A sok esetben mini-kőolajfinomítói bonyolultságú és jellegében erősen vegyipari vonatkozású földgáz-előkészítő, -feldolgozó berendezések tervezése és üzemeltetése rendkívüli pontosságú alapadatokat követel. Ezek meghatározása (a szénhidrogén-bányászat területén) úgyszólván az adott vizsgálatot végző laboratórium mindenkori legjobbnak vélt — de sajátos — módszere szerint történt. Ez egyrészt a pontosság és megbízhatóság rovására ment az alapadat-szolgáltatásban, másrészt számos esetben nem adott összehasonlításra, ellenőrző mérésre lehetőséget.

A későbbiekben történtek ugyan egységes szabályozásra törekvő intézkedések, de ezek jobbára csak „megegyezéses alapon" és nem kötelezően egységes elvek alkalmazásaként kerültek be a gyakorlati életbe.

A földgázok, gáz-csapadék rendszerek és kőolajok fizikai és kémiai, fiziko-kémiai vizsgálatához elengedhetetlen feltétel a reprezentatív mintavétel és a nagy pontosságú vizsgálati módszer. Az eddig alkalmazott mintavételi és vizsgálati módszereket 1967-ben dolgozták ki, ezek az akkori technikai lehetőségeket és a vizsgálatok pontossága iránti igényeket figyelembe véve abban az időben meg is feleltek a követelményeknek.

Az azóta eltelt idő alatt részben a vizsgálati eszközök és tapasztalatok tökéletesedése és a nemzetközi információcsere, részben a vizsgálati eredmények információbősége és pontossága iránt támasztott igények szükségessé tették a mintavételi és vizsgálati módszerek tökéletesítését.

A fejlesztés a következő alapvető célkitűzés alapján kezdődött meg: *tartályban és vezetékben levő szénhidrogénelegyek összetételére jellemző átlagminta vétele, összetételének meghatározása. Megoldandó feladat az áramló gázt jobb közelítéssel jellemző átlagminta vétele akkor, ha folyadékcseppeket is tartalmaz.*

E kérdéssel kapcsolatban egyes mintavételi szerelvények kialakítására, mintavételi eszközök tipizálására, vizsgálati módszerek és alkalmazott eljárások véleményezésére az NKFV megbízta a MÁFKI-t. A megbízás alapján elkészült tanulmány [1] lehetőséget adott arra, hogy OKGT-szintű alkalmazásra kerülő háziszabvány készüljön. E munkát az NKFV és OGIL közösen végezték el.

Az eddig elkészült és az OKGT Bányászati Igazgatósága területén bevezetett háziszabványok:

— Szénhidrogén-anyagáramok mintavételi helyei és szerelvényei [2].
— Szénhidrogén-anyagáramok mintavevő eszközei [3].
— Szénhidrogén-anyagáramok mintavételezése [4].
— Szénhidrogénminták előkészítésének módja az analízishez [5].
— Szénhidrogénösszetétel-vizsgálatok [6].

További kiemelt feladatként kell kezelni a tárolóbeli fluidumok összetételének reprezentatív vizsgálatára alkalmas komplex vizsgálati módszer kidolgozását. A legmegbízhatóbb mintavétel, a mintavételekből végzett analízisek is csak akkor adnak megbízható adatokat, ha a vizsgált kút a mintavétel időpontjában az előírásoknak megfelelően van kondícionálva, és a mintavételi helyen az anyagáram összetétele a tárolóbeli fluidum összetételét reprezentálja. Nem szabad szem elől téveszteni még egy igen lényeges — sőt az előzőekkel egyenrangú — szempontot, amely a fentiek optimalizálása mellett is hamis eredmény szolgáltatásához vezethet és ez: a kútvizsgálatnál mért mennyiségi adatok, a gáz- és folyadékmennyiség, valamint az ebből számolt gáz-olaj viszony megbízhatósága.

Ezen szabványsorozat teljes kidolgozása esetén tehát tartalmazni fogja mindazon laboratóriumi, vizsgálati módszereket, amelyeket a szénhidrogén-bányászat területén alkalmaznak, de az érvényben levő MSZ-szabványok nem rögzítik. Természetesen ezeket a háziszabványokat időről időre ismételt felülvizsgálat alá kell vonni, és az adott időszak műszaki-technikai színvonalának megfelelően aktualizálni szükséges. E munkát a jövőben szervezetten, programszerűen kell végezni.

III. A NYEBSZ alkalmazásának szénhidrogén-bányászati problémái

E speciális ipari területen a rohamosan növekvő számú nagynyomású készülék üzemeltetése, karbantartása és ellenőrzése egyre nagyobb feladatok elé állította az üzemeltető szakembereket, mivel a bányászati iparágban ezek a feladatok nem voltak egyértelműen, az ipar sajátosságait figyelembe vevő módon szabályozva, azaz az érvényes rendelkezések, előírások értelmében az egyedi eltérések engedélyezése egyre nagyobb problémát okozott.

Az 1969 januárjában a Répcelaki Szénsavtermelő Vállalatnál történt robbanás különösen kiélezte azokat a problémákat, amelyek a szénhidrogén-bányászatban használatos nyomástartó edények tervezése, gyártása és üzemeltetése során felmerültek. A nyomástartó edények engedélyezése és az ismételt vizsgálatok alkalmával megállapították, hogy az egyes alkalmazott szabályzatok és az MSZ-szabványok még nem veszik figyelembe minden területen az elmúlt időszak műszaki fejlődését, és nem elégítik ki egyértelműen a területen jelentkező speciális biztonságtechnikai és gazdaságossági követelményeket.

A nyomástartó edények alapvető műszaki előírásait a NYEBSZ tartalmazza [7]. Ez a kidolgozás időszakában jelentős előrelépést jelentett a biztonság fokozásában. A bevezetés óta eltelt időszak alatt a műszaki tudományok számos olyan eredményt értek el, amelyek a jelenlegi előírások átdolgozását és kiegészítését teszik szükségessé, különösen a speciális szénhidrogén-bányászati vonatkozásokat figyelembe véve.

A NYEBSZ-szel kapcsolatosan felvetődött problémák:

— A szabályzat által előírt besorolási javaslat a vegyipar kívánalmai szerint készül és nem veszi figyelembe a járulékos hatásokat; a besorolási paraméterek súlya és fontossága nem a tényleges hatást tükrözi.
— A veszélyességi osztályba sorolás szerint jelentkező vizsgálati időciklusok, szerkezeti vizsgálatok, nyomáspróbák nem a tényleges szükség (igény) szerint vannak minden esetben előírva. Ennek a káros hatása az, hogy a nyomástartó edények rövid időnkénti szét- és összeszerelése (az ebből adódó járulékos többletterhelése), valamint a rövid időciklusban végzett nyomáspróbák a berendezések idő előtti károsodásához vezetnek.
— A helyszíni vizsgálatok előírásai a vizsgálatot végző személy szubjektív megítélésére támaszkodnak. A szabályzat nem tartalmaz műszeres vizsgálati módszereket és értékelési előírásokat.
— A korszerű és nagy mennyiségben alkalmazott biztonsági szelepek méretezése, vizsgálata, ellenőrzése nincs kidolgozva (csak a karos biztonsági szelepekre van ilyen előírás).
— Áthelyezhető, mobil nyomástartó edények ellenőrzésével nem foglalkozik, holott ez a szénhidrogén-bányászatban jelentős!
— A szabályzat csak nyomástartó edényre és nem rendszerre vonatkozik.

Az előzőek figyelembevételével az NKFV területén jelentkező problémák megoldására kezdeményeztük (az NME Mechanikai Technológiai Tanszéke bevonásával) a nyomástartó rendszerek házi vizsgálati szabványának kidolgozását. A feladatok komplex jellegét figyelembe véve az elkészült háziszabvány-sorozat a következő témákkal foglalkozik:

1. Nyomástartó berendezések szerkezeti vizsgálata [8]

A szabványtervezet hatálya nyomástartó berendezésekre (edényekből és csővezetékekből összetett nyomás alatt üzemelő mechanikai rendszerekre) terjed ki. A szerkezeti vizsgálat a nyomástartó berendezések gyártása és minőség-ellenőrzése során fel nem tárt vagy üzemeltetés alatt jelentkezett, a berendezés tömörtelenségét okozó, esetleg szilárdságát csökkentő hibák ellenőrzésére és megelőzésére irányuló vizsgálat.

a) Teljes szerkezeti vizsgálat

E megfogalmazás lényegében adott berendezések beépítését megelőző vizsgálati előírásaival kapcsolatos igényeket jelenti.

A nyomástartó berendezések teljes szerkezeti vizsgálata az adott kivitel és igénybevétel alapján valószínű hibák ellenőrzését jelenti. A gyártásellenőrzéskor készült vizsgálati bizonylatok teljességének, megfelelőségének és megbízhatóságának ellenőrzésével, a berendezés belső és külső felületeinek vizsgálatával, a túlnyomásnak kitett szerkezeti elemek roncsolásmentes vizsgálatával (ultrahangos falvastagságmérés, mágneses repedésvizsgálat, jelzőfolyadékkal végzett felü-

leti hibakeresés, ultrahangos hibakereső vizsgálat, radiográfiai vizsgálat stb.) ellenőrzik, hogy a berendezés anyaga, szerkezete, méretei és kivitelezési módja kielégítik-e az országos szabványokban, szabályzatokban és egyéb előírásokban az ezekre vonatkozó követelményeket.

Ennek során ellenőrzik a tervszerintiséget, továbbá, hogy a berendezésnek megvannak-e a szükséges üzemi és biztonsági szerelvényei. A teljes szerkezeti vizsgálat eredménye a szerkezeti kialakítás megfelelőségének a berendezés élettartamára vonatkozó érvényű igazolása és az igénybevétellel összefüggő meghibásodások hatásának, időbeli változásának ellenőrzése. Azon készülékrészek, amelyek összeszerelt, kész állapotban nem vizsgálhatók, a gyártás közben, a gyártásközi szakértővel vizsgáltatandók és minősítendők ezen szabványtervezet szerint.

b) Részleges szerkezeti vizsgálatok

Az előzőekből adódóan a beépítést követő, illetve az üzemeltetés során alkalmazandó eljárást kell e megnevezés alatt érteni.

Az adott (vagy hasonló) nyomástartó berendezés üzemi tapasztalatai alapján ismert vagy az üzemvitelből valószínűsíthető valamely meghatározott meghibásodás ellenőrzését, a részleges szerkezeti vizsgálat módszerét, időpontját az adott meghibásodás törvényszerűségei határozzák meg. Attól függően, hogy a meghibásodásokat a berendezés belső vagy külső felületén vizsgáljuk, megkülönböztetünk „Belső szerkezeti vizsgálatot" és „Külső szerkezeti vizsgálatot".

c) Ellenőrző szerkezeti vizsgálat

Rutinszerű, tervszerű hibamegelőző vizsgálatok sorozata és ennek kritériumai tartoznak ide.

Időszakonként ellenőrizni kell a nyomástartó berendezéseket akkor is, ha konkrét meghibásodás nem várható, s minden jel a berendezés kifogástalan állapotára utal. Az ellenőrző szerkezeti vizsgálatok két fajtáját különböztetjük meg: az üzemelő berendezés külső szerkezeti vizsgálatát, továbbá a tisztítás, karbantartás ellenőrző belső szerkezeti vizsgálatát.

2. Szilárdsági vizsgálat [9]

Szilárdsági vizsgálatnak azt a szerkezeti vizsgálatot nevezzük, amelynek célja a túlnyomásnak kitett berendezés szerkezeti elemeiben fellépő feszültségek biztonságtechnikailag megengedett ellenőrzése.

A szilárdsági vizsgálatok fajtái:

— hidraulikus szilárdsági nyomáspróba;
— nyúlásméréssel ellenőrzött hidraulikus nyomáspróba;
— szilárdsági (vizsgáló) gáznyomáspróba;
— folyadék fölött gázpárnával végzett szilárdsági nyomáspróba;
— üzemi töltettel végzett szilárdsági nyomáspróba;
— nem nyomáspróba jellegű szilárdsági vizsgálatok.

A háziszabvány-tervezet tartalmazza a vizsgálat szükségességét, elvégzésének módját, értékelését és a szükséges biztonsági intézkedéseket.

3. Nyomástartó berendezések tömörségi vizsgálata [10]

A háziszabvány-javaslat definiálja a tömörséget a tömörtelenség fogalmának bevezetésével.

A tömörtelenség jellemzése a tömörségi vizsgálat módszerétől függően az alábbi értékelést vezeti be:

— az időegység alatt elszivárgó töltet mennyisége ($n\ cm^3 \cdot s^{-1}$);
— az időegység alatt fellépő nyomásesés ($Torr \cdot l \cdot s^{-1}$;)
— robbanásveszélyes gázok esetén alsó robbanási határ %-a (arh %);
— környezetszennyezés kiszivárgott töltetmennyiség alapján (ppm);
— magára hagyott rendszer tömörsége, a nyomáscsökkenés sebessége (p%/h).

Bevezeti a megengedett tömörtelenség fogalmát és erre előírásokat tesz.

Részletesen előírja a vizsgálatok szükségességét, elvégzésüknek módját, értékelését és a biztonsági intézkedéseket.

4. Biztonsági szelepek méretezése, kiválasztása

A kőolaj- és földgázbányászatban érvénybe léptetett NYEBSZ alkalmazási előírás (OBF 6/1969 ut.) a nyomástartó edények, nyomástartó rendszerek védelmével kapcsolatban egy sor problémát vetett fel.

A biztonsági szelepek méretezése jelentette az egyik leglényegesebb problémát, tekintettel a NYEBSZ előírásai és az olajiparban, gáziparban alkalmazott korszerű külföldi biztonsági szelepekre vonatkozó külföldi előírások közötti különbözőségre.

A problémák tisztázása érdekében a hatóság elrendelte az NKFV-nél a gázüzemekbe beépített biztonsági szelepek felülvizsgálatát. Ennek során további tisztázni való feladatok adódtak, nevezetesen: a korszerű biztonsági szelepek méretezésének, kiválasztásának hatóságilag elfogadott előírásait, a biztonsági szelepek hatóságilag elismert vizsgálatát (hazai vizsgálóberendezéssel!) és a külföldi biztonsági szelepek karbantartására, javítására vonatkozó utasításokat kellett kidolgozni. A feladat nagyságára való tekintettel — mivel hazai vonatkozásban hasonló kidolgozott előírások nem voltak — az NKFV megbízta a Miskolci NME Vegyipari Gépek Tanszékét a vázolt témakörben való kutatásra és átfogó tanulmány készítésére. Ezzel párhuzamosan az OLAJTERV is kapott megbízást a külföldi (elsősorban SAPAG) biztonsági szelepek alkalkalmazási feltételeinek tisztázására, az elfogadható szelepellenőrző számítási módszer kidolgozására és a beépített szelepek minősítésére. A tanszék 1972-ben elkészítette a „Gázlefúvató nyomáshatároló biztonsági szelepek műszaki megbízhatóságának vizsgálata" c. tanulmányt [11], amely az eddigi problémák megoldásához a fő támpontot adta. A tanulmány kitért a biztonsági szelepek hazai vizsgálóállomására vonatkozó általános irányelvekre is, aláhúzva a vizsgálóállomás szükségességét. A vizsgálóállomás kérdésében az NKFV eljárt az OKGT illetékes szervénél. Ennek alapján a NIM-mel egyetértésben döntés született arra, hogy a Miskolci NME-hez tartozó, Kazincbarcikán létesített Főiskolán az olaj- és vegyipar igényeit kiszolgáló „*szerelvényvizsgáló állomás*" létesüljön. Ezzel párhuzamosan az OLAJTERV is eredményesen ren-

dezte megbízásait, és így átmenetileg hatósági (OBF) szinten a kérdéscsoport szabályozottá vált. A további hatósági egyeztetések során felmerült a biztonsági szelepek és ezen túl a korszerű szemléletet tükröző nyomástartó rendszerek védelmének megvalósítását biztosító szabályzat kidolgozása. A szabályzat kidolgozása az OMBKE NKFV-nél működő Alföldi Termelési Szakcsoportja keretében alakult Biztonsági szelep Szakbizottság koordinálásában az OLAJTERV, a Miskolci NME Vegyipari Tanszéke és az OBF részéről konzulensként felkért kolléga közreműködésével 1974-ben megtörtént [12].

Az előzőekben ismertetett szerkezeti, szilárdsági és tömörségi vizsgálatok és a biztonsági szelepek, nyomástartó rendszerek témájában kidolgozott háziszabvány-javaslatok az érdekelt szénhidrogén-bányászati vállalatok, az NME, az OBF és az AÉEF, valamint az OKGT bevonásával zsürizésre kerültek. A zsüri észrevételei alapján készült el a végleges szövegezés. Az elkészült anyagok az OBF és az OKGT illetékesekhez kerültek jóváhagyás céljából.

A munka időszerűségét igazolja ezt követően az az OBF-tevékenység, amelynek lényegét egyrészt a GMBSZ II. fejezete, másrészt a NYEBSZ átdolgozása igazolja, az ezekre vonatkozó anyagok jelenleg már ismertek és véleményezés alatt állnak [13].

IV. Gömbtartályok üzemelési problémái

Mind a szénhidrogén-bányászat területén, mind a földgázszolgáltató vállalatoknál és a finomítóknál egyre nagyobb számban építenek és állítanak üzembe 250 m^3 vagy ennél nagyobb térfogatú gömbtartályokat.

A tartályállomány növekedésének három oka van:

— egyrészt a földgázfeldolgozás növekvő mennyiségével nő a földgázból nyerhető propán, bután, pentán és különféle stabilgazolinok mennyisége, amelyek üzemviteli anyagforgalmát biztosítani kell;
— az egyre nagyobb méretű földgázipari komplexumok másrészt már megkövetelik az inert gázos (pl. nitrogén) öblítőrendszerek kiépítését és nagy mennyiségű inert gáz állandó készenlétben tartását, amelyre legcélszerűbb a gömbtartály;
— harmadsorban a rendkívüli ütemű PB-gázfelhasználás, a fogyasztók milliós nagyságrendje megköveteli a területi bázisok kialakítását, különös tekintettel az egyenletes termelésre és a szezonális fogyasztási struktúrára.

A propán, bután és különféle gazolinok tárolására épített 250 és 1000 m^3-es gömbtartályok hidegen sajtolt gömbszeletekből, fedett ívű automatikus és kézi ívhegesztéssel készültek. A tartályokat diagonális köracél-merevítéssel ellátott csőlábakon helyezik el. A tartályokat a csőoszlopok felületére felhegesztett paták rögzítik.

A hajdúszoboszlói tartályokat 1964-ben, a szegedi tartályokat 1970-től a Magyar Vagon- és Gépgyár készítette. Az eltelt időszakban a tartályok zavartalanul üzemeltek. Az eddig észlelt meghibásodásokat a 250 m^3-es propán- és butántartályokon néhány pata deformációja, illetve a pata takarólemezének hegesztési varratán keletkezett felrepedés jelentette.

A tartályok ridegtörési veszélyével a Vasipari Kutató Intézet — az OKGT—BTF felkérésére — 1970 óta foglalkozott. Az elkészített szakvélemény [14] alapján kifogás merült fel a tartályok anyagának megválasztásával, az anyagminősítő vizsgálatának megválasztásával és a patavarratok repedésével, valamint a tartályok felületén levő, ráhegesztéssel készített búvónyílás és csonk kialakításával, továbbá a paták közvetlenül a tartályokra történő felhegesztésével és egyéb konstrukciós jellegű megoldással, hibával kapcsolatban. Mindezek következményeként a 12 mm-nél vastagabb acéllemezből készült tartályok feszültségcsökkentő hőkezelését javasolják.

A felvetett problémák két alapvető kérdés köré csoportosulnak, ezek:

— a szerkezet ridegtörési hajlama;
— a lábazat stabilitása.

Figyelembe véve a rendkívül nagy népgazdasági érdekeket, valamint a javasolt eljárás több 10 MFt-os költségkihatásait, indokolt volt e komplex kérdéscsoport további vizsgálata. A felvetett kérdések szakértésével a továbbiakban a Miskolci NME Mechanikai Technológiai Tanszéke foglalkozott [15].

A vizsgálatok kiterjedtek:

— az alapanyag és hegesztési anyag ridegtörési érzékenységére;
— a szerkezet és alapanyag ridegtörési hajlama közötti összefüggésre, továbbá
— a tartályok üzemeltetési körülményeinek vizsgálatára.

A fenti témák elemzéséből származó következtetések.

a) A 4 különböző méretű, rendeltetésű de azonos minőségű acéllemezből készült tartály ridegtörési hőmérsékletének pontos meghatározása nem lehetséges, mivel egy-egy tartályon számtalan tényező együttes hatását kellene figyelembe venni.

A ridegtörési hőmérséklet közelítő meghatározására legalkalmasabb modellkísérlet a nagyméretű bemetszett próbatestek vizsgálata (*Wells*-féle tanulmányból átvéve). Ennek alapján nem vált szükségessé hasonló vizsgálat elvégzése a tartályok ridegtörési veszélyének eldöntésére, mivel a beépített lemez és varrat anyaga szavatolva volt, azokról műbizonylat készült, szívósságuk tehát megállapítható volt, és megfelelőnek bizonyultak a tartályokban keletkező igénybevételek viselésére.

A tartályok szívósságának fokozása érdekében végzendő hőkezelést ezen részletesebb elemző vizsgálat egyik típusnál sem tartotta szükségesnek. Az üzemeltetéskor megengedhető legkisebb hőmérsékleti értéket $-20\,C^\circ$-ban állapították meg.

b) A patadeformáció megállapítására modellkísérlet történt a következő feltételekkel:

— 1:1 méretarányú patamodell vízzel feltöltve és $-20\,C^\circ$-ra lehűtve;
— 1:5 méretarányban kicsinyített tartályrészlettel.

A modellkísérletek bebizonyították, hogy a szerkezet lábazata ideális viszonyokat feltételezve maximális üzemi terhelésnél káros, maradó deformációt nem szenved.

c) Szükségessé vált azonban a lábazat merevségének vizsgálata. A csőlábak maradandó alakváltozását az alábbiak okozhatják:

— az alap egyenlőtlenül megsüllyed;
— az építéskor a lábakat ferdén rögzítették az alaphoz;
— a szélrácsok előfeszítése nem egyenletesen történt;
— egy vagy több szélrács meglazult.

A vizsgálatok eredményeként szükséges teendőket intézkedési terv határozza meg, s egyúttal az alapok süllyedésének mértékét meghatározott időszakonként ismételve azonos telítettségű állapotban ellenőrizni kell.

d) Szerkezeti kialakítások területén
— a kivágások és csonkok tervezési hibáit;
— a paták kivitelezési hibáit;
— a palástlemez illesztési és felületi hibáit, illetve hibalehetőségeit elemezték és ellenőrizték részletesebben.

A gömbtartályok szerkezeti vizsgálata során több felületi hibát tártak fel. Ezen hibahelyeknél az alábbi vizsgálatokat végezték el:
— a hibahelyek geometriai vizsgálatát;
— a felületi hibahelyeknél folyadékos repedési vizsgálatot;
— feltételezett belső hiba esetén műszeres hibafeltárást.

A hibahelyek három csoportra voltak oszthatók:
— felületi egyenetlenségi hibák (nem üzemelést gátlók);
— mélyebb felületű hibák (ezek gátlási helyek, amelyek kedvezőtlen esetben ridegtörés előidézői lehetnek). Ezen hibahelyek felszámolása vált szükségessé olyan műszaki megoldással, hogy az átmenet lekerekítési sugara legalább 10 mm legyen. Az így maradó falvastagság ellenőrzésével történt döntés, hogy szükséges-e felhegesztéssel további javítás.
— Hegesztéssel javítandó hibahelyek.

A javítóhegesztés hibahelyenként egyedileg elkészített hegesztési és vissza-ellenőrzési technológia alapján történt. A hegesztés repedésmentes ellenőrzését repedésvizsgáló folyadékkal, valamint ultrahangos vizsgálati módszerrel végezték.

Összefoglalva:

A szénhidrogének tárolására használt 250 és 400 m^3-es gömbtartályok lemez- és varratanyaga a szilárdsági és ridegtörési érzékenységi követelményeknek a vonatkozó előírások szerint megfelel.

A minimális üzemi hőmérsékleten ridegtörési érzékenységi vizsgálatot a beépített próbalemezeken csak részben végeztek. Az összehasonlító vizsgálatok és a beépített anyagok kémiai összetételének alapján az eddig alkalmazott üzemi viszonyok között és visszamenőlegesen több évre óránként végzett és elemzett megfigyelések során megállapítható volt, hogy a tartályok jelenlegi állapotában ridegtörési veszély −20 C°-ig nem áll fenn.

A 250 m^3-es tartályok patadeformációit és az üzemeltetés során észlelt varratszakadásokat egyértelműen az összegyűlt víz megfagyása okozta. Az ilyen helyek kialakulása a helytelenül megválasztott műszaki megoldásból fakad. Ez a hiba könnyen kiküszöbölhető. A paták merevsége megfelelő. A 250 m^3-es tartályok lábazatának stabilitásvizsgálatát azonban időnként szükséges elvégezni és ennek alapján — ha indokolt — rudazatcserét vagy csőlábmerevítést kell végezni.

A tartályokon észlelt kivitelezési hibák a biztonságos üzemeltetést nem befolyásolják.

A következő szerkezeti vizsgálat alkalmával a korábbi vizsgálatkor feltárt és szükség szerint javított hibahelyek ismételt ellenőrzése szükséges.

V. Gáztermékek minőségi szabványai és az ehhez kapcsolódó árkérdések

A növekvő hazai földgáztermelés és -feldolgozás a hazai szénhidrogéniparban egész sor olyan problémát vetett fel, amelyek a különféle melléktermékként jelentkező gáztermékféleségek minőségi paramétereinek szabályozását követelik meg.

Erre annál is inkább szüksége van az iparnak, mert olyan értékes anyagok nagy mennyiségéről van szó, amelyek az árbevételi szinteket mind vállalati, mind OKGT-szinten érdemben és jelentősen befolyásolják. Az árkérdések gazdaságilag kedvező rendezése azonban nem nélkülözheti a különféle termékek minőségi paramétereinek korrekt és egyértelmű meghatározását és szabályozását, annál is inkább, mert a rendelkezésre álló korszerű hazai berendezések megfelelő rugalmassággal üzemeltethetők az adott esetre előírt minőségi paraméterek betartása érdekében.

1. Stabilgazolinok [16]

A Hajdúszoboszlói Földgázüzem üzembe helyezése után hazai viszonylatban jelentősebb mennyiségű stabilgazolin került forgalomba. Ennek minősítése korábban az MNOSZ 1625-24 szabvány szerint történt. Ez a szabvány azóta érvényét vesztette, helyette új szabvány vagy szabványpótló előírás azonban nem született.

Az NKFV területén az egyre nagyobb volumenű földgáztermeléssel és -előkészítéssel fokozottan túlsúlyba került a dúsgáz-hányad és csökkent a szárazgázmennyiség. Az arány megváltozásának és az összmennyiség növekedésének következtében egyre nagyobb mennyiségű cseppfolyós gázt (propán-butánt, stabilgazolint, maradékot) termeltek.

A termékek, illetve a stabilgazolin mennyiségi növekedése 1965 óta az alábbiak szerint alakult.

Megnevezés	Egység	1965	1968	1970	1972	1975*
Összes termelt cseppfolyós gáztermék	et	14	150	199	266	350
	%	100	1071	1421	1900	2500
Ebből stabilgazolinok	et	10	75	128	187	200
	%	100	750	1280	1870	2000

* Becsült adatok.

Az egyre növekvő mennyiségek gazdasági szempontokból feltétlen szükségessé teszik a megfelelő ármegállapítást és az ezzel összefüggő minőségi követelmények rögzítését, azaz a megfelelő szabványelőírásokat. A propán-bután és a PB-keverékre vonatkozóan már érvényes szabvány, az MSZ-1601 számú szabványsorozat készült. Hasonlóan szükséges lenne a csupán csak az OKGT belső forgalmát érintő, és magasabb szénhidrogéneket tartalmazó kondenzátumok minőségének szabványban történő rögzítése is.

Mivel ez a termék kereskedelmi forgalomba nem kerül, országos érvényű szabvány kiadása nem várható.

A forrásoldalon különböző minőségben állnak rendelkezésre ezek a gazolinok, melyek további hasznosítása sem finomítói, sem földgázüzemi előállítási szempontból nem közömbös. OKGT-szinten feltétlenül előnyös és gazdaságos a stabilgazolin olajtól elkülönített tiszta szállítása a finomítókba, ahol a további feldolgozás energiaráfordítása így lényegesen kisebb és adott feldolgozási keresztmetszetekben nem köt le felesleges kapacitást, tehát feldolgozói kapacitásnövelést jelenthet. A jelenlegi ármegállapítások azonban nem ösztönzik a termelővállalatot a tiszta állapotban történő szállításra. Ezért lenne szükség iparágon belüli szabványosításra, amely ezen érdekellentéteket figyelembe véve támpontot jelentene mind a finomító, mind pedig a termelővállalat kereskedelmi kapcsolatában.

E témában tehát az elmúlt időszakban határozott lépések történtek, konkrét javaslat összeállítására került sor ezen szabvány iparági alkalmazása érdekében. A javaslat szerint a finomítói hasznosíthatóságot szem előtt tartva I. és II. osztályú stabilgazolin minőségi fogalom bevezetése lenne szükséges, amelyek csupán kezdő és végforrpontban, valamint fajsúlyban és az ezeket befolyásoló kémiai összetételben térnének el egymástól.

Néhány jellemző adat tájékoztatásul ezen javaslatból:

Paraméter	Stabilgazolin	
	I. oszt.	II. oszt.
Fajsúly 20 C°-on	0,66—0,70	0,70—0,76
Szín	Saybolt +25	Saybolt +25
Víztartalom	mentes	mentes
Rézlemezpróba	kiállja	kiállja
Kezdő forrpont C°	32—45	45 fölött
Végforrpont C°	max. 170	170 fölött
180 C°-ig átdeszt.	min. 80 ml	70 ml

Ez az iparági szabvány ez ideig még nem lépett életbe, így e kérdés időszerűsége változatlanul fennáll.

A kérdés felvetése ez évben különösen lényegessé válik, mert a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények „E" jelű gázfeldolgozó, ill. céltermékkinyerő üzemének beindításával 100 ezer t/év nagyságrendben fog olyan pentánmentes stabilgazolin piacra kerülni, ami várhatóan *vegyipari benzinként* közvetlenül hasznosítható lesz, ugyanis ezen anyag magas normálszénhidrogén-tartalma az etilénygyártás során kedvezőbb feltételeket jelenthet, mint a finomítói vegyipari benzin esetében. Ezért e minőségi kérdésnek a megállapítandó árban is tükröződnie kell.

2. Propán és bután, valamint PB-keverék

Szabványosítása megtörtént, az ármegállapításnak soronkívüli feladatnak kell lennie, mivel az ár jelenleg PB-keverékre van megállapítva, és egyre nő a kereslet a tiszta propán és bután iránt is, elsősorban az OKGT-szervezeten kívül álló felhasználóknál. Lényeges az exportárhatás kérdése is.

3. Pentán

Termelési szintje 10 ezer t/év nagyságrendű lesz, ugyanakkor szabványosítása és ármegállapítása rendezetlen. A kereslete mind az OKGT-n belül, mind az OKGT-szervezeten kívüli fogyasztói körben is várhatóan igen nagy lesz, mivel a földgázüzemek a nagy tisztasági előírás feltételeit is biztosítani lesznek képesek.

VI. Összefoglalás

Az előzőekben ismertetett néhány kiemelt téma korántsem jelent teljességre való törekvést és ennek megfelelő tájékoztatást. A feltevések célja elsősorban a figyelemfelkeltés és annak bemutatása, hogy az operatív szakemberek részére milyen kezdeményezési lehetőségek állnak rendelkezésre adott esetben, amelyek kihasználását iparunk elsődleges feladatának kell tekinteni.

IRODALOM

[1] Földgázipari anyagáramok mintavétele és összetételmeghatározása. MÁFKI J—142/72. sz. jelentés.

[2] Szénhidrogén anyagáramok mintavételi helyei és szerelvényei. NKFV—VSZ—1 háziszabvány, 1974.

[3] Szénhidrogén anyagáramok mintavevő eszközei. NKFV—VSZ—2 háziszabvány, 1974.

[4] Szénhidrogén anyagáramok mintavételezése. NKFV—VSZ—3 háziszabvány, 1974.

[5] Szénhidrogénminták előkészítésének módjai az analízishez. NKFV—VSZ—4 háziszabvány, 1974.

[6] Szénhidrogénösszetétel-vizsgálatok. NKFV—VSZ—5 háziszabvány, 1974.

[7] Nyomástartó Edények Biztonsági Szabályzata.

[8] Nyomástartó berendezések szerkezeti vizsgálata. BV—1/1973.

[9] Nyomástartó edények szerkezeti vizsgálata. NKFV—BV—2/1973 háziszabvány.

[10] Nyomástartó edények szerkezeti vizsgálata. NKFV—BV—3/1973 háziszabvány.

[11] Gőzlefúvató nyomáshatároló biztonsági szelepek műszaki megbízhatóságának vizsgálata. NME Vegyipari Gépek Tanszék.

[12] Nyomástartó rendszerek túlnyomás elleni védelme biztonsági szelepekkel. NKFV—BV—4/1974 háziszabvány.

[13] Nyomástartó berendezések műszaki biztonsági szabályzata (tervezet). OBF 1974. nov. 30.

[14] Vasipari Kutató Intézet szakvéleményei a gömbtartályokról. 1/4—3—191/1970. 08. 6.(KVV PB Gázfőosztály); 1/4—3—080/1970. 10. 14. (KVV); 1/4—3—021/1972. 02. 9. (OKGT Biztonságtechnikai Főo.); 1/4—3—327/1972. 10. 23. (OKGT Biztonságtechnikai Főo.).

[15] 26 db propán-, bután- és gazolintároló gömbtartály üzemeltetésének feltételei (tanulmány). NME Mechanikai Technológiai Tanszék, 1973.

[16] Szakértői vélemény az Algyőn üzemelő 7 db propán-, bután- és nitrogéntároló gömbtartály üzemeltethetőségéről. NME Mechanikai Technológia Tanszék, 1974.

[17] *Csákó D.:* Javaslat a hazai stabilgazolinok szabványosítására. Tanulmány, 1973.

Földgáz-előkészítő üzem kapacitás- és hatékonyságnövelése

MIKA GYÖRGY—
BÖGI ISTVÁN

A cikk a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények D jelű földgáz-előkészítő üzemében a kapacitás és hatékonyság növelésére alkalmazott módszereket, az új technológiai megoldásokat ismerteti.

A gázelőkészítés folyamatának és a készülékek vizsgálata révén meghatározhatók a szűk keresztmetszetek. Ehhez új technológiai kapcsolás kidolgozására volt szükség. A frakcionált kondenzáció elvének alkalmazásával lehetővé vált kereskedelmi minőségű stabil gazolin termelése, a pb-kinyerő berendezés kapacitásának növelése. Célszerűbb technológiai kapcsolás révén elhagyható volt az etánmentesítés utáni (levegős) hűtés. Javaslat született a gáz-gáz hőcserélők felületének növelésére sorba kapcsolt új készülékek alkalmazásával. Az új hőcserélő beépítésével és a gáz azt követő szeparálásával nemcsak az üzem energiagazdálkodása javul, hanem csökken a glikoligény, és a gazolintermelés függetlenné válik a környezet hőmérsékletétől.

Bevezetés

A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények *D* jelű földgáz-előkészítő üzeme 1972 novemberében kezdte meg működését. Rendeltetése a földgáz, víz és szénhidrogén harmatpontjának a távvezetéki szállítás követelményeinek megfelelő biztosítása, a gázelőkészítéskor levált szénhidrogén-kondenzátum etánmentesítése vagy stabilizálása. A Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat (OLAJTERV) tervei alapján az etánmentesítés vagy stabilizálás alternatív módon, egy berendezésben, üzemleállás nélkül valósítható meg a technológiai paraméterek átállításával [1].

Próbaüzemi tapasztalatok

A próbaüzem tapasztalatait, mérési eredményeit az üzemnaplók rögzítették; a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet (MÁFKI) J—64/1972 kutatási részjelentése [2] — amely ismertette az üzem valamennyi lényeges készülékének technológiai paraméterét — pedig megadta a tömeg- és komponensáramokat. A vizsgálatok során az említett jelentésben levő nyersgáz-összetételt tekintettük mértékadónak, és használtuk fel a technológiai számításokhoz. A próbaüzem technológiai tapasztalatait az alábbiakban lehetett összefoglalni:

1. A nyersgáz lényegesen soványabb volt a vártnál, különösen propán- és butántartalma kisebb. A kutatási jelentés szerint a propán koncentrációja 78%-a, az izo-butáné 59%-a, a n-butáné 66%-a, az izo-pentáné 65%-a, a normál pentáné 71%-a volt a tervezettnek. Nem volt jelentős eltérés a C_{7+} frakcióban.

A nyersgáz összetételének fentiek szerinti eltérése okozta alapvetően azt, hogy míg a mérések szerint — fogadószeparátorban levált folyadék hozama csak 8%-kal volt kisebb, mint a tervezett, addig a hidegszeparátorban leváló kondenzátum hozama már csak 58%-a volt a tervezettnek.

Megjegyezzük, hogy az eltelt időszak alatt a MÁFKI méréssorozata a tervezetthez közelebb álló, de annál „soványabb" nyers földgázt mutatott ki [3].

2. A nyersgáz hőmérséklete a művelési körülményektől (elsősorban a kutankénti hozamoktól), valamint a meteorológiai körülményektől függően 38—44 C° között változott.

3. A hidegszeparátorban eltért a gáz és a folyadéktér hőmérséklete, ha a fogadószeparátorokban levált, ún. mezőkondenzátumot a hidegszeparátorba vezették. A folyadéktér hőmérséklete mintegy 15 C°-kal volt nagyobb a gáztérénél, jelezve, hogy a két fázis közötti egyensúly nem állt be. A mezőkondenzátum oldó hatás helyett — mint azt tervezéskor, az egyensúly feltételezéséből kiindulva vártuk — elpárolgást idézett elő, ezért a próbaüzem alatt a fogadószeparátorok kondenzátumát közvetlenül a folyadékexpanziós szeparátorokba vezették.

4. A stabilizálási gázok komprimálása (4 att-ról 16 att-ra) utáni visszahűtésekor magas propán-bután tartalmú folyadék volt leválasztható a C_2 jelű kőolajkísérőgáz-üzem szeparátoraiban, amelyből ezen üzem PB-tornyában kinyerhető a PB-tartalom. A stabilizáló torony tehát egyfajta *PB-dúsítóként működik*, ezért célszerű a fenéktér hőmérsékletének növelésével a propán-bután tartalmat a tervezettnél nagyobb mértékben kihajtani. (Tervezéskor a stabil kondenzátum tartálykocsiban való elszállításához szükséges mértékű kihajtást −40 C°-on 0,8 ata egyensúlyi gőznyomás elérésével irányoztuk elő.)

5. A *D* üzem levegős hűtői az etánmentesített kondenzátumot a léghőmérséklettől függően 0—40 C° közötti hőmérsékletre hűtötték le. Ezt a kondenzátumot a C_2 üzem PB-keverékkinyerő tornyának táphőcserélőjében a 180 C°-os fenéktermék kb. 100 C°-ra melegíti fel, az részben elpárologva jut a toronyba. A fenéktermék e hőcserélőben nyáron csak 50—60 C°-ra hűlt le, ezért tárolása nehézségeket okozott.

6. A készülékek működéséről az alábbiak voltak megállapíthatók:

6.1. A nyersgáz kondenzátumának leválasztására két, egymás után kapcsolt szeparátort terveztünk be. (Fogadó- és előszeparátor.) A második (ún. „előszeparátor") feladata a kondenzátumdugók leválasztása és tárolása volt. Stacionárius üzemnél e második szeparátorban sohasem volt folyadék, de a nyersanyaghozam ugrásszerű növelésekor — mint ami például több kút egyidejű indításakor előáll — igen.

6.2. A gáz-gáz hőcserélők jól működtek, azonban a belőlük kilépő szeparált gáz hőmérséklete 15—20 C°-kal volt kisebb a belépő, mezőkondenzátumtól mentes gáz hőmérsékleténél. (Ez lényegesen nagyobb volt a hazai földgáz-előkészítő üzemekben célszerűnek talált kb. 5—10 C°-os hőmérséklet-különbségnél.)

6.3. Az előkészített gáz harmatpontja megfelelő volt, ez a hidegszeparátor kielégítő működésére utalt.

6.4. A folyadékexpanziós szeparátorok jól működtek, térfogatuk megfelelő volt a folyadéktermelés egyenetlenségeinek kiküszöbölésére.

6.5. A folyadékkezelő tornyok mind stabilizálási, mind etánmentesítési állapotban üzembiztosan működtek. Megjegyezzük, hogy a folyadékkezelő tornyok méreteinek megállapításakor a stabilizáló viszonyai voltak mérvadóak. Etánmentesítéskor az oszlop szükségképpen alulterhelt.

A MÁFKI vizsgálatai szerint [3] a folyadékkezelő tornyok kapacitása a betáplált nyersgazolinra vonatkoztatva 16,5 t/h, etánmentesítéskor 25 t/h. Tekintve, hogy 14 t/h volt a méretezés alapjául szolgáló táphozam, a fenti eredmények igazolják a tervezéskor követett elveket.

6.6. A szovjet gyártmányú (a tallini gépgyárban készült) levegős kondenzátumhűtők igen jól működtek. A belőlük kilépő közeg hőmérséklete csak 8—12 C°-kal haladta meg a léghőmérsékletet, ami alulterheltségüket mutatta. (Ez a tervezési tartalékból származik.)

A kapacitás- és hatékonyságnövelés céljai és ötletek a megoldáshoz

Az üzem fentiekben vázlatosan összefoglalt tapasztalataiból kiindulva megvizsgáltuk, milyen lehetőségek vannak a nyersgázfeldolgozó kapacitás, valamint a folyadékleválasztás hatékonyságának növelésére, az üzem energiagazdálkodásának javítására. E kérdéskomplexum megoldásához két fontos javaslatot kaptunk, melyek az alábbiak voltak:

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat (NKFV) Fejlesztési főosztálya elemezte a földgáz gáz-gáz hőcserélőkkel és mesterségesen (ammóniával) való hűtésének költségét, mint a gáz-gáz hőcserélőfelület függvényét.

Megállapította, hogy e költségfüggvény minimuma kb. 50%-kal nagyobb hőcserélő-felületnél van, mint a meglevő hőcserélők felülete, ezért a hőcserélők 90%-os növelését javasolta. E javaslat az újabb gáz-gáz hőcserélőt a fogadó- és előszeparátor közé helyezte. (A kapcsolást a *3. ábrán* mutatjuk be.) Ezáltal a kondenzálódott víz és szénhidrogén leválasztható volt.

Miután a gáz hőmérséklete az újabb hőcserélő után is még meghaladta a hidrátképződés kezdeti hőmérsékletét, inhibitoradagolás szükségtelen volt, sőt a gáz víztartalmának csökkenése lehetővé tette a glikoladagolás csökkentését is.

Az NKFV szegedi üzemének mérnökei, abból kiindulva, hogy a hidegszeparátor kondenzátumának PB-tartalma lényegesen magasabb (móltörtekben kifejezve mintegy 2,1-szeres) a fogadószeparátorban leváló mezőkondenzátuménál, javasolták, hogy a két technológiai sorban keletkező kondenzátumot — a mezőkondenzátumtól elkülönítve — kezeljék. A koncentráltabb PB-nyersanyag kisebb refluxarányt igényel, ez pedig az oszlop terhelhetőségét növeli. E javaslat szerint a mezőkondenzátumot stabilizálni kell.

A két különböző kémiai összetételű kondenzátum szétválasztása következményeként lehetővé vált stabil gazolin termelése is.

A készülék technológiai vizsgálata

Annak érdekében, hogy körülhatárolhassuk az üzem kezdeti kiépítése mellett megvalósítható azon üzemállapotokat, melyek biztosítják a kezelt gáz megfelelő harmatpontját, elemeztük az üzem készülékeinek — mint vegyipari műveleti egységeknek — működését. Az elemzést lényegesen megkönnyítette, hogy az üzem — kísérleti jelleggel — névleges kapacitását meghaladó terheléssel működött. Ez döntő jelentőségű volt a szeparátorok folyadékleválasztásának pontos méréséhez, amely kísérleti adatok nélkül nem, illetve nehezen számítható.

Részletesen elemeztük a gáz-gáz hőcserélőket és a hidegszeparátorokat.

Gáz-gáz hőcserélők hőátadási tényezőjének meghatározása

A próbaüzem 60 napjának mérései közül kiválasztottuk azokat, amelyek egyidejűleg mérték a távvezetékre adott gáz mennyiségét, összetételét, nyomását, hőmérsékletét mind a cső-, mind a köpenyoldalon, a hőcserélőkbe való belépéskor és az azokból való kilépéskor. 11 ilyen összetartozó adatrendszert találtunk.

A fenti adatok birtokában számítógéppel kiszámítottuk a hőcserélők köpenyterében áramló szeparált gáz fajlagos entalpiáját. A hőcserélő hőáramát a szeparált gáz tömegárama és entalpianövekménye szorzatával vettük egyenlőnek, figyelmen kívül hagyva a környezettel való hőcserét. A gáz-gáz hőcserélőket ideálisan ellenáramú készüléknek vettük, így a mért hőmérsékletek és a készülék hőátadó felülete alapján a hőátadási tényező kiszámítható volt.

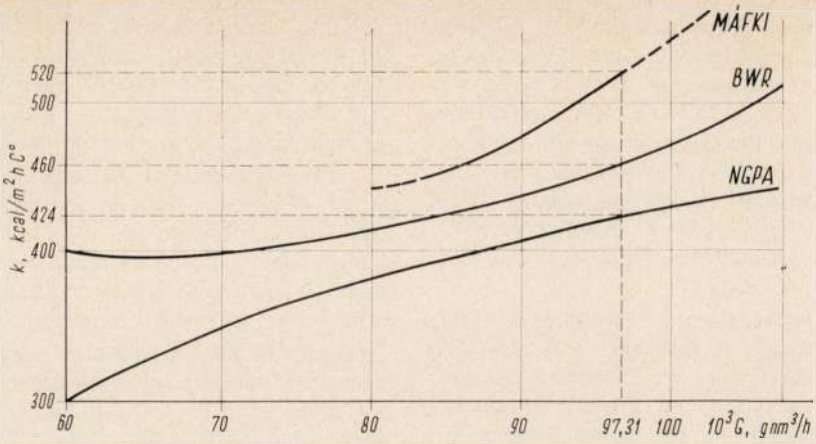
Megjegyezzük, hogy az entalpia izoterm nyomáskorrekciójának számítását kétféle módszerrel is elvégeztük a [4]-ben leírt módszerekkel és adatokkal. A két módszer szerint — a *Benedict—Webb—Rubin*-állapotegyenlet és a *Pitzer*-féle diagram felhasználásával — végzett számítás a hőátszármaztatási tényezőben jelentős, kb. 30 kcal/m²hC° eltérést okozott.

A kapott hőátszármaztatási tényező—gázhozam értékpárokkal adott függvénykapcsolatot másodfokú polinommal közelítettük. A polinom együtthatóit a legkisebb négyzetes hiba módszerével határoztuk meg, egy *Hewlett—Packard* 9100/B típusú számítógép könyvtári programja segítségével. Az így előállított polinomot használtuk fel, melyet az *1. ábrán* mutatunk be. Megjegyezzük, hogy ez a módszer — bár céljának tökéletesen megfelel — teljesen formális, művelettani szempontból semmitmondó; kizárólag gyorsasága miatt választottuk ki.

Megegyezően az OLAJTERV eddigi tervezési gyakorlatával, a MÁFKI elhanyagolta a csőoldali kondenzációnak a hőátadásra gyakorolt hatását (mind a cső-, mind a köpenyoldali hőátadási tényezőt homogén gázfázisra érvényes hasonlósági kritériumokból számította [3]).

A mért és számított eredmények igen jó egyezése (6%-os relatív hibán belül) rávilágít arra, hogy a csőtérben a kondenzáció apró cseppenként történik, a csövek belsejében nem alakul ki összefüggő folyadékfilm.

Érdemes kiemelni, hogy a hőátadási tényező kapott értékei igen magasak, ami arra utal, hogy a



1. ábra
A hőátadási tényező változása a terhelés függvényében

konstrukció jó (a sebességviszonyokat helyesen választották meg.) A számszerű értéke 97 000 gnm³/h terhelésnél 424, ill. 460 kcal/m²hC° a *Pitzer*-féle diagramot, ill. a BWR-állapotegyenletet használva az entalpia számításakor. A technológiai számításokhoz ez utóbbi értéket használtuk fel.

A hidegszeparátorok folyadékleválasztásának ellenőrzése

A szeparátorok hatásosságát jellemzi pl. a kilépő, egymással elméletileg egyensúlyban levő áramok diszperz fázisának aránya, vagy a kilépő áramok mért összetételéhez tartozó egyensúlyi hőmérséklet (pl. harmatpont-hőmérséklet) vagy az elragadott diszperz fázis és az egyensúlyi állapotban levő, összefüggő fázis mennyiségének aránya.

A szeparátorok hatásfokát ez utóbbi mennyiség mutatja legszemléletesebben; megadja ugyanis, hogy a gázfázis által elragadott folyadék mennyisége mekkora részét teszi ki a termodinamikai egyensúlyban levő gőz-folyadék rendszer folyadékának. E mennyiség meghatározásához ismerni kell a szeparátor nyomásán és hőmérsékletén kívül a gázfázis összetételét és a szeparátorba belépő áram (teljes) összetételét. Ennek elemzését közvetlen mintavétellel kell meghatározni olyan állapotban, ahol az homogén gáz állapotú. Az üzemben ez az előszeparátorból való kilépésnél történhet. Az üzemi elemzések sajnos erre nem terjedtek ki. Ezért, az üzem 62 napjának méréseit felhasználva, a gázfázis mért összetétele, a szeparátor mért nyomása és hőmérséklete alapján, ICT 1900-as típusú számítógép segítségével meghatároztuk a fázisállapotot. Megállapítottuk, hogy e gáz tartalmaz-e folyadékot, ha igen, meghatároztuk a folyadékarányt. A szeparátorok üzeme nem kielégítő akkor, ha a kilépő gázban a távvezetéki szállítás biztonságát veszélyeztető mennyiségű folyadék mutatható ki.

A számítások eredményeiből az alábbi következtetéseket vontuk le:

1. A távvezetéki gázból kondenzátum válik le a hidegszeparátor nyomásán és hőmérsékletén a vizsgált 62 alkalomból 6 alkalommal.

2. A gázterhelés és a folyadéktartalom között egyértelmű összefüggés nem mutatható ki.

3. Amikor folyadék van a távvezetéki gázban, a szeparátornyomás 54 att vagy az alatti értékű volt. Megítélésünk szerint ekkor a térfogatsebesség növekedése cseppelragadáshoz vezet. Ez azt mutatja, hogy célszerű a nyomást felülről 54 att-ban limitálni, holott egyes esetekben, a fojtóeffektus növelése, ill. a kívánt mértékű hűtés érdekében célszerű volna ez alá is menni.

4. Azokban az esetekben, amikor folyadékleválás volt kimutatható, a C_{4+}-tartalom minden esetben, 3,5 mól% fölött volt. Azt a tényt, hogy a vizsgált időszakból 3 napon a C_{4+}-tartalom 3,5 mól% fölött volt ugyan, de kondenzáció nem volt számítható, a gázkromatográfiás elemzés hibájának tudtuk be. Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy ilyen esetekben — mint általában a próbaüzemek, különösképpen egy névleges (méretezési) terhelését meghaladó szeparáló berendezés esetén — a harmatpontot meghatározó komponenseket, kiváltképp a C_{5+}-tartalmat a szokásos rutinelemzésnél nagyobb pontossággal kell elemezni és számszerűen megadni. (Ennek módszerei adottak, pl. [5].) Teljesen elfogadhatatlan ebből a szempontból az a gyakorlat, mely a bután- és pentánizomereket összevontan adja meg.

Ezeket a következtetéseket összegezve várható volt, hogy a hidegszeparátorok folyadékleválasztása a névleges kapacitást kismértékben meghaladó túlterhelés esetén megfelelő lesz, de a gázterhelés további növelése folyadékkihordást fog eredményezni.

Ennek a vizsgálatnak alapján maximálisan 20% túlterhelést javasoltunk, amelyet az eltelt időszak tapasztalatai igazoltak. A fogadószeparátorok, valamint a folyadékkezelés készülékeinek részletes vizsgálatára a próbaüzem ismertetett tapasztalatai alapján nem volt szükség. A biztonsági lefúvószelepek kapacitása vizsgálatának eredményeként megállapítottuk, hogy a beépített biztonsági szelepek kb. 20% nyersgázhozam-túlterhelést lehetővé tesznek, ezt érdemben meghaladó növekedés a készülékek lefúvó csőtoldatainak cseréjét is szükségessé tenné.

A technológiai folyamat számítása

Miután megállapítottuk, hogy a hidegszeparátorok, azok biztonsági szelepeinek kapacitása mintegy 20%-os nyersgázhozam-növelést tesz lehetővé, megvizsgáltuk,

hogy a meglevő gáz-gáz hőcserélők mellett mekkora lehet a nyers földgáz azon (maximális) hőmérséklete, amely csak a *Joule—Thomson*-effektus és hőcsere révén elegendő a gáz 0, ill. −5 C°-ra való lehűtéséhez, s azt meghaladó hőmérsékletek esetén mekkora a mesterséges hűtőben elvonandó hő. Elemeztük azt is, hogy a nyersgáz hőmérsékletének változása hogyan érinti a fogadó- és előszeparátorokban leváló kondenzátum mennyiségét és összetételét. Számításainkat ICL 1900-as számítógépen végeztük.

E program [6] a nyers földgáz összetétele, nyomása, hőmérséklete, mennyisége, a távvezeték nyomása, a hidegszeparátor hőmérséklete, a távvezetékre menő szeparált gáz hőmérséklete és a folyadékexpanziós szeparátor(ok) nyomása(i) alapján minden egyes készülékre kiszámítja a tömeg-, komponens-, entalpiaáramokat, a mesterséges hűtőben elvonandó hőt, továbbá a nagynyomású közeg hőmérsékletét a gáz-gáz hőcserélő, a mesterséges hűtő és fojtószelep után, ezeken kívül a folyadékexpanziós szeparátorok hőmérsékletét.

Számítási módszereink pontosságának megállapítására a gépi számítások eredményeit összevetettük a MÁFKI méréseivel.

Először — a többi kiindulási paraméter értékét a mérésből véve — próbálgatással meghatároztuk, mekkora a távvezetékre adott gáz azon hőmérséklete, melynél a hidegszeparátorban elvonandó hő mennyisége zérus. (Pontosabban: mikor válik valamely küszöbértéknél kisebbé a mesterséges hűtőben elvonandó hő és a gázból — a gáz-gáz hőcserélőben és a mesterséges hűtőben együttesen — elvonandó hő aránya.) Eredményül a mért, +20 C°-os hőmérsékletet kaptuk.

Összehasonlítottuk a fogadó- és a hidegszeparátorokban leváló folyadék mért és számított tömegáramát és összetételét.

A MÁFKI a folyadékok tömegáramát az üzemi térfogatáram-mérőkön leolvasott értékek és a folyadékminták gázkromatográfiás elemzése eredményeként kapott összetételből számított sűrűség szorzataként kapta. Ezen értékeket nevezzük mért értékeknek, megjegyezve, hogy ezeket az adatokat a térfogatáramlás méréshibáin kívül terhelik a mintavételből, az elemzésből és a sűrűségszámítás módszeréből eredő hibák is.

Az összehasonlítás eredményei:

— Az előszeparátorokban leváló folyadék számított tömege 5%-kal, a hidegszeparátoré 6,7%-kal nagyobb a mért értéknél.

— A folyadék-összetételnél a legnagyobb abszolút eltérések a metánnál találhatók.

Mind az elő-, mind a hidegszeparátorban levált instabil gazolin expanziójának számításakor a végállapot hőmérsékletére az entalpiamérlegből a kezdeti állapot hőmérsékleténél nagyobb értéket kaptunk, annak ellenére, hogy a folyadékelegy tetemes része (26, ill. 34 mól%-nyi rész) elpárolgott. (A 34 C°-os gazolin látszólag 42 C°-ra, a −5 C°-os gazolin −1 C°-ra melegedett volna.) Mindkét alkalmazott entalpiaszámítási módszer ugyanerre a képtelenségre vezetett. Ez azt jelentette, hogy az irodalomból vett két módszer, a megfelelő számadatokkal, gáz-csapadékok entalpiájának számítására használhatatlan. Mivel a földgáz fojtóeffektusának számításakor a mért értékekkel igen jó, rendre a mérési hibákon belüli eredményeket kaptunk, ez azt jelenti, hogy a durva hiba a folyadék párolgáshőjének számításából adódik.

— A folyadékelegy sűrűségét a BWR-állapotegyenlettel számítva, irreálisan kis (200—300 kg/m³ nagyságú) értékeket kaptunk. Ennek oka az, hogy az állapotegyenlet együtthatóit regresszióval határozták meg, főként a gáz- és gőzállapotra mért adatokból, így felhasználásuk extrapolálást jelent.

Ez utóbbi két megállapítás főként módszertani jellegű, az üzemvitelt nem befolyásolja.

Összefoglalva, számítási módszereink a gázelőkészítés technológiai folyamatának számítására alkalmasak voltak.

Ezután, 38 C°-tól 60 C°-ig változtatva az üzembe belépő gáz hőmérsékletét, kiszámítottuk, hogy menynyi energiát kell elvonni a gáz 0, ill. −5 C°-ra való lehűtéséhez *(1. táblázat)*. A táblázatból látható, hogy a fogadószeparátor hőmérsékletének növelésével csökken a leváló folyadék mennyisége, növekszik átlagos molekulasúlya, ellenben a hidegszeparátor állandó hőmérséklete mellett növekszik a hidegszeparátorban leváló folyadék mennyisége. A táblázat számszerűen mutatja, hogy a folyadékleválasztás eltolódik a hidegszeparátor javára, de ott nagyobb mólsúlyú, nehezebb végforrpontú kondenzátum keletkezik. Az üzemi tapasztalatok szerint 34 C° nyersgáz-hőmérséklet felett a gázexpanziós szeparátor folyadékából történő PB-kinyerés után a stabil kondenzátum végforrpontja meghaladja a 180 C°-ot, vagyis az nem értékesíthető stabil gazolinként.

Meghatároztuk azt is, hogy a meglevő gáz-gáz hőcserélők segítségével ezen energiának mekkora része vonható el a gázból. Ezt próbálgatással állapítottuk meg, amelynek menetét alább ismertetjük.

A nyers földgáz, továbbá a hidegszeparátor és a távvezetékre menő szeparált gáz nyomásának és hőmérsékletének megadásával meghatározott a szeparált földgáz által a gáz-gáz hőcserélőben felvett hő (Q_{sz}), amely (a gáz-gáz hőcserélőt adiabatikusnak véve) egyenlő a nyers gázból elvont hővel, és meghatározza a gáz-gáz hőcserélőből kilépő gázáram hőmérsékletét. Így adottak a hőcserélő hőmérsékletviszonyai, adott a hőátszármaztatás hajtóereje, számítható a logaritmikus hőmérséklet-különbség.

A hőcserélő felülete, a meghatározott logaritmikus közepes hőmérséklet-különbség (mint hajtóerő) és — az előzőek szerint — a gázhozam függvényeként meghatározott eredő hőátszármaztatási tényező (K) szorzata az *átszármaztatható* hőmennyiséget adja:

$$Q_{\text{átsz}} = F \cdot \Delta t_{\text{köz}} \cdot K. \qquad (1)$$

A számításokat addig végeztük, míg

$$\left| \frac{Q_{sz} - Q_{\text{átsz}}}{Q_{sz}} \right| \leqq 0{,}05. \qquad (2)$$

A fenti feltétel esetében a hőmérséklet eltérése nem nagyobb 0,5-nél.

1. táblázat

Az SZKFL „D" üzemének anyag- és hőforgalmi adatai a gáz—gáz hőcserélő bővítése és az azt követő szeparálás nélkül
K = 460 kcal/m³nC°, F = 470 m²

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fogadószeparátor										
hőmérséklete, C°	38		42		50		55		60	
Gázfázis										
móláram, kmól/h	8 215,40		8 232,23		8 262,41		8 281,41		8 300,17	
átl. mólsúly, kg/kmól	18,78		18,84		18,98		19,07		19,17	
tömegáram, kg/h	154 285		155 095		156 820		157 926		159 115	
Folyadékfázis										
móláram, kmól/h	254,54		228,71		198,53		179,53		160,77	
átl. mólsúly, kg/h	69,03		70,30		72,55		73,84		75,12	
tömegáram, kg/h	16 950		16 078		14 403		13 256		12 077	
Hidegszeparátor										
hőmérséklete, C°	0	−5	0	−5	0	−5	0	−5	0	−5
Gázfázis										
móláram, kmól/h	8 071,87	8 035,77	8 074,75	8 037,66	8 077,51	8 038,76	8 077,46	8 038,21	8 076,65	8 036,52
átl. mólsúly, kg/kmól	18,07	17,96	18,06	17,96	18,06	17,95	18,05	17,94	18,04	17,93
tömegáram, kg/h	145 859	144 322	145 830	144 435	145 880	144 296	145 798	144 205	145 703	14 433
Folyadékfázis										
móláram, kmól/h	143,53	179,63	157,48	194,57	184,89	223,65	203,96	243,21	223,52	863,65
átl. mólsúly, kg/h	58,62	55,28	58,80	55,52	59,29	56,09	59,71	56,61	60,19	57,12
tömegáram, kg/h	8 414	9 930	9 260	10 803	10 962	12 545	12 178	13 768	13 454	15 060
Teljes folyadéktermelés tömegáram kg/h	25 364	26 880	25 337	26 881	25 361	26 948	25 434	27 024	25 531	27 137
Folyadékmegoszlás a fogadó- és hidegszeparátor között	66,8:33,2	63,0:37,0	63,5:36,5	59,8:40,2	56,8:43,2	53,5:46,5	52,1:47,9	49,0:51,0	47,3:52,7	44,5:55,5
Elvonandó teljes hőmennyiség millió kcal/h	2,3816	3,0071	2,8833	3,5143	3,8866	4,5274	4,503	5,1578	5,1196	5,7826

E számítások eredményeként azt kaptuk, hogy a 0 C°-os szeparálási hőmérséklet a meglevő mesterséges hűtőkkel 42 C°-os nyersgáz-hőmérsékletig biztosítható; 50 C° belépő hőmérsékletnél kereken 440 ezer kcal/h az elvonandó hő mennyisége. Ez a megállapítás lehetővé tette az üzem biztonságos, megalapozott működését 20%-os nyersgázhozam növelésével, fenti korlátozással. Külön vizsgálat tárgyává tettük a gázelőkészítésnél levált folyadékok kezelésének három változatát.

a) A fogadószeparátorban levált kondenzátumot és a gázexpanziós szeparátorban levált folyadékot összekeverve, a folyadékexpanziós szeparátorba vezetjük. Ez volt a próbaüzem alatti állapot.

b) A fogadószeparátorokban levált kondenzátum és a gázexpanziós szeparátorokban leváló folyadék különkülön kerül feldolgozásra. Ezt a megoldást tartalmazta az NKFV Szegedi Üzemének említett újítási javaslata.

c) A fogadószeparátorokban levált folyadékot visszaadjuk a fojtószelepek utáni gázáramba.

Egyértelműen mind műszaki, mind gazdasági szempontból a *b)* változat bizonyult legelőnyösebbnek, de ennek részletes elemzése meghaladja e közlemény kereteit.

Új, hatékonyabb technológiai kapcsolatok

Megvizsgáltuk az NKFV javaslata szerinti gáz-gáz hőcserélő kapacitásbővítésének hatását.

A bővítésre lehetőséget az adott, hogy kihasználatlan hajtóerő állt rendelkezésre (mint írtuk, a hőcserélőbe belépő közeg hőmérséklete mintegy 15 C°-kal volt nagyobb az onnan kilépő, szeparált földgáz hőmérsékleténél). A gáz-gáz hőcserélők javasolt 50%-os (kereken 240 m²-rel, technológiai soronként két-két 60 m²-es egységgel történő) bővítése az alábbi előnyökkel járt:

1. A nyersgáz hőmérséklete mesterséges hűtés nélkül 50 C°-ig emelkedhet. A hőcserélő beépítése mintegy 440 000 kcal/h energiamegtakarítást tesz lehetővé.

2. Lehetővé válik +34 C°-os nyersgáz-hőmérséklet fölött is stabil gazolin előállítása a hidegszeparátorban leváló folyadékból.

50 C°-os belépési hőmérsékleten az új hőcserélőben a gáz kb. 40 C°-ra hűl le, mintegy 1 t/h, 68-as átlagmólsúlyú kondenzátum választható le belőle, amely magas végforrpontú, azt a fogadószeparátor kondenzátumával egyesítve, stabilizálni kell. 34 C°-os nyersgáz-hőmérsékletig az előszeparátorban leváló kondenzátumból stabil gazolin állítható elő, az tehát a hidegszeparátorok kondenzátumával együtt etánmentesítőbe vezethető.

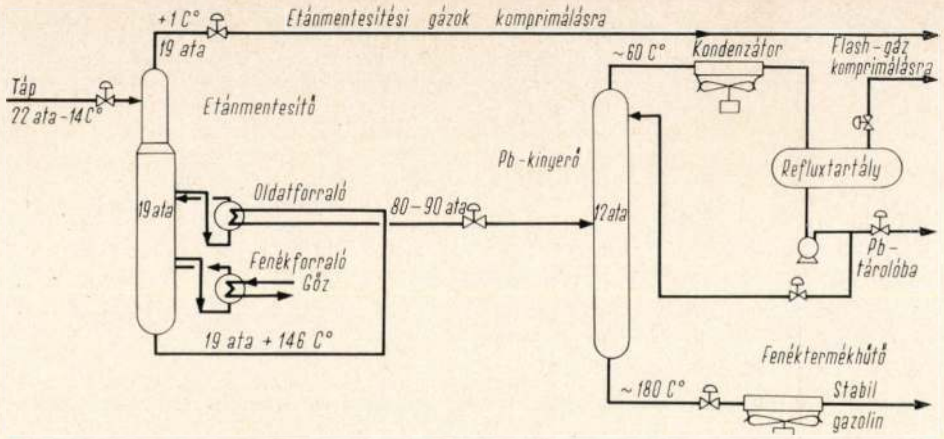
Így tehát az üzem frakcionált kondenzációval stabil gazolint állíthat elő, a meteorológiai körülmények változása csak a stabil gazolin hozamának kis mértékű változását idézi elő. A stabil gazolin termelésének ez a módja lényegesen egyszerűbb és gazdaságosabb, mint a mosóolajos technológiákban, ahol a stabil gazolint frakcionálással választják el a nehezebb párlattól.

3. Lehetőség van a hűléskor levált folyadék elválasztására, ez az előszeparátor hőmérsékletétől függően a glikoladagolás 44—68%-os csökkentésére ad lehetőséget.

4. Végül az előszeparátor továbbra is alkalmas a kondenzátumdugók felfogására.

Az újabb hőcserélő beépítése azzal a következménnyel jár, hogy ha a gáz hőmérséklete 35 C° vagy annál kisebb, akkor a gáz a hidrátképződési hőmérséklet (kb. 20—25 C°) alá hűlhet. Ez megakadályozható azzal, hogy a hűtőgáz egy része — szabályozott mértékben — megkerüli ezen újonnan beépített hőcserélőt.

Racionalizáltuk az etánmentesítő és a PB-keverékkinyerés energetikai kapcsolatát. A technológiai kapcsolást a *2. ábrán* vázoltuk fel. Mint látható, a torony



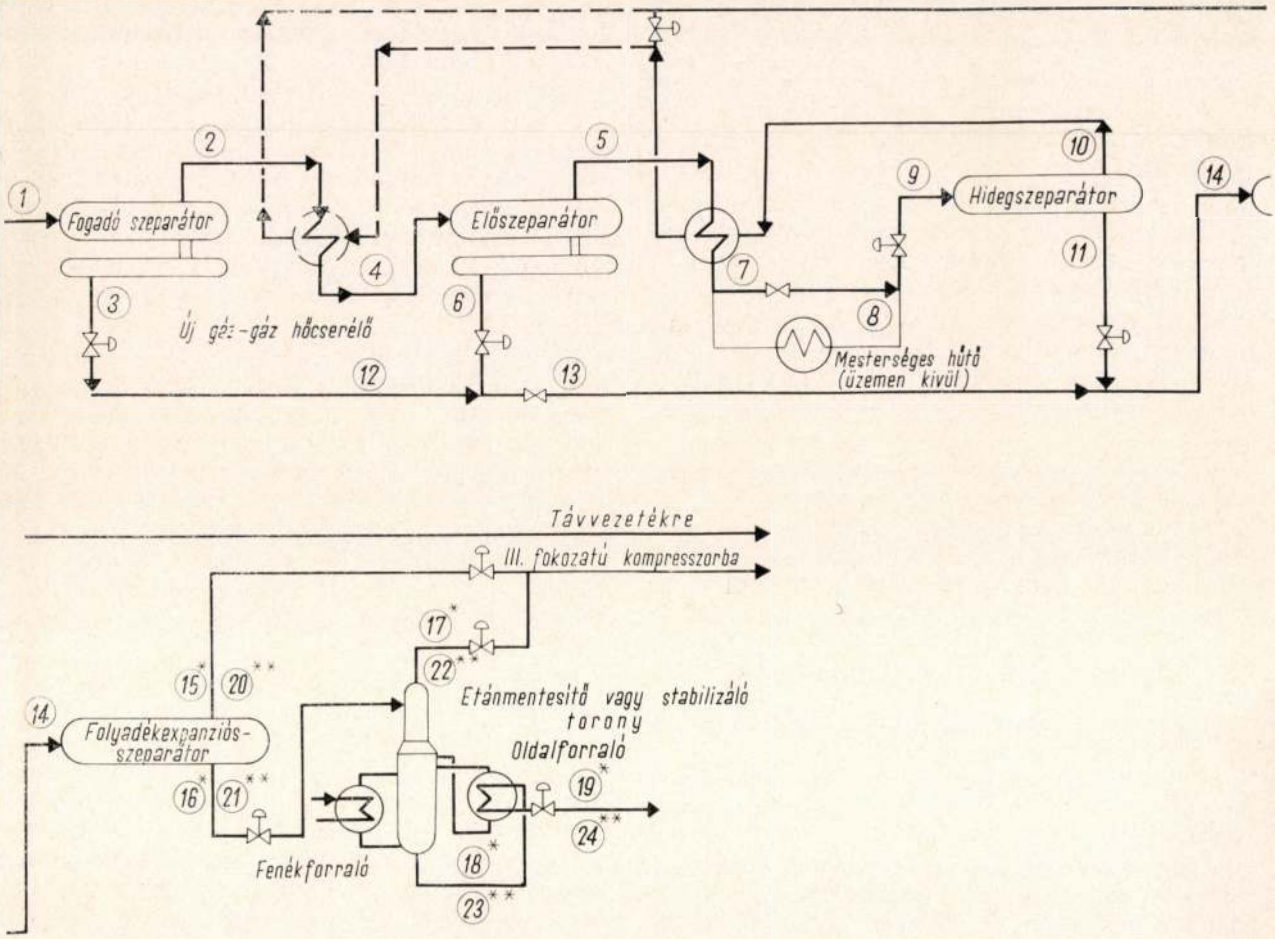
2. ábra
Az etánmentesítés és a PB-kinyerés kapcsolata

kb. 150 C°-os fenékterméke az oldalforralóban 80—90 C°-ra hűl le, innen közvetlenül a PB-keverékkinyerőbe áramlik, ezáltal felszabadul a levegős fenéktermékhűtő. A PB-torony fenékterméke az így felszabadult hűtőben hűlhet le a tárolás megkívánta hőmérsékletre (45 C° alá). A folyadékkezelés technológiai számításait a MÁFKI végezte.

A technológiai folyamatot a *3. ábrán* tüntettük fel.

Köszönetnyilvánítás

Az üzem hatékonyság- és kapacitásnövelésének szellemi előkészítése az NKFV, a MÁFKI és az OLAJTERV szervezett, példaszerű együttműködésén alapult. A szerzők köszönetüket fejezik ki valamennyi munkatársuknak, akik e vállalkozásban részt vettek.



3. ábra
A „D" üzem elvi technológiai folyamatábrája és anyagforgalmi táblázata

1. A feltüntett üzemállapot a fogadó- és előszeparátor közé újonnan épített gáz-gáz hőcserélővel valósítható meg.
2. Az előszeparátorban leválasztott kondenzátum kb. 35 C°-os szeparátor-hőmérsékletig adható a gázexpanziós szeparátor folyadékába. 35 C° fölött a fogadószeparátor folyadékába kell adni.
3. A feltüntetett üzemállapotban mesterséges hűtés nincs.
4. Az etánmentesítés komponensmegoszlását a MÁFKI számította.
5. A stabilizálás komponensmegoszlását a MÁFKI J—164/1972-ben közölt részjelentése szerint számítottuk.
6. Az entalpiaszámítás alappontja: a tiszta anyagok entalpiája 0 K-on ideális gázállapotban zérus.
7. Entalpiaszámítás: BWR-állapotegyenlet felhasználásával.
8. A szaggatott vonal az új technológiai kapcsolatot jelöli.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p, ata	103	103	103	103	103	103	103		55	55	55	22
T, C°	42	42	42	32	32	32	13,5		−5	−5	−5	25
m, kmól/h	8460,94	8232,23	228,71	8232,23	8198,3	33,93	8198,3		8198,3	8037,66	160,64	228,71
M, kg/kmól	20,23	18,84	70,26	18,84	18,64	67,05	18,64		18,64	17,94	53,69	70,26
G, kg/h	171 164	155 095	16 069	155 095	152 820	2275	152 820		152 820	144 195	8625	16 069
V, m³/kmól	0,2195	0,2152		0,2041								
V, m³/kg	$1{,}085 \cdot 10^{-2}$	$1{,}142 \cdot 10^{-2}$		$1{,}086 \cdot 10^{-2}$								
H, kcal/kmól	2230	2204,5	3147,8	2069,3	2071,3	1593	1836,3		1779,9	1806,0	−1977,6	
h, kcal/kg	110,23	117	44,77	109,83	111,12	23,75	98,51		95,48	104,01	−36,83	
Q, gnm³/h	200 000	194 620		194 620	193 820		193 820		193 820	190 021		
ϱ, kg/gnm³	0,8558	0,7969		0,7969	0,7956		0,7956		0,7956	0,7588		
Z C_1, mól%	88,18	89,72	32,92	mint 2	89,95	33,07	mint 5	mint 7	89,95	91,13	30,85	32,92
C_2	4,94	4,91	5,95		4,92	2,24			4,92	4,83	8,76	5,95
C_3	1,80	1,74	4,15		1,74	1,59			1,74	1,56	8,93	4,15
iC_4	0,44	0,41	1,59		0,40	2,62			0,40	0,32	4,11	1,59
nC_4	0,63	0,57	2,76		0,56	2,81			0,56	0,42	7,26	2,76
iC_5	0,34	0,29	2,33		0,27	4,89			0,27	0,16	5,96	2,33
nC_5	0,30	0,24	2,42		0,21	7,33			0,21	0,11	5,76	2,42
C_6	0,49	0,32	6,42		0,27	12,93			0,27	0,08	10,94	6,42
C_7	0,51	0,25	9,94		0,21	9,72			0,21	0,03	9,29	9,94
C_8	0,42	0,12	11,14		0,08	9,56			0,08	0,01	4,58	11,14
C_9	0,25	0,06	7,22		0,03	7,16			0,03		1,79	7,22
C_{10}	0,37	0,04	12,42		0,02	4,75			0,02		0,81	12,42
CO_2	0,81	0,81	0,66		0,81	0,80			0,81	0,81	0,88	0,66
N_2	0,52	0,53	0,09		0,53	0,53			0,53	0,54	0,08	0,09
$[C_3+iC_4+nC_4]$ kg/h	11 985	11 000	985		10 865	135			10 865	9160	1705	985

	13	14	15*	16*	17*	18*	19*	20**	21**	22**	23**	24**
p, ata	22	22	22	22	19	19	10,5	22	22	7	7	2,5
T, C°	12	−14	−14	−14	+1	146	−80	25	25	40	156	max 45
m, kmól/h	273,60	481,30	44,90	149,67	34,1	115,57	115,57	70,25	158,46	43,28	115,18	115,18
M, kg/kmól	67,05	56,02	18,49	67,28	22,58	80,47	80,47	19,32	92,90	36,87	113,95	113,95
G, kg/h	18 344	26 964	830	10 070	770	9300	9300	1357	14 721	1596	13 125	13 125
V, m³/kmól		−1977,6						1,043				
V, m³/kg		−35,3						$5{,}398 \cdot -10^{2}$				
H, kcal/kmól			1062		806			2394	−3212	1023		
h, kcal/kg			0,7815		0,9553			123,91	−3457	1,5601		
Q, gnm³/h								1661				
ϱ, kg/gnm³								0,8170				
Z C_1, mól%	33,07	31,29	88,25	14,61	63,98			85,65	9,56	35,00		
C_2	2,24	7,67	6,64	8,09	28,43	2,10	mint 18	8,17	4,96	18,16		
C_3	1,59	7,71	1,84	9,59	3,08	11,53		2,58	4,85	17,76		
iC_4	2,62	3,89	0,37	5,01	0,64	6,31		0,49	2,07	7,38	0,07	mint 23**
nC_4	2,81	6,53	0,41	8,47	0,74	10,75		0,65	3,69	12,80	0,26	
iC_5	4,89	5,83	0,11	7,05	0,24	9,06		0,25	3,26	2,91	3,39	
nC_5	7,33	6,09	0,06	6,44	0,15	8,30		0,20	3,40	3,73	3,28	
C_6	12,93	11,27	0,02	14,96	0,11	19,31		0,18	9,19	0,67	12,38	
C_7	9,72	9,16	0,03	12,15	0,03	15,73		0,11	14,30	0,33	19,55	
C_8	9,56	5,37	0,01	7,39		9,55		0,04	16,05	0,01	22,08	
C_9	7,16	2,68		3,58		4,64		0,01	10,42		14,34	
C_{10}	4,75	1,49		1,99		2,59		0,01	17,91		24,65	
CO_2	0,80	0,86	1,64	0,64	2,43	0,13		1,39	0,33	1,21		
N_2	0,53	0,16	0,59	0,03	0,17			0,27	0,01	0,04		
$[C_3+iC_4+nC_4]$ kg/h	135	1840	56	1784	71	1713		122	863	842	21	

* Egy torony anyagmérlege etánmentesítési üzemállapotban
** Egy torony anyagmérlege stabilizálási üzemállapotban

IRODALOM

[1] Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények „D" szabadgázelőkészítő üzem. Kiviteli terv, 1970. Hivatalos használatra.

[2] A Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet J—164/1972. számú kutatási részjelentése.

[3] A Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet J—35/1973. számú összefoglaló jelentése.

[4] *Környey T.—Mika Gy.:* Módszer földgázok állapotdiagramjának készítésére. Kőolaj és Földgáz *3* 71—7 (1973).

[5] A Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet J—142/1972. számú kutatási jelentése.

[6] *Környey T.—Mika Gy.:* Kondenzációs földgáz-szétválasztás folyamatának számítása. Kőolaj és Földgáz *2* 39—43 (1975).

Megkezdődött az orenburgi gáztávvezeték építése

Méreteiben és műszaki jellemzőiben a világon eddig példa nélküli nagy munka kezdődött meg: a Volgán túli hatalmas orenburgi földgázmezőt a szocialista országokkal összekötő földgáztávvezeték építése.

1974 nyarán ui. hét szocialista ország — *Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország,* a *Német Demokratikus Köztársaság, Románia* és a *Szovjetunió* — kormányfői aláírták azt az államközi egyezményt, amely rögzítette ennek a hatalmas vállalkozásnak alapvető feltételeit.

Az orenburgi gázvezeték építése a KGST 1973-ban elfogadott komplex programjának része, olyan közös vállalkozás, amely a részt vevő országok együttes erőfeszítéseit igényli, és amelynek haszna is közös.

A magyar építő fél feladata a gázvezeték ötödik, az Ukrán SZSZK hmelnyickiji területén fekvő Bar helységtől a Szovjetunió nyugati határáig terjedő szakaszán a kompresszorállomások megépítése. Három ilyen kompresszorállomást kell felépítenünk: a tarnopoli területen *Guszjatyinban,* az ivano-frankovszki területen *Bogorodcsaniban* és a Kárpáton túli területen *Huszton.* Az egyes állomásokon 7 db 10 MW vagy 3 db 25 MW egységteljesítményű gázturbina-hajtású, kétfokozatú centrifugálkompresszort építünk be; egy-egy állomás napi szállítókapacitása 75 millió nm³. A szállított orenburgi földgáz belépőoldali nyomása 57—60 kp/cm², a megfelelő kilépőoldali érték 76 kp/cm³ A kompressziófok 1,33—1,26 értéke miatt a földgáz komprimálás utáni hőmérséklete 58—68 C°, ezért szükséges annak visszahűtése 55 C°-ra, nehogy a kompresszorállomás utáni vezetékszakasz szigetelése megrongálódjon.

Feladataink közé tartozik az egyes kompresszorállomások jövendő dolgozói részére 420 lakás és a hozzájuk tartozó szociális és kiegészítő létesítmények megépítése. A lakóházakat a debreceni házgyár által készített panelekből építjük, mégpedig a lehető leggyorsabban, hogy már a felvonulás idején elhelyezést biztosítsunk a kompresszorállomásokat szerelő magyar munkásoknak.

A beruházás vezetésével a Petrolkémia Beruházó Vállalatot bízták meg mint fővállalkozót. Alvállalkozókként ez idő szerint dolgoznak: a 21. sz. Állami Építőipari Vállalat, a 22. sz. Állami Építőipari Vállalat, a Kelet-magyarországi Mélyépítő Vállalat, a Közmű- és Mélyépítő Vállalat, az Építőipari Szállítási Vállalat, az Országos Szakipari Vallalat, a Tiszántúli Áramszolgáltató Vállalat, a Bükkvidéki Vendéglátóipari Vállalat. Hazai tervezési munkákkal a MÉLYÉPTERV, az IPARTERV, a Debreceni Tervezőintézet, továbbá a PETROLBER Generáltervezési főosztálya vannak megbízva.

Az építkezésen dolgozó magyar munkások egészségügyi ellátásáról az Országos Mentőszolgálat gondoskodik.

Az első fél év legfontosabb feladata a kiérkező csoportok számára az elhelyezés és ellátás biztosítása volt. Huszton az oda kiérkező teljes létszámot, kb. 140 főt, sikerült szállodában elhelyezni. Bogorodcsaniban és Guszjatyinban azonban csak 40—60 fő szállodai elhelyezésére volt lehetőség, ezért azonnal neki kellett látni — saját erőből — a felvonulási épületek megépítésének. Lakókonténereket és ERDÉRT-faházakat szállítottunk a helyszínre és ezek révén lehetővé vált további 150—150 fő kiutaztatása. Ezek a minilakótelepek biztosítják azt a felvonulási bázist, amiről indulva elkezdhettük a 800—1000 munkás végleges elhelyezéséhez szükséges lakótelepek építését.

A felvonulási lakótelepeken PREMISOL szerkezetű lakóházak, konyha-étterem, szolgáltatóház és orvosi rendelő épül. Célunk az, hogy otthonos feltételeket tudjunk teremteni a munkában részt vevő minden magyar dolgozónak, részeltetve őket a magyar konyha ízeiben, továbbá, hogy megfelelő kulturális és sportlehetőségeket adjunk. Szeretnénk azt is, hogy a magyar építők megismernék szovjet kollégáik, a szovjet emberek munkáját és életét. Már ez alatt a rövid idő alatt is sokszor találkoztunk a terület különböző vállalatainak dolgozóival: KISZ-fiataljaink közös rendezvényeket szerveznek a Komszomol helyi szervezeteivel.

A gázvezeték elméleti nyomvonala a közbenső kompresszorállomások helyeivel

Egyidejűleg megkezdődött az ötödik szakaszon a *gáztávvezeték vonali részének* építése is. Ezt a munkát szovjet építővállalat, az UKRGÁZSZTROJ végzi; az 1420 mm átmérőjű csővezetékből mintegy 30 km-es szakasz már el is készült annak ellenére, hogy az építőknek nehéz akadályokkal kell megbirkózniuk a Kárpátok magas hegyei között. Kétségtelenül ez a vezetéképítés legnehezebb szakasza, ezért lehetőségünk nyílik ritkán alkalmazott műszaki megoldások megismerésére, arra, hogy szovjet kollégáinktól elsajátíthassuk a szakma mesterfogásait.

A magyar építők számára szokatlan, új körülmények között olyan létesítményeket kell megépítenünk, amelyek az iparágban is újdonságnak számítanak. Mint minden új beruházásnál, itt is voltak kezdeti nehézségek, de már eddig is bizonyos, hogy a magyar munkások maradandót alkotnak és öregbíteni fogják hírnevüket.

Budapest, 1975. december hó.

Börcsök András
okl. kőolaj- és gázipari gépészmérnök
(PETROLBER, Budapest)

EGYESÜLETI HÍREK

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

63. KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSE

Kecskemét, 1975. október 29.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségébe (MTESZ) tömörült egyesületek egyik legrégibb (83 éves), legnagyobb taglétszámú (immáron a hét és félezret is meghaladó) tagja, a hazánk bányászait és kohászait összefogó Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület — rendhagyó módon — 1975. október 29-én 10 órai kezdettel a Lampart Zománcipari Művek kecskeméti gyáregységének, valamint a helyi MTESZ-szervezeteknek rendezésében tartotta 63. (rendkívüli) Küldöttközgyűlését Kecskeméten, a kifinomult ízléssel és ötletességgel minden igényt messzemenően kielégítő, átalakított Tudomány és Technika Házában.

A küldöttközgyűlés elnöksége. Dr. Dobos György elnöki megnyitóját tartja

A mintegy 300 főt befogadó kongresszustermet megtöltő küldöttek jelenlétében megtartott közgyűlés elnökségében helyet foglaltak: dr. *Dobos György*, az OMBKE elnöke; dr. *Halász Tibor* nehézipari miniszterhelyettes; dr. *Gagyi-Pálffy András, Kemény Kornél, Komjáthy László*, dr. *Martos Ferenc, Seregi János*, az Egyesület alelnökei; *Philip Miklós*, az MTESZ főtitkárhelyettese; *Szabó Csaba*, az Egyesület titkára, valamint *Karlik Nándor*, a Magyar Acél- és Vasművek vezérigazgatója; dr. *Kőrös Gáspár*, az MSZMP kecskeméti vb-titkára; *Szabó Lajos*, az MTESZ helyi társegyesületeinek képviselője és az OMBKE helyi csoportjának elnöke, továbbá *Záray Géza*, a Lampart ZIM igazgatója.

A bányász- és kohászhimnusz elhangzása után dr. *Dobos György* elnök üdvözölte a megjelenteket — dr. *Halász Tibor* miniszterhelyettest, *Czottner Sándort*, Egyesületünk volt elnökét, és *Philip Miklóst*, az MTESZ főtitkárhelyettesét név szerint is, továbbá külön kiemelve Egyesületünk tiszteleti tagjait, valamint a gyémánt- és aranydiplomás kartársakat —, és megállapítva a közgyűlés határozatképességét, azt a következő gondolatokkal nyitotta meg.

Tisztelt Küldöttközgyűlés!

Az utóbbi években Egyesületünk közgyűlései és választmányi ülései mindig jelentős jubileumokkal estek egybe. Idei közgyűlésünket nem annyira a jubileumokkal való egybeesés jellemzi, mint inkább az a tény, hogy azt hazánk életének két fontos mérföldköve közötti időszakban rendezzük meg: mintegy fél év telt el a Magyar Szocialista Munkáspárt jelentős, programadó XI. Kongresszusa óta, s alig pár hónap választ el bennünket az V. ötéves terv kezdetétől.

E két mérföldkő mindenképpen aktualitást ad közgyűlésünknek, hiszen a párt- és kormányhatározatok fényében mind a bányászatra, mind a kohászatra új és nagy feladatok várnak.

Az országos jelentőségű időszerűség mellett szólni kell 63. Közgyűlésünk rendkívüli jellegéről is. Érvényes alapszabályunk szerint idén tisztújító közgyűlést kellene tartanunk. Ugyanakkor pontot szeretnénk tenni egy többéves alapszabály-módosító munkára, s jóvá szeretnénk hagyni új egyesületi alkotmányunkat. A kettő kizárja egymást, hiszen egy régi alapszabály szerint összehívott közgyűlés nem választhatja meg a néhány perccel korábban jóváhagyott új alapszabály szerinti tisztségviselőket, de azt is el akartuk kerülni, hogy az új alapszabály jóváhagyása után egy régi alapszabály szerinti tisztségviselő gárda legyen hivatalban az elkövetkezendő négy év során.

A politikai és gazdasági események feldolgozása, azok átvetítése az Egyesület életébe, hosszabb időt igényel. Úgy véltük, először jóváhagyjuk új alapszabályunkat, s utána egy jövő év tavaszán tartandó, már az új alapszabály alapján választott küldöttek tisztújító közgyűlésén kerüljön tárgyalásra az új ötéves tervidőszak feladatainak egyesületi vetülete.

A tisztújító közgyűlésnek 1976 tavaszán történő megtartása egyben biztosítja az új alapszabály által vállalt szinkronitást az MTESZ-tisztújításokkal is.

Az új egyesületi alapszabály a régi szerves folytatását képezi. Átvette a múltban kialakult és gyakorlatban bevált szervezeti és működési formákat, ugyanakkor elhagyja az indokolatlan önkorlátozó intézkedéseket és az ügykezelésre vonatkozó rendelkezéseket. Alkalmazza a Polgári Törvénykönyv érvényes jogszabályait és az MTESZ-alapszabály követelményeit, megváltoztatja a jelenlegi alapszabálynak az élet által már túlhaladott részeit.

Az alapszabály-módosító munka csupán egyike volt azon feladatoknak, melyeket 1972-es közgyűlésünk az Elnökségre ruházott. Az Elnökség a szakosztályokkal közösen 1972-ben hároméves munkaprogramot dolgozott ki. E program leglényegesebb vonása a rendszeresség volt. Igyekeztünk mindazzal foglalkozni, mellyel az 1972-es közgyűlés és a közbenső dunaújvárosi és oroszlányi választmányi ülések megbíztak bennünket, valamint azzal, amit a fejlődés időközben vetett fel. Kidolgoztuk az Egyesület új külügyi ügyrendjét; intézkedéseket tettünk fiatal szakembereinknek az egyesületi életbe való fokozottabb bekapcsolására. Megalapítottuk az Egyetemi Osztályt; könyvtárunkat új helyre, a Bányászati Kutató Intézetbe költöztettük, egyben gondoskodtunk Egyesületünk pótolhatatlan értékeinek megőrzéséről; szakosztályközi bizottságokat hoztunk létre; összeállítottuk az egyesületi határozatok tárát és sorolhatnánk még tovább is. Nem utolsósorban említem meg, hogy mindenkor szem előtt tartottuk a bányászok-kohászok hagyományos összetartozásának ápolását, mely a mai rendkívül gyors műszaki-tudományos fejlődés során mindkét szaknak jelentős erőforrást is jelent.

Mindent egybevéve, igyekeztünk munkánkat úgy végezni, hogy ezt a mind taglétszámát, mind szakmai-ipari hátterét tekintve igen jelentős Egyesületet olyan biztos szervezeti alapokra helyezzük, melyek már a jövőt készítik elő.

Szervezettebb, komolyabb, biztosabb alapokra helyezett Egyesület, új alkotmánnyal — így fogalmazhatjuk meg azt, amit az elmúlt időszakban igyekeztünk megvalósítani. Ezen igen szerteágazó munka részletes ismertetését majd a tisztújító közgyűlés főtitkári beszámolója végzi el.

Köszönjük a kecskeméti párt-, tanácsi és MTESZ-szervezeteknek, hogy lehetővé tették 63. Küldöttközgyűlésünk megtartását ebben az impozáns székházban, s egyben köszönjük kecskeméti tagtársainknak, hogy ilyen szépen megszervezték azt.

Küldöttközgyűlésünket, közgyűléseink sorában a 63.-at, ezennel megnyitom.

*

Az elnöki megnyitót követően dr. *Kőrös Gáspár* „Kecskemét ipara — Kecskemét városa" címmel tartott igen érdekes és plasztikus előadást arról, hogy a valamikor kizárólagosan mezőgazdasági termékeivel excelláló nagy tanyaközpont hogy alakul át — ma már világszerte ismert és becsült patinás gyümölcstermelésének és szeszgyártásának megtartása mellett — a Duna—Tisza közének egyre inkább izmosodó, magának e nemű termékeivel is megbecsülést kivívó ipari centrumává.

A főtitkári beszámolót Szabó Csaba egyesületi titkár ismerteti

A küldöttközgyűlés résztvevőinek egy csoportja

A következő napirendi pont a közgyűlések gerincét képező főtitkári beszámoló volt, melyet ez alkalommal — *Moharos Jenő* főtitkár külföldi tartózkodása és dr. *Varga Ferenc* főtitkárhelyettes betegsége miatt — Egyesületünk titkára, *Szabó Csaba* terjesztett a közgyűlés elé.

Tisztelt Közgyűlés!

Az OMBKE 1972. április 21—22-én tartott 62. Közgyűlése óta két alkalommal számoltunk be munkánkról:

1973. május 5-én a Dunaújvárosban tartott választmányi ülésen, melynek főbb gondolatai a következők voltak:

— egyesületi irányelvek és feladatok meghatározása;
— középtávú tervek készítése;
— elnökségi bizottságok megalakítása;
— az egyesületi élet aktivitása;
— a fiatal szakemberekkel való foglalkozás;
— a taglétszám alakulása;
— hagyományaink ápolása.

1974. április 19-én az Oroszlányban tartott választmányi ülésen kizárólag az alapszabállyal foglalkoztunk, feleleventve az egyesületi alapszabály történetét, kialakulását és kiemelten elemeztük az új alapszabály jellemzőit és korszerűségét.

Mielőtt beszámolóm részleteire rátérnék, engedje meg a közgyűlés, hogy tiszteletre méltó hagyományainknak megfelelően megemlékezzek arról az 51 tagtársunkról, akik legutóbbi választmányi ülésünk óta távoztak körünkből és örökre pihenőre tértek:

Dr. *Antal Boza József* egyetemi tanár, *Ari Károly* bányamérnök, *Baják István* ny. igazgatóhelyettes, *Balázs Fülöp* kohómérnök, *Bebiák János* technikus, dr. *Borus Sándor* mérnök, *Börzsei György* bányamérnök, *Dankó Tibor* villamosmérnök, *Déry Sándor* bányamérnök, *Dévényi György* kohómérnök, *Gacs János* vegyészmérnök, *Gallai Lajos* bányamester, *Gilyén Ágoston* bányamérnök-hallgató, dr. *Halász András* aranydiplomás bányamérnök, *Halmosi Pál* ny. bányatechnikus, *Hargitai Sándor* gépészmérnök, *Harmos Árpád* aranydiplomás bányamérnök, *Hámory Vilmos* bányamérnök, *Hegedűs Ferenc* bányamérnök, volt szakosztálytitkár, *Hegyi János* bányamérnök, *Horváth Alfonz* főművezető, *Huszthy Mihály* bányamérnök, *Jándy Géza* gépészmérnök, *Jánossy Jenő* bányamérnök, *Jecs Alajos* kohómérnök, *Kálmán Lajos* kohómérnök, *Kéri Vencel* igazgató, *Komornoki László* bányamérnök, *Kompolthy Ödön* bányamérnök, *Lefler József* gépésztechnikus, *Lizsnyánszky Antal* ny. főmérnök, *Medgyesi Imre* kohómérnök, dr. *Mika József* egyetemi tanár, *Miskey Kálmán* bányamérnök, *Nagy Árpád* bányamérnök, *Nagy István* bányatechnikus, dr. *Papp Elemér* vegyészmérnök, dr. *Patsch Ferenc* olajmérnök, *Seregélyes Kálmán* bányamérnök, *Simkó György* közgazdász, *Szabó Vendel* bányamérnök, *Szendrey Zoltán* bányamérnök, dr. *Székely Pál* aranydiplomás bányamérnök, *Szilágyi Ernő* bányatechnikus, *Temesi Gáspár* ny. üzemvezető, *Tóth Árpád* kohómérnök, *Turjay Igor* bányamérnök, *Tusnády Ferenc* aranydiplomás bányamérnök, *Wamser Gyula* bányamérnök, *Weigl Ernő* kohómérnök és *Zimányi József* bányatechnikus.

Egyperces néma felállással adózzunk emléküknek.

Tisztelt Közgyűlés!

Az elmúlt időszakban két országosan fontos esemény hatott Egyesületünk tevékenységére: az MSZMP XI. Kongresszusa és a küszöbönálló új tervidőszakra való felkészülés.

Az MTESZ és Egyesületünk időszerű feladatai a XI. Pártkongresszus dokumentumai és határozata alapján

Egyesületünk Elnöksége ezen két esemény kapcsán határozatokat hozott, melyek lényegét röviden e helyen is ismertetem.

1. A munkatervek elkészítésénél gondosan kell szelektálni a feladatokat, illetve szakmai témákat. Az önmagukban hasznosnak látszó tevékenységtől el kell tekinteni, amennyiben azok eszközöket és energiát vonnak el olyan egyesületi programoktól, melyek jobban szolgálják az össztársadalmi érdekeket.
2. Az Egyesületnek fokoznia kell erőfeszítéseit a vállalatokhoz, üzemekhez, intézményekhez szorosabban kapcsolódó egyesületi élet kibontakoztatására, az üzemi szervezetek munkájának megerősítésére.
3. Törekedni kell a közösen hozott határozatok következetes végrehajtására. Jobban kell kihasználni azokat a lehetőségeket, amelyeket az Egyesület léte nyújt közös tervek és állásfoglalások megszervezésére olyan területeken, ahol az indokolt, és az Egyesület érdekét szolgálja.
4. Az Elnökség továbbra is támogatja a szakosztályokat abban, hogy új módszerekkel korszerűsítsék tevékenységüket, növeljék bevételeiket, azonban a takarékos és célszerű gazdálkodást minden körülmények között figyelembe kell venni.
5. Növelni kell az Egyesület szerepét a tagság szocialista szemléletének, nézeteinek, állampolgári közérzetének formálásában, közéleti érdeklődésének felkeltésében.

Tisztelt Közgyűlés!

A beszámolási időszakban e határozatok szellemében végeztük munkánkat, s e munkának most csupán *néhány* aspektusára és adatszerűen közölhető eredményére kívánok rámutatni, hiszen rendkívüli közgyűlésünk elsősorban az új alapszabállyal hivatott foglalkozni.

Az V. ötéves terv előkészítése

Az OMBKE az utóbbi negyedszázadban jelentős szerepet játszott a szocialista tervgazdálkodásban többek között azáltal, hogy egy-egy periódus népgazdasági tervének előkészítéséhez a társadalmi-tudományos, szakmai közvélemény hozzájárulását biztosította. Az V. ötéves terv előkészítésének időszakában e haladó hagyomány továbbfolytatása feltétlenül indokolt és szükséges. A bányászokat és kohászokat összefogó nagy múltú Egyesület a jelen időszakban hatékonyan működhet közre azoknak a nehézségeknek az elhárításában, melyek a gazdaságosan kiaknázható hazai nyersanyagbázis minél intenzívebb felkutatása és kiaknázása terén a bányászat és kohászat szervezetileg széttagolt gazdasági egységeinek csoportérdekei egymással gyakran ellentétes voltából fakadhatnak, és amely nehézségek megoldása éppen a csoportérdek fölött álló népgazdasági érdek érvényesítése szempontjából kívánatos.

Ismeretes, hogy az OMBKE 1974. április 19-én Oroszlányban tartott választmányi ülése a következő indítványt fogadta el: „Az OMBKE Elnöksége vizsgálja meg, hogy a gazdaságosan kiaknázható hazai ásványi nyersanyag-előfordulásoknak az V. ötéves tervidőszakban a lehető legnagyobb mértékben való igénybevétele miként segíthető elő az egyesületi munka sajátos módszereivel. Mérje fel azokat a bányászati és kohászati kapcsolatokat, melyek e vonatkozásban fennállnak, adjon fórumot az érintett vezetők és szakemberek egyesületi keretek közötti eszmecseréjéhez és készüljön fel megfelelő egyesületi állásfoglalás kialakításával arra, hogy amikor az MSZMP XI. Kongresszusa irányelveinek társadalmi megvitatására sor kerül, a bányászat és kohászat, valamint a népgazdaságéval egybeeső érdekeit kifejezésre juttathassa."

Az Elnökség 1974 tavaszán felkérte *Varró Kálmán* és dr. *Tóth Miklós* tagtársainkat, hogy az V. ötéves tervvel kapcsolatban előkészítő tanulmányt készítsenek és ennek alapján minden szakosztályt vonjanak be ebbe a munkába. A bányászatra és kohászatra vonatkozó tanulmányok elkészültek, azokat az Elnökség megvitatta és megalakult erre a célra egy szakosztályközi bizottság, amely munkáját folyamatosan végzi.

Az elnökségi bizottságok munkája

A Dunaújvárosban 1973. május 5-én tartott választmányi ülésen beszámoltunk arról, hogy az egyesületi élet színvonalának növelése, differenciáltsága és hatékonyabbá tétele érdekében hét elnökségi bizottságot hoztunk létre, nevezetesen: Érembizottságot, Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságát, Társadalmi Bizottságot, Történeti Bizottságot, Oktatási Bizottságot, Alapszabály-Bizottságot, valamint Ifjúsági Bizottságot.

Minden bizottság munkáját egy-egy alelnök patronálja. Ezúton közvetlen kapcsolat létesült a bizottságok és az Elnökség között, s ennek révén a feladatok megoldása szélesebb körűvé, az egyesületi demokrácia fejlesztésére irányuló törekvések hatékonyabbá váltak.

Az Elnökség rendszeresen foglalkozott az egyes munkabizottságok munkájával, a megbízott vezetők írásos beszámolóit megvitatta, s ezek alapján adott további irányelveket a bizottságok munkájához. Örömmel állapíthatjuk meg, hogy legtöbb bizottságunk lelkes, tevékeny munkát végzett, ami növelte egyesületi életünk aktivitását és közéleti szerepét. Külön ki kell emelni az Alapszabály-Bizottság tagjainak munkáját — élén annak vezetőjét, dr. *Kovács Mihályt* —, akiknek áldozatkész munkája tette lehetővé, hogy az új alapszabály megvitatásra és jóváhagyásra közgyűlésünk elé került.

Külön kell szólnunk az időközben megalakított Ipargazdasági Bizottság munkájáról.

Az Elnökség 1974. június 28-i ülésén ilyen bizottság megalakítását határozta el, a következő feladattal:

Az egyesületi szakosztályok keretein belül az elmúlt esztendőkben aktív ipargazdasági, illetőleg közgazdasági munka folyt, hiányzott azonban a tevékenység egyesületi szintű koordinálása. További probléma volt, hogy a szóban forgó szakterületek körébe tartozó — megvitatott — kérdésekkel kapcsolatos álláspontok összefoglalására, azok közül a közérdeklődésre számot tartók publikálására ritkán, vagy egyáltalán nem került sor. Ha elvétve születtek is ilyenek, csak kevés esetben jutottak el az Egyesület Elnökségéhez olyan céllal, hogy azokat továbbítsa az állami vezetéshez a döntések meghozatala előtti tanulmányozásra, illetve figyelembevételre.

A fenti hiányosságok megszüntetését célozta az Egyesület elnökségi határozata, amelynek figyelembevételével az Ipargazdasági Bizottság működésének célja nagy vonalakban a következőkben rögzíthető.

1. A közgazdasági, ipargazdasági jellegű tevékenység Egyesületen belüli irányítása, az ilyen szintű — e szakterülethez tartozó — állásfoglalások kialakíthatósága érdekében. A társadalmi-tudományos közvélemény formálása, illetve a vélemények szintetizálása.
2. Ipargazdasági rendezvények fontosság szerinti sorolására javaslattétel az Elnökséghez.
3. Kapcsolatteremtés a szakosztályok ez irányú tevékenysége között a kölcsönös információadás és -szerzés céljából, a vidéki csoportok bevonásával.
4. Az Egyesület ipargazdasági kérdésekben történő képviseletének ellátása az MTESZ, illetve külső szervek (SZVT, Közgazdasági Társaság) felé.

Az Ipargazdasági Bizottságban a Szakosztályok egy-egy képviselője tagként vesz részt. Nevezettek ilyen minőségükben az ipargazdasági vonatkozású témák szakosztályokon belüli vezetői, referensei, a rendezvények irányítói és vezetői. Tevékenységükről mind a bizottság, mind a szakosztály elnökét informálni kötelesek.

A bizottság vezetését dr. *Trethon Ferenc* tagtársunk vállalta.

A szakosztályok képviselői az 1974-ben végzett szakosztályi ipargazdasági munkáról írásos jelentést készítettek és az ebből készült összefoglaló jelentést a bizottság elnöke eljuttatta a Szervezési és Vezetési Tudományos Társasághoz.

Az Ipargazdasági Bizottság 1975. évi munkaterve a szakosztályok ipargazdasági kérdésekkel foglalkozó szellemi erőinek koncentrálását tűzi ki célul a XI. Pártkongresszus határozataiból adódó ágazati és iparági feladatok végrehajtása érdekében.

Mint ismeretes, a kongresszus határozata III. „A közgazdasági építő munka feladatai" c. fejezetének 7. pontja szerint: „Törekednünk kell, hogy a gazdasági szabályozórendszer hatékonyabban alkalmazkodjon a különböző területek adottságaihoz."

Annak érdekében, hogy az ágazati, iparági sajátosságok körének kialakításához az Egyesület is hozzájáruljon, az egyes szakosztályok képviselői összeállították a határozatnak saját területükre vonatkozó adatait az alábbi csoportosításban:

— szinttartás és fejlesztés (beruházási kérdések);
— gyártmány- és gyártásfejlesztés (műszaki fejlesztés);
— bér- és munkaerő-, jövedelemszabályozás (egyéni és kollektív anyagi érdekeltség);
— külkereskedelmi szabályozás (export-import).

Az elgondolások szerint a szakosztályi szinten összeállított és megvitatott ágazati specialitásokat az Ipargazdasági Bizottság megtárgyalja, azokban állást foglal, majd javaslatot tesz az Egyesület vezetőségéhez, hogy azt továbbítsa az illetékes állami szervek részére. (A javaslatot lapunk 1975. 12. számában teljes terjedelmében ismertettük. *A szerkesztő.*)

Az állásfoglalás kialakításánál elsőrendű szempont a vállalati és népgazdasági érdek összhangjának megteremtése és ennek megfelelően az objektivitás biztosítása kell legyen.

A taglétszám alakulása

Az 1975. októberi állapot szerint nyilvántartásunk 7538 folyamatos tagsággal rendelkező egyesületi tagot tart számon, 741 fővel többet, mint 1974 májusában, az oroszlányi választmányi ülés idején.

Figyelembe véve azt a tényt, hogy tagtoborzással nem foglalkoztunk, és 1975 tavaszán a tagdíjfizetésben súlyos lemaradást mutató tagjaink sorában szakosztályaink tagrevíziót is alkalmaztak, örömmel és büszkén vonhatjuk le a következtetést: fiatal technikusaink és mérnökeink maguk keresik az utat Egyesületünkhöz, szívesen vállalnak nálunk társadalmi munkát és megtiszteltetésnek veszik, ha közénk tartozhatnak.

A szakosztályi taglétszám-megoszlás aránya a következő:

Bányász Szakosztály	41,2%
Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály	11,6%
Vaskohászati Szakosztály	21,9%
Fémkohászati Szakosztály	8,5%
Öntödei Szakosztály	10,7%
Egyetemi Osztály	6,1%.

Az egyesületi élet aktivitása

Egyesületi életünkben az e téren már korábban megindult kedvező irányú változás a beszámolási időszakban tovább erősödött. 1974. január 1-től 1975. október 29-ig az alábbi rendezvényeket tartottuk:

Nagyrendezvény	61
Előadás, vitadélután, klubnap	330
Szakmai bemutatók, tapasztalatcserék	157
Szervezeti ülés	102.

Összesen tehát 640 konferenciát, előadást, ankétot, rendezvényt, szimpoziont, vezetőségi ülést, szakmai vitadélutánt stb. rendeztünk, melyeken a résztvevők száma csaknem 29 ezer volt. Az előző időszakhoz képest — figyelembe véve az időarányosságot is — ez mintegy 78%-os növekedést jelent a rendezvények számát, és 133%-os emelkedést a résztvevők számát tekintve.

Elsősorban a szakosztályok egyre növekvő aktivitásának eredményeként állapíthatjuk meg, hogy Egyesületünk tevékenysége a puszta számokat tekintve is nagymértékben növekedett, de még ennél is jelentősebb tényként könyvelhetjük el az egyesületi tevékenységi kör kiszélesedését. Ez utóbbi nyilvánvalóan kedvezően hatott és hat a statisztikai adatok alakulására is. A rendezvények mintegy 60%-át a vidéki csoportok szervezték;

Egyesületünkben ez a vidékre orientáltság természetes, hiszen tagságunk 82%-a, és az Egyesület anyagi bázisának legfontosabb erőforrásai, a bányák és ipari nagyüzemek vidéken találhatók.

A számszerű adatok mellett hangsúlyoznunk kell a rendezvények szakmai jelentőségét is. A témák megválasztása és a szervezés terén elsősorban a bányászat és kohászat időszerű gazdasági és műszaki feladatait tartottuk szem előtt, valamint azt az igényt, hogy a haladó hagyományok ápolása mellett Egyesületünknek biztosítania kell a tagság továbbképzését és a legújabb kutatási eredményekről történő friss tájékoztatást is. A következő és jelentősebb nemzetközi részvételű konferenciákat bonyolítottuk le legutóbbi választmányi ülésünk óta:

Bányászati Szakosztály:

Bányagép-karbantartási konferencia, Miskolc;
Nemzetközi Robbantástechnikai Kollokvium, Balatonfüred.

Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály:

XV. Vándorgyűlés, Balatonfüred.

Vaskohászati Szakosztály:

IV. Országos Hidegalakító Konferencia, Aggtelek;
V. Országos Hengerész Konferencia, Eger;
VIII. Kohászati Anyagvizsgáló Napok, Balatonszéplak.

Fémkohászati Szakosztály:

III. Országos Ritkafém Ankét, Ajka;
IV. Országos Ritkafém Ankét, Budapest.

Öntödei Szakosztály:

V. Magyar Temperöntési és Mintakészítési Napok, Sopron;
IX. Magyar Öntő Napok, Budapest.

Örvendetes jelenségként kell nyugtáznunk, hogy az Egyesület — elsősorban szervezeti felépítéséből adódó — szakosztályi tagozódása nem akadálya az egységes egyesületi fellépésnek, illetve tevékenységnek. A már korábban jelentkezett interdiszciplináris tevékenység iránti igény a beszámolási időszakban több konferencia- és rendezvénysorozat megszervezésében realizálódott. A legfontosabbak a következők voltak:

1. A Színesfém-kohászati Kormánybizottsággal és a Nehézipari Minisztériummal közösen szervezett „KGST tudományos ülés a színesfémek ésszerű és gazdaságos felhasználásáról", melynek során hat tudományos egyesület tevékenységét fogtuk össze, és ezért a munkáért a nehézipari miniszter elismerő dicséretben részesítette Egyesületünket.
2. Az Egyetemi Osztály által szervezett „Környezetvédelem a bányászatban és kohászatban" c. konferencia, mely hosszú idő után az első nagyrendezvényünk volt, ahol mind az öt szakosztályunk egyenlő mértékben vette ki részét a szakmai-tudományos információszolgáltatásból.
3. Egész Egyesületünk életében kiemelkedő jelentőségű volt a szovjet—magyar műszaki-tudományos együttműködés 25. évfordulója alkalmából lebonyolított rendezvénysorozat, melynek során Csepelen, Tatabányán, Miskolcon, Pécsett, Dunaújvárosban, Szegeden, Nagykanizsán és Székesfehérvárott tartottunk jubileumi kollokviumot szovjet előadók részvételével.

Ugrásszerű növekedés tapasztalható a külföldi cégek gyártmány- és technológiaismertető előadásainak szervezése terén. Amellett, hogy minden esetben szem előtt tartjuk ezen szimpozionok műszaki-tudományos információs jellegét, nem elhanyagolható azoknak anyagi — és ezen belül is devizális — jövedelmezősége sem.

A korábbi néhány tanfolyammal szemben új tevékenység Egyesületünkben a tanfolyamsorozatok szervezése. Az alsó és középszintű tanfolyamsorozatokat az illetékes minisztériumok egyetértésével kezdtük szervezni 1975-ben, és máris jelentős szakmai sikert könyvelhetünk el.

Ezen a téren a Kőolaj-, Földgáz- és Víz-, valamint az Öntödei Szakosztályaink járnak az élen.

Vidéki csoportjaink

Egyesületünk Elnöksége 1975-ben napirendre tűzte a vidéki csoportok tevékenységének vizsgálatát. E programmal összhangban reprezentatív fölmérést készítettünk a vidéki csoportok munkájáról, kapcsolataikról az egyesületi munkával és az üzemekkel, valamint a kedvezőbb együttműködés kialakíthatóságának feltételeiről és a munka eredményességének megjavítására tett javaslatokról.

A fölmérés alapján elmondhatjuk, hogy vidéki csoportjainkban aktív munka folyik. Figyelembe veszik a vállalatok előtt álló feladatokat, a vállalatoknál működő szakemberek érdeklődését, szakmai igényét, segítik a vállalati dolgozók társadalmi mozgalmait, s munkájuk összhangban van az Egyesület szakmai célkitűzéseivel, tevékenységével, akcióival. Tevékenységük során tehát a csoportok érvényesítik mind az egyesületi, mind a helyi üzemi szempontokat, és megfelelő módon alakítják ki a kettő szintézisét, ezzel egyrészt öregbítve Egyesületünk tekintélyét és hírnevét, másrészt jelentősen hozzájárulva a helyi és országos gazdasági és műszaki fejlesztési feladatok eredményes megoldásához.

A fölmérés alapján készült elnökségi előterjesztést az MTESZ Központi Titkársága kérésére rendelkezésre bocsátottuk mintaként, hogy a többi MTESZ-egyesület is hasonló összeállítást készítsen.

Külügyi tevékenység

Külügyi kapcsolataink, az előző évekhez hasonlóan, 1974—75 során is intenzívek voltak: a kiutazott 632 fő mintegy 3496 devizanapot töltött külföldön. A kiutazások megoszlása a következő volt:

Szakmai tanulmányutak	219 fő
Egyesületi kapcsolatok ápolása	56 fő
Ipari vásár, kiállítás	42 fő
Konferenciák, kongresszusok	315 fő.

Nemzetközi kapcsolatainkat nem szélesítettük új szervezetek bekapcsolásával.

Gyümölcsöző együttműködés folyik Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályunk, valamint a jugoszláv DIT-NAFTAPLIN egyesület között. A mind ipari, mind egyesületi szempontból jelentős egyezmény megkötésének 10 éves jubileumáról 1975 szeptemberében bensőséges ünnepség és ankét keretében emlékeztünk meg Balatonfüreden.

Az Öntödei Szakosztály változatlanul aktívan részt vesz az Öntödei Egyesületek Nemzetközi Szövetségének munkájában és megkezdte az 1978-ban Budapesten tartandó 45. Nemzetközi Kongresszus szervezését.

Fiatal szakembereink szerepe az Egyesület életében

Az MSZMP ifjúságról szóló határozatával, a 62. Közgyűlésünkön elhangzottakkal, valamint az Elnökség 3 éves munkaprogramjával összhangban, szakosztályaink a beszámolási időszakban is folytatták a fiatal szakemberek aktivizálását, s egyre intenzívebben támaszkodtak munkájukra. A fiatal mérnökök és technikusok szívesen vállalnak részt munkánkban előadások tartásával, szaklapjainkba cikkeket írnak, pályázatokon vesznek részt, kedvelik az egyesületi munkát; a konferenciákat szervező bizottságokban sok fiatal vállal feladatot.

Míg korábban az egyes munkákban a fiatalok részvétele a különböző megmozdulásokban esetleges volt, addig ma már ez szervezett keretek között folyik. KFV-Szakosztályunk a „Fiatal szakemberek a korszerű szénhidrogéniparért" című ankétot az Alkotó Ifjúság nevű mozgalommal közösen rendezi meg 1974-től kezdve évente. Az ankét célja az, hogy a fiatalok előadói rutinra tegyenek szert, s ugyanakkor a vállalatok vezetősége is megismerje, mire képesek fiatal dolgozóik a napi munkán kívül.

Az Öntödei Szakosztály a fiatalokat szervező munkabizottság keretében fogja össze fiatal szakembereit. Kéthavonként tartanak műszaki ankétokat. Az ifjúsági munka terén Egyesületünkben az Öntödei Szakosztály mutatja a legmagasabb fokú szervezettséget.

A KISZ KB 1974. december 16-án fontos határozatot hozott a KISZ és a tudományos egyesületek 1975. évi közös ifjúságpolitikai feladatairól. A határozat kimondja, hogy „A fiatal szakemberek munkahelyi tanácsai (FMKT) váljanak a tudományos egyesületek helyi csoportjainak ifjúsági tagozataivá. A tudományos egyesületek biztosítsák szakmai irányításukat." Vidéki csoportjaink sikerrel végzik az FMKT-tevékenység szervezését. Egyesületünk is bekapcsolódott a KISZ és az MTESZ által közösen szervezett 1975—76. évi FMKT-pályázat és vetélkedő előkészítő munkájába. Mozgósítottuk csoportjainkat s ennek eredményeként 25 vidéki csoportunk jelentkezett a vetélkedőre.

Tisztelt Közgyűlés!

Az elhangzottakban kívántam tájékoztatást adni azokról a tevékenységekről, melyeket szakosztályainak az Egyesület vezetősége által hozott határozatok szellemében végeztek a társadalmi tevékenység magasabb színvonalra történő emelése érdekében.

A beszámoló korántsem törekedett teljességre, hiszen néhány hónap múlva a tisztújító közgyűlés főtitkári beszámolója részletesen fog foglalkozni az elmúlt 4 év munkájával. Így a részfeladatok elhanyagolása mellett, csupán a legfontosabbnak ítélt célkitűzések megvalósításának ismertetésére szorítkoztam.

Köszönöm figyelmüket és kérem a jelentés elfogadását.

*

A főtitkári beszámoló után a XVIII. század első felének kimagasló műszaki egyéniségéről, a magát „Magyar Ingenieur"-nek aláírt, 275 éve született és 225 éve meghalt *Mikoviny Sámuelről* tartott előadás hangzott el dr. techn., dr. mult. h. c. *Tárczy-Hornoch Antal* akadémikus tollából. A közelmúltban 75. életévét betöltött illusztris — a közgyűléskor gyengélkedő — szerzőnek a nagy elődhöz mindenképpen méltó, annak termékeny életútját és sokféle munkásságát felvillantó megemlékezését *Klemencsics István* olvasta fel.

*

A beiktatott szünet után került sor a közgyűlés leglényegesebb napirendi pontjára, az OMBKE új alapszabályának megvitatására és elfogadására.

A dr. *Kovács Mihály* vezetésével már hosszabb idő óta igen alapos munkát végzett alapszabály-módosító bizottság az Egyesület szinte minden fórumán ismételten átszűrt, a kor szellemehez és követelményeihez alakított, de az időálló cikkelyeket érintetlenül hagyott sokszorosított alapszabály-tervezetet terjesztett a közgyűlés elé. Éppen az 1974. évi oroszlányi választmányi ülésen részleteiben is boncolt, s ezt követően még átdolgozott tervezet megcsiszoltsága okozta, hogy ezúttal már csak lényegtelen, s az egészet komplexicitásában nem befolyásoló észrevételek és javaslatok hangzottak el.

Karlik Nándor — a vaskohászat előtt álló nagy feladatokat hangsúlyozva — a tervezetet elfogadásra ajánlotta.

Szentpétery Jenő — kiemelve a tervezet készítőinek szakavatott, elismerést érdemlő tevékenységét — több — nem sarkalatos — módosítást javasolt. Ezek közül a *19. § 1.* bekezdés *c)* pontja szerint a helyi csoportok és szakcsoportok elnökei és titkárai megválasztásának a szakosztálygyűlések általi jóváhagyásáról szóló rendelkezést tette kritika tárgyává.

Dr. *Vörös Árpád*, az Öntödei Szakosztály elnöke, a tervezetet elfogadását hangsúlyozva, szorgalmazta, hogy az mindenképpen a XI. Pártkongresszus határozatait tartsa szem előtt.

Dr. *Kovács Mihály* a kifogásolt tételekre válaszolva, csak a *Szentpétery Jenő* által felhozott módosítást ismerte el olyannak, amely még döntést kíván; a többi probléma megoldása a tervezetben implicite bennfoglaltatik.

A küldöttközgyűlés ezt követően egy ellenszavazat mellett az alapszabály-tervezetet elfogadta az elnök ama javaslatával, hogy az ominózus ponttal kapcsolatban a közgyűlés a döntést illetően az Elnökséget hatalmazza meg.

Ezzel — és dr. *Dobos György* elnök zárszavával — ért véget Egyesületünk 63. Küldöttközgyűlésének érdemi része.

*

Az Aranyhomok Szálloda éttermében baráti hangulatban elköltött közös ebéd, majd ezt követően a Lampart ZIM helyi gyáregységében tett tanulságos látogatás tett pontot a kecskeméti szervezetek és kartársak által példamutatóan — és ezért meleg köszönetet megillető — rendezett közgyűlésünk végére.

B. B.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Összehasonlító termelőcső-nyomásgradiens mérése a szegedi üzemben

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1975. augusztusi számában cikk jelent meg *A termelőcső átmérőjének optimális mérete az algyői olajmezőben* címmel. A cikk szerzője, *Vincze Tamás* konkrét számításokkal kimutatta, hogy algyői viszonyok között milyen változást idéz elő a kútfejnyomás alakulásában a termelőcső átmérőjének változtatása.

Mivel az olajkutak kútfejnyomása az algyői mezőben csökken, a tervezett segédgázrendszer pedig még nem üzemel, több kutat az ún. kisnyomású gyűjtőrendszerre kell termeltetnünk. Ezért keltett érdeklődést a fenti cikk, amely szerint a termelőcső átmérője amellett, hogy a felszállás időtartamát lényegesen befolyásolja, igen jelentős hatást gyakorol majd a segédgázfogyasztásra is.

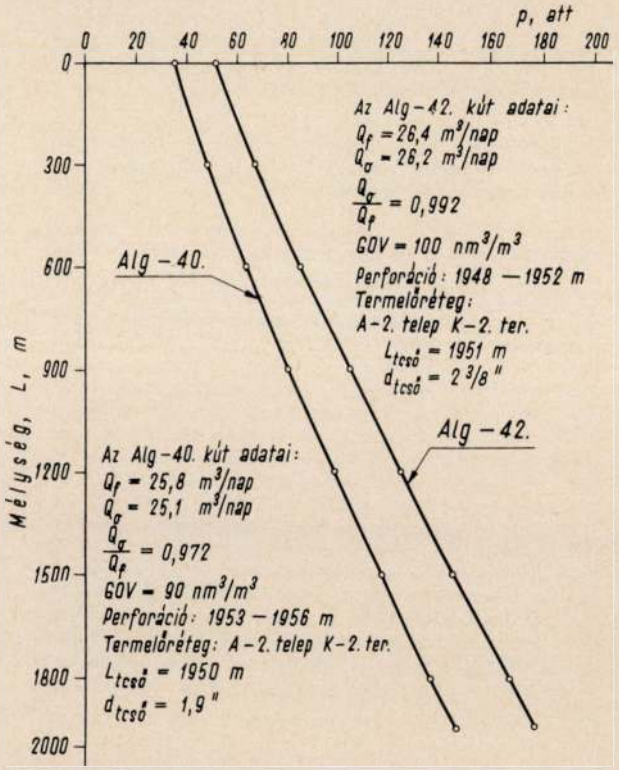
A cikkben leírt végeredmény „ellenőrzésére" méréseket végeztünk. Mivel találtunk két olyan kutat, amelyek közül egyikben 1,9"-es, a másikban pedig 2 3/8"-es termelőcső van, továbbá ezek ugyanabból a teleprészből termelnek (A—2 telep, E—2 ter.) potenciális lehetőségünk volt a mérések elvégzésére.

Gyakorlatilag azonos állandósult folyadékhozamot állítottunk be a két kúton, majd egyazon műszerrel termelés közben nyomásgradienst mértünk. A mérési eredményeket a mellékelt *ábra* mutatja. Az ábrából jól látható, hogy — az 5 m és az 1800 m közötti szakaszt alapul véve — az 1,9"-es termelőcső nyomásfelhasználása 12,34 at-val kisebb, ami alátámasztja az idézett cikkben leírtakat.

Az eddigiekben kapott eredmények igazolják egy olyan vizsgálat létjogosultságát, amely ezen eredmények gyakorlati bevezetésének lehetőségét támasztja alá.

A Szegedi Üzem Termelési Üzemegységének
Munkaközössége nevében

Szlávik Imre
okl. olajmérnök



Az Algyő-40. és az Algyő-42. jelű kutak nyomásgradienseinek összehasonlítása

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Й. Гофман, инж.-механик—*Й. Фалаки*, техник-химик: **Возможности определения эффективности ингибиторов в нефтеперерабатывающей промышленности** ..... **Стр. 33**

Для снижения коррозионных повреждений в нефтеперерабатывающей промышленности чаще всего применяются ингибиторы. Эффективность ингибиторов перед их промышленным применением контролируется различными исследованиями в лабораторных условиях. Однако определяемая таким путем эффективность ингибиторов только в редких случаях полностью соответствует производственному опыту. Определяемая в лабораторных условиях эффективность зависит и от выбранных и моделированных производственных характеристик.
В данной статье авторы пытаются получить ответ о том, применением каких косвенных измерительных методов можно получить сведения о фактической эффективности ингибиторов, применяемых непосредственно в промышленных условиях. Обобщается связь между пределами возможностей измерения на производстве, их достоверностью и эффективностью ингибиторов, определяемой в лабораторных условиях.

Ш. Андре, инж.-нефтяник—*Д. Чако*, инж.-нефтяник, экономист по горному делу—*Я. Шаму*, инж.-нефтяник: **Опыт и эксплуатационные требования в связи с правилами техники безопасности в нефтегазодобывающей промышленности** ..... **Стр. 41**

Излагая актуальные вопросы указанного выше круга проблем, авторы уделяют особое внимание внутризаводским нормалям по отбору проб углеводородов, имеющим особенное значение с точки зрения проектирования и эксплуатации, а также внутризаводским нормалям по испытанию на герметичность и прочность, по исследованию структуры конструкционных материалов и напорных систем. Указывается на значение и необходимость стандартизации продуктов по обработке газа с учетом особого внимания состояния добычи газа в стране.
Рассматриваются проблемы эксплуатации сферических емкостей, обладающих самой подходящей характеристикой с точки зрения хранения сжиженных газов, в том числе излагаются практические вопросы снятия напряжений и холодной ударной вязкости.

Дь. *Мика—И. Бёги*, инженеры-химики: **Повышение мощности и эффективности завода по подготовке природного газа к транспортированию** ..... **Стр. 51**

Излагаются методы повышения мощности и эффективности одного из газоподгатавливающих заводов на нефтегазовом месторождении Алдьё-Сегед, а также публикуются новые технологические достижения.
Исследованием процесса подготовки природного газа и аппаратуры были выявлены «узкие места». Для этого была разработана новая технологическая схема. Применением принципа фракционированной конденсации стало возможным производство товарного стабильного газобензина и повышение мощности оборудования для извлечения смеси пропана и бутанов. Благодаря новой технологической схеме стало лишным охлаждение воздухом кубового остатка деэтанизационной колонны. Было предложено повышение поверхности теплообменников «сырой газ—сухой газ» применением нового аппарата, установленного перед существующими теплообменниками. Встройкой нового теплообменника и последующей сепарацией потока улучшится не только энергохозяйство завода, но понизятся и расходы гликоля, и производство газобензина станет независимым от температуры окружающей среды.

Dipl.-Ing. *József Hoffmann*—Dipl. Techniker *József Falaky:* **Über die Möglichkeiten der Messung der Wirksamkeit von Inhibitoren in der Erdölverarbeitungsindustrie** ..... **S. 33**

Zum Mindern der Korrosionsschäden in der Erdölverarbeitungsindustrie werden oft Inhibitoren eingesetzt.
Die Wirksamkeit der Inhibitoren wird vor ihrer Anwendung im Betrieb durch verschiedene Laboruntersuchungen kontrolliert. Die im Laboratorium erhaltene Inhibitorwirksamkeit stimmt aber nur selten mit den Betriebserfahrungen überein. Die im Laboratorium gemessene Wirksamkeit hängt u. a. von den gewählten und modellierten Betriebskennwerten ab.
Der Beitrag behandelt die indirekten Messmöglichkeiten, wodurch auf die tatsächliche Wirksamkeit der unter Betriebsbedingungen eingesetzten Inhibitoren geschlossen werden kann. Die Grenzen der Betriebsmessmöglichkeiten, ihre Zuverlässigkeit und der Zusammenhang der Inhibitor-Wirksamkeit im Laboratorium werden zusammengefasst.

Dipl.-Ing. *Sándor André*—Dipl.-Ing., Dipl. Ökonom *Dénes Csákó*—Dipl.-Ing. *János Samu:* **Betriebsforderungen und -erfahrungen in Verbindung mit den technischen Vorschriften des Kohlenwasserstoff-Bergbaus** ..... **S. 41**

Nach einer Darlegung der aktuellen Fragen des Problemenkreises werden die Betriebsnormen der Kohlenwasserstoff-Probeentnahme behandelt, die vom Gesichtspunkt der Planung und des Betriebs ausserordentlich wichtig sind. Die Betriebsnormen-Vorschriften bezüglich der Dichtigkeits- und Festigkeitsdruckproben, die Sicherheitsfragen von Drucksystemen regeln, werden erörtert. Erwähnt wird die Bedeutung und die Notwendigkeit der Normung von Gasprodukten, mit besonderer Rücksicht auf die einheimische Produktionslage.
Ein Überblick über die Betriebsprobleme von Kugelbehältern, die zur Speicherung flüssiger Gase die günstigsten Eigenschaften haben, wird gegeben. Im Rahmen derselben werden die praktischen Fragen der Entspannung und der Kaltschlagzähigkeit, nebst Ergebnissen der Praxis geschildert.

Dipl.-Ing. *György Mika*—Dipl.-Ing. *István Bögi:* **Steigerung der Kapazität und Wirksamkeit eines Erdgasaufbereitungsbetriebs** ..... **S. 51**

Der Beitrag behandelt die durch Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények, Ungarn zwecks Steigerung der Kapazität und Wirksamkeit des Erdgasaufbereitungsbetriebs in der Gasaufbereitungsanlage *D* angewandten Methoden und neuen technologischen Lösungen.
Die Engpässe können durch Untersuchung des Vorgangs und der Einrichtungen der Gasaufbereitung bestimmt werden. Dazu wurde die Ausarbeitung einer neuen technologischen Verkopplung erforderlich. Durch Anwendung des Prinzips der fraktionierten Kondensation gelang es, stabilisiertes Gasolin kommerzieller Qualität zu produzieren und die Kapazität der Einrichtung der Flüssiggasdestillation zu steigern. Diese technologische Verbindung machte die Kühler der Bodenprodukte der Deäthanisierungskolonne überflüssig. Ein Vorschlag wurde gemacht, einen neuen „Rohgas-Fertiggas" Wärmeaustauscher einzubauen. Durch den Einbau dieses neuen Wärmeaustauschers und durch die darauffolgende Separation des Gases verbesserte sich nicht nur die Energiewirtschaft des Betriebs, sondern es verminderte sich auch der Glykolbedarf und die Gasolinproduktion wurde von der Umwelttemperatur unabhängig.

József Hoffmann, Mechanical Eng.—*József Falaky*, Chem. Technician: **Possibilities of measuring inhibitor efficiency in the petroleum refining industry** ..... p. 33

For reducing damages caused by corrosion in the petroleum refining industry, inhibitors are often used.
The efficiency of the inhibitors before using them in the plants is checked by various laboratory examinations. Inhibitor efficiencies obtained in the laboratory, however, rarely agree with plant experience. The efficiency measured in the laboratory depends, among others, on selected and modelled operation characteristics.
The paper discusses the indirect measuring possibilities by which conclusions can be drawn as to the real efficiency of inhibitors used under plant conditions. Limits of measurement possibilities, reliability thereof and the relation of laboratory inhibitor efficiency are summed up.

Sándor André, Petroleum Eng.—*Dénes Csákó*, Petroleum Eng., Mining Economist—*János Samu*, Petroleum Eng.: **Operation demands and experience connected to technical prescriptions of the hydrocarbon industry**.....p. 41

Having outlined timely problems of the topic, intramural standards for hydrocarbon sampling of extraordinary importance in respect of planning and plant operation are dealt with. Intramural standard prescriptions pertaining to tightness and strength hydraulic tests as well as to structural examinations, regulating the safety questions of pressurized systems are discussed. Importance and necessity of standardizing gas products are mentioned with special regard to domestic production conditions. Operation problems of spherical tanks being most suitable for storing liquid gases are described. Within this, practical problems of stress-relieving and cold impact energy and results of practice are shown.

György Mika, Chemical Eng.—*István Bögi*, Chemical Eng.: **Increase of the capacity and efficiency of a natural gas separation plant** ..... p. 51

Methods and new technological solutions used for increasing the capacity and efficiency at the natural gas separation plant of Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények, Hungary are described.
By examining the process of gas separation and the apparatus, bottle-necks can be determined. For this purpose, a new technological connection had to be elaborated. By using the principle of fractional condensation, it has become possible to produce stable gasoline of commercial quality and to increase the capacity of the LPG production equipment. Cooling the bottom-product of the deethaniser could be omitted by a more practicable technological linking. It has been suggested to increase the surface of the gas/gas heat exchangers by using new apparatus in series connection. By buildin-in the new heat exchanger and then by separating the gas, not only the energy economy of the plant improves but also the glycol consumption decreases and gasoline production becomes independent of ambient temperatures.

OLVASÓINKHOZ

A legújabb papírtakarékossági rendelkezések értelmében a folyóiratok évi Tartalommutatója csak a lap oldalszámkeretének rovására nyomtatható ki, illetőleg illeszthető be a lapba.

Ezért az 1975. évi TARTALOMMUTATÓ-t ezúttal oldalszámozás nélkül e számunkhoz behúzva, de a lap oldalterjedelmébe beszámítva — annak 47—50. oldalaként — adjuk olvasóink kezébe.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

VNYESTEHNIKA

SZOVJETUNIÓ MOSZKVA

A KULFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködéssel kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;
— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;
— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

Vnyestehnika
Össz-szövetségi egyesülés
Moszkva, Starokoniushenny, 6.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁSOK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya pályázatot hirdet a kőolaj- és földgázipari területéhez tartozó témájú tudományos, műszaki és gazdasági jellegű, eddig fel nem dolgozott tárgyú — az eredményhirdetés napjáig máshol nem ismertetett, nyilvánosságra nem hozott, vagy közlésre át nem adott — pályaművekre. Pályázni egyénileg vagy csoportosan készített tanulmányokkal lehet. Egy személy vagy csoport két tanulmányt küldhet be a pályázatra. A pályázat titkos, csak jeligével beküldött pályaműveket fogadunk el. A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait a pályaművel azonos jeligéjű zárt borítékban mellékelni kell.

A pályázatokat két példányban az Egyesület titkárságára: 1368 Budapest, Pf. 240. postán kell beküldeni.

Beküldési határidő: 1976. május 31.

Pályadíjak:

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

A pályamunkák megfelelő értékelése érdekében az elbírálásnál egységes szempontokat kívánunk figyelembe venni. Ennek során az önállóságot, a megoldás tudományos-műszaki színvonalát, az alkalmazástól várható műszaki-gazdasági eredményt és és az aktualitást kívánjuk elsősorban figyelembe venni.

A pályázati kiírást fentiekben, tekintettel arra a nagy területre, amely a szakosztály tagjainak tevékenységi és érdeklődési körébe tartozik, általános formában adtuk meg. Reméljük, ez tagtársaink, de különösen szakosztályunk fiatalabb tagjai számára elősegíti, hogy a pályázaton minél nagyobb számban vegyenek részt.

Budapest, 1975. december hó.

Hangyál János — a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos — a pályázati ügyek felelőse

*

A Magyar Olajipari Múzeum, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

TÖRTÉNETI PÁLYÁZATOT HIRDET

A pályázat célja: a magyar olajipar társadalma mind szélesebb rétegeinek motiválása a magyar olajipar életével, történetével kapcsolatos anyaggyűjtésre, illetve feldolgozásra.

Pályázni lehet minden, a pályázati kiírás után megjelent vagy kiadatlan, egyéni vagy kollektív pályamunkával: *üzem- vagy vállalattörténettel; üzemi-vállalati krónikával; saját vagy gyűjtött visszaemlékezéssel; olajipari események vagy történetek leírásával: eredeti dokumentumokkal, technika- és alkalmazástörténeti feldolgozásokkal.*

A pályázat titkos és így azon csak jeligével beküldött munkák vehetnek részt. A pályamű szerzőjének adatait lezárt, azonos jeligéjű borítékban kérjük mellékelni.

A pályamunkákat a hirdető intézmények képviselőiből alakított bizottság bírálja el.

Pályadíjak:

I. díj 1 db, 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 4 db, egyenként 2000 Ft.

A bíráló bizottság dönthet a díjazatlan munkák jutalomban való részesítéséről is.

A meghirdetőknek joguk van a díjazott és jutalmazott pályamunkák megjelentetésére.

Beküldési határidő: 1976. április 15.

Ünnepélyes eredményhirdetés: 1976. július hó.

A legértékesebb munkákból és dokumentumokból a 40 esztendős zalai kőolajkutatásról rendezendő megemlékezés alkalmából kiállítást tervezünk.

Zalaegerszeg—Budapest, 1975. december hó.

Magyar Olajipari Múzeum — Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt — OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

FELÜGYELETET NEM IGÉNYLŐ TETŐTÉRI KAZÁNTELEP
(FTK tip. sorozat)

A kazántelep felügyeletet nem igénylő, elsősorban tetőtéren elhelyezett

gázkazánházak létesítésére szolgál

A kazánok vezérlése teljesen automatikus, a kazánoldali hőteljesítményt léptető kapcsolás állítja be a külső hőmérséklet függvényében. Az előremenő víz hőmérsékletének szabályozása arányos-integráló jellegű.
A napi fűtési ciklusok előre programozhatók. Az üzembiztonságot a kazánonként felszerelt lángőrök szolgálják.
A kazántelep szivattyús központi fűtési rendszerek kialakítására alkalmas.

Főbb részei: — kazánok
— keringető szivattyúk
— vezérlő automatika

A kazántelep gáz-, víz- és elektromos vezetékeit gyárilag szerelik össze az alapkeretre felerősített kazánokkal és szivattyúkkal. Az alapkeretre szerelt és beszabályozott kazántelepet egy egységként lehet a helyére emelni. A helyszini szerelés az előre megadott méretekre elkészített vezetékekhez való csatlakoztatásból áll.

Hőteljesítménye: 120 000 kcal/h-tól több millió kcal/h-ig

Gyártó vállalat: ALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI GÉPGYÁR, OROSHÁZA

Felvilágosítással szolgál:

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31. Levélcím: 1391 Budapest, postafiók 238.
Telefon: 290-020 Telex: 22-4997 Ügyintéző: Kiss Lóránt

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 65—96 oldal
BUDAPEST, 1976. MÁRCIUS HÓ
3

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

RUMPLER JÁNOS — Robbanóanyag nélküli szeizmikus energiaforrások — vibroseis kísérletek Magyarországon 65

SZILAS A. PÁL — Víztelep és mély vízkút együttműködése 72

RICZÁN ISTVÁN — A kardoskúti Thomassen TEC-15 kompresszor dinamikai és kenéstechnikai felülvizsgálata 77

SZABÓ JÓZSEF — A korrózió ellenőrzése hidrogénező technológiák berendezéseiben 82

WAGNERNÉ WEBER MÁRTA — Ellenőrző mérések a katódosan védett szerkezeteken 86

BENCZE GÉZA — Az olajipari munkásság helyzete és szerepe Zala megyében 90

PANTÓ DEZSŐ 95

Egyesületi és szakosztályi hírek

Elnökségi ülés. 1975. XII. 17. 81

Szakosztály-vezetőségi ülés. 1975. XII. 12. 81

A mélyfúrás megoldásra váró feladatai c. ankét. Nagykanizsa, 1975. X. 30—31. 81

Egyetemi hírek

10 éve végzett bányamérnökök konferenciája. Miskolc — Egyetemváros, 1975. XI. 6. 76

Hírek az üzemekből

A hajdúszoboszlói termálvíztárolók hidrodinamikai vizsgálata 71

Savas rétegkezelő folyadékok által okozott korrózió csökkentése inhibitorok alkalmazásával 85

Hazai gyártású siklócsapágyas fúrók 85

Polimer öblítőfolyadékok a fúrási sebesség növelésére 89

Szén-dioxidos gázt szállító távvezeték a DKFV-nél 94

Pályázati felhívások B-4

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 95

A SZÁM SZERZŐI:

BENCZE GÉZA dr. tud. munkatárs (Magyar Olajipari Múzeum, Zalaegerszeg); RICZÁN ISTVÁN okl. vegyipari gépészmérnök, üzemmérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Orosházi Üzeme, Kardoskút); RUMPLER JÁNOS okl. geofizikus, osztályvezető (OKGT Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest); SZABÓ JÓZSEF okl. vegyipari gépészmérnök (Komáromi Kőolajipari Vállalat, Szőny); SZILAS A. PÁL dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tv. egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); WAGNERNÉ WEBER MÁRTA okl. fizikus és okl. vegyész, tud. főmunkatárs (Postakísérleti Intézet, Budapest).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA

Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

75-355 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: VINCZE GYÖRGY

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZIJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 3. szám 1976. március

Robbanóanyag nélküli szeizmikus energiaforrások — vibroseis* kísérletek Magyarországon

RUMPLER JÁNOS

A kőolaj-kutatási célokat szolgáló szeizmikus mérések iránti igények az egész világon növekednek. Ezek kielégítése érdekében a kutatócsoportok száma növekedett, a szeizmikus módszer tudományos-műszaki színvonala jelentősen javult, eszköz- és műszerválasztéka bővült. Az elmúlt évtizedben az energiagerjesztési módszerek fejlesztésében is születtek figyelemreméltó eredmények. A kifejlesztett elvek áttekintése, egymással való összevetése az alkalmazási lehetőségek érdekében fontos feladat.

Különös figyelmet érdemel a vibroseis eljárás, amelynek rövid elvi áttekintése az első hazai — módszertani és szerkezetkutatási — kísérleti mérések alaposabb analízisét teszi lehetővé.

Általános áttekintés

A felszíni geofizikai módszerek közül a kőolaj- és földgáztároló földtani alakulatok kutatására túlnyomórészt a szeizmikus reflexiós módszert alkalmazzák. Ez világméretekben és országhatáron belül egyaránt igaz.

A tőkés és fejlődő országokban a szénhidrogénekre irányuló geofizikai mérések költségéből 96% a szeizmikus, és 4% az egyéb felszíni módszerekre esik [1]. Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzeménél ez az arány 93 és 7%-nak adódik. A szocialista országokra vonatkozó hasonló adatok nem állnak rendelkezésre, azonban az arányok ott is az előzőekhez hasonlók lehetnek.

A világon megmutatkozó és egyre növekvő energiaéhség, valamint a legutóbbi időszakban a tőkés országokban kirobbant energiaválság jelentős mértékben növelte az új lelőhelyek felkutatására vonatkozó igényt.

Ezek a hatások nagymértékben hozzájárultak egyrészről a szeizmikus kutatások volumenének a növekedéséhez, másrészről a szeizmikus mérőműszerek, a kutatás módszertana, valamint a számítógépes adatfeldolgozás és a földtani-geofizikai értelmezési munka színvonalának gyors és valóban jelentős mértékű fejlődéséhez is.

A szeizmikus módszer három alapvető eleme: a jelgerjesztés, jelrögzítés és az adatfeldolgozás.

A jelrögzítés és az adatfeldolgozás területén végbement fejlődés szorosan összefügg az elektronika legújabb eredményeivel. Ezek tették lehetővé a modern szeizmikus műszerek megalkotását, következésképpen a nagy pontosságú adatrögzítést, a számítógépek elterjedése pedig a nagy adattömegek gyors, magas színvonalú feldolgozását.

A szeizmikus energiagerjesztési eljárások fejlődése azonban, a problémakör sokrétűsége miatt, változatos képet mutat. A legszélesebb alkalmazási területű — ma már klasszikusnak nevezhető — lyukrobbantásos energiagerjesztési eljárás mellett a nem robbanóanyaggal működő energiaforrásoknak több mint 30-féle változatát dolgozták ki. E jelgerjesztési választék mintegy kétharmadát a sekély tengerekkel fedett kontinentális peremi zónák szeizmikus kutatására használják, s egyharmadát próbálták ki, illetve alkalmazzák a szárazföldi mérésekhez.

Az energiagerjesztési elvek különbözősége, a kidolgozott eljárások nagy száma már önmagában is indokolja azt a törekvést, hogy ezeket megfelelő szempontok szerint vizsgáljuk meg, összehasonlítást tegyünk közöttük azért, hogy a teljesítőképességüket, felhasználási lehetőségeiket reálisan ítélhessük meg.

Robbanóanyag nélküli energiaforrások

Az energiaforrásokat két fő csoportra lehet felosztani: robbanóanyaggal működő és robbanóanyag nélküli forrásokra. Szokásos még a robbantásos és felszíni enerigaforrás megkülönböztetés is. Utóbbira a pontos megjelölés: robbanóanyag nélküli felszíni energiaforrás, mivel a szárazföldi alkalmazás során az e csoportba sorolható eszközök túlnyomó többsége a talajfelszínnel közli az energiát.

A robbantással keltett szeizmikus energia egy rövid ideig tartó rugalmas impulzusként jelentkezik. A szeizmikus energia nagysága a robbanóanyag mennyiségének változtatásával arányosan változik.

* A Continental Oil Company szabadalma. *(A szerkesztő.)*

A felszíni robbanóanyag nélküli források többsége is impulzust hoz létre. A keltett rugalmas energia nagyságrendekkel kisebb, mint a robbantásé. A gerjesztőberendezés sajátosságai miatt a talajba juttatott egységnyi energia nagysága csak szűk határok között szabályozható.

A felszíni energiaforrások között vannak olyanok, amelyek nem impulzust, hanem folyamatos rezgéscsomagot juttatnak a közegbe. Ilyen típusú energiaforrást alkalmaz a vibroseis eljárás is.

Ha a szeizmikus energiaforrásokat rendszerelméleti szempontból vizsgáljuk, magát a forrást egy átalakítónak foghatjuk fel.

Az energiaforrásban tárolt energia akusztikus energiává alakul át. Az átalakítási folyamatot egy megfelelő vezérléssel hozhatjuk létre.

A szeizmikus impulzus kialakulásának a helyén ún. forrásjelenségek lépnek fel, amelyek az impulzus alakját, nagyságát befolyásolják.

Egy adott energiaforrás segítségével keltett E_0 energia és az η_a akusztikus hatásfok együttesen határozza meg a rugalmas energia nagyságát:

$$E_a = \eta_a \cdot E_0.$$

A rugalmas impulzus tovaterjedése során további veszteségekkel kell számolni. Az adott forrás hatásfokának vizsgálatakor az η_{sz} szeizmikus hatásfokot is figyelembe kell venni. Így a szeizmikus energia:

$$E_{sz} = \eta_a \cdot \eta_{sz} \cdot E_0.$$

Az energiaforrások jelentős részére igaz az, hogy $\eta_{sz} \ll 1$. Ez a tény elsősorban a kutatott földtani képződmények alacsony frekvenciát áteresztő tulajdonságával függ össze, ami azt jelenti, hogy a keltett jel spektrumának csupán egy részét tudjuk kihasználni. Ugyanakkor a keltett energia jelentős hányada felszínközeli zavarhullámok létrehozására fordítódik. Maga az akusztikus hatásfok nagymértékben függ az energiakeltés módjától, és ritkán ér el 0,5-nél nagyobb értéket.

Az ez ideig ismeretes szeizmikus energiaforrások mintegy 9 fizikai elvet alkalmaznak, amelyek 5 energiaátalakítási mód felhasználásával párosulnak. Vázlatos áttekintést az *1. táblázat* nyújt (részben a [2] szerint).

A felsorolt energiaforrások teljesítménye a $7 \cdot 10^3$ kpm (kilopondméter) értéktől a mintegy $5 \cdot 10^4$ kpm értékig terjed. Összehasonlításul 1 kg robbanóanyag munkavégző képessége 10—15 $\cdot 10^4$ kpm körül van.

A közölt értékhatárok alapján a különböző energiaátalakítási módok hatásfoka csak közelítő módon adható meg. A pontosabb összehasonlításhoz az egyes források akusztikus hatásfokát s egyéb tényezőket is figyelembe kellene venni.

A különböző gerjesztési módok egzakt tárgyalását a hullámegyenleteknek az egyes források szabta határfeltételekkel történő megoldásai tennék lehetővé. Ezek azonban az *1. táblázatban* közölt forrástípusokra egységes felfogás szerint nem ismeretesek.

A szeizmikus mérések elé tűzött két legfontosabb feladat: a minél nagyobb lehatolás és a kutatott rétegsor lehető legrészletesebb megismerése. E szempontok alapján két tényezőt kell elsősorban figyelemmel kísérni: a szeizmikus forrással létrehozott akusztikus

1. táblázat

Az energiaátalakítás módja	Az alkalmazott fizikai elv	Szárazföldi mérésekhez alkalmazott főbb források, ill. ezek márkanevei
1. Kémiai—mechanikus	*1.1.* Robbanóanyag-robbantás	Általánosan alkalmazott lyukrobbantás, Geoflex (robbanózsinór)
	1.1. Gázelegy-robbantás	Dinoseis, Gas-gun, flex-o-gun
2. Mechanikus—mechanikus	*2.1.* Súlyejtés	Terrapack (csak tengeri)
	2.2. Kavitációs impulzus	
	2.3. Nagynyomású gázimpulzus	Air-gun, Pneu-flex
3. Termikus—mechanikus	*3.1.* Gőzfejlesztés	Dyna-Pulse
4. Elektrodinamikus—mechanikus	*4.1.* Elektrodinamikus vibráció	
	4.2. Elektrodinamikus—hidraulikus vibráció	Vibroseis, Rogacord
5. Elektronikus—mechanikus	*5.1.* Magnetosztrikciós átalakítás	(Csak tengeri)

energia nagyságát és a gerjesztett jel spektrumát. Ezeket a tényezőket egy érdekes modellszámítással vizsgálta meg *Forkmann* [2].

A források szeizmikus hatásfokának mértékéül a $Z_{max} \cdot \Delta Z_{min}^{-1}$ szorzatot tekintette. A Z_{max}-ra egy $E = E_a(1+\alpha Z)^{-m}$ alakú energiafüggést, a ΔZ_{min}^{-1}-re pedig a szeizmikus jelfrekvencia sávszélességét jellemző $\Delta f(z) = \vartheta_q \cdot Z^{-n}$ alakú speciális modellt vett fel. Itt

E_a akusztikus energia;
α arányossági tényező;
Z mélység;
m hatványkitevő, $\approx 8/3$;
$\Delta f(z)$ a szeizmikus jelfrekvencia sávszélessége mint a mélység függvénye;
ϑ_q a frekvenciafüggést egy adott forrásra kifejező arányossági tényező;
n hatványkitevő, $\approx 2/3$.

A fenti kifejezések felhasználásával a

$$\frac{Z_{max}}{\Delta Z_{min}} = C \cdot \vartheta_q \cdot f(E')$$

kifejezésre jutott, ahol

C — az arányossági tényező;
$f(E')$ — az energiafüggvény.

Az idézett modell paramétereivel az $f(E')$ függvény maximumához tartozó E_a akusztikus energiának 91 dB-lel, azaz 36 ezerszer kell nagyobbnak lennie a regisztráló műszer érzékenységi küszöbének megfelelő

minimális energiaértéknél ahhoz, hogy az adott forrás hatásfoka maximális legyen. A $Z_{max} \cdot \Delta Z_{min}^{-1}$-ra felírt összefüggésből kitűnik még, hogy egy forrás hatásfoka döntő mértékben függ a ϑ_q értéktől, amely a forrás spektrumának alacsonyfrekvencia-oldali meredekségével mutat korrelációt.

A vázolt modellvizsgálat — bár érdekes eredményekre vezetett — korántsem tekinthető a problémakör részletes, minden fontos tényezőt magában foglaló analízisének.

A gyártó cégek az egyes forrástípusokra vonatkozó leírásokban elsősorban a gerjesztett impulzus formáját és a gerjesztő eszköz teljesítményét adják meg. Ezenkívül a berendezés megbízhatóságát, üzemelési sajátosságait, termelékenységi mutatóit emelik ki. Az energiaforrások szeizmikus hatásfokának elbírálásakor tényleges kísérleti mérések eredményeire kell támaszkodni. Az *1. táblázatban* közölt robbanóanyag nélküli forrástípusok közül a súlyejtéses, a sűrített levegőt alkalmazó s a gázelegy-robbantásos eljárások terjedtek el elsősorban a jó reflektáló tulajdonságú, főleg sivatagos területeken.

A vibroseis módszer

A vibroseis módszer kifejlesztését a Continental Oil Company 1950-ben kezdte meg, majd néhány évvel később szabadalmaztatta. Az első sikeres terepi mérések időszaka 1957 volt. A szaklapok 1960-tól kezdve ismertetik a fejlesztés és az alkalmazás új eredményeit [3, 4, 5, 6].

A vibroseis módszer megalkotását az információelmélet néhány lényeges eredményének a szeizmikában való adaptálása tette lehetővé.

Ismeretes, hogy egy hírközlési láncon továbbított információ jel/zaj viszonyának javítására három lehetőség van. Ezek: *a)* a szűrés; *b)* az összegezés; *c)* a korreláció. Az általános hírközlésben e lehetőségek mindegyikének kihasználása nehézségekbe ütközik. A hatékony szűréshez a jelek frekvenciatartományát kellene ismerni. Az összegezéshez több jelforrás és felvevőberendezés lenne szükséges. A korrelációs műveletek közül csak az autokorreláció használható, mivel az eredeti hír/jel az észlelés pontján nem ismeretes.

A szeizmikus módszerrel a jel/zaj viszony javításának mindhárom lehetősége kihasználható. A szűrés és az összegezés az impulzusszeizmikában általánosan alkalmazott eljárás. A korrelációs művelet az elemi impulzusformák (pl. *Ricker*-wavelet) felhasználásával az impulzusszeizmikában nem adott meggyőző eredményeket.

A vibroseis módszernél a korreláció előnyei is kihasználhatók. Itt egy több sec hosszúságú, változó frekvenciájú sinusrezgéscsomagot juttatunk a talajba. A különböző határfelületekről reflektált hullámokat a vételi helyen regisztráljuk. Miután a regisztrálási helyen a vezérlő rezgés ismeretes, ezt a regisztrált jelekkel keresztkorrelálhatjuk. A keresztkorrelációt a

$$K(\tau) = \frac{1}{2T} \int_{-T}^{T} f_1(t) f_2(t+\tau)\, dt$$

integrál írja le, ahol $f_1(t)$ a vezérlőrezgés, $f_2(t+\tau)$ a regisztrált vibrogramot jellemző függvények és τ az időeltolás mértéke. Ez a művelet lényegében nem más, mint a két függvény egymáshoz τ_i értékekkel eltolt amplitúdóértékeinek szorzatösszege. A $K(\tau)$ függvény így nyert értékeit a τ eltolási idő mint abszcissza mentén ábrázolva impulzus formájú függvényt kapunk. Ez maximális értékét ott veszi fel, ahol a vezérlőjel a regisztrált, összetett vibrogramban „megtalálta" önmagát. Ha ezt a műveletet a szeizmikus csatorna teljes tartományára elvégezzük, ilyen keresztkorrelációs impulzusok sorozatát kapjuk, amelyek hasonlóak a robbantásos szeizmikával nyert reflexiós impulzusokhoz *(1. ábra)*.

A vibroseis vezérlőrezgés-formája pl. egy

$$f(t) = \cos(at^2)$$

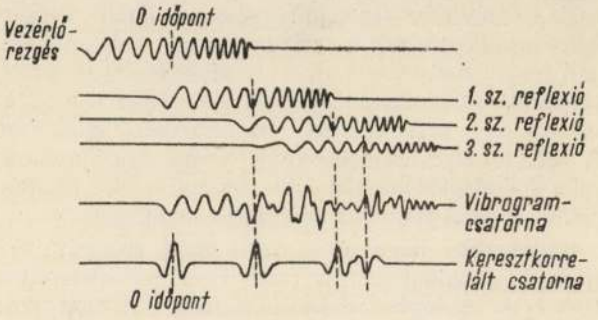
alakú függvény lehet, amelynek értéke $0 < t_1 \leqq t \leqq t_2$ a $t_1 - t_2$ intervallumban és $t = 0$ ezen intervallumon kívül.

A rezgés pillanatnyi frekvenciája

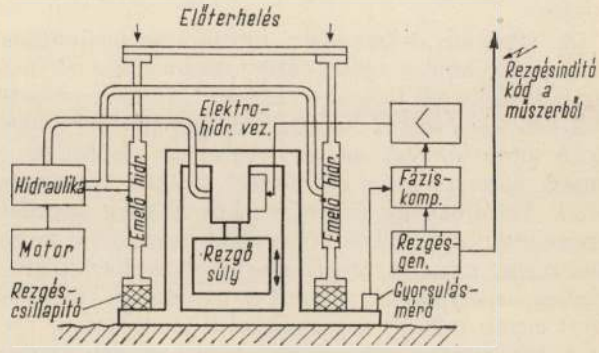
$$\frac{d(at^2)}{dt} = 2at.$$

A rezgés frekvenciája az időben lineárisan változik, így ezt lineáris rezgésnek nevezzük.

A rezgést elektronikus úton állítják elő vagy a műszerben, vagy a vibrátorban elhelyezett rezgésgenerátor révén *(2. ábra)*. Az előbbi esetben a rezgést rádión keresztül továbbítják a vibrátorhoz, az utóbbi esetben a rezgésgenerátor indítójelének továbbítására van szükség. A vibrátor az elektromos rezgést mechanikus rezgéssé alakítja, amely a mintegy 200 at nyomású hidraulikus rendszert vezérli. A megfelelő energiájú mechanikus rezgést fordítottgeofon-elv alkalmazásával állítják elő. Egy kb. 1—1,5 tonna súlyú reakciótömeget a hidraulika az alaplappal összefüggő vázszerkezettel szemben mozgat az elektromos rezgésnek megfelelően. Az alaplemezt az emelő hidraulika a jármű



1. ábra



2. ábra

súlyának egy részével a rezgésizoláló rugókon keresztül a talajra szorítja, hogy az alaplemez kontaktusa a talajjal ne szakadjon meg. A vibrátornak a vezérlőjellel szinkron kell működnie ahhoz, hogy a keresztkorrelációs művelet hatékony legyen.

Ezt az amplitúdó- és fázisazonosságot a vibrátorrendszeren belül bonyolult visszacsatolási szabályozással lehet biztosítani.

Miután a vibrátor a talajfelszínnel közli a rezgést, a vibroseis elv is a robbanóanyag nélküli felszíni energiaforrások csoportjába sorolható. Kísérleti vizsgálatok szerint a vibrátor keltette összenergiának mintegy 7%-a fordítódik a kívánt kompressziós hullámok létrehozására, és csaknem 68%-a zavaró (*Rayleigh-* és *Love*-típusú) felszíni hullámok gerjesztésére, míg a fennmaradó rész egyéb zavarokra és veszteségekre használódik fel. A vezérlőrezgés paraméterei széles határok között változtathatók, amelyek lehetővé teszik az adott terület sajátosságainak leginkább megfelelő rezgés kiválasztását. Ugyanakkor a sok paraméter miatt széles körű kísérletekre van szükség a pontos szelektálás érdekében.

A rezgés paraméterei:

a) a rezgés időtartama s-ban;
b) a kezdő és befejező frekvencia értéke Hz-ben;
c) csökkenő vagy növekvő frekvenciájú rezgések;
d) a frekvencaiváltozás mértéke Hz/s-ban;
e) a sávszélesség;
f) a rezgés kezdő és befejező szakaszának amplitúdócsonkítási módja és mértéke.

E felsorolásból is látszik, hogy sok tényező együttes figyelembevétele szükséges az optimális paraméterek meghatározásához. A rezgés időtartamának növekedésével nő a talajba juttatott összenergia mennyisége. A kezdő és befejező frekvenciaértékek meghatározása függ a közeg átviteli tulajdonságaitól. A csökkenő vagy növekvő frekvenciájú rezgéssel a vibrátor keltette felharmonikusoknak a szeizmogramon való megjelenési helyét befolyásolhatjuk. A sávszélesség növelésével javul a korrelációs hullám kifejezettsége. Két oktáv sávszélesség már kedvező eredményeket szolgáltat. A vezérlőrezgés csonkításának helyes megválasztásával a korrelációs művelet során fellépő zajok csökkenthetők, s ezzel javul a szeizmogram minősége.

Említettük, hogy a vibrátor nagy energiájú felszíni zavarhullámokat is kelt. Ezek paramétereit a szükséges csillapítás érdekében meg kell határozni. Az ezekre alapozott vibrátor- és geofoncsoportosítással mintegy 40 dB-es csillapítást lehet elérni, amely kielégítő.

A vibroseis mérésekhez ugyanolyan alapműszer szükséges, mint a robbantásos szeizmikához. A műszert további két funkció ellátására szolgáló egységekkel kell kiegészíteni. Az egyik az egy felvételhez tartozó vibrációk összeadását végrehajtó összegező, a másik a terepi gyors ellenőrzést szolgáló korrelátor. Ezek korábban az alapműszerhez illesztett speciális műszeregységek voltak. A legújabb megoldás a terepi műszerhez csatolt speciális számítógépes előfeldolgozó egység, amely az összegezésen és korreláción kívül számos egyéb művelet végrehajtására is alkalmas.

A vibroseis módszer főbb *előnyei* az alábbiakban foglalhatók össze.

1. Olyan frekvenicahatárok közötti rezgést lehet alkalmazni, amely a kutatott rétegösszlet átviteli sajátosságainak legjobban megfelel.

2. Kőzetroncsolásra nem fordítódik energia a rezgés alacsony energiasűrűsége miatt.

3. A keresztkorrelációs művelettel a zajszintnél mintegy 20 dB-lel kisebb hasznos jelek is kiemelhetők.

4. A mérési paraméterek megválasztási lehetőségének széles skálája lehetővé teszi eltérő jellegű feladatok megoldását (pl. mérnökszeizmikus feladatok, sekélyszerkezet- és mélyszerkezet-kutatás).

5. A fúrási-robbantási nehézségekkel jellemezhető területeken a vibroseis módszer problémamentesen alkalmazható.

6. Lakott területek, ipari létesítmények, termelő olajmezők berendezései mintegy 5—10 m-re megközelíthetők a károkozás veszélye nélkül (CH-mezőn belüli szeizmikus mérés lehetősége!).

7. A mérési tevékenység termelékenysége azonos, kedvező esetekben 2—3-szorosa lehet a robbantásos szeizmika termelékenységének.

Hátrányai:

1. A legbonyolultabb mérési módszer elvében, eszközeiben és metodikájában egyaránt. (Jól képzett szakkádereket igényel a hatékony felhasználás érdekében.)

2. Felszíni energiaforrás lévén, a zavarhullámok csillapítására megkülönböztetett figyelmet kell fordítani.

3. Az eszköz beszerzése nagyon költségigényes.

Az összevetésekben azok a módszertani előnyök a döntőek, amelyek az alkalmazás során megmutatkoztak.

Az egyes energiagerjesztési módok elterjedésére jó összehasonlítási lehetőséget nyújt az 1974. évi szárazföldi szeizmikus mérések km-teljesítményének a különböző energiaforrások szerinti %-os megoszlása [7]. A tőkés és harmadik világ országaiban a kőolaj- és földgázkutatás érdekében végzett szeizmikus mérésekből

robbantásos szeizmika az össz-km	58,5%-a,
vibroszeizmika az össz-km	26,3%-a,
gázelegy-robbantásos szeizmika az össz-km	3,0%-a,
sűrített levegős szeizmika az össz-km	1,0%-a,
mechanikus impulzusos szeizmika az össz-km	4,0%-a,
különböző vegyszerkeverék-robb. szeizmika az össz-km	1,0%-a,
egyéb gerjesztési módok az össz-km	6,2%-a.

Látható, hogy a robbanóanyag nélküli energiaforrások közül a vibroseis elv az összes többi forrás együttes arányát is meghaladja. Ez minden bizonnyal az előzőekben vázolt előnyökkel függ össze.

Vibroszeizmikus kísérletek Magyarországon

A robbanóanyag nélküli energiaforrások fejlesztési irányait, alkalmazásuk eredményeit az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében hosszabb idő óta figyelemmel kísérjük. Célunk az volt, hogy a hazai földtani adottságok közötti alkalmazhatóságra vonjunk le megfelelő következtetéseket. A vizsgálatok alapján az az

álláspont alakult ki, hogy a vibroseis eljárással célszerű elsősorban foglalkozni. Az előzőekben vázolt rövid áttekintés, valamint a szaklapokban az alkalmazási eredményekről megjelent publikációk az eljárás széles körű elterjedését meggyőzően indokolják.

Ezek alapján került végül sor a vibroseis módszer hazai adottságok közötti kipróbálására. Az egy hónap terjedelmű kísérletekre az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem a nyugatnémet Prakla—Seismos céget szerződtette.

A mérési program az alábbi feladatokat foglalta magában:

1. Kedvezőtlen szeizmikus tulajdonságú területen a vibroseis energiagerjesztési mód vizsgálata és összehasonlítása (Kömpöc—*Sándorfalva-1.* fúrás térségében) a robbantásos szeizmikus eredményekkel.

2. A Szeged város alatt elhelyezkedő földtani szerkezet térbeli helyzetének tisztázása, s az eljárás lakott területen való alkalmazásának biztonságtechnikai vizsgálata.

3. A Makó város alatt levő neogén boltozat É-i részének térképezése, valamint a nagy vastagságú üledékes összletben a vibrátorok keltette energia lehatolásának tanulmányozása.

4. A dunántúli dombos területen (Becsehely—Borsfa között) a módszer hatékonyságának vizsgálata, különös tekintettel a laza dombok energiaelnyelő hatására, valamint a vastag üledékösszletből származó információk minőségének tanulmányozására.

5. A mérések technológiájának általános megismerése, a műszer-konfiguráció, a vibrátor üzem közbeni tanulmányozása, a munkaszervezés és a termelékenység vizsgálata.

6. A vibroseis mérési anyag számítógépes feldolgozásához alkalmazott programcsomag sajátosságainak, problémáinak beható tanulmányozása.

A Prakla—Seismos cég 200 munkaórát dolgozott az ország területén. Ebből 20 órát kísérleti mérésre, 170 órát szelvénymérésre és 10 órát költözésre használtak fel. Ez időszak alatt 990 felvételt készítettek (ebből 120 kísérleti felvétel) 61,08 km összhosszúságban, 12-szeres fedéssel, 60 m-es geofonbázisközzel.

A terepi mérésekkel egyidejűleg talajrezgés-vizsgálatokat végeztettünk a vibrátorok keltette rezgések erősségének megismerése érdekében.

A mérések anyagát a Prakla—Seismos saját hannoveri számítóközpontjában dolgozta fel.

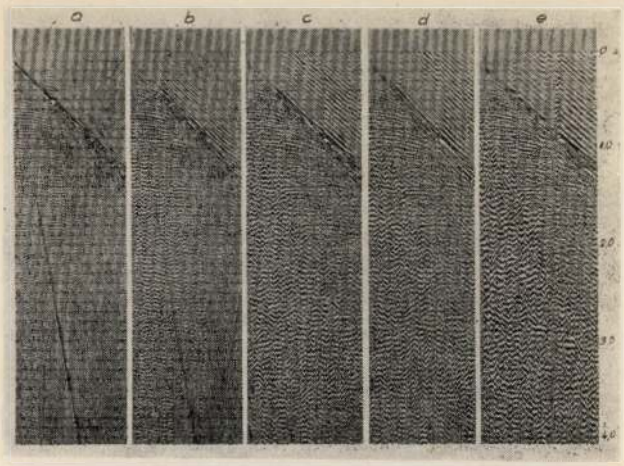
A vibroseis kísérletek eredményeiből néhány példát az alábbiakban mutatunk be.

A *3. ábrán* a rezgés határfrekvenciáinak meghatározására a Dunántúlon végzett kísérlet eredménye látható:

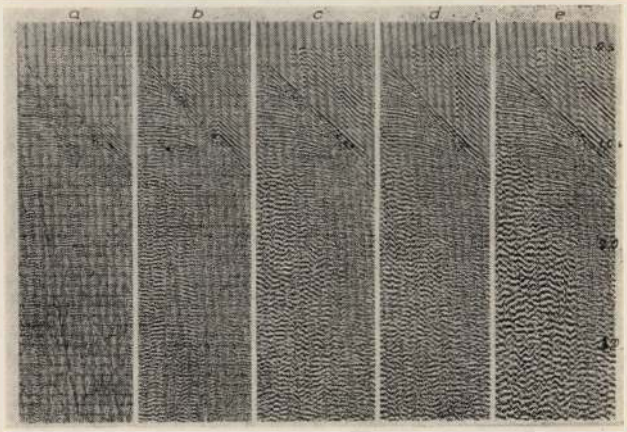
a — 25—100 Hz
b — 20— 80 Hz
c — 15— 65 Hz
d — 15— 47 Hz
e — 12— 48 Hz.

A többi paraméter: rezgés hossza 7 sec, növekvő frekvenciájú, terítés a vibrátoroktól 100—2230 cm távol van, geofonok 1 m átmérőn belül, 24 geofon/csatorna csoportosítás, 3 vibrátor 1 ponton szinkron üzemelt.

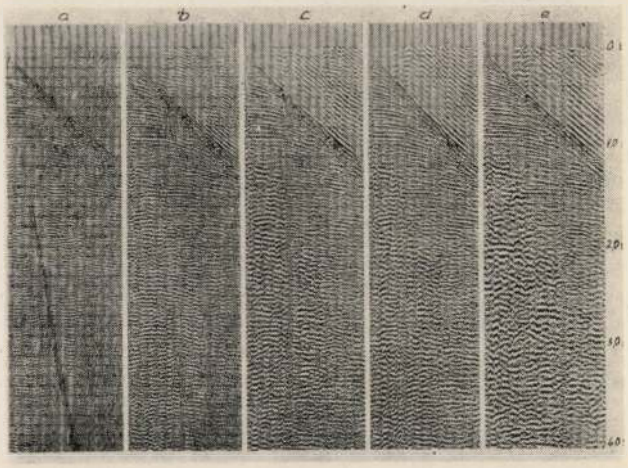
Választás: 12—48 Hz-es rezgés.



3. ábra



4. ábra

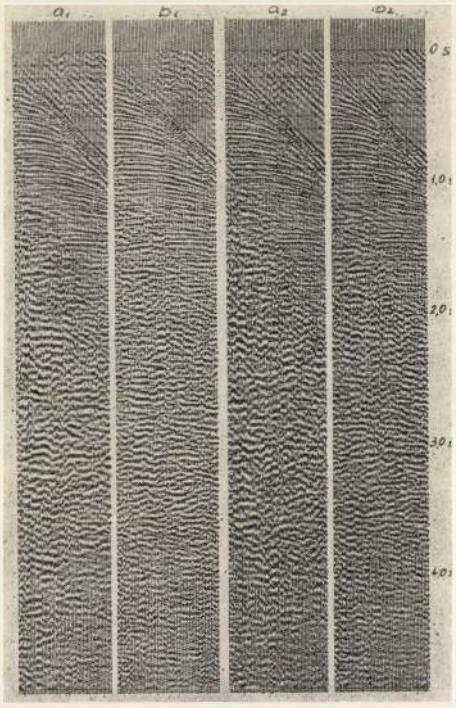


5. ábra

A *4. ábrán* közölt kísérlet az előzővel azonos helyen történt. Paraméterek a *3. ábrával* azonosak. Kivétel a geofoncsoportosítás: a 24-es geofoncsoportot 50 m-es bázison helyezték le.

Az *5. ábra* paraméterei a *3. ábráéval* azonosak. Kivétel a geofoncsoportosítás, mely itt 75 m-es bázison történt. Választás a *3.*, *4.* és *5. ábrák* alapján: geofoncsoportosítás a 75 m-es bázison a legmegfelelőbb.

A *6. ábra* a vibrátor- és a geofoncsoportosítási paraméterek meghatározását szemlélteti:



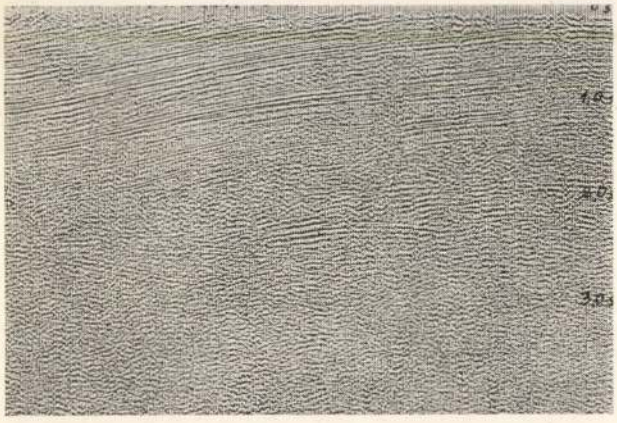
6. ábra

a_1 — 12—48 Hz-es rezgés, geofoncsoportosítás 75 m-en
b_1 — 15—47 Hz-es rezgés, geofoncsoportosítás 75 m-en
a_2 — 12—48 Hz-es rezgés, geofoncsoportosítás 50 m-en
b_2 — 15—47 Hz-es rezgés, geofoncsoportosítás 50 m-en.

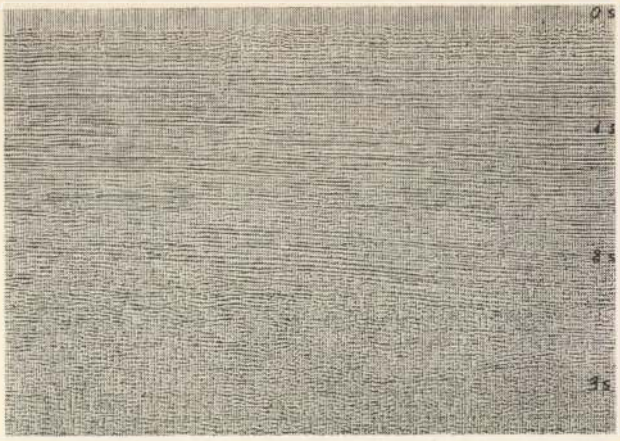
Az egy felvétel készítéséhez felhasznált 3×16 rezgés mind a négy esetben 75 m-es bázisra vonatkozik.

Választás: az a_1 jelű felvétel paraméterei a legjobbak.

A *3—6. ábrákon* bemutatott kísérletek alapján meghatározott paraméterekkel mértük be a Dunántúlon a Becsehely—Borsfa közötti szelvényt *(7. ábra)* egyirányú 12-szeres fedéses észlelési rendszerrel. Ennek minősége jó, azonos a közelében levő robbantásos szelvénnyel. A sekélyebb horizontok képe jobb a vibroseis szelvényen.



7. ábra

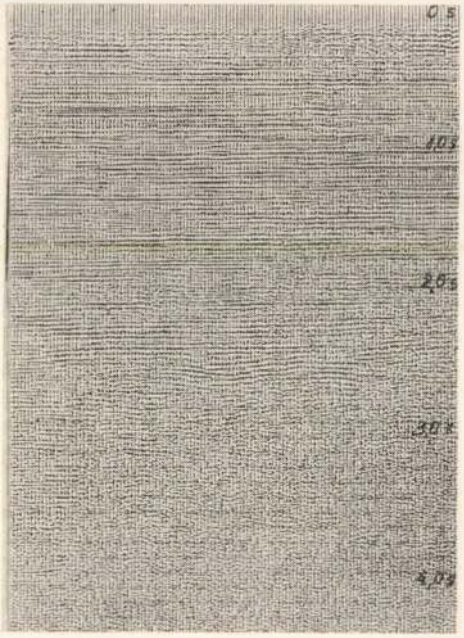


8. ábra

A *8. ábra* egy Duna—Tisza közötti területen (Kompöc térségében) mért vibroseis szelvényt mutat be. Ez a szelvény 20—80 Hz-es, növekvő frekvenciájú rezgés, 60 m-es geofonbázisköz 75 m-es bázison, 24-es geofoncsoport, 7 m-es vibrátorbázis, 3×16 rezgés, 180 m-es offset és 12-szeres fedés alkalmazásával készült. A szelvény minősége jó, a lehatolás megfelelő, azonos a közelben levő robbantásos szelvények képével.

A *9. ábra* a Szeged városában (Csongrádi úton) készített egyik időszelvényt mutatja be. A mérési paraméterek azonosak a *8. ábra* adataival, kivéve a rezgésfrekvencia alsó határát, amelyet biztonságtechnikai okok miatt 25 Hz-re kellett emelni. A közlekedési zajok csökkentése érdekében a mérés éjszaka történt. A szelvény minősége, lehatolása jó, bár a mély reflexiók minősége alacsonyabb frekvenciahatár esetén jobb lett volna.

A mérési anyag alapján levonható főbb következtetések az alábbiak:



9. ábra

1. A vibroseis eljárás a hazai földtani viszonyok között alkalmazható a szeizmikus feladatok megoldására; e módszerrel a robbantásos energiagerjesztéssel azonos, esetleg jobb minőségű szelvények készíthetők.

2. A szélesebb módszertani lehetőségek egyrészt lehetővé, másrészt szükségessé teszik az adott terület sajátosságainak legjobban megfelelő paraméterek meghatározását a sikeres alkalmazás érdekében.

3. Lakóházak, különböző létesítmények a vibrátorokkal mintegy 5—10 m-re megközelíthetők a károkozás veszélye nélkül. (Szeged és Makó városokban a vibrációk károkat nem okoztak.)

4. A mérések termelékenysége kedvező esetben 2—3-szorosa lehet a lyukrobbantásos módszer termelékenységének. (Megfelelő mennyiségű segédeszközök, jó terepjáró képességű vibrátorok szükségesek.)

A vibroseis kísérletek közvetlen eredménye volt még az, hogy lehetővé vált a Szeged és Makó alatt levő földtani szerkezetek szeizmikus feltérképezése is.

A vibroseis eljárás alkalmazásának főbb feladatai és a hazai szénhidrogén-kutatást szolgáló mérések alapos vizsgálatokat érdemlő lehetőségei az alábbiakban vázolhatók.

A legfontosabb feladat a módszer alapos és széles körű megismerése, s a különböző felszíni és mélységi adottságú területekre a műszaki és gazdaságossági optimumot biztosító metodikák kidolgozása. A módszer kiterjedt szakirodalma nyomatékosan felhívja a figyelmet arra, hogy a vibroseis elv sokkal több potenciális lehetőséget rejt magában, mint az eddig alkalmazott módszerek [6]. Mégis a vibroseis eljárás az, amelyet igen gyakran helytelenül alkalmaznak, elsősorban amiatt, mert nem ismerik az eljárás lehetőségeit, kritikus tényezőit olyan alaposan, mint amennyire az a helyes alkalmazáshoz szükséges lenne.

Az elvi lehetőségek közül érdemes például megvizsgálni, hogy

- a neogén rétegsor fontos zónái, a lencsék, kiékelődések, diszkordanciák a rezgés frekvenciahatárainak megfelelő megválasztásával részletesebben felbonthatók, illetve térképezhetők-e;
- a flis képződmények, a vulkáni rétegsor, ill. ezek aljzata, a paleogénnel fedett mezozoós összlet az alacsony frekvenciájú rezgésekkel jobban kutathatók-e, mint a robbantásos szeizmikával;
- a termelő szénhidrogénmezők környezetében esetlegesen előforduló speciális földtani problémák megoldásához a vibroseis eljárás mennyiben járulhat hozzá.

IRODALOM

[1] Geophysical activity, 1973. Geophysics Dec. (1974).
[2] *Forkmann, B.:* Verfahren und Probelme der seismischen Energieanregung mit Hilfe von sprengstofflosen Oberflächenquellen. Z. angewandte Geologie. **19** *3* (1973).
[3] *Crawford, J. M.—Doty, W. E. N.—Lee, M. L.:* Continuous signal seismograph. Geophysics Feb. (1960).
[4] *Mass, H. W.:* Das Vibroseis-System als optimales Laufzeit-Verfahren. Erdöl u. Kohle *11* (1964).
[5] *Geyer, R. L.:* The vibroseis system of seismic mapping. J. Canadian Soc. of. Exploration Geophysicists *1* (1969).
[6] *Geyer, R. L.:* Vibroseis parameter optimization. Oil a. Gas J. *15, 17* (1970).
[7] *Espey, H. R.:* Geophysical activity, 1974. Geophysics Oct. (1975).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A hajdúszoboszlói termálvíztárolók hidrodinamikai vizsgálata

A hajdúszoboszlói gázmező közelében, a Szoboszló gáztelepekkel összefüggő víztároló rétegekből 1925 óta folyik termálvíztermelés.

A kezdetben nagy kapacitású kutak hozama a 60-as évektől jelentősen csökkent, 1967-től több kút felszálló termelése is megszűnt.

A kutak hozamcsökkenése és a termálvízigény további növekedése szükségessé tette a hidrodinamikai viszonyok és rétegnyomás-változás részletes vizsgálatát.

A víztermelő és gáztároló rétegek azonosítását már 1968-ban a Nagyalföldi Kőolajfúrási Üzem Földtani Szervezete elvégezte. Az újabb kutak adatait *(Ha-V., Ha-VI.)* is figyelembe véve megállapították, hogy a fő gyógyvízadó szintek pannóniai homokkőtárolók, és a gázmező Szoboszló I., II. és III. számú szintjeivel azonosak, a gáz- és víztermelő rétegek között hidrodinamikai kapcsolat van.

A legjelentősebb víztároló a Szoboszló I. szint, amelynek víztermelő kútjai a gázteleptől 6,5—7 km távolságra találhatók. A kumulatív víztermelésnek mintegy 84%-a, 1967-től teljes egésze e szintből származik.

A hidrodinamikai vizsgálat elvégzéséhez 1974. IV. és 1975. III. hóban az OGIL komplex kútvizsgálati méréseket végzett, amelyek kiterjedtek mind az 5 termálvíztárolót harántoló kútra.

A mérési eredmények alapján meghatároztuk a víztároló jellemző kőzetfizikai paramétereit, a létrejött nyomáscsökkenést és vizsgáltuk a gáztelepek művelésének hatását a nyomáscsökkenésben.

Megállapítottuk, hogy a jelentős gázvagyonú és ma már 20—25 at-val csökkent rétegnyomású Szoboszló II. és Szoboszló III. szintek csak közvetve és igen kis mértékben játszanak szerepet a termálvízkutak körzetének (Szoboszló I. szint) nyomáscsökkenésében. E hatás a *Ha-2.* kútban, a Szoboszló I. szintből a gáztermelés miatt kisebb rétegnyomású Szoboszló II., III. szint felé irányuló vízátfejtődés révén nyilvánul meg. Az átfejtődés számított üteme azonban csaknem egy nagyságrenddel kisebb a vízkivétel üteménél.

A Szoboszló I. gáztelep művelésének — az előbbieknél nagyságrenddel kisebb gázvagyona és nagy víztároló-vastagsága miatt — számottevő hatása a termálvíztermelésre nincs.

A termálvízkutak kb. 1 km sugarú körzetének rétegnyomása eddig 4,6 at-val csökkent, ezt döntő mértékben a mintegy 65 millió m^3 vízkivétel okozta. A rétegnyomás-csökkenés miatt csökken a kutak termelőkapacitása, s egy kút kivételével megszűnt a felszálló termelés.

A víztermelés jelenleg 130 m^3/h, a tervezett vízkivétel 1985-ig erősen emelkedő, 1985-ben a jelenlegi szintnek csaknem háromszorosa lesz.

Előrejelzésünk szerint a fokozódó vízkivétel miatt a rétegnyomás-csökkenés is meredekebb lesz, és 1990-ig további 6,5 at-val lesz kisebb a nyomás. A hidrosztatikus kezdeti értékhez képest ekkor már 11,1 at a számított csökkenés, s ebből a vízátfejlődés — gáztermelés — „eredménye" 1—1,5 at.

A tervezett vízkivétel eléréséhez szükséges valamennyi kút mechanikus termeltetése mellett új kutak fúrása is. A továbbiakban a rendszeres ellenőrzés fokozott jelentőségűvé válik.

Gombos Zoltán
okl. olajmérnök
(OGIL, Budapest)

Víztelep és mély vízkút együttműködése

SZILAS A. PÁL

A vizet adó telep és a belőle termelő mély vízkút összefüggő sorba kapcsolt hidraulikai rendszert alkot. Az előírt, illetőleg a leggazdaságosabban termelhető vízhozamot csak akkor lehet megtervezni és termelni, ha a rendszer elemeinek és együttműködésének törvényszerűségeit ismerjük. A tanulmány az együttműködés törvényszerűségeit foglalja rendszerbe, és eljárásokat ad a termeléstervezésre felszálló és segédlevegős termelés esetében. Számpéldával mutatja be, hogy a gáztalan vizet termelő vízkút segédlevegős termelését hogyan kell megtervezni, ha a legkisebb fajlagos levegőfogyasztású, illetőleg ha az adott levegőárammal elérhető legnagyobb vízhozamot kívánjuk termelni.

Bevezetés

A vizet adó telep és a kút kéttagú sorba kapcsolt hidraulikai rendszert alkot. Az összefüggő, folytonos áramlási „csatorna" ellenére azért kell kéttagú rendszerről beszélni, mivel másfajta áramlási jellemzők, s emiatt másfajta áramlási összefüggések érvényesek a telepben és másfajták a kútban való áramlásra.

Az alábbiakban feltételezzük, hogy mind a víztelepből a kútba való beáramlására, mind pedig a kútáramnak a kútban való felemelkedésére vonatkozó áramlási összefüggések ismertek. A kútba való beáramlást a közismert

$$q_v = J(p_{ws} - p_{wf})^n \qquad (1)$$

egyenlettel jellemezzük. A későbbiekben az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy $n=1$. Adott kútnál a tényleges talpnyomás-hozam összefüggést kísérletileg kell meghatározni. Ez a tény a további meggondolásokat nem befolyásolja.

A telep és a kút együttműködése esetén a p_{ws} statikus talpnyomású telepből p_{wf} termelési talpnyomás ellenében éppen annyi víz áramlik a kútba, mint amennyi p_{wf} kúttalpnyomás és p_0 kútfejnyomás különbségének hatására a kútban a felszínre emelkedik.

A kútáramnak a kútban való felemelkedésére jellemző korszerű áramlási összefüggések vagy $q_v = q_v(q_g)_{d,\xi}$ jellegűek, ezeket, ábrázolva szállítógörbéknek nevezzük, vagy $p = p(L)_{d,qv,R}$ jellegűek, s akkor, ábrázolva nyomásváltozási görbékről vagy gradiensgörbékről beszélünk. Mindkét összefüggéstípus adott feladat megoldásához alkalmas lehet, mégis egyes esetekben az egyik, más esetekben a másik alkalmazása ésszerűbb a számításigényesség szempontjából. Az alábbiakban ezért a víztelep és a kút együttműködése feladatainak megoldására mindkét megoldási lehetőséget tárgyaljuk. Az [1] közlemény a vízkutakra jellemző szállítási és nyomásváltozási összefüggéseket ismerteti. A továbbiakban ezek alkalmazására utalunk.

1. Víztelep és felszálló kút együttműködése

a) A kútban a vízből oldott gáz nem válik ki, az áramlás tehát egyfázisú. Az együttműködés ugyanúgy jellemezhető, mint gáztalan olajat termelő felszálló termelésű kutaknál [2]. A kútműködés az *1. ábra* segítségével értelmezhető. Az *I* egyenes a víztelepből a kútba való vízbeáramlást jellemzi [(1) képlet]. A *II* görbe a kútban áramló vízoszlop statikus nyomásának változását mutatja a hozammal. A hidrosztatikus nyomás növekvő hozammal azért csökken, mivel nő az átlagos áramlási hőmérséklet, és így csökken a víz átlagos sűrűsége. Ha különböző hozamoknál kiszámítjuk a kútban való áramlás p_s súrlódási nyomásveszteségét, és megfelelő $L_w\bar{\varrho}_v g$ hidrosztatikus nyomásértékhez hozzáadjuk, akkor megkapjuk a *III* görbét, a „belső nyomásfelhasználás" vonalát. Az *I* és *III* görbék ordinátáinak különbsége megadja azt a p_0 felszíni vagy kútfejnyomást, amely ahhoz szükséges, hogy egy kívánt q'_v hozamot termeljen a kút. Bármely hozamra felírható, hogy

$$p_{wf} = L_w\varrho_v g + p_s + p_0. \qquad (2)$$

A p_0 felszíni nyomás a termelőcsőfej utáni ellenállások összegével egyenlő:

$$p_0 = p_{áf} + p_{ák} + p_{sv} + p_h + p_{at}. \qquad (3)$$

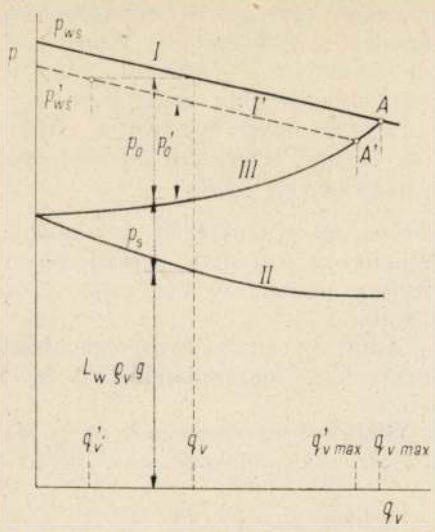
Minél kisebb lesz tehát a fúvókával létrehozott $p_{áf}$, a kútfejszerelvényen való átáramlás hatására létrejövő $p_{ák}$, a kúthoz csatlakozó vezetékben kialakuló áramlási, illetőleg p_{sv} súrlódási nyomásveszteség, és minél kisebb a csatlakozó vezetékben és a vele kapcsolt tartályban levő vízoszlop p_h hidrosztatikus nyomása, annál kisebb lesz p_{wf} és annál nagyobb a kút hozama. A legnagyobb hozamot akkor érjük el, ha a kiáramlási nyomás az atmoszféra nyomása, azaz $p_0 = p_{at}$. Ez a hozam az *1. ábra A* pontjának megfelelő $q_{v\,max}$.

b) A kútban a vízből oldott gáz válik ki. A kútnak az alsó szakaszában az áramlás egyfázisú. Ha az áramlási nyomás p_b buboréknyomásra csökkent, akkor a kútáram kétfázisúvá változik.

Azt, hogy a kút termel-e felszállással, az alábbi meggondolások alapján határozhatjuk meg:

(i) Kiszámítjuk azt a kúttalptól számított h magasságot, aminél a d_B belső átmérőjű kútban az áramlás nyomásvesztesége éppen $(p_{wf} - p_b)$-vel egyenlő.

(ii) Az áramlás a kút felső $(L_w - h) = L$ hosszában kétfázisú. Együttműködés a telep és a kút között akkor lesz, ha a gázos víz fajlagos energiatartalma elegendő



1. ábra

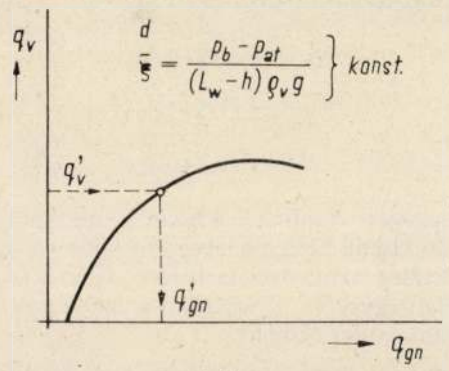
ahhoz, hogy $(p_b - p_0)$ nyomáskülönbség hatására a kútba folyamatosan beáramló q_v vízáram a felszínig áramoljék. A p_0 kútfejnyomásnak a lehetséges legkisebb értéke az atmoszferikus nyomás. A kút felszálló termelésének feltétele kétféleképpen is meghatározható.

Szállítógörbe segítségével

Kétfázisú áramlási összefüggésekkel számítsuk ki és rajzoljuk meg azt a termelőcső-szállítógörbét, amelynek paraméterei a kút d belső (bélés- vagy termelő-) csőátmérője és

$$\bar{\xi} = \frac{p_b - p_{at}}{(L_w - h)\varrho_v g}$$

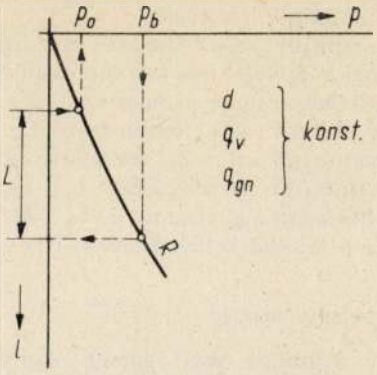
(2. ábra). Állapítsuk meg, hogy az előírt q'_v víztermeléshez mekkora q'_{gn} gázáram szükséges. Ha az egyenlő vagy nagyobb, mint a kút gáztermelése, akkor a kút felszállással termel.



2. ábra

Nyomásváltozási görbe segítségével

Grafikus vagy numerikus integrálással határozzuk meg az L, p_b pontból kiinduló nyomásváltozási görbét d csőátmérőnél, q_v vízhozamnál és q_{gn} gázhozamnál *(3. ábra)*. Az L=0-nál érvényes p_0 megadja, hogy



3. ábra

mekkora kútfejnyomás szükséges az előírt kútáram folyamatos termeléséhez. Ha a felszíni gyűjtőrendszer nyomása ennél kisebb, akkor a kút felszállással termel. Ennek az eljárásnak az is előnye, hogyha több q_v vízhozamra végezzük el a számítást, akkor az *1. ábra III* görbéjének megfelelő „belső kútellenállás"-görbe meghatározható. Ez az ábrázolás mind az előző fejezetben tárgyalt végig egyfázisú, mind a részben egy-, részben kétfázisú kútáramlás esetén hasznos lehet.

A víztelep p_{ws} rétegnyomása a termelés folyamán folytonosan vagy időszakosan p'_{ws} értékre csökkenhet. Az *1. ábra I'* vonala ilyen, lecsökkent statikus telepnyomású rétegre jellemző. Az *I'* vonal esetünkben párhuzamos *I*-gyel. Ez azt jelenti, hogy a víztelepben a beáramlási körzet áteresztőképessége nem változott. Ha az áteresztőképesség változik, úgy *I'* dőlése eltér *I*-étől. Az adott esetre numerikusan meghatározott ábrából leolvasható, hogy a telepnyomás változásának hatására

— mekkora lesz a változatlan p_0 kútfej-ellenállás esetén várható $(q_v - q'_v)$ hozamcsökkenés;
— mekkora $(p_0 - p'_0)$ értékkel kell csökkenteni a kútszájnyomást ahhoz, hogy a q_v vízhozam ne változzon;
— milyen $(q_{v\,max} - q'_{v\,max})$ értékkel csökken a kútból kitermelhető legnagyobb vízáram.

Az ábra szerkesztésekor hallgatólagosan feltételeztük, hogy a kútáram a termelő béléscsőrakatban emelkedik fel, termelőcső nincsen beépítve. Ha termelőcső is kerül a kútba, a *III* görbe felfelé tolódik. Ennek hatása a kúthozamra ugyancsak leolvasható.

2. Víztelep és segédlevegővel termelő kút együttműködése

Segédlevegővel akkor termeltetik a kutat, ha az nem termel felszállással, vagy ha a felszálló termeléssel biztosítható legnagyobb hozamot tovább kívánják növelni. A gyakorlatban az együttműködésnek több elvi lehetősége ismeretes.

a) Adott kútnál előírt q_v vízhozamhoz szükséges q_{ln} levegőáram és L_T termelőcsőhossz meghatározása, ha d_T, a termelőcső belső átmérője és p_k, a segédlevegő uyomása az injekció mélységében adott. Feltételezzük, hogy a kút saját gáztermelése elhanyagolható.

A számítás gondolatmenete:

(i) Kiszámítjuk azt a kúttalptól kiinduló h magasságot, aminél a d_B belső béléscső-átmérőjű kútszakaszban az egyfázisú áramlás nyomásvesztesége $(p_{wf}-p_k)$-val egyenlő. A termelőcső hossza $L_T=(L_w-h)$.

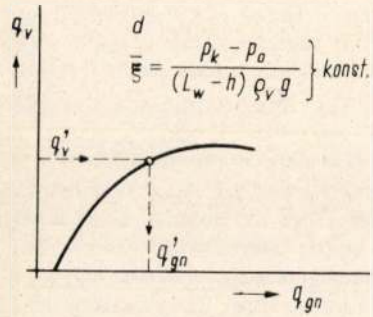
(ii) Kiszámítjuk azt a q_{ln} levegőáramot, amely a d_T belső átmérőjű termelőcsőben (p_k-p_0) nyomáskülönbség hatására a q_v vízáramot (L_k-h) magasságra szállítja. Ez a feladat kétféle eljárással is megoldható.

Szállítógörbe segítségével

Kétfázisú áramlási összefüggések segítségével számítsuk ki és rajzoljuk meg azt a szállítógörbét, amelynek paraméterei a kút termelőcsövének d_T belső átmérője, valamint

$$\overline{\xi}=\frac{p_k-p_0}{(L_w-h)\cdot\varrho_v g},$$

ahol p_0 az előírt kútfejnyomás *(4. ábra)*. Az ábrán le-

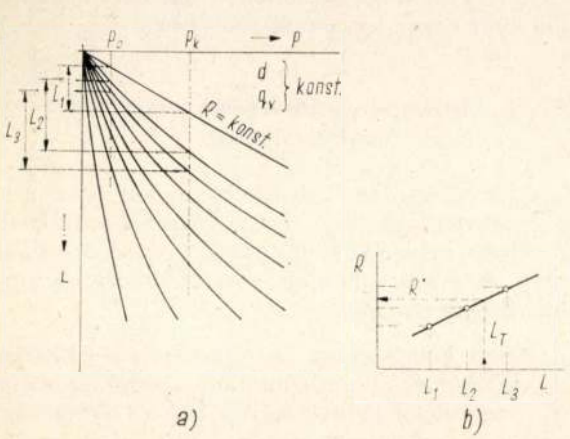


4. ábra

olvasható, hogy q_v' előírt folyadékhozam termeléséhez mekkora q_{ln}' levegőáram szükséges.

Nyomásváltozási görbék segítségével

A felvett d_T belső csőátmérőnél és előírt q_v vízhozamnál különböző R fajlagos levegő-víz viszony esetében számítsuk ki grafikus vagy numerikus integrálással a nyomásváltozási görbéket *(5.a) ábra)*. A görbékből



5. ábra

leolvasható, hogy (p_k-p_0) nyomáskülönbséggel különböző fajlagos levegőmennyiség esetén mekkora L magasságra szállítható a q_v vízáram. Az *5.b) ábrán* a $(R-L)$ összefüggést ábrázoltuk. Ezen leolvasható, hogy $L_T=(L_w-h)$ hossz esetében a víztermeléshez mekkora R' fajlagos levegőtérfogat szükséges; a segédlevegő-szükséglet $q_{ln}'=q_v'R'$.

b) Optimális levegőszükséglet és maximális vízhozam meghatározása adott d_T termelőcső-átmérőnél és p_k levegőnyomásnál. A kút saját gáztermelése elhanyagolható.

— *(i)* Adott kút termelékenységi összefüggéséből — (1) egyenlet — kiszámítandó több összetartozó q_v, p_{wf} értékpár.

— *(ii)* Minden értékpárnál a *2. a)* — *(i)* szerint számítsuk ki azt a h csőhosszat, amelynél az áramlás egyfázisú.

— *(iii)* Minden (L_w-h) csőhosszra a *2. a)* — *(ii)* szerint a szállítógörbés eljárással kiszámítandó a q_{ln} levegőáram-szükséglet, illetőleg az $R=q_n/q_v$ fajlagos levegőigény.

— *(iv)* A vízhozam függvényében ábrázoljuk az L termelőcsőhosszat, a q_{ln} levegőigényt és az R fajlagos levegőszükségletet.

— *(v)* Az előzők alapján a *8. ábrához* hasonló diagramot kapunk. Ebből leolvasható, hogy a $q_{ln\,min}$ minimális fajlagos levegőfelhasználással mekkora vízhozamot termelhetünk (A pontnak megfelelő $q_{v\,opt}$). Leolvasható, hogy a rendelkezésre álló q_{ln} levegőárammal mekkora az elérhető legnagyobb B pontnak megfelelő $q_{v\,max\,1}$ vízhozam.

Az ábrából az is látható, hogy A pont után a vízhozam növekedésével R és q_{ln} jelentősen nő. Lesz egy olyan elvi maximális $q_{v\,max\,2}$ végérték, amelynél R és q_{ln} végtelen nagy.

Ha ezt a feladatot több számításba jöhető d_T termelőcső-átmérőnél és p_k kompresszornyomásnál elvégezzük, akkor a különböző termelőcső-átmérőkhöz mint paraméterhez tartozó

$$q_{ln}=q_{ln}(p_k,q_v)_{d_T}$$

$$L_T=L_T(p_k,q_v)_{d_T}$$

$$R=R(p_k,q_v)_{d_T}$$

felületseregeket kapunk. Ezekből meghatározható R_{min}, a legkisebb fajlagos levegőfogyasztású $q_{v\,opt}$ vízáram, illetőleg az az összetartozó $p_k d_T$ értékpár, amelyek mellett egy előírt q_v vízáram a legkisebb fajlagos levegőárammal termelhető.

c) Előírt q_v vízhozam termeléséhez szükséges q_{ln} levegőáram és L_T termelőcsőhossz meghatározása, ha d_T és p_k adott és a kút saját gázt is termel.

— *(i)* Kiszámítjuk azt a kúttalptól kiinduló h magasságot, aminél d belső átmérőjű csőben az egyfázisú áramlás nyomásvesztesége $(p_{wf}-p_b)$-vel egyenlő. Ebben a magasságban, ahol a kútáram nyomása a buborékpont nyomását éri el, a kútfejtől számított mélység L_b.

— *(ii)* Kiszámítjuk azt az (L_b-L_T) hosszat, amelyen a béléscsőben való áramlás közben a kútáram nyomása a p_b buborékpontnyomásról a p_k kompresszornyomásra csökken ([1] *9. ábra*).

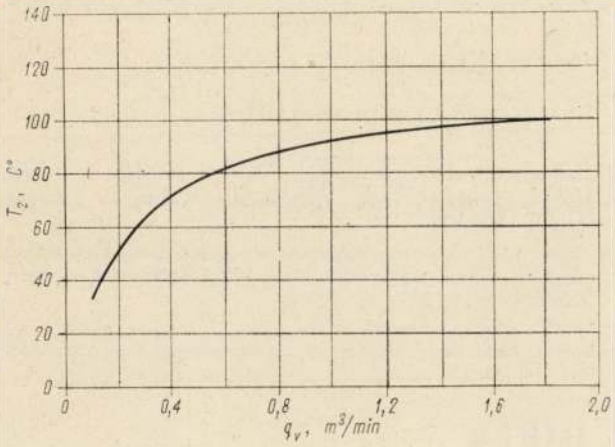
— *(iii)* Kiszámítjuk azt a q_{gn} gázáramot, amellyel a választott d_T belső átmérőjű és L_T hosszúságú termelőcső $(p_k - p_0)$ nyomáskülönbség hatására az előírt q_v vízáramot szállítja. A segédlevegő-szükséglet a q_{gn} gázáram és a q_{gsn} saját gáztermelés különbsége.

A *2.* fejezetben elmondottakhoz hasonlóan meghatározható a legkisebb fajlagos levegőfogyasztással termelhető optimális és a rendelkezésre álló levegőárammal termelhető maximális vízhozam.

Példa

Tervezzük meg a *2. b)* eljárással adott kút segédlevegős termelését. Határozzuk meg a legkisebb fajlagos levegőfelhasználással termelhető vízhozamot; a rendelkezésre álló kompresszorral termelhető legnagyobb vízhozamot; becsüljük az adott sűrített levegőnyomással kitermelhető legnagyobb vízhozamot. Határozzuk meg az egyes munkapontokban a termelőcső hosszát.

Adottak: a kút mélysége, $L_w = 2110$ m; a termelési béléscsőoszlop névleges átmérője, $6^5/_8''$, belső átmérője, $d_B = 0{,}1504$ m; a termelőcső belső átmérője, $d_T = 0{,}090$ m. A víztelepből a kútba gáztalan víz áramlik. A beáramlásra jellemző termelékenységi egyenlet $q_v = 10^{-7}(2 \cdot 10^7 - p_{wf})$. A víz kiáramlási hőmérsékletének a hozammal való változását a *6. ábra* mutatja (a változás a példa didaktikus célja érdekében túlhangsúlyozott). Beáramlási hőmérséklet a kúttalpon 110 C°. A víz fajlagos sótartalma 3 kg/m³. A termelőcsőfej nyomása a termelés alatt 1,5 bar.



6. ábra

A számítás eredményét az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Az 1. sor a kútból termelhető és a feltételezett hozamtartományba eső felvett hozamsort mutatja. A 2. sorban az egyes hozamokhoz tartozó termelési talpnyomásokat találjuk, amiket a megadott termelékenységi összefüggésből számítottunk. A 3. sor az egyes hozamoknál várható és a *6. ábrából* leolvasott kútfej-hőmérsékletekhez tartozó átlaghőmérsékleteket tartalmazza. A kút alsó szakaszán fellépő egyfázisú áramlási tartomány számítása a 4. sorral kezdődik. Ebben a sorban az átlagos kúthőmérsékletnek és -nyomásnak megfelelő vízsűrűségértékeket láthatjuk, amiket az [1] (2) egyenlettel számítottunk. Az egyfázisú áramlási tartomány átlagos súrlódási gradiensének értékeit az [1] 3. ábrából határoztuk meg (5. sor). Feltételeztük, hogy a sűrített levegő nyomása az injekciós mélységben mindig 8 bar. A 6. sor az egyfázisú áramlási szakaszban fellépő nyomásesést tartalmazza. A 7. sorban ezen kútszakasz hosszát adtuk meg a

$$h = \frac{p_{wf} - p_k}{\bar{\varrho}_o g + \left(\frac{dp}{dh}\right)_s} \tag{4}$$

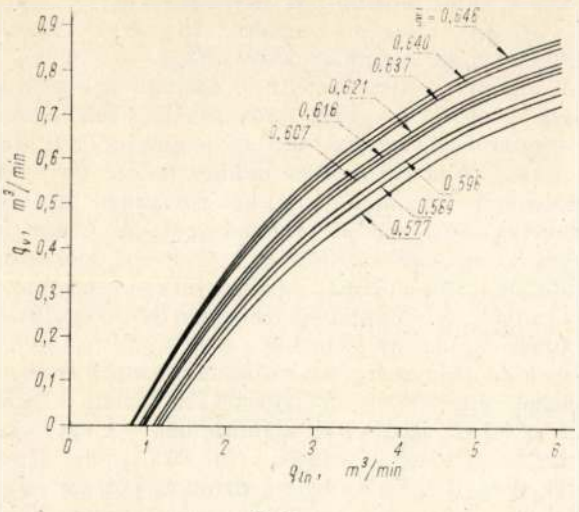
összefüggés alapján. A kétfázisú áramlási szakasz hossza, azaz az L_T termelőcső beépítési mélysége $(L_w - h)$-val egyenlő. A kétfázisú áramlási szakasz nyomásesése minden hozamnál $p_k - p_0 = 6{,}5$ bar. A 9. sorban az áramlási gradienst a

$$\bar{\xi} = \frac{p_k - p_0}{L \varrho_{vn} g} \tag{5}$$

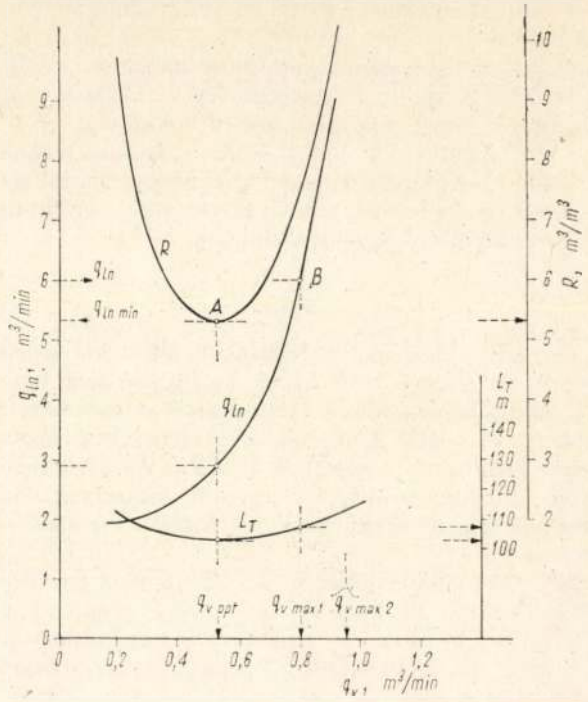
összefüggésből számítottuk. Ennek megfelelően az [1] (2) összefüggés alapján számított szállítógörbéket a *7. ábrán* közöltük. Itt leolvasható a felvett vízhozamok termeléséhez szükséges levegőáram. Ezeket az értékeket tartalmazza a táblázat 10. sora. A 10. és 1. sorok megfelelő értékeinek aránya adja a 11. sorban a víztermelés fajlagos levegőszükségletét. A számítás eredményeit a *8. ábrán* grafikusan is ábrázoltuk. Ebből leolvasható, hogy a minimális fajlagos gázigény $R = 5{,}32$ m³/m³. Ennél a kút víztermelése $q_{v\,opt} =$

1. táblázat

Sorszám	Jel	Mértékegység									
1	q_v	m³/min	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,85	0,90	1,00
2	p_{wf}	10^5 Pa	199,67	199,50	199,33	199,17	199,00	198,67	198,58	198,50	198,33
3	$\bar{T}$	C°	81	87	91	94	96	99	99,5	100	101
4	$\bar{\varrho}_v$	kg/m³	977,7	973,6	970,7	968,4	966,9	964,5	964,1	963,7	962,9
5	$\left[\frac{dp}{dh}\right]_s$	10^2 Pa/m	0,038	0,085	0,151	0,235	0,338	0,599	0,670	0,763	0,935
6	$p_{wf} - p_k$	10^5 Pa	191,67	191,50	191,33	191,17	191,00	190,67	190,58	190,50	190,33
7	h	m	1997,5	2003,3	2006,0	2007,3	2006,5	2002,4	2000,8	1998,9	1995,2
8	L_T	m	112,5	106,7	104,0	102,7	103,5	107,6	109,2	111,1	114,8
9	$\bar{\xi}$	—	0,589	0,621	0,637	0,646	0,640	0,616	0,607	0,596	0,577
10	q_{gn}	m³/min	1,91	2,04	2,33	2,67	3,27	5,97	7,20	8,40	—
11	R	m³/m³	9,55	6,80	5,83	5,34	5,45	7,46	8,45	9,35	—



7. ábra



8. ábra

$=0{,}53$ m³/min, a levegőszükséglet $q_{g\,opt}=2{,}9$ m³/min, a termelőcső szükséges hossza $L=103$ m, a meglevő kompresszorok $q_n=6$ m³/min levegőszállításával 0,80 m³/min víz termelhető $L=108$ m termelőcső-hossznál. Az elvileg termelhető maximális vízhozam 0,95—1,00 m³/min.

Megjegyezzük, hogy a számítás pontossága növelhető, ha

a) az egyfázisú szakasz átlaghőmérsékletét és átlagnyomását s ennek alapján a h, illetőleg az L_T értékét iterálással határozzuk meg;

b) a kétfázisú szakasz levegőáram-igényénél az ott uralkodó hőmérséklet figyelembevételével számítjuk ki a q_g levegőáramot. Jelen példánkban ettől, főként a jobb áttekinthetőség érdekében eltekintettünk.

IRODALOM

[1] *Szilas A. P.*—*Patsch F., ifj.*: Áramlás felszálló és segédlevegős termelésű mély vízkutakban. Kőolaj és Földgáz. *11* 321—8 (1975).

[2] *Szilas A. P.*: Gáztalan olajat termelő kutak üzemjellemzőinek meghatározása felszíni adatokból. MTA Műszaki Tud. Oszt. Közl. XXIV. k. 227—51 (1959).

EGYETEMI HÍREK

10 éve végzett bányamérnökök konferenciája

Miskolc—Egyetemváros, 1975. november 6.

Az OMBKE Egyetemi Osztályának fenti címmel rendezett szakmai konferenciáját dr. *Somosvári Zsolt*, az OMBKE Egyetemi Osztályának titkára nyitotta meg. Az üdvözlések után ismertette az Egyetemi Osztály történetét, munkáját, kapcsolatait. A megnyitót a következő előadások követték.

Dr. *Kovács Ferenc* egyetemi docens, a Bányamérnöki Kar dékánhelyettese **A bányamérnökképzés helyzete és várható alakulása a Nehézipari Műszaki Egyetemen** címen részletes tájékoztatót adott az elmúlt 10 év, a jelen és a közeljövő szervezeti és oktatási változásairól, terveiről, valamint az Egyetem tudományos munkájáról. A régi kollégistákat az új kollégium kényelmeivel is megismertette. A jelenlevők nagy érdeklődéssel figyelték a volt nevelő-barát sok újat mondó beszámolóját.

Dr. *Jánositz János* **Optimális összegyűjtés kötött úthálózat esetén** című előadásában a címben meghatározott modellel ismertette meg hallgatóit lényegre törő, az idővel való gazdálkodásra való tömörséggel.

Dr. *Somosvári Zsolt* **Bányaműszaki kőzetmozgások és környezetvédelem** című történeti visszatekintésében felemlítette, hogy a bányászat volt az első iparág, amely törődött a környezetvédelemmel. Már az első bányatörvények is foglalkoztak ezzel a témakörrel. A szakmai kérdések közül érdemes kiemelni azt a megjegyzést, hogy a környezetvédelmet nemcsak gazdasági tényezőként kell figyelembe venni.

Dr. *Meggyes Tamás* **Angliai tapasztalatok a hidraulikus szállítások területén** című előadásában a hidraulikus szállítások kapcsán színes beszámolót adott London történelméről, építészetéről, lakóiról, oktatási intézményeiről is.

Kiss Lászlóné Bokor Judit **Számítógépi programok alkalmazása szénhidrogén-földtani feladatok megoldásánál** címmel az NKFÜ-nél kidolgozott, a legkorszerűbb módszereken alapuló, számítógéppel végzett készletszámítás elvével, matematikai alapjaival, a számítások gyakorlati kivitelezésével foglalkozott. Vázolta az alkalmazott programok kiterjesztésének lehetőségét más bányászati ágazatokra is.

Az előadások nagy érdeklődést váltottak ki. Dr. *Kovács Ferenc* kivételével minden előadó 10 éve végzett bányamérnök volt. Előadásaik egyértelműen azt tükrözték, hogy az elmúlt 10 évben ez a bányamérnök-korosztály sokat tett a bányászatért.

A nap programjába tartozott a közös ebéd az egyetemi menzán és a családtagokkal kibővített bankett — amely a hagyományos nótázást is jelentette — a tapolcai Juno-szállóban.

A konferencián az OMBKE szolnoki csoportjainak 10 éve végzett bányamérnökei is részt vettek.

Kiss László
okl. olajmérnök
(NKFÜ, Szolnok)

A kardoskúti Thomassen TEC—15 kompresszor dinamikai és kenéstechnikai felülvizsgálata

RICZÁN ISTVÁN

A dugattyús kompresszorok névleges üzeminyomás-paramétereit üzemeltetői szempontból szigorúan kell kezelni. Ezen adatoktól való eltérést csak rendkívül precíz, a kompresszor forgattyús mechanizmusának minden szerkezeti elemére kiterjedő, az új erőviszonyokra vonatkozó üzemtani ellenőrző számítás pozitív eredménye esetén szabad engedélyezni.

A cikk egy gyakorlati példát mutat be a fentiek bizonyítására. Közli a jelentkező speciális probléma kivizsgálásának módszertani mozzanatait és a vizsgálódás eredményét.

A szerző végül az életképes megoldások közül kiválasztja a megfelelő beavatkozást, mellyel a műszaki problémát meg lehet oldani.

1. Előzmény

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Orosházi Üzemében egy különös műszaki probléma akadályozta szinte folyamatosan a Pusztaföldvár alsó szintbe 1972 nyarán elkezdett gázvisszasajtolást, ami a szénhidrogéntelep másodlagos leművelését célozta. A technológia a gázüzem nagynyomású szénsavas gázszárító egységének kb. 80 att-os előkészített gázára épült. Műveletileg a gázvisszasajtolást úgy tervezték, hogy három évig 1000 gnm³/h, majd négy évig 3300 gnm³/h CO_2-os gáz rétegbe való visszasajtolását kell megvalósítani.

A technológia olyan gépi berendezést követelt, mellyel 100—120 att nyomásigényt lehetett kielégíteni. A nyomásfokozás feladatát NKFV—OLAJTERV koncepció nyomán két Thomassen 2R4-TEC—15 típusú dugattyús, gázmotoros kompresszor látta el. Ezen gépi egység üzemi problémái bizonyos műszaki nehézséget okoztak.

A próbaüzem kezdeti szakaszában a kompresszor keresztfejvezetékénél és a keresztfejcsapszegnél rendellenes melegedés volt tapasztalható. A melegedést többszöri csapszeg- és perselycsere, illetve csapszeg- és keresztfejvezeték-illesztési kísérlet után sem sikerült csökkenteni, sőt egy alkalommal a felső keresztfejvezeték fölötti gépöntvényen haránt irányú repedés keletkezett, majd a csúszórész berágódott.

Az üzemzavart kivizsgálás követte, hiszen veszélybe került a gázvisszasajtolás gyakorlati megvalósításának koncepciója. Különböző elvi-elméleti megfontolások után rendellenes melegedésre a túlterhelés és a kenési elégtelenség mutatkozott a legkézenfekvőbb magyarázatnak. Ennek megfelelően a kivizsgálást terhelési és kenési vonatkozásban kellett lefolytatni.

2. A dugattyús kompresszor dinamikai vizsgálata

A tanulmányozás során a TEC—15 kompresszor hiteles kiindulásiadat-dokumentumaként a kompresszor gépkönyvét fogadtuk el. Eszerint a gép névleges szívónyomása 22,1 ata, a névleges kompresszorvégnyomás pedig 142 ata 110 mm hengerátmérő mellett. A kardoskúti gép változatlan geometriai méretekkel 80 ata szívó- és 100—120 ata nyomóoldali paraméterrel üzemelt.

Az ellenőrzés legegyszerűbb módszerének a két adatsorral determinált üzemállapot összehasonlítása kínálkozott. A megoldásban külön-külön kellett tisztázni egy keresztfejes forgattyús mechanizmus erőjátékát. Alapvető kiindulási jellemző a kompresszor dugattyújára ható nyomás, illetve a nyomásból számítható erő, amit a forgattyús mechanizmus minden elemére vektoriálisan át kellett vinni. Ha ismert az indikátordiagram — azaz a nyomás-löket, illetve nyomás-gáztérfogat összefüggése —, az erőviszonyok a löket mentén pontonként tisztázhatók.

Mivel a kompresszor indikálásának objektív akadályai jelentkeztek, az indikátordiagramot más módszerrel kellett felvenni. A diagram jellemző pontjainak és a görbék jellegének meghatározására lehetőségként a termodinamikai számítás is kínálkozott, azonban több bonyodalmat ígért, elsősorban a magas CO_2-tartalmú gáz ideálistól jelentősen eltérő viselkedése miatt. (Az eltérési tényező a vizsgált nyomástartományban a nyomás függvényében jelentős ingadozást mutat.) Ezért a megoldásnál a torlóperemes mennyiségmérést részesítettük előnyben. A kompresszor szívó- és nyomóoldalába beépített mérőműszer regisztrátumaiból — tehát ellenőrzési lehetőséggel —, illetve a gép geometriai és technológiai adataiból (fordulatszám, nyomás, hőmérséklet) így az alábbi sorrendben vált lehetővé az expanzió- és kompresszióvégi lökethelyzetek meghatározása.

Először tisztázni kellett a komprimálandó földgáz pszeudokritikus és redukált állapotjelzőit (p_{pk}, T_{pk}, p_{red}, T_{red}) a szívás és szállítás nyomás- és hőfokviszonyain.

A p_{red} és T_{red} birtokában a Z eltérési tényező meghatározható:

$$Z = Z(p_{red}, T_{red}). \tag{1}$$

Mérhető továbbá a kompresszor szállítókapacitása torlóperemes mennyiségméréssel (természetesen szívó- és nyomóoldalon csaknem azonos érték):

$$V_0 = C\sqrt{\frac{p}{ZT}}L, \tag{2}$$

ahol C a mérőperem geometriai méreteitől függő konstans, amely a gáztechnikai normálállapot-jelzőket is tartalmazza;
L a műszerkitérés.

A V_0 térfogatnyi normállapotú gázmennyiséget át-

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya által 1974-ben kiírt pályázaton *1. díjat* nyert pályamű. *(A szerkesztő.)*

számíthatjuk egyrészt a szívóoldali körülmények meghatározta térfogatra:

$$V_1 = V_0 \frac{p_0}{p_1} \frac{Z_1}{Z_0} \frac{T_1}{T_0}, \qquad (3)$$

másrészt a nyomóoldali viszonyokra:

$$V_2 = V_0 \frac{p_0}{p_2} \frac{Z_2}{Z_0} \frac{T_2}{T_0}. \qquad (4)$$

A V_1, V_2 térfogat viszont a kompresszor geometriai adataiból és a fordulatszámból is számítható:

$$V_1 = V_l n 60 \lambda_1, \qquad (5)$$

$$V_2 = V_l n 60 \lambda_2. \qquad (6)$$

A λ_1, λ_2 fizikai mennyiségek értelmét az *1. ábra* magyarázza.

A λ_1 és λ_2 az (5) és (6) egyenletből meghatározható:

$$\lambda_1 = \frac{V_1}{V_l n 60}, \qquad (7)$$

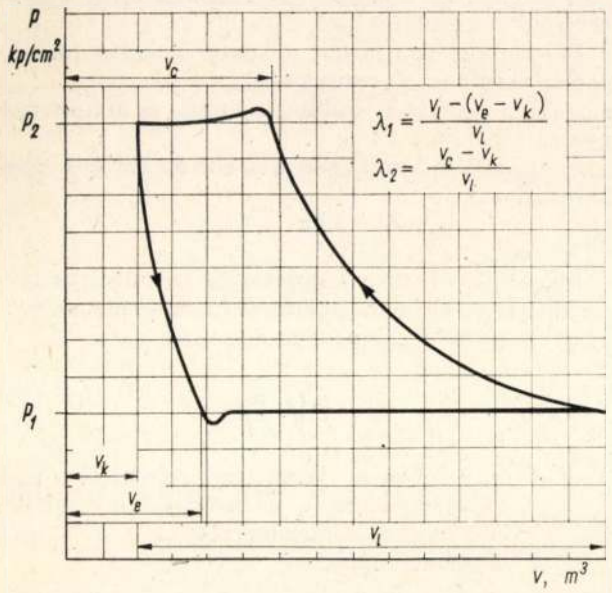
$$\lambda_2 = \frac{V_2}{V_l n 60}. \qquad (8)$$

Az *1. ábrából* értelmezés alapján számíthatók az expanzióvégi és kompresszióvégi térfogatok, az indikátordiagram jellemző pontjai:

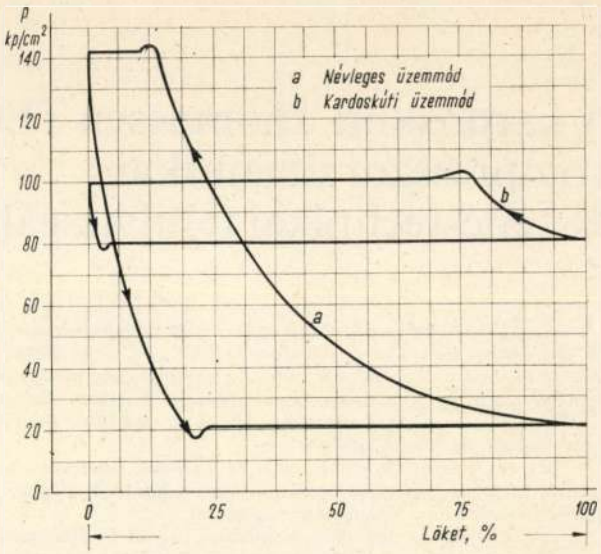
$$V_e = V_k + V_l(1 - \lambda_1), \qquad (9)$$

$$V_c = V_k + V_l \lambda_2. \qquad (10)$$

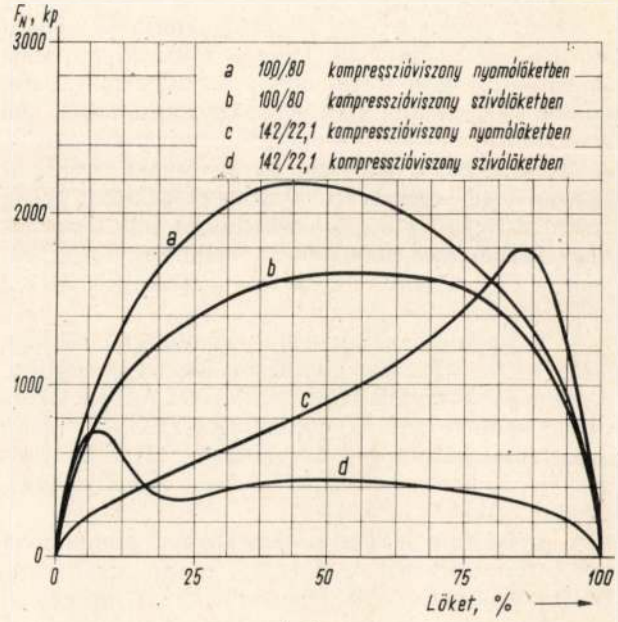
A V_e és V_c adatok meghatározásával lehetőség nyílik a kompressziós és expanziós állapotváltozást leíró görbék közelítő megrajzolására. Természetesen a közelítés már csak a görbe ívjellegére redukálódik, hiszen a görbeszakasz két végpontja számított koordináta. A görbék végül is úgy pontosíthatók viszonylag szabatosan, hogy olyan állapotváltozásokat feltételezünk, melyeket hatványfüggvény ír le. Mivel a hatványfüggvény kitevője meghatározható az expanzió



1. ábra



2. ábra



3. ábra

és kompresszió kezdő- és végpontjainak termodinamikai jellemzőiből (p, T), a görbe koordinátái folyamatosan pontosíthatók. Az indikátordiagramokat 142/22,1 és 100/80 kompresszióviszonyra a *2. ábra* tünteti fel.

Az indikátordiagramok alapján az erőjáték tisztázása és konkrétan a keresztfejcsapot és keresztfejsarut terhelő erő számítása könnyen elvégezhető. A dugattyúra ható erő (F_d) az indikátordiagramból vett nyomás és a dugattyúfelület szorzataként áll elő, a keresztfej terhelése (F_N) pedig az erők ismételt felbontásával vagy számítással határozható meg.

Az eredményeket a *3. ábrán* bemutatott diagramba foglalva és azt elemezve máris lényeges különbség állapítható meg a keresztfejterhelésre vonatkozólag a kompresszor névleges és aktuális üzemi viszonyai tekintetében. A szívóloket mentén hozzávetőlegesen há-

romszoros, a nyomólöket alatt pedig kb. kétszeres átlagos terheléstöbblet mutatkozik a névlegestől eltérő üzem esetén.

Nyilvánvaló, hogy a terhelésbeli különbség még nem jelent teljes biztosítékot a túlterhelést illetően, bár a fenti összehasonlítás alapján ennek veszélye is fennáll. A túlterhelés megállapítására a megengedett szilárdságtani és hőtani jellemzőkkel történő összehasonlítás nyújt biztos információt.

Irodalmi adatok szerint kiderült, hogy a keresztfejcsapszegre a megengedett felületi nyomás:

$$\bar{p}_{meg} = 50\text{—}100 \text{ kp/cm}^2,$$

míg a keresztfejsarura ugyanez a jellemző:

$$\bar{p}_{meg} = 2 \sim 3 \text{ kp/cm}^2$$

(öntöttvas pálya és acélsaru esetén mint a vizsgált kompresszornál).

A szilárdsági ellenőrzésre a

$$\bar{p} = \frac{F_N}{A_{kf}} \leqq \bar{p}_{meg} \tag{11}$$

kritériális összefüggés, míg a melegedési kontrollra a

$$\bar{p}v \leqq (\bar{p}v)_{meg} \tag{12}$$

feltétel a domináns. A $\bar{p}$ és v értékek természetesen fázisban vannak.

A dugattyú, illetve keresztfej löket mentén változó alternáló sebességértékeit a műszaki irodalomból jól ismert, a forgattyús mechanizmusra vonatkozó kinematikai összefüggésből határozhatjuk meg:

$$v = \frac{dx}{dt} = r\omega\left(\sin\varphi + \frac{1}{2}\,\nu \sin 2\varphi\right). \tag{13}$$

A fenti ellenőrzést végrehajtva kiderült, hogy a *keresztfejsaru, illetve a keresztfejvezeték a kardoskúti gáztechnológiai viszonyok között 25—30%-kal nagyobb igénybevételnek van kitéve, mint az megengedett, továbbá a melegedés csaknem 300%-os (!!) a névleges adatoknál regisztráltakhoz képest.*

Ezután nyilván az sem okozott különösebb meglepetést, hogy a *keresztfejcsapszeg felületi terhelése is túllépte a megengedett értéket, számszerűen kb. 20%-kal.*

3. A kompresszor kenéstani vizsgálata

A dinamikai vizsgálat alkalmával fény derült az alapvető üzemi visszásságokra, mégis érdemes a kenést is megvizsgálni, egyrészt a vizsgálat teljessége miatt, másrészt mivel ezen a területen több kompenzációs lehetőség is rejtőzik.

A *Thomassen* TEC—15 kompresszor kenési rendszere — a dugattyú és szívószelep olajozását kivéve — jellegzetesen cirkulációs, amit egy a főtengelyről hajtott fogaskerék-szivattyú valósít meg. Így biztosítható a főtengely, a forgattyúcsapágyak és a keresztfej kenése.

A vizsgálat egyik kiemelt szempontja a kenési helyek olajcirkulációjának, jelesen a súrlódó felületeken átáramlott kenőolaj-mennyiségnek, illetve a szóba jövő üzemi csapágy-hőmérsékletnek az ellenőrzése volt. A hidrodinamikus kenésű siklócsapágyakra ez a kontroll pozitív eredményt mutatott.

Sommerfeld, *Kodnir* és *Schiebel* ide vonatkozó kenéselméleti összefüggéseit felhasználva a

$$\vartheta_{meg} = 80\ \text{C}^\circ > \vartheta \tag{14}$$

összefüggés nagy biztonsággal kielégült.

A keresztfejcsapszegnél a sajátos kinematikai viszonyok mellett (relatív forgó- és lengőmozgás) a csapágyazásnál nem alakul ki hidrodinamikus kenési állapot. A lejátszódó súrlódási viszonyok között különösen itt van jelentősége a megfelelően nagy olajcirkulációnak, hiszen a keletkezett melegmennyiség elvezetésére ez az elsőrendű biztosíték. Ezen elvet egyébként a kezdeti kísérleteinkhez gyakorlatilag alkalmaztuk is. Miután a keresztfejcsapszeg csapágyazását tűgörgősre alakítottuk, a csapszeg és a tűgörgőcsésze között nagyobb szerelési-illesztési rés keletkezett, és az olajcirkulációt kb. egy nagyságrenddel sikerült fokozni. A beavatkozás nyomán a csapszegmelegedés jellemzői ugrásszerűen javultak, a csúszósarunál viszont továbbra is kritikus állapotok uralkodtak.

Sajnos tényként kellett azt is megállapítani, hogy a saru és a pálya között nem alakul ki jelentős terhelés felvételére alkalmas kenőfilm, ugyanis hidrosztatikus nyomás csak a kenőolaj beömlési helye és az első olajozóhorony között jött létre. Sőt, ha tovább megyünk, akkor leszögezhetjük, hogy ez a hidrosztatikus nyomásfüggés mind az alsó, mind a felső keresztfejvezetéknél egyformán kialakul, és olyan sajátos egyensúlyi állapot következik be, amelyet az olajnyomás növelésével sem lehet megbontani. Így viszont nem nyílik alkalom a terhelés kompenzálására, hiszen annak éppen az lenne a feltétele, hogy a keresztfej felső pályájánál — tehát a terhelt félen — nagyobb hidrosztatikus nyomás keletkezzen.

A kenésvizsgálat kiterjedt az olajozórendszer optimális kenőolajnyomásának vizsgálatára is. Itt tisztázódott, hogy a rendszerben 1,0—1,5 att nyomás biztonságosan győzi le a súrlódási ellenállásokat, ami egyben a névleges kenési feladat teljesíthetőségét is jelenti. Bebizonyosodott továbbá az, hogy a kenőolajnyomás növelésével nem érhető el számottevő cirkulációjavulás.

4. Az üzemjavítás lehetőségei

Nyilvánvaló, hogy a probléma legkézenfekvőbb megoldását a terhelés csökkentése eredményezi. A lehetőségek között kutatva, reálisan a következő beavatkozások jöttek szóba:

— a szívónyomás csökkentése,
— a dugattyú átmérőjének csökkentése,
— a károstér növelése.

A számítások alkalmával kiderült, hogy a legoptimálisabb megoldást a dugattyú átmérőjének csökkentése adja, amivel az igénybevétel — a helyi gáztechnológiai viszonyok mellett is — a névleges terhelésre redukálható. Természetesen az átmérőcsökkentésnek korlátot szab a szóba jövő max. kapacitásigény. A szívónyomás csökkentésével is elérhető ugyanez az eredmény a terheléscsökkentésre, de ez esetben a komprimálás fajlagos energiaszükséglete kedvezőtlenebbül alakul.

Érdekes felfedezést eredményezett a károstér-növeléssel kapcsolatos vizsgálódás. A terheléscsökkenés a 100/80 kompresszióviszony mellett igen minimálisnak

adódott, és messze elmaradt a kívánalmaktól. Az a következtetés viszont leszűrhető, hogy ezen beavatkozással csak nagyobb kompresszióviszony esetén lehet eredményesen próbálkozni.

Másodlagosan szóba jött a kenésállapot-javítás is mint üzemjavítási szempont. A kenéstani vizsgálat folyamán bebizonyosodott, hogy az olajozórendszer a névleges terhelésnek megfelelően van kialakítva, a túlterhelt üzemállapottal szemben viszont csaknem elégtelen. Tény azonban az, hogy ezen a területen is vannak beavatkozási tartalékok, amelyeket érdemes megvizsgálni. Ezek:

— az olajcirkuláció növelése, optimális kenőolaj-gazdálkodás biztosítása,
— a kenőolaj hűtése,
— hidrosztatikus kenésállapot kialakítása a keresztfejsaru és -pálya között.

A keresztfejsaru és keresztfejvezeték között kialakuló kenésállapot javítására az olajcirkuláció növelése nemigen jöhetett szóba, ugyanis a fogaskerék-szivattyú kapacitásbővítése bonyolult feladat tárgyát képezte volna. A meglevő kapacitást viszont a keresztfejre koncentráltan célszerűnek látszott jól kihasználni. Az üzemi kísérletek során a csapszeg-csapágyazás rekonstrukcióját és a felső keresztpálya pótolajozását ilyen megfontolások alapján kivitelezték és eredményesen kipróbáltuk. A pótolajozással a keresztfej lökete mentén változó terhelésnek megfelelő kenőolaj-eloszlást sikerült elérni.

A kenőolajhűtés megvalósítható lenne, és eredmény is kétségtelenül jelentkezne. Jelentőségét nem is szabad figyelmen kívül hagyni, de fontos leszögezni, hogy a melegedési problémákat a túlterhelés és nem a kenési elégtelenség okozza. A megoldáshoz tehát elsősorban a megengedett igénybevételi értékeken belüli üzemmenetet célszerű megvalósítani, és sorrendben csak azután emlegetni az olajhűtést mint üzemjavítási szempontot.

A hidrodinamikus kenésállapot kialakításának kérdését taglalva megállapítható, hogy itt a pótolajozásnak van kulcsfontosságú szerepe, hiszen ily módon biztosítható a keresztfej két oldalán létrejövő nyomásfüggvény aszimmetriája, tehát a kompenzációs lehetőség megteremtése. A keresztfejsaru és -vezeték között a kenőolajnyomás hatására kialakuló statikusnyomásfüggvény meghatározására a csapágykenés *Reynolds*-féle differenciálegyenletét kell megoldani, ami esetünkben egyszerűen elvégezhető. A kapott függvénnyel számszerűsítve a kenési viszonyokat olyan eredmények születtek, amelyek jó egyezőséggel illusztrálták azt a terheléskompenzációt, aminek mértékét mi a a keresztfej üzemi hőmérséklet-csökkenésében láttuk mutatkozni a pótolajozás bevezetése nyomán. Megjegyzendő azonban, hogy ezen módszerrel a szükséges terheléscsökkentésnek csak a töredékét lehet kiegyenlíteni.

5. Javaslatok a TEC—15 kompresszor üzemeltethetőségére

A 4. fejezetben tett megfontolások alapján *a kompresszor dugattyúátmérőjének csaknem 50%-os csökkentése mellett döntöttünk (∅ 85 mm)*. Számításaink alkalmával bebizonyosodott, hogy a változatlan technológiai paraméterek melletti, ilyen méretű dugattyúval működő üzem hozzávetőlegesen olyan keresztfejterhelést eredményez, mint a névleges paraméterek mellett. *A szívónyomás ez esetben maradna változatlan, tehát 80 ata.* A kompresszor ezen új dugattyúmérettel is ellátja a kapacitásigényeket.

Az utóbbi feltétel biztonságos teljesítése érdekében javasoltuk a régebben kapacitáscsökkentést célzó pótkarostér felszámolását is.

Akkor úgy terveztük, hogy ha a fenti terheléscsökkentő intézkedés a gyakorlatban nem hoz megfelelő eredményt, a kenőolaj hűtését mint üzemjavítási lehetőséget érdemi szempontként kezeljük.

*

Az NKFV Orosházi Üzemében 1974 nyarán a kenőolajhűtés kivételével megvalósultak a javaslatunkban foglalt rekonstrukciós munkálatok. Az átalakított kompresszor próbaüzeme különösebb probléma nélkül zajlott le. A vizsgálataink alkalmával felvázolt elképzeléseinket a gyakorlat jó közelítéssel igazolta.

JELÖLÉSEK

p	nyomás	kp/cm²
p_1	szívónyomás	kp/cm²
p_2	nyomóoldali nyomás	kp/cm²
p_{pk}	pszeudokritikus nyomás	kp/cm²
p_{red}	redukált nyomás	
$\bar{p}$	felületi nyomás	kp/cm²
$\bar{p}_{meg}$	megengedett felületi nyomás	kp/cm²
T	hőmérséklet	K
T_1	szívóoldali hőmérséklet	K
T_2	kompresszió-véghőmérséklet	K
T_{pk}	pszeudokritikus hőmérséklet	K
T_{red}	redukált hőmérséklet	
Z	eltérési tényező	
Z_1	eltérési tényező T_1, p_1 paraméterek mellett	
Z_2	eltérési tényező T_2, p_2 paraméterek mellett	
p_0, T_0, Z_0	gáztechnikai normálállapot-jelzők	
V_0	a kompresszor szállítóteljesítménye	gnm³/h
V_1	a szívott térfogatáram T_1, p_1 paraméterek mellett	m³/h
V_2	a szállított térfogatáram T_2, p_2 paraméterek mellett	m³/h
V	lökettérfogat	m³
V_k	káros tér	m³
V_c	kompressziós térfogat	m³
V_e	expanziós térfogat	m³
n	fordulatszám	ford./min
λ_1	szállítási fok	m³/m³
λ_2	kompressziós térfogathányad	m³/m³
x	löketkoordináta	m
t	idő	s
d	dugattyúátmérő	m
F_d	dugattyúterhelés	kp
F_N	keresztfejterhelés	kp
A_{kf}	a keresztfejsaru pályára merőleges vetületének területe	cm²
v	a keresztfej relatív sebessége	m/s
r	forgattyúsugár	m
ω	a forgattyú szögsebessége	1/s

$v = \frac{l}{r}$	a hajtórúd és a forgattyúsugár aránya	
l	a hajtórúd hossza	m
ϑ	csapágy-hőmérséklet	C°
ϑ_{meg}	megengedett csapágy-hőmérséklet	C°
φ	forgattyúszög	fok

IRODALOM

[1] *Bálint V.—Doleschall S.—Török J.:* A széndioxid alkalmazása a kőolaj- és földgázbányászatban. NIMDOK, 1969.
[2] *Szilas A. P.:* A földgáz termelése, előkészítése és szállítása. Műszaki Könyvkiadó, 1967.
[3] *Terplán Z.:* Gépelemek II/1. Tankönyvkiadó, 1969.
[4] *Terplán Z.:* Gépelemek III. Tankönyvkiadó, 1969.
[5] *Falk R.:* Olajbányászati gépek I. Tankönyvkiadó, 1962.

EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk elnökségének 1975. december 17-én az Anker közi központunkban tartott ülésén *Komjáthy László* alelnök elnökölt.

1. Az elnökség *Moharos Jenő* főtitkár előterjesztése alapján úgy döntött, hogy az **Egyesület legközelebbi, 64. Tisztújító Közgyűlését 1976. március 12-én a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében tartja.** A választásait már megtartott Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály kivételével a szakosztályvezetőségi választásokat március 11-én kell megtartani; a vidéki csoportok választását pedig 1976 január—február havában. A választásokra a küldötteket az új alapszabály szerint kell kijelölni.

2. Az **Ifjúsági Bizottság**nak *Podányi Tibor* által írásban összeállított 1975. évi **jelentését** az elnökség értékes, színvonalas anyagnak ítélte, amely helyesen tükrözi az Egyesület célkitűzéseit. Az elnökség elfogadta és határozatra emelte az Ifjúsági Bizottság javaslatait:

— A szakosztályok és helyi csoportok éves munkaterveiben az ifjúsági munkát megfelelő súllyal kell szerepeltetni.
— Az Egyetemi Osztály szervezzen rendszeresen a teljes tagságot érdeklő témákban (egyesületi élet, szaktörténet, szervezésvezetés, szakmai kapcsolatok stb.) kötetlen összejöveteleket, melyek előadásait a szakosztályvezetőségek vállalják.
— A helyi csoportok vizsgálják meg a KISZ Központi Bizottság 1974. december 16-i határozatának megvalósítását, mely szerint „az FMKT-k váljanak a csoportok ifjúsági tagozataivá" a mindenkori helyi adottságoknak megfelelően.

3. Az **Oktatási Bizottság** 1975. évi **jelentését** dr. *Szőke László* állította össze. Különösen kiemelte az Öntödei Szakosztály ilyen irányú — példamutató és több tanfolyam megszervezése révén igen hasznos — tevékenységét. Külön kihangsúlyozza a jelentés a fiatal mérnökök fogyatékos nyelvismerete megjavításának szükségességét, valamint az anyagmérnökképzés problémáinak — a Freibergben öt ország professzorainak részvételével megvitatott — megoldására irányuló törekvést.

Tekintettel arra, hogy mindkét jelentést — melyek mindegyike elismerően szólt a szakosztályunkban végzett ilyen irányú munkáról is —, szélesebb körben kellene ismertetni, valamint megállapításait, véleményeit és célkitűzéseit célszerű volna hasznosítani — különösen az egyetemi ifjúság körében —, az elnökség megbízta mindkét bizottság vezetőjét a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem rektora részére küldendő anyag elkészítésével, azzal, hogy a tervezetet a következő elnökségi ülésre nyújtsuk be.

Dr. *Sz. Gy.*

Szakosztály-vezetőségi ülés

Egyesületünk Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya vezetőségének 1975. december 12-én Egyesületünk helyiségében tartott vezetőségi ülésén — *Hangyál János* elnöklete mellett — jelen voltak: dr. *Alliquander Ödön* (egyesületi alelnök), *Antal Lajos, Cziczlavicz Lajos, Darás István, Faluvégi György, Hajdú Lajos,* dr. *Heinemann Zoltán,* dr. *Kókai János, Ősz Árpád, Schall István, Solti Károlyné,* dr. *Szabó György* (szakosztálytitkár), *Tihanyi Gábor* és *Tóth Ferenc.*

A szakosztály-vezetőség — a legutóbbi tisztújító szakosztálygyűlésen elhangzott indítványoknak megfelelően — javaslatot fogadott el egyesületi kitüntetésekre; határozatot hozott oktatási, továbbképzési kérdések elvi és megvalósítási vonatkozásában. Megvitatta az 1976. évre előterjesztett kiküldetési tervet; lerögzítette a külföldi rendezvények időpontjait és tematikáját; összehangolta a munkatervben szereplő rendezvények sorrendiségét.

A szakosztály-vezetőség kijelölte szakosztályunknak Egyesületünk különböző bizottságaiba delegált tagjait: a Számvizsgáló bizottság elnökéül *Bándi Józsefet;* az Érembizottságba *Binder Bélát;* a Fegyelmi bizottságba *Simon Norbertet.* Új egyesületi választmányi tagok lettek: *Hiesz Dénes, Placskó József* és *Pollok László.*

Végül állást foglalt tagfelvételi ügyekben és elrendelte a személyi állomány felülvizsgálatát.

Dr. *Sz. Gy.*

A mélyfúrás megoldásra váró feladatai c. ankét

Nagykanizsa, 1975. október 30—31.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Nagykanizsai Csoportja a Kanizsai Műszaki Napok keretében a címmel jelzett tárgyban ankétot rendezett, melynek programja a következő volt:

Megnyitót mondott: *Barabás László* (DKFÜ).

Előadások:

Barabás László és *Schall István* (DKFÜ): **Irányváltozásmentes fúrás**

Tóth Béla (előadó: *Szabó György* OKGT): **A dél-alföldi területen alkalmazott fúrási rezsim kritikai vizsgálata**

Gilicz Béla (DKFÜ): **A fúrási öblítőrendszer, ezen belül a gyűrűs tér viszkozitásviszonyainak vizsgálata**

Hozzászólások, vita: vitavezető dr. *Hingl József* (OKGT).

Párta László (OGIL): **Kis szilárdanyag-tartalmú iszapok**

Dr. *Dormán József* (OGIL)—*Szabó Mátyás* (NKFÜ): **Kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőiszapok alkalmazásának üzemi tapasztalatai**

Molnár Jenő (OGIL): **Az olajos közegű iszaptechnológiai kutatások eredményei**

Paulik Dezső (DKFÜ): **Mélyfúrási, geofizikai információk felhasználása műszaki problémák megoldására**

Hozzászólások, vita. Vitavezető: dr. *Alliquander Ödön* (NME).

Zárszót mondott *Varga József* (DKFÜ).

Az első napon elhangzott első két előadás konklúziója megegyezett: a fúrási folyamat aktív paramétereit úgy kell megválasztani, hogy a legkisebb költséggel mélyítsük a kutakat. A folyamat alaposabb megismeréséhez további adatokra, kísérletekre lesz szükség.

Gilicz Béla hidraulikával foglalkozó előadása egy hosszú elméleti kísérletsorozat eredményét foglalta össze, egyúttal meghatározta a további kutatás irányát.

A második napon *Párta László* előadásából a külföldi és hazai polimeriszapokkal ismerkedhetett meg a hallgatóság, ezt követte dr. *Dormán József* előadása az iszapok ipari használatának tapasztalatairól.

Molnár Jenő beszámolt a hazai anyagokból készült „fekete" és „fehér" fordított emulziós iszap előállításáról, a „fekete" iszap alkalmazásáról.

Érdekes összefüggésekről, eddig még ki nem használt lehetőségekről számolt be *Paulik Dezső.* Hangsúlyozta, hogy a tervezés során még inkább támaszkodni kell a geofizika által adott adatokra.

Az ankét jól sikerült, hasznosságát az dönti majd el, hogy az elhangzott javaslatok közül mennyit hasznosít a jövőben az olajipar.

Schall István
okl. olajmérnök
(DKFÜ, Nagykanizsa)

A korrózió ellenőrzése hidrogénező technológiák berendezéseiben

SZABÓ JÓZSEF

A Komáromi Kőolajipari Vállalat katalitikus benzinreformáló üzemében a reaktorblokk technológiai berendezései alacsony ötvözésű szerkezeti anyagokból épültek.

A mintegy 10 évig tartó folyamatos üzemeltetés során a 2,5% Cr- és 1,0% Mo-tartalmú acélok elvesztették szilárdságukat. A szakadás, illetve a megengedett maradó alakváltozás a szabványban előírtaknál nagyságrenddel rövidebb időn belül következett be, ezért az üzemet le kellett állítani.

A szerkezeti anyagok vizsgálati eredményeit — az eredeti acélok értékeivel összehasonlítva — mutatja be e tanulmány azzal a fontos megállapítással, hogy a veszélyes technológiával működő üzemek szerkezeti anyagainak állapotát rendszeresen ellenőrizni kell, és az ilyen berendezések termelésből való kivonását előre meg kell tervezni.

A kőolaj-feldolgozásban egyre nagyobb szerepet kapnak a hidrogénező technológiák: katalitikus reformálás, hidrogénező kéntelenítés, kenőolaj-hidrogénezés.

A korszerű technológiával működő üzemek tervezésekor, üzemeltetése során szükségszerűen felvetődött az építéshez felhasználható, illetve felhasznált szerkezeti anyagok hidorogénatmoszférában történő viselkedésének vizsgálata.

Vizsgálni kellett a hidrogéntámadás körülményeit, valamint azt, hogy az egyes paraméterek milyen hatással vannak a hidrogénbehatolás sebességére. Szakirodalmi adatok — kevés számmal — találhatók a hidrogénálló acélok gyártására vonatkozóan. Igen nehéz azonban üzemi tapasztalatokkal párosított kutatási eredményeket találni.

A szakirodalomban leírtak kétséget kizáróan meggyőzhetnek, hogy a hidrogénbehatolás igen összetett mechanizmusa nem ismerhető meg egyszerű mechanikai vizsgálatokkal. Nem vezet célra önmagában sem a mechanikai, sem a metallográfiai vizsgálat. Használható eredményt csak komplex vizsgálatokkal kaphatunk.

A kohászati technológiák kialakításához döntő befolyású volt az a felismerés, hogy az acélok hidrogénkorrózióval szembeni ellenállása nem csupán az acél hidrogénoldó képességétől függ, hanem attól is, hogy milyen mértékben sikerül a fémben stabil karbidokat létrehozni.

Ilyen stabil karbidképző a króm. A hidrogénbehatolás legszembetűnőbb eredménye az acélanyag szilárdságának változása (általában ridegedés).

A hidrogén különböző módon ridegítheti el a fémes szerkezetet. A hidrogéntámadás fő forrása az acélban diffundáló hidrogénmolekulának a fém-karbidokkal létrejövő reakciója nagy hőmérsékleten, melynek metánképződés az eredménye. Ez főleg szemcsehatárokon következik be. A szénnek nagy hőmérsékleten jelentkező diffúziós sebessége következtében a karbidszerkezet perlitté bomlik, majd elszenesedés következik. Irodalmi adatok szerint a nyomás növekedése növeli az acélban a hidrogéntámadás sebességét, de nem valószínű, hogy 150 C° alatt bármilyen nyomáson bekövetkezik [1, 2].

Ha egy üzemelő berendezés állapotáról kívánunk tájékozódni, és csak irodalmi adatok állnak rendelkezésre, célszerű szilárdsági és metallográfiai vizsgálatokkal próbálkozni.

E rövid tanulmányban egy meglevő benzinreformáló üzem szerkezeti anyagainak az üzemeltetés során bekövetkezett változásainak megismerése céljából végzett vizsgálatokat ismertetjük.

A vizsgált üzem a Komáromi Kőolajipari Vállalat szőnyi gyáregységében létesült. Jellegzetesen középnyomású üzem, a technológiai folyamat hidrogénatmoszférában megy végbe. (Építés ideje 1964.) A technológiai nyomás 40 att, a hidrogén parciális nyomása 28—30 att. A tervezéskor figyelembe vett max. hőmérséklet 510—550 C° között van.

Az építés időszakában Magyarországon még szokatlanul alacsony ötvözésűnek minősülő acélanyagokkal épült a berendezés. A műszaki biztonság megkívánta, hogy az egyes berendezések állapotáról idejében tájékozódjunk.

Az üzemeltetés során külső jel nem utalt arra, hogy meghibásodásra kell számítani (falvastagság-csökkenés, látható korrózió stb.). A próbaüzemeltetés során jelentkező intenzív reveképződés technológiai jellegű beavatkozással megszüntethető volt.

Első feltételezésünk szerint, az említett üzemeltetési körülmények között, a szerkezeti anyagok élettartamát az anyagokba bediffundáló hidrogén hatása, ill. ennek következtében beálló szilárdsági változások határozzák meg. Az első vizsgálatokat e hatás feltárására irányítottuk. Irodalmi adatok szerint 20 000 üzemóra után már lehet számítani a hidrogénbehatolás kedvezőtlen hatásaira [3].

Mivel a hidrogénbehatolás sebességét 150 C° fölött a hőmérséklet jelentősen befolyásolja, a megvizsgált anyagok hő- és hidrogén-igénybevétel szempontjából a legjobban terhelt készülékekből származtak. A vizsgálatokat többször megismételtük, az első vizsgálatra kb. 25 000 üzemóra után került sor.

A megvizsgált acélok szabványjelölése:

1% Cr, 0,5% Mo	DIN 17175 13 CrMo 4, 4 ASTM A 213—T—42
2,3—2,5% Cr, 1% Mo	DIN 17175 10 CrMo 9, 10 ASTM A 335—61 T

A benzinreformáló üzem reformáló körében gyakorlatilag molekuláris hidrogén hatásának kitett berendezések vannak. A 150 C°-nál nagyobb hőmérséklet

és a hidrogén említett parciális nyomása szükségessé tette a hidrogénálló acélok használatát.

Az ellenőrző vizsgálatok céljára a reformáló csőkemence és a reformáló előmelegítő csöveit választottuk ki.

A változások jó megfigyelése érdekében összehasonlítást végeztünk a beépített anyagokkal egyidőben gyártott, de felhasználásra nem került, maradék szerkezeti anyagokkal.

A CF 201 jelű betápláló kemencerész adatai

Tervezett hőmérséklet	538 C°
Tervezett nyomás	40 att
Üzemi hőmérséklet	505 C°
Üzemi nyomás	35,5 att
Próbanyomás	60 att
Megengedett max. falhőmérséklet	590 C° (acélanyagra)
A H_2 parciális nyomása	kb. 28—30 att.

A csövek 2,3—2,5% krómtartalmú, 1% molibdénnel ötvözött ferrites melegszilárd acélból készültek.

A CE 201 jelű reformáló hőcserélő

Köpeny	
Tervezett hőmérséklet	425 C°
Tervezett nyomás	41 att
Üzemi hőmérséklet kb.	363 C°
Próbanyomás	62,5 att
Csőfal	
Tervezett hőmérséklet	530 C°
Tervezett nyomás	39 att
Próbanyomás	104 att
Max. üzemi hőmérséklet	497 C°

A hőcserélőcsövek 1% Cr-tartalmú, 0,5% molibdénnel ötvözött melegszilárd acélból készültek. A vizsgálatok párhuzamosan készültek eredeti állapotú új és mintavételre kivett használt anyagokkal.

A kemencecsövek vizsgálati eredményei

(CF 201 jelű kemence, 2,5% Cr, 1% Mo)

Kémiai összetétel

	C	Si	Mn	Cr	Mo
Használt cső	0,11	0,30	0,50	2,28	1,07
Új cső	0,12	0,31	0,50	2,30	1,10

Mechanikai tulajdonságok

		σ_F	σ_B	δ_5	ütőmunka
Használt cső	20 C°	20,3	47,3	33,9	19,6
	500 C°	15,0	26,4	45,9	
	560 C°	13,0	25,0	48,0	
Új cső	20 C°	29,9	50,6	29,3	14,7
	500 C°	23,5	43,0	22,0	
	560 C°	21,0	38,0	31,0	

A reformáló rész előmelegítő-csöveinek vizsgálati eredményei

(CE 201 jelű előmelegítő, 1% Cr, 0,5% Mo)

Kémiai összetétel

	C	Si	Mn	Cr	Mo
Használt cső	0,12	0,22	0,53	0,92	0,43
Új cső	0,08	0,21	0,56	0,85	0,44

Mechanikai tulajdonságok

		σ_F	σ_B	δ_5	ütőmunka
Használt cső	20 C°	34,5	54,4	35,7	10,5
	500 C°	23,8	34,3	28,2	
	560 C°	20,0	25,5	38,0	
Új cső	20 C°	31,1	53,5	25,0	9,4
	500 C°	29,5	49,5	22,0	
	560 C°	24,0	34,2	31,0	

(A Csepel Vas- és Fémművek Minőség-ellenőrző és Anyagvizsgáló Intézete által végzett mérések eredményei.)

Az első vizsgálatok kiértékelése

A mechanikai vizsgálatok átlageredménye alapján megállapítható, hogy a *2,3% Cr és 1% Mo ötvözésű acél*, amely kemencecsőként 500 C° hőmérsékletnél jóval nagyobb, feltételezhetően esetenként 580 C° falhőmérséklettel is üzemelt, természetes öregedés jeleit mutatja. Az acél a 20 C° és ennél nagyobb hőmérsékleten előírt folyási határa — az új állapotához képest — kb. 30%-kal csökkent. Az ütőmunkaértékek a használt anyagoknál jobbak, mint a vizsgált új csöveknél. Ez a tény arra mutat, hogy az acél üzemi igénybevétel következtében nem ridegedett és szövetszerkezete alapján a további üzemeltetés folyamán ridegedés már nem várható.

Az 1% Cr- és 0,5% Mo-tartalmú acél — amelynek próbái a CE 201 jelű előmelegítőből származnak — az üzemi igénybevételből eredően nem sok változást mutat. A mechanikai tulajdonságok a használt csövekből vett próbáknál meghaladják a vonatkozó szabványok szerinti követelményeket. Az ütőmunkaérték itt is igen kedvező.

Meg kell jegyezni, hogy a használt és új — etalonként vett — csövek mechanikai értékeinek összehasonlítása tekintetében nem kedvező az a körülmény, hogy az új csövek C-tartalma a szabványos 0,10—0,18% alatt van. A vizsgálati eredmények kedvező volta azonban nem igényli az abszolút alap szerinti összehasonlítást.

Mikroszkópi vizsgálatok

Ezek célja az acélanyagok szövetszerkezetének, ebből hőkezelési állapotának, felületének, valamint a használt acélok eredetihez viszonyított szövetszerkezetbeli változásának megállapítása volt.

A tervezés szempontjából figyelemre méltó, hogy
- az új csövek felületén is tapasztalható egészen kis mértékű dekarbonizáció, de ez nem feltétlenül üzemeltetési következmény, hanem gyártási örökség;
- középnyomású hidrogénező üzemeknél 580 C° falhőmérsékletig 2,3—2,5% Cr-tartalmú acélok kemencecsőként számításba jöhetnek, és kb. 25 000 üzemóra után hidrogén által károsodást nem szenvednek. A tüzeléstechnikai körülményektől függően a keletkező revét, illetve falvastagság-csökkenést korróziós ráhagyásként figyelembe kell venni.

A végzett mechanikai és szövetszerkezeti vizsgálatok eredményének kiértékelése alapján megállapítható, hogy az alapanyagok megválasztása megfelelő volt. A viszonylag alacsony ötvözés ellenére az anya-

gok kielégítették a hidrogénállósággal szemben támasztott követelményeket.

Levonható az a következtetés is, hogy a felhasználás és méretezés tekintetében — különösen ami az élettartamot illeti — az alkalmazott acélok kúszási igénybevétele döntő lehet.

A második vizsgálati ciklus eredményei (kb. 60 000 üzemóra után) az első vizsgálat eredményeit lényegében alátámasztották az alábbi kiegészítésekkel.

Az említett hőmérsékleten elridegedési veszély nem áll fenn. Ezzel szemben megállapítható a használt anyagokon a szilárdsági értékek jelentős csökkenése, a nyúlás határozott növekedése. Az ötvözött acélcsövek élettartamát tehát a szilárdsági paraméterek folyamatos csökkenése korlátozza. Ennek magyarázata egy diffúziós jelenség, amelynek hatása — a hőmérséklettel összefüggésben — a kristályszerkezet megváltozását eredményezi.

Mikroszkópi felvételeken megfigyelhető szemcseméret-növekedésen kívül megváltozik a karbidok mérete és eloszlása is. A karbideloszlás és a karbidok méretének megváltozása nagy hőmérsékleten általában együtt jár a folyáshatár és a tartós folyási határ csökkenésével. A folyamat időben lejátszódó jelenség, és így több mintavétel után a várható élettartam jó közelítéssel meghatározható.

Érdekességképpen megemlítjük, hogy az eredeti állapotú csőkemencecső (ASTM A 335) hidrogéntartalma 4,5 ppm volt, a már üzemelt és kivágott anyag hidrogéntartalma pedig 1,9 ppm.

(A teljesség kedvéért megvizsgáltuk egy szénacél cső anyagának állapotát, és abból megállapítható volt, hogy míg az anyag használat előtti állapotában öregedésre nem hajlamos, az üzemi használat után már öregíthető. Ezt az üzemi hőmérsékleten mért fajlagos törési munkaértékek mutatják. Teljesen egyező eredményt adnak kvalitatíve az ütőmunkaértékek is, és így valamennyi kísérleti adat bizonyítja, hogy az üzemi használat során az eredetileg öregedésre nem hajlamos anyag öregedésre hajlamossá vált. A szénacélok 120 C° alatti hőmérsékleten üzemelő csőszakaszok szerkezeti anyagai.)

A szilárdsági értékek romlása indokolttá tette az anyagok állapotának folyamatos ellenőrzését, melynek során az időleges szilárdság változására kellett koncentrálni.

A csaknem 100 000 órát üzemelt 2,5% Cr- és 1% Mo-tartalmú anyag vizsgálata során készített, rövidített tartós szilárdsági mérések olyan mértékű romlást mutattak, hogy az üzem leállítása szükségessé vált.

A tartós szilárdsági értékek az alábbiak szerint alakultak:

A csőanyag	A vizsgálat hőmérséklete C°	Terhelés kp/mm²	Idő, h		
			$\varepsilon=1\%$	$\varepsilon=10\%$	törésig
Eredeti áll.	570	4		1500	
9 évet üzemelt	570	4		100	
10 évet üzemelt	570	6,6	180—480	1000	
Eredeti áll.	550	8		280—380	
9 évet üzemelt	550	8		170—230	
10 évet üzemelt	550	11	20—28	200—310	568
10 évet üzemelt	550	16			12—20

A táblázatban közölt adatok összehasonlításából kiderül, hogy már az eredeti csőanyag kúszással szembeni ellenállása is kisebb volt, mint az MSZ 4747—63 szabványban levő, hasonló minőségű 2Cr 10Mo 45.47 anyag ellenállása.

570 C°-on 4 kp/mm² terheléssel 100 ezer óra után lehetne ennek az anyagnak $\varepsilon=1\%$-ot nyúlni, ehelyett már 1500 óra után $\varepsilon=10\%$ maradó alakváltozást szenvedett. 550 C°-on 8 kp/mm² terheléssel csak 10 ezer óra után ébredhetne $\varepsilon=1\%$ maradó alakváltozás, ehelyett már 280—380 óra múlva $\varepsilon=10\%$ nyúlás volt mérhető.

Az üzemeltetési idő hosszabbodásával a csőanyag tartós folyással szembeni ellenállása tovább romlott. A 10 évet üzemelt csőanyag 570 C°-on 6,6 kp/mm² terheléssel az $\varepsilon=1\%$ maradó alakváltozást 10 ezer óra helyett már 180—480 óra múlva elérte, 550 C°-on 11 kp/mm² terhelésnél 10 ezer óra helyett már 568 óra után elszakadt. 550 C°-on 16 kp/mm² terhelésnél a próbatestek rendkívül rövid idő: 12—20 óra után elszakadtak. A rövidített tartós szilárdsági mérések értékeléséhez használatos *Larsen—Miller*-féle összefüggést alkalmazva [4]:

$$T_1(c+\log t_1) = T_2(c+\log t_2) = p;$$

az $\varepsilon=1\%$ alakváltozás 400 óra, a szakadás kb. 1450 óra után következhetett volna be.

Az ellenőrzés során nyert adatok a tartós folyással szembeni ellenállást illetően rendkívül kimerült anyagra utalnak. A szakadás, illetve az előírt maradó alakváltozás az adott hőmérsékleten több mint egy nagyságrenddel rövidebb időn belül következett be.

A kémiai és szövetszerkezeti vizsgálatok bizonyították, hogy a hőállóságot és melegszilárdságot biztosító ötvözetekben a ferrit jelentősen elszegényedett, a karbidfázis ötvözőkben dúsult. A változást a következő táblázat szemlélteti:

A csőanyag állapota	Karbid formában lekötött	
	Cr, %	Mo, %
Eredeti	8,20	22,50
8 évet üzemelt	9,85	25,65
9 évet üzemelt	15,50	25,57
10 évet üzemelt	18,57	35,55

(Összefoglalásként a többi mérést az *1.—4. táblázat* tartalmazza.)

1. táblázat

Keménységeloszlás vizsgálata a csőanyagok keresztmetszetében

HV_{10} kp/mm²			
Eredeti állapotú	8 évet üzemelt	9 évet üzemelt	10 évet üzemelt
160	143,1	160	135,5
160	151,4	147,1	135,5
160	147,1	147,1	135,5
156	147,1	143,1	135,5
156	151,4	143,1	131,9
156	147,1	147,1	131,9
156	143,1	147,1	131,9
151,4	151,4	147,1	135,5
156	147,1	143,1	135,5
151,4	151,4	143,1	135,5

2. táblázat

Szilárdsági vizsgálatok

A csőanyag	σ_F kp/mm²	σ_B kp/mm²	λ_c	W_c mkp/cm²
Eredeti	29	51	1,28	108
8 év üzem után	24	48	1,61	135
9 év üzem után	21,4	46,4	1,62	136
10 év üzem után	21,1	45,7	1,44	115
Előírás	min. 27	45—60		

3. táblázat

Mechanikai tulajdonságok vizsgálata üzemi (550 C°) hőmérsékleten

A csőanyag	$\sigma_{0,2}$ kp/mm²	σ_B kp/mm²	W_c mkp/cm²	δ_5 %
Eredeti	23,1	42,5	89	16,2
8 év üzem után	19	26,6	103	—
9 év üzem után	17,2	25,9	96	—
10 év üzem után	15,8	25	83	31,2

4. táblázat

Bemetszési érzékenység vizsgálata

A csőanyag	W_c, mkp/cm²		
	$\alpha_k=1,0$	$\alpha_k=1,67$	$\alpha_k=4,3$
Eredeti	89	67	37
8 év üzem után	103	73	34
9 év üzem után	96	70	36
10 év üzem után	83	62	33

Összefoglalva megállapítható, hogy a középnyomáson és H_2-atmoszférában üzemelő berendezések biztonságos üzemvitelét már nem lehet csak hagyományos műszaki ellenőrző eljárásokkal megvalósítani (pl. ultrahangos falvastagságmérés stb.). Széles körben fel kell használni a tudományos kutatás eredményeit és a hozzáférhető üzemeltetési tapasztalatokat.

Középnyomású hidrogénező üzemek szerkezeti acéljaként az enyhén ötvözött ferrites acélok meghatározott ideig megfelelnek abban az esetben, ha kénhidrogén-korrózió nem lép fel számottevően, azaz a szénhidrogének mellett molekuláris hidrogén van csak jelen.

Az említett acélok alkalmazása közelítőleg 50%-os költségmegtakarítást jelent a hidrogénálló acélok vonatkozásában. Figyelemre méltó az a tény is, hogy 5—6% Cr-ot tartalmazó acélanyagokkal szemben jelentősen csökken a hegesztések gyártási ideje. Az előmelegítés, valamint a hegesztést követő hőkezelés ideje kb. 30—40%-kal csökkenthető.

A korszerű méretezési elvek lehetővé teszik a gazdaságos építést, olcsóbb anyagok felhasználását, de egyben magasabb szintű technológiai fegyelmet és az üzemeltetés során fejlett biztonságtechnikát követelnek. Nyilvánvaló követelmény az is, hogy az élettartamra méretezett, illetve törvényszerűen korlátozott élettartamú üzemek (veszélyes technológiák) termelésből való kivonását előre tervezni kell.

IRODALOM

[1] *Rogers, H. G.:* Materials Protection *4* 26—33 (1962).
[2] *Van Ness, H. G.:* Chemical Eng. Progress 266—71 (1955).
[3] *Szántay B.:* Vegyipari készülékek szerkesztése. Bp. Tankönyvk., 1966. p. 63—4.
[4] *Gillemot L.:* Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. Bp. Tankönyvk., 1967. p. 267—9.
[5] Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia és Anyagszerkezettani Intézet. KK 22(1971—11/KL); KK 289.522/72—8) KL; 289.567(72—19)KL; 289.531(74—12)AI szakvélemények.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Savas rétegkezelő folyadékok által okozott korrózió csökkentése inhibitorok alkalmazásával

Az olajipar termelésintenzifikálási eljárásai közül a rétegsavazás jelentősége tovább növekszik. A rétegsavazási technológiákat egyre mélyebb kutakra s ezzel összefüggésben egyre nagyobb réteghőmérsékletekre kell kidolgozni.

Az OGIL laboratóriuma széleskörűen vizsgálta az olajiparban alkalmazott rétegsavazási receptúrákat s a kereskedelmi úton beszerezhető inhibitorok korróziót csökkentő védőhatását. A vizsgálatok alapján az üzemi szakembereknek az alábbi tömörített és általánosított tapasztalatokat kívánjuk átadni. (Természetesen a téma iránt érdeklődő szakembereknek részletesebb, bővebb információval is szolgálunk.)

— *Ipari HCl-alapú savkeverékek* (amelyek csak 2—5%-nyi mennyiségben tartalmaznak ecetsavat, fluorsavat, felületaktív anyagot stb.) okozta korrózió csökkentésére *80 C° talphőmérsékletig 1 tf.% Armohib 28* (angol) *vagy Baroid COAT 272* (amerikai) *vagy Hoe E 1946* (nyugatnémet) *inhibitor* alkalmazását javasoljuk; ebben az esetben a korrózió-sebesség kisebb, mint 0,03 mm/nap. *120 C° talphőmérsékletig 2 tf.% Baroid COAT 272 vagy Hoe E 1946 inhibitor* alkalmazását ajánljuk; ebben az esetben a korrózió-sebesség kisebb, mint 0,1 mm/nap. Ennél *nagyobb (150—170 C°-os) talphőmérsékletek esetén* szükséges a kút talphőmérsékletének intenzív öblítéssel való lehűtése kb. 120 C°-ra. Általánosan elfogadható az, hogy a talphőmérséklet 10 C°-kal való emelkedése csaknem egy nagyságrenddel növeli meg a korrózió-sebességet.

— *Szerves savkeverékek* (ecetsav, hangyasav, amelyek csak felületaktív anyagot tartalmaznak) okozta korrózió csökkentésére *170 C° talphőmérsékletig 2 tf.% MSA-* (amerikai) inhibitor alkalmazását javasoljuk; ebben az esetben a korrózió-sebesség kisebb mint 0,1 mm/nap.

Fel kívánjuk hívni a szakemberek figyelmét, hogy az OGIL laboratóriuma olyan felkészültséggel rendelkezik, hogy 200 C°-on és 250 at nyomáson végzett savas rétegkezeléseknél is csökkenteni tudja a korrózió sebességét.

Hatala Sándor
okl. vegyészmérnök
(OGIL, Budapest)

*

Hazai gyártmányú siklócsapágyas fúrók

A Dunántúli Kőolajipari Gépgyár (DKG) a fúrók korszerűsítésére nagy erőfeszítéseket tesz. 1975-ben is több kísérleti fúrót adott át a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzemnek, amelyek közül a zárt kenőrendszerű siklócsapágyas fúró adta a legjobb eredményt.

Az *AO-10* jelzésű $8^1/_2$"-es fúrót a *Kiskunhalas ÉK-11.* sz. fúrásponton alkalmazták és 1267 m-től 299 m-t fúrtak vele 46 óra alatt. A 6,5 m/h mechanikai sebességet 14 Mp terheléssel, 45/min fordulattal és 24 l/s öblítési ütemmel érték el. A fúróba 3 db 11 mm-es fúvókát építettek be, a szivattyúnyomás 90 att volt. A lyukszakasz fúrása után kiépített fúró fogai 50%-ban, csapágyai 75%-ban koptak el.

A kedvező üzemi tapasztalat alapján a DKG folytatja az ilyen típusú fúrók gyártását.

Schall István
okl. olajmérnök
(DKFÜ, Nagykanizsa)

Ellenőrző mérések a katódosan védett szerkezeteken

WAGNERNÉ
WEBER MÁRTA

A katódos védelem üzemkiesése önmagától nem mutatkozik meg olyan egyértelműen, mint egy hírközlő vagy anyagszállító csatorna üzemkiesése. Ezért a katódos védelem folyamatos, hatásos működését rendszeres ellenőrzéssel kell megvalósítani.

Ezek az ellenőrző vizsgálatok — bár fokozott fontosságúak — még sok tisztázatlan kérdéssel terheltek.

A cikk a potenciálmérés egyik rendszeres hibája, az IR-feszültségesés okozta hiba kiküszöbölésének a szakirodalomban ajánlott módszereit elemzi, és felhívja a figyelmet arra, hogy az ajánlott módszerek alkalmazásakor milyen üzemi viszonyokkal kell számolni.

A föld alatti fémszerkezetek korrózió elleni védelmére hazánkban is elterjedt a katódos védelem.

A jól funkcionáló katódos védelem a védett szerkezet korrózióját — mondjuk 50 évre — eltolja. A katódos védelem minősítése természetesen nem lehet az, hogy utólag állapítjuk meg hibás vagy hibátlan működését aszerint, hogy előfordult-e vagy nem korróziós kár.

A katódos védelem üzemkiesése önmagától nem mutatkozik meg olyan egyértelműen, mint egy hírközlő vagy anyagszállító csatorna üzemkiesése. Folyamatos vagy kvázifolyamatos, tehát hatásos üzemeltetését szándékos ellenőrzés alapján kell megvalósítani.

Az ellenőrző vizsgálatok — bár a szakterületen fokozott fontosságúak — sok tisztázatlan kérdéssel vannak terhelve.

A katódos védelem alkalmazásának alapvető indítéka fiziko-kémiai, közelebbről termodinamikai ismereten alapszik: a fémek fémes állapota vizes oldatban— az egyes fémekre jellemző oldat-pH-, illetve elektródpotenciál (túlfeszültség-) tartományban — termodinamikailag stabilis. Sőt, például a vasnál van olyan potenciáltartomány, amellyel minden pH-nál garantáltan fémes állapotot, védettséget lehet elérni.

A korróziómentes állapot vizsgálatára fiziko-kémiai analógiákat keresve alakultak ki a vizsgálati módszerek, azonban ezek az alaptudomány méréseitől általában nem csupán pontosságukban különböznek, hanem félő, hogy köztük a kauzális kapcsolat is hézagos.

Tekintsük például a vasanyagú, hosszanti kiterjedésű föld alatti fémszerkezet katódos védelmét és ennek legelterjedtebb megoldását, a fémszerkezetre kb. 10 km-enként kapcsolt földelt pozitív pólusú, a fémszerkezetre negatív pólusával kapcsolódó áramforrást, amely a védendő fém potenciálját a környező talajhoz képest a kívánt negatív értékhatárok közé emeli.

A *Pourbaix* és munkatársai által készített termodinamikai diagramokból kiolvasható, hogy a —900 $mV_{Cu/CuSO_4}$-nál negatívabb vas fémes állapota vizes közegben (inert, tehát) stabilis.

Ennek analógiájára megszületett a fém-talaj (vagy cső-talaj, szerkezet-talaj) potenciálmérés, amely a fémszerkezet és egy melléje helyezett $Cu/CuSO_4$ elektród között mért feszültség; ennek védettség esetén —900 mV-nál negatívabbnak kell lennie.

A védettségnek *Pourbaix*-diagramokban adott kritériuma „elektródpotenciál". Elektródpotenciált még laboratóriumban, in vitro is nehéz mérni. A mérés leírásával a fiziko-kémiai, elektrokinetikai praktikumok részletesen foglalkoznak, sok körülményt szigorúan meghatározva.

A talajban fekvő vezetékek helyszíni méréseinél a laboratóriumi praktikum közvetlen alkalmazása nem lehetséges. A helyszínen, ahol a vizsgálat tárgyát képező, nehezen meghatározható közegbe ágyazott szigetelt acélcső kb. 1000 m² felületű, felmerül a kérdés: mit mérünk, mikor a szokásos fém-talaj potenciált mérjük? Valószínűleg nem elektródpotenciált vagy azt nagy és általában ismeretlen hibával.

Mindez az automatikánál — a vezérlő elektródok elhelyezése, a vezérlő jel „hitelessége" szempontjából — is fontos, de a katódos védelem szekunder hatásainak megismerése is (stress-corrosion-ban újabban feltételezett szerepére gondolva), vagy az anódos védelem bevezetése az egyre pontosabb potenciálmérésre hívja fel a figyelmet.

A helyszíni potenciálmérés elemzésével elsődleges célunk az, hogy mielőtt költséges kísérletekbe kezdenénk vagy a szakirodalomban ajánlott módszerek bármelyikére kellő kritika nélkül berendezkednénk, mérések és meggondolások segítségével a hosszú föld alatti fémvezetéket specifikusan jellemezzük.

1. Az elektródpotenciál és a fém-talaj potenciál

1.1. Elektródpotenciál

A korrózió mentes állapotot a katódos védelem által létrehozott túlfeszültség megállapításával kell ellenőrizni.

Erre az „elektródkinetika kísérleti módszereinek alapelvei" szerint a következő vizsgálat jó, különös tekintettel az *Ohm*-féle potenciálesés kiküszöbölésére.

„A vizsgált és az összehasonlító elektród közötti feszültség kompenzációs módszerrel vagy nagy belső ellenállású elektronikus voltméterrel (V) mérhető. E mérésben hibát okoz az összehasonlító elektród összekötő csövének a vége és az elektródfém között az áram hatására létrejövő *Ohm*-féle potenciálesés. Csökkentésére, ill. kiküszöbölésére az összehasonlító elektród kapillárissá elvékonyodó végződését az elektródfelülethez kell szorítani (*Luggin*-kapilláris).

Ha azonban az elektródon kis vezetőképességű fedőréteg van, akkor *Luggin*-kapillárissal sem küszöbölhető ki elegendő mértékben az *Ohm*-féle potenciálesés. Ilyen körülmények között a kommutátormód-

szer használható: mechanikus vagy elektronikus megszakítóval (kommutátorral) a vizsgált elektródot — gyorsan váltakozva — az ellenelektróddal és az összehasonlító elektróddal kötjük össze. Az *Ohm*-féle potenciálesés igen rövid idő (10^{-4}—10^{-6} s) alatt megszűnik, tehát az áram megszakítása után közvetlenül árammentesen mérhető a polarizációs potenciál. Mivel azonban az áram megszakítása után a polarizációs potenciál is változik (az elektródon idővel az árammentes állapotnak megfelelő nyugalmi potenciál áll be), a kommutálás sebességének a változtatásával az áram megszakítása után, különböző rövid idő elteltével meg kell ismételni a mérést. A helyes értékeket a megszakítás pillanatának megfelelő (0 s utáni) állapotra extrapolált elektródpotenciál adja meg" [1].

A később ismertetett kikapcsolásos potenciálmérés a fenti elektrokinetikai módszerből ered.

1.2. A fém-talaj potenciálmérés szakirodalmi változatai

A katódosan védett vezeték esetében a fém-talaj potenciál (Metall/Boden-, Rohr/Boden Potential, metal/electrolyt-potential) mérése a védettség megállapítására elfogadott módszer.

A különböző szakkönyvek és előírások nagyon eltérő részletességgel foglalkoznak ezzel a méréssel.

Általában mindenhol előírják a nem polarizálódó mérőelektród használatát, leggyakrabban a $Cu/CuSO_4$ elektródot és az alkalmazott feszültségmérő műszer belső ellenállását, osztálypontosságát. Az elrendezésre általában rajzos magyarázat szolgál, de sok rajzból a fémszerkezet és a mérőelektród távolsága nem állapítható meg. Pedig a mérőelektród és a fém közötti közegen realizálódó ismeretlen nagyságú *IR*-feszültségesés ez esetben is, mint minden polarizált elektródnál, számottevő mérési hibát okoz. A keresett potenciál tehát a mérhető potenciál és az ismeretlen *IR*-feszültségesés különbsége, vagyis

$$U_p = U - IR.$$

(Sokan az *IR*-feszültségesést *Ohm*-féle potenciálesésnek nevezik.)

Ismeretes olyan előírás is, amelyben már van utalás a potenciálmérés hibájára: „Errors of half-cell position", de kiküszöbölésére nincs javaslat. Ugyanitt a mérést végzőt intik a mérési körülmények pontos megfigyelésére és leírására, remélve, hogy ez egyszer eredményt hoz [2].

Pár éve a szakterület legnagyobb problémájaként hallottunk a potenciálmérés bizonytalanságáról [3], ugyanitt javaslatot közölnek az áramredukálásos módszerrel való mérésre [4].

Ez a következő: Az összáram—fém-talaj potenciálfüggvénynek (az előbbi a katódállomásban mérhető) van egy lineáris szakasza. E szakaszból, amelyet az áramot redukálva és mérve, és az ezen értékekhez tartozó potenciált mérve kapunk meg, a 0 áramhoz tartozó értékre lehet extrapolálni:

$$U_p = U_2 i_2 \frac{U_2 - U_1}{i_2 - i}.$$

Ez kivitelezhető módszer lenne, viszont elvi hibája van, mert nem a zérus áramhoz tartozó potenciált keressük, hanem azt a potenciált, amely a fém-talaj fázisok határ menti rétegei között van, mikor az áramsűrűség annyi, mint amennyit a katódos védelem létrehoz, amellett, hogy $IR=0$. (Ennek ellenére a módszert nem kell elvetni, mert a kapott diagram ad a rendszerről információt, persze nem az eredeti értelemben megfelelőt.)

Más szerzők az ún. kikapcsolásos potenciálmérést javasolják (Ausschalt-Potentialmessung) [5].

Ez az elektrokinetika elektródpotenciál-méréséből származtatható.

Eszerint a fémszerkezet és a mérőelektród közötti közegen realizálódó, ismeretlen nagyságú *IR*-feszültségesés okozta mérési hibát úgy küszöbölhetjük ki, hogy a t_1 időben kikapcsoljuk a katódállomást, t_2-t_3 időintervallumban leolvassuk a potenciált, mert míg a kikapcsolással $IR=0$ lett, a nagyobb tehetetlenségű elektrokémiai polarizáció (t_2-t_3 között) még fenntartja a $t_0<t_1$-ben uralkodó (tehát a keresett) potenciált.

Közismert kézikönyvben találhatunk e mérésre példát. A példa szerint a *Luggin*-kapillárissal mért potenciállal megegyezik a gyakorlatban megvalósítható távolságban levő mérőelektróddal mért érték a kikapcsolás után 20 ms-on belül.

A helyszíni alkalmazásra gondolva azonban aggályos kérdések merülnek fel. Ha nincs a mérésben az összehasonlítást szolgáló *Luggin*-kapilláris (ha ott lehetne, azzal mérnénk), a kikapcsolás után lecsengő jellegű potenciálgörbe melyik pontja lesz a keresett potenciál?

Megelőzve a többi kapcsolatos és később tárgyalandó kérdésünket és megfigyelésünket, meg kell állapítanunk, hogy az idézett kézikönyvben rajzolt potenciál-idő oszcillogram valószínűleg laboratóriumban készült, kis felületű, csupasz, néhány mA összárammal polarizált elektródról, bár az elektród „Bodenaufschlämmung"-ban volt.

A probléma újabb keletű tárgyalása szintén az előbbi alapelgondolásból indul ki [6], miszerint a polarizáló áramforrás kikapcsolása után különböző időállandójú folyamatok játszódnak le, amelyekből éppen az időállandóban való különbség segítségével ki lehet szűrni az elektródpotenciált. E mérési elvet elfogadva a különböző regisztrálási módokat, oszcilloszkópos, meggeres és vonalíróval készített méréseket hasonlítja össze a számított (bár közelítő módszerrel számított) értékkel, de nem elemzi a különböző mérési módszereket. A mérések in vitro, illetve egy esetben talajban levő katódosan védett szerkezetre vonatkoznak (utóbbi eset azonban tartály volt).

A cikkben utalást találunk arra, hogy a mérést nem csupán az *IR*-feszültségesésből eredő hiba zavarja.

És ez így is van. Mindezt tetézi, hogy érdeklődésünk középpontjában a nagy, vonalas kiterjedésű fémszerkezet vizsgálata áll. Az ilyen nagy kiterjedésű „elektródra" kellene kiterjesztenünk azokat a vizsgálatokat, amelyek kicsinységük miatt figyelembe sem veendő felületű elektródokra vonatkoznak.

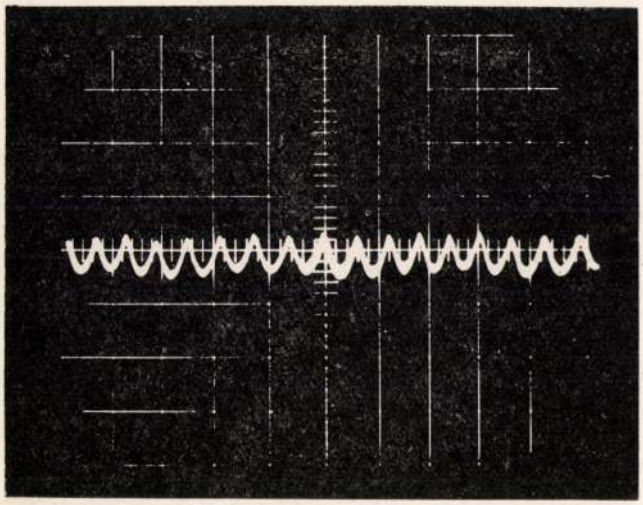
2. Az ajánlott potenciálmérés kipróbálása

2.1. Mérésekkel

Közelítsük a potenciálmérés problémáját a gyakorlati megoldás felől.

A vezeték szigetelt, így *Luggin*-kapillárissal nem mérhetünk.

Mérhetünk kikapcsolásos módszerrel? Megkíséreltük olyan oszcilloszkóppal, melynek van külső triggere. Ezzel megoldható, hogy a potenciál-idő kép az oszcilloszkóp képernyőjén a lekapcsolás pillanatát magába foglaló időközben jelenjék meg, ami lefotózható. Észre kell azonban vennünk, hogy a méréshez szükséges időfelbontásban (20 ms), amelyben az elektródpotenciál még fennmarad, kikapcsolás nélkül is változik a potenciál, hiszen a katódállomás nem sima egyenáramot ad ki, a változás amplitúdója pedig összemérhető az *IR*-feszültségeséssel *(1. és 2. ábra)*.



1. ábra
Fém-talaj potenciál katódállomás közelében. Katódállomás bekapcsolva. (Budapesti Gázkörvezeték.) d. c. 0,5 V/div; 5 ms/div. A zérusfeszültség az ábra hálózatának legalsó vonalán van. Innen számítandó a szint, a túlfeszültség egyenáramú komponense és hullámossága

Megkísérelhetjük a mérést akkumulátorral (hiszen erről visszaszámolhatnánk az üzemi állapotra). Azonban a fém-talaj potenciál ez esetben is ritkán állandó időben, mert az akkumulátor által létrehozott potenciálra (egyébként a katódállomás által létrehozott potenciálra is) szuperponálódik egy időben erősen változó nagyságú potenciál. Mint ahogyan a *3. ábra* mutatja: a fém-talaj fázishatáron katódos védelem nélkül is van zérustól eltérő potenciál, aminek gerjesztőjét nem lehet a mérés idejére lekapcsolni.

Ez természetes, hiszen a vizsgált fémszerkezet nagy területet szel át; több 10 km hosszú, környezetében különböző elektromágneses teret gerjesztő idegen létesítménnyel találkozik (elektromos szabadvezetékkel, villamos vontatás munkavezetékeivel, idegen — katódosan védett — csővezetékekkel), és ezekkel induktív és konduktív kapcsolatban van.

2.2. A katódos védelem ellenőrzése

Szándékosan tárgyaltuk eddig csak a kikapcsolás t_1 pillanatát követő t_1-t_3 időtartamot, melyen belül a keresett elektródpotenciál még fennmarad. Pedig ez az időtartam két lényeges szakaszból áll: t_1-t_2 és a t_2-t_3-ból. Szerencsés esetben t_1-t_2 alatt I zérusra csökken. Az áramforrás kikapcsolásakor, t_1 után, azonban nem ugrásszerűen lesz az áram zérus. Az áram kikapcsolását követő (elektrodinamikai értelemben vett) átmeneti állapot időtartama a rendszer villamos paramétereitől függően több-kevesebb ideig eltarthat. Következésképpen a t_1-t_2 időtartam, amelyben *IR*-nek zérusra kell csökkennie, nem lehet a vizsgált rendszer tranziens állapotának időállandójánál nagyobb. A tranziens állapot a hálózat paramétereitől függően esetenként hosszú időn át, talán az elektrokémiai folyamatok időállandóján túl is eltarthat (lehet nagyobb pl. 20 ms-nál).

A kikapcsolásos potenciálmérés a fiziko-kémiai elektródpotenciál-mérésből indul ki; ez esetben általában elhanyagolható méretű a vizsgált elektród. Itt a különböző folyamatok időállandója között lehet nagyságrendi különbség, és az ismert lehet.

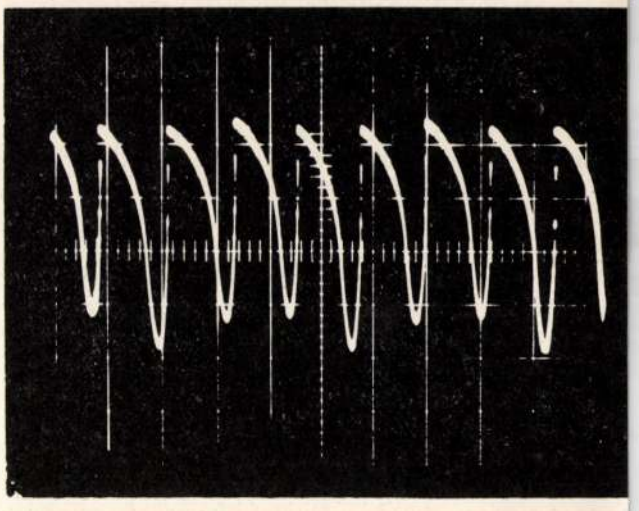
A talajban levő nagy kiterjedésű vezetékeknél az időállandók közötti viszony esetenként más és más, és nehezen meghatározható.

A korrózió mentes állapot attól függ, hogy a fém-közeg fázishatáron a potenciál eléri-e a termodinamikailag kívánt értéket. Ezt azonban valóságos szerkezeten a kikapcsolásos módszerrel sem lehet minden esetben közvetlenül megmérni.

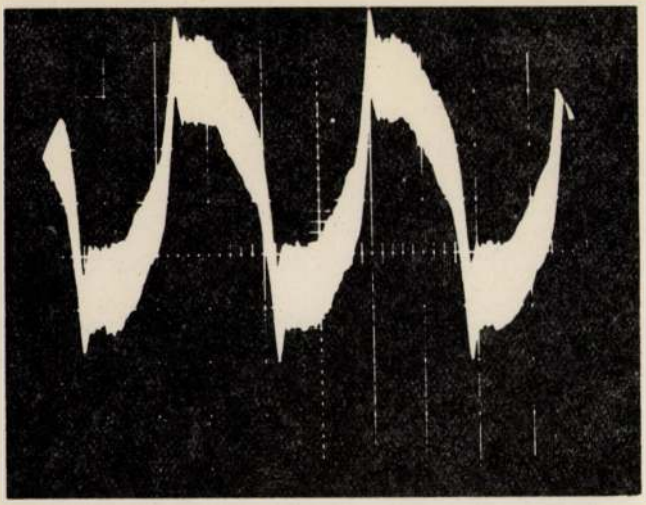
A katódos védelem (első közelítésben) „kettős természetű":

— a védett szerkezet egy elektrokémiai rendszer katódja;
— a védett szerkezet aszimmetrikusan táplált, térben folytonosan elosztott paraméterű, vonalas kiterjedésű hálózat. (Villamos távvezeték.)

Általánosan jellemzi a szakirodalmat, hogy vagy az



2. ábra
Fém-talaj potenciál katódállomás közelében. Katódállomás bekapcsolva. (Barátság II.) d. c. 0,5 V/div; 5 ms/div. A zérusfeszültség az ábra hálózatának legalsó vonalán van. Innen számítandó a szint, a túlfeszültség egyenáramú komponense és hullámossága



3. ábra
Fém-talaj potenciál katódállomás közelében. Katódállomás kikapcsolva (Barátság I.)
A kb. 300 m távolságban levő vasúti sínen a mérés idejében villamos vonat haladt át. d. c. 0,2 V/div; 5 ms/div. Az egyenáramú komponenst a szomszédos katódállomás kelti

egyik vagy a másik felfogásból kiindulva tárgyalja a katódos védelem gyakorlati problémáit.

Összefoglalóan az anyagi-elektromos kereszteffektusok írják le azokat a transzportjelenségeket, amelyek körébe az aktív korrózió elleni védelem mélyebb megértése is tartozik, azonban ezzel a felfogással még a laboratóriumi méréstechnika sem tart lépést.

A katódosan védett hosszú szerkezetet távvezeteknek felfogva, meg lehet tervezni a konkrét vezeték korrózióvédelmét ellátó áramforrás szükséges teljesítményét és elhelyezését, és meg lehet vizsgálni, hogy a korrózióvédelmi áramkörbe a fémvezetéknek teljes egésze bekapcsolódik-e? Ez az egész vezetéket tekintve legalább olyan fontos ismeret, mint a fémfelület korróziós állapotát jellemző elektródpotenciál, melyet ha jól mérünk, akkor is csak a mérési pontnál érvényes, mert nincs összefüggésben a felület többi pontjának potenciáljával (talaj-, szigetelésheterogenitások stb.).

A katódos védelem ellenőrzését egyelőre többféle mérés kombinációjával kell megoldanunk. Ezek a tápáramforrások mérései, a földelések mérései, és a védett szerkezeten visszafolyó áram, valamint a különböző szakaszok visszafolyó áramának különbségei.

Következő munkánk a katódos védelem méréseinek javasolható rendszerével foglalkozik, továbbra is keresve az aktív védelem ellenőrzőmérési módszerét, de a potenciálmérést csak az egyik, ám nem az egyetlen lehetőségének tartva.

*

Ezúttal is köszönetemet fejezem ki a mérések tárgyát képező csővezetékek katódos védelmét üzemeltető kollégáknak, akik a mérések alkalmával segítségemre voltak.

IRODALOM

[1] *Erdey-Grúz T.:* Elektródfolyamatok kinetikája. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969. 425—6.
[2] A Joint committee for the co-ordination of the cathodic protection of buried structures előírása.
[3] Fachtagung über Probleme des Korrosionsschutzes erdgelegter Anlagen. 1971, Rostock. O. *Skiba-Rogalska—Bralevski, E.:* Neue Bezugselektroden zur Messung des Potentials an metallenen unterirdischen Anlagen.
[4] Fachtagung mit internationaler Beteiligung über Probleme des Korrosionsschutzes erdgelegter Anlagen. 1971, Rostock *Bach, J.—Siegfried, H.—Buchholz, G.—Senfftleben, W. —Hampel, H.:* Ermittlung der Wirksamkeit des katoidschen Korrosionsschutzes erdverlegter Rohrleitungen und Behälter.
[5] *Baeckmann:* Kontrollmessungen an kathoidsch geschützten Rohrleitungen. Werkstoffe u. Korrosion *3* 206 (1964). *Baeckmann—Schwenk:* Handbuch des kathodischen Korrosionsschutzes. Verlag Chemie GmbH, 1971. 66—8.
[6] *Vallen, B.—Linder, B.:* Ohmic potential drop in cathodic protection of buried structures: evaluation of some measuring methods. British Corrosion J. *1* 7—14 (1973).
[7] *Böhni, H.:* Die Bestimmung von Lochfrasspotentialen unter besonderer Berücksichtigung der galvanokinetischen Messmethodik. Werkstoffe und Korrosion 97—104 (1974).
[8] *Prazak:* The polarisation resistance method for corrosion testing. Werkstoffe und Korrosion *2* 104—12 (1974).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Polimer öblítőfolyadékok a fúrási sebesség növelésére

Az NKFÜ 1974-ben kezdte meg a fúrási sebesség növelését elősegítő, ún. kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazását kísérleti jelleggel. Az új öblítőfolyadékok fő funkciót betöltő komponensei a polimer flokkulensek *(Drillaid-420, Ben-Ex, H-Floc)*, illetve bioszintetizált poliszacharidok *(Xanthan, XB-28)*. Az így kialakított öblítőfolyadékokat többnyire a felső, nagy átmérőjű ($17^1/_2''$, $12^1/_4''$) lyukszakaszok lefúrásához alkalmazták. Az eddig lefolytatott nyolc üzemi kísérlet alapvetően pozitív eredményeket adott. A kísérleti program folytatásaként az *Endrőd-18.* jelű fúrásponton új polimert, ún. szelektív flokkulenst, (*Drillaid-421*-et) alkalmaztak sikerrel a $12^1/_4''$ és $8^1/_2''$ átmérőjű lyukszakaszokban csaknem 2500 m lefúrásához. A *Drillaid-421* üzemi körülmények közötti minősítése mellett ez volt az első lépések egyike az ún. polimer öblítőfolyadékok alkalmazásának kiterjesztésére a nagyobb mélység — és hőmérséklet — felé. A kísérleti program keretén belül 1976-ban a *Drillaid-421* jelű polimer használatát még további három fúrásnál tervezik, különböző lyukviszonyok között.

Dr. *Dormán József*
okl. vegyész
(OGIL, Szolnok)

Szabó Mátyás
okl. olajmérnök
(NKFÜ, Szolnok)

Az olajipari munkásság helyzete és szerepe Zala megyében

BENCZE GÉZA

Az ország egyik legelmaradottabb, iparban legszegényebb megyéjében — Zalában — az 1930-as években tért hódított kőolaj- és földgázipar kedvező helyzetet teremtett mind a megye iparosításához, mind pedig a nagyipari munkásság kialakulásához.

Az államosítás, majd a nagylengyeli kőolajmező feltárása után a 60-as évek közepéig az olajipar jelentősen befolyásolta, sőt meghatározta a megye iparának helyzetét.

Az olajiparnak a megye gazdasági és politikai életére gyakorolt hatása a megye általános iparosításával, ill. a szénhidrogén-termelés súlypontjának az Alföldre történt áthelyeződésével csökkent ugyan, de még hosszú ideig döntő súlyú marad.

A századforduló időszakát követő kapitalista fejlődés során Zala megye jelentősen elmaradt még a környező, a kapitalista korszak küszöbéig eljutott, egyébként nagyjából megegyező adottságú megyékhez képest is. E „fejlődés" során, az országos ütemtől messze elmaradva, most már nemcsak területileg vált periferikus tájjá. A lemaradás okainak vizsgálata helyett elég arra utalnunk, hogy az itteni olajkutatások első sikeréig a megyének semmiféle kiaknázás alatt álló természeti kincse nem volt. A kapitalista korszak kiépülő infrastruktúrája is meglehetősen elkerülte a megyét. Kedvezőtlen vezetésű és központtalan vasúti ellátottsága csak elősegítette az ország gazdasági vérkeringéséből való fokozatos kiszorulását.

A megye lakosságának döntő többségét a mező- és erdőgazdaság foglalkoztatta, a szomszéd megyékkel ellentétben, a paraszti kis- és törpegazdaság igen jelentős hányadával. A világi nagybirtok alacsony aránya is hozzájárult ahhoz, hogy a megyében a mezőgazdasági ipar aránya és nagysága az országos átlag alatt maradt. A megye iparát századunk első négy évtizedében így zömmel az élelmiszer- és feldolgozó ipar képviselte. Jelentősebb központja a megye akkori leginkább fejlődő — ám a legtöbb tekintetben megrekedt — városa, Nagykanizsa volt, néhány élelmiszeripari, vasipari, valamint egyéb kisebb üzemével. Az ipari munkásság üzemi koncentrációja a megye felszabadulás előtti ipari központjában sem érte el azonban a 250 főt. Az ettől is elmaradt zalaegerszegi egy-két gőzmalom és faipari üzem mellett néhány kisebb vidéki fűrészüzem, malom és téglagyár képviselte az ipart Zalában, amely elmaradott viszonyok között, hiányos és korszerűtlen gépellátottság mellett foglalkoztatta a népesség jelentéktelen hányadát.

Hagyománnyal bíró, egységes ipari, üzemi munkásságról nem számolhatunk, már csak az éppen legtöbb munkást alkalmazó élelmiszeripari üzemek és téglagyárak szezonális munkája miatt sem.

A megye ipari és üzleti központjának — Nagykanizsának —, valamint a megye ipara egészének pangását a zalai olajkutatások 1930-as évekbeli sikere tudta csak felszámolni. Nagyarányú fejlődésével megteremtette a zalai ipari munkásság első nagyobb koncentrációját, amely magját képezhette a megye majd csak ezután kialakuló munkásságának.

*

Az olajiparnak, mint a XX. század legdinamikusabban fejlődő iparágának megjelenése és térhódítása Zalában, s annak is legelmaradottabb vidékén, a Mura menti letenyei járásban, majd másfél évtizeddel később az ugyancsak fejletlen és elmaradott viszonyú Göcsej vidékén, a megye szerencséjének is tartható. A jelen négy évtizedes távlatából már könnyű ezt lemérni, de néhány évvel a termelés megindulása után is egyre többek előtt vált világossá, hogy ez lesz a megye azon iparága, amely segít felszámolni az évszázados, minden téren jelentkező elmaradottságot, átalakítani a vidék gazdasági, még inkább társadalmi-emberi elmaradottságának vonásait [1].

Zalát tartják a „magyar olajipar bölcsőjének", mivel itt indult meg 1937-ben a hazai ipari méretű olajtermelés. Az első világháború után az államkincstár az Alföldön végeztetett gázkutatást, melynek szerény eredménye néhány termálvízfeltárás, majd a Mátra- és Bükkalján feltárt kisebb jelentőségű olaj-előfordulás volt.

Az eddig szerény eredményekkel járt magyarországi olaj- és földgázkutatásokban döntő fordulatot jelentett, amikor 1932-ben a Bécsben székelő amerikai és angol érdekeltségű *European Gas and Electric Company* (EUROGASCO) kért gázkoncessziót Magyarország területére. A szükséges földtani és geofizikai munkálatok elvégzése után indult meg a fúrási tevékenység az akkor legkorszerűbb technikai színvonalon álló — Európában egyedülálló — gőzüzemű rotari berendezésekkel. A lényegében sikertelen Sopron (Mihályi), ill. Somogy megyei (Görgeteg, Inke) kutatás után a Vállalat Zalába helyezte át tevékenységét.

Ez utóbbi helyen már próbálkoztak szénhidrogén-kutató mélyfúrással: 1921—23 között az *Anglo Persian Oil Co.* magyarországi kutatóvállalata, a *Hungarian Oil Syndicate Limited* kutatott itt olaj után, azonban minden komolyabb eredmény nélkül [2].

Az EUROGASCO 1934. évi, e területen végzett nehézségi mérései alapján tűzték ki a fúrópontot Lispe község határában, és 1936. július 13-án megkezdődött a *Budafapuszta-1.* jelű kút fúrása. Az itt végzett munkálatok során tárták fel a budafai olajmezőt, és az 1937. évi 2365 t termeléssel (Budafapuszta 1336 t, Bükkszék 1029 t) Magyarország az olajtermelő államok sorába lépett. Az ekkor termelt zalai olaj mennyiségileg még nem volt számottevő, de a következő évek nagy termelésnövekedése biztosította a lehetőséget az 1938-ban megalakult — amerikai érdekeltségű *(Standard Oil Co. of New Jersey) — Magyar — Amerikai Olajipari Részvénytársaság* (MAORT) keretein belül a további sikeres kutatásokhoz [3]. Ennek eredménye újabb olajmezők — Lovászi, Hahót vidékén — feltárása lett a 40-es évek elején. A magyarországi termelés ekkorra már szinte teljes egészében Zalába helyeződött át, s a megyén kívüli termelés az országos össztermelés 1%-át sem érte már el.

A gyors ütemű növekedés és a megállapított készletbecslések birtokában kezdhetett a MAORT az addig Magyarországon egyedülálló, az olajmezők magasabb kihozatali aránya érdekében a rétegenergiával tervszerűen gazdálkodó, termelésszabályozó módszeréhez. A nagyobb termelési eredményt hajszoló magyar kormányszerveket (15%-os részesedése, valamint egyéb gazdasági és politikai célja érdekében) csak időlegesen elégítette ki az új mezők feltárása. Magyarországnak a II. világháborúba való belépése után a kincstári használatba átvett vállalatnál olyan termelési módszereket vezettek be, amelyek ugyan időlegesen 20—30%-kal magasabb termelést eredményeztek, de az erőltetett termelés előre vetette a mezők tervezettnél korábbi kimerülését.

A háború utolsó szakaszában kizárólagosan a német hadvezetés utasításainak megfelelően termeltették a zalai olajmezőket, mivel ezek az összeomló hitleri birodalom hadserege számára az egyik utolsó természetes olajforrást jelentették. Hiába összpontosítottak jelentős erőket Nyugat-Dunántúl védelmére, a március közepétől gyors ütemben előrenyomuló szovjet hadsereg egységei 1945. április első három napján erősen igénybe vett, de a német termelésbénító egységek rombolása ellenére is szabályosan lezárt kutakkal rendelkező és rövid idő alatt termelésbe állítható olajmezőket szabadítottak fel [4].

*

Az olaj megjelenésétől a felszabadulásig igen rövid idő, csupán 8 esztendő telt el, de ez Zalában — képletesen szólva — több évtizedet jelentett. Az ország legelmaradottabb, ipartalan megyéje otthona lett egy akkor európai szinten álló modern iparágnak, s lépett előre egy kis lépcsőfokot a kezdetben még csak néhány száz zalai mezőgazdasági munkás és iparos az ipari munkássá válásnak mindenben újat jelentő útján.

Az 1937-től lassan, majd néhány évvel később gyorsuló ütemben jelentkező munkaerő-kereslet jelentős változást okozott az olajtelepet környező falvak életében. Százával indultak el na-

ponta a felvétel reményében, amely a próbaidő lejárta után felemelkedést jelentett a korábban más, távoli dunántúli megyékben aratást vállaló summásoknak, tönkrement iparosoknak, vagy akár a néhány hold gyenge földdel rendelkező parasztoknak is. De nemcsak Zalából jöttek, hanem az első fúrások színhelyeiről, Sopron és Somogy megyéből és más, iparilag fejlett vidékekről, sőt Budapestről is.

A MAORT jól fizetett. Szakmunkásait, különösen hosszabb gyakorlati idő eltelte után megbecsülte, kivételes helyet és fizetést adott munkájukért cserébe, amely nemcsak jóval felülmúlta a zalai más iparágak munkásainak bérét, szociális és egyéb juttatásait, hanem az országos átlagnál is jóval magasabb volt. A magasan tartott bérezésért (a kezdő segédmunkás átlag 60 fillér órabért kapott, a szakmunkás 80 fillért, a fúrómester 2 pengőt) a vállalat teljes értékű, nehéz fizikai munkát követelt meg, s a környező falvakból, gyakran 15—20 km-ről télen-nyáron pontos munkába állást.

A munkásokkal szemben támasztott magas követelmények ellenére a vállalathoz bekerült dolgozók zömmel megmaradtak a MAORT-nál, amely biztosította szakmai képzésüket és fokozatos előrejutásukat is. A 30-as években, a legnehezebb időszakban felvett munkások adták azt a törzsgárdát, amelyet a vállalat megbecsült és ha nemzetközi mértékkel mérve szűkmarkúan is, de a hazai általános viszonyokhoz képest bőkezűen honorált. Az olajipar központjaiban kialakított munkáskolóniák barakkházai a mai szemmel szerénynek vagy szegényesnek tűnhetnek, de az akkori Zalában a kerettyei, „kolduskemp" lakójának biztos menedéket adott.

A MAORT az első években nem kezdett bizonytalan és kockázatos szociális és kommunális befektetésekbe. Erre a kezdeti alacsony munkáslétszám (1936. 114; 1937. 134; 1938. 513; 1939. 519; 1940. 1630 fő)* miatt sem volt szükség, valamint azért sem, mert az akkor feltárt mezőket viszonylag sűrű községi településhálózat vette körül. 1940-ben, a létszám gyors felfutása következtében a környező falvakban már nem lehetett lakást kapni, s az újonnan felvett dolgozók mind távolabbi lakáshoz tudtak csak jutni, s sokan 10—15 km-t gyalogoltak naponta hóban-sárban, úttalan dombokon át a gyakran változó munkahelyig.

A fúrások eredményessége és a kedvező termelési kilátások hatására kezdett csak a vállalat építkezni. Az üzemi kiszolgáló épületeket és utakat a tisztviselői lakások követték, végül az eleinte barakkokból álló munkáslakásokat építették meg, majd szerény kivitelezéssel a kommunális beruházásokat.**

Ezek a munkásjóléti intézkedések csakúgy, mint a vállalati nyugdíjpénztár, üdülő stb. létesítése a legmesszebbmenőkig a vállalat érdekeit szolgálták. A béremeléseknél alkalmazott ún. „szabad lehetőségek"-hez hasonlóan az amerikai vállalat demokratizmusát, munkáspártolását próbálták ezzel népszerűsíteni, noha mindenkor kifejezésre juttatták azt is, hogy a lakásépítésekkel nem a munkásságot szándékoznak megasabb életnívóra emelni, hanem ezzel honorálják, tüntetik ki az arra legérdemesebb dolgozókat. Ennek ellenére mégis elmondható, hogy e felemás intézkedések népszerűek voltak a munkások körében, s a felemelkedés útját látták benne. A MAORT így alakított ki magának egy jól megfizetett és a szociális juttatásokból bővebben részesülő réteget, a vállalati törzsgárdát, amely egyértelműen a munkásarisztokrácia magja volt.

A felszabadulás zömmel az üzemek környékén érte a dolgozókat, s a hadi események elülte után azonnal hozzákezdhettek a szovjet hadsereg gyors előrenyomulása következtében nagyobb károsodást nem szenvedett üzemek helyreállításához. 1945. április 10-én a lovászi *38*-as és *100*-as számú kutak megnyitásával újból megindult az olajtermelés, s a zömében alig fél évtizedes ipari múltú zalai olajipari munkásság országosan is kiemelkedő eredményt produkált; 1945 júliusában elérték az előző évi termelés 80%-át!*** A termelés gyors beindítása összefűződött a munkásságnak azzal a reményével is, hogy üzemi bizottságuk vezetésével visszaszerzik a háború utolsó évei alatt alaposan megcsappant életszínvonalukat és megbecsülésüket.

A felszabadulás után az élet megindítása egész Zala megyében lassan és problémákkal telítetten kezdődött. A megyének nem volt más, iparilag fejlettebb megyékhez hasonlóan munkásmozgalmi múlttal és tapasztalattal bíró munkássága. A MAORT több ezres munkás- és szakmunkásgárdája nem képezett jelentős szervezett erőt. A nagy létszám, a rövid múltú ipari munka hagyománynélkülisége mellett ez csak részben tudható be az amerikai vállalat szervezett munkást nem tartó „érdemének". A nehéz fizikai munkát gyakran mostoha körülmények között végző dolgozók 95%-a 1938 után került a vállalathoz. A speciális szakmai ismereteket megkívánó és az arra betanított fúrási és termelési szakmunkások közül kevés jött más megyéből, s még kevesebb az iparból. A zalai olajmunkások zömmel falujukban lakva, továbbra is megtartották paraszti életformájukat, s — ha volt — földjüket is. Kevésbé tudatosodott bennük a pártok szerepe, a mozgalmi élet, a jobb körülményekért vívott harc, s erről le is mondtak a MAORT magasan tartott munkásbérei ellenében.

A falusi lakóhelyekhez való kötődés, a munkahelyek üzemi szétszórtsága nem kedvezett a mozgalmi életnek a felszabadulás után sem. Bizonyos tartózkodást tanúsítottak, bár 1946 elején, a konszolidáció kezdeti időszakában az összdolgozók csaknem 10%-a volt már valamelyik munkáspárt tagja.

Annak ellenére, hogy az események megyei alakulását is az MKP befolyásolta, hatása a MAORT dolgozóira még sokáig nem, vagy csak kismértékben érvényesült. A politikailag és ideológiailag fejletlen, de a szocialista programot elfogadó munkásság nagy része inkább a Szociáldemokrata Párt felé hajlott, azt erősítette, semmint a földosztás és főleg az államosítás programjával fellépő Kommunista Pártot. Az SZDP tekintélyét növelte a munkásság soraiban, hogy az Üzemi Bizottság közöttük igen népszerű elnökét jelölte az SZDP az Ideiglenes Nemzetgyűlésbe. Így a Zala megye szociáldemokrata bázisát adó MAORT-üzemekben nehéz feladat előtt állt az SZDP-vel kezdetben lépést tartani nem tudó MKP üzemi szervezete. Az MKP üzemi szervezete széles körű felvilágosító tevékenységének eredményeképpen azonban a munkásság és a műszakiak jelentős részét maga mellé tudta állítani.

A felszabadulástól kezdve fizetés nélkül, hiányos ellátással dolgozó olajbányászok kezdeti hatalmas lendülete 1945 nyarának végétől alábbhagyott, éppen attól kezdve, hogy a Szovjet Olajbizottság irányítását felváltó Ásványolaj-gazdálkodási kormánybiztos a termelés jelentős emelését irányozta elő. A rablógazdálkodás felújítása ellen egységesen tiltakozott a vállalat vezetősége és munkássága is. A kommunisták tudták ekkor jelentősebb mértékben mozgósítani az üzemek pártonkívüli dolgozóinak jelentős részét, s befolyásuk eredményezte, hogy az 1945 őszétől rohamosan romló munkásellátási helyzet hatására az üzemi SZDP-szervezet szembehelyezkedett az SZDP országos programjával.

Az olajipari munkásságnak ez a meglepően öntudatos, nyílt és egységes fellépése meglepetést keltett, s jelezte egyben azt is, hogy a dolgozóknak a pártokról alkotott véleménye átalakulóban van. A MAORT üzemeiben dolgozó kommunisták voltak az elsők, akik a termelés gyors beindítása mellett védték is az olajmezőket, az ott dolgozók érdekeit, s hamarosan felléptek az olajmezők elvtelen és eredményhajhászó, megalapozatlan termelési gyakorlata ellen is [5].

Az 1945-ös választás jobboldali győzelme mellett a megye ipari munkássága, élén a MAORT dolgozóival a munkáspártokra adta le szavazatát. Az SZDP zalai sikere, a Független Kisgazda Párt mögötti második helye elsősorban a MAORT szavazási eredménye volt. Az SZDP jelentős megosztottsága mellett is első párt maradt a MAORT-nál, s az MKP-ba való jelentősebb átlépést akadályozta az a tény is, hogy még 1948-ban is a legnagyobb nem államosított vállalat volt, amerikai tulajdonban.****

Az 1947-es választásokon az SZDP jelentősen visszaesett a megyében, s igazolta azt a tényt, hogy a két választás között újabb jelentős tömegeket már nem tudott megnyerni. Még hagyományos területén, Nagykanizsán és az olajiparnak otthont adó letenyei járásban sem tudta az MKP-t megelőzni. Ellenhatásaként jobboldali agitáció indult meg a MAORT MKP üzemi szervei ellen, felelőssé téve a pártot a vállalat gazdasági és ellátási nehézségeiért, de ettől az időszaktól kezdve a párt helyzete gyökeresen megváltozott a MAORT-on belül. A vállalat munkásai és a műszakiak már 1947 végén tömegesen léptek át az MKP-ba, amelynek taglétszáma a fél évvel korábbinak többszöröse lett, s vette át ezzel 1948 elején a dolgozók bizalmát.***** A két munkáspárt egyesülésének jegyében lezajlott taggyűlések már fényesen bizonyították a munkásegység megvalósulását a megye kiemelkedően legjelentősebb ipari üzemében is.

A kőolaj-bányászati dolgozók felszabadulás utáni újjáépítési

* Magyar Olajipari Múzeum Archívuma —, a továbbiakban: A.—*Gyulay*-iratok. MAORT Termelési O. 1942. évi jel.
** A.—MAORT Termelési és Építési O. 1941. évi jel.
*** A.—MAORT heti jel. 1945.
**** MSZMP Zala megyei Bizottsága Archívuma —, a továbbiakban: ZMB. A. — 52. f. 4/1947—1948.
***** ZMB A. — 52. f. 3/1947—1948.

és termelési eredménye — a hiányos felszerelés, szállítóeszköz- és élelemhiány ellenére — országos jelentőségű volt. Ebben jutott — a pártok tevékenysége mellett — nagy szerep és feladat a MAORT üzemi bizottságainak. Az Ideiglenes Nemzeti Kormány 50.100/1945. Ip. M. Sz. rendelete alapján demokratikusan választott Üzemi Bizottság 1945. április 21-én ült össze első alkalommal, s már kezdetben a munkaszervezés és a vállalat dolgozóinak ellátása szerepelt fő feladataként. Az Üzemi Bizottságban, majd az üzemhelyenként is létrehozott bizottságokban kapott először jogot az olajbányászat munkássága, hogy kivegye részét az önfeláldozó munkával beindított termelőüzemek irányításában. A termelés anyagi és személyi feltételeinek biztosításán túl leküzdhetetlennek látszott a dolgozók és alkalmazottak élelmiszerrel való ellátása. Az 1945 őszén bekövetkezett termelési nehézségek időszakában is a Bizottság legfontosabb feladata — már csak kivívott népszerűsége megtartása érdekében is — nem a termelés további növelésének irányítása, hanem az élelmiszercserére bocsátható üzemanyag-mennyiség fokozásának kiharcolása volt az üzem vezetőségével szemben.

Az olajbányászati dolgozók hagyományosan magasan tartott béreinek megtartása — az előírt termelési eredmények betartása mellett is — nehezen látszott megoldhatónak. A dolgozók helyzetük további rosszabbodását, a kapitalista vállalat által biztosított életszínvonaluk romlását látták a Vállalat állami kezelésbe történt átvételével. Az 1948. március 25-én történt államosítás során a 100 munkásnál többet alkalmazó üzemek szocialista tulajdonba kerültek. A MAORT ezt elkerülte, de nyilvánvaló volt, hogy addigi formájában már nem sokáig létezhet. Ebben az időben indult eljárás a MAORT és egyes vezetői ellen gazdasági kártevés vádjával, amelyet követett a Magyar—Amerikai Olajipari RT, és a MAORT Gázértékesítő Kft. állami kezelésbe vétele, 1948. szeptember 28-án. A vállalatnak állami kezelésbe vételével a korábbit jóval meghaladó szociális és jóléti intézkedéseket valósítottak meg, amelyeket a dolgozók örömmel és bizakodva fogadtak, és remélték, hogy a termelést akadályozó anyaghiányt és szakszerűtlen vezetést felszámolják. A dolgozók lelkesedésükkel és munkafelajánlásaikkal cáfolták meg azt a vádat, hogy Zala olajipari munkássága az amerikai imperializmus befolyása alá került volna.

*

A hároméves terv időszakának általános gazdasági fejlődése lehetővé tette a dolgozó tömegek életszínvonalának fokozatos és állandósuló emelését. A munkásosztály reálbére a terv utolsó esztendejében mintegy 10—20%-kal múlta felül az 1938. évi színvonalat [6], és emellett jelentős gondot fordítottak az ipari munkásság szociális és kulturális viszonyainak, ill. az üzemi szociális és jóléti intézmények fejlesztésére. E jelentős életszínvonal-emelkedésből nem maradtak ki az olajbányászat dolgozói sem, és az addig meglehetősen alacsony bérszintjük 1949. évi 14—15%-os emelkedésével átlagbérszintjüket az építőipari munkások színvonalán állapították meg [4].

A zalai olajipari dolgozók megelégedettségét tovább fokozta emellett az, hogy a kőolajbányászatban és a kapcsolódó ágazatokban dolgozó fizikai munkások közül mind többen kerültek vezető és irányító munkakörbe a zalai vagy más olajipari vállalatokhoz, mind pedig a megye egyéb üzemeihez vagy társadalmi-politikai szerveihez. A káderképzésre hangsúlyt helyező olajiparból egyre többen — a megyei átlagnál jóval nagyobb mértékben — kerültek e posztokra, s indult meg az a folyamat, amelynek során a zalai olajipar a megye iparának és az ország szénhidrogén-iparának közép- és felső szintű vezetőinek iskolájává vált.

A megyében az államosítás idején abszolút mértékben is döntő volt az olajbányászat szerepe; csaknem négyezer fős létszámával a megye ipari dolgozóinak 41%-át ez az iparág adta. Innen került ki az ország olajtermelésének szinte egésze, s jelentette egyik bázisát az első ötéves terv nyersanyag-gazdálkodásának. Az olajtermelés fokozásához, újabb területek felkutatásához fontos népgazdasági és gazdaságpolitikai érdekek fűződtek. Az ennek hatására megélénkült kutatásnak és feltárásnak lett az eredménye 1951-ben a nagylengyeli olajmező felfedezése, amelynek gyors termelésbe állításával rövid három esztendő alatt megháromszorozódott a hazai kőolajtermelés (1951: 490 000 t, ebből 90 000 t részesedéssel Nagylengyel; 1955: 1,6 millió t, ebből már 1,2 millió tonnás nagylengyeli részesedéssel).

Az első ötéves terv folyamán elért gyors fejlődés egybeesett az ország gazdasági, politikai és honvédelmi érdekeivel, s a nehézipar egyre növekvő olajfogyasztása szinte korlátlan mennyiségű kőolajat igényelt. Az igény és a növekedési lehetőségek viszonylagos egybeesése, párosulva a fiatal nagylengyeli mező geológiai felderítetlenségével és helytelen készletbecsléseivel, rablógazdálkodáshoz vezetett.

A megye ipari szerkezetében döntő súlyú bányászati ágazat domináló szerepe továbbra is fennmaradt, annál is inkább, mivel a bányászathoz 1952-ig nem kapcsolódott közvetlen helyi feldolgozó és termékhasznosító ágazat. Egy csonka szénhidrogéntermelő komplexum fejlődött ki, amelynek igazodnia kellett a kapitalista korban kialakult feldolgozó ipari üzemi szerkezethez. A kitermelés egyenletes felfutásáig és stagnálásáig nem is látszott a szerkezeten változás, s csak a későbbi olajiparon belüli foglalkoztatottsági gondok, valamint Dél-Dunántúl földgázfelhasználásának ugrásszerű emelkedésével nyílt lehetőség kapcsolódó és kiszolgáló-kommunális ágazatokkal részben feloldani az egyoldalúságot.

A nagylengyeli olajmező felfedezése után az illetékesek a kutatások meggyorsítását és eredményesebbé tételét tűzték ki célul. Mind a fúrás, mind a termelés eredményeinek igen komoly emelkedése csak a korábbi munkáslétszám jelentős felemelésével volt megoldható. Így állott elő az a helyzet, de most már utoljára, hogy 1950—1954 között a megye ipari munkásállományának gyarapodását az olajipari üzemek létszámemelkedése határozta meg.

A feszített tervekkel dolgozó olajipari munkásság megállta helyét a tervidőszak első éveiben, s problémái ellenére is a megyei és országos munkaversenyben kiemelkedő eredményt elérve tanúsította a szocializmus építésének igenlését. Az 50-es évek elejének vállalati átszervezései ugyan kisebb bizonytalanságokat okoztak, de ezt ekkor még ellensúlyozta a tervemelésekből adódó általános növekedési tendencia. Az életszínvonal kisebb mértékű visszaesésénél és az állandósuló lakáshiánynál jelentősebb negatív hatást váltott ki az MDP Központi Vezetősége 1953. júniusi határozata, amely az iparosítás és ezen belül a nehéz- és kitermelőipar fejlesztésének mérséklését mondta ki [7]. Ennek hatása igen gyorsan érződött, mivel az olajipari beruházások nagyarányú csökkentésével és átcsoportosításával a meglevő munkásállomány egy részének, bár nem nagy hányadának, zökkenőmentes áthelyezéséről kellett gondoskodni.

Anyagi fedezet hiányában a szénhidrogén-kutatás erőteljesen visszaesett. A beruházási tervek csökkentése mellett a határozatok végrehajtása érdekében azonban csaknem 80%-kal megemelkedtek a munkahelyi egészségügyi és munkavédelmi beruházások, a vállalati kommunális, szociális és kulturális ráfordítások, és ez a három zalai olajtermelő vállalatnál az 1953—1955. évek átlagában 525%-kal múlta felül 1950—1952 hasonló beruházásait.* A megyei viszonylatban is jelentős méretű lakásépítésekkel, kultúrházépítéssel, a száznál is több községből bejáró dolgozók munkába szállításának megoldásával, a termelővállalat gellénházi — minden eddigi megyei hasonlót felülmúló — lakótelepének kijelölésével a megyei átlagot jóval meghaladó intézkedéseket foganatosítottak az olajbányászati dolgozók helyzetének megszilárdítására és megjavítására.

Sokat tettek a dolgozók szellemi szükségleteinek kielégítésére is. Az eddig munkaterv nélkül dolgozó kultúrotthonok működvelő előadásait csak ezután váltotta fel a dolgozók tömegigényéhez igazodó kulturális tevékenység, az üzemi és szakszervezeti bizottságok hatékonyabb irányításának eredményeként. A művelődésben és a szervezett oktatásban addig részt nem vett kétlaki munkásokat az igények tudatos felmérésével próbálták a szervezett vállalati, ill. lakhely szerinti kulturális és oktatási munkába bevonni. Az oktatásra a vállalatok nagy hangsúlyt fektettek ez ideig is. A zömében mezőgazdaságból érkező és szakképzetlen munkaerőnek csak igen komoly szakmai alap-, majd továbbképző tanfolyamokon tudták átadni a munkahelyenként változó, de gyakran magas fokú szaktudást és főleg nagy gyakorlatot igénylő ismereteket. A szakmai tanfolyamokon való részvétel adminisztratív biztosítása mellett sokkal nehezebb volt szükség esetén — főleg a kezdeti időkben — a jelentős hányadú, 8 osztályt nem végzett dolgozók általános iskolai beiskolázása. A munkások üzemközeli letelepedésének emelkedésével, a kétlakiak számának csökkentésével tudták ezt inkább elérhető közelségbe hozni, de elősegítette a tudás, a szakmai ismeretek elsajátítása szükségének felismerése is.

A jelentős szociális és kommunális beruházások ellenére erőteljesen éreztette hatását a csaknem két évig tartó csökkentett beruházási tevékenység. Jelentősebb új beruházásokra nem került sor, csak a meglevő szint megtartását tűzhették ki célul. Ennek ellenére kiemelkedőt nyújtottak a zalai olajipar dolgozói a dunántúli termelés ez idő alatti kétszeresére emelkedésével

* ZMB A. — 37. f./5.—283/1954.

(1953: 817 000 t; 1955: 1,6 millió t). Ezt tették akkor, amikor helyzetüket, munkakörülményeiket önmaguk „mostohának" nevezték.* E körülmények kialakulásában játszott szerepet a munkamorált rontó közellátási problémák mellett az is, hogy a megye iparában dolgozó munkások átlagkeresete ezekben az években jóval nagyobb mértékben nőtt a megye olajipari munkásságának béreinél [8].

Az MDP Központi Vezetőségének 1956. júliusi ülésén az új ötéves terv elfogadásakor reálisan határozták meg az ipari fejlesztés ütemét, s 50—52%-os ipari növekedést irányoztak elő [7]. Ez az olajiparban az eddigi csökkentett kutatási tevékenység kiterjesztésében mutatkozott meg leginkább, de hatása érződött a termelésben és egyéb ágazatokban is. Az olajipar előtt megcsillant új lehetőségek kedvezőbb fogadtatását segítette elő az iparág új, 1956. július 1-én bevezetett bérezési rendszere is. A magasabb életnívót biztosító bérrendezés politikai és egyéb hatását már nehezen lehetett lemérni az októberi ellenforradalmi események miatt.

A zalai olajmezők munkásainak döntő többsége helytállt az októberi napokban fegyelmezetten végzett munkájával. Az ellenforradalmi erők az olajiparon belül — néhány zavart keltő megmozdulást kivéve — csupán egy alkalommal fordultak a munkabeszüntetés eszközéhez, s a Központi Olajipari Munkástanács döntése alapján az üzemi munkástanácsok november 5-ére leállították a termelést. A Munkástanács helytelen döntésének felismerése után gyors intézkedéseket tettek a termelés leggyorsabb visszaállítására. Nagyobb súllyal esett latba a külső szemlélőként megnyilvánuló passzivitás, ami a munkafegyelem megbomlását segítette elő. A falujához jelentősen kötődő munkások ugyan nem vettek részt aktív ellenforradalmi megmozdulásban, de a minden téren jelentkező passzivitásuk még az 1957 elején bekövetkezett konszolidáció idején sem változott meg egészen. A munkafegyelem fokozatos visszaállítása megvalósult, de az események által megbolygatott gondolkodásmódot még sokáig nehéz volt újra a helyes mederbe terelni.

A statisztikai adatok vizsgálatából kitűnik, hogy az olajtermelés jelentősen csökkent, és az 1957. évi termelés alig érte el az előző évi termelés 50%-át (1,2 millió, illetve 650 ezer t.) A november eleji időszakos üzemleállás erősen éreztette ebben hatását, azonban döntően az játszott főszerepet, hogy az olaj nagyobb részét adó nagylengyeli mező addigi erőltetett ütemű termeltetése, az elvizesedés első jeleinek mutatkozása következtében az általános természetes hozamapadás már az ellenforradalmi eseményeket jóval megelőzte [9].

A termeléscsökkenés — igen jelentős méretei ellenére is — nem az olajbányász dolgozók számlájára írható. Helytállásukat mi sem bizonyítja jobban, minthogy a sokáig még bizonytalannak tűnő és felkavart gondolkodásmód mellett is fokozni tudták a termelést a dél-zalai mezőkön, csökkentve ezzel a nagylengyeli mező vizesedés okozta kiesését, s biztosították 1956 telén Budapest zavartalan gázellátását.

*

A munkás-paraszt kormány, a párt helyes és következetes politikája következtében a megye ipara 1957 végére lényegében kiheverte az ellenforradalom által okozott károkat, ezzel egyben új fejezet kezdődött a megye életében. A gazdasági és társadalmi konszolidálódás eredményeként az 1958-tól megindult hároméves tervben a szocializmus építésének meggyorsításával fontos feladat lett az ország gazdasági szerkezetének korszerűsítése, a termelékenység fokozása. A nagy feladatok megvalósítása, a helyzet jobb felmérése érdekében az MSZMP vezetősége elsődleges helyet adott a munkásosztály támogatásának maradéktalan visszaszerzésére, a párt és a munkásosztály egymás közötti viszonyának rendezésére [10]. Az 1958. évi, a munkásosztály helyzetéről szóló jelentés igen alapos és részletes képet adott — és ad ma is — munkásságunk gazdasági, politikai, ideológiai és kulturális helyzetéről. A határozat kedvező visszhangot váltott ki a megye munkássága körében, és erősítette azt a bizakodó légkört, ami az ellenforradalom utáni helyes pártpolitika hatására kialakult.

A munkásosztály számbelileg jelentősen megnőtt, s a munkások száma 1949—1957 között országosan 80%-kal gyarapodott. (Zalában ez kb. 110% körüli érték volt.) A munkásosztálynak a táradalomban elfoglalt helye, súlya, szerepe ezzel együtt megváltozott, megnövekedett. A munkásság — és ezen belül Zalában az olajipari munkásság — életkörülményeinek, a munkához való viszonyának és a társadalmi termelésben elfoglalt helyének vizsgálata időszerű és fontos volt, mivel ennek pozitív vagy negatív irányú alakulása a napi munka területén érezteti leginkább hatását. Az életkörülmények kedvező alakulása jelentős mértékben összefügg végső soron az iparág termelési mutatóinak alakulásában is.

A vizsgálat ugyanakkor addig is ismert, de a tudomásulvételnél vagy néhány intézkedésnél gyakran tovább nem jutott problémát vetett fel: a megye kb. 17 000 fős ipari munkásságának $^2/_3$-át kitevő jelentős hányad faluhoz való kötődését, ill. az ezzel kapcsolatos, erősen behatárolt kulturális és általános művelődési érdeklődés igényét. Ez fokozottabban érvényesült a megye olajiparában, amely a megye városaitól, ipari központjaitól távol, a megye ipari munkásságának 43—45%-át foglalkoztatta, meglehetősen decentralizált területi megoszlásban.

A 50-es évek munkássága jelentős fejlődésen ment keresztül, s a mezőgazdaságból az iparba való átlépés a munkaterület változása mellett életforma-változást is jelentett, azonban a rövid ipari múlttal bíró munkásság jelentős részénél a kétlaki életforma kialakulásához vezetett [10]. A zalai gyors iparimunkásszám-felfutás — mint nem hagyományosan ipari megyében — számos ebből fakadó problémát okozott, amit ekkor főleg az olajipari munkásság 1950-től tartó fejlődésén keresztül lehetett lemérni. Jellegében hasonló utat járt be, és jár be ma is a megye ipari munkássága. A megye ipari munkásságának 35—40%-a kétlaki munkás volt a vizsgálat időpontjában, ami Zalában nemcsak a munka- és lakóhely különválását jelentette, hanem emellett a háztáji kereteket jóval meghaladó mezőgazdasági tevékenységet is. Ez az arány az olajiparban még a 60-as években is megközelítette a 65—70%-ot, s a városokban, ill. az üzemi lakótelepeken kívül lakó törzsgárdatagok között is jelentős a számuk. Tehát a 8—12 évi ipari jellegű munkavégzés mellett megtartották és művelték zömében 1—5 holdas földjeiket, s ha az a termelőszövetkezetbe került, a szabadságukat és minden szabadidejüket valamelyik családtag munkaegységének gyarapítására használták fel. Az életforma megváltozása tehát igen lassú folyamat, s főleg a falusi életmód mellett megmaradó fiatal múltú ipari munkásságunk e hányada részére igen hosszú és problémákkal terhes.

A 50-es évek végétől a termelésnövelés extenzív, a foglalkoztatottak számával is szoros kapcsolatot tartó emelkedése mellett az alkalmazott technika is igen gyors ütemű fejlődésen ment keresztül. Ezzel lépést tartva növekvő szükség volt a dolgozók szakmai tudásának emelésére, szakmai és ideológiai továbbképzésére. Az olajiparban a természetes hozamapadás korszerű eszközökkel való csökkentése, az intenzív műszaki fejlesztés végrehajtása egyre magasabb szaktudást, hozzáértést igényel a fizikai dolgozóktól is.

Az iparágban hagyományos szakmunkásképzés igen fontos összekötő kapocs az olajipari dolgozó és üzemi munkahelye között. Míg a megye üzemeiben a vizsgált időszakban a munkások átlag 8—10%-a vett részt szakmai továbbképzésben, a megyei olajipari átlag 20—25% között mozgott. Ennek köszönhetően kiemelkedően magas a munkások között a szakmunkások aránya.**

A megyei kép ennek ellenkezőjét mutatja, elsősorban a szakképzetlen és főleg betanított munkával alkalmazott munkaerő egyre növekvő aránya következtében. Így elmondhatjuk, hogy a megyében talán az olajipar volt az egyetlen olyan iparág, amely lépést tartva az állomány növekedésével biztosítani tudta annak magas szintű szakmai alap- és továbbképzését.

A megye iparának általános fejlődését a 60-as évek elején a folyamatos, de lassú ütemű növekedés jellemezte. A megye ipari foglalkoztatási gondjain csak az 1964—65-öt követő gyors ütemű ipartelepítési tevékenység könnyített, s a növekedés ütemére jellemző, hogy 1965—70 közötti új foglalkoztatottak száma meghaladta az 1950—1965 közöttiek számát.

A nagyarányú számbeli gyarapodás következtében jelentősen csökkent a megye olajipari dolgozóinak aránya, s Zala munkásságának egynegyedét adta 1970-ben (34 100 ipari foglalkoztatottból 8260 olajipari dolgozó).

A magas olajipari foglalkoztatottsági szám mögött zömében férfi dolgozók állanak, mivel a nők aránya az olajipari üzemekben — beleszámítva az adminisztratív alkalmazottakat is — alig 10% körül mozog. A munka nehézségi foka és jellege miatt arányuk mindig igen alacsony maradt, s foglalkoztatottságukat csak igen kis részben oldotta meg a vidéki telephelyű üzemek mellett a felesleges női munkaerőre alapozott néhány könnyű-

* ZMB A. — 37. f./5.—363/1956.

** ZMB A. — 1. f. 1/3 öe/1959.

ipari üzem. Az olajipar bejáró dolgozóinak jelentős része csak egy keresettel rendelkezett, bár a családtagok egy része igen sok esetben a mezőgazdaságban dolgozott.

A zalai kőolajtermelés 1966-tól megindult csökkenése jelentős problémát okozott mind az ország energiastruktúrájának további korszerűsítésében, mind Zala megye ipari termelése egészében, a zalai olajipar dolgozói és szakemberei körében. Súlya és szerepe az iparágnak változatlanul meghatározó a megyében, s mind termelésére, mind magas fokúan végzett munkásgárdájára a megyének is szüksége van. A zalai olajmezők természetes hozamapadása, valamennyi következményével már a kezdettől fogva „húsbavágóan" érintette — és érinti ma is — a megyét. Míg az olajiparnak elsődlegesen ez műszaki kérdés, a megye számára jelentős politikai kérdésnek is számít, mivel a munkásság törzséről van szó. A zalai olajipar megváltozott helyzetének értékelésekor és feladatainak meghatározásakor figyelemmel kell lenni az iparág országos szintű feladataira, célkitűzéseire, de szükséges figyelemmel lenni a sajátosan kialakult és alakuló zalai viszonyokra is. Az itteni olajiparban sok magas szakképzettségű munkás és műszaki képzettségű dolgozó nőtt fel, akik kellő gyakorlattal rendelkezve az egész ország olajiparának ügyét szolgálják. De igen lényeges szempont a megyében lekötött több milliárd forint értékű eszközállomány is, annak további hasznosítása, célszerű felhasználása.

A zalai szénhidrogén-termelés alakulásának, további sorsának kérdése került számos iparági, megyei, politikai és gazdasági, sőt országos fórum elé a 60-as évek második felében. De ezt akkor már más tényezők, események is befolyásolták.

Különösen hangzik, de ezek között a legjelentősebb hatást a 60-as évek elején az alföldi területekre koncentrálódó kutatások, majd az ott megindult termelés jelentette. A Zalából átirányított kutatóberendezések munkásai, köztük a sokéves vagy több évtizedes gyakorlattal rendelkező törzsgárda tagjai is, egyre nagyobb számban hagyták el vállalatukat, vállalva a kevesebb fizetésű, de otthonközeli más jellegű munka végzését is.* A személyi, szociális és munkabérgondok ellenére nagyobbik részük azonban kitartott, példát mutatva munkásöntudatból és szakmahűségből. Bizonyos kényszerítő erőt jelentett azonban, hogy a képzett, de speciálisan olajipari szakmunkát végzők jelentős hányada más munkahelyen csak mint segéd- vagy betanított munkás jöhetett számításba. Az Alföldre történő átáramlás, az ottani termelés gyorsuló növekedése és tágabb perspektívái hatására jelentős számban érintette már a munkások mellett a műszakiakat is. Az alföldi intenzívebb kutatás és termelés beindításához ők adták a szakemberek nagy hányadát, akik megmaradva az olajiparban, a zalai olajbányászok hosszú évtizedes tapasztalatait vitték tovább. A zalai olajipari foglalkoztatottsági gondok miatt a távoli Alföldön munkát találók jelentős számot képviseltek és képviselnek ma is, vállalva az ország egyik leghosszabb útvonalú ingázását, s a nehéz fizikai munka melletti meglehetősen mostoha életmódot.

A termeléscsökkenés hatását a felélénkülő, az olajipart negatívan érintő munkaerő-vándorláson is le lehetett mérni. Az Alföldre történő átirányítás, ill. vándorlás mellett igen jelentős számban léptek ki a vállalatoktól, megelőzni vélvén a várható létszámcsökkentést. Az olajipari munkában kialakult munkás- és szakembergárda megválván az olajipartól, az ipar más ágazataiban elhelyezkedve járult hozzá Zala megye szakemberhiányból adódó gondjainak megoldásához. A más vállalatokhoz történt átirányítás zömmel tudatos, tervszerű munkaerő-gazdálkodással valósult meg. Emellett a zalai olajipari vállalatok politikai és gazdasági vezetése is sokrétű intézkedést tett munkáslétszámuk megőrzésére; új profilokat alakítottak ki, elősegítették az olajipari szerelő-szolgáltató tevékenység fokozását, de hasonló munkát végeztek és végeznek ma is nem olajipari üzemek, vállalatok részére is.

Mindezek mellett, mind a fúrási üzemben, mind a termelővállalatnál a propaganda és az agitációs tevékenység javításával igyekeztek hozzájárulni a vállalati dolgozók kb. $^2/_3$-át kitevő munkás- és műszaki törzsgárda megtartásához. A növekvő energiaszükséglet kielégítéséhez tovább folynak azonban a zalai kutatások, amelyek már konkrét eredményeket is produkáltak. Ezért is felbecsülhetetlen kár lenne megválni az igen nehezen pótolható szakmunkások csak egy részétől is.

A 60-as évek végén az olajipar országos vezetői, a megye párt- és állami vezetői, a vállalatok irányítói, támaszkodva az elvégzett vizsgálatok eredményeire, helyesen látták, hogy a másodlagos olajtermelés módszere gazdaságos, és hozzá országos gazdasági érdek fűződik. Igazolta ezt a közelmúltban végbement nemzetközi olajválság és az olajárak emelkedése, s ma a Zalában másodlagos módszerrel végzett termelés a jelentős ráfordítások mellett is a gazdaságossági határértéken belül marad. Ezt elősegítette az is, hogy a megye legjelentősebb olaj- és gázlelőhelyei mind nagy értékű termelőberendezésekkel, út- és vezetékhálózattal, műhely- és irodaépületekkel, lakótelepekkel, szociális és kulturális létesítményekkel jól ellátottak. A kutatás és a másodlagos termelési módszer felhagyásával, az elsődleges termelés fokozatos befejezésével nagy tömegű, országos szinten is jelentős létesítményeket kellene felszámolni, s szükségessé válna a munkásgárda zömének áttelepítése az alföldi területekre, vagy elhelyezése más iparágakban [11].

Az olajtermelés csökkenésével fogalmazódott meg a kérdés: van-e jövője a szénhidrogéniparnak Zalában? Az elvégzett vizsgálatok, műszaki, gazdasági és politikai elemzések alapján alakult ki a sokakat érintő álláspont, amelynek alapján elmondható, hogy a múlt és a jelen mellett jövője is van Zalában az olajiparnak. A kutatás, feltárás és termelés módszereit továbbfejlesztve jelentős, ma még ismeretlen tartalékok tárhatók fel, s az sem véletlen, hogy a zalai olajvidéken indították be az első nagymélységű fúrásokat. A mind korszerűbb módszerekkel végzett termelés is elősegíti az olajmezők élettartamának megnövelését. A természetes termeléscsökkenés ellensúlyozására hatékonyabbá kell tenni a gépipari és szolgáltató tevékenységet is, amely biztosítja a meglevő, nagy múltú olajipari szakmunkás- és műszaki gárda hosszabb távú biztos foglalkoztatottságát.

* ZMB A. — 54. f. 1/2 öe/1967.

IRODALOM

[1] *Páldy R.*: Dél-Zala 1938. Zalai Tükör *2* (1974).
[2] *Csath B.—Iharos M.*: Az 1921—1923-ban lemélyített első budafapusztai mélyfúrás. Kőolaj és Földgáz *1* (1973).
[3] *Papp S.*: A Magyar—Amerikai Olajipari Részvénytársaság földiolaj- és földgázkutatásai a Dunántúlon. Bányászati és Kohászati L. *9* (1939).
[4] *Németh A.*: A Zala megyei kőolajbányászat 1946—1949 között. Tanulmányok Zala megyéről 1945—1970, Zalaegerszeg, 1971.
[5] *Kéner J.*: Pártharcok Zala megyében 1944—1948. Tanulmányok Zala megyéről 1945—1970. Zalaegerszeg, 1971.
[6] *Berend T. I.*: A szocialista gazdaság fejlődése Magyarországon 1945—1968. Budapest, 1974.
[7] A magyar forradalmi munkásmozgalom története. Budapest, 1972.
[8] Zala megye statisztikai évkönyve 1952—1955. KSH Zala m. Ig. 1957.
[9] *Czakó F.*: A nagylengyeli olajmező elvizesedésének okai. Bányászati L. *4* (1958).
[10] *Illés J.*: A magyar munkásosztály belső rétegződésének néhány problémája. Társadalmi Szemle *11* (1970).
[11] Szénhidrogén-termelés helyzete Zala megyében. KSH Zala m. Ig. 1967.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Szén-dioxidos gázt szállító távvezeték a DKFV-nél

A Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatnál folyamatban levő szén-dioxidos másodlagos művelés kiterjesztése során 1975-ben művelés alá vonták a Lovászi mező egy részét. A műveléshez szükséges nagy szén-dioxid-tartalmú gázt távvezetéken szállítják a budafai mező CO_2-termelő kútjaiból. E célra 15,8 km hosszú, 150 mm névleges ⌀-jű távvezetéket építettek. A szállításra kerülő gáz mennyisége 0,6 millió nm³/nap, összetétele:

80,45 % CO_2,
0,06 % H_2S,
2,26 % H_2,
15,81 % CH_4,
1,42 % C_2H_6+.

A vezeték tervezett nyomása 150 att. Anyaga MSZ 99 melegen hengerelt, A52K anyagminőségű cső. A biztonsági tényezőket 1,4—2,5 között, a korróziós ráhagyást 3 mm-rel vették figyelembe.

A vezetéket 1975. október 4-én helyezték üzembe, és kezdték meg a lovászi üzem keleti területén a CO_2-gáz besajtolását. Az indítónyomás 130 att, az érkezőnyomás 120—110 att. Belső korrózióvédelem céljából megfelelő időközönként könnyűolajos átöblítést alkalmaznak.

Dallos Ferenc
osztályvezető
(DKFV, Gellénháza)

PANTÓ DEZSŐ
1884—1975

A pátriárkák bölcsességével és szerénységével — ahogy élt is —, csendesen távozott az élők sorából PANTÓ DEZSŐ, a „három Magyarország" bányászatát olthatatlan szakmaszeretettel és bányászhűséggel szolgált vasdiplomás bányamérnök.

Több, mint kilenc évtizedet átívelő élete munkásságának fókuszában — a Selmecen 1907-ben szerzett bányamérnöki oklevéllel tarsolyában, s az erdélyi aranybányászatnál eltöltött kezdőévek, majd első világháborús katonáskodását követően — a magyar ércbányászat szolgálata állott. Verespatak, Dobsina, Recsk arany- és tarkaércbányái, a duna—dráva—murai kincstári aranykutatások vezetése és eredményeinek summázása, később — miniszteri biztosként — az átmenetileg visszakerült nagybányai és erdélyi nemesfémbányászat reorganizálása, a Pénzügyminisztérium Bányászati Osztályának irányítása voltak maradandót alkotó tevékenységének mérföldkövei, hogy a felszabadulás után — már 1942-től nyugdíjban — az egercsehi szénbánya újraindításánál és a vájártanárképző iskola tanáraként kamatoztassa sokrétű elméleti és gyakorlati tudását.

Mi most itt mégis PANTÓ DEZSŐ-re, a tudományosan megalapozott magyar szénhidrogén-kutatás egyik úttörőjére emlékezünk!

A természetes gázömlések alakjában az Erdélyi-medencében már emberemlékezet óta ismert földgáz intenzív kutatása 1908 februárjában kezdődött el id. *Lóczy Lajos* kezdeményezésére. A Kissármás határában *Papp Károly* által kitűzött második fúrásból 1909. január 12-én hatalmas erővel feltört, 99,25% CH_4-t tartalmazó földgáz tárta fel az akkor világhírű erdélyi földgázmezőket. A részletesebb geológiai kutatásokban, a földtani és tektonikai térképek elkészítésében részt vett a Földtani Intézet szolgálatában állott fiatal bányamérnök, PANTÓ DEZSŐ is.

Az első világháború után összezsugorított Magyarország az 1911. évi VI. törvénycikkel állami monopóliummá tett szénhidrogének költséges kutatását a világ akkor egyik legtőkeerősebb külföldi kőolajkonszernje, az Anglo Persian Oil Co. Ltd. kutatóvállalata, a D'Arcy Exploration Co. Ltd.-nek adta bérbe három esztendőre. Az angolok által 1921-ben alapított, s *Böhm Ferenc* bányamérnök, miniszteri osztályfőnök vezetése alatt létesült Hungarian Oil Syndicate Ltd. kutatóvállalat geológiai munkálataiba kapcsolódott be többedmagával PANTÓ DEZSŐ is. A *Böckh Hugó* geológiai tanácsadó irányításával működő szakemberek a Dunántúlon hét antiklinálist — köztük több, később produktív telepet tartalmazót — nyomoztak ki. Köztudott, hogy a budafapusztai — akkor ütve működő módszerrel 1737 m-ig mélyített — fúrás alig pár száz méterre fekszik a *Papp Simon* által 1937-ben felfedezett budafai mező déli határától.

PANTÓ DEZSŐ tehát — Akit 1975-december 23-án a Farkasréti temetőben Egyesületünk, pályatársai, barátai, tisztelői és az Öreg Bányászok és Kohászok Társasága nevében dr. *Ember Kálmán* tiszteleti tag búcsúztatott —, a magyar kőolaj- és földgázkutatók első generációjához tartozott. Emlékét, mint az igényes, de példát mutató, atyai szívű elöljáró mintaképét kegyelettel megőrizzük és soha el nem felejtjük!

B. B.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Я. Румплер, геофизик: **Возбуждение сейсмических волн без взрыва — эксперименты по способу «вибросейс»* в ВНР** ..... **Стр. 65**

Потребность в сейсмических исследованиях с целью поисков нефтеносных структур возрастает во всем мире. В интересах удовлетворения этой потребности увеличивалось число исследовательских партий, значительно повысился научно-технический уровень сейсмического метода и расширился ассортимент средств и приборов. За прошедшее десятилетие значительные результаты были достигнуты и в области развития методов возбуждения энергии. В интересах возможностей применения обзор и сопоставление разработанных принципов является важной задачей.
Особого внимания заслуживает способ «вибросейс», короткий принципиальный обзор которого дает возможность провести более глубокий анализ первых отечественных экспериментальных исследований с точки зрения как методики, так и поиска структур.

Д-р *А. П. Силаш*, горный инженер, к. т. н.: **Совместная работа водоносного горизонта и водяной скважины Стр. 72**

Водоносный горизонт и эксплуатирующая его глубокая водяная скважина представляют собой связанную, последовательно включенную гидравлическую систему. Требуемый и самый экономный отбор воды можно запроектировать и достигнуть только при знании закономерностей работы отдельных элементов, а также совместной работы системы в целом. В статье систематизируются закономерности совместного действия и приводятся способы проектирования отборов при фонтанировании скважины и эксплуатации эрлифтом. На цифровом примере показывается проектирование эрлифтной эксплуатации водяной скважины, дающей воду, не содержащую газ, с учетом минимального удельного расхода воздуха и максимального отбора воды при заданном потоке рабочего агента.

* Патент Continental Oil Company

И. Рицан, инж. хим. машиностроения: **Исследование поршневых компрессоров Томасен ТЕС-15 с точки зрения динамики и техники смазки** ..... **Стр. 77**

С точки зрения эксплуатации необходимо строго относиться к параметрам номинального рабочего давления поршневых компрессоров. Отклонение от этих данных допускается только при положительных результатах очень точных контрольных расчетов относительно новых условий усилий, охватывающих все конструкционные элементы кривошипного механизма компрессора. Приводится практический пример для доказательства вышеизложенного, методологические моменты исследования специальной проблемы и результаты этого исследования.

В конце, из всех подходящих (жизнеспособных) решений автором выбирается соответствующее мероприятие в интересах решения технической проблемы.

Й. Сабо, инж.-механик химического машиностроения: **Контроль коррозии в установках, работающих с применением технологии гидрогенизации** ..... **Стр. 82**

Технологическое оборудование реакторного блока установки каталитического риформинга бензина НПЗ Комаром (Komáromi Kőolajipari Vállalat) было изготовлено из низколегированного конструкционного материала.
В результате непрерывной работы в течение 10 лет стальные материалы, содержащие 2,5% Cr и 1,0% Mo, потеряли свою прочность. Разрыв или допускаемая остаточная деформация обнаружилась раньше срока величиной одного порядка, предусмотренного стандартом, поэтому установку нужно было остановить.
Приводятся результаты исследований конструкционных материалов в сопоставлении с первоначальной характеристикой исходных сталей и делается важное заключение: состояние установок, работающих в условиях опасной технологии, необходимо регулярно контролировать и вывод поврежденного оборудования должен быть предусмотрен планом.

Вагнерне, Марта Вебер, физико-химик: **Контрольные измерения на катодно-защищенных сооружениях Стр. 86**

Перебой в производстве вследствие дефекта катодной защиты сам по себе не проявляется так однозначно, как аварии в канале связи или транспорте материалов. Поэтому бесперебойная, эффективная работа катодной защиты должна быть обеспечена путем проведения систематического контроля.
Эти контрольные исследования, имеющие повышенную важность, скрывают в себе ряд невыясненных вопросов.
В статье анализируются методы, рекомендуемые в спецлитературе для устранения ошибок, вызываемых падением *IR*-напряжения, которые систематически встречаются при измерении потенциалов. Одновременно обращается внимание специалистов на производственные условия при применении рекомендуемых методов.

Д-р *Г. Бенце,* историк, научный сотрудник: **Положение и роль рабочих нефтяной промышленности в районе Зала** ..... **Стр. 90**

В одном из самых отсталых и низко индустриализированных районов страны — в районе Зала — развертыванием нефтегазодобывающей промышленности в 30-х годах создались благоприятные условия как для индустриализации района, так и для формирования рабочего класса крупной промышленности.
Национализация, а за ней разведка и разработка нефтяного месторождения Надьлендел вплоть до середины 60-х лет оказывали значительное влияние на состояние промышленности района и даже определили его.
Хотя в реультате общей индустриализации района и перемещения центра тяжести добычи углеводородов на Альфёлд влияние нефтяной промышленности на экономическую и политическую жизнь района снизилось, ее роль по прежнему останется решающим фактором.

*

Dipl. Geophysiker *János Rumpler:* **Über seismische Energiequellen ohne Sprengstoffe — VIBROSEIS*-Versuche in Ungarn** ..... **S. 65**

Die Anfrage nach seismischen Messungen für Erdölforschung nimmt in der ganzen Welt zu. Zwecks Befriedigung derselben wurde die Anzahl von Messgruppen erhöht, das wissenschaftlich-technische Niveau der seismischen Methoden wesentlich erhöht und das Sortiment an Instrumenten und Geräten erweitert. Auch bei der Entwicklung der Energieerregungsmethoden wurden im vergangenen Jahrzehnt bemerkenswerte Erfolge erzielt. Ein Überblick der entwickelten Prinzipien und ein Vergleich derselben miteinander stellen im Interesse der Anwendungsmöglichkeiten eine wichtige Aufgabe dar.
Die VIBROSEIS-Methode ist besonders beachtenswert. Ein kurzer prinzipieller Überblick derselben ermöglicht eine gründlichere Analyse der ersten in Ungarn durchgeführten methodischen und Strukturforschungs-Versuchsmessungen.

* Ein Patent der Continental Oil Company

Dr.-Ing. *A. Pál Szilas,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **Zusammenarbeit zwischen einer Wasserlagerstätte und einer tiefen Wassersonde** ..... **S. 72**

Die Wasserlagerstätte und die daraus fördernde tiefe Wassersonde bilden ein zusammenhängendes, in Reihe geschaltetes hydraulisches System. Die vorgeschriebene, bzw. die am wirtschaftlichsten produzierbare Wasserförderrate kann nur dann geplant und realisiert werden, wenn die Gesetzmässigkeiten der Elemente des Systems, und der Zusammenarbeit desselben bekannt ist. Der Beitrag fasst die Gesetzmässigkeiten der Zusammenarbeit in ein System und beschreibt Methoden zur Produktionsplanung bei eruptiver und Air-Lift-Produktion. Anhand eines numerischen Beispiels wird gezeigt, wie die Air-Lift-Produktion einer gasfreies Wasser fördernden Wasserbohrung geplant werden soll, wenn gewünscht wird, eine Wasserrate mit niedrigstem spezifischem Luftverbrauch, bzw. die mit dem gegebenen Luftstrom erreichbare höchste Wasserrate zu erzielen.

Dipl.-Ing. *István Riczán:* **Dynamische und schmierungstechnische Überprüfung eines Kolbenkompressors Thomassen TEC—15 in Kardoskút** ..... **S. 77**

Nenndruckparameter von Kolbenkompressoren sollten betriebsseitig streng behandelt werden. Eine Abweichung von diesen Angaben darf nur im Falle positiver Ergebnisse einer sich auf die neuen Kräfteverhältnisse beziehenden, ausserordentlich genauen betriebskundlichen Kontrollberechnung genehmigt werden, die sich auf alle Bauteile des Kurbelmechanismus des Kompressors erstreckt.
Obiges wird anhand eines praktischen Beispiels bewiesen. Methodische Momente der Untersuchung eines auftretenden Problems und die Resultate der Untersuchung werden vorgeführt.
Schliesslich wählt der Verfasser die beste der entsprechenden Lösungen aus, durch die das technische Problem gelöst werden kann.

Dipl.-Ing. *József Szabó:* **Kontrolle der Korrosion bei mit Hydrierungstechnologien arbeitenden Einrichtungen** ... **S. 82**

Im katalytischen Benzinreforming-Betrieb des Komáromi Kőolajipari Vállalat sind die technologischen Einrichtungen des Reaktorblocks aus Werkstoffen niedriger Legierung gebaut.
Im Laufe eines kontinuierlichen Betriebs von etwa 10 Jahren haben die Stähle mit 2,5% Cr und 1,0% Mo Gehalt ihre Festigkeit verloren. Brüche, bzw. zulässige bleibende Formänderungen traten in um eine Grössenordnung kürzeren Zeitabschnitten auf als in der Norm vorgesehen, darum musste der Betrieb stillgelegt werden.
Der Beitrag führt Untersuchungsergebnisse der Werkstoffe, mit Werten der originellen Stählen verglichen mit der wichtigen Feststellung vor, dass der Zustand der mit einer gefährlichen Technologie arbeitenden Betriebe regelmässig kontrolliert und das Ausheben der beschädigten Einrichtungen aus der Produktion im voraus geplant werden muss.

Frau Dipl.-Phys., Dipl.-Chem. *Martha Wagner:* **Kontrollmessungen an katodisch geschützten Strukturen** ..... **S. 86**

Die Unvollkommenheiten des katodischen Schutzes zeigen sich von sich selbst nicht so eindeutig, als Betriebsunterbrechungen eines Nachrichtenübertragungs- oder

Materialtransportskanals. Darum muss das kontinuierliche und wirksame Funktionieren des katodischen Schutzes durch eine regelmässige Kontrolle verwirklicht werden.
Diese Kontrolluntersuchungen sind, obschon sie in erhöhtem Masse wichtig sind, durch viele ungeklärte Fragen belastet.
Der Beitrag analysiert die in der Fachliteratur vorgeschlagenen Methoden zur Beseitigung eines regelmässigen Fehlers der Potentialmessung, d. h. des durch den *IR*-Spannungsabfall verursachten Fehlers und macht auf die Betriebsbedingungen aufmerksam, die bei einer Anwendung der vorgeschlagenen Methoden in Anschlag gebracht werden müssen.

Dr. *Géza Bencze*, Geschichtsforscher: **Über die Lage und Rolle der Arbeiterschaft der Erdölindustrie im Komitat Zala** ..... **S. 90**

In einem der rückständigsten und industriell ärmsten Komitate Ungarns, im Komitat Zala, hat sich die Erdöl- und Erdgasindustrie in den dreissiger Jahren verbreitet und damit sowohl für die Industrialisierung des Komitats, wie auch zur Herausbildung einer grossindustriellen Arbeiterschaft eine günstige Lage geschaffen.
Nach der Verstaatlichung und später nach der Erschliessung des Erdölfelds Nagylengyel hat die Erdölindustrie bis zu den sechziger Jahren die Lage der Industrie des Komitats wesentlich beeinflusst, ja sogar bestimmt.
Der Einfluss der Erdölindustrie auf das wirtschaftliche und politische Leben des Komitats hat mit der allgemeinen Industrialisierung des Komitats, bzw. mit der Verlagerung des Schwerpunktes der Kohlenwasserstoff-Förderung auf die grosse ungarische Tiefebene vermindert, aber er wird noch für eine lange Zeitperiode entscheidend bleiben.

*

János Rumpler, Geophysicist: **Seismic energy sources without explosives—VIBROSEIS* experiments in Hungary**....p. **65**

Demands for seismic measurements for petroleum exploration are increasing all over the world. To satisfy these needs the number of crews has grown, the scientific and technological level of seismic methods has improved and the variety of instrumentation and equipments has enlarged. Significant results were also gained in seismic signal generation during the past decade. In view of the utilisation of possibilities at disposal the comparison of developed principles and their investigation is an important task.
Special attention is due to the VIBROSEIS method. Through a brief review the article makes possibile to give detailed analysis of the first experiments carried out in Hungary to study the application of field technology for geological exploration purposes.

*Trade and Service mark of the Continental Oil Company.

Dr. *A. Pál Szilas*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: **Co-operation between a water reservoir and a deep water well** ..... **p. 72**

The water reservoir and the deep water well producing from it constitute an integrated hydraulic system connected in series. The specified water yield and that obtainable in the most economic way, respectively, can only be planned and realized if the regularities of the system elements and of their interaction are known. The study summarizes the regularities of the interaction of a system and provides methods for production planning in case of flowing and air-lift production. By means of a numeric example, it is shown how the air-lift production of a water well producing gasfree water should be planned if it is intended to produce water at the smallest specific air consumption and/or to attain a maximum water rate by the given air flux.

István Riczán, Mech. Eng.: **Dynamical and lubrication checking of Thomassen TEC—15 reciprocating compressor at Kardoskút** ..... **p. 77**

The nominal operational pressure parameters of reciprocating compressors are to be handled strictly from the operator's view-points. Deviation from these data may be permitted only in case of a positive result of extremely accurate checking calculations pertaining to the new force relations covering all structural members of the crank mechanism of the compressor.
The article presents a practical example to prove the above. Methodological features of the examination of a special problem arisen and results of the examination are shown.
From among the acceptable solutions the author selects the best one to solve the technical problem.

József Szabó, Mechanical Eng. in the Chemical Industry: **Checking corrosion arising in units operating with hydrogenating technologies** .....**p. 82**

The technological equipment of the reactor block in the catalytic gasoline reforming plant of Komáromi Kőolajipari Vállalat are made of low-alloy structural materials.
During a continuous operation of about 10 years, the steels containing 2,5% Cr and 1,0% Mo have lost strength. The burst and/or the permissible permanent set have occurred in times by an order of magnitude shorter than those permissible in the standards and therefore plant operation had to be stopped.
Compared with the values of the original steels, examination results obtained on structural materials are shown with the important conclusion that the condition of the plants operating with a dangerous technology should systematically be checked and the removal of damaged equipment from production lines should be planned in advance.

Mrs. *Martha Wagner*, Physicist and Chemist: **Check measurements on strukctures protected cathodically** ..... **p. 86**

Breakdowns arising from the inefficiency of cathodic protection do not present themselves as unambiguously as those of a communication of material transport channel. Therefore, the continuous and efficient operation of cathodic protections should be realized by systematical checking.
These check measurements involve a number of unelucidated problems. They nevertheless are of high importance.
Methods suggested in literature for eliminating one of the systematical defects of potential measurement, i.e. of that caused by *IR* voltage drop, are analyzed. Attention is drawn to the plant conditions to be reckoned with when employing the suggested methods.

Dr. *Géza Bencze*, Historian, Scientific Research Worker: **Situation and role of oil workers in Zala County**..... **p 90**

In the thirties, the petroleum and gas industry has gained ground in Zala County, one of the most underdeveloped, non-industrial regions of Hungary creating favourable conditions for both the industrialization of the County and for the development of the industrial working class.
After the nationalization and, later on, after the development of Nagylengyel oil field, up to the mid-sixties, the situation of the County's industry has considerably been influenced and even determinde by the petroleum industry.
Although the influence of the petroleum industry on the economic and political life of the County has been decreased by the general industrialization of the County and by shifting the main point of the hydrocarbon production onto the Great Hungarian Plain, this influence will remain of importance for a long time.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁSOK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya pályázatot hirdet a kőolaj- és földgázipar területéhez tartozó témájú tudományos, műszaki és gazdasági jellegű, eddig fel nem dolgozott tárgyú — az eredményhirdetés napjáig máshol nem ismertetett, nyilvánosságra nem hozott, vagy közlésre át nem adott — pályaművekre. Pályázni egyénileg vagy csoportosan készített tanulmányokkal lehet. Egy személy vagy csoport két tanulmányt küldhet be a pályázatra. A pályázat titkos, csak jeligével beküldött pályaműveket fogadunk el. A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait a pályaművel azonos jeligéjű zárt borítékban mellékelni kell.

A pályázatokat két példányban az Egyesület titkárságára: 1368 Budapest, Pf. 240. postán kell beküldeni.

Beküldési határidő: 1976. május 31.

Pályadíjak:

I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 3 db, egyenként 2000 Ft.

A pályamunkák megfelelő értékelése érdekében az elbírálásnál egységes szempontokat kívánunk figyelembe venni. Ennek során az önállóságot, a megoldás tudományos-műszaki színvonalát, az alkalmazástól várható műszaki-gazdasági eredményt és az aktualitást kívánjuk elsősorban figyelembe venni.

A pályázati kiírást fentiekben, tekintettel arra a nagy területre, amely a szakosztály tagjainak tevékenységi és érdeklődési köréhez tartozik, általános formában adtuk meg. Reméljük ez tagtársaink, de különösen szakosztályunk fiatalabb tagjai számára elősegíti, hogy a pályázaton minél nagyobb számban vegyenek részt.

Budapest, 1975. december hó.

Hangyál János — a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos — a pályázati ügyek felelőse

*

A Magyar Olajipari Múzeum, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

TÖRTÉNETI PÁLYÁZATOT HIRDET

A pályázat célja: a magyar olajipar társadalma mind szélesebb rétegeinek motiválása a magyar olajipar életével, történetével kapcsolatos anyaggyűjtésre, illetve feldolgozásra.

Pályázni lehet minden, a pályázati kiírás után megjelent vagy kiadatlan, egyéni vagy kollektív pályamunkával: *üzem- vagy vállalattörténettel; üzemi-vállalati krónikával; saját vagy gyűjtött visszaemlékezéssel; olajipari események vagy történetek leírásával: eredeti dokumentumokkal, technika- és alkalmazástörténet feldolgozásokkal.*

A pályázat titkos és így azon csak jeligével beküldött munkák vehetnek részt. A pályamű szerzőjének adatait lezárt, azonos jeligéjű borítékban kérjük mellékelni.

A pályamunkákat a hirdető intézmények képviselőiből alakított bizottság bírálja el.

Pályadíjak:

I. díj 1 db, 5000 Ft,
II. díj 2 db, egyenként 3500 Ft,
III. díj 4 db, egyenként 2000 Ft.

A bíráló bizottság dönthet a díjazatlan munkák jutalomban való részesítéséről is.

A meghirdetőknek joguk van a díjazott és jutalmazott pályamunkák megjelentetésére.

Beküldési határidő: 1976. április 15.

Ünnepélyes eredményhirdetés: 1976. július hó.

A legértékesebb munkákból és dokumentumokból a 40 esztendős zalai kőolajkutatásról rendezendő megemlékezés alkalmából kiállítást tervezünk.

Zalaegerszeg—Budapest, 1975. december hó.

Magyar Olajipari Múzeum — Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt — OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya

FELÜGYELETET NEM IGÉNYLŐ TETŐTÉRI KAZÁNTELEP
(FTK tip. sorozat)

A kazántelep felügyeletet nem igénylő, elsősorban tetőtéren elhelyezett

gázkazánházak létesítésére szolgál

A kazánok vezérlése teljesen automatikus, a kazánoldali hőteljesítményt léptető kapcsolás állítja be a külső hőmérséklet függvényében. Az előremenő víz hőmérsékletének szabályozása arányos-integráló jellegű.
A napi fűtési ciklusok előre programozhatók. Az üzembiztonságot a kazánonként felszerelt lángőrök szolgálják.
A kazántelep szivattyús központi fűtési rendszerek kialakítására alkalmas.

Főbb részei: — kazánok
— keringető szivattyúk
— vezérlő automatika

A kazántelep gáz-, víz- és elektromos vezetékeit gyárilag szerelik össze az alapkeretre felerősített kazánokkal és szivattyúkkal. Az alapkeretre szerelt és beszabályozott kazántelepet egy egységként lehet a helyére emelni. A helyszíni szerelés az előre megadott méretekre elkészített vezetékekhez való csatlakoztatásból áll.

Hőteljesítménye: 120 000 kcal/h-tól több millió kcal/h-ig

Gyártó vállalat: ALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI GÉPGYÁR, OROSHÁZA

Felvilágosítással szolgál:

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31. Levélcím: 1391 Budapest, postafiók 238.
Telefon: 290-020 Telex: 22-4997 Ügyintéző: Kiss Lóránt

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 97—128 oldal
BUDAPEST, 1976. ÁPRILIS HÓ
4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

35 éves a lovászi olajmező 97

TROMBITÁS ISTVÁN — Elnöki megnyitó beszéd a lovászi olajmező termelésének 35. évfordulóján, 1975. október 31-én tartott jubileumi ülésén 98

HANGYÁL JÁNOS — A lovászi kőolajmező termelésének 35 éve 100

BÁLINT VALÉR—SZITTÁR ANTAL — A lovászi mező művelési kérdései és a kihozatali tényező növelésének lehetősége 102

BÍRÓ ZOLTÁN — A lovászi mező szénhidrogén-termelésének gazdasági értékelése; időszerű feladatok 106

DÁVID LÁSZLÓ — Visszapillantás a lovászi fúrási és rétegkezelési műveletekre 108

BARABÁS LÁSZLÓ—BUDA ERNŐ — Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai 116

ALLIQUANDER ÖDÖN—CSABA JÓZSEF — Hozzászólás *Kuhn Tibor:* „A művelési tervváltozatok közötti gazdasági döntések elemzése a kockázat figyelembevételével" c. cikkhez *(Pruzsina János)* 122

GAÁL ANTAL 123

Egyesületi hírek. Ünnepi ülés a bányatörvény megalkotásának 15 éves jubileumán. Budapest, 1975. XII. 3. 122

Szakosztályi hírek. 2. Ifjúsági Szakmai Napok — Alkotó ifjúsági pályázat kiállítás 125

Hírek az üzemekből

Kis szilárdanyag tartalmú iszap üzemi kipróbálása 124

Kettős hatású polimerrel végzett üzemi kísérlet a DKFÜ-nél 124

Szabályozott vízleadású cementtej kísérleti alkalmazása 124

Kénhidrogént észleltek az algyői bázistelepek olajtermelő kútjaiban 128

Múzeumi hírek. A Magyar Olajipari Múzeum 1975. évi látogatottsága 123

MTESZ hírek. Az MTESZ XI. küldöttközgyűlése. Budapest, 1976. I. 30. ..... B-3

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 126

A SZÁM SZERZŐI:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); BÁLINT VALÉR dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); BARABÁS LÁSZLÓ okl. bányamérnök, műszaki igazgatóhelyettes (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); BÍRÓ ZOLTÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); BUDA ERNŐ okl. bányamérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); CSABA JÓZSEF okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); DÁVID LÁSZLÓ okl. üzemgazdász, főosztályvezető (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); HANGYÁL JÁNOS okl. olajmérnök, bányászati igazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); SZITTÁR ANTAL okl. olajmérnök, főosztályvezető (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); TROMBITÁS ISTVÁN okl. olajmérnök, igazgató (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest Anker köz 1. Telefon: 220-870 229-876 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
75-861 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: VINCZE GYÖRGY

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.,; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; ŐSZ ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 4. szám 1976. április

35 éves a lovászi olajmező

Az 1914—1918-as világháború utáni Magyarország első, ipari mértékkel mérve is jelentős kőolajmezőjének, a lispe—budafai mezőnek 1937 novemberében történt megtalálása után pontosan három esztendővel, 1940 novemberében lépett termelésbe a budafaitól nyugatra, közvetlenül a magyar—jugoszláv határ mentén húzódó (sőt egyik csücskével oda át is nyúló), a budafaihoz hasonló településű és szerkezetű lovászi kőolajmező.

A lovászi kultúrház, a jubileumi ülés színhelye

Körültekintő és gondos geológiai, valamint geofizikai kutatás és azok kiértékelése alapján — a dr. Papp Simon *által 1940 nyarán — telepített* L-1. *jelű fúrás szinte „telibe találta" a szénhidrogénvagyonában, kőolajminőségében a budafaiénál is nagyobb és kiválóbb kincset rejtő, a vadregényes, de szörnyen elmaradott göcseji szöglet életébe friss végkeringést hozó lovászi olajmezőt.*

A mező életrajzát a nem mindennapi jubileum alkalmával elhangzott, és a következőkben maradéktalanul ismertetett előadások több szempontból — helyenként talán némi ismétléssel — részletesen megvilágítják.

Mi csak a — mező életkorával szinte egyidős „olajmúltú" — kortárs-krónikás örömével jegyezzük fel az utókor számára, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Gellénházi Csoportjának rendezésében 1975. október 31.— november 1-én a lovászi művelődési házban tartott bensőséges jubileumi ünnepségen, s az ezt követő üzemlátogatáson a zömmel már nyugdíjas, érdemes veteránok és a mező élettartamát meghosszabbító maiak közül mintegy 200-an vettek részt, és szorították meg — a régi, küzdelmes időkre nosztalgiával visszaemlékezve — egymás kezét. Így fonódott össze múlt, jelen és — bízunk benne! — ígéretes jövő becsületes törekvése a mező születésekor elképzelt végső összhozam elérése érdekében.

A jubileumi ülést — melynek üde színfoltja volt a lovászi általános iskola úttörőcsapatának zászlós felvonulása, egy-egy kis úttörőlány szavalata és kedves üdvözlő szavai, s melyen Koloman Cigüt *főgeológus vezetésével részt vett a zágrábi DIT—NAFTAPLIN népes baráti küldöttsége is —,* Trombitás István, *a DKFV igazgatója és az OMBKE KFV-szakosztálya Gellénházi Csoportjának elnöke a következő beszéddel nyitotta meg.*

A veteránok egy csoportja a kultúrház kertjében

Lovászi úttörők köszöntik a jubileumi ülés résztvevőit

A jubileumi ülés elnöksége. Trombitás István elnöki megnyitóját tartja. Balra Horváth Gyula, a zalaegerszegi járási pártbizottság első titkára; jobbra Hangyál János, az OKGT bányászati igazgatója

A DIT—NAFTAPLIN-küldöttség tagjai, bal oldalt Koloman Cigüt, a delegáció vezetője

Tisztelt Jubileumi Ülés!
Kedves Vendégeink!
Kedves Tagtársak!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Gellénházi Szakcsoportja tagságának és vezetőségének nevében, valamint a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat dolgozói nevében meleg szeretettel és mély tisztelettel köszöntöm a mai jubileumi emlékülésünk minden résztvevőjét.

Örömmel teszek eleget azon megbízatásomnak is, hogy — mint az MTESZ Zala megyei szervezetének elnöke — a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Zala megyei Szervezete elnökségének nevében is köszöntsem mai emlékünnepélyünk résztvevőit. Emlékülésünk része az MTESZ és a Magyar Közgazdasági Társaság Zala megyei szervei által rendezett Műszaki-Közgazdasági Hónapnak is.

Valamennyiünk nevében köszöntöm a politikai és társadalmi szervek részéről, továbbá szakmai, felügyeleti szerveink: a NIM, az OKGT és az OBF részéről megjelent igen tisztelt vezetőinket.

Külön köszöntöm *Horváth Gyula* elvtársat, az MSZMP Zalaegerszegi Járási PB első titkárát, *Hangyál János* elvtársat, a KFV szakosztályelnökét, az OKGT Bányászati Igazgatóságának vezetőjét.

Köszöntöm a testvérszakcsoportok és egyesületek, az olajipari vállalatok, intézmények megjelent képviselőit.

Köszöntöm a jugoszláv DIT—NAFTAPLIN részéről részt vevő barátainkat, elsősorban régi ismerősünket, *Koloman Cigüt* főgeológust.

A legnagyobb tisztelet megkülönböztető melegével köszöntöm emlékünnepélyünk mindazon résztvevőit, akik a mező felfedezői, feltárói és termelésbe állítói munkájában mint első munkásai, szakemberei voltak a lovászi mezőnek.

Meleg szeretettel üdvözöljük emlékünnepélyünkön jelen levő nyugdíjasainkat. Hálás szeretettel gondolunk a most valamilyen oknál fogva megjelenni nem tudókra. A fájdalom idézi az emlékezetünkből soha ki nem törölhető azon elődeink, dolgozóink, munkatársaink emlékét, akiknek már utolsó „jó szerencsét" kellett mondanunk.

Mi fiatalabbak soha nem felejtjük el, hogy a legelső fúrási és termelési munkásemberektől, technikusoktól, mérnököktől, közgazdászoktól és más szakemberektől tanultuk meg az olajbányászat szeretetét, a bányászhűséget, a szakma elméletét és gyakorlatát.

Kedves Vendégeink! Kedves Elvtársak!

Mi bányászok, közismerten hagyománytisztelők, de a jövő tervezői, megalapozói vagyunk. Kutatjuk és megbecsüljük múltunkat, hogy a jelen feladatain dolgozva mindig bizakodva tekintsünk a jól megalapozott, tervekkel körvonalazott jövőbe. Amikor 1940 nyarán Lovászi határában forogni kezdett a rotari asztal, s a fúró elindult csaknem kéthónapos útjára, még csak a remény élt a munkásokban, geológusokban, mérnökökben. Még csak sejtették, hogy az eredmény valami jobbat hozhat. A torony körül még gyakori volt az idegen szó, de a jelentések mindig magyarul készültek. Amikor 1940 augusztusában az *L-1.* jelű kúton előbb a gáz, majd az olaj is a felszínre buggyant, osztatlan volt az öröm. A kutatás első, reményteljes napjai után 1940 decemberében az *L-1.* kúton megkezdődött a rendszeres kőolajtermelés. A lázas tevékenységre jellemző, hogy a folyamatos, rendszeres olajtermelésben a pálma mégsem az *1*-es kúté, mert 1940. november utolsó napjaiban ebben az *L-2.* jelű kút megelőzte. Néhány napon belül, 1940. december első felétől már az *L-3.* kút is rendszeresen termelt. Így 1940. november végén új olajmező, a lovászi olajmező született. Nagy sikere volt ez az alig 3 éves magyar olajbányászatnak: a biztos alapot és az ígéretes jövőt jelentette. Ma ezekre a 35 év előtti napokra, hónapokra és egy kicsit az egész 35 évre emlékezünk. Bár három évvel ezelőtt — a budafai mező hasonló jubileumán — éppen én mondottam, hogy a 35 év nem az általánosan hagyományos jubileumi évforduló, nekünk, akik most ünnepelünk, mégis az. Jubileum, mert egy olajmező aktív életében a 35 év szinte egész életet jelent. Jubileum, mert az ember életében 30—35 évnyi munka egy emberöltőnek számít.

35 évvel ezelőtt a magyar munkás szorgalmát, a szakember értelmét kihasználva, az idegen tőke a nagy profit reményében szervezetten és gyors ütemben végezte a feltárást, a mező kiépítését, a termelés maximális fokozását. Sajnos, hamarosan a háborúnak már nemcsak az árnyéka, de pusztítása, borzalmai is nőttek. A háborús rablógazdálkodás felmérhetetlen károkat okozott a művelés alatt álló telepekben. Nem feledhetjük a háború utolsó időszakát, amikor a fasiszta hadigépezet az utolsó csepp olajat is kirabolta volna, s végül leszerelve, kifosztva tönkre akarta tenni a lovászi mezőt is. Ebben, mint az ország oly sok más üzemében, gyárában, a mező dolgozói akadályozták meg őket, amelyért a lovászi olajmunkásoknak és mérnököknek ezúton is hálás köszönetet mondunk.

A felszabadult országnak, mint betegnek a vérre, szüksége volt az olajra. A háború alatti túlzott megcsapolás káros következményeinek mérséklése, kiküszöbölése azonban új, jelentős beruházásokat jelentő intézkedéseket sürgetett volna, ami nem állt érdekében az idegen tőkéseknek. Csak a mező, illetve az olajipar államosításával kerülhetett erre sor a Szovjetunió közvetlen és önzetlen politikai, erkölcsi, anyagi és tudományos segítségével. A kőolajbányászok jól éltek a segítséggel, a szakszerű munkával, rátermettséggel; új módszerek alkalmazásával az eddigi kihozatali tényező eléri, sőt meghaladja a hasonló termelési adottságú mezők világátlagát. Ennek története a 35 év története.

Egy olajmező felfedezése mind politikailag, mind gazdaságilag igen jelentős esemény. Az volt a lovászi mezőé is. Igaz, hogy az olajcsepp felszínre buggyanásától hosszú volt az út, míg a lovászi mező kincse közvetve és közvetlenül is az érte dolgozók és az egész ország kincse lett. Mégis 1940-ben már az ország egyik legelzártabb, legelmaradottabb részén az eddig mindennapi kenyér bizonytalanságával küzdők százainak, ezreinek adott biztos kenyeret, munkát. Az új munkaterület új ismereteket, termelést igényelt, s a földből, napszámból élő parasztot, nincstelen zsellért az ipari munkások sorába emelte. Az épülő lakótelep, a munkásszálló, a földgáz fűtésre való felhasználása új erőket keltettek életre, amelyek a felszabadulás után — a politikai-tudati fejlődéssel párosulva — Zala megye egyik legfőbb munkásbázisát teremtették meg.

A háború alatti években a környék falvaiból még gyalog, kerékpáron igyekeztek a szerencsések a munkahelyre, s az akkori körülményekhez képest viszonylag magas munkabér miatt sokszor reménytelenül ácsorogtak a kapuk előtt felvételre. A felszabadulás, illetve az államosítás után gyors ütemben bővült a lakótelep, a fővárosban is megirígyelhető gázfűtéses kényelemmel. Amikor az országban alig volt lakásépítés, a lakótelep lakásainak száma az 1945. évi 131-ről 1955-re 292-re növekedett. Emellett a munkásszálló kapacitása az 1945 előtti 104 főről 1953-ra 182 főre emelkedett. Fokozatosan megszűnt a gyalogos, kerékpáros bejárás. Az igényeknek megfelelően az étterem konyhájának főzési kapacitása 400 főre növekedett. A nők, ill. az anyák munkába állását, munkavégzését segítette a 40 fős óvoda létrehozása. Ezen közvetlen eredmények mellett a környező falvak villamosítása, gázosítása a szebb, a jobb, a kulturáltabb élet feltételét teremtette meg, amely a munkás-paraszt szövetség legnagyobb sikerét követően, a mezőgazdaság kollektivizálása után látványosan, sokrétűen, folyamatosan fejlődött, teljesedett ki.

Külön tanulmányt igényelne a munkások politikai, tudati, gondolkodási, műveltségi fejlődése, ami nemcsak náluk, de egész családjukban, sőt környezetükben hatott és végbement. Az anyagi bázissal együtt ez a legmagasabb és legjelentősebb hatása a Lovászi mező 35 évének. Számok nélkül, csak elgondolkodtatásképpen vetem fel: hány dolgozó szerzett magasabb képesítést, ismereteket szakmailag, politikailag? Felnőtt, helyesebben kinőtt egy olyan szakgárda, amelyből nagyon sokan kerültek Nagylengyelbe, az Alföldre és más olajipari bázisokra, váltak az üzem, a vállalat, a járások, a megye politikai, társadalmi, gazdasági vezetőivé.

Az olajmező, a munkáskollektíva a munkásoknak, technikusoknak, mérnököknek mindig kitűnő iskola volt és ma is az. Nemcsak tiszteletre méltó, de ma is például szolgálhat elődeink kollegialitása, ahogyan egymást segítették a politikai, műszaki és más problémák megoldásában, az új feladatok kidolgozásában, végrehajtásában.

A lovászi mező adottságai szinte kínálták a műszaki újdonságok bevezetését. Bár az előadók ezekről részletesen fognak szólni, mégis engedjék meg, hogy néhányról elöljáróban említést tegyek.

Sok munka és akarás szülte a mélyszivattyúzás terén elért igen szép eredményeket. A segédgázos termelés korszerűsítése, az automata szelepek és a plungerliftek kísérletei, intenzív alkalmazásuk nemcsak az új iránti fogékonyság, hanem a mindig újabbat, jobbat, korszerűbbet akarás eredménye is.

A háború után a mező termelésének szinten tartása, a kutak hozamának növelése a kihozatali tényező növelésével együtt állandó és fő feladat volt és ma is az. A savas rétegkezelések, a hidraulikus rétegrepesztések, az eróziós perforálás alkalmazása sok, fáradságos munkával elért, kimagasló eredményt hozott.

A ma már klasszikusnak számító gáz- és vízbesajtolás széles körű alkalmazása (különösen az előbbié) világszínvonalú eredményeket adott. Ezek mellett több újabb, hatékonyabb közeggel is folytak üzemi kísérletek. Így Lovásziban eredményes kísérletek történtek a telepnyomás helyreállítására, az oldószeres kiszorításra, a nagynyomású gázbesajtolásra és a szén-dioxidos kiszorításra. Ez utóbbiak tapasztalatai is hozzájárultak, hogy 1969-től — az ismert adottságok kihasználásával — Budafán sikeres CO_2-os kísérlet kezdődhetett, amelynek gyakorlati kihatásai most kezdenek realizálódni Lovásziban is.

Egy-egy szó, mondat: megannyi témakör. S akik itt dolgoztak, azoknak mindegyik mennyi emlék, élmény, munka, alkotás: munkásnak, tervezőnek, kivitelezőnek egyaránt. Köszönet érte valamennyiüknek.

Tisztelt Emlékülés!

Bármennyire jólesik is a múlt eredményeit idézni, a jelenben élünk s a jövőért dolgozunk. A lovászi mező jelenlegi olajtermelése elég szerény, de van biztató, reális jövője. Tíz évvel ezelőtt, a 25 éves jubileumon kecsegtető reménnyel ismertette a vállalat vezetősége a dél-zalai másodlagos programot. Talán kicsit hosszúnak tűnik a 10 év várakozás, de most már a megvalósulás előtt illetve alatt van a lovászi szén-dioxidos program. Jelképnek is nagyszerű esemény, hogy a Lovászi-M Kelet telepsorba éppen ebben a hónapban megkezdődött a CO_2-os gázbesajtolás. Szeretnénk ha a szén-dioxidos-vízelárasztásos művelés bevezetésével a mező olajtermelése a mainak többszörösére növekedne. Ennek érdekében ütemesen meg kell valósítani beruházási tervünket, s a technológiai fegyelem szigorú betartásával végrehajtani a művelési terv előírásait. Ehhez szükséges minden dolgozónk lelkes, szorgalmas, odaadó munkája, felügyeleti és irányító szerveink segítsége, a társ- és testvérvállalatokkal, szakemberekkel való együttműködés.

Mai emlékülésünk fő célja, hogy a múlt eredményeit értékelve, abból erőt merítve, segítsük a jövő terveinek valóra váltását. Ez nemcsak felemelő, szép munkánk hanem kötelességünk is. Mint alapvető politikai vezérfonal, pártunk XI. Kongresszusának határozata is erre kötelez bennünket. A kongresszusi határozatban erre vonatkozóan a következőket olvashatjuk: „A nyersanyagok, az energiahordozók növekvő felhasználása és a nehezebb beszerzési feltételek miatt fokozott gondot kell fordítani a takarékosságra, a hazai természeti források... teljesebb, jobb gazdaságosabb kiaknázására" (A Magyar Szocialista Munkáspárt XI. Kongresszusának jegyzőkönyve, 472. oldal). Számunkra a határozat ezen részének végrehajtása a termelési lehetőségek minél jobb kihasználását, a másodlagos-harmadlagos művelési program sikeres végrehajtását is jelenti, egyebek között itt Lovásziban is. Ezt kell szem előtt tartanunk most, amikor vállalatunk, benne a Lovászi Üzem is a IV. ötéves terv sikeres befejezése előtt áll, és amikor az V. ötéves tervet készítjük. S hogy az V. ötéves terv évei, a lovászi mező termelésének következő periódusai sikeresek lesznek, erre biztosítékot jelent számunkra vállalatunk, ezen belül a Lovászi Üzem öntudatos munkásainak helytállása, mérnökeink-technikusaink, más szakembereink felkészültsége, áldozatkészsége, társ- és testvérvállalataink hatékony munkája, iparági és megyei vezetőink mindenkor tapasztalt segítése.

Tisztelt Emlékülés! Kedves Elvtársak!

A lovászi mező termelése megindulásának 35. évfordulóját, valamint hazánk felszabadulásának 30. évfordulóját egyaránt ebben az évben ünnepeljük. Ebből az alkalomból emlékülésünkre kiállítást is készítettünk, amely az olajipar és a lovászi mező fejlődését egyaránt szemlélteti. Ez nagyon kifejező párosítás olyan szempontból, hogy a felszabadulás nélkül nem juthatott volna el az üzem, vállalatunk azokhoz a műszaki, gazdasági, társadalmi eredményekhez, amelyeket felszabadulásunk óta elértünk.

Ezekkel a gondolatokkal jubileumi ülésünket és a kiállítást megnyitom. Biztos vagyok benne, hogy emlékülésünk résztvevői a mindnyájunk szívéhez oly közel álló lovászi mező termelésének már a közeljövőben bekövetkező növekedéséhez a ma elhangzó előadásokkal, hozzászólásokkal, javaslatokkal hozzá fognak járulni.

Ülésünk minden résztvevőjének jó munkát, sok sikert kívánok kedves vendégeinknek pedig külön is kívánom hogy érezzék jól magukat Lovásziban.

*

A nagy tetszéssel fogadott elnöki üdvözlést a délelőtt folyamán *Hangyál Jánosnak*, az OKGT bányászati igazgatójának, valamint dr. *Bálint Valérnak*, az OLAJTERV igazgatójának előadásai követték.

Ezekhez kapcsolódott *Koloman Cigütnek* a mező sajátos határszéli helyzetéből fakadó, közös gondokról és közös célkitűzésekről szóló, de a jubileum alkalmából a 10 éves baráti összefogást és együttműködést is aláhúzó, jókívánságokat tolmácsoló felszólalása, valamint

Gáspár Imrének szinte előadásjellegű hozzászólása. A 25 évet a lovászi mezőben dolgozott gépészmérnök-szakember részletesen vázolta azokat a feladatokat és nehézségeket, melyeken a mező életútjának folyamán gépészetileg urrá kellett lenni, hogy a sokszor feszített követelményeknek meg tudjanak felelni. A hazai gyártmányú mélyszivattyúk és himbák gyermekbetegségei, a villamosítás kiterjesztése, az első hazai rétegrepesztés, az újfalui viszkózus olaj szállításának megoldása, a koromgyár berendezéseinek lehető gazdaságos kialakítása, a műszerezés és automatizálás mindmegannyi sürgős és hatásos megoldást követeltek.

Binder Béla bányamérnök visszapillantásában rámutatott arra, hogy a mező határainak, produktív telepeinek és nyomásviszonyainak lerögzítése után alig másfél évvel már megindult az akkor Közép-Európa példásan tervezett és vezetett legnagyobb kompresszortelepéből táplálkozó, nyomásfenntartás célú gázvisszanyomás.

Farkas Pál erdőmérnök a Zalai Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság nevében a jó szomszéd baráti érzéseivel üdvözölte a jubiláló lovásziakat.

*

A meleg hangulatban elköltött közös ebéd nyitotta meg igazán a visszaemlékezés zsilipjeit a veteránok között. Megeleve-

nedtek a küzdelmes napok, a kemény helytállások, nem utolsósorban az izgalmas viaskodás a háború végső, veszélyes fázisában fáklyaként égő *L-94.* eloltására.

A *Barta Endre* gazdasági igazgatóhelyettes elnökletével lefolyt délutáni ülés előadói *Dávid László* főosztályvezető, valamint *Barabás László* igazgatóhelyettes voltak.

Borbély Kálmán ny. főfúrómester villantotta fel 1937-ig visszanyúlóan élményeit hosszú és eredményes pályafutásáról, s vont párhuzamot a múlt és jelen között, majd

Rácz Dániel, az OGIL igazgatója hasonlította össze az USA olajmezőinek 32%-os átlagos kihozatalát a bizony mostoha körülmények között művelt lovászi mezőével, és mondta el, hogy e tényező megnövelésére ma világszerte — nagy szellemi befektetéssel — hatalmas erőfeszítéseket tesznek.

A jövő perspektíváját felrajzoló emlékülés *Barta Endre* elnöki zárszavával ért véget, melyet jó ízű és jó hangulatú közös vacsora követett.

*

1975. november 1-én a jubileumi ülés résztvevői üzemlátogatás során megtekintették a lovászi főgyűjtőállomást, továbbá a mellette kialakított — a Lovászi—Kelet szén-dioxidos másodlagos műveletet kiszolgáló — technológiai berendezéseket.

Binder Béla—Dallos Ferencné

A lovászi kőolajmező termelésének 35 éve

HANGYÁL JÁNOS

A lovászi mező termelésbe állításának 35. évfordulója alkalmából rendezett emlékünnepségen a szerző összefoglaló képet ad a mező termeléséről, ismertetve a mező leművelésének és termelési módjainak változását.

A mezőben eddig elért kihozatal, valamint az eddig lefolytatott kísérletek — és azok eredményei — alapján bemutatja a következő időszak teendőit, amelyek megvalósításával, a következő években is biztosítható a folyamatos kőolajtermelés és a -kihozatal további jelentős növelése.

A Dunántúlon 1933-ban megindult korszerű és intenzív szénhidrogén-kutatás — mint köztudott — 1937-ben előbb a Nagykanizsától délnyugatra kimutatott antiklinálisokon a budafai, 1940-ben pedig a lovászi mező felfedezéséhez vezetett.

A *Lovászi-1.* jelű kút első rétegvizsgálatakor 10 mm-es fúvókán keresztül napi 62 e. m³ gázt kaptak 40 att béléscső- és 34 att termelőcsőnyomás mellett. A kút rendszeres olajtermeltetése 1940. december 2-án indult meg az Alsó-Rátka és Lovászi szint együttes termeltetésével.

A lovászi mezőben az eddigi kutatások alapján a művelésre érdemes szénhidrogének az alsópannon tárolóban találhatók. A szénhidrogéneket tartalmazó rétegek egy része nyugaton kb. 1,0—1,5 km-es távolságra Jugoszlávia területére is átnyúlik. A szénhidrogén-tárolók különböző vastagságú márgarétegekkel elválasztott homok- és homokkőösszletek.

A tárolószintek közül a Lovászi és a Rátka rétegek a legjelentősebbek, mivel a mező szénhidrogénkészletének mintegy $^3/_4$ részét tárolták. A telepek kezdeti rétegnyomása 130—140 att volt.

A főbb szénhidrogéntelepek fölött gázsapka alakult ki, mely a fő kiszorító energiát képviselte. A peremi víz kihajtó szerepe kisebb volt. A szénhidrogén-tároló homokkövek porozitása, áteresztőképessége és telítettségi viszonyai kedvezőek voltak.

A mező feltárásának már a kezdetén (mintegy 10—20 kút lefúrása után) megállapítható volt az egyes telepek gáz-olaj, valamint olaj-víz határa. A telepek leművelését 300 m-es kúttávolsággal, háromszöghálóval tervezték, azonban azt — az ország kőolajszükségletének kielégítése érdekében — később 150 m-re csökkentették.

Az egyes kutakban rendszerint két telepet, esetenként hármat is egybenyitottan termeltettek. Kutatták a pannon szintek alatti miocén rétegek szénhidrogén-tartalmát is, ezekben azonban csak olaj- és földgáznyomokat találtak. A mélyfúrások egyike sem érte el a mezozóos medencealjzatot. A mélyebb szintek intenzívebb kutatása az utóbbi években indult meg.

A lovászi mező kőolaja kiváló minőségű könnyűolaj, jelentős fehéráru-tartalommal.

A mező megtalálása után a kőolajtermelés rohamosan növekedett, és 1943—1944-ben érte el csaknem 500 etonnás csúcsértékét. A termelés gyors felfutása elsősorban a háborús rablógazdálkodás következménye volt. Az 1943. évi csúcstermelést 65 termelő kút szolgáltatta.

A felszabadulást követően a kőolajipar 1949. évi államosításáig — az előző időszak intenzív megcsapolása következtében — az olajtermelés fokozatosan csökkent, és az 1943. évi csúcstermelésnek csaknem a felére esett vissza. Anyagi eszközök, komolyabb beruházások hiányában, a telepek leművelése nem folyt racionálisan.

A kőolajipar államosítása után a figyelem elsősorban a kőolajtermelés szinten tartására, illetve a hozamcsökkenés mérséklésére irányult. Ennek érdekében intenzív sűrítőfúrási tevékenység indult meg.

Az új kutak gyors ütemű belépésével párhuzamosan azonban tovább nőtt a mező gáztermelése, és volt időszak, amikor kellő kompresszorkapacitás hiányában naponta több százezer nm³ gáz ment a levegőbe felhasználatlanul.

Az 1950—1955-ös években a mező termelését az új kutaknak a termelésbe állításával sikerült 260—210 et/év szinten tartani. Ebben az időszakban épült ki a mező villamos hálózata, melynek révén egyrészt a kutak egy részének termelését racionalizálva, azokat mélyszivattyúzással termeltették, másrészt a kompresszortelep-kapacitást kétszeresére növelve, gyakorlatilag megszüntették a gáz levegőbe engedését.

A következő években — a mező fokozatos vizesedése, valamint a rétegenergia csökkenése miatt — törvényszerűen jelentkező hozamapadást az 1958—1962-es években alkalmazott intenzív rétegkezelési módszerek alkalmazásával mérsékelték. A rétegkezelések számottevő eredményt hoztak, de meggyorsították a rétegenergia csökkenését is.

1963-ban a mező évi termelése már nem érte el a 100 etonnát. A lovászi mezőből 35 éves művelése alatt — 1976 januárjáig — összesen több mint 6 millió t kőolajat termeltek ki. A mező termelése az 1940-es években a hazai kőolajtermelés több mint 50%-át szolgáltatta.

A lovászi mező olaj- és gáztelepeinek földgáza jó minőségű: mindössze 1—3% inertgázt tartalmaz. A mező földgáztermelése — elsősorban a kőolajtermelés kísérőgáza — az 1940-es, illetve az 1950-es években volt jelentős: 1945—1952 között az országos földgáztermelés 70%-át szolgáltatta. A földgáztermelés 1952-ben érte el csúcsértékét, megközelítette a 400 millió m³-t. A kőolajtermelés alakulásának megfelelően és a rétegenergia csökkenésével párhuzamosan a földgáztermelés 1960-ig csaknem felére csökkent. Ez a mennyiség azonban az akkori földgáztermelésben még mindig jelentős és annak mintegy felét jelentette.

Az 1960-as évek elejéig még hazai viszonylatban nem beszélhetünk országos földgázgazdálkodásról. Ennek az időszaknak a jellemzője volt, hogy a földgázt a kőolaj kísérőjeként másodrendűnek kezelték. Ez volt az oka annak, hogy a kitermelt gáz 30—40%-át levegőbe engedték.

Az alföldi földgázmezők felfedezéséig a Dunántúlon rendelkezésre álló földgázkészletek még nem adtak alapot nagyobb szabású földgázprogram megvalósítására. A kőolajjal együtt kitermelt földgáz értékesítése a környező falvak földgázellátásával indult meg, ami felhasználás szempontjából nem képviselhetett érdemleges mennyiséget. A gázértékesítéshez nem álltak rendelkezésre szállító- és elosztóvezetékek, szerelvények, műszerek; nem volt meg a háztartási és kommunális gázkészülékek import beszerzési lehetősége és hazai gyártásának ipari háttere. Ilyen körülmények között nagy jelentőségű esemény volt 1949. május 1., amikor — Budapest gázellátási nehézségeinek enyhítésére — a földgáz (a kőolaj és földgáznak dugókban történő szállításával) Lovászi kiindulópontról, új távvezeték építése nélkül jutott el a fővárosba.

A levegőbe engedett földgázmennyiségek csökkentését szolgálta a lovászi koromgyár 1949. évi üzembe helyezése is. Ez lehetővé tette, hogy évi 30—40 millió m^3 gáz felhasználásával — a gyárnak 1965-ben történt leállításáig — 6700 t kormot adjon a népgazdaságnak, és így jelentős koromimport-megtakarítást érhessünk el a hazai gumigyártásban. A budafai és lovászi üzemben előállított összes korommennyiség $^2/_3$ része a lovászi koromgyárból származott.

A lovászi mező földgáztermelése 1963 után rohamosan csökkenni kezdett, 1965-ben már alig haladta meg a 100 millió nm^3-t, jelenlegi termelése pedig, a 15 millió nm^3-t sem éri el. A mezőből 1975 elejéig összesen 6 milliárd nm^3 földgázt termeltünk ki. Ezen földgáztermelés zömét kőolajkísérő gázként termeltük, a szabadgáz-telepek termelése mindössze 700 millió m^3. A földgáz előkészítésére már 1943-ban aktívszenes gazolintelep épült. A leválasztott nyersgazolint az államosítás után vezetéken Budafára szállítva propán-butánként és stabilgazolinként hasznosítottuk.

A kőolaj a háborús évek alatt szinte kizárólag a természetes telepenergia, az oldott gáz és a gázsapka, valamint a peremi víz nyomásának hatására került a felszínre. A kitermelés növekedésével a rétegnyomás csökkent, a kimerülésnek megfelelően a kutak egy része már csak mechanikusan volt üzemeltethető. A háborús időszakban leállt vagy vizesedés, illetve elgázosodás miatt leállított kutak ismételt üzembe helyezése — az egyre növekvő vizesedés miatt — a mechanikus termelési módszerek széles körű alkalmazását követelte meg.

E mechanikus módszerek közül — kis eszköz-, ill. berendezésigénye miatt — az 1950-es évek elejéig gyorsabban a segédgázos eljárás hódított teret. A segédgázos termelési módszer egyik sajátos megoldási módja volt az a változat, amelynél a nagy GOV-val termelő, nagynyomású kutak béléscsőgázát vezették segédgázként egy másik kút béléscsőközébe. A segédgáz adagolását a segédgázvezetékbe épített fúvókával szabályozták. 1949-ben épült az első segédgázelosztó központ, amely a segédgázos kutak rendszerbe foglalását jelentette és áttekinthetőbb, gazdaságosabb szabályozást tett lehetővé.

Az 1949—1954-es évek között a mező kúthálózatát 150 m-es kútközre sűrítették. A termelőkutak szerkezeti kiképzését a tárolórétegek kifejlődésétől és a termelési lehetőségektől, továbbá a kívánalmaktól függően alakították ki. Gazdasági okok és a termelés gyors biztosítása követelte, hogy egy kúton általában több rétegből termeljenek. A 150 m-es térközre sűrített kutak fajlagos termelése csökkent, vízszázaléka növekedett, amelynek következtében az alkalmazott segédgázos termelés is költségessé vált. Ez a termelési mód nagy energiafogyasztást jelentett, és volt időszak, amikor a kiépített kompresszorkapacitás 40—60%-át is lekötötte.

Az 1951—1953 között végrehajtott villamosítás lehetővé tette a mélyszivattyús termelésre való áttérést, egyben elősegítette a kedvezőbb nagynyomású gázgazdálkodást, és így a levegőbe menő gáz csökkentését, lényeges javulást idézve elő a mező energiagazdálkodásában.

A folyadékkiemelés technikája időközben jelentős fejlődésen ment át. A segédgázos termelés korszerűsítése terén főként az 1955—60-as években történt nagy előrehaladás, míg a széles körű automatizálás az 1960-as évek első felében valósult meg.

A segédgázos indítószelepek és az automatikus működésű segédgáz-adagoló szelepek kialakítása és alkalmazása a különféle segédgázlift-típusok alapját jelentette. A gázsiklás csökkentésére, továbbá a folyadék-visszacsurgás megszüntetésére a búvárdugattyús kombináció alkalmazása a termelőcsőben képződött paraffin automatikus eltávolítását is elősegítette. A felszálló termelésű kutak és a segédgázos liftek vezérlésére időciklus-automatákat alkalmaztak, melyeket az évek során folyamatosan továbbfejlesztettek. Az automatizálás széles körű bevezetése révén a kutak beindításának korábbi nyomásigénye a felére, a fajlagos segédgáz-felhasználás pedig lényegesen csökkent.

A kőolajtermelés automatizálása érdekében a lovászi mezőben végzett munka — a budafai mezőben folytatott hasonló tevékenység mellett — meghatározó szerepet töltött be, és az egyes automaták alkalmazása során szerzett tapasztalatok elősegítették a kőolajtermelés automatizálásával kapcsolatos komplex feladatok megoldását.

A mezőben végzett automatizálás jelentősen hozzájárult a kőolaj-bányászati termelési módszerek elméletének és gyakorlatának hazai fejlesztéséhez.

A mélyszivattyúzás technológiájában újdonságnak számított a kutak távindításos rendszerének vagy a programórával vezérelt időszakos mélyszivattyúzásnak a bevezetése, továbbá a mélyszivattyús kutak üzemviszonyait ellenőrző és regisztráló dinamométerek rendszeres alkalmazása. A mélyszivattyús folyadékkitermelési módszer kiszélesítését nagyban elősegítette a mélyszivattyúhimba-gyártás hazai megszervezése a nagykanizsai Dunántúli Kőolajipari Gépgyárban.

A különböző folyadékkiemelési módszerekkel történt termelés elemzéséből megállapítható, hogy a mező összes eddigi kőolajtermelésének 58%-át a felszálló termelésű, 24%-át a segédgázos, 18%-át pedig a mélyszivattyús kutak adták.

A termelés szinten tartása érdekében az 1957—1966 közötti évtizedben intenzíven alkalmazták a különböző rétegkezelési módszereket. Ezek bevezetése terén a mezőben végzett és kialakított gyakorlatot, az itt szerzett tapasztalatokat az ország más mezőiben is sikerrel felhasználták.

A mező művelése során a megcsapolás mértékének függvényében az egyes rétegekben különböző mértékben változott a fázishatárok helyzete, különbözőképpen alakult az olajkiszorítás hatásfoka. A rétegek művelésében a kimerülés lett a meghatározó. Az elsődleges módszerekkel 22,5%-os olajkihozatalt sikerült elérni.

A másodlagos művelési módszerek közül a gázvisszanyomás a mező hossztengelye mentén kiválasztott — az egyes rétegeket szerkezetileg legmagasabban harántoló — kutakon át már 1944 nyarán megindult rétegnyomás-fenntartás céljából a gázsapkába vagy — ahol nem volt gázsapka — az olajtestbe, mesterséges gázsapka létrehozása céljából.

1950 után a mező gerincvonalára telepített kutakon kívül az olajtestbe is képeztünk ki gázvisszanyomó kutakat területi gázelárasztás céljából, ami átmenetileg hozamnövekedést jelentett. A területi gázelárasztás hatására 2—3 éven belül a visszanyomó kutak hatáskörzetébe tartozó termelőkutakban gázáttörési jelenségek mutatkoztak, ezért 1957—58-ban fokozatosan visszatértünk a gázsapkába történő gázbesajtolásra.

Befolyásolta a területi gázelárasztás hatásfokát az a körülmény is, hogy a visszanyomó kutakban egyszerre több szintbe és azokon belül — az akkori kútkiképzési lehetőségek miatt — egyszerre több rétegbe folyt a gáz besajtolása. Így viszont nem lehetett megfelelően szabályozni az egyes rétegekbe jutó gázmennyiségeket. 1965 után a gázvisszanyomásos művelési módszer a gáztelítettség növekedése miatt hatástalanná vált, ezért gyakorlatilag megszüntették.

1953—54-ben megkezdődött a vízbesajtolásos művelés alkalmazása. A vízbesajtoló kutakat a lineáris elárasztási rendszernek megfelelően az olaj-víz határon képezték ki. A legnagyobb méretű vízbesajtolás az Alsó-Rátka rétegbe történt.

Az 1960-as években a lineáris rendszerről — szabálytalan kútelrendezés mellett — a területi vízelárasztásos művelésre tértek át. Ez jelenleg is tart az Alsó-Rátka szint nyugati részén. Itt a rétegnyomás növelésével kombinálva alkalmazzák. A vízbesajtolástól azonban már jelentős kihozatalnövelés nem várható.

A hagyományos gáz- és vízbesajtolásos művelési módszerek alkalmazása összességében mintegy 7%-os kihozatalnövekedést eredményezett.

Az újabb műveléstechnológiai módszerek közül foglalkoztak a nagynyomású szárazgáz-, nedvesgáz-, továbbá a propán-bután- és a szén-dioxid-besajtolás olajkihozatal-növelő hatásával. A legreményteljesebb módszernek a CO_2-gáz alkalmazása mutatkozott.

A szén-dioxid-besajtolásos laboratóriumi kísérletek már 1953-ban megkezdődtek. Ezek, valamint elméleti megfontolások alapján 1960-ban elkészült a Lovászi réteg szén-dioxidos vízzel történő elárasztásának művelési terve. Az 1962-ben megindult lineáris, majd az 1964-ben elkezdődött ötpontos rendszerű kísérletek értékes tapasztalatokat adtak. Kimutatták, hogy a besajtolókutak béléscsövét tömítővel kell védeni, a CO_2-víz arányt lényegesen növelni kell, illetve a korrózió miatt célszerű a vízzel való érintkezés elkerülése.

Ezek a tapasztalatok jelentősen elősegítették a szén-dioxid-besajtolásos művelés új technológiájának megvalósítását.

A mező termelésének irányítása kezdetben, az olajipar államosításáig — 1949-ig — a MAORT kezelésében volt. Ezután „Lovászi Kőolajtermelő Vállalat" néven önálló vállalatként működött. 1962-ben a Budafai és Lovászi Kőolajtermelő Vállalat Dél-dunántúli Kőolajtermelő Vállalat néven, bázakerettyei székhellyel egyesült, míg 1964-től, a budafai, lovászi és nagylengyeli mezőket magában foglaló Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat egyik üzemeként működik. A vállalat központi irányító apparátusa Gellénházán van.

A lovászi mező termelésbe állítása után, 1941-ben 966 fő dol-

gozott Lovásziban. 1945-ben az üzem összlétszáma elérte az 1163 főt, sőt 1953—55 között — a legnagyobb építőipari tevékenység idején — 1500 körül mozgott, majd 1962-ig meghaladta az 1300 főt.

Részben az igazgatási központ elköltözésével, részben a termelőkutak számának csökkenésével és egyes objektumok leállításával a létszám az 1960-as évek végétől fokozatosan csökkent 850 főre. A jövő feladatait tekintve 800 fő körüli üzemi létszámszint fenntartását tervezzük, sőt a létszám bizonyos mérvű növelésével is számolhatunk.

Az eddig alkalmazott elsődleges és hagyományos másodlagos művelési módszerekkel a lovászi mezőben eddig csaknem 29%-os kihozatalt értünk el. A mélyben tehát még jelentős készletek maradtak vissza. A jelenleg alkalmazott művelési módszerek mellett a mező termelését néhány éven belül meg kellene szüntetni. E helyzetet hivatott megváltoztatni a mezőben tervezett CO_2-besajtolásos program bevezetése, megvalósítása.

A korábbi kísérletek alapján kidolgozott és a budafai mező Felső-Lispe, valamint a Budafa-Nyugat szintekben bevezetett technológiai elvek szerint készítettük elő és kezdtük meg 1975-ben a CO_2-gázbesajtolást a Lovászi-Kelet, majd kezdjük meg 1977 végén a Lovászi-Nyugat mezőrészben. A szén-dioxidos műveléshez szükséges nagy mennyiségű CO_2 (maximálisan 1,1 Mm^3/nap) a budafai mező nagymélységű, CO_2-termelő kútjából nyerhető. Az összesen 578 Mm^3 CO_2-gázmennyiség besajtolását követő kiszorító vízfront létrehozásához szükséges napi 3500 m^3 — összesen 7,5 Mm^3 — vízigény feltételei is kisebb bővítésekkel megteremthetők.

E művelési program megvalósításához az ÁTB 5016/1974. sz. határozatával kereken 200 MFt állami támogatást helyezett kilátásba. E jelentős beruházás eredményeként 68 régi és 20 új kutat visszanyomásra, 68 régi és 2 új kutat termelésre, 23 kutat pedig megfigyelésre képezünk ki.

A program megvalósítása során jelentős kőolaj-többlettermeléssel számolunk. A Lovászi szintben visszamaradó készletekből a teljes művelés alatt kereken 600 et, az V. ötéves tervidőszakban ebből mintegy 260 et kőolajtermelést tervezünk. E hozamnövekedés természetesen fokozatos felfutással érhető csak el.

Széles körű tanulmányozást és gondos mérlegelést kíván a mezőben kitermelésre kerülő CO_2-os kevert gáz zárt rendszerben történő gyűjtése és kezelése is. Mivel ez a feladat a szénhidrogén-készletgazdálkodás és a környezetvédelem szempontjából is kiemelt fontosságú, így ennek kellő időben történő megoldását biztosítanunk kell.

Elméleti kutatással és laboratóriumi kísérletekkel kidolgozott, de még üzemi kísérleteket igénylő műveléstechnológiai elgondolások megvalósítását is tervezzük az elvizesedett homokkőtárolókban. Ezek között vettük figyelembe Lovásziban az Alsó-Rátka sorozat CO_2-os művelését — a kísérletek és tapasztalatok alapján — az 1980-as években. E módszer eredményes alkalmazása tovább növelheti a mező leművelhető ipari kőolajkészletét.

A lovászi mező művelési kérdései és a kihozatali tényező növelésének lehetősége

BÁLINT VALÉR—
SZITTÁR ANTAL—
BÍRÓ ZOLTÁN

A szerzők áttekintést adnak a 35 éves termelési múltú lovászi mező műveléstechnológiai kérdéseiről, ahol a természetes rétegenergia, valamint az alkalmazott gáz- és vízhajtás hatása 29%-os kihozatali tényező elérését tette lehetővé. A kimerült rétegtelepekből történő kőolajtermelés növelése érdekében szén-dioxidos nagyüzemi eljárás alkalmazását tervezik, az alkalmazandó műveléstechnológiát részletesen ismertetik. A mező keleti területén 1975 októberében megindult és mintegy 12 év időtartamra tervezett szén-dioxidos műveléstől jelentős, 10—15%-os kihozatalnövekedést, 600 et kőolaj kitermelését remélik. A szén-dioxidos, valamint egyéb új művelési módok mint harmadlagos művelési eljárások alkalmazásának lehetőségét vizsgálják.

A lovászi mező 1975. évi kőolajtermelése 18 495 tonna volt. A kitermelt olaj 26,9%-a származott másodlagos, az Alsó-Rátka sorozat VIII. sz. vetőtől Ny-ra eső területének vízhajtásos műveléséből. Az üzemeltetett kutak száma 160, az egy kútra eső napi olajhozam 0,316 tonna volt.

A fenti számok, a jelenlegi kedvezőtlen energiahelyzet ellenére, kérdésessé tennék a mező üzemeltetésének további létjogosultságát, amennyiben a jövőben a termelés nem lenne növelhető.

A felhagyási állapotban levő kőolajtelepekből 1976. január 1-ig kitermeltünk 6153 ezer tonna olajat, a kihozatali tényező értéke 29%. A kezdeti földtani kőolajkészlet több mint kétharmada még a föld mélyében van, ami a további jelentős olajtermelést biztosító korszerű művelési eljárások alkalmazására kötelez bennünket.

A rezervoármérnöki tudomány mai állása mellett az új, hatékony művelési módszerek bevezetésére megvan minden lehetőségünk. A lovászi mező szép, de küzdelmes 35 éves múltat mondhat magáénak és biztató jövő előtt áll.

A termelés 1940 őszén indult meg az *L-1.*, ill. *L-2.* jelű kút üzembe állításával. Ezt követően a háborús évek olajéhsége a mező gyors feltárását sürgette. Az 1000—1500 m mélységben elhelyezkedő alsópannon korú rétegek öt szénhidrogénösszletet alkotnak. Ezek alulról felfelé haladva az alábbiak: Lovászi, Sziget, Alsó-Rátka, Felső-Rátka, Páka *(1. ábra)*.

A telepek kezdetben a hidrosztatikus nyomásnak megfelelő 100—150 at rétegnyomásúak voltak, a réteghőmérséklet 65—83 C° között változott. A tárolt olaj szénhidrogéngázban telített volt, minden telep fölött gázsapka alakult ki.

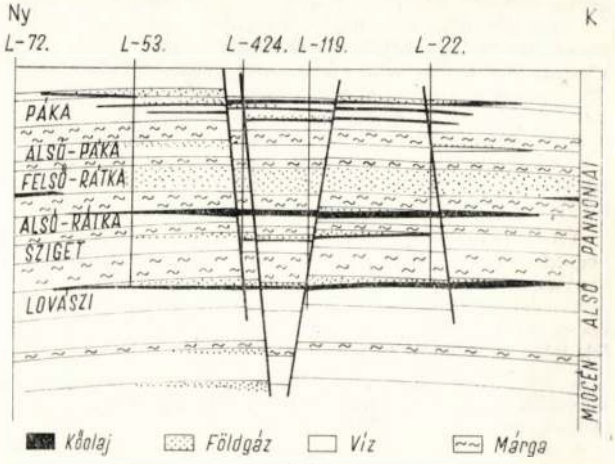
A kőolaj intermedier jellegű; 20 C°-on mért fajsúlya 0,82 p/cm^3, viszkozitása rétegkörülmények között 0,4—0,5 cP.

A szénhidrogén-tároló homokkövek porozitása 17—22% között változik, az áteresztőképesség 30—140 mD. A kőzetfizikai paraméterek a mélységgel csökkenő tendenciájúak.

A sorozatok természetes energiarendszerét az oldott gáz, a gázsapka és a korlátozott peremi vízutánáramlás adta. A kőolajtelepek kezdeti magas belső energiatartalma a termelés gyors felfutását tette lehetővé.

1940 és 1944 között a termelés 600 ezer m^3/évre növekedett. Ez az érték egyben a mező eddigi maximális termelési mérvét is jelentette. Erre az időszakra esik a mező össztermelésének 93%-át adó Lovászi, Alsó-Rátka és Felső-Rátka sorozatok maximális termelése is, amely a fenti sorrendben 230 ezer, 208 ezer, valamint 160 ezer m^3/év volt.

Az erőltetett olajtermelés hamar éreztette kedvezőtlen hatását, ami a rétegnyomás csökkenésében, valamint a gáz-olaj arány fokozatos növekedésében nyilvánult meg. 1950-ben a mező termelése 319 ezer m^3/évre csökkent.



1. ábra
A lovászi mező szénhidrogén-tároló telepeinek földtani metszete

2. ábra
Az Alsó-Rátka sorozat vízhajtásos művelésének besajtolókút-hálózata

A rétegenergia-csökkenést a viszonylag korán elkezdett szénhidrogéngáz-visszasajtolás is csak részben tudta kompenzálni. A Lovászi sorozat mélyszinti homokköveibe a gázbesajtolást 1944-ben kezdtük meg, míg a Lovászi-1. sz. és Lovászi-2. sz. homokkőben a besajtolás az 1949. évben indult meg.

A sorozatba az 1966. évi befejezésig 798 millió m³ gázt sajtoltunk vissza, ami 691 ezer m³ többletolajat, 7,5%-os kihozatalnövekedést eredményezett.

A Sziget sorozatba az 1957-ben megkezdett, mindössze három évig tartó gázbesajtolás alatt 5 millió m³ gázt sajtoltunk, ami 3 ezer m³ többletolajat jelentett 0,5%-os kihozatalnövekedés mellett.

Az Alsó-Rátka sorozatba a visszanyomás 1944-ben kezdődött meg. 1966-ig besajtoltunk 755 millió m³ gázt, melynek hatására 666 ezer m³ többletolajat termeltünk ki 7,6%-os kihozatalnövekedést érve el.

Ugyancsak 1944-ben indult meg a besajtolás a Felső-Rátka sorozatba is. A besajtolt gázmennyiség 199 millió m³ volt, a kitermelt többletolaj 166 ezer m³. A kihozatalnövekedés 3,2%.

A Páka sorozat, eltérően a többi sorozattól, lencsés kifejlődésű. A gázvisszanyomás a sorozatba 1953-ig tartott, a sorozatba összesen visszanyomtunk 107 millió m³ gázt, kitermeltünk 16 ezer m³ többletolajat 0,8%-os kihozatalnövekedés mellett.

A lovászi mezőben a fentiekből következően 1944—1966 között 1864 millió m³ szénhidrogéngázt sajtoltunk a rétegekbe, miközben a kitermelt többletolaj 1542 ezer m³. Mezőszinten a gázbesajtolásból adódó kihozatali tényező növekedés 6,0%.

A gázvisszanyomást annak idején elsősorban nyomásfenntartás céljából valósították meg részleges nyomásfenntartás formájában. A termelt gáznak 10—50%-a, ritkább esetben 80—90%-a került vissza a telepekbe, elsősorban a gázsapkába.

Az olajtestbe benyomott gáz csak átmeneti hozamnövekedéseket eredményezett az aránylag rövid idő múlva jelentkező rövidre záródások miatt. A gázosodás kedvezőtlen hatását még növelte a rohamos nyomásesés következtében kivált oldottgázmennyiség. Mindezek ellenére a gázhajtásos művelés ez ideig a lovászi mező legeredményesebb másodlagos művelési eljárása volt. A művelés hatására az ötvenes évek kőolajtermelése stabilizálódott, melyhez hozzájárult az 1949-ben megkezdett 150 m-es kúthálózatra való kútbesűrítés.

1954-től 1959-ig a termelés újra csökkenő tendenciát mutat, majd az alkalmazott hatékonyabb rétegmegnyitások és rétegkezelések hatására, valamint a vízbesajtolás eredményeként 1962-ig 140—150 ezer m³/év között stabilizálódik. Az 1962. évtől napjainkig a termelés újra csökkenő tendenciájú.

A vízhajtásos művelési mód bevezetése a kitermelés közbenső fázisában indult meg. A Lovászi sorozatba a vízbesajtolás 1959-ben kezdődött, kísérleti jelleggel. 1971-ig besajtoltunk 357 ezer m³ vizet, és kitermeltünk 14 ezer m³ többletolajat. A kihozatalnövekedés 0,15%.

A Lovászi sorozaténál lényegesen nagyobb volumenű és hatásosabb volt az Alsó-Rátka sorozat vízhajtásos művelése. 1956—1957 között a kezdeti olaj-víz határ közelében, a tároló északi peremén képeztünk ki nyolc vízbesajtoló kutat. A besajtolókutak körét az 1962. évvel bezárólag tizennyolcra növeltük. A tároló középső, VIII. és X. sz. vetők közötti részén ezt követően még további két kutat állítottunk üzembe, ennek ellenére peremi vízhajtásos művelést mint egységes művelési eljárást 1963 közepéig alkalmaztuk.

A több éves művelési időszak kezdvezőtlen termelési eredményei szükségessé tették a művelési technológia felülvizsgálatát és átértékelését, amit a besajtolókutak kétharmadának 1963-ban történt lezárása követett.

A peremi vízelárasztás művelési tapasztalatait felhasználva a teleptanilag legjobb kifejlődésű, nyugati területen az 1966. évben területi vízelárasztást kezdtünk meg, amely jelenleg is folyik *(2. ábra)*.

Mind a peremi, mind a területi vízelárasztás esetén a sorozatot alkotó rétegek egyidejű művelésére került sor. A besajtolt összes vízmennyiség 6055 ezer m³, a többletolaj-termelés 202 ezer m³, a kihozatalnövekedés 2,2%.

A Felső-Rátka sorozatba 1953 és 1958 között történt kismértékű vízbesajtolás, ami a sorozat össztermeléséhez képest jelentéktelen, mintegy 1420 m³ többletolajat eredményezett.

Hatásosabb volt a Pátka sorozat vízelárasztása. A vízbesajtolást az 1954. évben kezdtük meg a Páka „A" lencse délnyugati peremén, majd 1957-ben az ún. délnyugati Páka területén az 1968. évben való befejezésig. A sorozatba sajtoltunk 1088 ezer m³ vizet, ami 46 ezer m³ többletolajat és 2,3%-os kihozatalnövekedést eredményezett.

Mezőszinten a vízhajtásos művelés céljából besajtolt vízmennyiség 1976. január 1-ig 7637 ezer m³, a kitermelt többletolaj 263 ezer m³, a kihozatalnövekedés 1%.

A vízelárasztás hatásosságát elemezve jellemző, hogy a peremi elárasztás minimális termelésnövekedést eredményezett. Jól kimutatható nyomásnövekedés csak a besajtolókutak környékén jött létre, akkor is csak az intenzív vizesedési fázisban.

A területi vízelárasztásra kedvezően a kutak egyharmada reagált az alacsony gáz- és víztelítettségű, rétegtanilag jó kifejlődésű teleprészekben; ebből levonható az a következtetés, hogy ilyen és ehhez hasonló típusú tárolóknál a vízelárasztás eredményes alkalmazását mindenekelőtt a telítettségi viszonyok, a tároló kifejlődése és az alkalmazott elárasztási rendszer determinálja.

Azokon az elsősorban peremi helyzetű, kezdetben is magasabb víztelítettségű területeken, ahol a természetes vízutánáramlás hatása is jelentős volt, a dél-zalai tárolóviszonyok mellett a vízhajtásos műveléstől jó eredményt nem várhatunk.

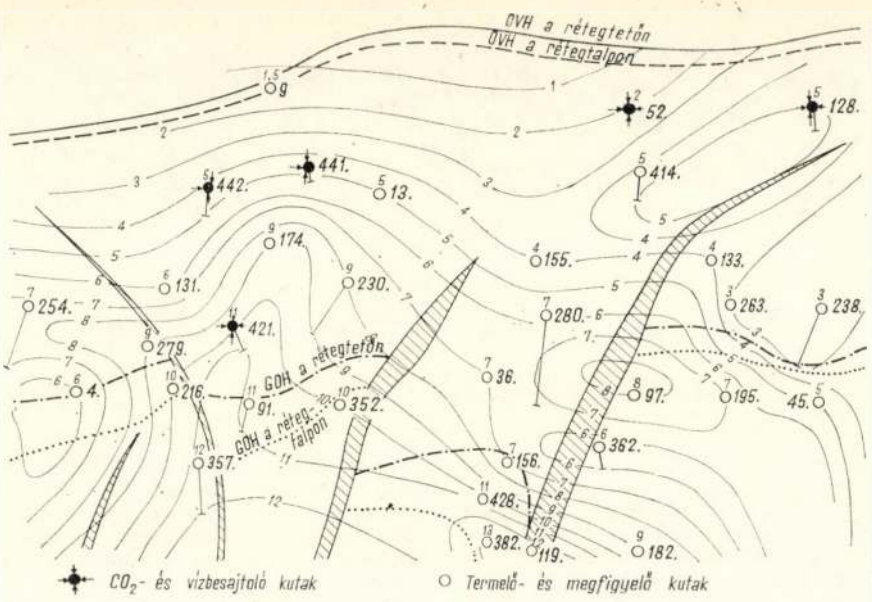
Már több mint egy évtizede látható volt, hogy az alkalmazott gáz- és vízbesajtolás a termeléscsökkenést a hatvanas években nem tudja megakadályozni.

A vállalat vagy még helyesebben az olajipar szakemberei magasabb kihozatalt biztosító, korszerűbb művelési módok bevezetését tűzték ki célul. Az új, hatékony olajkitermelési módszerek egész sora állt rendelkezésre, amelyből az alkalmazhatóság legkedvezőbb feltételei miatt előtérbe kerültek az elegyedő kiszorításos eljárások.

Első lépésként kisüzemi kísérletet kezdtünk el propán-bután oldószer felhasználásával a lovászi mező Páka „B" lencséjében. Az 1960. év április—május havában 658 m³ cseppfolyós propán-butánt sajtoltunk be a tárolóba, majd gázzal való nyomásfelemelés következett. A kis dugóméret ellenére a kihozatalnövekedés 1,1%-os volt. A propán-bután besajtolás kedvezően hatott a gázáttörés hatásának csökkentésére.

Annak oka, hogy az eljárás a továbbiakban nagyüzemi szinten nem valósult meg, a propán-bután magas előállítási költségében keresendő.

Az előrehaladt kutatások, valamint a dél-zalai olajmezők közelében feltárt szén-dioxid-vagyon előrevetítették egy olcsóbb és hatékonyabb elegyedő módszer alkalmazási lehetőségét. Ez a szén-dioxidos művelés. A szén-dioxid feladata a nagy hatásfokú kiszorítás, a hajtó vízfázisé pedig a nagy hatásfokú elárasztás biztosítása *(3. ábra)*.



3. ábra
Szén-dioxidos kísüzemi kísérlet kúthálózata

Magyarországon az első kisüzemi kísérletek a lovászi mezőben kezdődtek. Az 1962. évben az ún. peremi lineáris, 1964-ben pedig ötpontosnak tervezett, de négypontosként megvalósított kísérlet indult meg a Lovászi sorozat északi peremén. A szén-dioxidot füstgázból nyertük, amit szakaszos besajtolással juttattunk a tárolóba, a peremi lineáris rendszernél az *L-52.* és *L-128.* jelű, míg a négypontos rendszernél az *L-421*, az *L-441.* és az *L-442.* jelű kutakon keresztül.

A szén-dioxidos—vizes kiszorítás időtartama alatt besajtoltunk összesen 1975 ezer m³ szén-dioxid-gázt és 199 ezer m³ vizet.

A termelőkutakban a szén-dioxid-gáz jelenlétét, illetve a gáz szén-dioxid-koncentrációjának növekedését nem lehetett kimutatni. Többletolaj-termelési szempontból egyik kísérlet sem járt eredménnyel. Ennek oka a besajtolt szén-dioxid-gáz kis mennyiségében keresendő, mert a gáz sem a tárolóban levő olajra, sem a besajtolt vízre vonatkoztatva nem érte el azt a minimális fajlagos értéket, ami szükséges a szén-dioxid kedvező hatásának érvényre jutásához. Meg kell jegyezni, hogy a besajtolandó szén-dioxid-mennyiséget hazai elméleti és laboratóriumi kutatási eredmények és üzemi kísérleti tapasztalatok hiányában szakirodalmi adatok alapján határozták meg.

Ennek ellenére a kisüzemi kísérlet nem mondható eredménytelennek, mivel jelentős információt adott a szén-dioxid-gázszükséglet meghatározásához, valamint számos korróziós és kiviteli probléma megoldásához, különös tekintettel az alkalmazandó technológiára és technikára. Alapul szolgált továbbá az 1969. évben a budafai mező Felső-Lispe K-2. sz. lencséjében megkezdett kisüzemi kísérlet kivitelezéséhez, a Budafa-Ny-on 1972-ben, valamint a kiscsehi területen az 1974. évben megindult nagyüzemi eljáráshoz.

A budafai kedvező termelési eredmények kötelezik bennünket a nagyüzemi eljárás kiterjesztésére. A budafaihoz hasonló teleptani tulajdonságokkal rendelkező lovászi mezőre két változatban szén-dioxidos művelési programot dolgoztunk ki.

Az első változat azon tárolókat és az ezekből kinyerhető többletolaj-mennyiséget foglalja magában, amely a jelenlegi ismereteink szerint biztosítottnak látszik.

A második változat tartalmazza azon tárolók többletolaját is, ahol a másodlagos művelés hatásosságának nagyságrendje még további vizsgálatra, illetve bizonyításra szorul.

A hazai elméleti és laboratóriumi kutatások, valamint a budafai mezőben elvégzett üzemi kísérlet és nagyüzemi alkalmazás tapasztalatai alapján a Lovászi sorozatban a szén-dioxidos olajkiszorítási eljárás alábbi technológiáját alkalmazzuk.

A tároló rétegnyomását területi rendszer szerint elhelyezett besajtolókutakon keresztül megvalósítandó szén-dioxidos földgáz besajtolásával a kezdeti vagy azt megközelítő értékre növeljük úgy, hogy e folyamat alatt a rétegben a művelési szempontból kedvező termodinamikai egyensúly kialakulását biztosítsuk, miközben szabályozott termeltetéssel a tárolóban oldott és szabad állapotban levő szénhidrogéngázok lehetőleg minél nagyobb hányadát kitermeljük.

A szén-dioxid-gáz besajtolási ütemének és a termelésszabályozási rendszernek helyes megválasztásával biztosítani kell a tárolóban levő fluidum lehetőleg minél nagyobb térfogathányadában a magas (60—70%) szén-dioxid-koncentráció létrejöttét, amely az eredményesség alapvető feltétele.

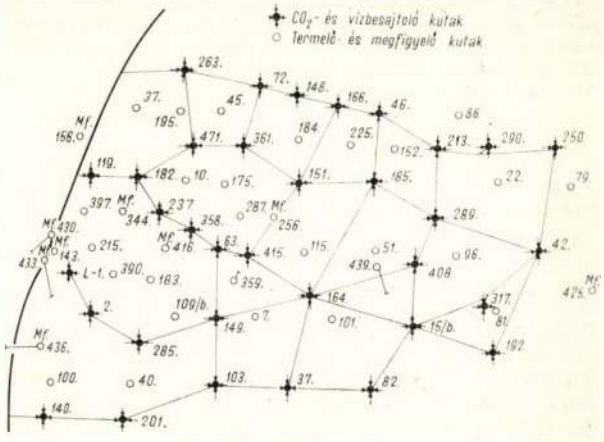
Ezt követően a szén-dioxidos földgáz besajtolásának megszüntetésével egyidejűleg megkezdjük a vízbesajtolást ugyanazon besajtolókút-hálózaton keresztül. A vízhajtással a hatékony fluidumkiszorítás mellett biztosítani kell a térfogatihatásfokot-tényező e rendszerre jellemző értékének elérését.

A vízbesajtolás időszaka alatt szakaszos szén-dioxidos gázbesajtolást valósítunk meg egyrészt a kiszorítási front mögötti szabadgáz-telítettség létrehozása, másrészt a szükséges szén-dioxid-koncentráció fenntartása, ill. helyreállítása céljából. A besajtolandó szén-dioxid-mennyiség — az aktuális telepállapot ismeretében — minden egyes esetben konkrét számításokkal határozandó meg. A vízbesajtolást addig folytatjuk, amíg a termelvény felszíni víz-olaj aránya eléri a 100 m³/m³ értéket.

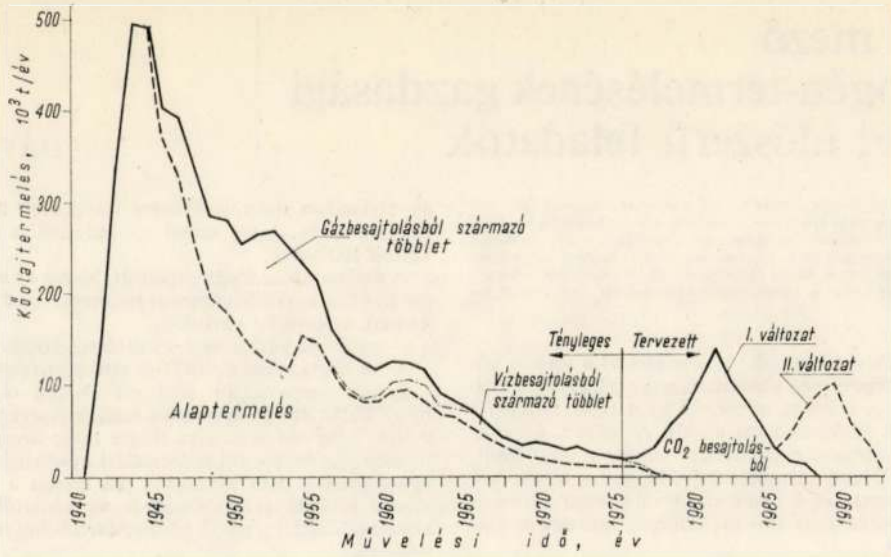
A vízhajtásos periódus befejezése után a víz- és gázbesajtolást meg kell szüntetni, és a tároló további művelését kimerítéses műveléssel kell folytatni.

Amikor a tároló rétegnyomása eléri a felhagyási nyomás értékét, a szén-dioxidos művelést befejezettnek kell tekinteni. A kimerítés során még bizonyos többletolaj-termelés és jelentős szén-dioxidos gáz visszatermelése várható.

Az egyes telepek művelési ütemtervét a rendelkezésünkre álló anyagi erőforrások és kivitelezési lehetőségek szabják meg. Figyelembe kell vennünk egyrészt a rendelkezésünkre álló szén-dioxidos földgáz mennyiségét, melyet a budafai miocén mélyszinti



4. ábra
Lovászi-Kelet szén-dioxidos művelésének kúthálózata



5. ábra
A lovászi mező tényleges és tervezett kőolajtermelése

tárolóból termelünk ki, és csővezetéken szállítunk Lovásziba, másrészt a besajtolható vízmennyiséget.

Ennek megfelelően az első változatba soroltuk a Lovászi sorozat keleti és nyugati területének szén-dioxidos művelését.

Befejeződtek a Lovászi-Kelet felszíni kiviteli munkálatai; a szén-dioxid gáz besajtolását 1975 októberében elkezdtük. A beruházási költségek mintegy 80 millió Ft-ot tettek ki.

A szén-dioxidos művelés kúthálózatának tervezésekor figyelembe vettük a már meglevő kútállományt; mindössze egy új kút lefúrására volt szükség. Ez a szén-dioxidos művelés területi elárasztási rendszerének szabálytalan, több pontos rendszerrel történő kialakítását tette lehetővé *(4. ábra)*.

A keleti területen a sorozat két, jól elkülönült rétegösszlete, a Lovászi-2. sz. homokkő, valamint a Lovászi-M Kelet homokkövek művelésére kerül sor. Mivel technikai problémák miatt a szelektív besajtolási és kitermelési rendszer kialakítására nincs lehetőségünk, ezért a vertikális irányban mind a kőzetfizikai paraméterek, mind a telítettségi állapot tekintetében erősen heterogén rétegek megnyitását úgy terveztük, hogy az művelési egységként lehetőleg csak egy rétegösszletet érintsen, mégpedig azt, amely az olajtelítettség, ill. az olajkitermelés szempontjából a legkedvezőbb.

A gázsapka, ill. a nagy gáztelítettségű tárolószakaszok megnyitása az így létrehozott kedvező gázáttörési feltételek miatt erősen lerontaná a művelés hatékonyságát.

A Lovászi-Nyugat szén-dioxidos művelésének megindítását az 1977. évre tervezzük. Itt a Lovászi-1. sz., a Lovászi-2. sz., valamint a Lovászi-M Kelet homokkövek kerülnek egyidejű művelés alá. A megfelelő térfogati elárasztás érdekében a besajtolókutak többségében szelektív gáz- és vízbesajtolást tervezünk.

A 10—12 éves művelési időszakban 600 ezer tonna többletolaj kitermelése várható, melynél az egy tonna többletolaj kitermeléséhez besajtolandó szén-dioxidos földgáz mennyisége 1000 m^3, a benyomandó vízmennyiség 10 m^3 *(5. ábra)*.

Ez a termelési cél az eddigieknél lényegesen nagyobb feladatot ró a lovászi üzem dolgozóira. Négy éven keresztül biztosítani kell összesen 600 millió m^3 szén-dioxidos földgáz Budafáról Lovásziba szállítását és besajtolását, majd meg kell teremteni a 3500 m^3/nap vízbesajtolási kapacitást.

A második változat tervei szerint művelés alá vonjuk az Alsó-Rátka sorozatot is. Még kellő tapasztalataink nincsenek egy vízelárasztás utáni szén-dioxidos művelés hatékonyságáról, de az eddigi laboratóriumi és kisüzemi kísérletek a kezdeti földtani készletre számítva mintegy 5% kihozatalnövekedést ígérnek. Így az Alsó-Rátka sorozatból a Lovászi sorozat leművelése után 372 ezer tonna többletolaj termelhető ki.

A fentiek alapján a lovászi mezőből a szén-dioxidos művelés hatására még 972 ezer tonna kőolaj kitermelésére van remény. A jóváhagyott beruházási program szerinti megvalósuláskor a szén-dioxidos művelés várhatóan az 1980-as évek második felében fejeződik be az 1. változat esetén.

A második változat realizálása esetén a szén-dioxidos művelés befejezése a kilencvenes évek közepére várható.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a lovászi mező elsődleges művelésének eredményei, az elért olajkihozatali tényező értéke megfelel a tárolótípusra és a kiszorítási mechanizmusra világviszonylatban jellemző statisztikai átlagnak.

A nyomásfenntartás és részben olajkiszorítás céljából alkalmazott gázbesajtolás eredményes volt. A másodlagos művelés céljából alkalmazott vízhajtásos művelés az ezen eljárás bevezetésekor uralkodó kedvezőtlen telítettségi viszonyok és nem a leghatásosabb besajtolási rendszer következtében szerény többletolaj-eredménnyel járt, amihez hozzájárult az is, hogy a vízbesajtolást a kimerüléses folyamat egy közbülső állapotában alkalmaztuk.

A szén-dioxidos művelési eljárás üzemi alkalmazásának a Lovászi sorozat esetében kedvező feltételei vannak mind a telítettség, mind pedig rétegkifejlődés szempontjából.

Az Alsó-Rátka és esetleg más, nagy víztelítettségű tárolók szén-dioxidos eljárással mint harmadlagos művelési módszerrel történő műveléséhez a feltételek kedvezőtlenebbek, azonban ma ez még alkalmazást kizáró oknak nem tekinthető.

Elméleti és laboratóriumi kutatással, valamint az eljárás üzemi tapasztalatainak értékelésével ki kell dolgozni az eljárás azon technológiáját, mely a jelenleg kedvezőtlennek tűnő adottságok mellett is biztosítja a szén-dioxidos módszer hatékonyságát.

A szén-dioxidos eljárás üzemi alkalmazásával a lovászi mező gazdaságos termeltetése az 1980-as évek végéig biztosra vehető, de esetleg a kilencvenes évek végéig is biztosítható.

A szén-dioxidos művelés befejezése után a lovászi mező tárolóinak várható maradékolaj-telítettsége még kedvező feltételt biztosít a szén-dioxidos olajkiszorítási eljárásnál is hatékonyabb művelési módszer alkalmazásához. Ezért a szén-dioxidos eljárás üzemi méretekben történő alkalmazásával párhuzamosan elméleti és laboratóriumi kutatást kell végezni a hatékonyabb módszerek kidolgozása és lovászi viszonyok mellett történő alkalmazhatósága céljából.

Minden valószínűség szerint az ismert és kidolgozandó módszerek azon kombinációi alkalmazhatók majd eredményesen, melyek egyidejűleg a kiszorítási és a térfogati hatásfok növelését biztosítják heterogén (telítettség, kőzetkifejlődés és rétegfizikai paraméterek szempontjából) könnyű olajat tartalmazó tárolókban. E szempontot már figyelembe kell venni a Lovászi-Nyugat és Alsó-Rátka, valamint a többi tárolóban alkalmazandó szén-dioxidos művelés hatékonyságának vizsgálatához is.

A jelenleg számításba vehető hatékonyabb, ill. a szén-dioxidos művelés hatékonyságát növelő eljárások a következők: polimerbesajtolás, emulziós elárasztás, szervetlenanyag-tartalmú vízbesajtolás, valamint az adalékolt termikus eljárás.

Tisztelet és megbecsülés övezze mindazon fizikai dolgozókat, technikusokat és mérnököket, akik az eddigi és jövőbeli eredményes munkájukkal hozzájárultak, ill. hozzájárulnak a lovászi mező korszerű művelési elvek alapján történt és történő eredményes műveléséhez, melynek egyértelmű megnyilvánulása volt a mező harmincötödik életévét jubiláló ünnepély és a mező felvázolt perspektívája.

A lovászi mező szénhidrogén-termelésének gazdasági értékelése; időszerű feladatok*

DÁVID LÁSZLÓ

Az utóbbi 3—4 év kőolajár-növekedése következtében a világérdeklődés középpontjába került az eddig nem lukratívan termelő mezők termeltetése is. A tanulmány bemutatja a tőkés világpiac kőolajárainak alakulását, a KGST-kőolajárak, a belföldi szénhidrogénárak és a műrevalósági költséghatárok változásait. Az árak emelkedése sürgeti az ismert másodlagos, ill. harmadlagos művelési módszerek mielőbbi bevezetését a szénhidrogén-takarékosság fokozott figyelembevételével.

Ünnepi évfordulóhoz érkeztünk. 35 éve termel a lovászi kőolajmező. A megemlékezésnek különösen nagy jelentőséget kölcsönöz az a tény, hogy a kőolaj az utóbbi 3—4 évben hirtelen a világ érdeklődésének középpontjába került. A tőkés kőolajpiac helyzetét és az ott várható tendenciákat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az 1973. évi „árrobbanás" kihatott a KGST-kőolajárakra is, és hazánkban is teljesen megváltoztatta a lovászi mezőben már bevezetés alatt álló másodlagos művelés gazdaságossági értékelését.

A tőkés kőolajpiac áremelkedéseinek a nemzetközi méretű jövedelem-újraelosztás szükségessége mellett további egyik fő oka volt az energiahiánytól való félelem, ami nem új jelenség. Amerikában már az 1930-as évek elején attól tartottak, hogy kőolajforrásaik hamarosan kimerülnek. Az 1950-es években főképpen Európában tekintették közvetlen veszélynek az energiahiányt.

Mindkét esetben sikerült a világ kőolaj- és földgáziparának új lelőhelyeket feltárni, sőt olajtúlkínálat lépett fel, amelynek hatására a világ energiafelhasználási szerkezete mélyreható változásokon ment keresztül, és mindenütt a nemzeti jövedelem növelésének fontos tényezőjévé vált a szénhidrogén-felhasználás arányának emelése. Az 1960-as évek elején szerte a világon kialakultak a kőolaj- és földgázfelhasználás növelését elősegítő nemzeti energiapolitikai koncepciók. Megemlíthető itt, hogy hazánké is 1964-ben készült el, ilyen célkitűzés alapján. E helyzetnek 12—14 dollár tonnánkénti nyugat-európai beérkezési ár felelt meg arab könnyű kőolajra. Az 1967. évi közel-keleti háború a Szuezi-csatorna lezárása miatt pár évre véget vetett a nyugodt piaci helyzetnek, mert meghosszabbodott az európai fogyasztók ellátási útvonala, így 60%-kal nagyobb tartályhajókapacitásra volt szükség azonos mennyiségű kőolaj Nyugat-Európába való szállításához. Az európai beérkezési árak a 24 dolláros szintet is elérték, ami 185%-os árindexet mutat. 1969-re azonban az árak visszatértek a 16 dollár körüli összegre, ami csak 23%-kal volt magasabb a túlkínálat csaknem két évtizedét jellemző, átlagosan 13 dolláros árnál. Az 1969—70. évi szokatlanul hosszú tél, a Transzarábiai Kőolajvezeték megsérülése, a nyugat-európai széntermelés kívánatosabbnál gyorsabb leépítése, majd a felsorolt fő okokat követő keresleti hullám, a pánikhangulatig fokozódó készletezési láz lehetőséget kínált 1970-ben az akkor már egy évtizede fennálló OPEC-nek az egységes fellépésre. Az OPEC (a Kőolajexportáló Országok Szervezete) tömöríti azokat a kőolajtermelő országokat, amelyek többségükben a „harmadik világhoz" tartoznak. Jelenleg 13 tagországa van: Abu-Dhabi, Algéria, Ecuador, Gabon, Indonézia, Irak, Irán, Kuvait, Líbia, Nigéria, Katar, Szaúd-Arábia, Venezuela.

1971-ben már átlagosan 21,5 dollára mentek fel az európai beérkezési kőolajárak. Az árindex itt még csak 165% volt. 1973-ban azonban különösen érzékeny lett a tőkés kőolaj-világpiac, mert

— ismét kitört a közel-keleti háború, továbbá
— az Egyesült Államokban 1972-ben kőolajfinomító-kapacitáshiány alakult ki, mert túlzottan korán számítottak az atomenergia-ipar eredményeire, ezért felvásárolták Nyugat-Európa minden elérhető kőolajtermékét,
— és kezdetben az Egyesült Államok nem is ellenezte az OPEC áremelési törekvéseit, mert abból Nyugat-Európa és Japán versenyképességének gyengítésére számított.

A közel-keleti kőolajárak így 1973-ra 140—150 dollára is felmentek tonnánként, ami az akkori fuvardíjak mellett az európai tengerpartokon 200 dollárt is elérhetett. Az árindex szinte hihetetlenül magas szám: 1538%. Fogalmazhatunk úgy is, hogy 7—8 év távlatában tizenötszörösére növekedett az arab kőolaj ára. Megjegyezzük, hogy ennél az indexnél is a 13 dolláros árat vettük 100%-nak.

A helyzet azóta megnyugodott, hiszen az előbb felsorolt 1973. évi fő okok csak ideiglenesen hatottak, ma 85 dollár körüli árak vannak az európai partokon,

— ami 6 és félszerese a 13 dolláros árnak,
— és négyszerese az 1971-es első kartellárnak.

Éppen napjainkban született viszont olyan OPEC-döntés, hogy újabb 10%-os áremelést fognak végrehajtani, de figyelemre méltó, hogy ezt már vita előzte meg; Szaúd-Arábia ellenezte, többen viszont nagyobb áremelést követeltek. Ez a lépés egyébként egyelőre nem támasztja alá azokat a nézeteket, amelyek szerint további árlemorzsolódások várhatók már 1975—1977 között 60 dollárra, majd újabb 5 éven belül, tehát 1982-ig 50—52 dollárra.

Ezt a nagyon rövid összefoglalót a tőkés kőolaj-világpiacot jellemző legutóbbi három és az ez után következő egy évtizedről a Magyar Közgazdasági Társaság által kiadott „Gazdaság" című folyóiratból vettük, amelyben *Szőcs Miklós*, az OT munkatársa és különösen *Relle Péter*, a Minerálimpex kereskedelmi igazgatója nagyon alapos és figyelemreméltó tanulmányokban a kőolajár-alakulást számos más összetevő megvilágításával elemezte.

A tőkés világpiac kőolajárainak ismertetése után térjünk át a KGST-árak alakulására. Itt mindenekelőtt a már 1958-ban elfogadott *árelv* létezésére, érvényességére kell rámutatni, amely szerint a KGST-árak alapjául a fő árupiacok árait kell venni, megtisztítva azokat a tőkés piac spekulatív és konjunkturális áringadozásaitól. Figyelembe kell venni, még azt is, hogy a Szovjetunió szénhidrogénvagyonának nagy része sarkköri övezetben vagy szibériai környezetben van, és ez a körülmény óriási többletráfordításokat igényel, az új feltárásokkal mindig együtt járó nagy összegű beruházásokkal együtt. Így következett be a KGST-kőolajár 100%-os felemelése 1975. január 1-vel, ami még mindig előnyös és méltányos összeget tesz ki az OPEC-árakhoz viszonyítva. Egyidejűleg felemelték a kőolaj belföldi termelési árát is 100%-kal, hiszen a továbbra is élő 1966. évi GB-határozat szerint a belföldön értékesített kőolaj árbázisa a szovjet importkőolaj ára. Indokoltnak látjuk felhívni a figyelmet arra a tényre, hogy vállalatunknak az új árakon az 1975. évi várható 336 ezer tonna összes kőolaj-értékesítés mellett tröszti árkiegészítés nélkül is 100 millió Ft körüli nyeresége lenne az éves mérlegben.

Az árváltozások hatására át kellett írni a műrevalósági rendeletet is. Megváltoztatása nagyon fontos számunkra, mivel a műrevalósági rendeletben előírt költséghatárok szabják meg a másodlagos művelés beruházásainak és költségeinek felső határát. Az 1975. I. 1-i hatállyal érvényes új *költséghatárok* lovászi minőségű

— kőolajra 1117,50 Ft/tonnáról 4513 Ft/tonnára növekedtek, ami 404%-os változás,
— földgáznál 940 Ft/e. m^3-ről 2837 Ft/e. m^3-re emelkedtek; az index 254%.

Mielőtt más témákra áttérnénk, vonjuk le az árak és költséghatárok alakulásából, a kirobbant energiaválságból azt a három fő következtetést, hogy ezek az események

1. szükségszerűen megkövetelik tőlünk az ismert műre való másodlagos és harmadlagos termelési módszerek mielőbbi bevezetését a régi szénhidrogénmezőkön;
2. megkívánják széles körű kísérletek folytatását új módszerek feltalálása érdekében, és
3. kötelezővé teszik az energiahordozókkal való takarékosságot.

Az első következtetéshez elmondható, hogy itt, Lovásziban éppen most áll bevezetés alatt a szén-dioxidos másodlagos művelési módszer, amelynek a régi költséghatárokkal számított műrevalósági mutatója kerekítve

— a lovászi mező keleti részére 1,7;
— a mező nyugati részére 1,0

volt. Az új számítások még nem készültek el, de a kőolaj költséghatárának négyszeres növekedésére való tekintettel azonos méretű javulás várható a szén-dioxidos művelés műrevalóságában!

A második következtetéshez a műszaki fejlesztési előirányzata-

* A Lovásziban 1975. október 31-én elhangzott előadás rövidített változata. *(A szerkesztő.)*

ink növelésének szükségességére kívánunk rámutatni. A kísérleti témák számát és a költség-előirányzatokat is indokolt fokozni. Csak az utóbbi 2 évben növekedett meg az éves műszaki fejlesztési költség évi 12 millió Ft-ra vállalatunknál, régebben ennek csak a fele volt átlagosan. Több éven keresztül nem is kaptunk műszaki fejlesztési költségkeretet, így az ilyen ráfordítások fokozása ellentétben állt a nyereségérdekeltségünkkel. 1975-ben már ismét kaptunk műszaki fejlesztési költségkeretet. Tovább növekedett összegében is. Most viszont súlyos beszerzési nehézségek merültek fel.

Gyakran hallani, hogy a jól sikerült másodlagos módszerek vállalatunk mezőiből hozhatnak összesen még annyi kőolajat, mint amennyit itt, Lovásziban eddig termeltünk, vagyis 6 154 700 tonnát, aminek mai értéke a 4513 Ft/t költséghatárral számolva 28 milliárd forint. Ez nagyságrendileg megfelel az 1976. január 1-vel életbe lépő 40 Ft/dollár új devizaszorzóval számítható mai OPEC-áras értéknek is. Egy ilyen új mezőre, amelyet statisztikák szerint 7 évenként találnak általában a fúrási üzemek, évi több száz millió Ft értékű kutatófúrás jut. Ehhez viszonyítva töredékébe kerül csak az eredményes műszaki fejlesztési kísérletekből származó ipari készletnövelés. Az említett 28 milliárd forint egyébként növelendő még az itt termelt 6 milliárd 52 millió m^3 földgáz 2367 Ft-os költséghatárral számított 14 milliárd forintos értékével, tehát ez a mező 1974. december 31-ig mai világpiaci áron 42 milliárd Ft értékű szénhidrogént adott. Ebből az 5 milliárd Ft becsült holtmunka-felhasználást levonva 37 milliárd Ft nemzetjövedelem-tartalmat kapunk, ez pedig csaknem 10%-a hazánk múlt évi 400 milliárd Ft körüli nemzeti jövedelmének. Véleményünk szerint ez a hányados jól fejezi ki az összehasonlított adatok időtényezőiben meglevő eltérések ellenére a lovászi mező feltárása 35 éves jubileumának gazdasági jelentőségét, és egyben meg is világíthatja azt a sokat hangoztatott összefüggést, ami a kőolajtermelés és a nemzeti jövedelem növekedése között van.

Hangsúlyozni kívánjuk viszont, hogy a műszaki fejlesztési kísérleteknél várható nagyarányú hasznosság miatt a legcsekélyebb engedményeket sem szabad tenni a kísérletek gondos előkészítése, jó kivitelezése terén.

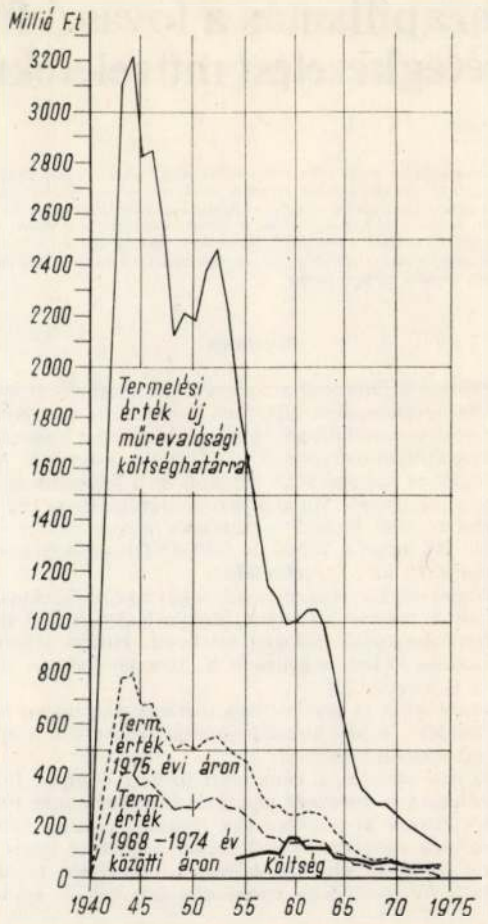
A harmadik, a takarékossági következtetéshez is helyi példával kívánunk élni. A holnapi üzemlátogatáson bizonyára látják a segédgázos termeltetésű kőolajkutakat és a kompresszortelepet is. Ott a komprimálás érdekében elégett földgáz kalóriamennyiségénél — számításaim szerint — alig több már az 1974. évben a segédgázos módszerrel termelt kőolaj kalóriatartalma. Csak 1,24-es értéket vesz fel az olyan energia-visszatérülési mutató a segédgázos termelési módra, amelynek számlálója a kitermelt energiahordozó kalóriatartalmát, nevezője pedig a ráfordított energiát tartalmazza kalóriában.

A szükséges intézkedések taglalása helyett inkább azt a gondolatot kívánjuk felvetni, hogy valamilyen energiahatóságnak vajon nem szükséges-e kiadni olyan *energiafelhasználási normákat* az energiatermelő ágazatok és vállalatok számára, amely normák az energiahordozók előállításához felhasználható energiafelhasználást maximálják, tehát át nem léphető korlátot állítanak fel. Azért gondoltunk magasabb szintű szabályozásra, mivel az országosan egységes megítélést biztosítani kell.

Eljutottunk így a számviteli adatokhoz; nézzük meg együtt azt az *ábrát*, amelyen munkatársaim az utolsó 20 évre összegyűjtötték a mező szénhidrogén-termelési és -értékesítési költségeit eszközlekötési járulék nélkül. Az eszközlekötési járulék szemléltetését mellőzhetőnek véltük, mivel az valójában nem költség, hanem az eszközarányos nyereség elvárt minimumszintje. A (folyamatos vastag vonallal) szemléltetett költségek összege *2 milliárd Ft*. Nem tudtuk teljessé tenni a költségek kigyűjtését azért sem, mivel a mező kezdő éveiben nem is volt szocialista számvitel, de még forint sem. Akkor történt a pengő világméretekben is talán leggyorsabb ütemű és legnagyobb arányú inflációja. A második világháború alatti „haditermelés" ráfordításait például szinte lehetetlen számszerűsíteni. A későbbi években is túlságosan gyakran történtek ár- és elszámolási változások. Az adatgyűjtés nehézségei miatt csak az utolsó évekből visszafelé becsülve lehetne következtetni a költségek volumenére.

A (szaggatott vonallal) szemléltetett 7 milliárd Ft *termelési érték* a termelt kőolaj és földgáz 1940 és 1974 közötti mennyisége és az *1968—1974 között érvényes egységárak* szorzatával van kiszámítva elsősorban azért, hogy a volumenalakulásról ne kapjunk torz képet.

Indokolt volt az *1975. január 1-től érvényes árak* hatását is bemutatni, ami végeredményben az új KGST-ár melletti termelési értéket adja meg. A kipontozott vonallal bemutatott évenkénti adatok összege 13 milliárd Ft.



A legfelső vonal az *új műrevalósági költséghatárral* számított termelési értéket adja, amelynek halmozott összege a korábban már említett 42 milliárd Ft.

Mellőzhetetlennek tűnik a szabályozórendszer 2 hónap múlva életbe lépő változásaiból egy nagyon fontos terület, a beruházásfinanszírozás változásaival való rövid foglalkozás.

Az irányelvek kimondják, hogy vissza nem térítendő állami juttatásra csak kivételesen, különleges indokok alapján kerülhet sor. Szélesíteni fogják a beruházási hitelek volumenét, amelyeket maximum 10 év alatt vissza kell fizetni kamattal együtt, igaz, hogy a mainál bővebb forrásokból, így a nyereségadózás előtti nyereségből és a beruházásból létrehozott eszközök központosítás előtti amortizációjából is.

Előreláthatólag az 1976. december 31-e után befejeződő és a termelő jellegű beruházásokra terjesztik ki az új rendet. Fontos hangsúlyozni azt, hogy bármennyire is nagy nemzeti jövedelem kitermelésére, realizálására képes egy jó szénhidrogénmező, a mérleg szerinti nyereség mindenek előtt a termelő vállalat eladási árainak szintjétől függ, másrészt a beruházások elhatározásának és kivitelezésének időszakában az eredményeket csak igen tág határok között lehet becsülni, továbbá az állami támogatás olyan preferenciákra jogosít fel bennünket, amelyek jelentősen segítik a kivitelezést.

Különösen ezek elvesztése lesz hátrányos!

Ezért remélhető és javasolható, hogy a másodlagos művelés beruházásai tartozzanak továbbra is a kivételes és különleges olyan fejlesztések közé, amelyekre vissza nem térítendő beruházási juttatásokat kapunk.

Tudjuk, hogy a bérszabályozás rendszere is változik, de a négyféle lehetséges bérszínvonal- vagy bértömeg-szabályozás (vállalati teljesítmény alapján vagy központilag) közül továbbra is csak egyféle vonatkozhat egy trösztre. Az OKGT vertikális felépítésű, sokféle vállalatai ugyanakkor vegyes szabályozást igényelnének. Reméljük, hogy a tröszt belső érdekeltségi rendszere, aminek fejlődése az utóbbi években nagyon kedvezőnek és kielégítőnek ítélhető, kialakítható az V. ötéves terv idejére is olyan módon, hogy a termelővállalati munka sajátos hatékonyságalakulása és viszonylagos hatékonyságjavulása kellő ösztönzést s erkölcsi-anyagi elismerést kap.

Visszapillantás a lovászi fúrási és rétegkezelési műveletekre*

BARABÁS LÁSZLÓ—
BUDA ERNŐ

A tanulmány ismerteti az 1940. évben mélyített Lovászi-1. jelű fúrás történetét és az azt követő feltárófúrási program szervezésének és végrehajtásának értékelését a statisztikai adatok tükrében. Vázolja a lovászi feltárófúrások szerepét a jet-fúrási technológia kialakításában; a pannon képződmények alatti mély és nagymélységű formációk kutatásának történetét, nehézségeit és a jövő nagymélységű kutatófúrásainak lehetőségeit. Egyben taglalja a hozamnövelő eljárások kialakulását, eredményeit és jövőjét.

Bevezetés

Az 1933-ban a Dunántúl déli részén újra megindított intenzív olajkutatási tevékenységet jelentősen befolyásolta az a geológiai tény, hogy az a muraközi antiklinális, amelynek a létezését már a század elejétől kezdve ismerték, Dél-Zalába is átnyúlik. A geológiai kutatások indokai közé tartozott az a felismerés is, hogy a pannóniai rétegsor a Muraközben olajtároló, és az 1923—24. évben végzett első budafai kutatófúrás adatai szerint vastag kifejlődésű [1], tehát a kőolaj és földgáz felhalmozódásának a valószínűsége itt még nagyobb lehet.

A geológiai méréseket és elgondolásokat a geofizikai kutatások is igazolták. E mérésekből kitűnt, hogy a budafapusztai antiklinális nagy kiterjedésű geológiai szerkezet. Hossza Újudvartól Lendvaújfaluig 35 km, és nyugatra a jugoszláv határon át Peklenica felé is kiterjed [2].

Az *Eötvös*-ingás és graviméteres mérések izogammái három dómot jeleztek: egyet Budafapusztánál, egyet Lovásznál és egyet Lendvaújfalu közelében.

A geofizikai mérésekkel kimutatott lovászi boltozat fúrással való igazolására a *Budafa-45.* jelű fúrás lemélyítése után 1940 júniusában költözött át a lovászi-nak nevezett kutatási területre, Lovászi község határába az R-2 számú gőzüzemű rotari fúróberendezés az *L-1.* jelű kutatófúrás lemélyítésére *(1. ábra)*.

A kutató fúróberendezés energiaellátását két — egyenként 116 m² fűtőfelületű — 21 at nyomású telített gőz előállítására szolgáló, fával fűtött gőzkazán biztosította.

Az R-2 fúróberendezéshez fagerenda máglyákra felállított 150 Mp teherbírású, API 18 szabványú, de már magyar gyártmányú rácsos szerkezetű acél fúrótorony tartozott; egy *Ideal-Ajax* gyártmányú, 14″×14″ névleges méretű, fekvő elrendezésű ikergőzgép iker 4″-es rotari lánckerékkel, ill. láncáttétellel hajtotta a 4 sebességfokozatú, UB-54 típusú *Parkersburg* hidraulikus fékkel ellátott EMSCO emelőművet. A berendezés 27½″ névleges méretű forgatóasztala ugyancsak EMSCO gyártmányú volt. A berendezéshez két 14″×7¼″×18″-es *Wilson Snyder* gőzüzemű öblítőszivattyú tartozott, e két szivattyú a párhuzamos kapcsoláson kívül a sorbakapcsoláshoz szükséges szerelvényrendszerrel is el volt látva.

A lyukfej biztonsági berendezései közé tartozott az akkor kialakuló magyar fúrási szaknyelven „kifúvásgátló"-nak nevezett SDA típusú *Cameron* 10¾″-es, 210 at-s, hidraulikusan működtetett kitörésgátló, amelyben a zárópofák cseréje gyakorlott fúróbrigádnak is 8 órájába került.

A *Lovászi-1.* jelű fúrás mélyítése az 1566 m-es végmélységig 1940. június 6-ától augusztus 17-ig tartott.

A fúrás szerkezete a következő volt:

A felszíntől 40 m-ig 18″-es,
795 m-ig 10″-es,
1525 m-ig 6⅝″-es béléscsőoszlop.

A lyuk 1525—1566 m közötti 8¾″-es szakasza nyitott maradt.

A fúrás 8¾″-es szakaszában *Barrett—Robishaw* gyorsmagszedőt, vagyis kötéllel kihúzható, magcsöves rendszert alkalmaztak.

Az R-2 fúróberendezés kitűnő fúrómesterei *(Horváth Béla, Csörgits János* és *Vangyia István)* napi jelentéseikben beszámolnak a „farkaslyuk" fúrásáról, a „kifúvásgátló" szereléséről, az öblítést, lyukkondícionálást jelentő „mosatások"-ról, a fahiányról, a gőzhiányról, a „cementezés" szünetéről, a „körmagfúró" használatáról, s az ismétlődő vízhiány felszámolására tett intézkedésként a főfúrómester angol nyelvű bejegyzése is olvasható a napi jelentésben „Rigging up water pump at Kerka" azaz „vízszivattyú felszerelése a Kerkán" szöveggel. (1940-ben a 4 gőzberendezés mindegyikénél — a koncessziós szerződésnek megfelelően a rotari fúrás betanítására — egy-egy amerikai főfúrómester dolgozott. Az első magyar főfúrómestert *Széll Kálmán* személyében 1941-ben nevezték ki.)

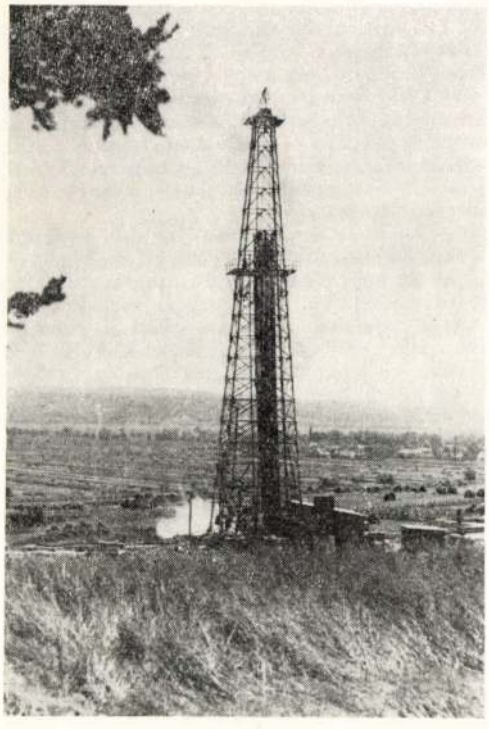
A fúrólyuk rétegvizsgálatát még az R-2 fúróberendezés kezdte el, s az 1468—1452 m, valamint az 1442—1424 m közötti rétegszakasz perforálása után a kút száraz gázt termelve már szénhidrogénre eredményesnek, vagyis felfedező fúrásnak volt minősíthető; a további rétegvizsgálatok elvégzése előtt azonban az R-2 fúróberendezés az *Újfalu-1.* jelű kutatófúrás pontjára szerelt át, s a *Lovászi-1.* kút rétegeinek további kivizsgálását a Budafáról átirányított *Cardwell* lyukbefejező berendezés végezte. A lyukbefejező berendezés fúrómesterei *Schlosser József, Nagy Sándor* és *Fejér József* voltak.

Az 1302—1318 m közötti rétegszakasz perforálása után a főtolóval ellátott kút száján kezdődő kitörés jelenségei mutatkoztak, a főtoló elzárása után a szinte folyadékmentessé leürült termelőcsőoszlop nélküli kút fölülről való megnyugtatása, ún. „megölése" lubrikálással, az akkor itt először használt 350 at üzemnyomású *Halliburton* portábilis — szánkóra szerelt — szivattyúegységgel több napi veszélyes és megfeszített munkával sikerült.

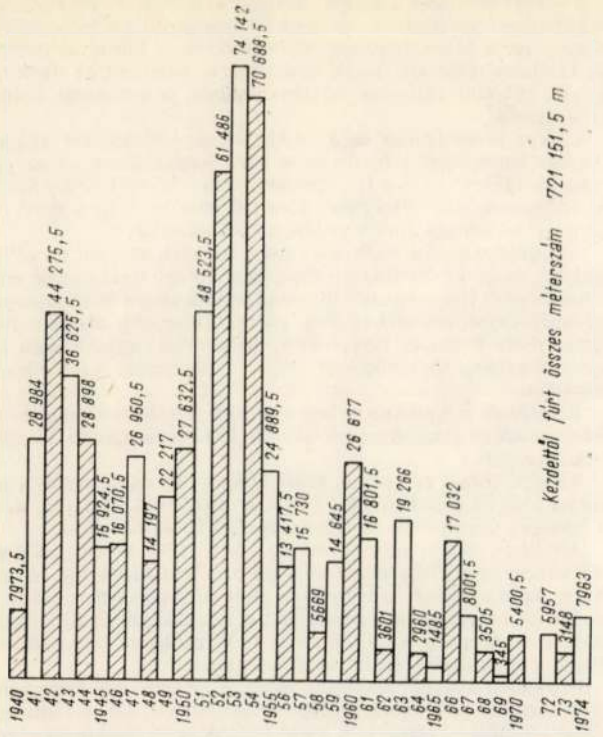
Az előzőkben említett tárolóformáció termelésre való sikeres kiképzése után indult meg gyors és jól szervezett munkával a terület további kutatófúrásokkal való lehatárolása és ezzel párhuzamosan feltárófúrások utáni termelésbe állítása.

E munkának a fázisait a mai felfogás szerint nehéz a fúrási és termelési szervezethez való tartozás csoportjaira bontani, mivel a 40-es években az üzem szervezete még nem differenciálódott. Egyszerre és párhuzamosan folyt az LT-1. tartályállomás kialakítása, ugyanakkor az útépítő, alapozási, toronyszerelési, csőszerelési, gépműhelyi és szállítási részlegek, valamint az építkezési csoport megszervezése, valamint az akkori idők gyakorlatának megfelelően az először favázas, magorlemezes legszükséges-

* Az ünnepi gyűlésen elhangzott előadás néhány adattal, képpel és diagrammal bővített változata. *(A szerkesztő).*



1. ábra
A lovászi olajmezőt felfedező L-1. jelű fúrás Lovászi község határában, középen a Kerka völgye, háttérben a Tormafölde környéki dombok. (Dr. Papp Simon felvétele, 1940. — A Magyar Olajipari Múzeum fotógyűjteményéből)



2. ábra
A lovászi mezőben teljesített évi fúrási méterszám 1940—1974 között

sebb üzemi épületeknek, majd a csővázas raktárépületeknek, garázsoknak, a gépkocsijavító műhelyeknek és a hegesztőműhelyeknek a kialakítása.

1. A mező kutatásának és feltárásának fúró- és lyukbefejező berendezései

A mező életének 35 éve alatt a mai üzem jogelődjeinek fúrási szervezetei sokféle földtani, termelési célú fúrási feladatot végeztek el, oldottak meg.

Feladatuknak megfelelően — mai elnevezéseket használva — az *L-1.* eredményes felderítő kutatófúrást, a felfedező fúrást, lehatároló, kiterjesztő, részletező kutatófúrások követték, majd lefúrták a mező termelési céljai érdekében a feltárófúrásokat — a kutakat —, a másodlagos termelés céljaira pedig termelési segédkutakat fúrtak. Sekély, középmélységű és mély, valamint nagymélységű kutatást végeztek.

A lyukbefejező berendezések a lemélyített fúrások rétegvizsgálatait és kútkiképzéseit végezték el, a kútjavító berendezések pedig a kutak javításával, a termelési mód átállításával és a rétegkezelések előkészítési munkáival foglalkoztak.

Anélkül, hogy e téren akár időbeli sorrend betartására, akár pedig teljességre törekednénk, jellemzésképpen felsoroljuk azokat a fúró-, lyukbefejező és kútjavító berendezéseket, amelyek e területen dolgoztak.

Fúróberendezések

A *gőzüzeműek* közül
R-1 National-Ideal/Gumbo-Buster 11″×11″; R-2 és R-3 EMSCO/Ideal-Ajax 14″×14″; R-4 Oilwell/Ideal-Ajax 12″×12″; R-9, R-12, R-13 Haniel-Lueg/Láng 12″×12″.
A *Diesel-motor* hajtásúak közül
R-5, R-15 Haniel Lueg, R-6 Wirth és R-20 Trauzl
R-29 UZTM.
R-41 és R-42 URALMAS-3D típusú rotari fúróberendezés, továbbá a két 5000 m-t túlhaladó fúráshoz az
R-53 Wirth GH-1200 nagy teljesítményű fúróberendezés.

Lyukbefejező berendezések

Szánkóra szerelt gáz- vagy benzinmotoros berendezések
Cardwell (Lyb-I, Lyb-II)
Diesel-motoros kétdobos berendezések
Wuelfel (Lyb-III, Lyb-V)
Önjáró, kétdobos hidraulikus erőátvitelű berendezések
Salzgitter ZA 292 (Lyb-28), ZA 315 (Lyb-36)
Schoeller—Bleckmann DIR-379 (Lyb-29, 30, 32, 34)
Kútjavító berendezések
Szánkóra szerelt, *egydobos* kivitelű berendezés
Wirth 144,
Szánkóra szerelt, *kétdobos* berendezések
Állami-Cardwell, Mazalán-II, elektromos hajtású / Mazalán
Önjáró, *lánctalpas berendezések*
Hanza, Sztalinec, Bakinec emelődobos traktorok
Önjáró, *fúvott* kerekű berendezések
Büssing—Wuelfel, Salzgitter és szovjet A/40 kútjavító berendezések.

Az előző felsorolás az elmúlt 35 év beszerzési lehetőségeit és műszaki fejlesztési felfogását is tükrözi, a berendezéstípusok változása alapján magába foglalja a hatékonyabb, nagyobb kapacitású, jobb kihasználású berendezések alkalmazására való törekvést, s a gőzüzemről a *Diesel*-motor hajtásra való áttérést is; ugyanakkor azonban összefoglalóan magyarázatot ad arra is, hogy fúrómérnökeinknek, fúró-, lyukbefejező és kútjavítási mestereinknek, munkásainknak, gépészmérnökeinknek, gépészeinknek, és műszaki dolgozóinknak hány fajta és milyen sokféle típusú berendezés szerelését, működését, alkatrészeit kellett megismerniük. A berendezések hajtásának fejlődése és a berendezések sokrétűsége miatt a fúrásokhoz szükséges alapozás területe, elrendezése, teherbírása, aknamérete és az igénybe vett földterület nagysága gyakran változott; az áttérés a gőzüzemről a *Diesel*-hajtásra természetesen maga után vonta azt, hogy a kazánszerelői és gőzgéplakatosi tevékenységet fokozatosan felváltotta a *Diesel*-motorok és hidraulikus hajtóművek ismeretének szükségessége, s ez a változás indokolta a fejlődő technológiai folyamatok ismertetésén túlmenően az egyre modernebbekké váló berendezések gépészeti ismereteinek állandó oktatását.

2. A fúrási tevékenység a statisztika tükrében

A lovászi mező évi méterteljesítménye

A lovászi kőolaj- és földgáztelepek fúrással való felfedezését követő időben a már ismert Budafa mellett a lovászi volt hazánk legfontosabb olaj- és gáztermelő mezője a dunántúli Nagylengyelnek 1952-től kezdődő és Hajdúszoboszlónak, Pusztaföldvárnak, Algyőnek és Szanknak a 60-as évektől kezdődő felkutatásáig.

35 év alatt *L* (Lovászi) betűjellel 475 fúrást mélyítettek, e fúrások közül 91 volt kutató vagy kutató jellegű vagy egyéb, 384 pedig feltárófúrás.

Az eddig lemélyített fúrások összméterszáma csaknem $^3/_4$ millió m, pontosan *721 151,5 m*. A lovászi fúrások átlagmélysége 1518 m.

A felsorolt 91 kutató jellegű fúrás közül 28 fúrásnak volt a célja a mezőben megismert, ún. „szint fölötti", továbbá Páka, Felső-Rátka, Alsó-Rátka, Sziget, Lovászi és (esetleg Kútfej) sorozatoknál mélyebben elhelyezkedő rétegek folyadék- és gáztartalmának felkutatása; az ilyen célzattal fúrt kutak összméterszáma 60 466,5 m-t tett ki, a mezőben lemélyített összméterszámnak 8,4%-át.

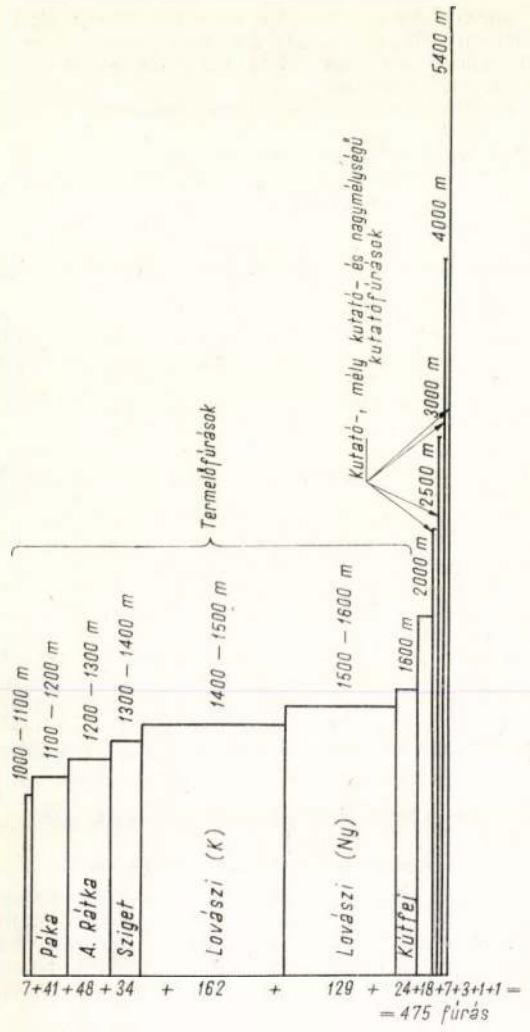
65 fúrás *97 500* fúrt méterrel — azaz a mező összméterszámának 13,5%-ával — arra szolgált, hogy a termelőképesnek megismert horizontok határait és részleteit kutassa; kutatófúrási célzattal tehát összesen *157 966,5 m*, azaz a mező összméterszámának 21,9%-a mélyült.

A 384 feltáró jellegű fúrás összméterszáma *563 185 m*, a mezőben lefúrt összméterszám 78,1%-a. A feltárófúrások átlagos mélysége 1466 m.

A fúrási tevékenység az 1940—1974 közötti időben nem volt egyenletes *(3. ábra)*. Az ábrából megállapítható, hogy a fúrási tevékenység először 1943-ban ért el évi 44 275,5 m-es értékével egy csúcsot, de innen kezdve a háború vége felé bekövetkező fokozatos műszaki és ellátási nehézségek, illetve a háborús események miatt a tevékenység az 1945. évi 15 924,5 m-es minimumig csökkent.

Jellemző az évi fúrt méterszámok alakulására az államosítást követő — s a sűrítőfúrások következményeként jelentkező — teljesítménynövekedés, amely a második csúcsértékét 1953-ban az évi 74 142 m feltárófúrás mélyítésével érte el. Innen kezdve a mező termelő jellegű feltárásának tényleges befejezéséig, 1958-ig a fúrási tevékenység egyenletesen csökken.

A további évek fúrási tevékenységére egyrészt a Páka szinttáj olajos részének kutatásával kapcsolatos kutatófúrások, másrészt



3. ábra
A lovászi fúrások mélységének gyakorisága 1940—1974 között

a szinttáj fölöttinek nevezett telepekre irányuló kutatófúrások lemélyítése volt 1960-ig jellemző; ezt követték a főként 2500 m-es vagy esetenként annál is mélyebbre hatoló kutatófúrások mélyítései az ismert olaj- és gáztelepek alatti esetleges újabb telepek felkutatására, míg az 1972—74 közötti fúrási tevékenység célja a mező CO_2-os vízbesajtolásos termelési módszeréhez szükséges besajtolókutak létesítése volt.

A lefúrt kutak közül

422 kút volt *termelésre kiképezhető* (olaj-, gáztermelő, megfigyelő, vízbesajtoló, gázbesajtoló, CO_2-besajtoló vagy CO_2-besajtolásra reagáló), ez az összkútszám 88,8%-át teszi ki;

34 kút volt eredetileg is *meddő* (7,15%);

19 kutat kellett *üzemzavar, ill. sikertelen mentés miatt felhagyni* (4%); három fúrást gázkitörés után sikerült kijavítva termelő kúttá kiképezni.

A lovászi mezőben mélyített fúrások átlagos mélységének és gyakoriságának ábrázolásában *(3. ábra)* egy-egy téglalap területe arányos azzal a fúrásszámmal, melyet a kérdéses szinttáj (vagy kutatandó mélyszint) átlagos mélységéig lemélyítettek.

A lovászi feltárófúrások átlagos időadatai [3, 4]

A *4. ábra* foglalja össze azokat a legfontosabb időadatokat, amelyek a lovászi mezőben végzett feltárófúrásokra jellemzők. Ezek rutinfúrásokra vonatkozó adatok, amelyeknek évenként átlagos időadatai rávilágítanak a szervezési és technológiai intézkedések fejlődésére, eredményeire.

Az összeállítás az 1940—1974 közötti időben napokban tünteti föl az *átszerelési idő* évi átlagértékét (itt az átszerelés fogalmába a fúróberendezés leszerelésének, átszállításának és az új helyen a felszerelés során a fúrás megkezdéséig terjedő idő tartozik);

a *mellékműveletek idejének* görbéje azoknak az időknek az évi átlagösszegét mutatja, amelyek a fúrás geofizikai információszerzésére, a béléscsövezésre, cementezésre, a kútfejkiképzésre, az esetleges rétegnehézségek elhárítására, valamint az üzemzavarok, műszaki balesetek felszámolásához, a mentéshez voltak szükségesek;

a *tiszta fúrási idő*nek és a *be-kiépítések idejének* évi átlagos összege lényegében a fúró talpon való forgatásának — az ún. rotációs időnek — és a fúrócserének ideje. A *teljes fúrási idő* és az időadatok jobb értékelését könnyíti meg az *5. ábra* felső részén az évi átlagos fúrási mélységek feltüntetése.

Az időfelosztási görbék áttekintése alapján azonnal megállapítható, hogy az 1940-ben megkezdett fúrási tevékenység első adatszerző és ismeretgyűjtő időszaka után a fúrási tevékenységre jellemző összes időfelhasználási görbe (átszerelés, mellékműveletek, tiszta fúrási és be-kiépítési idő görbéje) egyenletesen javuló, tökéletesedő tendenciát mutat a szervezési intézkedések hatására.

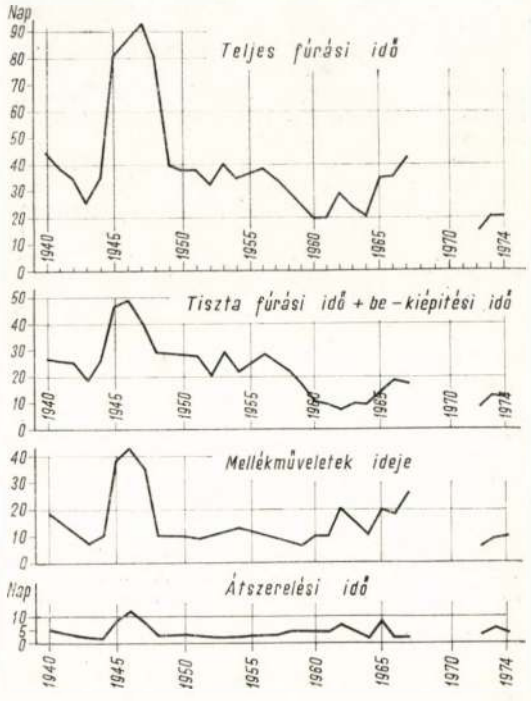
Kiválónak mondható a berendezések átszállításának, le- és felszerelésének átlagideje; ezt sikerült 1943-ra átlagosan 2 napra lecsökkenteni.

Az első fúrási év fúrásonkénti átlagos 50 napig tartó teljes fúrási idejével szemben 1943-ban már átlagosan 30 napig, azaz 1 hónapig tartott csak az átlagmélységű fúrás mélyítése.

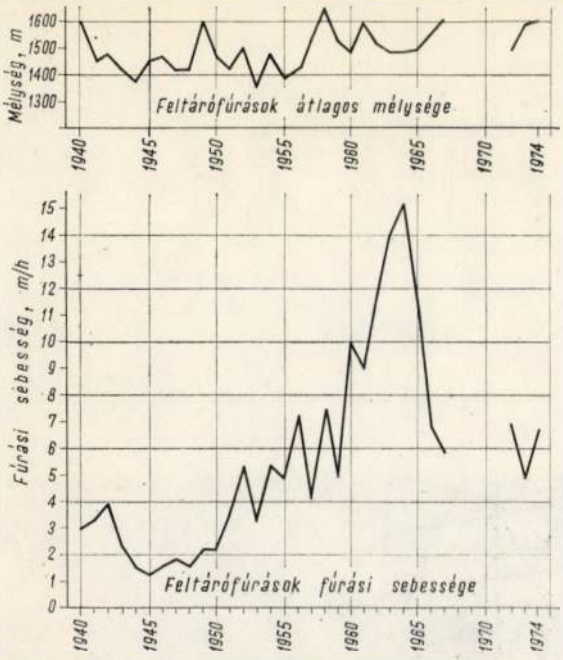
Általános romlás mutatkozik az 1944—1948 közötti időben, ezt valamennyi görbe magasan kiugró csúcsa bizonyítja. A háború végén a német hadvezetőség által elhurcolt nehéz szállítóeszközök hiánya az átszerelési idő, a szerszámok és az anyagellátás elégtelensége és az inflációs idők csökkent munkaintenzitása a teljes fúrási idő növekedését okozta.

Feltűnő az a javuló tendencia, amelyet az emelkedő átlagmélységű sűrítőfúrások lemélyítésének időgörbéi az 1948. évi államosítást követően mutatnak. A mező feltárófúrási tevékenységének befejezéséig az átlagos átszerelési idő egyenletesen alacsony; ez csak a gőzüzemű berendezések helyett üzembe állított *Diesel*-fúróberendezések súlyának és az átszállítandó egységek darabszámának növekedése, a gőzüzemű berendezéseknél komplikáltabb *Diesel*-motoros egységek felszerelési többletidőigénye miatt 1969-től mutat jelentős emelkedést.

Ebben az időszakban nagyon erősen látszik a tiszta fúrási idő értékének és a be-kiépítési idő összidőtartamának abszolút számokban mutatkozó csökkenése, amely a mellékműveletek átlagidejének azonos szinten való mozgása miatt végül is a fúrások összidejének évről évre való javulásában mutatkozott meg. Abszolút számokban kifejezve tehát az inflációs idők 100 napig tartó átlagos fúrási időtartamával szemben a kőolajipar államosításának időpontjában elért fúrásonkénti 40 nap helyett



4. ábra
A lovászi feltárófúrások átlagos időfelhasználása (1940—1974)



5. ábra
A lovászi feltárófúrások fúrási sebessége és átlagmélysége

sikerült a munka módszerének tökéletesítésével a mező felfúrásának befejezéséig, 1962-ig a rutinfúrások átlagidejét 20 nap/fúrás értékig lecsökkenteni.

A mező fúrásainak történetében műszakilag érdekes és gondos munkát követelő feladatot jelentett az 1963. évtől kezdve az irányítottan ferde feltárófúrások mélyítése. A sűrű kúthálózattal rendelkező Lovászi mezőben, ahol a lakótelep és a már kialakított termelési létesítmények a további sűrítőfúrások egyszerű megtelepítését nem tették lehetővé, sor került a megkívánt feltárófúrások ferdített fúrásokként való megvalósítására. Szakmai iránymutatást ehhez *G. I. Bobrisev*, a MASZOLAJ Dunántúli Fúrási Vállalatának volt igazgatója adott, aki személyesen irányította az első három irányított ferdefúrás ferdítési műveletét, s a lyukferdítés számításaira, valamint a gyakorlati kivitel során a ferdítőturbinák, ferdítőátmenetek üzemi használatára oktatta a műszaki személyzetet.

A feladat 1963-tól kezdődően, 30 irányított ferdefúrás lemélyítése volt. E fúrások mélyítése során a tájolással, a turbinák be- és kiépítésével kapcsolatos idők természetesen a rutinfúrásokkal szemben mind a mellékműveletek idejének, mind pedig a fúrási teljes idő növekedésében észlelhetők.

A *4. ábrán* az 1963 évtől kezdődően a teljes fúrási idő növekedése ezeknek a rutinfúrásoktól eltérő kutaknak a lemélyítésével magyarázható.

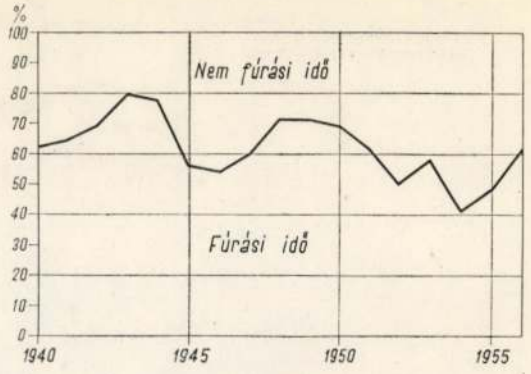
3. A szervezési intézkedések és a műszaki fejlesztés hatása [3, 4]

A lovászi mező 35. születésnapján összegyűltek egy része személyes élményei alapján tudja, milyen intézkedések járultak hozzá a fúrások összidőtartamának, s ezzel egy-egy fúrás összköltségének csökkentéséhez.

A sikerekben természetesen a kutakat mélyítő fúróberendezések minőségének, teljesítőképességének — különösen a hidraulikus teljesítménynek — a növekedése kapott nagy szerepet.

Az egyre bővülő tevékenység *első szakaszában* a rendelkezésre álló fúróberendezések kis száma és a nagy fúrási feladat elsősorban a fúróberendezések mind jobb kihasználására ösztönzött, annál is inkább, mert a fúrási sebesség növelésének lehetőségei a fúróberendezésenkénti rendelkezésre álló, mindössze 2—3 súlyosbító, valamint csak a szárnyas fúrókból álló fúróválaszték (görgős fúrók csak kemény fokozatú, ún. „szikla fúró" formájában álltak rendelkezésre), továbbá a jet-fúrási elv akkor még ismeretlen volta miatt erősen korlátozottak voltak.

A fúrási műveletek irányításának kívánatos alapelve tehát egyrészt a fúróberendezések lehető legjobb kihasználása, vagyis a tényleges fúrási művelet szempontjából holt időknek (szállítás, szerelés, javítás, várakozás, mentés) lerövidítésén, kiküszöbölésén kívül a költséges és kis számban rendelkezésre álló nagy teljesítményű rotari fúróberendezések lehető legteljesebb mentesítése volt a kisebb teljesítményigényű munkáktól: mint a rétegvizsgálattól, azaz általánosabban szólva a lyukbefejezési műveletektől. Mindez a legfőbb célt szolgálta, nevezetesen azt, hogy a fúróberendezés elméleti munkaidejének minél nagyobb hányada maradjon a tényleges fúrási műveletekre. A tényleges fúrási műveletekhez rendelkezésre álló idő (a KGST statisztikai nómenklatúrája szerinti „hasznos idő") kihasználása szempontjából viszont a törekvés természetesen az volt, hogy ennek minél nagyobb százaléka legyen a tiszta fúrási időre fordítható, tehát arra az időre amikor a fúró a talpon forog, kőzetaprító munkát végez. Ezeknek a törekvéseknek eredményeit foglalják össze a *4. ábra* görbéi, de az ezen a téren elért eredményekre mutat rá *6. ábra* is, amely szerint a tiszta fúrási idő (beleértve ebbe a magfúrás és fúrócserék idejét is) 1940 és 1956 között, tehát a lovászi mező feltárófúrási tevékenységének legintenzívebb szakaszában, az összes időnek átlagosan 55—75%-a között változott, ami világviszonylatban is kimagasló eredmény.



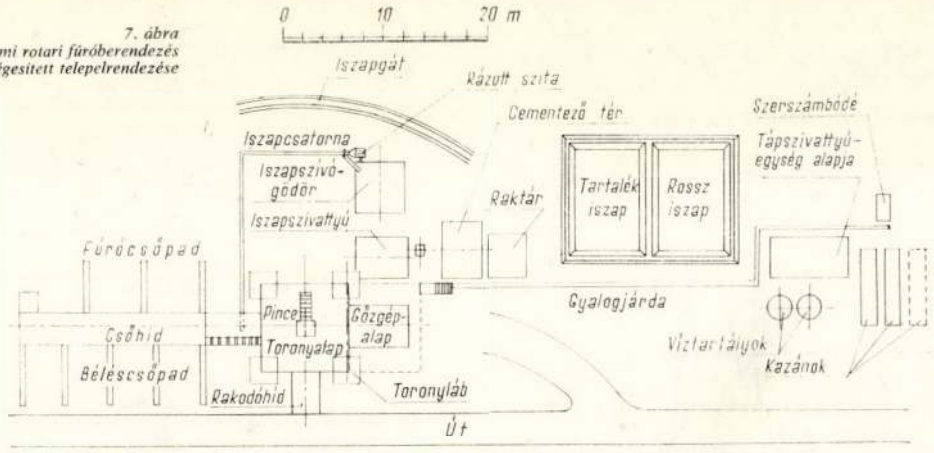
6. ábra
A lovászi fúrások fúrási idejének és nem fúrási idejének alakulása 1940—1956 között

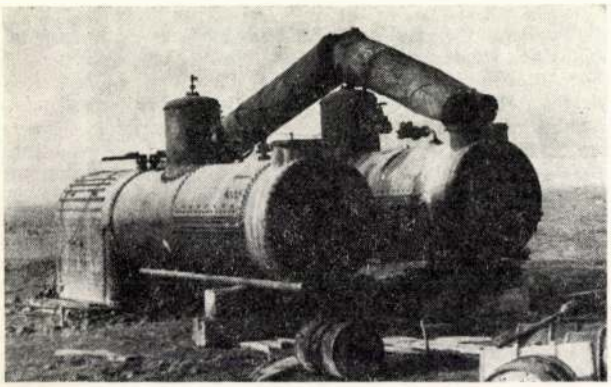
Az összes fúrási időn belül egyrészt a fúrólyuk készítéséhez nem feltétlenül szükséges idők — a KGST-államok statisztikája szerinti ún. „nem hasznos idők" — mint a mentés, javítás, várakozás, valamint a KGST időmérlegből kivett tmk, rétegvizsgálat és átszerelés teljes kiküszöbölése, illetve az utóbbi idejének minimumra csökkentése, másrészt a „hasznos", helyesebben a fúrás folyamatához feltétlenül szükséges műveletek közül a fúráson kívüli, ún. mellékmunkálatok (béléscsövezés, cementezés, szelvényezés, cementkötési szünet stb.) lerövidítése volt a cél. Erre a törekvésre és az elért eredményekre mutatnak rá *4. ábra* görbéi és a *6. ábra*, amelyek a „fúrási időt" állítják szembe az összes többi „nem fúrási idővel". Jellemző, hogy a ma sokszor „nem hasznos" időnek nevezett időhányad rendkívül csekély volt. A javítás és várakozás, valamint a tmk időveszteségе szinte hiányzott. A javítás és a tmk idejét az átszerelés alkalmával egyidejűleg alkalmazott fúróberendezésegység-cserékkel küszöbölték ki. Lényegében „nem fúrási időt" a szükséges mellékmunkálatokon kívül szinte csak a mentés okozott, amely főleg a fúrószártörések felszámolásából adódott, ami — a súlyosbítóhiány következtében — különösen az 1943—47 közötti években volt gyakori [4—7].

Ezeket az elveket egyrészt a fúróberendezések teljes egységesítésével és az egységesített fúróberendezéseknek megfelelően kialakított szigorúan azonos, szinte szabványos, fúrótelep-elrendezéssel és a 300 m-es kúthálózathoz vezető úthálózat előre való teljes kiépítésével valósították meg.

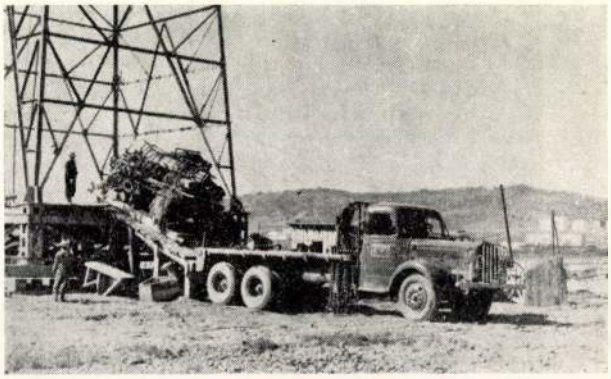
A fúróberendezések egységesítése egyrészt azt jelentette, hogy a rotari fúróberendezés minden egyes gépegységének vagy gépcsoportjának (pl. a kazántápszivattyú-egységnek) külön szállítószánkója volt, másrészt azt, hogy a gépegységek elhelyezése a fúrótoronyban és azon kívül kizárólag egységes telepelrendezési terv szerint *(7. ábra)* volt előírva megfelelő gyorscsőkötő elemekkel, kitámasztó szerkezetekkel. Az összes gépegységek szilárd gépalap nélkül, egyszerűen pallóterítékre vagy gerendamáglyára kerültek, beleértve a fúrótornyot és a gőzkazánokat *(8. ábrasorozat)* is. Szigorú elv volt és maradt még máig is, hogy a terepet kell alakítani az egységes telepelrendezési tervnek megfelelően a fúróberendezéshez, és soha sem szabad a terepviszonyoknak megfelelően mindig más és más elrendezés szerint rögtönözve a fúróberendezést, ill. vezetékrendszerét alakítani, szabdalni a terephez. Ez a megoldás, ill. elv jól bevált, amit a *4. ábrán*

7. ábra
Gőzüzemi rotari fúróberendezés egységesített telepelrendezése

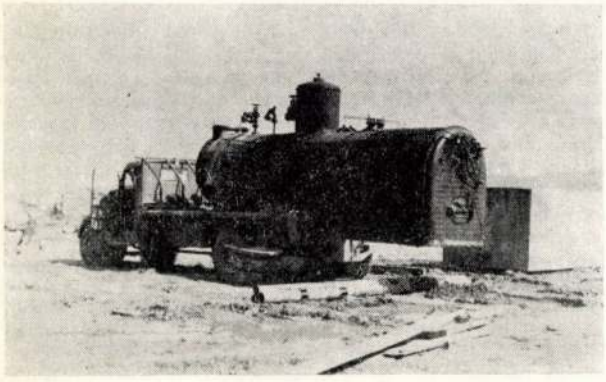




a)

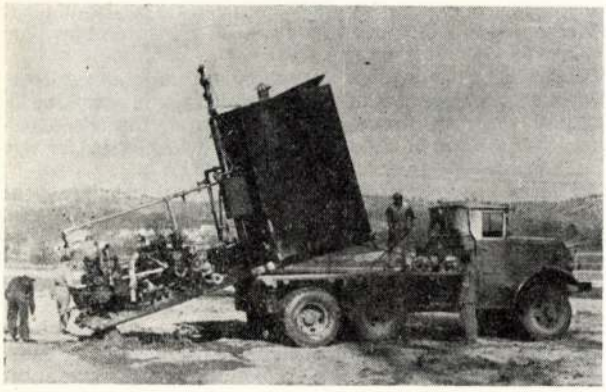


d)

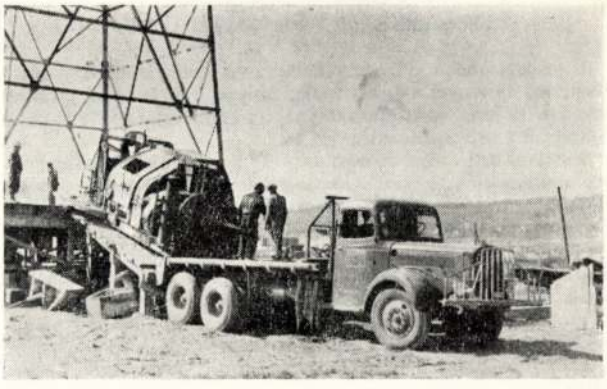


b)

e)



c)



f)

8. ábra
Gőzüzemű fúróberendezés szállítása
a) — gőzkazánok a gerendaalapon; b) — gőzkazán mint szállítási egység; c) — kazántápszivattyú-egység felvétele csörlős gépkocsira; d) — a nagy szánkó felvétele csörlős gépkocsira; (a bal alsó sarokban a fúrótorony lába a gerendamáglyán); e) — a gőzgépalap felhúzása a gépkocsira; f) — az emelőmű lehúzása a ferdehídon a gépkocsira

az átszerelési idő igen kedvező értékei bizonyítanak. Az egységes telepelrendezés szerint előkészített fúrótelep, az előre megépített út és az előre felszerelt váltó fúrótornyok felhasználásával sikerült a feltárófúrások átszállítási idejét sok esetben 2 nap alá szorítani. A gőzberendezések szállításának önrakodó, csörlős gépkocsival (lánctalpas vontatóval) megoldott néhány mozzanatát a *8. ábra* képsora mutatja be; a berendezés gépegységeinek szállítási egységekben való szállítására és szerelésére igen jó példa a lehajtható kéményű, helyére állított gőzkazán, amely a fejlődés egy 1950 utáni fázisa volt; ezt megelőzően külön „kéményállító" egységet alkalmaztak. Egy másik egységesítési példa a már említett kazántápszivattyú-egység, vagy a szállítás egyszerűsítésére jellemző az ún. „nagy szánkó", amely lényegében a forgatóasztal és a toronyszerelvények egy szállítmányba való összevonása, vagyis a szállítmányok száma csökkentésének kitűnő példája.

A rotari fúróberendezések fúrási munkára maradó idejének növelését a legkülönbözőbb szervezési intézkedésekkel, mint pl. a béléscsövezés gyorsításával (korai áttérés a 8 menet/hüvelyk legömbölyített menetű béléscső-csatlakozásra), a cementezés műveletének és a cementkötési időnek rövidítésével stb. segítették elő.

Magának a fúrási sebességnek növelésére, a fejlődés e fázisában is mindent megtettek ugyan, de ennek leghatékonyabb módjára, a fúróterhelés növelésére sem a háború alatt, sem az ezt követő néhány évben súlyosbítók hiányában alig volt mód.

Mindenesetre a lovászi fúrási tevékenységnek az ötvenes évek közepéig-végéig terjedő szakaszában megerősödött fúrási szervezési formája maradt az alapja a következő évek fúrástechnikai fejlesztési munkájának és eredményeinek.

Kedvezően éreztették hatásukat az 1940., 1943—44. évi fúrómesteri iskolák, az újonnan kiképzett fúrómesterek tettereje, az 1952-től kezdődő fúrószakmunkás- és olajszakmunkás-, a gépészeti, motorkezelői tanfolyamok.

A fejlődés *második szakaszában* a fő súlyt már a fúrási sebesség fokozására lehetett fordítani, mivel a szervezési intézkedéseket elsősorban is a fúróbrigádok lelkes és kellő begyakorlottságára építettük.

A lovászi mező feltárásának 1950 utáni időszakában a *fúrási sebesség* növelése érdekében számos kísérletet végeztünk a helyes fúrótípus alkalmazására, a fúróterhelés fokozására, a fúrószár percenkénti fordulatszámának növelésére és a furadék kiszállításához szükséges öblítőiszap folyadékemelkedési sebességének beállítására. Az üzemünk mai fúrási technológiai irányzatában oly fontos hidraulikai viszonyok vizsgálata és a lehetőségek szerinti optimalizálása éppen a lovászi mezőfeltáró fúrásoknál kezdődött el.

A kísérleteket az üzem akkori műszaki vezetői a Bányászati Kutató Intézet Olajosztályának eszmei irányítása mellett a berendezések mérnökeire, főfúrómestereire és fúrómestereire támaszkodva végezték, s a $8^1/_2$″-es lyukszakaszban a hosszú éveken át alkalmazott 2—3 Mp *fúróterhelés* helyett, 6—7 Mp terhelésig mentek fel. Bár ez az utóbbi fúróterhelés a mai adottságú fúrók és súlyosbítóoszlopok mellett már túl kicsinek tűnik, de a maga idejében lényegbevágó fúrásisebesség-növekedést hozott.

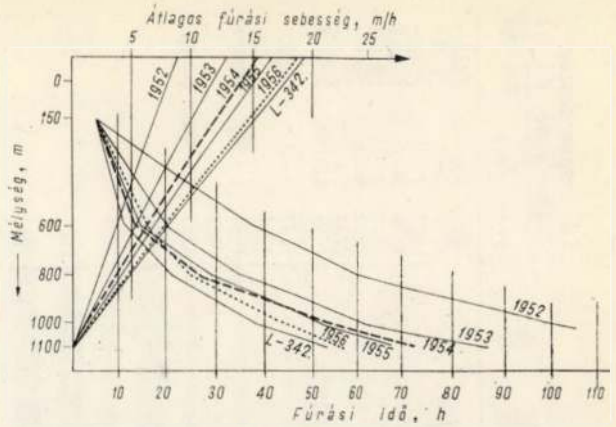
Kísérletek folytak ugyan a hagyományosan megszokott 80—100/min *asztalfordulatszámon* messze túlmenő 200—250/min asztalfordulat alkalmazására is. A kísérletek megerősítették azonban a 100 min^{-1} alatti fordulatszámok helyességét, nem is szólva arról, hogy sem az öblítőfejek, sem a forgatóasztalok kivitele nem volt alkalmas nagy fordulatszámok tartós elérésére.

A műszaki fejlesztés, illetve az ezt kézben tartó Bányászati Kutató Intézet Olajosztályának figyelme a fentiek után az öblítőiszap hidraulikájára terelődött, és jelentős külföldi sikerek irodalmának tanulmányozása után — Európában úttörő módon — 1953-ban megkezdődtek a 3×16 mm-es fúvókaátmérőjű fúrókkal az előző normális fúrás öblítősugársebességét megkettőző, ún. *jet-fúrási kísérletek* [8], amelyeknek eredménye folytán a fúrási sebesség mintegy 30%-kal megnőtt *(9. ábra)*.

Az áramlási sebességek csökkentése érdekében megtett intézkedések után 1954-ben már 3×14 mm-es fúvókákat sikerült általánosan alkalmazni, ez újabb öblítősugár-növekedéshez, akkor már 60—65 m/s értékhez vezetett, és ez további 11%-os fúrásisebesség-növekedést jelentett.

A hidraulikus ellenállások csökkentése érdekében az első lépés volt a $4^1/_2$″-es FH fúrócsőkészleteknek $4^1/_2$″ IF fúrócsövekre való átcserélése, további 8% sebességnövekedést eredményezve, majd 1956-tól kezdődően az 5″-es belső vastagítású, ún. Extra Hole=XH) fúrócsőkészlet alkalmazása, amellyel párhuzamosan az adott szivattyúkkal sikerült az öblítősugár sebességét 80 m/s értéken állandósítani, s összesítve a mechanikai sebességet 58%-kal növelni.

A hidraulikus teljesítmények rendkívüli jelentőségét a fúrási



9. ábra

A lovászi olajmezőn háromszárnyú jet-fúróval mélyített 1100 m mélységű, $8\,^3/_4$″—$8^1/_2$″-es fúrások fúrási sebességének növekedése az 1953—1956. években (fúróterhelés 6—7 Mp, fúrófordulatszám 80—90 min^{-1}, öblítés 30—37 l/s) 1953: 21 fúrás átlaga; fúvóka 3×16 mm, öblítősugársebesség 55—60 m/s; 1954—1955: 18, illetve 4 fúrás átlaga; fúvóka 3×14 mm; öblítősugár-sebesség 65—70 m/s; 1956: 7 fúrás átlaga, fúvóka 3×14 és 3×12 mm, öblítősugár-sebesség 75—80 m/s. — Az 1952. évi kiinduló időgörbe az ez év előtt fúrt legjobb 8 fúrás átlagát jelöli (Patsch Ferenc bányamérnök szerint)

sebesség növelhetősége szempontjából az előző műszaki fejlesztésekkel tehát bizonyítottuk.

Ez az alapelv az 1958—59. évek folyamán az eddigi gőzüzemű berendezéseknek URALMAS-5D típusú berendezésekre való átcserélésével és ezeknek az előzőkhöz képest lényegesen nagyobb teljesítményű szivattyúkkal való ellátása folytán a továbbiakban még fokozottabban igazolódott.

Jellemző ezzel kapcsolatban a *4. ábra* 1960—1964. évi szakasza, amely a hidraulikus teljesítmények fokozódó kihasználása révén az eddigi 5 m/h mechanikai sebességnek a háromszorosára, a 15 m/h mechanikai sebességre való emelkedését tanúsítja.

Az 1965—67-es években jelentkező mechanikaisebesség-csökkenés a teljes egészre nem jellemző, egyrészt a kisszámú fúrás miatt, másrészt annak következtében, hogy ezekben az években a fúrások zöme kutató jellegű volt; e fúrásokkal a cél a torton korú rétegek gáztartalmának a megismerése volt, és így az információszerzésre fordított időtöbblet (pl. a sok magfúrás) a mechanikai sebesség átlagos értékét torzítja.

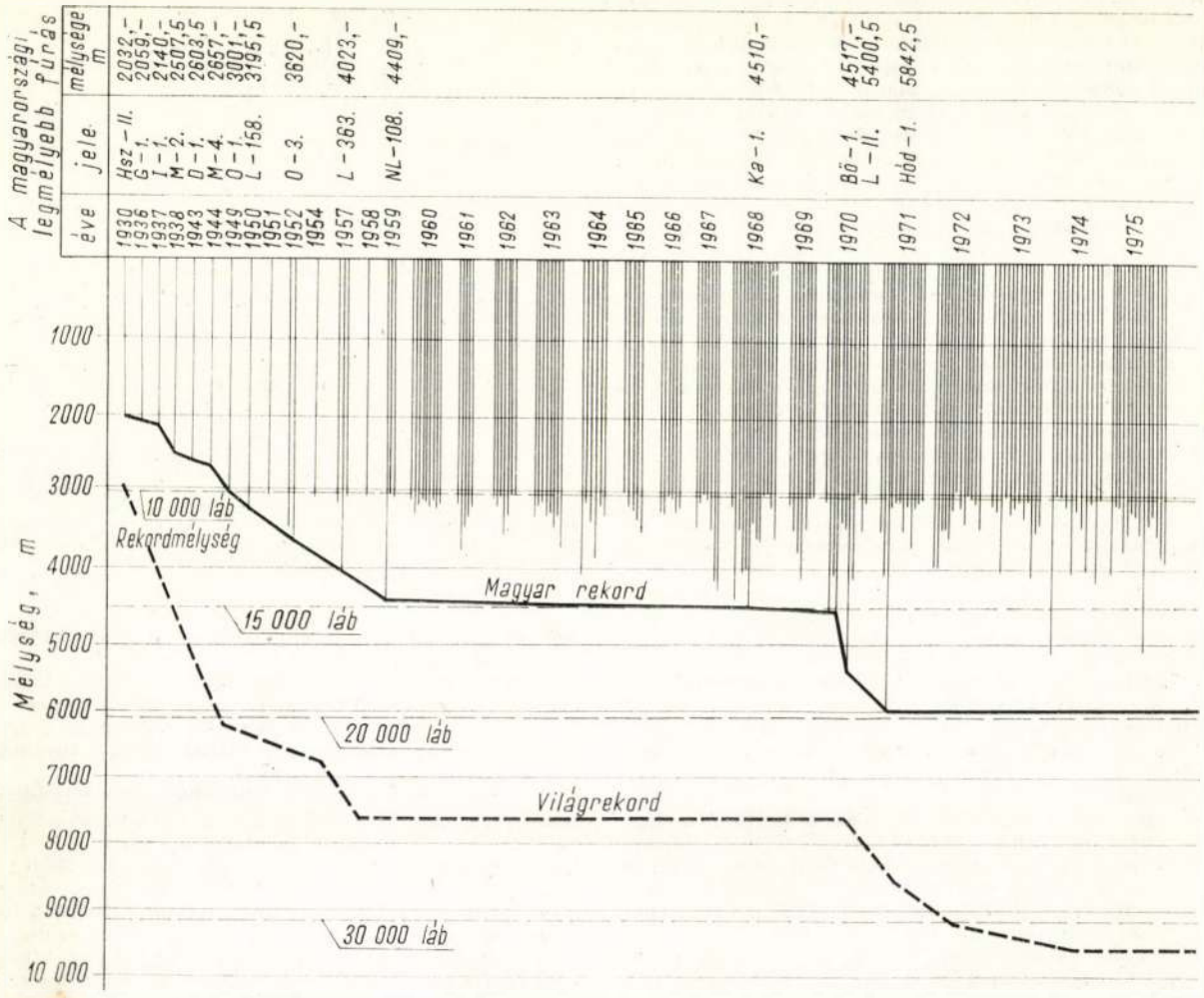
Mindezeknek a munkaszervezési intézkedéseknek (pl. a gyorsított átszerelés, a toldólyuk általános használata stb.) s a fúrási paramétereknek az akkor adott felszerelés és berendezések mellett optimális megválasztása révén sikerült a lovászi mezőben dolgozó berendezések fúrási méterszámát a 60-as években átlagosan 11 500 m/év értéken tartani. (Ezt az átlagfeladatot tűzte ki célul a Fúrási Üzemünk az 1975. évben maga elé a 75%-os kutató- és 25%-os feltárófúrási tevékenységének teljesítésére a tetemesen megnövekedett átlagos fúrólyukmélység ellenére, de az idők folyamán lényegesen felfokozott fúrási tényezők segítségével.)

4. Mélyfúrási tevékenység a lovászi mezőben

A lovászi mezőben a termelőnek ismert pannóniai, ill. torton formációk alatti, 1600 m-nél mélyebben fekvő üledékes kőzetek kőolaj- vagy földgáztárolásra alkalmas kifejlődésének kérdése még meg nem oldott kutatási feladat, s feltételezhető, hogy a fúrási technológia fejlődése ellenére, a rendkívüli geotermikus viszonyok miatt egyelőre az is marad.

E rövid visszapillantásban a mélybeli kutatási tevékenység néhány ismeretes fúrásának nevét és mélységadatát lehet csak felsorolni. A *10. ábra* ékesen igazolja, hogy a lovászi mező milyen fontos szerepet játszott a hazai nagymélységű fúrási tevékenységben. Lovászi fúrással sikerült először a 4000 és az 5000 m-es mélységhatárnál mélyebbre fúrni, és három alkalommal volt *L* jelű fúrás hazai mélységrekordtartó. Mindez annál is inkább figyelemre méltó, mert a lovászi, ill. dél-zalai terület geotermikus gradiense igen nagy (statikusan 0,045—0,050 C°/m-re becsülhető), és éppen ez a szélsőségesen rendellenes geotermikus gradiens akadályozta és akadályozza az ismert pliocén tárolórétegek alatti teljes üledékes rétegsor megismerését.

1968-ban az *L-I.* jelű mély kutatófúrás 3505 m-es mélységet ért el, a fúrás az ismert tárolók alatti szakaszokban ipari termelésre méltó szénhidrogéntelepet azonban nem talált.



10. ábra
A hazai 3000 m-nél mélyebb fúrások Magyarország és a világ fúrási mélységrekordjainak feltüntetésével

1970-ben az *L-II.* jelű nagymélységű kutatófúrás elérte a dunántúli fúrások eddigi legnagyobb mélységét — az 5400,5 m-t —, s először lépte túl hazánkban az 5000 m mélységhatárt. A fúrás kivizsgálása során azonban a 3900 m alatt jelentkező éghető gáznyomok nem bizonyultak termelésre méltó mennyiségűeknek. A teljesség igénye nélkül — a műszaki és technológiai adatok és a felmerült nehézségek felsorolásának elhagyásával — csupán e legmélyebb lovászi fúrás lemélyítéséhez szükséges összidőt kívánjuk közölni: az *L-II.* jelű 5400,5 m mélységű fúrás mélyítése 411 napot vett igénybe.

5. Vad gázkitörések és fúrólyuk-, kúttüzek [9]

A lovászi mezőben folyó fúrási és rétegvizsgálati tevékenység során néhány komplikált, veszélyes gázkitöréssel és kúttűzzel is meg kellett birkóznia üzemünknek.

Időbeli sorrendben és rövid jellemzésben ezek az események a következők.

1944 októberében következett be a Dunántúlon az *L-94.* fúráson az első gázkitörés, majd a kitört földgáz gyulladása és az összeégett R-3 fúróberendezés tornyának és gépeinek a keletkezett kráterben való elsüllyedése. A 210 kg ammondinamit robbantásával eloltott tűz több alkalommal újra és újra begyulladt. Ez újabb és újabb robbantással való oltási műveletet jelentett, mivel a légvédelmi előírások miatt nem volt szabad a mező közepén egy égő „fáklyát" hagyni. Egy-egy esetben 210, 280, 340 kg ammondinamit robbantására is sor került. Végül rétegomlás vetett véget a vad gázkitörésnek, vagyis mielőtt az időközben mélyített *109b* jelű mentesítő fúrás elérte volna célját, a kitörés a felszínen megszűnt.

1946 júniusában az *L-110.* kút tört ki, egy mentés miatt elferdült, de valószínűleg a lyukkiöblösödés következtében nem kellő cementmennyiséggel végzett béléscső-cementezés és az utólagos cementezés céljából végzett perforáció sikertelen elzárása alkalmával. A kútból kiáramló homokos gáz abrazív-erozív hatása lehetetlenné tette a kitörésgátló zárását, a kihordott sok homok végül a lyuk beomlása útján a kitörés megszűnését idézte elő. Az *L-110.* azonban sebhely maradt a mező teleprendszerén, s számos későbbi károsodásnak vált alapjává.

1949 februárjában az *L-150.* fúrás $6^5/_8$″-es béléscsőrakatának nem kellő magasságig való cementezése, pontosabban a magasabban fekvő homokokban az *L-110.* fúrás kitöréséből felhalmozódott „kóbor" gázok jelenléte miatt a kút $9^5/_8$″—$6^5/_8$″-es béléscsőközéből homokos gáztermelés indult meg, s a gázkifúvás abráziós-eróziós hatása a kútfejszerelvényt levágta. A kitermelődött sok homok miatt a kitörés önmagát fojtotta el, a kutat később sikerült termelőkúttá kiképezni.

1953 márciusában az *L-258.* fúrásból 957 m-es talpmélység mellett fúrócsőkiépítés után keletkezett gázkitörés. A gázkitörés oka az a dugattyúhatás volt, amely az *L-94.* kútból a magasabb szintekbe átfejtődött és a hidrosztatikusnál nagyobb telepnyomást kialakított kóbor gázokra hatott. A kitörést egy a lyukfejre egy csavarral felfogott főtolózár kútfejre való ráforgatásával és a felcsavarozás utáni elzárásával sikerült megfékezni. A lyukat később ferdített fúrássá kiképezve lehetett termelésbe állítani.

1966 májusában az *L-453.* fúrásban sekély mélységben harántolt, kóbor gázt tároló homokból való beáramlás okozta azt a gázkitörést, amelynek tüzében az R-43 jelű URALMAS-5D fúróberendezés leégett. A gázkifúvás kútbeomlás következtében szűnt meg, a tűz tehát önmagától aludt el. A fúrást azután sikerült a tervezett mélységig lemélyíteni és termelő kúttá kiképezni.

A felsorolt gázkitörések tapasztalatai általános tanulságokkal szolgáltak üzemünk számára, a gázkitörések elhárításakor számos önfeláldozó dolgozó szakmaszeretetéről lehetett meggyőződni.

6. Rétegkezelés

A tömött rétegek áteresztőképességének megjavításával s a fúrás vagy rétegvizsgálat során bármilyen okból károsított tárolóformációk termelőképességének helyreállításával kapcsolatos hazai módszerek bölcsője is Lovászi volt.

Jóllehet az első üzemi próbálkozások az *L-369.* és az *L-306.* jelű kúton már 1953-ban, illetve 1954-ben megkezdődtek, az elégtelen teljesítményű szivattyúfelszerelés és a folyamat ismeretlensége miatt a kísérletek eredménytelenek voltak.

A *kőzetrepesztési eljárás* első sikerei Lovásziban 1957 második felében mutatkoztak, amikor 4 db TA 300 jelű román cementezőegység szivattyúját használták fel a kísérletekhez. Lényegesebb eredményt azonban csak akkor sikerült elérni, amikor 1958-tól kezdődően a kimondottan kőzetrepesztési célból kialakított szovjet szivattyúaggregátok és homokkeverő gépjárművek, valamint olajtartálykocsik megérkeztek az országba.

Az elsőként rendelkezésre álló SZA 320-as aggregátokkal 300—320 at nyomás kifejtésével Lovásziban sikerült a Páka és Alsó-Rátka rétegek repesztése, az eredményekben ugrásszerű emelkedés mutatkozott azonban az SZA 320 aggregátok mellett a 2AN 500-as rétegrepesztő aggregátok munkába állításakor.

A rendelkezésre álló szivattyúkapacitással azonban csak akkor sikerült a mélyebben fekvő — és nagyobb repesztési nyomást igénylő — Lovászi szinttáj homokjainak megrepesztését elérni, amikor a kőzetek előzetes feltárására alkalmazható *eróziós perforálás* módszere Lovásziban kialakult, s miután a rétegrepesztési műveleteknél fellépő súrlódási ellenállások szabályozásának módszereit a gyakorlati munkákhoz bevezették.

Elsőként a súrlódási ellenállás csökkentésére a *termelőcsőoszlop nélküli béléscsőoszlopon* át sajtolták a repesztőfolyadékot és a repesztést kitámasztó homokot hordozó folyadékot a tárolóba. Ez a módszer azonban a nagy folyadékigény, a béléscső belső kritikus nyomásértékét elérő nyomás és a homok kiülepedését magával hozó sebességcsökkenés miatt nem volt üzembiztos. Ezért került sor a $3^1/_2$" *méretű termelőcsövek* alkalmazására. Ennek a módszernek az alkalmazása a hidraulikai kőzetrepesztési munkálatok szempontjából ugyan megoldást jelentett, de a kútjavításokhoz használatos berendezések és 20 Mp teherbírású árbocaik nem mindenütt tették lehetővé a nagyobb súlyú termelőcsőoszlop alkalmazását. A nehézségeket fokozta az, hogy a régebbi — kis falvastagságú béléscsövekkel kiképzett — kutak termelési béléscsőoszlopának védelmére szolgáló *mechanikus pakkerek felszabadítása* a kis teherbírású kútkezelő berendezésekkel sok gondot okozott a kútjavító üzemegységnek.

A fellépő nyomásveszteségek fokozottabb csökkentésére alakult ki Lovásziban a *szakaszos folyadékelhelyezés* módszere, amelynél a nagy viszkozitású homokhordozó buzsáki olajat kisebb adagokban — a termelőcső össztérfogatánál kisebb mennyiségekre szétosztva — adagonként híg lovászi olajjal sajtolták be a kezelendő rétegbe.

A szakaszos folyadékelhelyezés módszerével és a kőzetrepesztés előtt végzett eróziós kőzetfeltárással nemcsak a mélyebb Lovászi tároló kőzeteknek repesztése, hanem a nagyobb mélységekben elhelyezkedő kőzetek kezelése is lehetségessé vált.

A hidraulikus kőzetrepesztés azonban nem volt Lovászi egyetlen rétegkezelő eljárása.

A 35 éves évforduló alkalmával a jelentős eredmények közt kell említeni azt a hatásos rétegmosási eljárást, melyet *cseppfolyós CO_2 alkalmazásával* éppen Lovásziban honosítottak meg az 1960—1970 közötti időben. A cseppfolyós anyagként a szennyezett tároló kút körüli zónájába bejutó és ott a kőzethőmérséklet hatására gázhalmazállapotúvá váló szén-dioxid kőzettisztító és szennyeződést kisöprő kedvező hatása jó egynéhány rétegkezelésnél bebizonyosodott.

A Lovásziban a hidraulikus kőzetrepesztések előtt és azt követően végzett nyomásemelkedés-mérések kiértékelése azt igazolta, hogy a hidraulikus kőzetrepesztések rendszerint nem magát a meghibásodást (szennyeződést) szüntetik meg, hanem a repedések létrehozatala és nyitva tartása révén csak látszólag szűnt meg a kút körüli elszennyeződés káros hatása. A létrejött repedések körül az áteresztőképesség továbbra is olyan rossz maradt, mint előzőleg volt. Ez a gondolat vezetett a 60-as évek végén a kutak hozamnövelő vagy elnyelőképesség-javító eljárásainak új szempontok szerinti megvalósításához.

Az eljárás, a *komplex vegyszeres rétegkezelés* éppen a homokkövekből termelő olajkutak, tehát a lovászi mező kútjainak hozamnövelésére volt alkalmas. Az eljárás során a petróleumban oldott felületaktív anyag, az utána sajtolt rétegolaj, valamint a 15%-os sósavoldat a megfelelő inhibitáló és stabilizáló adalékokkal kedvező rétegtisztítási hatást váltott ki, s esetenként a korábbi kőzetrepesztéseknél is nagyobb hozamnövekedést idézett elő. A módszer ugyanígy fokozta a vízbesajtoló kutak nyelőképességét, és lényegesen jobbnak bizonyult, mint a korábbi egyszerű sósavas rétegkezelés.

Az OKGT Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóriuma, valamint a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Technológiai Főosztálya karöltve szorgalmazták e módszer fokozatos tökéletesítését, és megfigyeléseikkel, valamint hazai vegyszerek használatba vételével újabb és újabb eljárásokat dolgoznak ki.

A lovászi mezőben a termelés megindulásának 35. évfordulóján már folyamatban van a nagyobb kihozatal elérésére megindított CO_2-gázbesajtolás. A tervek szerint a tárolóban az eredetihez közel álló nagyságra felemelendő rétegnyomás ezért majd a jövőben újra lehetségessé teszi a *nagyobb folyadékveszteségek nélküli rétegkezelési műveletek* elvégzését a hozamnövelés céljaira.

A legutóbbi időben azonban világszerte nagy lépésekben haladt a rétegkezelések elméleti kérdéseinek tisztázása, s ennek kapcsán az alkalmazott vegyszerek és a technológiai megoldások kiválasztása.

Az OKGT megbízására a miskolci NME Olajtermelési Tanszéke most dolgozik a kőzetrepesztés és a formációkezelés elméletével és jelenlegi gyakorlatával foglalkozó összefoglaló tanulmányon. E tanulmány elveinek gondos megfontolása és az ilyen műveleteket végző külföldi szervizvállalatok gyakorlatának megismerése útján — a nagyon költséges alapkutatások hazai elvégzése nélkül — ajánlatot lehetne kérni a továbbiakban szükségessé váló lovászi általános, főként azonban az eddig mindig sikertelen torton korú gáztárolók rétegkezelésére.

Ezt a gondolatot a lovászi mező születésének 35. évfordulója alkalmával azért vetjük fel, mert fúrási tapasztalataink szerint minden mélyfúrásunk lemélyítésekor meglepetéseket okozott az az állandóan mutatkozó kis mennyiségű, de nagynyomású, torton korú rétegekből származó gáz, melyet eddig sajnos ipari termelésre méltó mennyiségben egyetlen mély kutunkban sem sikerült megtalálnunk.

Ismert azonban előttünk az a körülmény is, hogy a lovászi mező geológiai viszonyaival csaknem azonos szomszédos Alsólendván a szlovéniai olajbányászat a 3000 m körüli mélységű homokköveiben a mi fúrásainkhoz hasonló módon jelentkezett gáznyomok alapján elhatározta és elvégeztette azt a *nagy viszkozitású folyadékbesajtolással egybekötött kőzetrepesztést*, amelynek eredményeként az eddig meddőnek vélt egyik kútja 50 000 nm^3/nap hozammal gáztermelő kúttá vált.

Valamennyien azt akarjuk, hogy a most ünnepelt 35. évforduló után Lovászi még sok-sok éven át legyen kőolaj- és földgáztermelő mezője hazánknak. A rétegkezelés-tökéletesítés gondolatának felvetésével a kérdés megfontolására és eldöntésére illetékes műszaki vezetőink figyelmét kívántuk erre a lehetőségre irányítani.

IRODALOM

[1] *Csath B.—Iharos M.:* Az 1921—23-ban lemélyített első budafapusztai mélyfúrás. Kőolaj és Földgáz *1* 13—20 (1973).

[2] *Szalánczi Gy.:* A dél-zalai pannóniai korú kőolajmezők mélyföldtani vizsgálata. A kőolajkutatás és feltárás módszerei Magyarországon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1957. 222—41.

[3] *Alliquander Ö.:* Adalékok a magyarországi mélyfúrás történetéhez. Bányászati Lapok *1* 82—92 (1968).

[4] *Alliquander Ö.:* A dunántúli olajkútfúrás 25 éves története. Bányászati Lapok *12* 834—48 (1960).

[5] *Munkácsi Z.:* Fúrási műszaki balesetek elemzése. Bányászati Lapok *2* 129—35 (1961).

[6] *Munkácsi Z.:* Fúrórudazat-törések és megszorulások mentései. Bányászati Lapok *3* 207—13 (1961).

[7] *Munkácsi Z.:* Fúrók, béléscsövek, lyukba ejtett és egyéb szerszámok mentése. Bányászati Lapok *4* 267—74 (1961).

[8] *Alliquander Ö.:* A jet-fúrás és magyarországi eredményei. Bányászati Lapok *4—5* 323—39 (1959).

[9] *Szurovy G.:* A magyarországi földgázkitörések tanulságai. A kőolajkutatás és -feltárás módszerei Magyarországon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1957. 445—65.

Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai*

ALLIQUANDER ÖDÖN – CSABA JÓZSEF

A hazai, pliocénnél idősebb korú, illetve a vastagabb fedőkőzet alatt fekvő alsópannóniai tárolóformációknak gyors szedimentációval, illetve zárókőzet-kialakulással magyarázható túlnyomásossága, valamint az a tény, hogy a fedőkőzetek — elsősorban a felsőpannóniai és levantei kőzetek — kilazult állapotban vannak, a kutatófúrásokat rendkívül kitörésveszélyessé teszik. A kitörések elkerülésének kulcskérdése a túlnyomásos kőzetek előrejelzése. A viszonylag vékony átmeneti zóna jelzésére alkalmasnak bizonyult a módosított „d" tényező, a fúrási sebesség és a kőzetfúrhatóság változásának szelvényezése; némi előrejelzésére pedig a kifolyó öblítőiszap hőmérséklet-változása.

A nagyobb mélységű tárolókőzetek rendkívül túlnyomásos volta ilyen tárolókőzetek hatékony és tartós megnyitását nehézzé teszi. A 4000 m körüli ilyen igen nagy nyomású formációk perforációval való megnyitását követően a tárolókőzet gyors összezáródása, sőt a tárolókőzet összetörése és kisebb-nagyobb darabjainak robbanásszerű betermelése a kútba is előfordult. Megoldásként a perforációt követő intenzív hűtéssel kapcsolatos savazásos kőzetrepesztés, illetve a gondos permeabilitásértékelés alapján a rezervoárnak csak a legpermeábilisabb szakaszokon való megnyitása kínálkozik.

Bevezetés

Világszerte bebizonyosodott tény, hogy a mély- és nagymélységű kutatási feladatok gazdaságosságának egyik kulcskérdése a kiegyensúlyozott fúrás és a kitörések elkerülése. Ezt a feladatot a Kárpát-medencében nehezíti egyrészt az a tény, hogy ha a pliocén vastag kifejlődésű, az alsópannon rétegekben egy-egy zárt homokformáció vagy az alsópannon alján az alapkonglomerát és az alatt a miocén, vagy pedig az annál idősebb formációk nagymértékben túlnyomásosak, másrészt a rendellenesen nagy geotermikus gradiens. Az esetleg bekövetkezett beáramlás — fenyegető kitörés — leküzdését pedig nehézzé teszi az a körülmény, hogy a bekövetkezett fluidumbeáramlás helye fölött a pannóniai formációk kilazult állapotban vannak. Ezek felrepedésre, éspedig csaknem függőleges felrepedésre hajlamosak, s a fúrólyukból kiinduló repedések nagy mélységből is a felszínig terjedhetnek.

Rendkívül nagy fontosságú ezért a fúrások szerkezetének tervezéséhez a túlnyomásos formációk előrejelzése legalább korrelációs alapon, illetve teljesen új területen — a felderítő kutatófúrásokra — a szeizmikus mérések megfelelő értékelésével. A kiegyensúlyozott fúráshoz szükséges öblítőfolyadék-sűrűség pontos beállítása, az esetleges beáramlásokkal megbomlott egyensúly gyors helyreállítása, és a fúrási tervekben előirányzott védő béléscsőoszlopok helyének pontosítása mindmegannyi szempont, amely elengedhetetlenné teszi a fúrással párhuzamos pórusnyomásjelzések minél megbízhatóbb megvalósítását.

A túlnyomásos formációk fúrással párhuzamos detektálásának tapasztalatai — sőt kezdeti sikerei — szükségessé teszik a telepnyomás-rendellenesség okainak tisztázását, a túlnyomás keletkezési modelljeinek felállítását, illetve pontosítását. Mindezt természetesen a geotermikus rendellenességekkel együttesen értékelve kell végezni.

A rendkívüli mértékben túlnyomásos tárolóformációk megnyitásának, termelési kísérleteinek tapasztalatai szerint ilyen tárolóformációkban mind a megnyitás helyének, módjának kiválasztása és végrehajtása, mind pedig a termelési kísérletek — a hozamvizsgálat — lefolytatása alapos megfontolást, igen nagy gondosságot igényel.

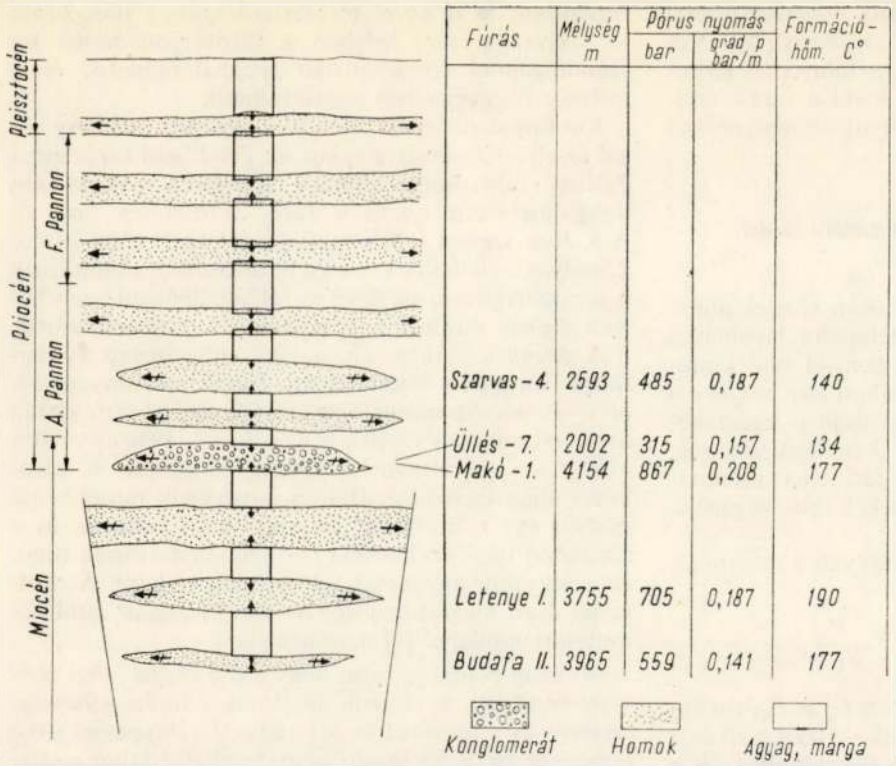
Földtani felépítés, telepnyomás- és hőmérséklet-rendellenességek

A Kárpát-medencén belül a szénhidrogéntelepek a neogén zárókőzetek szedimentációja után jöttek létre [1, 2]; az idősebb szénhidrogén-képződmények ismételt áthalmozódás folytán kerültek jelenlegi tárolókőzetükbe. Ennek következtében a magyarországi szénhidrogéntelepek elsősorban pliocén, illetve ezen belül pannóniai, másodsorban miocén és pliocén képződményekkel fedett mezozóos korúak, harmadsorban vastag miocén összletek és végül neogén üledékekkel fedett paleogén korú telepek.

Az anyakőzetek a mezozoikumban bitumenes triász, rhaeti és karni korú telepek, a paleogénben oligocén, a miocénben és pliocénben pedig helvét, torton, szarmata és pannon bitumenes márgák. Az ismert paleozóos korú szénhidrogén-tároló formációk száma még viszonylag kicsi. A felhalmozódások tárolóformációi kristályos metamorf kőzetek mállott-repedezett felső övezetei, mezozóos karbonátos repedezett mészkövek, dolomitok, paleogén törmelékes üledékek és miocén homokos-konglomerátumos képződmények és főleg pliocén homokkövek, konglomerátumok.

A pliocénnél idősebb, vastag pliocén összlettel fedett szénhidrogén-tároló telepek — kivéve a mezozóos repedezett karsztos mészkőtelepeket — zárt, egyes esetekben 90%-os túlnyomással jelentkező formációk. A pliocén felső része: a felsőpannóniai agyagok és homokok konszolidált, hidrosztatikus nyomású képződmények. A pliocén alsó szakaszában, az alsópannonban a nagyobb mélységekben előfordul zárt konszolidálatlan formáció is, jelentős (95%-os) túlnyomással. Jellemző viszont, hogyha vastag a felső- és alsópannon üledékösszlet, s az alján, ill. a miocén tetején átmeneti törmelékes tárolókőzet van, az általában konszolidálatlan, s túlnyomásossága nagymérvű; egyes esetekben eléri a 110%-ot. Az *1. ábra McKee* és *Pilkington* [11] szerint egyszerűsített, sematizált formában mutatja be a Magyarországon is előfordult túlnyomásos formációtípusokat.

* Elhangzott a Society of Petroleum Engineers of AIME amszterdami „Európai Meeting"-jén, 1976. április 8-án. *(A szerkesztő.)*



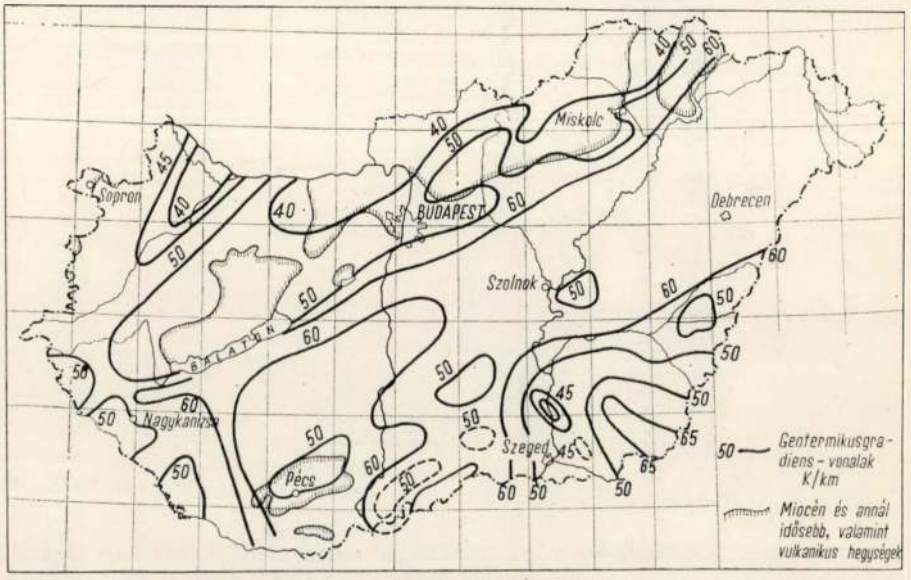
1. ábra
Magyarországi túlnyomásos formációk típusai néhány szélsőségesen rendellenes nyomású és hőmérsékletű telep adataival

A zárt túlnyomásos telepek kialakulásában a gyors szedimentáción, tehát a mechanikus összenyomáson kívül [3] az agyagok diagenezisének, az ozmózisnak és a hőmérsékletnek, a Kárpát-medencében a rendellenesen nagy hőmérsékletnek jutott szerep.

Ennek a mélybeli anomális kőzethőmérsékletnek nem primer geotermikus oka van, vagyis nincs kötve aktív vulkanikus övhöz, mindazonáltal éles, határozott regionális geotermikus anomáliának ítélhető. Ez a regionális geotermikus anomália, vagyis a Kárpát-medence nagy földi hőárama abból ered, hogy e medence az Alpok, a Kárpátok és a Dinaridák között fekszik, vagyis a nagy harmadkori alpesi hegyképződés övezetébe esik [4, 5]. A hegyképződés oka viszont az ebben az övezetben fejlődő az a nagy hőenergia volt, amelynek maradványa a ma is mérhető nagy hőáram. Ezt a hőáramot *Boldizsár* a Magyarország számos helyén végzett mérései alapján 2,0—3,4 cal/cm²s között változónak találta (5000—6000 m mélységre érvényes regionális érték).

A szénhidrogén- és vízkútfúrásokban végzett igen nagy számú hőmérsékletmérés alapján szerkesztett és a legújabb adatok alapján korrigált magyarországi izogeotermikus térkép *(2. ábra)* szerint a geotermikus gradiens nagysága elég széles határok közt változik. A térképen szereplő izogeotermák szélső értékei 40 és 65 K/km, a magyarországi átlag 55,5 K/km (vagyis ennek reciproka 18 m/K) a geotermikus gradiens.

Természetesen a rendellenesen nagy telepnyomások és a rendellenesen nagy kőzethőmérséklet rendkívül kitörésveszélyessé teszi a kutatófúrásokat, s az ultramély fúrások problémamentessége, elviselhető fúrási



2. ábra
Magyarország geotermikus térképe (Boldizsár T.) *szerint*

költségei csakis a kiegyensúlyozott nyomású fúrási technológiától várhatók. Ezért érthetően nagy figyelem fordul a pórusnyomás jelzésének, a túlnyomás előrejelzésének szeizmikus módszerén kívül a fúrási szelvényezéssel és a geofizikai fúrólyuk-szelvényezéssel való lehetőségek felé.

Túlnyomásos formációk kimutatása fúrási szelvényezéssel

A legaktuálisabb feladatot, a pliocén kőzetek alján, illetve a miocén formációk tetején települt túlnyomásos konglomerátumnak fúrási szelvényezéssel való kimutatását nehezíti, hogy fölötte általában igen vékony a túlnyomásos átmeneti zóna. Ezért csak a legérzékenyebb fúrási szelvényezési módszerek (a fúrási sebesség, a „d" tényező) váltak be az átmeneti zóna kimutatására, sőt ezek is egyéb módszerekkel való megerősítésre szorulnak.

Hasonlóan igen érzékenynek bizonyult a túlnyomásosság jelzésére a

$$v_f = 0{,}06 C_a C_b^K \frac{\beta}{\sigma} n^{1-K} \frac{P}{A(t)}$$

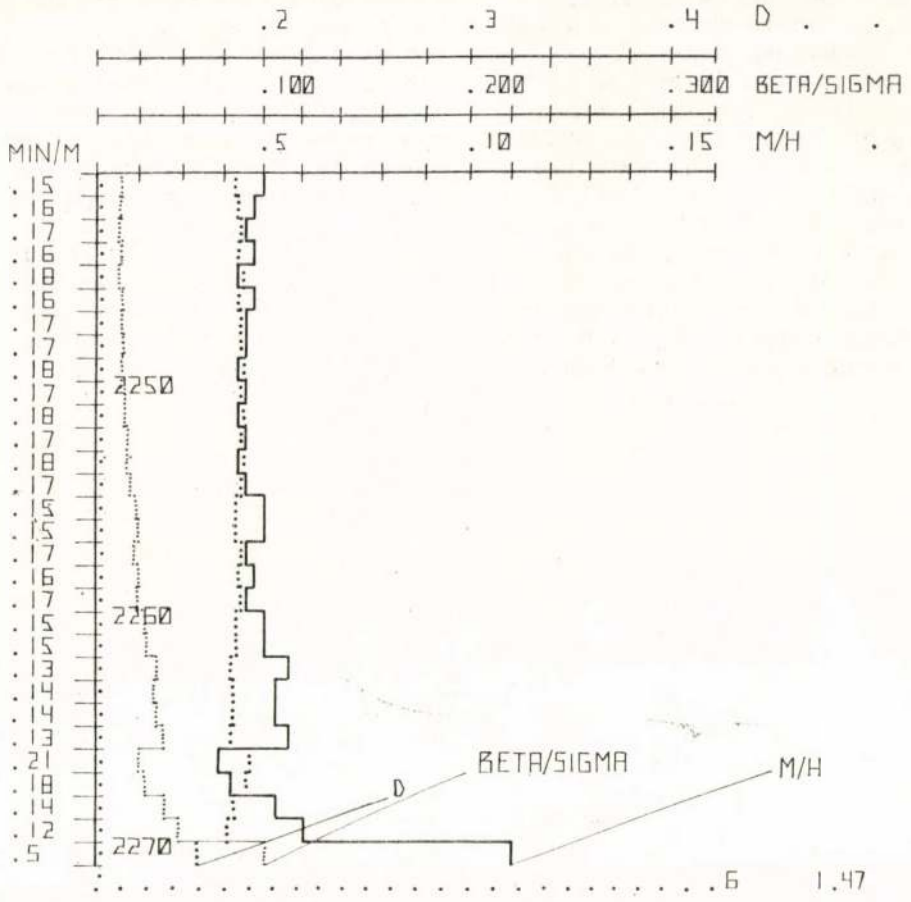
bővített fúrási egyenletből (amelyben C_a és C_b, továbbá K a fúrótípusra jellemző értékek, $A(t)$ a fúró és a kőzet felületének változása az idő függvényében, n a fúró fordulatszáma, P a fúróterhelés) kiszámítható β/σ kőzetfúrhatóságra jellemző tényezőnek — ez a fúrhatóság és a kőzet törőszilárdságának hányadosa — szelvénye, ami helyben a fúróberendezésnél kis számítógéppel folyamatosan meghatározható, és a mélység függvényében regisztrálható.

Két fúrásban felvett ilyen háromgörbés szelvény közül az első *(3. ábra)* alapján az *FK-1.* jelű fúrásban a 22%-os túlnyomást mutató gáztároló alsópannon konglomerátum tetejét a fúró 2276 m-ben érte el. A *3. ábra* szerint a túlnyomásos átmeneti zóna jelzése 2246-ban észlelhető, s ez elég határozottan mutatkozik a β/σ szelvényen, de 2266 m-től mindhárom szelvény igen élesen mutatja a túlnyomásos átmeneti zónát.

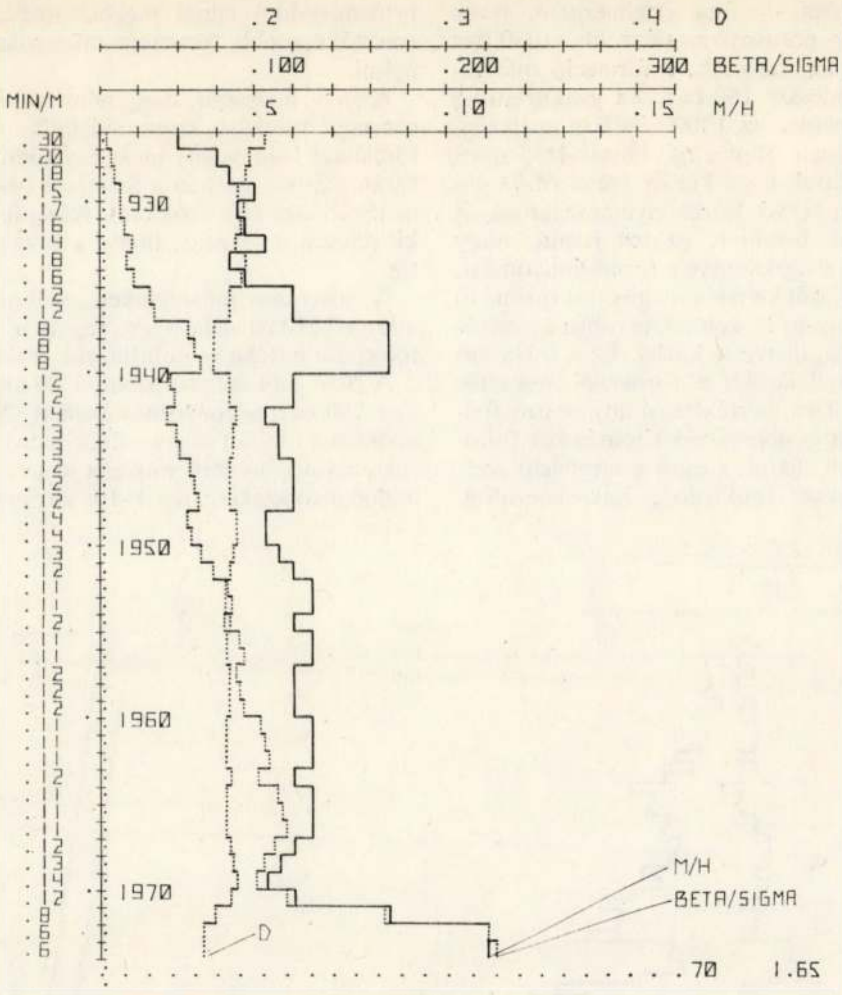
A *Komádi-1.* fúrásban, a 70% túlnyomású kőolajtároló formáció fölött felvett fúrási szelvényen *(4. ábra)* élesen kimutatható egy mindössze 3—4 m vastag átmeneti zóna és e fölött a zóna fölött — 1940 és 1970 m között — egy viszonylag vastag zárókőzet. E zárókőzet alján igen határozottan jelentkezik mindhárom görbén egy túltömörült szakaszt jelző változás és a zárókőzet felső szakaszán ezzel szimmetrikusnak tűnő, de vastagabb, ugyancsak túltömörült szakasz. A zárókőzet ilyen kialakulása az *Overton* és *Zanier* által bemutatott modellel [7] magyarázható.

Mindkét példa igazolja, hogy a β/σ fúrhatósági szelvény érzékeny, s valóban alkalmas a fúrási sebességszelvény és a módosított „d" tényező túlnyomást jelző képessége esetleges bizonytalanságainak értelmezésére.

Természtesen a furadékjellemzők szelvényezése is jól kiegészítheti ezeket a szelvényeket. A tapasztalatok



3. ábra
A fúrási sebesség, a normalizált „d" tényező és a β/σ fúrhatósági tényező szelvényei a túlnyomásos átmeneti zóna kimutatására az FK-1. fúrásban



4. ábra
A fúrási sebesség, a normalizált „d" tényező és a β/σ fúrhatósági tényező szelvényei a túlnyomásos átmeneti zóna kimutatására a Komádi-1. fúrásban

szerint a magyarországi rendellenes geotermikus viszonyok következtében jól felhasználhatók továbbá az ismertetett szelvényezési módszerek kiegészítésére, értelmezésének megerősítésére a kifolyó öblítőfolyadék hőmérséklet-változása alapján számított formációhőmérséklet és geotermikusgradiens-szelvények is.

A fúrólyuk fúrás közbeni hőmérsékletviszonyait leíró differenciálegyenlet [8] segítségével a kifolyó, a beszivattyúzott öblítőfolyadék hőmérséklete, az öblítés folyadékárama és az öblítőfolyadék fajhője alapján helyben, kis számítógéppel számítható és szelvényezhető a mélybeli hőmérséklet és a geotermikus gradiens.

Az így készült szelvény két görbéje összevetve a bemutatott hármas (fúrási sebesség, „*d*" tényező, β/σ) szelvénnyel segítséget nyújthat egy esetleg nem eléggé világos helyzet tisztázására.

Erre például szolgálhat a *Zombor-5.* fúrás esete *(5. ábra)*, ahol a kifolyó-hőmérséklet változása alapján számított kőzethőmérséklet, illetve geotermikusgradiens-szelvény még a viszonylag ritkán — csak 10 m-enként — mért hőmérsékletek alapján is 2230 m-ben mutat egy emelkedést, majd a növekedési mértéke állandósul, ezután 10 m-rel a tárolóformáció fölött — 2290 m-ben — az átmeneti zóna tetején csökkenni kezd. Mindezek az irányzatok élesebben jelentkeznek a geotermikusgradiens-szelvényen. A zárókőzet alján, kb. 2290—2298 m között és a tetején, 2250—2260 m között a túltömörült szakaszokat mindhárom görbe egyértelműen kimutatja.

Az öblítőfolyadék sűrűbben végzett kifolyó-hőmérsékletmérései alapján a számítógép rajzolta két görbe természetesen sokkal részletesebben mutatná a különböző tömörültségű és fizikai jellemzőjű kőzetek hatását.

Túlnyomásos formáció megnyitása

A mélyen fekvő túlnyomásos kőzetek hatékony és tartós megnyitása a szuper nagy telepnyomás és/vagy a rendellenesen nagy hőmérséklet miatt rendkívül nagy nehézséget okoz. Erre rávilágít két magyarországi példa elemzése.

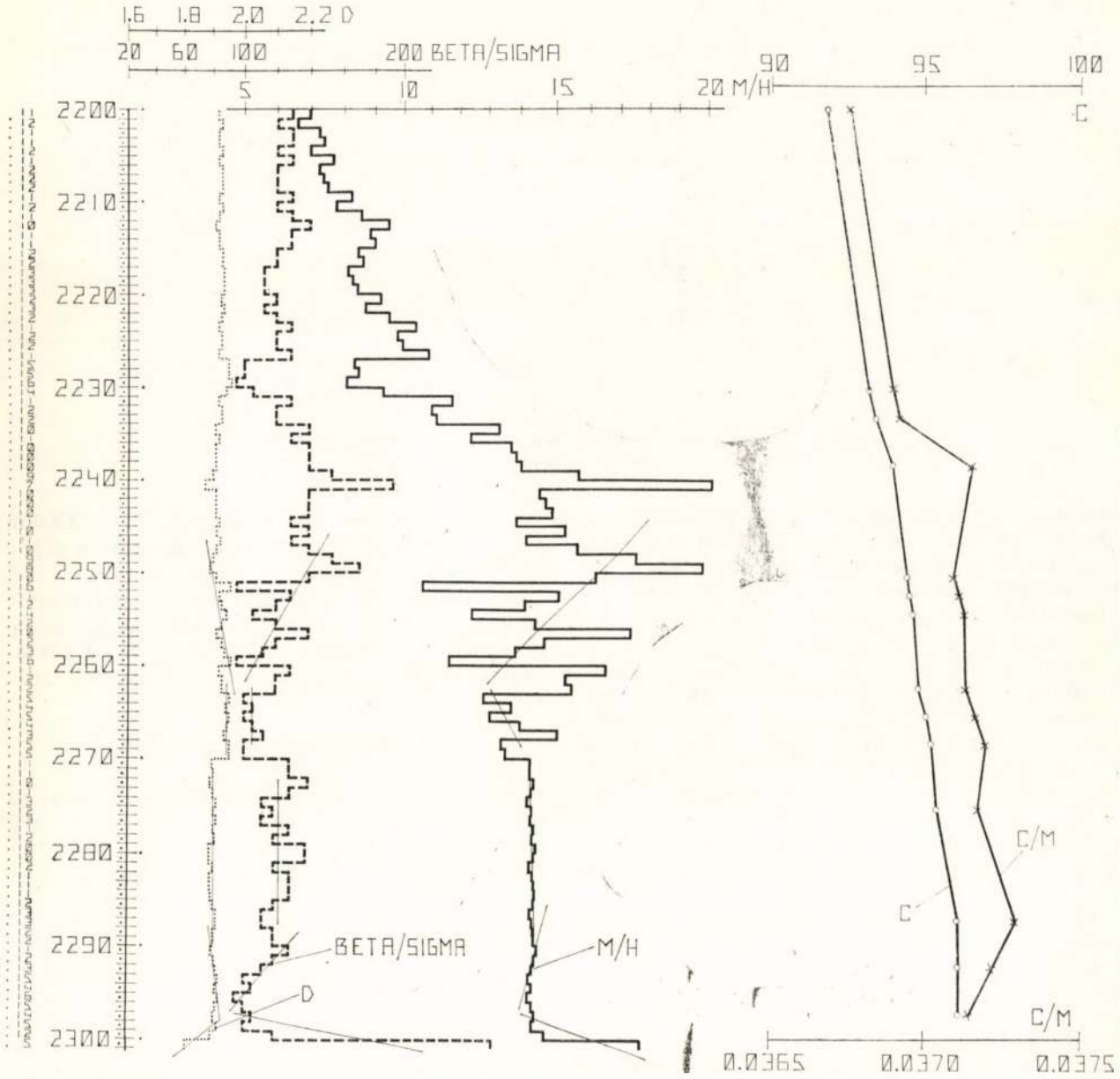
A dél-alföldi *Makó-1.* kutatófúrásban a vastag pliocén összlet alján, feltehetően a pliocén és miocén határán — 4154 m mélységben — fekvő alapkonglomerátba ért a fúró; fölötte a beakasztott $4^1/_2$″-es béléscsőoszlop cementezése egy alsó perforált csővel nyitva hagyta a túlnyomásos átmeneti zóna nagy részét. Az ilyen kútkiképzés mellett *(6.a) ábra)* végzett dugattyúzásos rétegvizsgálat során a tárolóréteg mátrixanyaga és a fedőmárga is a kútba termelt. Az eset — a kaliforniai rekordmélységű fúrás (Tenneco 31X-10 — 6595 m)

esetéhez [9] hasonlóan — úgy értelmezhető, hogy mivel a p_p=870 bar pórusnyomáshoz kb. 1030 bar fedőkőzet-feszültség (σ_0) tartozik, a formáció mátrix-feszültsége (σ_v) mindössze 160 bar. Ez gyakorlatilag annak felel meg, mintha az 1300—1400 m mélységben fekvő, normálisan tömörült kőzet 4155 m-es mélységbeli körülmények közé került volna *(6.b) ábra)*. Az 1300 m-ben fekvő kőzet nyomószilárdságát kb. 500 kN/mm²-nek becsülve, ez azt jelenti, hogy 500 — 160 = 340 bar-ral csökkentve a formációnyomást, vagyis ekkora depressziót keltve a megnyitott formáció előtt, annak mátrixanyaga összetörik és robbanásszerűen betermel a lyukba, illetve a kútba. Ez a folyamat annál hevesebb, minél kisebb a formáció áteresztőképessége. Ezért az ilyen mértékben túlnyomásos formáció megnyitásakor és depresszió létesítésekor fokozott óvatossággal kell eljárni, s csak a megfelelő szelvényezési módszerekkel (mikrolog, mikrolaterolog, proximity-log) minél megbízhatóbban kijelölt legáteresztőképesebb formációszakaszokat tanácsos megnyitni.

A nagy mélységű, nagy hőmérsékletű és rendellenesen nagy nyomású, konszolidálatlan tárolókőzetek perforálással való megnyitását követően a hozamvizsgálat során számos esetben a formáció összezáródott, a termelés rohamosan csökkent. Kézenfekvő megoldásnak kínálkozik a savazás, illetve a savazásos kőzetrepesztés.

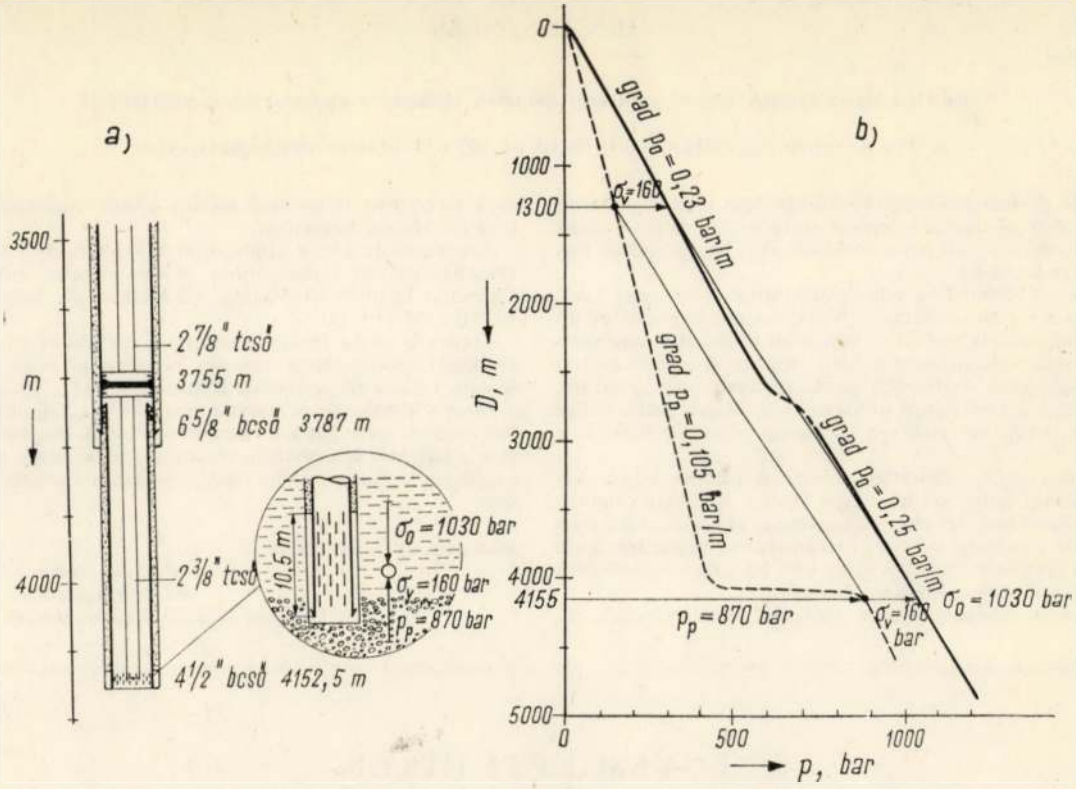
A savazásos műveleteket azonban a korróziós veszély elhárítási nehézsége, vagyis a 200 C°-on vagy e fölött is hatékony inhibitorok hiánya akadályozza.

A *B-II.* jelű mélyfúrásban 4200 m mélységben kereken 700 bar telepnyomás mellett 200 C° talphőmérsékleten inhibitált sósav—fluor-hidrogénsav keverékkel végrehajtott savazási művelet ideje alatt a termelőcső-oszlop alsó szakaszán a P-105 anyagminőségű, $2^7/_8$″-es



5. ábra

A Zombor-5. fúrásban mért fúrási sebesség, a normalizált „d" tényező és a β/σ fúrhatósági tényező szelvénye, valamint a mélybeli kőzet hőmérséklet- és a geotermikusgradiens-szelvény a túlnyomásos átmeneti zóna kimutatására



6. ábra
a) — a Makó-1. fúrás mélybeli kiképzése hozamvizsgálatkor;
b) — vázlat a Makó-1. fúrás mélybeli feszültségviszonyairól

termelőcsövek 4,8 mm falvastagsága helyenként 1 mm-re csökkent. A megoldás az erőteljes hűtéssel végrehajtott savazásos kőzetrepesztés vagy ugyancsak hűtést követően valamely nagy viszkozitású gélesített folyadékkal vagy cseppfolyósított gázzal végrehajtott kőzetrepesztés lehet [10].

Következtetések

A túlnyomásos formációk előrejelzésére a fúrási sebesség és a módosított „*d*" tényező szelvényezésén kívül, illetve ezek mellett egy bővített fúrási egyenletből levezetett, kőzetfúrhatóságra jellemző koefficiens β/σ szelvényezése a viszonylag vékony, szeszélyes kifejlődésű átmeneti túlnyomásos zónákra is megbízható előrejelzést nyújt. A fúrási tényezők szelvényeiből levezetett előrejelzés megerősítésére jól használható az öblítőiszap kifolyó-hőmérsékletéből számított formációhőmérséklet-szelvény, illetve az ebből levezetett geotermikusgradiens-szelvény.

A szuper nagy nyomású tárolóformációk megnyitása során a kőzetanyag kútba való beáramlásának megelőzése érdekében a megbízhatóan cementezett béléscsövezett szakaszból is csak a legpermeábilisabb szakaszokat szabad perforálni.

A szuper nagy nyomású tárolóformációkban a termelés megindulását követő gyors összezáródás megelőzésére a perforálással egy műveletben a savazásos kőzetrepesztés vagy nagy viszkozitású gélesített folyadékkal végrehajtott kőzetrepesztést kell alkalmazni, s mindezeket a műveleteket előmosó folyadékkal végzett intenzív hűtésnek kell megelőznie.

*

Köszönetnyílvánítás: A szerzők köszönetüket fejezik ki dr. *Somfai Attila* igazgatóhelyettesnek és dr. techn. *Szepesi József* egy. adjunktusnak a dolgozatot érintő értékes tanácsaikért.

IRODALOM

[1] *Kertai Gy.:* A magyarországi földgáztelepek kialakulásának és továbbkutatásának alapelveiről. Földtani Közlöny *3* (1962).

[2] *Dank V.:* Szénhidrogének genetikája, migrációja, felhalmozódása. Földtani Kutatás *1* (1970).

[3] *Somfai A.:* Examination of overpressure reservoirs in the Great Hungarian Plain: A classification of the causes of overpressure. Acta Universitatis Szegediensis, Acta Mineralogica, Petrographica Tomus XIX. Fasc. *2.* 173—94 (1970).

[4] *Bodzay I.:* A beleznai és lovászi szénhidrogén-tárolók hidrosztatikusnál nagyobb telepnyomásának kialakulása. Kőolaj és Földgáz *5* 137—8 (1969).

[5] *Korim K.:* Geological aspects of thermal water occurences in Hungary. Geothermics, Pisa (Italy) 96—102 (1972).

[6] *Boldizsár T.:* Geothermal energy production from porous sediments in Hungary. Geothermics, Pisa (Italy) 99—110 (1970).

[7] *Overton, H. L.—Zanier, A. M.:* An osmotic model for gas and overpressured formations. SPE Preprint 3221 (1971)

[8] *Fülöp M.:* Fúrólyukak hőmérsékletének numerikus analízise. Kőolaj és Földgáz *6* 169—73 (1974).

[9] *Kandle, J. R.:* Technical and operational factors crucial to succesfully drilling deep exploratory wells. SPE Preprint 5170 (1974).

[10] *Joly, G.:* Nagy nyomású és nagy hőmérsékletű rétegek repesztése. Kőolaj és Földgáz *3* 72—80 (1975).

[11] *McKee, R.—Pilkington, P.:* Pressure prediction and detection. Part 1—6. Oil and Gas J. *46* 57—9; *47* 129—31; *48* 102—4; *49* 95—6; *50* 65—7; *51* 29—31 (1974).

HOZZÁSZÓLÁS

Kuhn Tibor

A művelési tervváltozatok közötti gazdasági döntések elemzése a kockázat figyelembevételével

c. és a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1975. 10. sz. 305—15. oldalán megjelent cikkéhez

Valamely döntés gazdasági kockázata nem azonos a döntés alapját képező gazdasági kategória számszerűen meghatározott bizonytalanságával, jóllehet a kockázat oka, ha úgy tetszik forrása a bizonytalanság.

A döntésnél számításba vehető változatok közül egyet kiválasztani, és a többit mellőzni — bizonytalanul meghatározható gazdasági kategóriák mellett — annyiban kockázatos, amennyiben az elvetett változatok magukban hordozzák a reális esélyét annak, hogy velük kedvezőbb gazdasági eredményt érhettünk volna el, mint a kiválasztott változatokkal. Vagyis reális esélye van annak, hogy valamekkora gazdasági veszteség fűződik a döntéshez.

Ha minden egyes változathoz tartozóan a döntés alapját képező gazdasági kategória lehetséges értékei halmazán értelmezünk egy valószínűségi eloszlásfüggvényt, akkor a „választáshoz" tartozó gazdasági veszteség zárt formában meghatározható. Ez maga a kockázat. Ez akkor is így van, ha a kockázatról szóló irodalomban általában nincs így kifejtve.

A kockázat meghatározására szolgáló összefüggéseket, ill. azok levezetését tartalmazó néhány cikket szabadjon ezúton a t. szerző részére felajánlani.

The Necessity of the Application of Probability Theory in the Decision-making Investigations of the Mineral Industry. The Canadian Institute of Mining and Metallurgy. Special volume 12. 316—20. (1971).

Voproszü riszka ékonomicsnoszti v zascsite ot sahtnüh vod i szozdanii szooruzsenija zahvata podzemnüh vod. Bányászati Kutató Intézet Idegennyelvű Közleményei 14. 225—32. (1971).

Mint a hivatkozás is mutatja, e cikkek speciális kiadványokban jelentek meg. Ezt azért tartom fontosnak megemlíteni, mert még a látszatát is szeretném elkerülni annak, hogy a t. szerző egyébként kitűnő munkája értékét hozzászólásommal csökkentsem.

Budapest, 1975. december 22.

Pruzsina János
okl. bányamérnök
(Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest)

EGYESÜLETI HÍREK

Ünnepi ülés a bányatörvény megalkotásának 15 éves jubileumán

Budapest, 1975. december 3.

Az OMBKE Bányajogi Munkabizottsága az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség, a Nehézipari Minisztérium, a Központi Földtani Hivatal és a Magyar Állami Földtani Intézet közreműködésével, utóbbi rendezésében és székházában 1975. december 3-án ünnepi ülés keretében emlékezett meg az első magyar és szocialista bányatörvény megalkotásának 15. évfordulójáról.

A magas szintű ünnepségen — amelyen *Kreffly Gábor*, az OBF elnökhelyettese elnökölt — az említett rendező főhatóságok vezetőin vagy képviselőin kívül megjelent a különböző bányászati ágazatok jogi, közgazdasági és műszaki szakembereinek színe-java.

A Minisztertanács Titkársága, a Magyar Tudományos Akadémia, a Nehézipari Műszaki Egyetem, a Bányaipari Dolgozók Szakszervezete, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium, az Országos Vízügyi Hivatal, a dorogi, pécsi, salgótarjáni, szolnoki, tatabányai kerületi bányaműszaki felügyelőségek egy-egy képviselője mellett kb. egyenlő arányban képviseltették magukat a szén-, érc-, ásvány-, bauxit-, kőolaj- és földgázbányászat bányavállalatainak és a Földtani Kutató és Fúró Vállalat kiküldöttei.

Kreffly Gábor megnyitó üdvözlő szavai után

Havrán István, az OBF ny. elnöke mint az 1959—1960. évi Bányatörvény Előkészítő Főbizottság vezetője értékes gondolatokkal emlékezett meg a sikeres kezdeményező munkálatokról.

Ezt követően dr. *Komla József*, a vendéglátó MÁFI igazgatója köszöntötte a jubileumi ünnepségen megjelent vendégeket, majd dr. *Mónus Lajos*, az MT Titkársága Jogi Osztályának vezetője az ünnepi ülés első előadásában „A bányaigazgatás helye a magyar államigazgatásban" cím alatt átfogóan ismertette az államigazgatás általános és különleges szocialista feladatait s ezek között a bányaigazgatás különleges célkitűzéseit.

Menyhárth László az OBF elnöke „A bányahatóság feladatai" című átfogó nagy előadásában a szocialista magyar bányahatóság 15 éves „őrködési", szakfelügyeleti, szabályalkotó tevékenységét taglalta. A jövőt illetően az OBF elnöke szerint a XI. Pártkongresszus határozatai szellemében a bányabiztonság emelését és a környezet, a bányakülszín fokozott védelmét tűzték ki a bányahatóság fő feladatai közé.

Seregi János, a Magyar Szénbányászati Tröszt vezérigazgatója a hivatalosan távol levő dr. *Halász Tibor* NIM-miniszterhelyettes előadását olvasta fel „A bányák gazdasági felügyelete" címmel. A bányatörvény elevenen élő, állandóan és folyamatosan ható jogszabály, amely a 15 évi hatásideje alatt az új nagy bányászati feladatoknak kiválóan megfelelt, és a bányászat új erőteljes fejlesztéséhez is szilárd alapot ad.

A felkért hozzászólók közül *Goda Miklós*, a Mátraaljai Szénbányák műszaki igazgatóhelyettese elsősorban a bányatörvénynek a technikai-biológiai rekultivációval kapcsolatos és a KGST részére is irányadóul elfogadott rendelkezéseit ismertette.

Dr. *Kiss László* bányamérnök, a bányahatósági munka fejlődéséről és a bányahatóságnak a bányatörvényből fakadó időszerű feladatairól szólt.

Klemencsics István, az MSZT főosztályvezetője előadta, hogy a bányatörvény — a gazdálkodó szervek szemszögéből nézve — jól szolgálta és szolgálja a bányák igazgatását. Az ásványvagyon-gazdálkodásnál a minisztérium és a földtani hatóság ilyen irányú leterhelése csökkenthető. Az ünnepi ülés munkája helyes irányt mutat a jövő feladatainak valós megoldásához.

Dr. *Szentpétery Ernő*, a Borsodi Szénbányák osztályvezetője az egyébként elismerésre méltó bányatörvényen kisebb módosításokat javasolt.

Dr. *Zboray György* jogtanácsos, a KFH osztályvezetője a KFH elnökének, dr. *Fülöp Józsefnek* betegsége miatt elmaradt előadása anyagához, „A földtani hatóság feladatai"-hoz is kapcsolódva vázlatosan ismertette a földtani hatóság tevékenységét, különös figyelemmel az 1955-ben önálló főhatósággá szervezett hivatal eddigi munkájára és új feladataira.

Kreffly Gábor elnöki zárszavában köszönettel emlékezett meg az OMBKE Bányászati Szakosztályán belül működő Bányajogi Munkabizottság hasznos tevékenységéről, mely nem kis mértékben járult hozzá, hogy a hazánkban is végbemenő ipari forradalom, s a dinamikus társadalmi és gazdasági fejlődés nehéz, de igen értékes kodifikációs munkája nyomán a bányatörvényt időállóan sikerült megalkotni, s azon 15 év alatt sem kellett módosítani. A jövőben azonban az ünnepi ülés előadásai, különösen azonban hozzászólásai alapján bizonyosan szükség lesz a törvény végrehajtási utasításának módosítására, s főképpen a szabályzatok korszerűsítésére.

Dr. *Kiss László*
aranydiplomás bányamérnök

GAÁL ANTAL
1905—1975

Pontosan 35 esztendővel ezelőtt — a gyors egymásutánban fölfedezett dél-zalai olajmezők közép-európai viszonylatban jelentősnek mondható szénhidrogén-vagyonának kirajzolódása idején — a szakmai gyakorlatában egyre izmosodó, és a felelős pozíciókat mindinkább átvevő magyar műszaki és geológus-geofizikusi gárda elérkezettnek látta az időt az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretén belül egy önálló Olajbányászati Szakosztály életre hívására.

A Nagykanizsán — dr. *Papp Simon* elnöklete alatt — 1941. április 17-én megtartott alakuló ülésen a gondolat felvetője, GAÁL ANTAL okl. bányamérnök — aki az osztály célkitűzéseiként a magyar kőolajtudomány és -irodalom, valamint a szakmai nyelv megalapozását és művelését jelölte meg — „programbeszédét" így fejezte be: „...azt kívánom, hogy munkánk eredményeként idővel egyetemünkön külön tanszéken vagy tanszékeken adják elő a kőolajtudománnyal összefüggő tárgyakat".

A nemes terv, az elhintett mag csakhamar kalászba szökkent, de a magvető — a történelem kiszámíthatatlan sorsalakító erőinek hatására — ezt már csak egy más világrészből szemlélhette — és szemlélte is!

A Sopronban végzett mérnökök körében gyors felfogásáról, pompás műszaki érzékéről, plasztikus és meggyőző magyarázatairól, mindig kollegiális és baráti segítőkészségéről közismert és szeretett, törékeny alakú GAÁL „Pici" 1905. január 6-án Mohácson született. Elemi és középiskoláit — utóbbit a bonyhádi gimnáziumban — mindvégig osztályelsőként, színjeles eredménnyel végezte.

Bányamérnöki oklevelének megszerzése után előbb a pilisvörösvári, majd 1934-től az egercsehi szénbányában teljesített szolgálatot, s 1938-ban lépett az akkor rohamléptekkel fejlődő és ezért GAÁL ANTAL kiváló elméleti tudását és gyakorlati érzékét remekül hasznosítani tudó Magyar—Amerikai Olajipari Részvénytársaság (MAORT) szolgálatába. A Tervezési Osztály nagykanizsai részlegénél dolgozva hatékonyan részt vett szinte minden nagyobb szabású létesítmény (az újudvari töltőállomás, a lovászi kompresszor- és gazolintelep, a távvezetéki állomások) tervezési és kivitelezési munkálataiban. Később hasonló beosztásba a budapesti központba helyezték, amikor is — mert a vállalat egy Duna menti finomító építésének gondolatával is foglalkozott — hosszabb időn át a helyszínen tanulmányozta a franciaországi Port Jérôme-i kőolaj-feldolgozó üzemet, és dolgozott a vállalati finomító terveinek elkészítésén.

A német politikai nyomás növekedésével — családi körülményei miatt — igen nehéz hónapokat vészelt át feleségével és már akkor veszélyes betegség jeleit sejtető kislányával.

A felszabadulás után az elsők egyikeként vett részt 1945 márciusában az elszakadt kőolaj-távvezetéknek a Dunán át a csepeli finomítóhoz való áthúzási munkálataiban, és az olajbányászat gyors talpraállításában.

Nehogy az akkor már egy svájci szanatóriumba felsőbb orvosi körök által gyógyításra kiküldeni engedélyezett egyetlen gyermeküktől esetleg elszakíttassanak, GAÁL ANTAL és felesége 1948-ban külföldre távozott. Így kerültek a perui Talara kőolajmezőre, ahol GAÁL ANTAL végigjárta a külföldre szakadt idegen nemzetiségű szakember érvényesülésének minden lépcsőfokát. Műszaki rajzolóként kezdte, de képességeire, a soproni *alma mater*-en szerzett széles skálájú felkészültségére csakhamar fölfigyeltek, s mert a gazolin- és kompresszortelepek tervezése, a vízelárasztásos műveléssel kapcsolatos vízkivételi művek és nagynyomású szivattyútelepek kialakítása terén — hasznosítva az 1957-ben az Egyesült Államokban tett hosszabb tanulmányútján szerzett tapasztalatait — kimagasló teljesítményt nyújtott, ott is a tervezési osztály vezetői posztjára küzdötte föl magát, öregbítve a magyar bányamérnökök világszerte elismert hírnevét.

Hatvan éves korában ment nyugdíjba, s azóta Limában, az ország fővárosában élt. 1965-ben még hazalátogattak, majd élete utolsó hat évében már egészsége egyre romlott; a magyar olajiparral a kapcsolatot lapunk révén tartotta. Az 1974 őszén Limában tartott bányászati világkongresszus alkalmával — ahol felesége több nyelvű tolmácsként működött — elonuló fizikai állapotában még magyaros vendégszeretettel üdvözölte otthonában a kongresszusra kiküldött hazánkfiait, hogy egy év múlva, 1975. november 9-én befejezze az utolsó „bányajárást".

A kor- és évfolyamtárs, a hosszú éveken át együtt élt és együtt dolgozott barát, de egy sok megpróbáltatásnak kitett, a magyar olajbányászatot áldozatos szívvel szolgáló generáció nevében hajtjuk meg a fájdalom és gyász zászlaját GAÁL ANTAL emléke előtt és mondunk Neki a tengernyi messzeségen át — ahogy annyiszor köszöntöttük egymást —, de most utoljára

jó szerencsét!

B. E.

MÚZEUMI HÍREK

A Magyar Olajipari Múzeum 1975. évi látogatottsága

Lassan már megszokottá, közhellyé válik az az országos statisztikai jelentés, amely a múzeumok látogatottságának ismételt növekedését jelenti be. Pedig ezek tények, még ha ezáltal nem is lettünk „múzeumlátogató néppé", hiszen a látogatók zömét azok teszik ki, akik évente nemritkán 10—15 múzeumot is megtekintenek. Az emberek a szabad idő megnövekedését — még ha a lehetőségek minimális kihasználtsági foka mellett is — részben művelődésre, kulturális igényeik fokozottabb kielégítésére használják fel.

A mind magasabb múzeumi látogatottsági szám azonban számos árnyoldalt is takar, különösen az ipari szakmúzeumok sorában. Gyenge a hazai múzeumok — főleg a megyei szervezetbe nem tartozó ipariak — propagandája, s ha van is, főleg a szakmai közönségre igyekszik hatni, pedig ők — állapítsuk meg bátran — a látogatók elenyésző hányadát adják csak.

A Magyar Olajipari Múzeum látogatottsága egyre kedvezőbben alakul, s a nagyjából hasonló adottságú szakmúzeumok közül (Magyar Vegyészeti Múzeum, Központi Kohászati Múzeum, Érc- és Ásványbányászati Múzeum, Öntödei Múzeum) egyedül a lillafüredi Központi Kohászati Múzeum látogatottsága éri el a Magyar Olajipari Múzeumét: nagyjából egyforma ütemben növelik látogatóik számát, évi kb. 2000 fővel.

Mint legutóbb beszámoltunk, 1973. évi látogatószámunk 20 000 fő közelében mozgott, *1974-ben 21 500 fő*, s *1975-ben* az eddigi rekord, *34 370 fő*. Ebből 30 070 fő esik a múzeum törzskiállítására, 4300 látogató pedig *„A modern mélyfúrás 40 éve Magyarországon"* c. időszakos kiállításunkat, ill. a XV. Vándorgyűlésre készített *„A magyar olajipar 30 éve"* c. vándorkiállítást tekintette meg. Ez utóbbi kiállításunkat Balatonfüred után Zalában Gellénházán, Bázakerettyén, Lovásziban és Nagykanizsán és kiállítottuk, majd azt a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Múzeumi és Üzemtörténeti Bizottsága mutatja be a vállalat üzemeiben.

A kiugróan magas látogatószám csak kis részben köszönhető az időszakos kiállításoknak. Propagandatevékenységünk, közönségszervezésünk amellett, hogy a korábbiakhoz hasonló szinten mozgott, koncentráltabbá vált, de azt sem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy látogatóink „propagandája" következtében egyre ismertebbé válik az ország egyik legdinamikusabban fejlődő ipari szakmúzeuma.

Dr. *Bencze Géza*
tud. munkatárs
(MOIM, Zalaegerszeg)

Kis szilárdanyag-tartalmú iszap üzemi kipróbálása

A *Budafa-IX.* nagymélységű fúrás 12¼"-es szakaszán 1800—2900 m között új típusú, ún. *dextrid—KCl*-os „ozmotikus polimer" iszaprendszert próbáltak ki. Ez az iszapféleség a kis szilárdanyag-tartalmú iszapok csoportjába tartozik. A kis szilárdanyag-tartalmat egy organikus polimer — a *dextrid* — és az ezzel együtt alkalmazott speciális elektrolit — a *KCl* — van hivatva biztosítani.

Fúrástechnológiai tapasztalatok

Az iszapot az 1800 m-es mélység elérése, béléscsövezés, majd a cement kifúrása után készítettük el 1,4%-os bentonitszuszpenzió felhasználásával. A vízleadást, ill. a reológiai tulajdonságokat két speciális adalék, a *dextrid* és a *staflo* (polianionos cellulózszármazék) bevitelével szabályoztuk. Az iszap „nem diszpergáló" jellegét a *dextrid* mellett a *KCl* biztosította (koncentrációja 50 g/l volt). A fúrás folyamán — amely a fent jelzett szakaszban alsópannon, ill. miocén korú homokkő közbetelepüléssel tagolt agyagmárgát harántolt — az iszap fajsúlyát 1,10 p/cm³ alatti értéken terveztük. Ennek biztosítására a berendezés kettős rázószitával — 30 és 50 csokros szitákkal —, 2 db *desanderrel* (3000 l/min) és *desilterrel* (1800 l/min) volt felszerelve. A 3 hidrociklonegység áramellátási problémák miatt egyidejűleg nem volt üzemeltethető. Erre azonban a legtöbb esetben nem is volt szükség, mivel a kettős rázószita mellett — annak ellenére, hogy ennek maximális átbocsátóképessége csak 1800 l/min volt — még egy egységgel a tervezett kis — 1,08—1,10 p/cm³-es — fajsúly biztosítható volt. A kis fajsúly tartását megkönnyítette az a körülmény is, hogy az egyes mechanikus tisztítóeszközök közötti tartályokban a felfúrt kőzettörmelék jelentős része kiülepedett az iszapból. Ez az ülepedés olyan jelentős volt, hogy gyakorlatilag minden fúrómenet után szükségessé vált 2—3 tartály kiürítése és kimosása. A tartályokból egy-egy mosás alkalmával átlagosan 3,5—5,5 m üledéket lehetett eltávolítani.

A fúrásnál az előzetesen tervezett hígítás mértéke 10 m³/nap volt. Ez azt jelenti, hogy 1800—2990 m-ig a vízfelhasználásnak 220 m³-nek kellett volna lennie. Ezzel szemben a hígításra ténylegesen felhasznált víz mennyisége csak 155 m³ volt.

A fúrásnál a mechanikai sebesség nagyon kedvezően alakult. Így például a 2033 m-től 2211 m-ig terjedő fúrómenet ideje 31 óra volt, ami 5,94 m/h átlagos fúrási sebességet jelent. Ilyen sebességet ebben a szelvényben és mélységben az eddigi mélyfúrásokban még nem értek el. A mechanikai sebesség mellett az iszap kedvező, agyagflokkulálható hatását bizonyítja az is, hogy a fúró tisztítása is igen kedvező volt. A kiépített fúrók többnyire annyira tisztán kerültek ki a fúrólyukból, hogy még leöblítésük sem vált szükségessé. Az 1800—2900 m közötti szakaszon összesen 8 db fúrót használtak fel.

Gazdaságosság

A kísérlet alapján az iszap gazdaságosságát meghatározni nehéz. Az iszapjavító anyag felhasználását véve alapul kedvezőtlen és félrevezető képet kapunk. A budafai területen ezeket a szakaszokat gipszes iszappal mélyítették, melyeknek fajlagos költsége lényegesen kisebb, mint a dextrides iszapé. A dextrides iszap előnye a megnövekedett fúrási sebességben nyilvánul meg. A közelben mélyített *B-V.* jelű fúráshoz viszonyítva a fúrási sebesség megjavítására tett komplex intézkedések eredményeként, amelyeknek egyik tényezője volt az iszap is, 2886 m-ben a berendezés időelőnye pl. 20 nap volt.

A fúrás 2755 m-ben gázos réteget harántolt. Az egyensúly helyreállítására 18 órán át öblítettek. Ezen időszak alatt az iszap vízleadása jelentősen megnövekedett. Ez csak azzal magyarázható, hogy a lyukhőmérséklet ebben a mélységben elérte a *dextrid* hőbomlása szempontjából kritikus értéket. A továbbiakban ezért a javítást már *CMC*-vel végeztük el. Ezzel egyidejűleg a fajsúlyt is jelentősen meg kellett növelni (1,56 p/cm³-ig). Ezen két ok miatt az iszap kis szilárdanyag-tartalmú jellege fokozatosan megszűnt. A speciális elektrolit — a *KCl* — azonban a továbbiakban is kedvező lyukviszonyokat biztosított. Ennek bizonyítéka az, hogy a 3374 m-ben bekövetkezett szerszámszakadás miatti mentés — annak ellenére, hogy mentés közben ismételt szerszámtörések következtek be, és a lyuk ferdesége 9—13 °-os volt — végül is eredményre vezetett, s a fúrólyuk teljesen rendbehozható volt. Ez ismételten alátámasztja azt, hogy egy iszaptípus gazdaságossága nemcsak a fajlagos javítóanyag-felhasználás alapján ítélendő meg.

Összességében elmondhatjuk, hogy a *dextrid—KCl*-os iszaprendszer alkalmazása pozitív eredménnyel járt. Az elsődleges célt a kis, 1,10 p/cm³ alatti fajsúly tartását, az összes eddigi hazai kísérletet beleértve, ebben az esetben sikerült a legkisebb mérvű hígítással biztosítanunk. A továbbiakban az a feladatunk, hogy ezen fúrás hasznos tapasztalatait felhasználva megteremtsük azokat a feltételeket, amelyek mellett a hasonló iszaptípusok hazai viszonyok között is gazdaságosan alkalmazhatók.

Molnár Jenő
okl. vegyész
(OGIL, Nagykanizsa)

*

Kettős hatású polimerrel végzett üzemi kísérlet a DKFÜ-nél

A korszerű fúrástechnológia alapelve, hogy az öblítőiszap szilárdanyag-tartalmát és fajsúlyát a rétegviszonyok által megszabott legalacsonyabb szinten igyekszik tartani. Az inert szilárdanyag-tartalom szabályozására legalkalmasabbak az ún. kettős hatású polimerek.

A Drillaid-420 polimerrel a *Kiskunhalas ÉK-16.* jelű fúrásponton végeztünk üzemi kísérletet. A 9⅝"-es béléscsövezés után készítettük el az új iszapot, mely 4% bentonitot, 0,015% Drillaid-420-at és 0,5% Solacrol-t tartalmazott.

Az iszap jellemzői: fajsúly: 1,03 kp/dm³; vízleadás: 16,8 ml; iszaplepény: 0,5 mm; pH: 8,5; aktív agyag: 28 kg/m³; iszap szilárd anyag tartalma: 4,8 súly%; víz: 98 térfogat%.

Lényegesnek tartottuk az iszap szilárdanyag-tartalmának szabályozását, ezért a kifolyó iszap útja a következő volt: — kifolyó — rázószita — polimeradagolás — desander — desilter — szívótartály.

A desander az I. tartályból szívott iszapot, a ciklon alján távozó zagy fajsúlya homokrétegek fúrásakor 1,79 kp/dm³ érték körül mozgott. A desilter a II. tartályból szívta az iszapot; a desilter alján 1,24 kp/dm³ fajsúlyú zagy távozott.

A 8½"-es szelvényt 611 m-től 1986,5 m-ig mélyítettük. A kis fajsúlyt a fúrás során végig biztosítani lehetett, aminek következménye volt a megnövekedett mechanikai sebesség. Ki- és beépítések alatti öblítési szünetekben három alkalommal is előfordult, hogy az öblítés ismételt megindítása csak nagy szivattyúnyomással sikerült, a felszínre érkező iszap fajsúlya és vízleadása nagyobb volt, mint a beszabályozott érték. Szelvényezés alatt is előfordult hasonló jelenség.

Feltételezésünk szerint a nehézségeket részben az okozta, hogy a desilter és desander üzemeltetése nem volt folyamatos, a rázószita szövete nem volt kellően finom szövésű.

A másik, egyben lényeges ok az volt, hogy az iszap kezdeti *n* tényezője 0,4—0,5-ről a hígítás miatt fokozatosan romlott 0,8—0,9-re, és ezen bentonitadagolással sem lehetett javítani. Ez egyben azt is jelentette, hogy az iszap szilárdanyag-tartalma a kívánatos 30—40 kp/m³ értékről 60—80 kp/m³-re emelkedett.

Schall István
okl. olajmérnök
(DKFÜ, Nagykanizsa)

*

Szabályozott vízleadású cementtej kísérleti alkalmazása

A szénhidrogénvagyon feltárására mélyített kutak megfelelő műszaki kiképzésének alapvető feltétele a cementezési műveletek sikeres végrehajtása.

A porózus rétegek előtt a cementtej részleges dehidratációja következik be, amely egyrészt a fajsúly és a reológiai paraméterek értékeinek növekedését, másrészt tárolórétegek nagymértékű elárasztását és károsodását okozhatja.

Joggal feltételezhető, hogy a gyakori cementpalásthibáknak, ill. a gyűrűs térbeli fluidkommunikációnak a cementtej végtelen nagy vízleadása következtében fellépő dehidratáció az egyik oka. Az OGIL laboratóriumában számos adalék vízleadást szabályozó hatását tanulmányoztuk. Üzemi megvalósításra alkalmasnak

végül is egy hazai előállítású — eredetileg az öblítőfolyadékok víztartó képességének szabályozására alkalmas — huminsavszármazék, a *termohumex* bizonyult.

A laboratóriumi vizsgálatok szerint a fenti adalék koncentrációjának változtatásával a cementtej vízleadása tetszés szerint változtatható. Az üzemi kísérleteket az *Algyő-539.* és *545.* jelű fúrások termelési béléscsőrakatainak (7″, $5^1/_2$″) cementezéseinél hajtottuk végre. A cementtejek víztartó képessége az üzemi megvalósítás során kedvezőbb volt a laboratóriumban meghatározottnál, ugyanis 0,5—1,0 cm (API szerint) között mozgott. A cementezési művelet problémamentesen végrehajtható volt. Az alkalmazás kiszélesítése a cementezési műveletek hatékonyságának növelése mellett különösen fontos lehet a tárolóvédelmi szempontok érvényesítése céljából is.

Hasznos Irén
okl. vegyész

Dr. *Dormán József*
okl. vegyész,
(OGIL, Szolnok)

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

2. Ifjúsági Szakmai Napok — Alkotó ifjúsági pályázat kiállítása

Az OKGT és az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Budapesti Csoportjának rendezésében 1975. november 18—19-én, a Bocskai úti TIT-stúdióban kerültek megrendezésre a *2. Ifjúsági Szakmai Napok* és november 17—22-ig az *Alkotó Ifjúság* pályázat díjnyertes alkotásainak kiállítása.

Rácz Dánielnek, a KFV-szakosztály alelnökének megnyitója után dr. *Vajta László*, az OKGT műszaki vezérigazgató-helyettese igen értékes előadásában összefoglalta az olajiparnak a IV. ötéves tervben elért eredményeit, és ismertette az V. ötéves tervben iparágunkra váró feladatokat, amelynek megvalósításában komoly szerep vár a fiatal szakemberekre.

A megnyitó előadás után négy szekcióban igen színvonalas előadások és hozzászólások hangzottak el.

A *Kutatási* szekció dr. *Hingl József* és *Tóth Zoltán* elnöklésével, *Szabó György* titkár vezetésével végezte munkáját. A szekcióban az alábbi fiatalok tartottak előadást: *Ősz Árpád, Magyar József, Madar László, Musitz László, Késmárki István—Kloska Károly—Makláry Elemér, Poszovecz László, Varga István, Tatár András, Gellért Tamás, Komlóssy Zsolt.*

A *Rezervoármechanika* szekció elnökei *Rácz Dániel* és *Kassai Lajos*, titkára dr. *Pápay József* volt. Előadást tartott *Kuhn Tibor, Hordós Gábor, Trömböczky Sándor, Pozsgay János, Kassay Árpád*, dr. *Takács Gábor, Segesdy József, Kiss Imre—Farkas Gyöngyi* és *Voll László.*

A *Varga József* és *Csákó Dénes* elnöklésével működött *Termelési szekció* előadásait *Paczuk László, Kővári Antal, Réthelyi Jenő, Balikó Sándor, Barcsik József, Boschán Éva, Murin János, Süveges Károly, Püski Imre, Farkas Béla* és *Kigyós József* tartotta.

A *Szállítás-elosztás* szekcióban *Antal Lajos* és *Jekkel Károly* elnökölt; a titkári teendőket *Dobány László* látta el. Előadást tartott *Fehárvári Jenő*—dr. *Fekete György, Benkóczy Péter, Kiss Gábor, Vojtkó Péter, Tapody Sándor, Zongár Gábor, Nyerges Pál, Király János, Szeberényi György, Zvolenszky István, Borissza József—Lukács Béla—Marjas Kornél, Béres Deák László—Filetóth András, Tompa Miklós.*

A szekciók munkáját, mint azt zárszavában *Rácz Dániel* kiemelte, a rendkívüli vitakészség jellemezte. Külön öröm volt hallani olyan kérdésekről is előadásokat (geofizika, geodézia, közgazdaságtan, üzemszervezés, biztonságtechnika, műanyagok alkalmazása, környezetvédelem, városi gázellátás, szén-dioxid-elosztás stb.), amely területekről korábbi szakmai konferenciákon előadásokkal nem jelentkeztek.

Ki kell emelni közös rendezvényünk politikai visszhangját. A záróülésen felszólaló *Pásztor Gabriella*, a KISZ K.B. titkára méltatta a kőolaj- és földgázipar fiataljainak a kongresszusi munkaversenyben elért sikereit, amelyeket a KISZ K.B. által meghirdetett „Alkotó Ifjúság" pályázatra belérkezett munkák is bizonyítanak. A jelenlevőkön keresztül a KISZ K. B. nevében üdvözölte a kőolaj- és földgázipar valamennyi becsületesen dolgozó fiatalját. Zárszavában kérte, hogy a fiatalok még tevékenyebb, alkotó munkájukkal járuljanak hozzá a KISZ 1976. évi XI. kongresszusának sikeréhez.

A megnyitó- és záróünnepélyen képviseltette magát a NIM Ifjúsági Bizottsága *Moravcsik Attila* és *Banai József*, az OKGT KISZ-bizottsága *Berczeli Erzsébet* személyében.

Emelte az Ifjúsági Szakmai Napok jelentőségét, hogy a munkában az iparági-vállalati vezetők is részt vettek, hangsúlyozva ezzel is, hogy kíváncsiak a fiatalok szakmai eredményeire, és a jövőben is számítanak a fiatalok tevékenységére.

A záróülésen az Alkotó Ifjúság pályázat igen értékes díjait az OKGT vezérigazgatósága nevében dr. *Vajta László* és *Pintér Ferenc*, az OKGT Ifjúsági Bizottságának titkára, míg a Kommunista Ifjúsági Szövetség elismerő okleveleit *Pásztor Gabriella*, a KISZ K.B. titkára adta át.

I. díjban részesültek:

Madar György (OGIL), *Imre Mihály* (NKFV), *Tóth József—Cseh Béla* (DKV), *Szeberényi György* (DDGÁZ), *Balikó Sándor* (OLAJTERV).

II. díjat kapott:

Késmárki István—Kloska Károly—Makáry Elemér (GKÜ), *Gellért Tamás* (OGIL), *Kürti Sándor* (DKV), *Zongor Gábor* (DDGÁZ), *Süveges Károly* (OLAJTERV).

III. díjban részesült:

Magyar József (DKFÜ), *Kuhn Tibor* (OGIL), *Lukácsy Béla—Marjas Kornél—Borissza József* (GOV), *Komlóssy Zsolt* (OGIL), *Solymosi Tibor* (KKV), *Kónya László* (DKV), *Boschán Éva* (GKVÁ), *Dományi János—Zentai Károly—Nagy János—Száday Rezső* (GKVÁ), *Zvolenszky István* (KVV), *Nyerges Pál* (AKGG).

Oklevelet kapott:

Varga István (DKFÜ), *Tóth Béla* (OGIL), *Váci Ferenc* (DKFV), *Dallos Ferencné—Töltl Lujza—Zácsfalvi Ferenc* (DKFV), *Poszovecz László* (DKFÜ), *Isaák László* (DKV), *Wéber Gábor* (NAKI), *Lutz Förster—Cserhalmi Gyula—Bányász Vince* (KKV), *Varga Istvánné* (KKV), dr. *Lindnerné Eperjesi Erzsébet—Gyurák Katalin* (ÁFOR), *Koós Attiláné—Horváth Jenőné* (ÉGÉZ) *Bicsák György* (TIGÁZ), *Taperczer Ferenc—Nagy János—Száday Rezső* (GKVÁ), *Nagy István* (OLAJTERV), *Angyal Imre—Kohán István* (KVV).

A képzőművészeti és egyéb kategóriákban az alábbi díjakat osztották ki:

I. díj:

Tassonyi Kadocsa (DKFV), *Roznyik Zsuzsa* (DKV).

II. díj:

Szalay Pál (FIFO), *Németh Gyula* (NKFÜ), *Szvetics Istvánné* (DKG), *Lendvai* szocialista brigád (DKFÜ).

III. díj:

Orsós Katalin (DKFV), *Keresztes István* (AKGG), *Nagy Antal* (NKFÜ), *Cserni László* (DKG), *Csaba Tamás* (DDGÁZ), *Völgyesi Jenőné* (DKFV).

Oklevél:

Soós Miklós (DKFV), *Kun Béla* szocialista brigád (AKGG) *Czédli Józsefné* (KKV), *Kass László* (KVV), *Skultéti Istvánné* (NKFÜ), *Eöry Emil—Somlai József* (DKV), *Balassa Ágoston—Marossi Dénes* (DKV), *Antal István* (TIFO).

Török Attila
okl. olajmérnök

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

И. Тромбиташ, инж.-нефтяник: **Нефтяному месторождению Ловаси — 35 лет** ..... **Стр. 98**

Вступительная речь председателя на юбилейном заседании, проведенном 31 октября 1975. г. в. Ловаси, в связи с 35-летием нефтяного месторождения Ловаси.

Я. Хандял, инж.-нефтяник: **Месторождение нефти Ловаси эксплуатируются уже 35 лет** ..... **Стр. 100**

На юбилейном заседании, проведенном по случаю 35-й годовщины ввода в эксплуатацию месторождения Ловаси, дается обобщающая картина разработки и эксплуатации месторождения, а также изменения способов добычи.
На основании достигнутого до сих пор коэффициента нефтеотдачи, а также проведенных исследований, и их результатов, указываются задачи будущего, выполнение которых обеспечит непрерывность добычи нефти и дальнейшее значительное повышение нефтеотдачи.

Д-р *В. Балинт,* унж.-нефтяник, канд. тех. наук—*А. Ситтар,* инж.- нефтяник—*З. Биро,* инж.-нефтяник: **Вопросы эксплуатации месторождения нефти Ловаси и возможности увеличения коэффициента нефтетдачи** .. **Стр. 102**

Дается обзор вопросов технологии разработки местотождения Ловаси, эксплуатирующегося уже 35 лет, где использование естественной энергии пласта, а также применение нагнетания газа и воды привели к достижению коэффициента нефтеотдачи до 29%.
Для увеличения отбора нефти из истощенных пластовых залежей предусматривается применение CO_2 в промышленном масштабе, и детально излагается применяемая технология разработки. За счет процесса закачки CO_2, начатой в октябре 1975 года на восточном участке месторождения и продолжающейся около 12 лет, ожидается значительное увеличение отдачи, равной 10—15%, и получение дополнительно 600 тыс. т нефти.
Рассматриваются возможности применения способа добычи с CO_2, а также прочих новых способов добычи нефти, в том числе третичной.

Л. Давид, экономист по производству: **Экономическая оценка эксплуатации нефтяного месторождения Ловаси, актуальные задачи** ..... **Стр 106**

В связи с ростом цен на нефть за последние 3—4 года, внимание во всем мире сосредоточивалось на разработку и эксплуатацию таких месторождений нефти, разработка которых до сих пор не была рентабельной. Показывается динамака цен нефти на рынок капиталистического мира, в странах СЭВ, изменения в ценах на углеводороды и пределы затрат относительно рентабельной разработки в отечественных условиях.
Рост цен на углеводороды настоятельно требует срочного внедрения известных методов вторичной и третичной добычи нефти, особенно с учетом экономии топлива.

Л. Барабаш, горный инж.—*Э. Буда,* горный инж.: **Обзор буровых и стимуляционных работ, проведенных на месторождении Ловаси** ..... **Стр. 108**

Излагается история скважины *Ловаси-1,* пробуренной в 1940 г., и дается оценка организации и выполнения последующей программы разведочного бурения в зеркале статистических данных. Приводится схематическое изложение применения технологии гидромониторного бурения при проводке разведочных скважин на площади Ловаси, далее излагаются история глубинной разведки отложений под паннноном, ее трудности и возможности проводки сверхглубоких разведочных скважин в будущем в районе Ловаси. Одновременно рассматривается вопрос разработки методов интенсификации добычи нефти, их результаты и будущее.

Д-р Ё. *Алликвандер,* горный инженер, канд. техн. наук, проф.—*Й. Чаба,* инж.-нефтяник: **Проблемы бурения и заканчивания скважин в отложениях с АВПД** .. **Стр. 116**

Наличие аномально высоких пластовых давлений в постплиоценовых и нижнепаннонских коллекторских отложениях, обусловленное быстрым темпом седиментации и образованием покрывающих пород, а также дислоцированносью покрывающих, в первую очередь верхнепаннонских и левантинских пород, угрожают большой опасностью выбросов в разведочных скважинах. Ключевым вопросом предупреждения выбросов является прогнозирование наличия АВПД. Относительно немощная переходная зона может быть выявлена каротажом изменения модифицированного фактора *d*, скорости проходки и буримости пород, и она может прогнозироваться изменением температуры циркуляции, выходящей из ствола скважины.
Эффектовное и качественное вскрытие более глубоко залегающих пород-коллекторов осложняется их высокой аномальностью пластовых давлений. Вслед за перфорацией отложений с АВПД на глубине около 4000 м наблюдались случаи быстрого смыкания коллекторских пород, их разламывания и взрывоподобное попадания их более мелких, или крупных кусков в ствол скважины. Данная проблема может быть решена проведением гидроразрыва и кислотной обработки вслед за интенсивным охлаждением ствола скважины после перфорации, а также вскрытем тех интервалов разреза, которые по результатам интерпретации обладают самой высокой проницаемостью.

✳

Dipl.-Ing. *István Trombitás:* **Das Erdölfeld Lovászi 35 Jahre alt** ..... **S. 98**

Eröffnungsrede des Vorsitzenden an der anlässlich der 35. Jahreswende der Produktion des Erdölfeldes Lovászi am 31. Oktober 1975 in Lovászi gehaltenen Jubiläumssitzung.

Dipl.-Ing. *János Hangyál:* **Das Erdölfeld Lovászi fördert seit 35 Jahren** ..... **S. 100**

An der anlässlich der 35. Jahreswende der Inproduktionssetzung der Erdölfeldes Lovászi abgehaltenen Jubiläumssitzung gibt der Verfasser einen zusammenfassenden Überblick über die Produktion des Feldes und behandelt die Änderungen der Abbau- und Förderverfahren.
Aufgrund der im Feld bisher erzielten Ausbeute, sowie der bisher durchgeführten Versuche und deren Ergebnisse werden die Aufgaben der folgenden Periode vorgeführt, durch deren Verwirklichung auch in den folgenden Jahren eine kontinuierliche Erdölförderung und eine weitere bedeutende Erhöhung der Ausbeute gesichert werden können.

Dr.-Ing. *Valér Bálint,* Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Antal Szittár*—Dipl.-Ing. *Zoltán Biró:* **Abbaufragen des Feldes Lovászi und Möglichkeiten der Erhöhung des Ausbeutefaktors** ..... **S. 102**

Die Verfasser geben einen Überblick über die abbautechnologischen Fragen des Feldes Lovászi mit einer Produktionsvergangenheit von 35 Jahren, wo die natürliche Formationsenergie sowie die Wirkung des angewandten Gas- und Wassertriebs die Erreichung eines Abbaufaktors von 29% ermöglichten.
Zwecks Erhöhung der Erdölförderung aus den erschöpften Schichten wird die Anwendung eines grossbetrieblichen CO_2-Verfahrens geplant. Die anzuwendende Abbautechnologie wird ausführlich behandelt. Vom im östlichen Gebiet des Feldes im Oktober 1975 begonnenen und für etwa 12 Jahre geplanten Abbau mittels Rückpressung von CO_2 erwartet man eine bedeutende, 10 bis 15%-ige Erhöhung der Ausbeute, d.h. die Förderung von 600 000 t Erdöl.
Anwendungsmöglichkeiten des CO_2-Verfahrens und sonstiger neuer Abbauverfahren, wie tertiärer Verfahren werden untersucht.

Dipl.-Betriebswirtschaftler *László Dávid:* **Ökonomische Wertung der Kohlenwasserstoff-Produktion im Feld Lovászi** ..... **S. 106**

Infolge der Steigerung der Erdölpreise ist in den letzten 3-4 Jahren auch der Abbau von nicht lukrativ fördernden Feldern auf der ganzen Welt in den Vordergrund getreten. Der Beitrag führt die Gestaltung der Erdölpreise auf dem kapitalistischen Weltmarkt, die Änderungen der Erdölpreise des RGW, der einheimischen Kohlenwasserstoffpreise und der Kostengrenzen der Abbauwürdigkeit vor.
Die Steigerung der Preise drängt auf eine baldmöglichste Einführung bekannter sekundärer und tertiärer Gewinnungsmethoden die Einsparung der Kohlenwasserstoffe in erhöhtem Masse in Betracht nehmend.

Dipl.-Ing. *László Barabás*—Dipl.-Ing. *Ernő Buda:* **Rückblick auf die Bohr- und Formationsbehandlungsoperationen im Ölfeld Lovászi** ..... **S. 108**

Der Beitrag beschreibt die Geschichte der 1940 niedergebrachten Bohrung *Lovászi-1.* und bewertet die Organisation und Durchführung des nachfolgenden Programms der Aufschlussbohrungen. Die Rolle der Aufschlussbohrungen von Lovászi bei Entwicklung der Jet-Bohren-Technologie wird geschildert. Geschichte und Schwierigkeiten der Schürfung tiefer und übertiefer Formationen unter den pannonischen Schichten und Möglichkeiten des Niederbringens der zukünftigen übertiefen Bohrungen werden dargestellt. Gleichzeitig werden die Entwicklung, Ergebnisse und Zukunft von Verfahren zur Steigerung der Ausbeute behandelt.

Dr.-Ing. *Ödön Alliquander,* Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *József Csaba:* **Bohr- und Sondenausbildungsprobleme in Überdruck-Formationen** ..... **S. 116**

Der durch eine rasche Sedimentation, bzw. „cap-rock" Bildung erklärliche Überdruck-Charakter jener Ungarischen unterpannonischen Speichergesteine, welche unter einem dickeren Deckgebirge liegen, oder die älter sind, als das Pliozän, ferner die Tatsache, dass die Deckgebirge — vor allem die oberpannonischen und die levantinischen Gesteine — sich in ausgelockertem Zustand befinden, bedeuten für die Erkundungsbohrungen eine ausserordentlich hohe Eruptionsgefahr. Die Schlüsselfrage der Vermeidung von Eruptionen ist die Voraussage von Überdruck-Gesteinen. Der modifizierte Faktor „*d*", die geophysische Bohrlochmessungen der Bohrgeschwindigkeit und der Bohrbarkeit-Änderungen erwiesen sich als geeignet für die Anzeige einer verhältnismässig dünnen Übergangszone; für die Voraussage derselben aber ud die Temperaturänderung der ausströmenden Bohrsplülung.
Die ausserordentlich hohe Überdrücke der tieferen Speichergesteine erschweren ein wirksames und dauerhaftes Öffnen solcher Speichergesteine. Nach dem Öffnen durch Perforation von Formationen sehr hohen Drucks in einer Teufe von etwa 4000 m traten eine schnelle Zusammenschliessung, ja sogar ein explosionsartiger Bruch des Speichergesteins auf und die Stücke verschiedener Grösse des Speichergesteins wurden in die Sonde gefördert. Als Lösung bietet sich eine Frac-Säurebehandlung verbunden mit einer intensiven Kühlung nach der Perforation, bzw. anhand einer sorgfältigen Permeabilitätswertung das Öffnen der Lagerstätte von super hohen Drucks nur in den durchlässigsten Abschnitten.

*

István Trombitás, Petroleum Eng.: **The 35 year old Lovászi oil-field, Hungary** ..... **p. 98**

Inaugural speech held by the president at the jubilee session on the 35th anniversary of the production starting of of Lovászi oil-field at Lovászi on the 31st October, 1975.

János Hangyál, Petroleum Eng.: **Lovászi oil-field has started production 35 years ago** ..... **p. 100**

At the commemorative session held on the occasion of the 35th anniversary of putting Lovászi oil-field into production of the field and outlines the changes of the exploitation and production methods used.

Based upon the recovery attained so far in the field as well as upon experiments carried out and upon results thereof, the tasks of the next period are shown by which, if realized, a continuous petroleum production and a further significant growth of the recovery can also be ensured in the following years.

Dr. *Valér Bálint,* Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences—*Antal Szittár,* Petroleum Eng.—*Zoltán Bíró,* Petroleum Eng.: **Exploitation problems in Lovászi Field and possibilities of increasing the recovery factor** ..... **p. 102**

A survey is given of the technological problems of exploitation encountered in Lovászi Field with a 35-year-old production past where natural formation energy and the gas and water drive applied permitted to attain a 29 per cent recovery factor.
For increasing petroleum recovery from the depleted reservoirs, the use of a full-scale CO_2 injection method is planned. The exploitation technology to be applied is described in detail. From the exploitation technology using repressuring of CO_2 planned for about 12 years and started in October 1975 in the eastern region of the Field a considerable increase in recovery amounting to 10—15 per cent, that is 600 000 tons of oil, is expected.
Possibilities of the application of CO_2 and other new exploitation methods as tertiary recovery processes are examined.

László Dávid, Plant Economist: **Economical appraisal of the hydrocarbon production of Lovászi Field; timely tasks** ..... **p. 106**

As a result of the oil price increase during the past 3-4 years, the exploitation of fields having no lucrative yields has also become perspicuous all over the world. Trends of petroleum proces at the capitalist world market, changes of CMEA petroleum prices, domestic hydrocarbon prices and cost limits of the commercial production are shown.
The price increase urges for an early introduction of the known secondary, and/or tertiary recovery methods taking into account hydrocarbon economy to an increased degree.

László Barabás, Mining Eng.—*Ernő Buda,* Mining Eng.: **Review of the drilling and formation treating operations at the Lovászi Field** ..... **p. 108**

A case history of the *Lovászi-1.* well drilled in 1940 is outlined and the organization and the fulfilment of the drilling program for exploitation wells is evaluated on the basis of statistical data. The role of the Lovászi exploitation wells in shaping the jet-drilling technology is discussed; the history and difficulties of the exploration of deep and ultra-deep formations below the Pannonian layers and the possibilities of drilling ultra-deep wells in the future are dealt with. At the same time, development, results and future of recovery-increasing methods are analysed.

Dr. *Ödön Alliquander,* Mining Eng., Candidate of Technical Sciences—*József Csaba,* Petroleum Eng.: **Drilling and well-completion problems in overpressure formations** .. **p. 116**

Exploration drilling in the Carpathian Basin is extremly risky in view of the presence of geopressured formations. This can easily cause blow-outs. The simultaneous use of drilling rate and modified „*d*" factor logs combined with a calculated log of drillability factor has proved to be a suitable method for detecting relatively thin overpressured transition zones. A complementary method consists in observing changes in flow line mud temperature.
Bringing the deeper, heavily overpressured reservoirs production is also a most difficult job. Perforating the casing at a depth of 4000 m will easily result in a rapid production decline on account of the early closing of the overpressured reservoirs and because rock debris fills the well. Acid-fracturing and opening only the most permeable intervals seems to be the best method of maintaining well productivity.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Kénhidrogént észleltek az algyői bázistelepek olajtermelő kútjaiban

1974 végén figyeltek fel Algyőn arra a szokatlan jelenségre, hogy egyes olajgyűjtő állomások szeparátorgázai kénhidrogént tartalmaznak. Ez, a világ sok olajtelepénél egyébként teljesen megszokott és sok bajt okozó jelenség azért tűnt első pillantban meglepőnek, mert egyes kutak már csaknem egy évtizede termelnek jelentéktelen kénhidrogén-tartalmú olajat és gázt.

Az első megfigyelés óta az NKFV szegedi laboratóriuma — a termelőrendszer különböző pontjain — csaknem 200 mérést végzett; a Vegyészeti Osztály és a Technológiai Főosztály rendszeresen figyelemmel kíséri a szeparátorgázok H_2S-tartalmának alakulását.

A külföldi szakirodalom több példát említ a leművelés előrehaladtával történő H_2S-jelentkezésre, de utal a szulfátredukáló baktériumok jelenlétének esetleges szerepére is. Több példa van arra is, hogy a megnövekedett H_2S-tartalom vizes közegben okozott erős korróziós hatása a termelés gazdaságossági határát is eldöntheti, elsősorban a termelőcsövek és termelővezetékek cseréjének kényszere miatt. Így a vegyészek, geológusok és technológusok közös célja, hogy az H_2S forrását lokalizálják, a mérések alapján előre vetítsék a „H_2S-termelés" várható alakulását és az általa okozott korróziót.

Az elvégzett mérések arra engednek következtetni, hogy a kutak többségénél a szeparátorban leváló gáz kénhidrogéntartalma 2 mg/nm³. Minthogy 20 kút esetében észleltek jelentős eltérést, néhány esetben 100 mg/nm³-t is meghaladó koncentrációt. A legtöbb esetben a víz eredetét is vizsgálták — vagyis azt, hogy a termelvényben jelentkező víz a rétegből vagy a besajtolásból származik-e —, mert alapos gyanú merült fel a kénhidrogén jelenléte és a víz—olaj határ felől történő vizesedés közötti kapcsolatra. Ezt látszik igazolni az a jelenség is, hogy a három egymás fölött elhelyezkedő termelőszintben a „kénhidrogénesedés" helyi gócai egymás fölött alakultak ki, mindhárom telepnél a legnagyobb természetes vízbeáramlású területrészeken. Erre valószínűleg magyarázat a három telep geológiai felépítésének szoros idő- és térbeli kapcsolata.

Megnehezíti az egyértelmű következtetéseket, hogy a besajtolási frontok haladása a telepek geológiai adottságai miatt közel sem egyenletes. A besajtolt termálvíz keveredése a rétegvízzel — a besajtolási tevékenység függvényeként — különböző koncentrációviszonyok kialakulását eredményezi. Mivel egyre több az átmeneti koncentrációjú vízminta, a víz eredetének meghatározása bizonytalanabb.

Amennyiben a kénhidrogén a rétegvízből származik — közvetlen termelési jelentőségén kívül —, eredetének megállapítása geológiai következtetésekre adhat lehetőséget a telepek üledékképződési vagy olajmigrációs folyamatainak szempontjából. A mérések számának növekedésével a feltételezések köre egyre szűkül. A Szegedi Üzem a vizsgálatokba bevonta a JATE Mikrobiológiai Tanszékét is, ők a zárt felszíni vízvisszanyomó rendszert a szulfátredukáló baktériumok szempontjából teljesen sterilnek találták.

A további feladatok elsősorban az üzemi laboratórium pontos és következetes méréseire, valamint az OGIL és más intézmények elméleti kutatásaira hárulnak. Az mindenesetre valószínűnek látszik, hogy ez a jelenség a termelés előrehaladtának kísérője, és az általa okozott károkra jelentőségéhez mérten kell felkészülni korrózióvédelmi szempontból.

Pipicz Veronika
okl. olajmérnök
(NKFV, Szolnok)

FELÜGYELETET NEM IGÉNYLŐ TETŐTÉRI KAZÁNTELEP
(FTK tip. sorozat)

A kazántelep felügyeletet nem igénylő, elsősorban tetőtéren elhelyezett

gázkazánházak létesítésére szolgál

A kazánok vezérlése teljesen automatikus, a kazánoldali hőteljesítményt léptető kapcsolás állítja be a külső hőmérséklet függvényében. Az előremenő víz hőmérsékletének szabályozása arányos-integráló jellegű.
A napi fűtési ciklusok előre programozhatók. Az üzembiztonságot a kazánonként felszerelt lángőrök szolgálják.
A kazántelep szivattyús központi fűtési rendszerek kialakítására alkalmas.

Főbb részei: — kazánok
— keringető szivattyúk
— vezérlő automatika

A kazántelep gáz-, víz- és elektromos vezetékeit gyárilag szerelik össze az alapkeretre felerősített kazánokkal és szivattyúkkal. Az alapkeretre szerelt és beszabályozott kazántelepet egy egységként lehet a helyére emelni. A helyszini szerelés az előre megadott méretekre elkészített vezetékekhez való csatlakoztatásból áll.

Hőteljesítménye: 120 000 kcal/h-tól több millió kcal/h-ig

Gyártó vállalat: ALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI GÉPGYÁR, OROSHÁZA

Felvilágosítással szolgál:

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31. Levélcím: 1391 Budapest, postafiók 238.
Telefon: 290-020 Telex: 22-4997 Ügyintéző: Kiss Lóránt

MTESZ HÍREK

Az MTESZ XI. Küldöttközgyűlése

Budapest, 1976. január 30.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége az 1975. évi munkájáról beszámoló küldöttközgyűlését — mintegy 500 szakember részvételével — 1976. január 30-án tartotta a Kertészeti Egyetem központi épületének nagytermében.

A közgyűlést dr. *Ajtai Miklós*, a szövetség elnöke nyitotta meg, majd a — már korábban szétküldött — részletes és tartalmas beszámolót dr. *Valkó Endre* főtitkár egészítette ki, ill. fűzött magyarázatot annak egyes megállapításaihoz.

A mintegy 130 ezer műszaki, természettudományi, agrár- és közigazgatási szakembert tömörítő egyesületek tapasztalatainak felhasználásával készült fel a szövetség az V. ötéves tervidőszakra. Különösen fontos a tudományos kutatás eredményességének növelése. A külföldi kutatási eredmények feltárása, a licencvásárlások lehetőségeinek vizsgálata és a KGST-országok közös kutatási munkájának elősegítése is az egyesületek fontos feladatai között szerepel. A műszaki fejlesztés gyorsítását a tagság többek között azzal segítheti elő, ha feltárja a beruházások gazdaságosabbá tételének a további lehetőségeit.

Az egyesületek *idei munkájának* legfőbb feladata, hogy társadalmi tevékenységgel elősegítse a termelés hatékonyságának növelését, termékszerkezet-javítását, a gazdaságos exporttevékenység fokozását. Ez utóbbit szolgálja például, hogy megvizsgálják a fejlődő országokba jutó szállítások műszaki, gazdasági, szervezeti feltételeit.

Befejezésül a beszámoló az egyesületi munka *szervezeti kérdéseit* foglalta össze.

A főtitkári beszámolóhoz 14-en szóltak hozzá; elsőként dr. *Dank Viktor*, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke, az OKGT főgeológusa vázolta azokat a feladatokat, amelyek — hazánk fokozottabb nyersanyagellátása érdekében — a földtani és bányászati tudományokkal, és így az energiahordozók és nyersanyagok kitermelésével foglalkozó szakemberek előtt állnak.

Fock Jenő, az MSZMP Politikai Bizottságának tagja, az MSZMP Központi Bizottsága nevében üdvözölte a közgyűlés résztvevőit, jó eredményeket kívánt további munkájukhoz. Rámutatott arra, hogy az MTESZ-nek sajátos eszközeivel hozzá kell járulnia az V. ötéves terv sikeres megindításához, s a vállalati ötéves tervek kidolgozásához is. Hangsúlyozta, hogy a nehezebb gazdasági feladatok megoldása a tagegyesületektől az eddigieknél nagyobb összefogást, kollektív munkát igényel. A növekvő feladatok a bátrabb kezdeményezést is megkövetelik a gazdasági és a tudományos kérdésekben, s a fölöttes szervek örömmel fogadnák az MTESZ javaslatait.

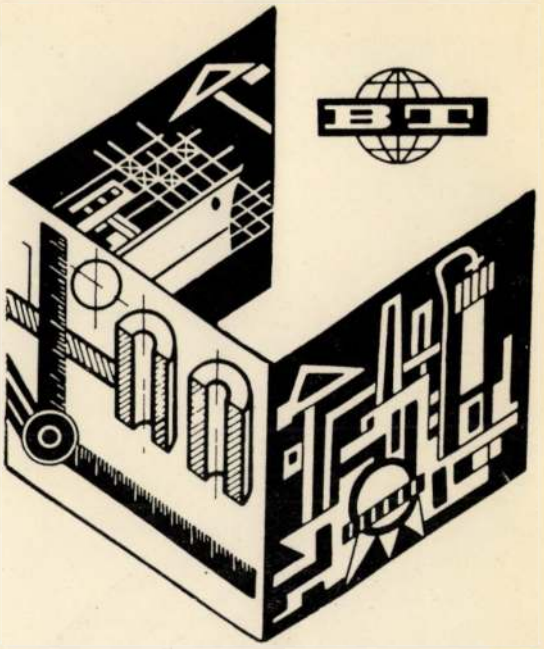
A közgyűlés egyhangúan megszavazta a közgyűlés előtt írásban szétosztott határozati javaslatokat, majd dr. *Ajtai Miklós* az MTESZ országos elnöksége nevében 30 MTESZ-díjat adott át azoknak a tagoknak, akik az elmúlt évben különösen kimagasló, jó munkát végeztek a társadalmi szervezetekben. Iparágunk és Egyesületünk tagjai közül ilyen kitüntetésben részesült *Czeglédi István* geofizikus, a Magyar Geofizikusok Egyesületének főtitkára, továbbá dr. *Nagy Zoltán* okl. kohómérnök, az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának alelnöke.

A közgyűlés dr. *Ajtai Miklós* elnöki zárszavával ért véget.

B. B.

VNYESTEHNIKA

SZOVJETUNIÓ MOSZKVA



A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködéssel kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;
— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;
— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

Vnyestehnika
Össz-szövetségi egyesülés
Moszkva, Starokoniushenny, 6.

ÁFOR BENZIN OLAJ

MULTISZUPER

MISE

motorolajok ezt kérje a következő olajcseréhez

ÁFOR VEVŐSZOLGÁLAT
SZAKTANÁCSADÁS
Budapest VIII., József krt. 51.
Telefon: 143-482
Budapest IX., Közraktár u. 30.
Telefon: 337-359

ÁFOR BENZIN-OLAJ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 129—160 oldal
BUDAPEST, 1976. MÁJUS HÓ
5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

BARABÁS LÁSZLÓ— KASSAI LAJOS— MEGYERI MIHÁLY— TEKNYŐS ISTVÁN — A fúrószáras teszteres rétegvizsgálatok üzemi alkalmazásának tapasztalatai 129

BOZÓKI GÉZA— CSÁKÓ DÉNES— SZABÓ MIHÁLY — Nyomástartó edények időszakos biztonságtechnikai vizsgálatának szempontjai 138

RÓNAY DEZSŐ — Nagy hőmérsékletű tartályfelületek korrózióvédelme 149

FINASIN, V. N.— GUN, R. B. — Útépítő bitumenek előállítása romaskinói gudronból 153

PAPP KÁROLY 159

Megjegyzések *Csath Béla:* „Tíz éve tört fel az olaj a tápéi termálvízfúrásból" c. cikkéhez 156

Egyesületi és szakosztályi hírek
Elnökségi ülés. 1976. II. 27. 156
Szakmai nap Komádiban, 1975. XII. 10. 148

Hírek az üzemekből. Megkezdődött a Szeged alatti olajmező próbatermeltetése 148

Az iparág köréből
A nagyalföldi kőolaj- és földgázkutatás 30 esztendeje 157
Az orenburgi gáztávvezeték huszti kompresszorállomásának építése 158

A kőolaj-feldolgozás hírei
Benzinhozam-növelés a DKV-ban petróleumdesztillációval 137
Felépült a DKV új gázfrakcionáló üzeme 137

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 160

A SZÁM SZERZŐI:

BARABÁS LÁSZLÓ okl. bányamérnök, műszaki igazgatóhelyettes (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); BOZÓKI GÉZA dr. okl. gépészmérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem Vegyikari Gépek Tanszéke, Miskolc); CSÁKÓ DÉNES okl. olajmérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); FINASIN, V. N. dr. okl. mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens (Gépkocsi- és Autópálya-építő Intézet, Moszkva); GUN, R. B. dr. okl. mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens (Petrolkémiai és Gázipari Intézet, Moszkva); KASSAI LAJOS okl. bányamérnök, igazgatóhelyettes (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); MEGYERI MIHÁLY dr. okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); RÓNAY DEZSŐ dr. okl. vegyészmérnök, korróziós szakmérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Százhalombatta); SZABÓ MIHÁLY dr. okl. gépészmérnök, osztályvezető (Tiszai Vegyi Kombinát, Leninváros); TEKNYŐS ISTVÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870 229-876 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
75-1394 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat G—1839 Budapest Postafiók 149.
Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:
BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:
ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 5. szám 1976. május

A fúrószáras teszteres rétegvizsgálatok üzemi alkalmazásának tapasztalatai

BARABÁS LÁSZLÓ – KASSAI LAJOS – MEGYERI MIHÁLY – TEKNYŐS ISTVÁN

A tanulmány az üzemeinkben 1967—1972 között végzett teszteres rétegvizsgálatokkal, valamint a teszterekkel vizsgált szakaszokban hagyományosan is végzett rétegvizsgálatok eredményeinek összehasonlításával foglalkozik. Meghatározza a teszteres vizsgálat műszaki-gazdasági helyét és azok reprodukálhatóságát. Elemzi az eltérő rétegvizsgálati eredményeket és azok tárolómérnöki értelmezését, a teszterek alkalmazásának műszaki feltételeit, a sikertelen vizsgálatok okait, a fúrófolyadék befolyásoló szerepét, a fúrórudazat tömítetlenségének hatását, a teszterek meghibásodását, a mérési időtartamot, továbbá a vizsgálatkor alkalmazható depresszió mértékét.

Egyúttal megjelöli az egyre növekvő átlagmélységű kutatófúrásoknál fellépő új feladatokat.

1. Bevezetés

A fúrás közben harántolt rétegek termelékenységére és a várható kútáram összetételére megbízható adatokat csak rétegvizsgálatok alapján nyerhetünk. (Az elektromos szelvényezés, valamint a magvizsgálatok értelmezése nem ad minden esetben megbízható felvilágosítást a réteg várható viselkedésére és a rétegtartalomra vonatkozóan.) A fúrószáras rétegvizsgálat a béléscsövezés előtt tisztázhatja a harántolt rétegek tartalmát és azok műrevalóságát. A vizsgálat alapján gyakran el lehet dönteni a béléscsövezés és a további vizsgálatok szükségességét.

A nyitott lyukvizsgálatok alkalmazására — figyelembe véve azok gazdaságosságát — már korábban is felmerült igény a hazai szakemberek részéről. Üzemeinkben 1962 óta végeztek kísérleteket egyszerű *Johnston* típusú teszterrel, a vizsgálatok azonban nem jártak megfelelő eredménnyel, mivel nem voltak biztosítva a vizsgálatok személyi és technikai feltételei.

1966-ban érkezett 4 korszerű hidraulikus működtetésű rétegvizsgáló, és 1966 áprilisában a DKFÜ-nél megalakított Rétegvizsgáló Szolgálat lehetővé tette a teszteres rétegvizsgálókkal folytatott kísérleti, majd üzemszerű vizsgálatok lefolytatását.

A teszteres vizsgálatok bevezetésekor, mint minden új vizsgálati módszer bevezetésekor, egy sor kezdeti nehézséget kellett leküzdeni. Ezek a nehézségek egyaránt adódtak technikai, személyi és szemléletbeli problémákból.

Jelenleg a tesztert üzemszerűen alkalmazzuk; a DKFÜ Rétegvizsgáló Szolgálata szerviztevékenységet lát el mind az DKFÜ, mind az NKFÜ területén.

2. A teszteres vizsgálatok és a teszterrel vizsgált szakaszon végzett hagyományos rétegvizsgálatok eredményeinek összehasonlítása

Üzemeinkben 1967—1972 között a kutatás és feltárás alatti területeken 388 sikeres rétegvizsgálatot végeztek. A vizsgálatok közül 13-at azonos körülmények között megismételtek. 165 esetben a teszterrel vizsgált szakaszt hagyományos módon, dugattyúzással létrehozott depresszióval újravizsgálták. Elegendő adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy a teszteres vizsgálatok reprodukálhatóságát, a vizsgálatok eredményeinek elfogadhatóságát meg tudjuk állapítani.

Adatfeldolgozás

Az *1. táblázatban* szemléltetjük a DKFÜ, ill. az NKFÜ tevékenységi területén végzett teszteres és hagyományos módon végzett újravizsgálatok eredményeinek feldolgozását. Az *1.* oszlopban a teszteres vizsgálatokat időrendben sorszámoztuk, összehasonlíthatóságuk érdekében a hagyományos módon elvégzett vizsgálatokat a teszteres vizsgálat sorszáma alá rendeltük *(1.1., 2.1., 3.1.)*.

A *2.*, *3.*, *4.*, *5.*, *6.*, *7.*, *8.*, oszlopban feltüntettük a kút jelét, a rétegvizsgálat idejét és számát, a vizsgált szakasz helyét, a beáramlott közeget, a beáramlott mennyiséget és a vizsgálat alatt kialakult kútfejnyomást.

A *9.* oszlopban a teszteres vizsgálat alatt mért vagy elhagyott nyomásemelkedés-mérésre utalunk.

Az a tény, hogy 13 vizsgálatot ugyanazon a szakaszon teszteres módon megismételtek, és 165-öt, a teljes vizsgálati szám 42,5%-át hagyományos módon

1. táblázat

Sorszám	A kút jele	A rétegvizsgálat ideje	A rétegvizsgálat száma	A vizsgált szakasz m	A beáramlott közeg	A beáramlott mennyiség m³/nap	Fcső. Tcső. nyomás att	Nyomásemelkedési görbe	Megjegyzés
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
DKFÜ									
29	*Szk-65.*	1968. III. 12—13.		1854—1875	Olaj + gáz	230	54	Értékelhető	
29.1.	*Szk-65.*	1968. IV. 12—16.	2.	1846,46—1871	Olaj + gáz	o:117,6 g:12 960	72	—	
51.	*Bj-31.*	1968. VII. 18—21.		2105—2140	Gáz	109 410	84	Értékelhető	
51.1.	*Bj-31.*	1968. VII. 23—27.	1/a.	2105—2140	Gáz csapadék víz	101 600 0,50 1,20	125,84	—	
NKFÜ									
40.	*Nagykáta-1.*	1968. X. 2.		2673—2844	Sós víz	48,8	—	Értékelhető	
40.1.	*Nagykáta-1.*	1969. II. 23— III. 3.	9.	2692—2705	Sós víz	115	—	—	540 m-es d.n. mellett dugattyúzható
76.	*Bugac-1.*	1970. VIII. 28—30.		1537—1616,8	Olaj + gáz	o:51	41	Értékelhető	
76.1.	*Bugac-1.*	1970. IX. 23—29.	5/a.	1604—1607	Olaj + gáz	o:96,9 g:3300	—	—	
99.	*Öttömös-7.*	1971. II. 16.		968—980	Gáz	31 000	62	Nincs	Hosszú nyitott szakasz alján levő olaj kis depresszió mellett nem lép be.
99.1.	*Öttömös-7.*	1971. IV. 19—28.	10.	978—981	Olaj + gáz	o:18,8 g:690	—	—	

újravizsgáltak, a teszteres rétegvizsgálat eredményeivel szembeni kezdeti fenntartásokat tükrözi. Az újravizsgálatok alapján meghatároztuk a teszteres vizsgálatok reprodukálhatóságát, összehasonlítottuk a teszteres és hagyományos rétegvizsgálatok eredményeit.

A teszteres vizsgálatok reprodukálhatósága

A 13 teszteresen újravizsgált szakasz eredményei alapján a teszteres vizsgálatok teljes reprodukálhatósága állapítható meg. A 13 újravizsgált közül 12-nél teljes egyezést kaptunk eredményül; eltérés az *Algyő-46.* jelű kút kétszeri vizsgálata között van. 1967. IV. 27—28. között vizsgálták a kút 2028—2029,5 m közötti szakaszát, amikor is beáramláshiány mutatkozott; ugyanazon a szakaszon 1967. IV. 30-án 3,56 m³/nap vízbeáramlást kaptak. Egyik vizsgálatnál sem mértek nyomásemelkedést. Nyomásemelkedés-méréssel még beáramláshiány esetén is kimutatható az áteresztőképes szakaszokkal való kapcsolat. Nyomásemelkedés-mérésekkel a hasonló bizonytalanságok, mint amit az *Algyő-46.* jelű kútnál tapasztaltunk, kiküszöbölhetők; megközelíthető a teljes reprodukálhatóság.

Eltérő rétegvizsgálati eredmények vizsgálata

A hagyományos és teszteres rétegvizsgálatok eredménye 89,1 %-ban megegyezett. Az alábbiakban ismertetjük azokat az ismételt vizsgálatokat kutanként, ahol a teszteres és hagyományos rétegvizsgálatok eredménye eltért egymástól.

A *2. táblázatból* látható, hogy a megismételt vizsgálatok 4,9 %-ánál a teszteres rétegvizsgálat szolgáltatott többleteredményt, 6,0 %-ban a hagyományos rétegvizsgálat bizonyult eredményesebbnek.

A teszteres rétegvizsgálatokkal többleteredményt adó kutak

Szank-60. A teszteres vizsgálat intenzív olajbeáramlását ($q_0 = 172{,}8$ m³/nap) többszörös kútmunkálat eredményeként sem sikerült elérni.

Szank-82. A teszteres rv. alatt kapott olajbeáramlást nem lehetett elérni.

Tázlár-18.(!) Felszálló olajtermelést az utólagosan elvégzett 13 rétegvizsgálattal sem sikerült elérni.

2. táblázat

	DKFÜ	NKFÜ	Összesen
1. Teszteres rétegvizsgálat	200	188	388
2. Teszteres újravizsgálat	3 1,5%	10 5,3%	13 3,4%
3. CH-beáramlás	63 31,5%	20 10,6%	83 21,4%
4. CH-ek teszteres vizsgálatának újravizsgálata	44	3	47
5. Hagyományos vizsgálattal újravizsgált réteg	120 60,0%	45 23,7%	165 42,5%
6. A teszteres és hagyományos rv. egyező eredményt adott	109 90,8%	38 84,4%	147 89,1%
7. A teszteres rv. többleteredményt adott	5 4,2%	3 6,7%	8 4,9%
8. A hagyományos rv. többleteredményt adott	6 5,0%	4 8,9%	10 6,0%
9. A vizsgált kutak száma	116	79	195
10. Elmaradt csövezés vagy betétcsövezés	17	21	38
11. A nyomásemelkedés-mérések száma	140	116	256
12. Nem volt nyomásemelkedés-mérés	60	72	132

Ortaháza-15. A teszterrel megállapított beáramlást csak a második hagyományos rv. adta vissza.

Szilvágy-31. A teszterrel megállapított beáramlást csak a második rv. adta vissza.

Kelebia-10. A teszteres rv. eredménye $q_g = 30\,000$ nm³/nap és $q_o = 80$ m³/nap. A szakaszt hagyományosan négyszer újravizsgálva nem kaptak beáramlást.

Abony-1. A teszteres rv. vízbeáramlását nem kapták vissza a hagyományos rv-tal.

Kisújszállás-11. A teszteres rv. vízbeáramlását nem adta vissza az ismételt rétegvizsgálat.

A leglényegesebb eltérés a *Tázlár-18.* és a *Kelebia-10.* jelű kutaknál mutatkozik, ahol a teszteres rétegvizsgálat ipari értékű olaj- és gázbeáramlást eredményezett, míg a jelenlegi rétegmegnyitási technikánkkal az ipari szénhidrogén-beáramlást nem lehet visszanyerni.

A hagyományos rétegvizsgálatokkal többleteredményt adó kutak

Bajcsa-33. A produktív tárolók átharántolása sós vízzel történt. A mély elárasztás miatt a teszteres vizsgálat rövid időtartama alatt nem volt beáramlás.

Bajcsa-34. Megegyező eredmény a *Bajcsa-33*-mal.

Szank-77. Gáz- és olajtelített szakaszok együttes vizsgálatakor az iszap nem teszi lehetővé az olaj belépését; csak gázbeáramlást kaptunk.

Ortaháza-3. A repedezett mészkőtároló a teszteres vizsgálat alatt csak CH-nyomokat eredményezett a vizsgálatot megelőző iszapveszteség miatt, a hagyományos rv. felszálló olajtermelésével szemben.

Ortaháza-11. A repedezett mészkőtárolóból nem észleltünk beáramlást; a hagyományos rv-nál ez megváltozott, vízbeáramlást kaptunk.

Nagykáta-1. A teszter beáramláshiányával szemben a hagyományos rv. vízbeáramlást eredményezett. A teszterrel nem mértek nyomásemelkedést, ami a beáramlásképességet jelezhette volna.

Öttömös-7. Gáz- és olajtelítettségű szakaszok együttes vizsgálatakor az iszap kis termelési depressziónál nem teszi lehetővé az olaj belépését, a teszteres rv. csak gázbeáramlást adott. A vizsgált szakasz olajtelített részét újravizsgálva olajbeáramlást kaptunk.

Kaszaper D-1. Teszteres vizsgálattal a veszteséges zóna öblítőfolyadék-visszaáramlást adott. A hagyományos rv. felszálló olajtermelést eredményezett.

Kaszaper D-3. A teszteres rv. alatt beáramlás nem volt, a hagyományos rétegvizsgálatok folyadékbeáramlást eredményeztek. A teszteres vizsgálat nyomásemelkedési görbéje jelezte az áramlásképes fluidumot tartalmazó tárolóval való összeköttetést.

A hagyományos rv. többleteredményét adó kutakat vizsgálva a további teszteres vizsgálatoknál figyelembe veendő megállapításaink:

— A mély elárasztású *(Bajcsa-33., 34.)* vagy veszteséges zónában *(Ortaháza-3., Kaszaper D-1.)* vizsgált kutaknál számítani lehet arra, hogy a rétegtartalom a vizsgálat időtartama alatt nem éri el a kutat.

— Gáz- és olajtelített tárolórészek együttes vizsgálatakor *(Szank-77., Öttömös-7.)* különösen kis termelési depressziók mellett az olajbeáramlást a nyitott szakaszban visszamaradó iszap megakadályozhatja, így csak gázbeáramlást kapunk. Víz- és olajtelített zónák együttes vizsgálatakor is hasonló jelenségre számíthatunk. A *Tótkomlós-19.* jelű kút hosszú nyitott szakaszából csak felszálló vizet kaptak eredményül, szelektív újravizsgálattal ipari értékű olajbeáramlást kaptak. Mindkét vizsgálatot hagyományos módon végzeték.

— Repedezett tárolóknál, különösen, ha csak a repedésrendszernek van áteresztőképessége, a teszteres vizsgálatok eredményeit hasonló bizonytalanságok terhelik, mint a hagyományos rétegvizsgálatokat. *(Ortaháza-3., 11.)*

— Beáramláshiányt mutató tárolórészek kapcsolata áteresztőképes tárolórészekkel a nyomásemelkedési görbék alapján kimutatható.

3. Tárolómérnöki értelmezés

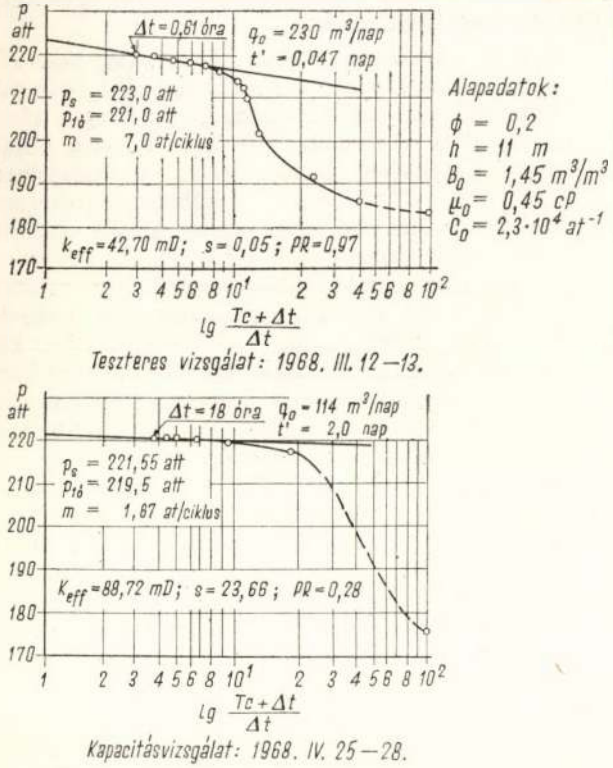
A teszteres vizsgálatok értékelésére szolgáló módszereket szakirodalmunk már a teszterek üzemszerű alkalmazása előtt összefoglalta, értékelte [1].

Megállapították, hogy a teszteres vizsgálati módszernél tranziens a termelési folyamat is. Termeltetés alatt hozamállandósulást csak akkor érhetünk el, ha a jó áteresztőképességű olajos szint felszállva termel, vagy a gázos szint letermelte már a fúrószárban elhelyezett folyadékpárnát, és mindkét esetben a termeltetést talpi, illetve felszíni fúvókán keresztül tudjuk szabályozni.

A teszteres vizsgálat nyomásemelkedési görbéinek értékeléséhez célszerű a *Horner*-módszert alkalmazni.

A hazai vizsgálatoknál a *Johnston*-teszter — kialakításából adódóan — beépítésenként csak egy termeltetést és nyomásemelkedést tud mérni. Az átlaghozammal számított áteresztőképesség- és telepnyomásértékek a vizsgálatok jelentős részében elfogadhatók. Különösen megfelelőnek tartjuk az egy nyomásemelkedés-méréssel meghatározott rétegparamétereket, ha a vizsgált szakaszból beáramlást nem kaptunk, tehát a vizsgált szakaszt meddőnek nyilvánítjuk, továbbá, ha jó beáramlást adó olaj- vagy gáztárolókat vizsgálunk, és kellő ideig mérhető a nyomásemelkedési görbe.

Kutatási területeken végzett nyitott rétegvizsgálatoknál van nagy jelentősége a több termeltetés- és nyomásemelkedés-mérésnek, vagyis a „multi-flow" teszterrel való vizsgálatnak, amely tetszőleges számú nyitást és zárást tesz lehetővé. A több termeltetés- és nyomásemelkedés-méréssel a vizsgálati időket rövidíthetjük; a második nyomásemelkedési görbe meredekségének adunk ezzel irányítottságot. A kettőnél több termeltetés- és nyomásemelkedés-mérés végrehajtásával a tárolók kiterjedésére is következtetéseket vonhatunk le.



1. ábra
Teszteres vizsgálat alatt és termelésbe állítást megelőzően felvett nyomásemelkedési görbék vizsgálata
Szank-65. kút; produktív réteg: 1860—1871 m

Az adatok gondos tárolómérnöki elemzése egyértelmű támpontot szolgáltat annak eldöntéséhez, hogy a kutat gazdaságos-e befejezni, és további vizsgálatokat végezni. A teszteres vizsgálat az egyetlen olyan művelet, amellyel nyitott lyukszakaszban a kúttól távolabb levő tárolórészek paramétereit is meg lehet határozni.

A teszter alkalmazásának legnagyobb gazdasági jelentőségét abban látjuk, hogy az határesetek eldöntésére is alkalmas. Az indikációmentes, elektromos szelvényen is meddőnek jelentkező kutat a teszter alkalmazása nélkül is meddőnek lehet nyilvánítani, ilyen esetben a mérés a más információk alapján meghatározott paramétereket ellenőrzi. Viszont a helyesen irányított teszteres vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a szénhidrogén-beáramlást adó réteget is minősíteni tudjuk: termelésre, kiképzésre alkalmas, vagy a vizsgált tárolórész áramlási viszonyai nem teszik lehetővé a szénhidrogénkészlet gazdaságos termeltetését.

A szakirodalom foglalkozik a tárolók megismerésére irányuló teszteres tevékenység átfogó vizsgálatával [7]. Jellemzőként fogadhatjuk el, hogy az említett mű 12 mérést ismertet, és a mérési idők 3,37 és 20,58 óra között változnak, az átlagos mérési idő 7,81 óra. A mérési idők növelése természetesen növeli a vizsgálatok kockázatát, azonban a kockázatvállalást kompenzálja, ha a megfelelő adatok birtokában megfelelően előkészített döntéseket hoznak.

A hazai vizsgálatok nagy részénél a vizsgálati cél elsősorban a fázis- és a pillanatnyinak nevezhető beáramlási viszonyok megállapítása volt. A rétegparaméterek meghatározását sok esetben nem igényelték a teszteres vizsgálatok megrendelői. Az alkalmazott műszerek pontossága, érzékenysége, terhelhetősége a regisztrátumokat tárolómérnöki értékelésre alkalmassá teszi. Szemléltetésül ismertetjük a *Szank-65.* jelű olajkúton és a *Bajcsa-31.* jelű gázkúton teszterrel vizsgált, majd kiképzett kúton végzett méréssel is meghatározott paramétereket.

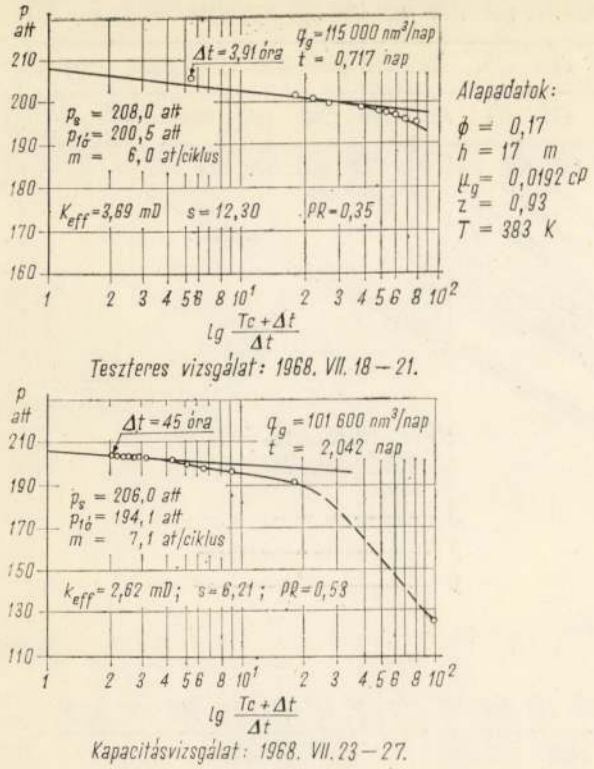
Az *1. ábrán* a *Szank-65.* jelű olajtermelő kúton mért nyomásemelkedési görbét ábrázoljuk.

Az 1,13 óra termelési és 0,61 óra zárási idővel meghatározott teszteres paraméterek eltérnek a 48 óra termeltetési idővel és 18 óra zárási idővel meghatározott paraméterektől. Ennek oka, hogy a kis termelési idő alatt a tárolónak csak kis részét vontuk ellenőrzésünk alá, továbbá jelentkezik a kezdeti zárt nyomás hiánya, ami miatt a teszteres nyomásemelkedési görbét a rétegparamétereknek, megfelelőnél nagyobb meredekséggel határoztuk meg, ami a ténylegesnél nagyobb rétegnyomást és kisebb áteresztőképességet eredményezett.

Jobb az egyezés a *2. ábrán* mellékelt *Bajcsa-31.* jelű gázkút nyomásemelkedési görbéi alapján számított paramétereknél; a teszteres vizsgálat termelési ideje 19,63 óra volt, a zárási idő pedig 3,91 óra.

4. A teszter alkalmazásának műszaki feltételei

Mint már említettük, 1967 óta alkalmazzuk hazánkban üzemszerűen a teszteres rétegvizsgálatokat. Az üzemszerű alkalmazás kezdetben sok nehézséggel járt, ezek közé tartozott az új rétegvizsgálati móddal szembeni előítélet (megszorulástól való félelem, a nyert adatok hitelességének el nem ismerése), valamint az



2. ábra

Teszteres vizsgálat alatt és termelésbe állítást megelőzően felvett nyomásemelkedési görbék összehasonlítása

üzemeltetők részéről a használhatósági területek megállapítása, a vizsgálatok közben felmerülő problémák, igények teljesítése.

Az eltelt időszakban lefolytatott vizsgálatok igazolták a teszteres rétegvizsgálatok szükségszerűségét. Megállapíthatjuk, hogy a teszteres rétegvizsgálatok nélkül a kiterjedt kutatási program végrehajtása gazdaságosan nem teljesíthető.

A sikertelen vizsgálatok okainak elemzése

A tárgyidőszakban 47 sikertelen vizsgálat volt. Megjegyezzük, hogy ezen számadat nem tartalmazza az egy mérésre eső beépítések számát. A reálisabb áttekinthetőség végett közöljük a *3. táblázatban* az egy

3. táblázat

Év	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Összes
Mérésszám	60	87	54	72	130	90	493
Beépítésszám	75	106	64	81	173	121	620

műveletre (rétegvizsgálat, nyomáshullámmérés, hermetikussági vizsgálat) eső beépítések számát.

Megítélésünk szerint a sikertelen vizsgálatok okai százalékos arányban a következőképpen alakultak:

a) Nagy lyukbőség, kis kőzetszilárdság, nagy depresszió 70%
b) Nem megfelelő minőségű fúrófolyadék 10%
c) Elhelyezőcső tömítetlensége 10%
d) Szerszám-meghibásodás 10%

A fent felsorolt meghibásodási okokat az alábbiakban részletesen elemezzük.

Nagy lyukbőség, kis kőzetszilárdság, nagy depresszió hatása

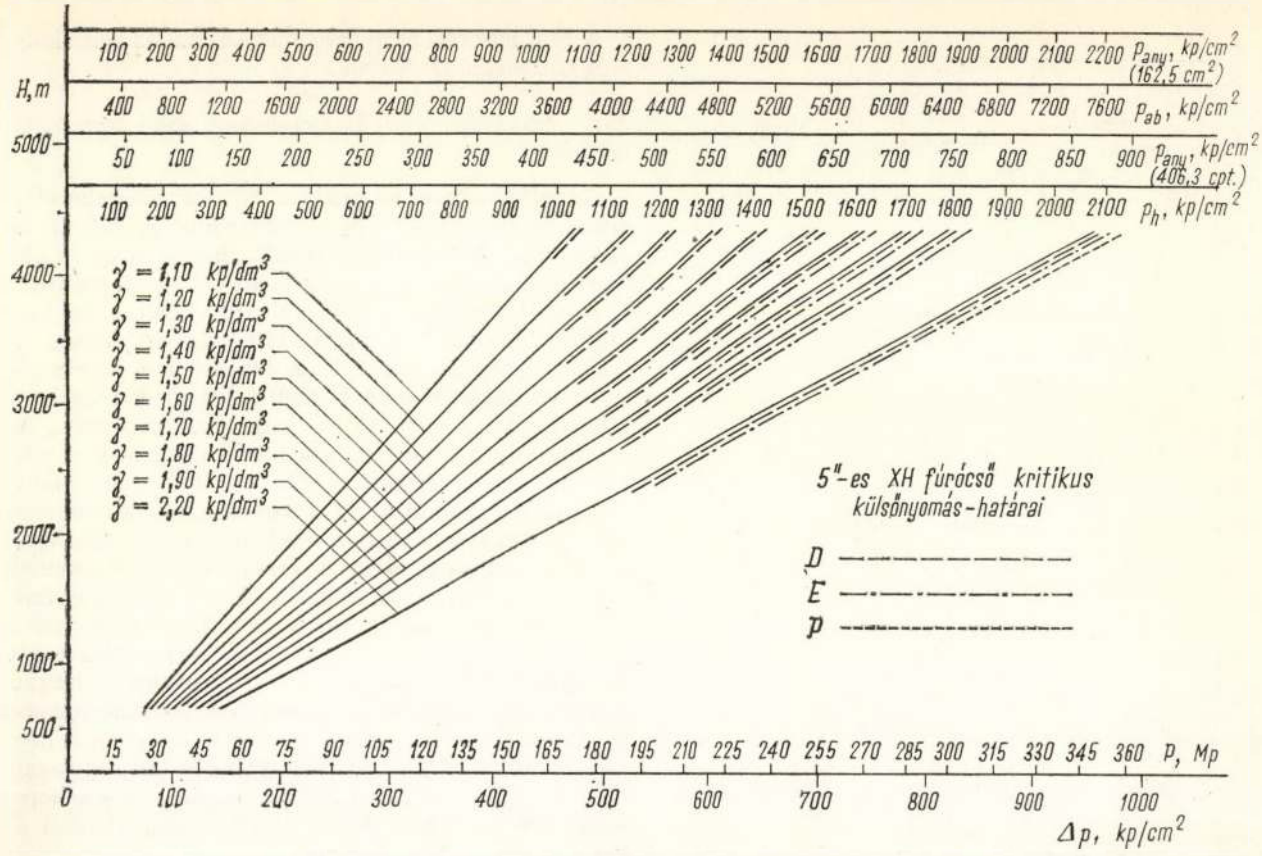
Az előbbiekben ismertetett 70%-os sikertelenségi arány is bizonyítja, hogy a legnagyobb problémát a vizsgálandó zóna kizárása okozza, mivel a fúrólyuk átmérője általában nem mérettartó, és az átharántolt kőzetek szilárdsága erősen változik. Ezért a pakker ültetési helyének kiválasztásakor elengedhetetlen a lyukbőségmérés, valamint az ültetéshez a megfelelő rétegsor kiválasztása. A kezdeti időszakban a legtöbb rétegvizsgálatot nem előzte meg lyukbőségmérés. A jelenleg használatos lyukbőségmérő szondák sem adnak teljesen megbízható eredményt, mert a maximális lyukbőséget megadják, de a lyuk ovalitására nem adnak információt. A lyuk ovalitásának következménye, hogy a vizsgáló szerszám ankerral történő alátámasztása esetén négy, ill. öt ankerék helyett kettő vagy három ékre hat a szelepnyitás után a hidraulikus terhelés. Ennek következménye az ankerékek leszakadása vagy az anker megcsúszása, mivel a kőzet törőszilárdságát a hidraulikus terhelésből adódó nyomóerő meghaladja. Szükségesnek tartjuk ismertetni különböző fajsúlyú fúrófolyadékok alkalmazásánál a mélység függvényében folyadékpárna nélkül beépített (teljes depresszió) elhelyezőcső esetén a horgonyra, valamint a lyukfalankerra ható terhelést.

A *3.* és *4. ábra* segítségével 216 mm, ill. 154 mm-es lyukátmérők esetén leolvashatjuk a teszterre ható hidraulikus terhelést P(Mp), továbbá az *ankerékek* élei által átvitt nyomóerőt a *béléscső* falára (P_{ab}, kp/cm²); az *ankerékek* által átvitt nyomóerőt a nyitott *fúrólyuk* falára (P_{any}, kp/cm²) továbbá a *horgony* felületével átvitt nyomóerőt a lyuktalpra (P_h, kp/cm²).

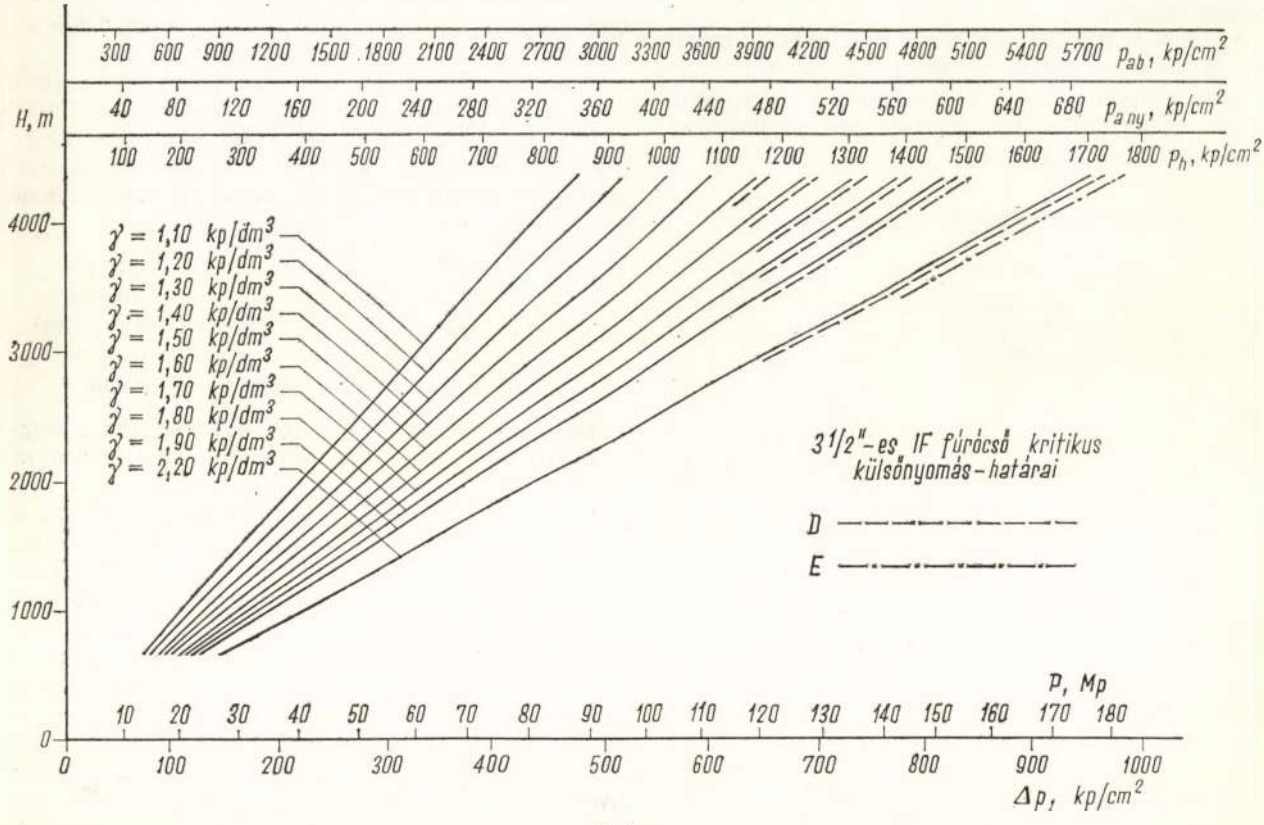
A *3.* és *4. ábra* csak a hidraulikus terheléssel foglalkozik, a tömítő ültetéséhez szükséges terhelést, amely 8—14 Mp között változik, nem veszi figyelembe. Ezért a tervezéskor ezt is figyelembe kell venni. Példának említjük a *Szilvágy-33.* jelű fúrási ponton végzett rétegvizsgálatot.

Kútadatok:		
	$8^1/_2$″-es talp	3404 m
	$9^5/_8$″-es saru	3246,8 m
	iszapfajsúly	1,35 kp/dm³
	a tömítő helye	3390,8 m
	folyadékpárna (víz)	3100 m.

Teljes depresszió esetén, ami 457,6 kp/cm², a teszterre ható hidraulikus terhelés 168 Mp. Horgonyra történő ültetés esetén P_h=990 kp/cm², ankerral történő ültetés esetén P_{any}=414 kp/cm². Az értékeket a *3. ábrán* tüntettük fel. A leolvasott értékekből látható, hogy ideális lyukviszonyok mellett az ankerral való szerszám-alátámasztás lenne a legmegfelelőbb. Azonban a tapasztalatok bizonyították, hogy ideális lyukállapotok nagyon ritkán fordulnak elő, az esetek nagy részében a névleges lyukátmérőt meghaladó átmérő és lyukovalitás található. Ebben az esetben az ankerékek egyenetlen terhelésnek vannak kitéve. A példánkban felhozott 414 kp/cm² nyomóerő helyett 1033 kp/cm² nyomóerő hat a kőzetre ankerral történő szerszám-alátámasztás esetén teljes depresszió alkalmazásakor, ha az öt éksor helyett két éksor veszi fel a terhelést.



3. ábra
A teszterre ható hidraulikus terhelés 216 mm-es lyukátmérő esetén



4. ábra
A teszterre ható hidraulikus terhelés 154 mm-es lyukátmérő esetén

A *3.* és *4. ábra* alapján megállapítható, hogy a hidraulikus terhelés csökkentésének egyetlen módja (abban az esetben, ha indokolt a fúrófolyadék nagy fajsúlya) a depresszió mértékének csökkentése. A folyadékpárna alkalmazása az elhelyezőcsőben a depressziót 147,6 kp/cm²-re csökkenti, ezáltal a hidraulikus terhelést 54 Mp-ra, a horgony nyomását a lyuktalpra 318 kp/cm²-re csökkentette, illetve az ankerékek által átvitt nyomóerő a lyukfalra $P_{any} = 135$ kp/cm²-re csökkent.

A példánkban említett csökkentett depresszió esetén nem ideális lyukállapotnál 135 kp/cm² helyett 332 kp/cm² nyomóerő hat a kőzetre, ami nem zárja ki a sikeres vizsgálatot. Látható, hogy a csökkentett depressziók alkalmazása teszi lehetővé a mélységek eltolódása miatt a rétegvizsgálatok sikeres kivitelezését, mert így nem lépjük túl a kőzetek, ill. cementek törőszilárdságát.

A *4. táblázatban* közöljük a leggyakrabban előforduló kőzeteket és azok fajsúlyát, valamint nyomószilárdságát [8].

A szerszám beépítése közben a fúrórudazatot bizonyos magasságig folyadékkal (iszappal, vízzel, gázolajjal) töltjük fel. Ezt indokolja a főszelep nyitásakor fellépő dinamikus igénybevétel, amely igénybe veszi a pakkert, a nyomásregisztrálókat és a pakker alatti rétegeket, ezáltal rétegomlást, szerszámeltömődést, kedvezőtlenebb esetben szerszámmegszorulást okozhat. A feltöltő folyadékkal a fúrócsövön keresztül ellennyomást gyakorolunk a rétegre. Ezen nyomásnak akkorának kell lennie, hogy a dinamikus igénybevételt lecsökkentse, de túl nagynak nem szabad lennie, nehogy a réteg termelésbe indulását megakadályozza. Figyelembe kell venni a feltöltőfolyadék-oszlop magasságának meghatározásakor a pakker és a lyuktalp közötti távolságot. A gyűrűs térben levő fúrófolyadékoszlop nyomása és a feltöltő folyadékoszlop nyomása közötti különbség adja a pakkerra ható depressziót a főszelep nyitásának pillanatában.

4. táblázat

Kőzetek nyomószilárdsága

Kőzetfajta	Fajsúly kp/dm³	Nyomószilárdság kp/cm²
Vulkáni kőzetek		
Gránit	2,3—2,76 (2,65)	700—3000
Szienit	2,5—2,94 (2,80)	1500—2200
Gabbró	2,5—2,98 (2,86)	—2200
Porfír	2,2—2,74 (2,60)	1350—3000
Trachit	2,3—2,77 (2,70)	500—1000
Bazalt	2,6—3,30 (2,95)	—5000
Üledékes kőzetek		
Homokkő	2,0—2,65 (2,3)	600—1200 sőt—3000
Agyag, márga	2,7—2,8 (2,75)	igen különböző, ált. csekély
Mészkő	1,95—2,8 (2,55)	50—2000
Dolomit	2,1—2,95 (2,8)	390—2100
Mélyfúrási cement		100— 400

A depresszió nagyságának végső határt — a fenti tényezőkön kívül — a fúrórudazat szilárdsága szab. Itt figyelembe kell venni, hogy nagy fajsúlyú iszap alkalmazásával a fúrórudazatban levő feltöltőfolyadékoszlop magasságát úgy határoztuk meg, hogy figyelembe vettük a fúrórudazat szilárdsági adatait; így az iszap beépítés esetén megakadályozza a fúrórudazat összeroppanását.

Különös figyelmet kell fordítani gáztermelő kutak esetén arra, hogy a talpi zárás után a fúrórudazatban uralkodó nyomást nem szabad 0 att nyomásra csökkenteni, mert ez a fúrórudazat összeroppanásához vezethet. A nagymérvű depresszió alkalmazása káros hatással lehet az iszapszüredékkel elárasztott kőzetszakaszok áteresztőképességére.

Az eddigi tapasztalatok alapján javasoljuk, hogy a produktívnak mutatkozó rétegeket közvetlenül átharántolásuk után vizsgáljuk meg. Ezen esetben lehetséges a természetes talpra való ültetés, a horgonnyal való szerszám-alátámasztás.

A fúrólyuk végleges lemélyítése után indokolttá váló teszteres vizsgálatok esetén javasoljuk a sikertelen vizsgálatok számának csökkentése érdekében a kéthetes zárt teszteres vizsgálatot. Ebben az esetben a vizsgálati módszer azért célszerű, mert a vizsgáló szerszámot alátámasztó lyukfalankerra csak az ültetéshez szükséges terhelés: 8—14 Mp hat. A hidraulikus terhelés az alkalmazott kiegyenlítő vezeték következtében a lyukfalankerra nem hat.

A fentiekben felsorolt problémák kiküszöbölését, ezáltal a sikertelen rétegvizsgálatok számának csökkentését a hazai, ill. a külföldi tapasztalatok figyelembevételével kívánjuk elérni, természetesen ez csak a fúrási szakemberek, geológusok és a teszteres szakemberek együttműködésével érhető el. A pakkerültetés helyének kiválasztásához a tapasztalatok igazolták, hogy kemény, tömör, nem töredezett rétegek (homokkövek, mészkövek, dolomitok) szolgáltatják a legmegbízhatóbb pakkerültetést. Ezen rétegek általában megtartják a névleges lyukátmérőt, ellenállnak az öblítésnek, nem omlanak és nyomásállók. Ha a tárolókőzet fölött ültetésre alkalmas kőzetek nincsenek, az esetben ajánlatos feláldozni a vizsgálandó produktív szint egy részét, ha az pakkerültetésre különlegesen alkalmas. Példa erre az *NszK-3.* jelű fúrási ponton végzett teszteres rétegvizsgálat. Négy esetben volt sikertelen ültetési kísérlet a tároló fölötti agyagmárgában, míg a tároló vulkanit felső szintjében történő ültetés elsőre eredménnyel járt.

A megfelelő tömítőgumi kiválasztásához a következőkre kell súlyt fektetni. Egy pakkergumi maradandó összenyomottságának mértéke a pakkerra ható nyomáskülönbségtől, valamint a pakkergumi és a lyukfal közötti távolságtól függ. A pakkergumi és a lyukfal közötti hézagnak elegendően nagynak kell lennie ahhoz, hogy a pakkergumit a lyukba építhessük, vagy azt a lyukból a megszorulás veszélye vagy erős dugattyúzóhatás létrehozása nélkül onnan kihúzhassuk. A hézagnak ugyanakkor nem szabad túl nagynak sem lennie, hogy a fúrólyukat a kívánt pontban elzárhassuk.

A pakkerekkel kapcsolatos megfigyelések azt mutatják, hogy amennyiben a lyukátmérő és a pakkergumi átmérőviszonya az 1,2-et meghaladja, a jó zárásnak kevés a valószínűsége.

Például $8^1/_2$″-es (216 mm) átmérőjű fúrólyuk esetén, 8″-es (203 mm) tömítőgumi használatakor 244 mm lyukbőség fölött, valamint 6″-es (152,5 mm) fúrólyuk

átmérő esetén, $5^3/_8$"-es (136,5 mm) tömítőgumi használatakor 164 mm lyukbőség fölött a vizsgálatok feltehetően sikertelenek lesznek.

Nem megfelelő minőségű fúrófolyadék hatása

Vizsgálataink folyamán a problémát minden esetben a fúrófolyadék nagy vízleadása jelentette. Nyitott lyukban történő rétegvizsgálat esetén a vastag iszaplepény-képződés gátolta a vizsgálatok sikerességét, mert a vastag iszaplepényen nem lehet megfelelő minőségű tömítést létrehozni, és az ankerékek kitámasztása sem sikerülhet. Példa erre a *Cegléd D-1.*, *Csávoly-1*, a *Jászberény Ny-2.*, a *Kunszállás-1.* fúrás, ahol a fúrófolyadékok vízleadása 10—16 cm^3 volt.

Csövezett lyukszakaszok vizsgálata esetén a nagy vízleadás a fúrófolyadék instabilitásához vezet, és a fúrófolyadékból barit válik ki. Ennek következménye a *Kondoros-1.* fúrási ponton kétszer, majd az *Algyő-249.* fúrási ponton bekövetkezett megszorulás.

Az előbb felsoroltak felhívják a figyelmet arra, hogy a teszteres vizsgálatok sikeres elvégzéséhez a jó minőségű fúrófolyadék alapvető követelmény, mivel a vizsgálatok folyamán a teszter és az elhelyező szerszám több órán keresztül a fúrólyukban nyugalmi állapotban van.

A fúrórudazat-tömítetlenség hatása

Az elhasználódott fúrócsöveknél találkoztunk tömítési problémákkal. Példa erre az *Ortaháza-16.*, a *Tarnabod-1.*, a *Kiskunhalas-3.* és a *Cegléd-4.* fúrás. Az elhelyezőcső-tömítetlenségből adódó sikertelen vizsgálatok elkerülése érdekében ha depressziót kívánunk alkalmazni, úgy a teszteres vizsgálat előtt az elhelyező szerszámot a kívánt depresszió mértékéig nyomáspróbának kell alávetni. Erősen használt fúrórúdkészlet esetén ez elengedhetetlen.

Tesztermeghibásodás

A kezdeti időszakban több esetben előfordult a teszter kettős szelepének meghibásodása. Ezt a hibát a szeleptest felületi krómozásával küszöböltük ki. A nagy hőmérséklet és nyomás következtében három esetben nem tudtunk mélységi nyomásadatokat szolgáltatni műszer, ill. órarugók törése miatt. Példa erre a *Budafa-II.*, a *Makó-1.* és a *Lovászi-II.* jelű fúrás.

Mérési műveleti idők

A teszteres rétegvizsgálatok folyamán két időintervallumot különböztetünk meg: mérési időt és műveleti időt. A mérési idő a vizsgáló szelep nyitásától a pakker szakításáig eltelt idő. Ez magában foglalja a termelési periódust és a zárt nyomás felvételét. A műveleti idő a vizsgáló szerszámok felszínen történő összeállításától a kiépítés végén történő szétszereléséig tart. Az *5. táblázat* szemlélteti a mérési, ill. a műveleti idők alakulását nyitott, ill. csövezett lyukszakasz vizsgálatakor.

A táblázatból látható, hogy a mérési idő a tárgyi időszak folyamán növekvő tendenciát mutat. A lyukviszonyok figyelembevétele mellett további célunk a mérési idő növelése, mert ezáltal az adatszolgáltatásaink pontossága növekedni fog. Ehhez viszont szükséges a sikertelenségek okait ismertető fejezet javaslatainak következetes figyelembevétele és betartása.

5. táblázat

Év	Nyitott szakasz		Csövezett szakasz	
	Mérési idő h	Műveleti idő h	Mérési idő h	Műveleti idő h
1967	1,35	18,94	10,21	28,95
1971	3,60	17,43	13,42	30,55
1972	4,68	18,69	13,54	30,99

5. Összefoglalás, javaslatok

1. Az 1967—1972 közötti teszteres rétegvizsgálati tevékenység elemzésével megállapítottuk, hogy a fúrószáras teszteres vizsgálatok reprodukálhatóan adnak felvilágosítást a béléscsövezés előtt a vizsgált rétegről. A teszterrel vizsgált rétegszakaszon utólagosan elvégzett vizsgálatok 89,1%-a megegyező eredményt adott a teszteres vizsgálatok eredményeivel. A vizsgált esetek 4,9%-ában a teszteres vizsgálat adott többleteredményt, 6,0%-ában viszont a hagyományos rétegvizsgálat.

2. A teszteres vizsgálatok megfelelő műszerezettséggel ellenőrizhetők, így a vizsgálatok értékelése rétegparamétereket szolgáltat. A teszter alkalmazásának legnagyobb gazdasági jelentőségét abban látjuk, hogy határesetek eldöntésére is alkalmas; e vizsgálat révén a szénhidrogén-beáramlást adó rétegeket minősíteni tudjuk; termelésre, kiképzésre alkalmasak-e, vagy a vizsgált tárolórész áramlási viszonyai nem teszik lehetővé a megtalált szénhidrogénkészlet gazdaságos termeltetését. A vizsgálati adatok nyerése a fúrással gyakorlatilag egyidőben történik, és ezek az adatok magát a fúrást is befolyásolhatják, továbbkutatáshoz adnak támpontot.

3. A teszter alkalmazásának előfeltétele a korszerű fúrási technika alkalmazása. Teszteres vizsgálatnak alávetni csak jó állapotú szerszámmal, jól kondícionált lyukat szabad. A tárgyidőszakban 47 sikertelen vizsgálat volt, 493 mérésre 620 beépítés adódott. A sikertelen vizsgálatok okai megítélésünk szerint a nagy lyukbőség, kis kőzetszilárdság, nagy depresszió; a nem megfelelő minőségű fúrófolyadék; elhelyezőcső-tömítetlenség és szerszám-meghibásodás voltak.

A legnagyobb problémát a vizsgálandó zóna kizáródása okozza. Célszerű, ha a produktívnak mutatkozó rétegeket átharántolásuk után vizsgáljuk meg. Ebben az esetben lehetséges a talpra ültetés, a horgonnyal való szerszám-alátámasztás. A fúrólyuk végleges lemélyítése utáni vizsgálat a fúrólyuk ovalitása miatt mindig kockázatosabb. Tapasztalataink szerint a közrezárt vizsgálat kevésbé kockázatos, mint az ankerral kitámasztott egytömítős vizsgálat.

4. A vizsgálat során alkalmazandó depresszió mértékét a kőzet- és fúrórudazat-szilárdsági adatok figyelembevételével meg kell tervezni.

*

Köszönetnyilvánítás

A tanulmányban felhasznált adatokat a DKFÜ és NKFÜ földtani szervezetei bocsátották rendelkezésünkre, és a tanulmány készítését értékes észrevételeikkel ezen túl is elősegítették; támogatásukért ezúton fejezzük ki köszönetünket.

IRODALOM

[1] *Kassai L.:* Tárolókőzet jellemzőinek meghatározása teszteres vizsgálat alapján. A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Műszaki Tudományos Közleményei (1964).

[2] *Barabás L.:* Fúrószáras rétegvizsgálat. Bányászati L. *7* (1967).

[3] *Barabás L.—Kassai L.:* Gázkutak testeres vizsgálatának tapasztalatai. Kőolaj és Földgáz *12* 360—4 (1968).

[4] *Megyeri M.—Németh F.—Teknyős I.:* A fúrószáras rétegvizsgálatok helyzete Magyarországon (kézirat). Az 1970. XI. hóban Sztavropolban elhangzott előadás anyaga.

[5] OKGT—TKFF-jelentés: „1966. dec. 31-ig végzett hazai testeres rétegvizsgálatok összefoglalása és értékelése." (1967).

[6] OGIL-jelentés: „Testeres rétegvizsgálatok értékelése, további feladatok megjelölése." (1967).

[7] OGIL-jelentés: „Testeres rétegvizsgálatok tárolómérnöki szempontból való értékelése." (1968).

[8] *Lebourg, M.:* A fúrószáras mérések technológiája. Houston, 1969.

[9] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1968.

[10] *Lechler, S.:* Open-hole Tests in tiefen Bohrungen. Erdöl Z. *2* (1958).

[11] *Johnston* testers: Practical drill stem testing manual. Houston, 1956.

[12] DKFÜ—OGIL-jelentés: „Testeres rétegvizsgálati módszer eredményeinek összefoglalása, további feladatok megjelölése." (1974).

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Benzinhozam-növelés a Dunai Kőolajipari Vállalatnál petróleumredesztillációval

A DKV műszaki vezetőinek 1975-ben a benzintermelés terén két alapvető feladatot kellett megoldaniuk:

1. a benzinhozam erőteljes növelését és

2. a reformáló üzemek megfelelő alapanyag-ellátását.

A leninvárosi Olefinmű termelésbe lépése minden eddiginél nagyobb benzinmennyiséget igényelt a DKV-tól. Az intenzifikált kőolaj-desztillációs üzemek nagyfokú leterhelése következtében azonban erősen leromlott a benzin- és a petróleumfrakció elválasztásának élessége, és a benzinkihozatal így nem érte el a kívánt értéket, ugyanakkor jelentős benzinmennyiség került át a petróleumba.

A DKV szakemberei ezért 1975 közepétől kezdődően megoldották a petróleumok redesztillálását a pentánmentesítő és a benzinfrakcionáló üzemek berendezéseiben. A redesztillálás során a két legnagyobb desztillációs üzem petróleumfrakcióját naponta 1400—1500 t mennyiségben dolgozták fel, és 30%-os fejtermékhozammal mintegy 420—450 tonna nehézbenzin-frakciót nyertek ki naponta, a maradékot pedig a gázolajba keverték.

Ez a műszaki megoldás lehetővé tette a szovjet kőolajban levő potenciális benzintartalomnak csaknem 100%-os kinyerését 175—180 C° forráspontig, és ezáltal lehetővé vált az etilénygyártáshoz szükséges vegyipari benzinre felmerült igény kielégítése. A megoldás ugyanakkor megfelelő minőségű alapanyagot szolgáltatott a benzinreformáló üzemek számára, hiszen a redesztillálás növelte az elválasztás élességét is, így a gyantásodást és kokszosodást okozó undekánok nem kerültek át a motorbenzint gyártó reformáló üzemek alapanyagába.

A mellékelt táblázat tartalmazza a petróleum és a belőle nyert desztillátumok desztillációs adatait.

Minőségi mutató	Petróleum	Fejtermék	Maradék
Fajsúly 20 C°-on	0,786	0,767	0,796
Deszt. kezdőfp.	0,147	0,127	0,183
5%	0,152	0,142	0,185
10%	0,160	0,145	0,187
20%	0,169	0,152	0,189
30%	0,177	0,157	0,190
40%	0,185	0,160	0,191
50%	0,194	0,163	0,192
60%	0,200	0,165	0,193
70%	0,208	0,167	0,194
80%	0,213	0,169	0,195
90%	0,231	0,172	0,196
95%	0,237	0,174	0,199
Végforrpont	0,245	0,178	0,211

Az új xilolkinyerő Aromás-II. üzem közeli üzembe lépése azonban már nem teszi lehetővé ilyen nagy tömegű petróleum redesztillálását, ezért 1976 II. negyedévétől új, végleges megoldással kell a minőségi és mennyiségi benzinigényeket kielégíteni.

A megoldás lényege az, hogy a benzinfrakcionáló üzem nehézbenzint feldolgozó desztillációs oszlopának átalakításával eggyel több frakciót lehet kinyerni, ezáltal lehetővé válik, hogy a kőolaj-desztillációs üzemek 190—200 C° végforrpontú alapanyagot adjanak a benzinfrakcionáló üzemnek, ahol ebből a 180 C° fölötti maradékot elkülönítik és a gázolajba keverik. Az ehhez szükséges átalakítás áprilisban valósul meg.

Katona János
termelési főosztályvezető
(DKV, Százhalombatta)

Felépült a Dunai Kőolajipari Vállalat új gázfrakcionáló üzeme

1975 szeptemberében mintegy 120 millió Ft beruházási költséggel felépült a DKV új gázfrakcionáló üzeme.

A Minisztertanács rendelete alapján a beruházás gyorsítására tett intézkedések hatására az üzem a tervezett határidőnél nyolc hónappal előbb készült el.

A VEGYTERV tervezése alapján az üzem építésében csaknem 10 vállalat vett részt. A készülékek hazai gyártásúak, a kompresszorokat az NDK, a szivattyúkat a nyugatnémet KSB cég szállította. A műszerek többségükben magyar és szovjet gyártmányúak, a technológiai szerelvények nyugati importból származnak. A próbaüzemeltetés és a komplex próbák 1975 novemberében sikeresen befejeződtek.

Az üzem feladata, hogy a desztillációs és benzinreformáló üzemekben előállított stabilizációs gázokat és cseppfolyós propán-bután gázt fűtőgáz (C_1, C_2), propán, bután (n-, izobután), valamint maradék (C_5, C_6) frakciókra válassza szét. Az üzem maximális kapacitása 200 e t/év.

Az üzembe érkező stabilizációs gáz és cseppfolyós propán-bután gáz gyűjtőtartályba kerül. A gyűjtőtartályból a gázfázist kompresszor szívja és 31 ata nyomásra komprimálva hűtőn keresztül nyomja egy szeparátorba. A hűtő előtt a komprimált gáz találkozik a cseppfolyós gázzal, a hűtőben a gázelegy 30 C°-ra lehűl. A szeparátorban a gázelegy gázfázisra és cseppfolyós fázisra válik szét. A szeparátorból a gáz a gyári fűtőgázba kerül, a cseppfolyós gáz pedig a 31 ata nyomáson üzemelő etántalanító oszlopba. Az oszlop tetején eltávozik a maradék metán és etán, az oszlop aljáról a cseppfolyós szénhidrogénelegy a propánoszlopba kerül. A propánoszlop 16 ata nyomáson üzemel, fejhőmérséklet 47—48 C°. A bután- és pentánelegy szétválasztására a 6 ata nyomáson üzemelő butánoszlop szolgál.

A desztillációhoz szükséges hőmennyiséget az etántalanítónál és propánoszlopnál 11 ata nyomású gőzzel, a butánoszlopnál 3 ata nyomású gőzzel üzemelő kiforralók szolgáltatják.

A próbaüzemelés alatt a tervezésnek megfelelően az üzem 98—99%-os propánt és 99,8—99,9%-os butánt (n- és izobutánt) állított elő. A próbaüzem tapasztalatai alapján az üzembiztos berendezésekkel (készülékekkel, gépekkel, szerelvényekkel), műszerekkel az üzemvitel könnyen kézben tartható.

Az üzem egyedi szénhidrogének gyártása mellett lehetővé teszi a jobb minőségű cseppfolyós propán-bután gáz egyenletesebb gyártását és mennyiségének növelését, továbbá a vállalat jobb fűtőgáz-gazdálkodását és a fáklyaveszteségek csökkentését. A butánoszlop fenéktermékeként a maradék, amely butánt, pentánt és esetleg kis mennyiségű hexánt tartalmaz, jó motorbenzin-keverőkomponensként használható.

Az üzem távlati fejlesztésében szerepel az izobutánrektifikáló oszlop, továbbá egy kénmentesítő üzem megépítése.

Acsai Antal
okl. vegyészmérnök, üzemvezető
(DKV, Százhalombatta)

Nyomástartó edények időszakos biztonságtechnikai vizsgálatának szempontjai

BOZÓKI GÉZA—
CSÁKÓ DÉNES—
SZABÓ MIHÁLY

A szerzők a nyomástartó edények számának rohamos hazai növekedéséből adódó, egyre fokozottabb mértékben jelentkező biztonságtechnika kérdéseivel kapcsolatban foglalkoznak az ilyen edények időszakos vizsgálati problémáival, és új felfogásban tárgyalják ezen vizsgálatok javasolt elveit és módszereit. A vizsgálati módszereket illetően szerkezeti, szilárdsági és tömörségi vizsgálattípusok szerint tárgyalják a korszerű és főleg a gyakorlatban jól alkalmazható különféle módszereket és eljárásokat. Ezek figyelembevételével javaslatot tesznek egyrészt az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok jövőben alkalmazandó gyakoriságára, másrészt a különféle vizsgálati módszerek alkalmazására, figyelembe véve a gyakorlat eddigi, ez irányú tapasztalatait és igényeit.

Bevezetés

A vegyipar, a kőolaj- és gázipar, a gyógyszeripar és egyéb iparágak több ezer, a „Nyomástartó Edények Biztonsági Szabályzata" [1] (a továbbiakban Szabályzat) hatálya alá tartozó nyomástartó edényt (berendezést) üzemeltetnek. A berendezések értéke több milliárd forint, a folyamatos és biztonságos termelés népgazdasági érdek. A termelés biztonságát alapvetően a nyomástartó edények biztonsága határozza meg. Az érvényes törvényes rendelkezések szerint a nyomástartó edények akkor tekinthetők biztonságosnak, ha a Szabályzat előírásai teljesülnek.

Az 1965-ben megjelent Szabályzat egyes előírásainak kritikái [2], a különböző hatósági állásfoglalások [3] és az üzemi szakemberek tapasztalatai ráirányították a figyelmet a biztonságtechnikai előírások korszerűsítésének a szükségességére.

A nyomástartó edényeket üzemeltető, karbantartó szakemberek körében többször felmerül az a kérdés, hogy a vállalatok megtesznek-e mindent, vagy eleget tesznek-e berendezéseik és dolgozóik biztonsága érdekében, amikor a Szabályzatot alkalmazzák. A szakemberek széles rétegét foglalkoztatja az a kérdés, hogy az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok nem oldhatók-e meg esetleg a Szabályzatban nem ismertetett, de a biztonság szempontjából egyenértékű korszerű vizsgálati módszerekkel, kisebb költségráfordítással és rövidebb idő alatt. A vállalatok számára különösen olyan új vizsgálati módszerek lennének előnyösek, amelyek nem igénylik a készülék teljes szétszerelését, a vizsgálatok időközei pedig a vállalati karbantartási ciklusokhoz illeszkednek.

A vázolt igényeket szem előtt tartva a tanulmány áttekinti azokat az elveket és vizsgálati módszereket, amelyek a nyomástartó edények időszakos vizsgálatainál tapasztalataink és a szakirodalom alapján eredményes alkalmazást ígérnek.

A tanulmány anyagának összeállításakor elsősorban a hazai Szabályzatban (NYEBSZ-ben), a szovjet právilák-ban [4] megfogalmazott eljárásokat, az amerikai ASME-sorozatban és különösen az API előírásaiban levő gyakorlatot, valamint a nyugatnémet AD-Merkblattok-ban és TÜV-Richtlinien-ekben található vizsgálati módszereket dolgoztuk fel. E rövid tanulmány keretében a fenti előírásokban foglalt kérdések tételes elemzésébe nem bocsátkozhatunk, így ezért elsősorban ezen előírásokból a számunkra levonható — az üzembiztonsággal és költségekkel összefüggő — új vizsgálati módszerek alkalmazási lehetőségeinek az ismertetésére szorítkozunk.

A nyomástartó edények időszakos vizsgálatának problémái

A Szabályzat megjelenésétől, illetve kötelező alkalmazásától számított idő alatt elegendő tapasztalat gyűlt össze mind a hatóságoknál (Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség, Állami Energiafelügyelet), mind az iparban arra vonatkozólag, hogy milyen módon lehet és szükséges a biztonságtechnikai vizsgálatokat hatékonyabbá tenni. E törekvés a hatóságoknál a Szabályzat folyamatban levő átdolgozásában, az iparban, illetve a vállalatoknál biztonságtechnikai vizsgálatok kapcsán szerzett tapasztalatok értékelésében és házi szabványok kidolgozásában konkretizálódik.

A következőkben a nyomástartó edények időszakos vizsgálatának jelenlegi gyakorlatával kapcsolatban szeretnénk egypár dolgot kiemelni.

1. A Szabályzat a szerkezeti vizsgálatok egyetlen módszerének a vizuális vizsgálatot (szemrevételezést) jelöli meg, egyéb — meg nem nevezett — vizsgálati módszerek a felügyelő hatóság első fokú határozata alapján vagy külön eljárás lefolytatása után, főhatósági engedéllyel alkalmazhatók.

A gyakorlati tapasztalatok azonban a vizsgálati módszerek több változatának felsorolását igénylik, hogy a helyi körülmények, a szerkezeti kialakítás, az adott biztonságtechnikai szempontok mérlegelhetők legyenek. A szerkezet teljes szétszerelését, a felületek tisztításának mértékét sok esetben nem az edény biztonsága igényli, hanem csupán a szabályzati előírás kielégítése céljából végzik.

2. A belső és külső szerkezeti vizsgálatok (belső és külső felületek megszemlélése) gyakorlati lefolytatásakor igen sok a szubjektív tényező. A vizsgálatot végző felügyelő lelkiismeretességétől, hangulatától függhet a vizsgálatok terjedelme; szakmai tapasztalatától, rátermettségétől a hibák észlelésének valószínűsége. Szükséges lenne a szubjektív elemek csökkentése; előre meghatározott helyek műszeres vizsgálata, és a hiba-

mentesség vagy a hibák jegyzőkönyvben, vizsgálati bizonylatban való dokumentálása.

3. A konvencionális vizuális vizsgálattal a szerkezeti anyagok belső hibái nem tárhatók fel. A felületig terjedő repedések szabad szemmel való felismerhetősége is nagyban függ a vizsgálatot végző szakember éleslátásától, a repedés típusától (nagy vagy kis nyílású repedés, van-e elszíneződés stb.), továbbá a felület állapotától. Szabad szemmel általában egymástól 0,1—0,2 mm távolságra levő pontokat tudunk megkülönböztetni, de nagyobb nyílású repedés sem észlelhető könnyen, ha a felület rozsdás, revés.

4. A berendezés szerkezeti anyagaiban várható elridegedésnek meghatározására tudomásunk szerint egzakt módszerek nem ismertek. A ridegedés folyamata a Szabályzat szerinti szerkezeti vizsgálatoknál (a felületek szemrevételezésével) nem észlelhető, azt az időszakos nyomáspróbák nem jelzik. Ha tehát valamely edény a ridegedés miatt kerül szigorúbb vizsgálati osztályba, az emiatt gyakoribb időszakos vizsgálatok tulajdonképpen feleslegesek. Az öregedés ellenőrzése vagy a szerkezeti elemekből kivágott próbatestek, vagy a készülékbe helyezett előfeszített próbatestek anyagvizsgálatával oldható meg.

5. A Szabályzat nem dönti el azt, hogy a víznyomáspróba szilárdsági vagy tömörségi vizsgálatnak tekintendő-e. Szükségesnek tartjuk a szilárdsági és tömörségi vizsgálatok éles különválasztását, mivel ezek céljai és a víznyomáspróbától eltérő módszerei különböznek. Ha a Szabályzatban leírt víznyomáspróbát szilárdsági vizsgálatnak tekintjük — a későbbiekben kifejtett elvek alapján —, indokolatlan ezeknek a Szabályzat szerinti gyakorisága. Ha viszont a víznyomáspróba tömörségi vizsgálatnak minősül, a tömörségi vizsgálatok egyéb (az üzemi körülmények között könnyebben, gazdaságosabban megvalósítható) vizsgálati módszerekkel helyettesíthetők, nem szükséges a Szabályzat szerint elrendelt kettős vizsgálat.

6. A Szabályzatban leírt kalapácspróba okozta dinamikus igénybevétel (amelyre az edény szilárdságilag nincs méretezve) veszélyes lehet a berendezésre, illetve a vizsgáló szakemberre. E megfontolás alapján nagyobb nyomású edények vizsgálatakor a kalapácspróbát a kazánfelügyelők már évek óta nem alkalmazzák.

7. Az időszakos vizsgálatok időközeit a Szabályzat a vizsgálati osztály alapján jelöli ki. A vizsgálati osztály megállapításához az edény űrtartalma (liter), nyomás (kg/cm^2), töltetének jellege (semleges, tűzveszélyes, mérgező, maró, robbanás- vagy sugárveszélyes), hőmérséklete, halmazállapota, az edény telepítési körülményei, továbbá a szerkezeti anyagában várható roncsoló hatás mértéke (mm/év korrózió, kopás és ridegedés/év) veendők figyelembe. Jellegében és következményeiben három különböző tényezőt foglal össze a vizsgálati osztály: először az esetlegesen bekövetkező robbanás romboló hatásának mértékét; másodszor az edényből kiszivárgó töltetnek a környezetet és a kezelőszemélyzetet veszélyeztető hatását; harmadszor 3 meghibásodási típus: a korrózió, a kopás és a ridegedés várható, lineárisnak feltételezett időbeli alakulását.

Véleményünk szerint az edény nyomása, űrtartalma, nem lehet meghatározója az időszakos vizsgálatoknak; ezek tervezési paraméterek. A töltet jellege az üzemviteli, a munkavédelmi és biztonságtechnikai utasításokat és a tömörségi vizsgálat módszerét, míg a korrózió és a kopás a szerkezeti vizsgálat módszerét és gyakoriságát határozza meg.

A kérdés bonyolultságát jelzi az a körülmény, hogy különböző országok előírásai eltérő vizsgálati gyakoriságot tartalmaznak. A Szovjetunióban [4], az NDK-ban [5] és az NSZK-ban [6] revíziót például 4 évenként, a nyomáspróbát 8 évenként kell végezni. Lengyelországban [7] 3 és 6 év az azonos vizsgálatok gyakorisága. Az angol [8] és az amerikai [9] kőolajiparban 5 évenként tartanak belső revíziót; időszakos szilárdsági vizsgálat csak akkor szükséges, ha a revízióknál észleltekből a szilárdság csökkenésére lehet következtetni. A Szabályzat szerinti kötelező időszakok (az *A* vizsgálati osztálynál 1, illetve 3, a *B*-nél 2, illetve 4, a *C*-nél 2, illetve 6, a *D*-nél 3, illetve 9, az *E*-nél 5, illetve 10 évenként revízió, illetve víznyomáspróba) és a meghibásodási gyakoriság között korreláció nem fedezhető fel. Követendőnek tartjuk az NDK Műszaki Felügyeletének törekvését, amikor a Szabályzatot (ASAO 840/1) szabvánnyal cserélik fel (TGL 30330 Entwurf, Mai 1974.) és az időszakos vizsgálatok időközeinek meghatározását vállalati hatáskörbe utalják.

A felsorolásszerűen kiragadott és vázlatosan ismertetett problémák két irányban kelthetnek aggodalmat. Egyrészt felmerülhet az a kérdés, hogy a Szabályzatban kötelezővé tett időszakos vizsgálatokkal (vizuális vizsgálat és nyomáspróba) feltárhatók-e a nyomástartó edények biztonságát veszélyeztető meghibásodások. Másrészt, az esetleges, biztonság szempontjából indifferens vizsgálatok (szilárdsági vizsgálat, ha az edény szilárdsága nem vitatott; tömörségi vizsgálat, ha a tömörtelenség nem káros; belső revízió, ha a belső felületek károsodása kizárt) a népgazdaság számára jelentős, de felesleges terheket jelentenek.

Az időszakos vizsgálatok új felfogásban

Előljáróban meg kell említeni, hogy a biztonságtechnikai vizsgálatok új felfogású értelmezése már 1974 tavaszán a KGST-országok biztonságtechnikai ülésén *Bátor Bélának*, az Állami Energiafelügyelet igazgatóhelyettesének előadása keretében napirendre került. Így a következőkben elmondottak ezen KGST-előadás újszerű gondolataira épülnek.

A nyomástartó edények időszakos vizsgálatainak megtervezésekor abból kell kiindulnunk, hogy a „biztonság" végeredményben megbízhatósági fogalom, az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok tulajdonképpen megbízhatósági vizsgálatok [10, 11, 12]. A megbízhatóságnak a vonatkozó szabvány [13] szerinti definíciója a következő:

„A terméknek az a képessége, hogy előírt funkciót elvégezzen adott működési és környezeti feltételek mellett, miközben meghatározott tényleges működés alatt szabatos állapotú." Ez a meghatározás egyben a biztonság meghatározása is lehet, ha a „termék"-en a veszélyes berendezéseket (jelen esetben a nyomástartó edényeket) értjük, a szabatos állapotot pedig az élet- és vagyonvédelem szempontjából szükséges szilárdságra és tömörségre korlátozzuk. Az előírt funkció a gazdaságos termelés, az adott működési és kör-

nyezeti feltételek, az adott üzemi körülmények. A meghatározott tényleges működés időtartama pedig az időszakos vizsgálatokkal ellenőrzött élettartam.

A megbízhatósági vizsgálatoknak, általában a megbízhatóságelméleti koncepciónak mechanikai rendszereknél (pl. nyomástartó edényeknél) történő alkalmazását az utóbbi évekig főleg az a felfogás gátolta, mely szerint a megbízhatóságelméletnek — műszaki statisztika alkalmazásával feldolgozott adatoknak, a valószínűségszámításnak — csak a matematikai módszerekkel végzett elemzéseit tartották egzakt módszernek. Valóban, ha a mechanikai elemek, rendszerek megbízhatóságát matematikai módszerekkel kívánnánk számszerűen kifejezni, a rendkívül számos és bonyolult paraméter figyelembevétele, matematikai megfogalmazása, feldolgozása ma még — a gépgyártás jelenlegi szintjén — a gyakorlat számára ritkán használható módszereket eredményezne [14].

Újabban azonban a megbízhatóságelméletbe tartozik és a kvantitatív módszerekkel azonos értékűnek tekintehető a megbízhatóság minőségi elemzése [15]. Gyakorlatilag itt arról van szó, hogy valamely berendezés megbízhatósági szintjét nemcsak kizárólagosan matematikai módszerekkel, hanem szakértői kvalitatív vizsgálattal is igazolni lehet.

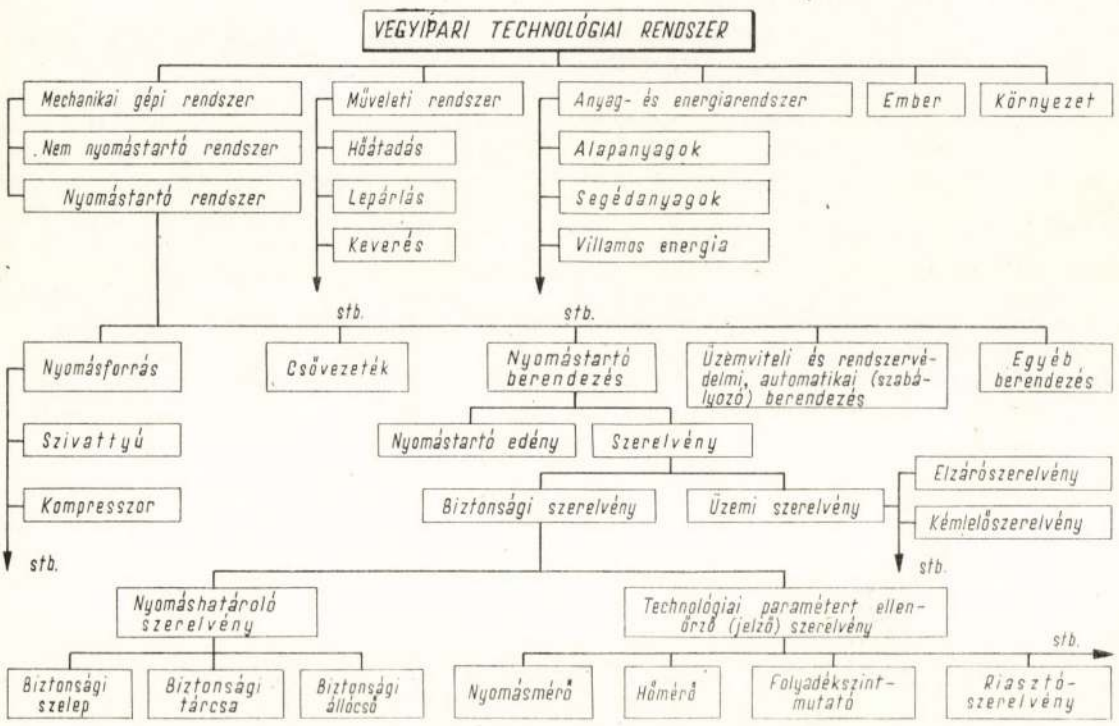
A kvalitatív megbízhatósági elemzést összehasonlítva a biztonságtechnikai felügyelet (hatóságilag előírt) vizsgálati eljárásaival, alapvető hasonlóságot észlelünk. Nem túlzás kijelenteni, hogy a megbízhatóságelmélet első alkalmazója a biztonságtechnika, hiszen a több mint 100 éve fejlődő biztonságtechnikai előírások alapmegbízhatósági kritériumokként foghatók fel.

A megbízhatóságelmélet mintegy két évtizedes fejlődése és főleg az elektronikai ipar területén alkalmazott módszereinek kibontakozása lehetővé teszi a „hagyományos" iparágak (vegyipar, kőolaj- és gázipar, gyógyszeripar stb.) területén a berendezések vizsgálata kapcsán való alkalmazást. Hasonló a visszahatás a biztonságtechnikára is. Ha a biztonságtechnikában tudatosan alkalmazzuk a megbízhatóságelmélet koncepcióját, úgy a tradicionálisan kialakult biztonságtechnikai előírások (empirikus megbízhatósági kritériumok) szükségessége vagy feleslegessége világossá válik.

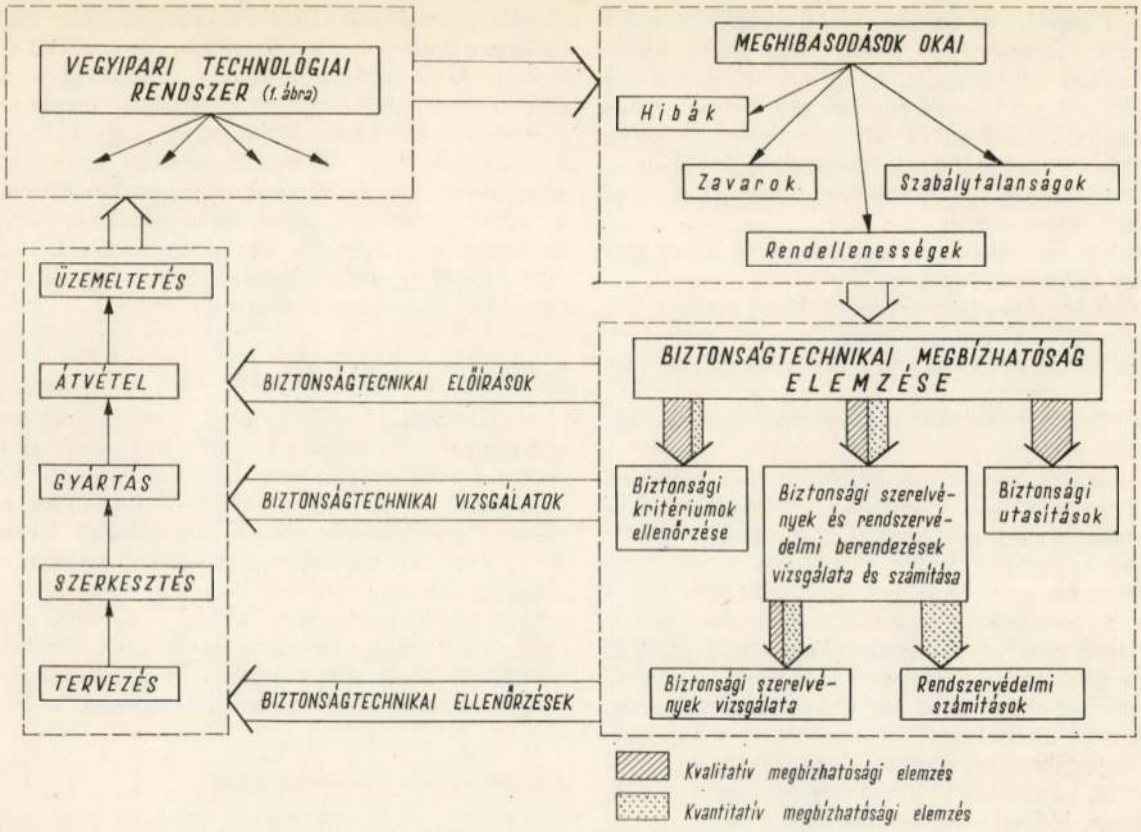
A megbízhatósági elemzést megelőzően a nyomástartó edényeket az adott technológiai rendszerben rendszertechnikai összefüggésükben kell szemlélni *(1. ábra)*. Az adott rendszer (egy üzem vagy gyár) lényegében *gép-ember rendszer*, ahol a *gép* mechanikai és automatikai alrendszerekből, elemekből van felépítve. A kvalitatív megbízhatósági elemzés a rendszer mélyreható szakértői vizsgálata során feltárt bizonytalanságaiból indul ki, majd e bizonytalanságok ellenőrzésére és megengedett értéken tartására (kiküszöbölésére) a tervezés, gyártás és üzemeltetés szintjén betartandó biztonsági intézkedéseket hoz.

A biztonsági intézkedések felölelik a rendszer *gép* részére vonatkozó előírásokat és az *ember* részére vonatkozó utasításokat. Biztonsági utasítások pl. a kezelés, a karbantartás biztonságtechnikai vonatkozásai, a vészleállási utasítások, üzemzavarokat megelőző utasítások. A biztonsági előírások tartalmazzák egyrészt a biztonságos berendezések tervezésének, gyártásának kritériumait, másrészt a veszélytelen üzemelést szolgáló berendezéseket írják le. A biztonsági berendezések közül visszacsatolás nélkül állandó védelmet nyújtanak a biztonsági készülékek, a rendszervédelem pedig csak zavar esetén működik.

A vázolt gondolatmenet csak azt kívánta hangsúlyozni, hogy az időszakos vizsgálatok mint időszakos megbízhatósági ellenőrzések sokrétűbb tevékenységet



1. ábra



2. ábra

igényelnek, mint amit a Szabályzat előír. A nyomástartó edények védelme szempontjából nagy súlyt kell helyezni a rendszer meghibásodási lehetőségeinek az elemzésére.

A nyomástartó rendszerek meghibásodásainak elemzése általában megtörtént üzemzavarok, sérülések, robbanások kiértékelését jelenti, de ide tartozónak tekintjük — a megbízhatósági elemzések sokrétűségének és komplexicitásának kihangsúlyozása mellett — — pl. a modell vagy valóságos készülékek repesztőpróbáit, továbbá a szimulált vagy feltételezett paraméterváltozások hatásának tanulmányozását is. A meghibásodások elemzésének igen nagy jelentőséget tulajdonítunk, mert véleményünk szerint hatékonyan és tudatosan csak akkor védekezhetünk a meghibásodások ellen, ha ismerjük az adott berendezés meghibásodásainak lehetőségeit és az ezeket kiváltó okokat. A biztonságtechnikai intézkedéseknek a meghibásodáselemzés eredményeire kell támaszkodnia. Olyan intézkedés (adatfeldolgozás, vizsgálat, ellenőrzés), amely nem valamely konkrét meghibásodást hivatott — közvetlenül vagy közvetve — elhárítani, véleményünk szerint nem tekinthető a biztonságtechnikához tartozónak. Ezt a gondolatmenetet szemléletesen a *2. ábrán* követhetjük.

A *2. ábrán* látható, hogy a meghibásodások okai
— a szerkezeti anyagok, szerkezeti elemek *hibái;*
— automatizált rendszereknél a vezérlő- vagy szabályozórendszerek (rendszervédelem) *zavarai;*
— technológiai jellegű *rendellenességek* (instabilitások, szennyeződések, dúsulások stb.);
— a kezelőszemélyzet által elkövetett *szabálytalanságok* (gondatlanság, tévedés stb.), előre nem látott *külső tényezők* lehetnek [12, 16].

A meghibásodások okainak a fenti négy csoportját együttesen és részletesen fel kell dolgozni. A meghibásodások okait az áttekintés, a (számítógépes) feldolgozás és kiértékelés megkönnyítése érdekében célszerű kódjellel ellátva csoportosítani. Ez a kódrendszer a vállalat nyomástartó edényeinek időszakos vizsgálatai és karbantartási munkálatai során kiértékelt, külföldi tapasztalatok alapján feldolgozott, és az irodalomban ismertetett meghibásodási esetekkel állandóan bővíthető, ezzel pontosabbá válik, és egy idő után értékes alapadatokat szolgáltat.

A biztonságtechnikai ellenőrzésre vonatkozó házi vagy egyéb szabványoknak edényekre lebontva kellene tartalmazniuk a várható hibákat, a várható hibákhoz pedig a szükséges vizsgálati módszert kellene kijelölni.

A nyomástartó edényt a rendszerből kiragadott formában vizsgálva megállapítható, hogy annak biztonsága
— a tervezéskor és gyártáskor a tudományok mai szintjén elérhető szakszerűség alkalmazásán és
— *a megbízhatóság időszakos ellenőrzésén nyugszik.*

Vizsgálódásainkat a továbbiakban az ismertetett módon leszűkített feltételek között csak az utóbbi kérdéscsoportra korlátozzuk.

Mivel a nyomástartó edények időszakos vizsgálata megbízhatósági elemzés, ennek a meghibásodások gyakoriságára, törvényszerűségeinek tanulmányozására kell épülnie. Az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok között tehát csak olyan vizsgálatnak lehet létjogosultsága, amely a berendezés első vizsgálatakor fel nem tárt, vagy az üzemeltetés során kifejlődő, valamely valószínűsíthető, a tartály szilárdságát vagy tömörségét csökkentő hiba feltárását szolgálja.

A nyomástartó edények első vizsgálatai (hatósági

használati engedélye) igazolják a szakszerű tervezést és gyártást, feltételezhető tehát, hogy durva hibák (alméretezett falvastagság, helytelen anyagválasztás és konstrukció stb.) nem fordulnak elő. Mégis a módszer tulajdonképpen akkor teljes és egész, ha az az alapanyagok és a belőlük előállított termékek gyártásának megbízhatósági kritériumait is elemzi és meggyőz azok teljesítéséről.

Időszakos vizsgálatok során csak olyan hibák előfordulása valószínű, amelyek

— az első (az üzembe vételt megelőző) vizsgálatkor is nehezen észlelhetők, illetve
— az előző vizsgálat óta eltelt idő alatt fejlődhettek ki.

Ilyen hibák a repedések, a korrózió és (pl. keverős készülékeknél) a kopás.

Az időszakos vizsgálatok módszereit és időközeit a hibák előfordulásának lehetősége, illetve valószínűsége határozza meg. Az öregedés és ridegedés az edény szerkezeti anyagának helyes megválasztásával általában kizárt. Ha az ilyen jellegű meghibásodási lehetőségek nem zárhatók ki egyértelműen, a tartályba helyezett előfeszített próbatestek vagy a tartálytestből kivágott próbatestek rendszeres vizsgálata a feladat. Végeredményben tehát az időszakos szerkezeti vizsgálatok célja az időfüggő folyamatok, az edény szerkezeti anyagában bekövetkező változások, a korrózió, erózió, kopás és a különféle típusú repedések stb. kimutatása, időbeli változásának regisztrálása.

A Szabályzat szerinti időszakos víznyomáspróbáknak szilárdsági és tömörségi vizsgálat jellegük van, ezek feladata egyrészt a hatóságilag előírt szilárdsági biztonsági tartalék bizonyítása, másrészt a víznyomáspróbával igazolható tömörség bizonyítása. A tömörségi vizsgálat jellegű időszakos víznyomáspróbák létjogosultsága vitatható, mivel az üzemek minden indulást megelőzően (tehát a legszigorúbb vizsgálati gyakoriságnál is sűrűbben) végeznek tömörségi vizsgálatot; az üzemeknek folyamatosan gondoskodniuk kell készülékeik megfelelő tömörségéről.

A nyomástartó edények időszakos biztonságtechnikai vizsgálatainak gyakorlati módszerei

Az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok célja az utolsó (megelőző) vizsgálat óta eltelt idő alatt esetlegesen keletkezett hibák felderítése, illetve annak igazolása, hogy a nyomástartó edény szilárdsága és tömörsége megfelelő, valamint, hogy a következő időszakos vizsgálatig olyan hibák, üzemzavarok nem várhatók, amelyek az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztetik. A nyomástartó edények biztonságtechnikai vizsgálatának gyakorlati módszerei a jelen tanulmányban kifejtett koncepció szerint

— szerkezeti vizsgálatok,
— szilárdsági vizsgálatok és
— tömörségi vizsgálatok.

Nem soroljuk ide a nyomástartó edények első vizsgálatát megelőző dokumentáció-felülvizsgálati tevékenységet, a rendszervédelem, a technológiai biztonság vizsgálatát, jóllehet ezek az ellenőrzések is időszakonként szükségszerűen elvégzendő feladatok.

Hangsúlyoznunk kell, hogy nincs egyetlen ideális vizsgálat, amelynek alapján a készülék biztonsága elbírálható lenne; mindig vizsgálatsorozatot kell végrehajtani. A várható meghibásodások lehetőségeit szem előtt tartva különböző vizsgálatokkal megközelítve pontosítjuk helyüket, nagyságukat, vagy bizonyítjuk a hibamentességet. A vizsgálatsorozat tartalmára és sorrendjére vonatkozó konkrét gyakorlati útmutatást az adott berendezés, töltet, technológia, konstrukció és üzemi körülmények figyelembevételével várható hiba (típusa és orientációja) alapján — egy szabványsorozattal kellene meghatározni.

Szerkezeti vizsgálatok [17, 18]

A szerkezeti vizsgálatok célja a berendezés szerkezeti elemeinek, főképpen az edény túlnyomásnak kitett részének szilárdságát, tömörségét csökkentő felületi vagy belső anyaghibák feltárása. E csoportba tartozik a konvencionális vizuális vizsgálattól (revízióktól) a roncsolásmentes anyagvizsgálatig minden olyan vizsgálat, amely az elhasználódás mértékét, korrózióseróziós elvékonyodásokat, felületi vagy belső repedéseket, általában a berendezés tervezésekor feltételezett mértéktől, homogén és izotrop anyagmodelltől való meg nem engedett eltéréseket állapít meg.

Konvencionális vizuális vizsgálat

Gyakorlati végrehajtásának leírását a Szabályzat részletesen tartalmazza, ezért itt csak az egyéb vizsgálati módszerekkel való összehasonlítás céljából emelünk ki néhány jellegzetességet.

E módszer előnye, hogy gyorsan és különösebb segédeszközök nélkül is elvégezhető. A vizsgálatot végző szakember tapasztalatától, ítélőképességétől, látásától függően, különösen, ha egyéb vizsgálati eljárásokkal való folytatásra is lehetőség van, eredményes hibafeltárási módszer.

A vizuális vizsgálati módszert az alábbi hátrányok jellemzik.

— Az edény belső felületeinek megtekintése annak teljes szétszerelését (fedelek lebontását, betételemek — mint terelőlemezek, tálcák stb. — kiszerelését) igényli.
— A belső revíziónak csak akkor van értelme, ha az elszennyeződött felületeket fémtisztára tisztítják. A vegyipar, a kőolaj- és gázipar nyomástartó edényeiben számos esetben az elszennyeződések, a lerakódások nem okoznak korróziót, sőt a fémes felületeket konzerválhatják. A szakszerűtlen tisztítás esetenként meghibásodások okozója; mechanikus tisztítás esetén a szerszámnyomok mentén vegyi tisztításkor a szerkezeti elemek anyaga és a vegyszer között megindul a kémiai reakció.
— Bizonyos edénytípusok (pl. merev csőköteges hőcserélők, búvónyílás nélküli edények, tálcás tornyok stb.) megtekintését a nem kielégítő hozzáférhetőség nehezíti, illetve azok csak szétvágás után szemlélhetők meg belülről.
— Nagyobb méretű edények (pl. gömbtartályok) belső konvencionális szerkezeti vizsgálatához, ha a revízió körülményeit a tervezéskor nem vették figyelembe (pl. az előbbi példa esetében az edénybe

nem szereltek körbe forgatható létrát), a belső teret be kell állványozni.

— Szigetelt, burkolt vagy falazott készülékek külső felületeinek megtekinthetősége a burkolatok teljes lebontását igényli.

— Szemrevételezéssel csak durva felületi hibák (jelentős korrózió, a vizsgált felületről kiinduló, széles nyílású repedések) észlelhetők.

— Szubjektív vizsgálat során problematikus lehet az észlelt hibák (jelek) értelmezése.

Összegezve a konvencionális vizuális vizsgálat előnyeit és hátrányait, megállapítható, hogy ahol lehetőség van rá — a későbbiekben javasolt időközönként — el kell végezni, mert ha az edény belső-külső felületein szabad szemmel jelentős korróziót vagy repedést nem találtunk, valószínű, hogy az edény durva hibáktól mentes.

Optikai segédeszközökkel kiegészített vizuális vizsgálat [22]

Speciális esetekben a berendezés teljes szétszerelése elkerülhető, ha alkalmasan kivitelezett merev *endoszkóp* (periszkóp) segítségével közvetve vizsgálják a felületeket.

Univerzálisan alkalmazható a búvónyílással el nem látott vagy szét nem szerelt készülékek belső felületeinek vizuális vizsgálatára a *száloptika* segítségével végzett revízió. Az újabban kifejlesztett, képtovábbításra is alkalmas üvegszálköteget az edény kis átmérőjű csonkján leeresztve, a belső felületek durva hibái észlelhetők.

Viszonylag egyszerűen lebonyolítható a belső szerkezeti vizsgálat — az edény szétszerelése nélkül is — távirányított *fényképezéssel:* egy kamerát célszerűen kialakított mechanizmus segítségével, vagy egyszerűen csak egy rúd végére erősítve az edény vizsgálandó felülete közelébe helyezünk, s a kívül vezetett exponáló szerkezetet működtetjük. Különösen akkor alkalmas módszer ez, ha a készülék valamely meghatározott helyét (feszültségmaximumot, szilárdságilag nem ellenőrizhető, erősen igénybe vett helyeket, lokális korróziót stb.) kell ellenőrizni. A vizuális vizsgálatok kiegészítéseként is szokásos fényképfelvételeket készíteni (kinagyítás, dokumentálás céljára), de e módszer önállóan is alkalmazható.

Szerkezetek belső felületének vizsgálataihoz széles körű alkalmazást ígér az ipari *televízió.* Lényeges szerepe van a megvilágítás intenzitásának és irányának, ezért csak kimondottan a kazánok és nyomástartó edények (atomreaktorok nyomás alatti tartályainak) vizsgálatára kifejlesztett kamerák alkalmazása jöhet szóba.

Színes hibaindikáció [19]

A színes hibaindikáció olyan roncsolásmentes anyagvizsgálati módszer, amellyel a felületen levő vagy felületig kiterjedő folytonossági hibákat: repedéseket, pórusokat, rálapolódást lehet kimutatni. Nyomástartó edények szerkezeti vizsgálatához (külső-belső revíziókhoz) akkor alkalmazzák, amikor a vizsgáló szakember felületi hibák előfordulását valószínűsíti.

Mágneses hibakereső vizsgálat [20]

A ferromágneses anyagból készült nyomástartó edények szerkezeti vizsgálatakor a vizuális módszerek kiegészítéseként szokásos alkalmazni a felülethez közel levő hibák kimutatására.

Ultrahangvizsgálat [20, 21, 22]

A korszerű, roncsolás nélküli hibakereső anyagvizsgálatok közül az ultrahangvizsgálatokat a nyomástartó edények biztonságtechnikai vizsgálatában az utóbbi években egyre szélesebb körben és sokrétűbben alkalmazzák.

Anélkül, hogy eltúloznánk az ultrahangvizsgálat jelentőségét, megállapíthatjuk, hogy általában a nyomástartó edények s különösen azok időszakos vizsgálataihoz nélkülözhetetlen, alapvető vizsgálati eljárás. Az időszakos szerkezeti vizsgálatban, mint a vizuális vizsgálatok kiegészítése, illetve pótlása, falvastagságmérés és hibakimutatás, illetve -ellenőrzés céljából alkalmazzák.

Ultrahangos falvastagságmérés. A nyomástartó edényeken az ugyanazokon a helyeken rendszeres időközökben végzett falvastagság-ellenőrzés az edények állapotáról értékes információkat nyújt. Az üzemeltető érdekében helyesen megtervezett vizsgálati terjedelmű falvastagság-ellenőrzéssel az általános felületi korrózió és az eróziós roncsolódás mértéke megfelelő pontossággal megállapítható.

Hibakereső vizsgálat. E vizsgálat alapvető célja egyrészt az üzemeltetésből származó anyag- és hegesztésivarrat-folytonossági hibáknak, roncsolások helyének és mértékének a megállapítása, másrészt a nyomástartó edények gyártása során keletkezett hibák hibaszintváltozásainak ellenőrzése.

Röntgen- és radiológiai vizsgálatok.

Nyomástartó edények időszakos vizsgálataikor a szerkezeti elemekben az üzemeltetés során keletkezett, belső anyaghibák kimutatására használatos. A vizsgálatot az érvényben levő szabványok szerint anyagvizsgáló szakemberek bevonásával kell végezni.

Hőfényképezés (termovízió)

A nyomástartó edények szerkezeti elemein kialakuló hőmérséklet-különbségek kimutatására szolgál. A berendezések felületéről jövő infravörös sugarakat megfelelő képátalakító kamera (az optika által előállított hőképet) alkalmas módon pontszerű elemekre bontja, majd az egyes képelemek hőtartalmát egy detektor villamos jellé alakítja. A felerősített villamos jel egy tv-képcső sugáraramát vezérli, aminek következtében a képernyőn a hőtartalomtól függő fekete-fehér árnyalatokból álló, látható kép keletkezik. A képernyőn kirajzolódott — fényképezhető, illetve filmezhető — képelemekből a vizsgált rész hőmérséklete meghatározható, ha a képpontok tónusait ismert skálával összehasonlítjuk.

Mivel a vizsgált nyomástartó edény szerkezeti részén kialakuló helyi korrózió, repedés, tömítetlenség, rossz szigetelés stb. a hőfényképet befolyásolja, így ez a módszer is igen alkalmas a berendezések szerkezeti hibáinak a feltárására.

Egyéb szerkezeti vizsgálatok [17, 23]

A különféle szerkezetek és szerkezeti anyagok roncsolásmentes vizsgálatára kifejlesztett módszerek szakirodalmi megfigyelése során számos ötletet szerezhetünk, amelyek már ma is alkalmazhatók a nyomástartó edények biztonságtechnikai vizsgálataihoz. Közeli alkalmazhatóságot ígérnek az atomreaktorok nyomás alatti berendezéseinek ellenőrzéséhez kifejlesztett különféle akusztikus, elektromágneses és termometriai módszerek, amelyek a nyomástartó edények vizsgálatait is egyszerűbbé, megbízhatóbbá fogják tenni. Ha pedig az űrhajó- és rakétatechnikában alkalmazott vizsgálati módszerekre gondolunk, azoknak a közeljövőben várhatóan, a „civil ipar"-ba történő átadása forradalmasítani fogja a vegyi és kőolajipari, valamint gyógyszeripari nyomástartó edények biztonságtechnikai vizsgálatait is.

Nyomástartó edények szilárdsági vizsgálata

A szilárdsági vizsgálatok (terhelréspróbák) célja annak igazolása, hogy a nyomástartó edény szerkezeti elemei az üzemi körülmények között fellépő túlnyomást maradó alakváltozás nélkül tartják. E céllal végzett legrégebbi vizsgálat a víznyomáspróba.

Korábban a víznyomáspróbát egyértelműen szilárdsági vizsgálatként alkalmazták, az eddigi megfogalmazás szerint azonban a konvencionális víznyomáspróba — globális szilárdsági vizsgálat mellett, veszélytelen tölteteknél — inkább tömörségi vizsgálat [24, 25]. Ennek a szemléletváltozásnak az a magyarázata, hogy míg régebben a nyomástartó edények szilárdsági számítása általában csak a hengeres köpenyre és a fedelekre terjedt ki (a víznyomáspróbák konstrukciós hibákat voltak hivatva feltárni), az utóbbi évtizedekben tervezett és gyártott nyomástartó berendezések minden lényeges szerkezeti elemét héjelméleti alapon szilárdsági számításokkal ellenőrzik.

A szerkezeti anyagok szilárdsági jellemzőinek és a szilárdsági számítások pontossága, továbbá a szerkezeti vizsgálatok (méretellenőrzések, revíziók) esetenként a berendezés első (az üzembe vétel előtti) vizsgálatsorozatánál is lehetségessé teszik a víznyomáspróba mellőzését. Ilyen megfontolások alapján biztonságosaknak minősíthetők olyan berendezések is, amelyek víznyomáspróbára nem bocsáthatók (pl. nagy átmérőjű gömbtartályok, amelyeket a víztöltet súlya esetleg összeroppantana). Ismeretesek továbbá olyan edénytípusok, amelyek csak üzembe vétel előtti első vizsgálatkor ellenőrizhetők víznyomáspróbával konstrukciós vagy technológiai okok miatt.

A víznyomáspróba tehát a Szabályzattal ellentétben nem a biztonság axiómája, nem kizárólagos és nélkülözhetetlen vizsgálat, hanem a számos, azonos értékű szilárdsági vagy tömörségi vizsgálat között az egyik lehetőség.

Hidraulikus szilárdsági víznyomáspróba

A Szabályzat részletesen leírja a víznyomáspróba előkészületeit, a próba végrehajtásának módját és a kiértékelés szempontjait, így ezek ismertetésétől eltekintünk.

A nyomástartó edények gyártása (javítása, átalakítása) utáni első nyomáspróba szükségességét elfogadjuk, jóllehet egyes vélemények, amelyek a nyomáspróbák káros hatásait elemzik, eléggé meggyőzőek [26]. Nem kívánunk a nyomáspróbák részletkérdései (a próbanyomás nagysága, nyomástartás ideje) körül folyó vitákban sem állást foglalni, e vizsgálatnak csak az időszakos vizsgálatokban betöltött szerepét elemezzük.

A Szabályzat szerint a víznyomáspróba szilárdsági vizsgálatként funkcionál, amikor az eredmény értékelésekor a lemezeken maradó alakváltozás, kipúposodás, kihajlás, repedés észlelhető. A víznyomáspróba tehát a Szabályzat szerint olyan szilárdsági vizsgálat, amelynek célja az igen durva hibák: a szabad szemmel észrevehető alakváltozások kimutatása. E vizsgálati eljárás előnye, hogy ha vannak ilyen durva hibák, és az edény valamennyi külső felülete megtekinthető, a durva hibák teljes bizonyossággal feltárhatók. Időszakos vizsgálatokon tervezési hibák előfordulása nem várható (ezeket az első üzembe vételt megelőző vizsgálatsorozat kiszűrte), a korróziós hibák megkeresése a szerkezeti vizsgálatoknak (belső-külső revízióknak), nem pedig a nyomáspróbának a feladata. Ez a gondolatmenet az API által javasolt gyakorlathoz, ahhoz a megállapításhoz vezet, hogy a nyomástartó edényeknél víznyomáspróbát — szilárdsági vizsgálat jelleggel — tartani csak akkor indokolt, ha az időszakos szerkezeti vizsgálatkor a szerkezet szilárdságát veszélyeztető mértékű korróziót tapasztaltunk, vagy ha túlnyomásnak kitett szerkezeti elemeken olyan javítást, átalakítást végeztek, amely az edény szilárdságát esetleg csökkentette.

Feszültség-ellenőrzéssel kiegészített szilárdsági hidraulikus nyomáspróba

A vizsgálat végrehajtása azonos a Szabályzat szerinti víznyomáspróbával, kiegészítve a nyomástartó edény kritikus, számítással nem ellenőrizhető, vagy a használat során bizonytalanná vált (korrodált, sérült) helyeken a feszültség mérésével. A feszültség ellenőrzése közvetett mérési eljárás; a szerkezet alakváltozását (nyúlást, elmozdulást) [27] mérjük, a mért alakváltozások alapján pedig számíthatók a mérési helyeken fellépő feszültségek. A feszültség-ellenőrzéssel kiegészített nyomáspróbát a korszerű biztonságtechnikai előírások részletesen tárgyalják: ismert és elterjedt vizsgálati módszer. Jellegzetesen az első üzembe vételt megelőző biztonságtechnikai vizsgálatsorozat része.

Szilárdsági gáznyomáspróba

A nyomástartó edények szilárdsági vizsgálata elvégezhető gáznyomáspróba közben is. Ennek feltétele, hogy a vizsgálat ne olyan kérdésre próbáljon választ adni — mint amilyet a Szabályzat szerinti víznyomáspróbáknál korrekt módon fel lehet tenni —, hogy a nyomástartó edény kibírja-e a próbanyomást vagy sem: ui. ha az edény a gáznyomáspróbát nem bírná ki, hanem felrobban, ez a vizsgálati helyszín környezetének és a vizsgálatot végző személyeknek meg nem engedhető veszélyeztetése lenne. A gáznyomáspróba mint szilárdsági vizsgálat azonban csak megfelelő feltételek teljesülése esetén alkalmazható.

Folyadék fölött gázpárnával végzett szilárdsági nyomáspróba

Külföldi előírások egyes esetekben a folyadék fölötti semleges gázpárnával végzett szilárdsági vizsgálatot is megengedik. Ilyen vizsgálatra pl. sor kerülhet abban az esetben, ha a berendezés konstrukciója olyan, hogy a légtelenítés nem végezhető el hatásosan; a folyadékkal való feltöltés esetén az edény egyes részeiben, a vezetékszakaszokban gázpárna keletkezne. Az alkalmazás létjogosultságát más példával is alá lehetne támasztani.

Üzemi töltettel végzett szilárdsági nyomáspróba

Megfelelő feltételek teljesülése esetén — külföldi tapasztalatok alapján — a szilárdsági nyomáspróba az üzemi töltettel is elvégezhető. Adott esetben ennek a vizsgálati módszernek az alkalmazása a berendezések biztonságtechnikai vizsgálata keretében jelentős költségmegtakarítást eredményezhet a hagyományos víznyomáspróba alkalmazásával szemben.

Nem nyomáspróba jellegű szilárdsági vizsgálatok

A nyomástartó edények szilárdsági vizsgálatát szolgálja több, nem a nyomáspróbához kapcsolódó vizsgálattípus. Közvetve, a berendezés szilárdságára (ami időben változó is lehet) értékes felvilágosításokat kaphatunk az edénybe helyezett *előfeszített próbatestek* időszakos vizsgálatával. Egyik alkalmazási területe az, amikor az edény szerkezeti elemeire (hőkezelési állapotára, hegesztett kötéseire, igénybevételi szintjére és felületi állapotára) jellemzően megmunkált és terhelt próbatesteket helyeznek, amelyeket 4 évenként kivesznek és teljes anyagvizsgálatra bocsátanak. Ilyen módon a tartályfal megbontása nélkül mérlegelhető azok szilárdsági viselkedése. Érdekes módon ez a gyakorlat csak a Magyar Vagon- és Gépgyár régebben gyártott gömbtartályainál terjedt el — mivel ők akkor adaptálták a most már érvénytelen DIN 3396 szabványt [28] —, jóllehet ez a módszer általánosan alkalmazható lenne.

Nagy hőmérsékleten üzemelő berendezéseknél, ahol a szilárdság a szerkezeti anyagok kúszása miatt csökkenhet, az *élettartam-felügyelet* bevezetésével [29] védekezhetünk. A szilárdsági vizsgálatot a revízió során végezzük. Azon szerkezeti elemeken, amelyeknél üzemi körülmények között a szerkezeti anyag kúszása várható, ellenőrző pontokat jelölünk ki, illetve szemölcsöket hegesztünk fel. Az időszakonként végzett méretellenőrzésből a szerkezet szilárdságcsökkenésének mértékére kapunk adatokat.

A nyomástartó edények szilárdsági viszonyairól üzem közben jó tájékoztatást nyújthat az *akusztikus ellenőrző rendszer* [18]. Az edényen tartósan rögzített detektorok (akusztikus jelvevők) figyelmeztető jelzéseket adnak, ha a szerkezeti elemekben meg nem engedett feszültségek ébrednek, az anyag folyása megindult vagy repedés terjedése veszélyeztet.

Tömörségi vizsgálatok [30]

Nyomástartó edények tömörségi vizsgálatának célja az edénytöltet szivárgási mértékének a megállapítása. A tömörség ellenőrzését szükségessé tehetik gazdaságossági szempontok (a technológia szerint áramló vagy tárolt folyadékok, gázok elfolyásának, elszivárgásának megakadályozása, korróziós károk elhárítása), üzemviteli előírások (pl. az adott technológia, működés csak meghatározott paraméterekkel: nyomással, hőmérséklettel, koncentrációval stb. biztosítható, s a paramétereket az edény szivárgása kedvezőtlenül befolyásolná), egészség- és munkavédelmi előírások, tűz- és robbanásveszély elhárítása.

Nyomástartó edényeken tömörtelenséget okozhatnak az edények anyagának, illesztéseinek (hegesztési, szegecsvarratainak) hibái, rosszul behengerelt csövek, helytelen anyagminőség (pl. öntöttvasak porozitása, műanyagok gázáteresztő tulajdonságai), karimakötések és tömítések.

Valamely nyomástartó edénnyel szemben támasztott tömörségi követelményt biztonságtechnikai szempontból az a feltétel határozza meg, hogy az elszivárgó töltet az edény környezetében (munkaterületen, üzemi helyiségben) tüzet ne okozzon, a kezelőszemélyzet egészségét ne veszélyeztesse (MAK-érték alatt maradjon), az üzem légterében a robbanási koncentrációt ne érje el, továbbá a vákuumedény belső tere a beszívott levegővel vagy több terű készülékeknél a töltetátfolyás robbanó elegyet ne képezzen. A tömörségvizsgálat módszerét a követelménynek megfelelően kell kiválasztani. A nyomástartó edényeket az üzemi töltet és az esetleges tömörtelenség következménye alapján célszerű tömörségi osztályba sorolni *(1. táblázat)*. Az egyes esetekben alkalmazható tömörségi vizsgálati módszereket a *2. táblázatban* foglaltak figyelembevételével kell megválasztani.

1. táblázat

Tömörségi osztály	A tömörtelenség következménye
I.	Lakosságot (lakott településeket) veszélyeztető, katasztrofális tűz- és robbanásveszély, mérgezés, sugárveszély
II.	Üzemeket, üzemrészeket veszélyeztető tűz- és robbanásveszély
III.	A berendezés környezetében tűzveszély, robbanásveszély
IV.	A kezelőszemélyzet számára ártalmas munkakörülmények
V.	Gazdaságtalan üzemvitel

Javaslat az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatok jövőbeli módszerére és gyakoriságára

Tanulmányunk elején kifejtettük, hogy az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatokat a várható meghibásodások törvényszerűségei határozzák meg. Ezt a felfogást egyrészt a megbízhatóságelmélet, másrészt a korszerű külföldi biztonságtechnikai gyakorlat is igazolja.

Összefoglalva megállapítható, hogy a nyomástartó edények meghibásodását

a) statikus terhelés hatására bekövetkező tartós folyás (a folyáshatáron túli deformáció), illetve szakadás;

b) kihajlás;

2. táblázat

Tömörségi osztály az 1. táblázat szerint	Megengedett tömörtelenség				Alkalmazható tömörségi vizsgálatok		
	Ncm³/s, ill. Torr l/s	arh, %	ppm, cm³/m³	Δp, %/h	Hidraulikus nyomáspróbához	Gáznyomáspróbához	Üzemi ellenőrzéshez
1.	2	3	4	5	6	7	8	9
I	$10^{-7}-10^{-10}$		$(10^{-7}-10^{-10})\frac{\tau}{V}$					
II	$10^{-4}-10^{-7}$	$\frac{(10^{-4}-10^{-7})\tau}{100B\cdot V}$	$(10^{-4}-10^{-7})\frac{\tau}{V}$	0,1				
III	$10^{-2}-10^{-4}$	$\frac{(10^{-2}-10^{-5})\tau}{100B\cdot V}$, de legfeljebb 10 arh%	$(10^{-2}-10^{-5})\frac{\tau}{V}$	0,2				
IV	$10^{-1}-10^{-2}$	—	—	0,4				
V	$1-10^{-1}$	—	—	0,5				

de robbanásveszélyes gázoknál az alsó robb. határ ppm-ben kifejezett értékének max. 10%-a, mérgező gázoknál a MAK-érték, ill. az országos emissziós normák

Hidraulikus nyomáspróba *radioaktív* hibaindikációval

Hidraulikus nyomáspróba *kémiai* hibaindikációval

Hidraulikus nyomáspróba kis viszkozitású folyadékkal

Víznyomáspróba vizuális szivárgáskereséssel

Héliumdetektorral végzett vizsgálat; gáznyomáspróba radioaktív hibaindikációval; gázelemzés infravörös spektrográffal; gázkromatográfiás vizsgálatok

Lángionizációs CH-szennyezettségmérés; nyomástartampróba precíziós manométerrel és hőmérséklet-kompenzálással; ammóniával végzett vizsgálat; halogéndetektorral végzett vizsgálat; elektrokémiai analizátorral végzett vizsgálat

Nyomástart. próba; gáznyomáspróba fokozott érzékenységű buborékjelző anyag felvitelével; vízfürdőben végzett nyomáspróba (alámerítéses vizsgálat); ultrahangszivárgásjelző műszerrel végzett vizsgálat

Tömörségi (szappanhab-ecseteléssel végzett) nyomáspróba

Gáznyomáspróba (hallható kifúvások keresésével)

Vizsgálat az üzemi töltetre beállított tömegspektrométerrel; gáznemű üzemi töltethez kevert nyomjelző gázok vizsgálata; gázkromatográfiás vizsgálatok

Ellenőrzés az üzemi töltetre hitelesített szivárgáskereső műszerrel (pl. lángionizációs CH-szennyezettségmérés)

Munkahelyi gázjelző és riasztó berendezések ellenőrzése. Üzemi regisztrátumok (nyomás, összetétel, mennyiség stb.) ellenőrzése

Üzemi töltethez kiválasztott (pl. Dräger-) próbacsövecskékkel végzett levegőminta-ellenőrzés

Üzemi ellenőrzés a berendezés külső felületeinek megtekintésével

^{a} rh, % — a gáztöltet alsó robbanási határa

ppm, cm³/m³ — a kiszivárgó töltet mennyisége a berendezés környezetében

Δp, %/h — a berendezés nyomásváltozási sebessége

$$\Delta p = \left(1-\frac{p_2}{p_1}\frac{T_1}{T_2}\right)\frac{100}{\tau_2-\tau_1}\ \%/h$$

p_1 és p_2, kp/cm² (at) a leolvasott nyomás τ_1 és τ_2 időpontban (óra)
T_1 és T_2, K a közeg hőmérséklete τ_1 és τ_2 időpontban
τ_1, s a tömörtelenségi hely környezetére jellemző, természetes vagy mesterséges légcseréhez szükséges idő
V, m³ az adott műszerre jellemző gázminta térfogata
B, % a vizsgált gáz levegőre vonatkoztatott alsó robbanási határa

c) a szerkezeti anyagok ismételt igénybevétel hatására bekövetkező kifáradása;
d) a szerkezeti elemek ismételt igénybevétel hatására, fokozódó mértékben (progresszíve) bekövetkező globális (az egész keresztmetszetre kiterjedő) alakváltozása;
e) ridegtörés;
f) a szerkezeti elemek vastagságának felületi korrózió, erózió vagy elhasználódás következtében beálló csökkenése;
g) az anyag belsejében ható (nem anyagvékonyodás formájában jelentkező) korrózió,

illetőleg a felsoroltak kombinációi okozhatják.

Az *a)—e)* jellegű meghibásodások bekövetkezésének valószínűsége az edények szakszerű tervezése, gyártása esetén és sikeres átvételi (üzembe vételt megelőző) vizsgálatok, próbaüzem után igen kicsi, ezek véletlen eseményeknek tekinthetők. A véletlen meghibásodások, illetve az igen kis valószínűségű események bekövetkezésének időpontja nem becsülhető (az élettartam ideje alatt bármikor előfordulhat, vagy nem fordul elő), ilyen jellegű meghibásodások esetén az időszakos vizsgálatokat gyakran vagy ritkán elvégezni egyenértékű.

Mindazon nyomástartó edényeknél tehát, ahol az *f)* és *g)* jelű meghibásodások nem várhatók, elegendő volna a karbantartási ciklusokhoz illesztett vizsgálati gyakorisággal — figyelembe véve a nemzetközi tapasztalatokat — kb. ötévenként szerkezeti vizsgálatot (külső-belső revíziót) tartani. A vizsgálat módszere ez esetben a szerkezeti vizsgálatok között felsoroltak közül az adott konstrukció és az üzemi körülmények mellett a legalkalmasabb, lehetőleg a konvencionális vizuális vizsgálattal induló vizsgálatsorozat.

Azokra a nyomástartó edényekre, amelyeken az *f)* és *g)* meghibásodások várhatók, a biztonságtechnikai vizsgálatok módszerét és gyakoriságát a várható korrózió (elhasználódás) típusa és időbeli változása határozza meg. A vizsgálatok módszerét és időközeit háziszabványoknak (műszaki irányelveknek) kellene tartalmazniuk konkrét edényekre, edénytípusokra, töltetekre lebontva.

Időszakos vizsgálatok során víznyomáspróbát (általában szilárdsági vizsgálatot) csak akkor tartunk szükségesnek, ha a szerkezeti vizsgálatok a szilárdságot veszélyeztető meghibásodásokat tárnak fel, vagy az edényen olyan javítást, átalakítást végeztek, amelyek a túlnyomásnak kitett szerkezeti elemek szilárdságát megváltoztathatták.

A tömörségi vizsgálatokat nem tartjuk az időszakos vizsgálatokhoz tartozónak, a nyomástartó edények előírtan tömör állapota állandó szükséges feltétel. A tömörségi vizsgálatok valamelyik módszerének alkalmazását az üzemek feladatának tekintjük, és a biztonságtechnikai felügyeletnek a tömörség ellenőrzését célszerűbb lenne az üzemi ellenőrzések során elvégezni.

Összefoglalás

A bevezetésben vázolt célkitűzésnek megfelelően a nyomástartó edények időszakos biztonságtechnikai vizsgálatait elemeztük. Az említett vizsgálati módszerek gyakorlati végrehajtásának körülményeit azonban nem lehet általánosítani, ezeket mindig külön-külön, egyedi megfontolás alapján kell a vizsgálandó edényhez megtervezni.

A vázolt vizsgálati lehetőség alapján egy-egy nyomástartó edény időszakos biztonságtechnikai ellenőrzése — műszakilag reális alapon — a technika mindenkori szintjén elérhető biztonság megtartásával optimális költségráfordítással végezhető. Nem mindegy tehát, hogy az egyes berendezésekhez milyen vizsgálati technológiát rendelünk, illetve alkalmazunk.

Megállapításaink, illetve javaslataink az előbbiekben elmondottak alapján a következőkben foglalhatók össze:

— Az időszakos vizsgálatok módszerét és gyakoriságát a jövőben a nyomástartó edények meghibásodási analízisére kell építeni. Ennek érdekében javasoljuk a nyomástartó edények meghibásodásainak kiértékelését és feldolgozását, továbbá berendezéshiba-kódok összehasonlítását.
— Hatósági állásfoglalást kell kezdeményezni arról, hogy a víznyomáspróba szilárdsági vagy tömörségi vizsgálatnak tekintendő.
— Amennyiben az időszakos nyomáspróba tömörségi vizsgálat, az ismertetett tömörségi vizsgálatok közül a vállalatok számára legalkalmasabb is használható.
— Amennyiben az időszakos nyomáspróba szilárdsági vizsgálat, elvégzése az időszakos biztonságtechnikai vizsgálatsorozatban csak akkor indokolt, ha a szerkezet vizsgálatakor szilárdságot befolyásoló meghibásodást észlelnek.
— Több edénynél, külön-külön egyedi elbírálás alapján lehetségesnek tartjuk azt, hogy korszerű vizsgáló módszerek és eszközök alkalmazása esetén:
  — az időszakos vizsgálatokhoz nem kell azokat teljesen szétszerelni;
  — az időszakos vizsgálatok és a karbantartási ciklusok egyeztethetők;
  — az edények egy része mentesülhet az időszakos nyomáspróbák kötelezettsége alól.
  — Külföldről vásárolt komplett technológiák esetén a technológiában levő nyomástartó edények vizsgálati eljárásait is meg kellene vásárolni.
  — A különböző technológiák figyelembevételével, készüléktípusokra lebontva „biztonságtechnikai vizsgálati" szabványokat kellene kidolgozni. Ezt a feladatot az ipari üzemek, a hatóság és megfelelő tudományos intézmények együttműködése alapján kellene megoldani.

IRODALOM

[1] Nyomástartó edények biztonsági szabályzata. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1965.
[2] *Novotny L.:* Nyomástartó edények nyomáspróbája, az előírások megváltoztatásának szükségessége. OMBKE XIII. Vándorgyűlés, Hajdúszoboszló, 1972.
[3] *Futó I.:* A biztonságtechnika fejlődése és szerepe az új gazdaságirányítási rendszerben. Biztonságtechnikai konferencia. Budapest, 1971. november 25—26. [Energiagazdálkodás *6* 245—6 (1972)].
[4] Pravila usztrojsztva i bezopasznoj ékszpluatacii szoszudov, rabotajuscsih pod davleniem. Goszgortehnadzor SZSZSZR, 1970.
[5] Arbeitsschutzanordnung 840/1. Druckgefässe ZTÜ der DDR, 1962.
[6] Unfallverhütungsvorschrift. Druckbehälter VBG 17, Köln, 1965.

[7] DT—Z/63: Stale zbierniki cisnieniowe. Warszawa, 1967.
[8] Rules and regulations for the construction testing and scantlings of metal-arc welded steel boilers and other pressure vessels, AOTC, 1965.
[9] API RP 510: API Recommended practice for inspection in petroleum refineries. New York, 1958.
[10] Zuverlässigkeitstechnik — Eine Gemeinschaftsaufgabe in Verbesserung von Wirtschaftlichkeit und Sicherheit. Technische Überwachung Mitt. 281—2 (1971/1972).
[11] *Patzak, G.:* Die Zuverlässigkeit von frühfehleranfälligen Produkten. Dissertation, Technische Hochschule, Wien, 1970.
[12] *Szabó M.:* Biztonságtechnikai megbízhatóság. Doktori értekezés. Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc, 1972.
[13] MSZ 17 100: Termékek megbízhatósága.
[14] *Sedlacek, J.:* Provozni becepnost ... (Gépalkatrészek és szerkezetek megbízhatóságelmélet szerint megoldott üzembiztonsága). Strojirentstvi, *3* 138—45 (1971).
[15] *Williams, H. L.:* NASA reliability techniques in the chemical industry. CEP *12* 45—9 (1970).
[16] *Stumpf, Th.:* Fehleranalyse; Qualität und Zuverlässigkeit *4* 80—4 (1971).
[17] *Nichols, R. W.:* Pressure vessel engineering technology. Elsevier Publ. Comp., Amsterdam, 1971.
[18] Guide to the periodic inspection of nuclear reactor steel pressure vessels. International Energy Agency, Wien, 1969.
[19] ASME-Cod, Section VIII; Division 1—1968. Division 2—1971.
[20] ASME-Cod, Section V, 1971.
[21] *Réti P.:* Fémek roncsolásmentes vizsgálata. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1967.
[22] *Müller, E.:* Handbuch der zerstörungsfreien Materialprüfung. Oldenburg, München, 1968.
[23] *McMaster, R. G.:* Non-destructive testing handbook, Vol. II. Ronald Press, New York, 1959.
[24] *Peters, H.:* Grundlagen der Wasserdruckprüfung. Technische Überwachung Mitt. *3* 81—7 (1961).
[25] *Peters, H.:* Erfahrungen und Folgerungen aus der Anwendung der Wasserdruckprüfung. Technische Überwachung Mitt. *4* 129—34 (1961).
[26] *Balir, J. S.:* Here's why line pipe should not be tested to strains beyond the yield point. Oil-Gas Inst. *11* 62 (1967).
[27] *Thamm—Ludvig—Huszár:* A szilrádságtan kísérleti módszerei. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1968.
[28] DIN 3396—IX. 1957.: Oberirdische Hochdruckgasbehälter.
[29] TÜ. der DDR: Richtlinie für die Lebensdauerüberwachung. WTL Freital, 1970.
[30] NKFV-háziszabvány-tervezet. BV—3/1973. Nyomástartó berendezések tömörségi vizsgálata.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Megkezdődött a Szeged alatti olajmező próbatermeltetése

A hazai viszonylatban oly rangos helyen álló algyői szénhidrogén-mező közvetlen tőszomszédságában, Szeged belterületén mélyítették le 1972 áprilisában a *Sze-1.* jelű kutat.

A kutatásokat és feltárásokat rendkívüli módon megnehezítette a felszín beépítettsége. Nagy körültekintéssel kellett eljárni a fúrási pontok kijelölésekor mind technikai, mind lakosság- és környezetvédelmi okokból is. A telepítési nehézségek miatt a kutak többségét irányított ferdefúrással mélyítették.

A feltáró fúrások mélyítésével egy időben a már lemélyített kutak kivizsgálása és a kutatási eredmények összefoglalása, értékelése folyamatosan történt, így 1973—1974-ben az OGIL és az NKFV elkészíthette a kutatás alatt álló mező próbatermelési tervét.

Az OLAJTERV 1975 elejétől folyamatosan készítette a próbatermelő berendezések kiviteli terveit, amelyekben már figyelembe vették a biztonság érdekében hozott hatósági előírásokat és a hazai, valamint külföldi termeltetési tapasztalatokat is.

A mező próbatermeltetése két évig tart, a próbatermelő kutak száma fokozatosan nyolcra növekszik. Ez idő alatt kell megszerezni a leműveléshez szükséges információkat a tároló működési rendszeréről, a víztest nagyságáról, a kutak termelés közbeni viselkedéséről.

A telepítési nehézségek miatt a kúttermelvény gyűjtésétmérését szolgáló állomás helyét is nagy körültekintéssel kellett kijelölni. A biztonsági övezetek, a különböző létesítményektől való megfelelő távolság betartása mellett a közelítőleg központos elhelyezés és a gazdasági szempontok is szerepet játszottak.

A lakosság, a környezet és a technológiai berendezések védelme érdekében a termelőberendezések kivitelezését fokozott biztonsággal végzik. A termelőkutak kitörését, a vezetékekből való olajkiáramlást automatikus zárórendszerek hivatottak megátolni. A folyóvezetékek háromszoros biztonsággal készülnek. A termelvény gyűjtése, mérése teljesen zárt rendszerben történik. A 170 att körüli termelési kútfejnyomás nemcsak a gyűjtéshez, hanem a termelvénynek az algyői fő gyűjtőbe való elszállításához is elegendő a több mint 20 km-nyi 8″-es vezetékeken. A viszonylag kevés termelőkúttal a letermelést minél előbb be kell fejezni, mert a termelés és a termelőberendezések a város fejlődését, terjeszkedését zavarják.

A lakott területek alóli olajtermelés nemcsak a kutató, a fúró, és tervező szakembereket állította komoly feladat elé, hanem a beruházókat és a kivitelezőket is. Az utak, vasutak, az árvízvédelmi töltések, a mocsaras területek, a különböző felszín fölötti és alatti létesítmények keresztezése, és nem utolsósorban a tervezett hazai és importanyagok, gépi berendezések beszerzése gondos munkát és széles körű együttműködést igényelt.

A tervek elkészültek, az akadályok megszűntek és 1975. december 23-án a mező első kútja, a *Sze-1.* kút, a próbatermelő létesítményeken keresztül termelte az olajat! A termelést kicsi, de kellően képzett szakmunkás-, illetve technikusi képesítéssel rendelkező szakembergárda irányítja.

Elő Vendel
okl. olajmérnök,
részlegvezető
(NKFV, Szeged)

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szakmai nap Komádiban

1975. december 10.

Az Alföldi Fúrási Szakcsoport munkájának legjelentősebb és leghasznosabb mozzanatai a különböző üzemegységek központjában negyedévenként sorra kerülő szakmai napok. Az előadott és megvitatott téma az üzem fő tevékenységéhez és életéhez kapcsolódik.

A múlt év decemberében Komádiban, a legfiatalabb üzemegységben

TOKIÓTÓL HOUSTONIG

címmel élménybeszámolóval egybekötött, diaképes előadást rendezett a szakcsoport.

Dr. *Somfai Attila* a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszusról tartott mind szakmailag, mind társadalmi vonatkozásban érdekes és színes beszámolót. Összefoglalta a világ jelenlegi kőolaj- és földgáztermelését, a legújabban becsült, felkutatott és felkutatásra váró készletek nagyságát és azokat az elméleteket, amelyek a nagy szénhidrogén-medencék kialakulásához vezettek. Külön foglalkozott Japán — a vendéglátó ország — kőolajiparával és annak különleges helyzetével. Végül a számunkra távoli világrész életéről, szokásairól, kultúrájáról és embereiről hallottunk érdekes részleteket.

Horváth Dénes houstoni tanulmányútjáról tartott mindenki számára különlegesen értékes összefoglalót. Elsőként ismertette a *DATA UNIT*-ot, a túlnyomásos rétegek előrejelzését biztosító, pontos érzékelő, adatgyűjtő, elemző és regisztráló rendszert, egységet. Kihangsúlyozta, hogy a kutatófúrások mélyítése során törekedni kell a maximális információszerzésre és rétegvédelemre, valamint biztonságra. Majd színesen ecsetelte élményeit, az amerikai életformát és az embereket.

Végül a csaknem 100 résztvevő megtekintette az üzemegység gyorsan fejlődő központját.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(NKFÜ, Szolnok)

Nagy hőmérsékletű tartályfelületek korrózióvédelme

RÓNAY DEZSŐ

A szénhidrogének fokozott felhasználásával növekvő korróziós problémák jelentkeznek a fűtőolaj-tárolás és -szállítás vonalán is.

A korrózió a tartályok szabadtéri felületeit a külső oldalon az atmoszféra korrozív anyagaival támadja, míg a talajban levő külső csőfelületeket a talaj agresszivitása és mindkettőt belülről a tárolt, ill. szállított tüzelőolaj komponensei veszélyeztetik. A háromféle igénybevétel ellen különböző aktív és passzív módszerekkel lehet védekezni.

A tároló és szállító berendezéseket általában a külső oldalakon védik valamely bevonattal, de nem vagy csak kevés gondot fordítanak a sokkal jobban veszélyeztetett belső felületek korrózióvédelmére.

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a külső és a belső felületek bevonására milyen típusú passzív bevonatrendszerek alkalmazhatók.

A szénhidrogének felhasználása a hőenergia biztosítására ez ideig erősen növekvő tendenciát mutatott. Evvel együtt járó jelenség a tüzelő- és fűtőolaj-tároló és -szállító rendszerek kiépítése. A tároló és szállító berendezéseket a korrózió veszélyezteti. Ez ellen aktív és passzív módszerekkel lehet védekezni.

A fűtő- és tüzelőolaj-rendszerek korróziója

A fűtő- és tüzelőolaj-rendszerek korróziós károsodása függ:

— a korróziós közeg agresszivitásától és
— a behatás időtartamától.

A nagyobb hőmérsékletek gyorsítják a korróziós igénybevételt és egyben a festék- és műgyanta bevonatok öregedését is.

Felméréseink és üzemi tapasztalataink szerint a fűtő- és tüzelőolaj-rendszerekben a *belső* oldali korrózió sokkal súlyosabb problémát szokott okozni, mint az atmoszferikus vagy a talajoldali károsodás. Ez teljes mértékben ellentmond annak a gyakorlatnak, hogy a tartályokat és a csatlakozó rendszereket kizárólag kívülről védik a korróziótól [1, 3].

A környezeti hőmérsékletű berendezések *belső* felületén a szállított tüzelőolaj, ill. gázolaj és a benne oldott vagy szállított szennyezők (víz, sóoldat stb.), illetve ezek gőzei és kondenzátumai okoznak korróziót. A gőzökben a kén-hidrogén és esetenként a sósav is megtalálható. Ezek együttesen elsősorban lyukkorróziót idéznek elő, amely először a hőkezelési, hegesztési zónákban jelentkezik. A kondenzálódás zárt rendszerekben a tartály felső szakaszában igen rövid idő, 2—3 év alatt jelentős korróziót képes előidézni [1]. Az úszófedeles tartályoknál valamelyest eltérő esetet tapasztalunk, mert a fedél lesüllyedésekor a belső palástfelület jelentős része az atmoszférára kerül, és így váltakozó igénybevételt szenved. Ennek ellenére a gyakorlatban ez ideig ezek a belső felületek nem kaptak semmiféle védelmet. A kettős igénybevétel miatt nemcsak lyukkorrózióval, hanem az atmoszférára esetenként jellemző, főleg általános eloszlású és egyenletes korrózióval is kell számolni.

Gazdaságossági elemzés eredményeként dönthető el adott esetekben, hogy a „korróziós ráhagyás", vagyis a statikailag indokolt vastagságú lemeznél mennyivel vastagabbat célszerű használni, illetve ehelyett milyen bevonatot lehet felvinni. A bevonás költségének m²/év mértékben legalább 5 évre diszkontálva egyensúlyban kell lennie a vastagságráhagyás költségeivel.

A *fűtőolaj*tartályok és -rendszerek 150—180 C°-on üzemelnek, ezért zárt rendszerek és általában kétféle kivitelben készülnek:

— szigetelő burkolattal vagy
— belső fűtéssel.

Egyes újabb építésű, 20—40 ezer m³-es fűtőolajtartályokat burkolat nélkül, belső fűtéssel készítenek. Ez azonban újabb korróziós problémákat vet fel. A gőztérben, a tartály legfelső zónájában állandó kondenzációval kell számolni. Minél kisebb a külső hőmérséklet, annál erősebb a kondenzáció, ezzel együtt a korrózió veszélye is. A fűtőrendszer külön korróziós lehetőség. A fűtésre használt melegítő olaj a keringetéskor korróziót okozhat, és korróziós termékeket vihet be a melegítőrendszerbe. A csőkígyó külső felületén, a hőátadó felületen túlmelegedéskor kokszolódás játszódhat le, amely rontja a hőátadást.

Mivel ezzel a kérdéssel ez ideig hazánkban nem foglalkoztunk, kidolgozandó olyan eljárás, elsősorban inhibitoros módszer, amely a melegítőolajos blokk teljes belső rendszerét megvédi a korróziótól, és hatékonysága a melegítéskor sem változik.

Az állandó fűtés, hőntartás azonban nagy mennyiségű kalóriát emészt fel. A befektetendő energia költsége megemeli az üzemi költségeket. Kérdés tehát, hogy olcsóbb-e ez a módszer, mint a megfelelő hőszigetelés.

A zárt rendszerű fűtőolajtartályok korrózióra érzékeny belső részeit elsősorban műgyanta bevonással lehet megvédeni. Ehhez külföldön a festékgyáraknak már van megfelelő hő- és vegyszerálló bevonóanyaguk; ez egyben alkalmas olyan felvitelre is, amely egy ilyen tartályban megvalósítható. Távlatilag elképzelhető, hogy a tartályelemeket összeépítés előtt szemcseszóró és alapozó soron viszik keresztül. Ez azonban a mostani munkaszervezési feltételek között nehezen képzelhető el.

A föld alatti, általában kisebb méretű, max. 100 m³-es tartályok *belső* korrózióvédelme sem megoldott. A gázolajban felhalmozódott mikroorganizmusok és üledékek különösen a porlasztásos rendszerű tüzelőberendezésekben ez ideig már igen sok bajt okoztak. Ugyanakkor a tartályokban számos esetben a felső és alsó övekben [2] lyukadás következett be. Ez a talajszennyezés miatt ma már nem engedhető meg.

1. táblázat

Bevonatrendszerek laboratóriumi vizsgálata kb. 1000 órán át vízgőzkamrában, BS szerint

Sorszám	Felépítés	Rétegszám	Vastagság, μ	Alapminőség	Elváltozás
1.	*Katepox*	2	200	K0	15% hólyagosodás
	Durol	2	100		75% tapadás
2.	*Katepox*	2	100		30% hólyagosodás
	Durol	3	100	K3	75% tapadás, erős alapkorrózió
3.	*Minium*	2	80	K0	80% hólyagosodás,
	Durol	2	60		foltokban korrózió 25% tapadás
4.	*Tixolin*	2	60		70% hólyagosodás
	Durol	2	80		általános korrózió 20% tapadás
5.	*Reaktív*	2	60	K0	5% hólyagosodás,
	Rezisztán	2	60		a széleken nincs korrózió
6.	*WP*	1	10		Enyhe krétásodás,
	Tixolin	2	60	K1	60% tapadás,
	Perszint	2	80		30% alapkorrózió
7.	*Rapid Cinkk.*	2	50	K0	Nincs változás
	Tixotrop-Klorotex	2	150		
8.	*Rapid Cinkk.*	2	50	K2	Nincs változás
	Tixotrop-Klorotex	3	250		

2. táblázat

Atmoszferikus vizsgálatok eredményei Budapesten

Sorszám	Felépítés	Vastagság, μ	Rétegszám	Alapmin.	Idő, év	Elváltozás
1.	*Katepox*	220	2	K3	7	Erős krétásodás,
	Durol		3			északi old. leválás 30%, alapkorr. 10%
2.	*Katepox*	200	2	K0	5	Erős sárgulás és
	Durol	100	2			krétásodás, alapkorr. nincs, tapadás 90%
3.	*Minium*	80	2	K0	5	Erős sárgulás, krétásodás, 25%
	Durol	60	2			alapkorr., tapadás 80%
4.	*Tixolin*	60	2	K1	5	Erős krétásodás,
	Durol	80	2			alapkorrózió, tapadás 80%
5.	*Reaktív kg.*	60	2	K0	5	Nincs változás
	Rezisztán	60	2			
6.	*WP*	10	1			Enyhe mattulás,
	Tixolin	60	2	KL	7	alapkorrózió 10%
	Perszint	80	2			
7.	*Rapid Cinkk.*	50	2			
	Tix. Klorotex	150	2	K0	2	Nincs változás
8.	*Rapid Cinkk.*	50	2			
	Tix. Klorotex	250	3	K2	2	Nincs változás

A *külső* oldali korrózió jelenségei jóval ismertebbek és a védekezési módokban is jelentős gyakorlatuk van a kivitelezőknek. A korróziót az atmoszféra alkotói okozzák, amelyek közül a legfontosabbak:

— a nedvesség,
— a napsugárzás és
— a légszennyezők.

A korrózió elsősorban a hegesztési varratok környékén indul el.

A védekezés módjai jórészt ismertek. A „hagyományos" festési módszerek azonban csak a környezeti hőmérsékleten üzemeltetett berendezéseken használhatók. A szigetelőburkolatok alatt és a nagyobb hőmérsékletű felületeken a hagyományos festési eljárások nem használhatók eredményesen, és a hazai festékipar jelenleg nem is gyárt ilyen bevonóanyagokat, ezért a kérdés megoldása nem egyszerű.

A kísérleti eredmények

A korróziós jelenségek és a védekezési módok ismertetése után bemutatjuk azokat a kísérleteket, amelyeket mintegy 10 éven keresztül folytattunk. Meg kell jegyeznünk, hogy a „hideg" felületek korrózióvédelmi vizsgálataival kezdtük a kísérleteket, és csak később vált szükségessé a nagyobb hőigénybevétel vizsgálata.

Hideg külső felület védelme

A kőolajipari tartályok és a háztartási tüzelőolaj-tartályok többségét a környezet hőmérsékletén üzemeltetik. Ezért ezek felületvédelmi kérdései előbb jelentkeztek. A kísérleteink során

— laboratóriumi gyorsított vizsgálatokat,
— kitéti és kis méretű üzemi vizsgálatokat,
— nagy méretű üzemi vizsgálatokat

végeztünk. A kísérletek célja elsősorban annak a megállapítása volt, hogy

— a hazailag gyártott festékféleségek közül melyek a legalkalmasabbak erre a célra,
— milyen felület-előkészítést igényelnek a kiválasztott festékféleségek,
— milyen élettartam és felújítási ciklusidő várható az előzőktől az átlagos kivitelezés, ill. a korszerűsített kivitelezés szintjén.

A felsorolásból látható, hogy igen sok, nehezen befolyásolható, külső tényezővel kellett számolnunk a kísérletek során. Ebből az is következett, hogy nagyszámú és hosszú idejű vizsgálatok alapján lehetett csak reális következtetésre jutni. A műszaki haladás üteme szerencsére nem volt ezalatt olyan gyors, hogy az eredmények túlhaladottak lennének.

A vizsgált bevonatrendszerek atmoszferikus igénybevételre az alábbiak voltak *(1. táblázat)*.

A laboratóriumi vizsgálatok után kis méretű ipari tartályokon végeztük el ezen rendszerek kisüzemi vizsgálatát. A vizsgálatot korábban már részleteztük, így csak az eredményeket ismertetjük [2].

A kitéti állomásokon és a tartályokon végzett, saját kivitelezésű kísérletek eredményeit a *2. táblázatban* összegezzük. A két táblázat adatait értékelve meg kell állapítanunk, hogy mindenféle szempontból a legdöntőbb tényező a felület előkészítése. Minél tisztább, oxidmentesebb az alap, annál tartósabb lesz a bevonat.

A másik döntő tényező a rétegvastagság. A megfelelő alapra felvitt, kellő vastagságú réteg biztosítja csak a maximális élettartamot. A harmadik tényező a festék minősége. Mindhárom tényező hatását jól érzékelhetjük a vizsgálatok alapján.

A kiértékelés óta eltelt időben a változások tendenciája megmaradt. A három befolyásoló tényező kölcsönhatását figyelembe véve lehet valamely bevonat-

rendszer alkalmazására javaslatot tenni. Ez a hármas tényező valamennyi fajtavizsgálatnál érvényesül. Ezeket azonban nem lehet mindig korrelációba hozni. A sópermetkamrás vizsgálat eredményei eltérnek a vízgőzkamrás vizsgálatokétól. A legjobb egyezést a BS-rendszerű vízgőzkamra és a kitételi vizsgálatok között találtuk. Ennek alapján kezdtük meg a nagyméretű tartályokon a kísérleti jellegű bevonásokat. A szakipari vállalatok felkészültsége abban az időben azonban nem tett lehetővé eredményes és hatékony előkészítést. Hiába lett volna várható előzetes vizsgálatok alapján, hogy pl. a *Minium-Durol* rendszer is megfelelő védelmet fog biztosítani 3 évig, ha nem tudtak *K*2 fokozatú tisztítást végezni. Ennek ellenére sikerült a kézi előkészítéssel a *Katepox-Durol* rendszereknél 5—8 éves felújítási ciklust elérni. Ezt az élettartamot nem *ipari* légtérben lehetett elérni.

Ezen, viszonylag jó eredmények alapján terjedt el a kőolajiparban, majd számos vegyipari üzemben a *Katepox-Durol* rendszer alkalmazása. Ismételten hangsúlyozni kívánjuk, hogy ez 1964—66 között megoldás volt, és az akkori festékekkel sikerült is az eddigieknél hosszabb élettartamokat elérni. *A jelenlegi ismereteink szerint azonban már semmiképpen nem javasoljuk ezt a rendszert,* mert a festékek összetételében jelentős változás következett be.

Az újabb kutatások és vizsgálatok lehetővé teszik más bevonatrendszerek alkalmazását. Ilyen volt a *Rapid-cinkkromát-Tixotrop-Klorotex* rendszer. Az ehhez tartozó *K*2 minőségű felület-előkészítés is azóta megvalósult. Így nincs akadálya, hogy ez a rendszer terjedjen el. A vizsgálatok szerint, amennyiben a tendenciák az összehasonlításnál hosszú távon is megmaradnak, nem lesz lehetetlen 10 éves felújítási ciklusokat tervezni. Ennek feltétele a *K*2 minőségű előkészítés és a min. 250 µm-es rétegvastagság.

Meleg külső felületek bevonása

A hosszú időn keresztül folytatott vizsgálatok újabb fejezetét jelentette a 100 C° fölötti üzemi hőmérsékletű felületek bevonásának, korrózióvédelmének megoldása. Előre kell bocsátanunk, hogy ezen a területen csak előzetes vizsgálatokról tudunk beszámolni, mert üzemi méretekben, szigetelőburkolat nélküli fűtőolajtartályokat csak mostanában kezdenek üzembe helyezni.

A követelmények magasak a *külső* oldalon: a hőmérséklet- és az időjárásállóságot együtt kell biztosítani. Az előzetes vizsgálatok módszereit felhasználva kerestük azokat a festékféleségeket, amelyek tartósan vehetők igénybe 140—160 C°-on, miközben eső, hó stb. hull rájuk. Feltételeztük, hogy a hőbehatás állandó, legfeljebb negatív külső hőmérsékleteken megy 100 C° alá a falhőmérséklet. Feltételezzük, hogy a hőfokesés ebben az esetben max. 30—40 C° lesz a tartály belső része és a külső fala között. Így a vizsgálatoknál először a száraz hőbehatást vizsgáltuk. A *3. táblázatban* bemutatjuk a vizsgált hazai és néhány külföldi eredetű bevonatrendszerek változását 60, 80, 100, 120, 150 C°-on.

Valamennyi bevonat rétegvastagsága kb. 150 µm volt. A hőntartást 100 óráig végeztük, és 10 óránként szemrevételeztük a lemezeket és a tapadást is megvizsgáltuk.

3. táblázat

Egyes bevonatrendszerek hőállósági vizsgálata

1. Reaktív alapozó — *Rezisztán* 2+2 réteg

Hőfok C° Idő h	Tapadásváltozás, % 60	80	100	120	150
10	100	90	70	30	20
20	100	80	70	30	—
30	80	80	60	10	—
40	80	75	50	—	—
50	50	60	40	—	—
60	50	50	30	—	—
70	50	40	30	—	—
80	50	30	20	—	—
90	50	30	20	—	—
100	45	30	20	—	—
2. *Katepox* 3 réteg					
10	100	100	100	90	75
20	100	100	80	20	50
30	100	90	75	50	10
40	100	90	60	30	—
50	100	80	50	—	—
60	90	80	50	—	—
70	90	75	30	—	—
80	70	75	25	—	—
90	70	60	10	—	—
100	70	50	10	—	—

A táblázatból látható, hogy a hazai előállítású *Rezisztánnak* és *Katepoxnak,* amelyeknek jó atmoszféraállóságuk volt, a hőmérséklet emelésével és a hőntartás idejének növelésével fokozatosan romlott a tapadásuk, végül teljesen leégtek a felületről.

A vizsgált *Vulkoszil-ezüst* és a külföldi eredetű *Metallogal Me II.,* valamint a *Pangoplast 226* és *Pharmol EP-ZG* jelű importtermékek ezen igénybevétel alatt nem változtatták sem tapadásukat, sem védőhatásukat. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy az epoxi-szilikon vagy cink-alumínium pigment tartalmú bevonóanyagok közt kell keresni a megfelelő hőálló festékeket. Ismeretes, hogy a szervetlen szilikát kötőanyagot is tartalmazó bevonóanyagok cink-alumínium pigmenttel szintén jó hőállóságúak, de az időjárásállóságukat csak átvonólakkal lehet biztosítani. A *Vulkoszil* esetében a jó védőhatás csak beégetés után várható, és a többivel megegyezően csak *K*0/*T*0 tisztaságú felületre hordható fel.

Következtetés levonása céljából meg kell jegyezni, hogy a nagyobb hőmérsékletű felületek bevonásánál nem kerülhető el a szemcsefúvatásos előkészítés. Egyik oka annak, hogy ez ideig nem fejlesztett ki a hazai festékipar ilyen igénybevételre bevonóanyagot, az volt, hogy a kivitelezők nem rendelkeztek hatékony szemcseszóró vagy -fúvó berendezésekkel. Így üzemi méretű vizsgálatokra sem kerülhetett sor, és kellő referencia nélkül nem is lehetett engedélyeztetni ilyen bevonatrendszert.

Meleg belső felületek bevonása

Korábbi közleményeinkben [3, 4] már részletesen ismertettük azokat a vizsgálatokat, amelyek a tartályok, illetve berendezések belső oldalainak felületvédelmével foglalkoztak. A korábbi vizsgálatok továbbfejlesztésével néhány újabb eredményt sikerült elérnünk.

Ismeretes, hogy az üreges testek belső oldala, szinte függetlenül az átmérőtől, sokkal erősebben korrodeál, mint a külső. Ennek oka részben a hatásokban keresendő. Az oxigénellátás változása, kondenzáció, vegyszeres igénybevétel a belső oldalakon lényegesen erősebb. Ezért az esetek többségében a berendezések belülről kifelé gyorsabban lyukadnak ki. A korrózió megjelenése elsősorban lyukkorrózió, és főleg a hőkezelési és feszültségi zónákban, a hegesztési varratok mentén indul meg.

A kőolajipari és fűtőolajtartályok belső felületét nem szokás védeni a korróziótól. E felfogás oka elsősorban az lehet, hogy nem közismert a fenti folyamat, vagy egyszerűen nem látszik, hogy belül mi folyik le, illetve az a tévhit él, hogy a kőolaj és termékei védenek a korróziótól.

Ebben az esetben a korrózió megelőzésének módja többféle lehet:

— a korrozív anyagokat valamilyen módszerrel el kell távolítani a rendszerből, ami főleg a víz és só esetében oldható meg több-kevesebb sikerrel;
— az agresszivitás csökkenthető semlegesítő és inhibitoranyagok adalékolásával;
— bizonyos esetekben meg lehet változtatni a technológiát vagy bizonyos paramétereit;
— alkalmas védőbevonatokat kell használni.

A fűtőolajtartályok belső korrózióvédelméhez elsősorban a bevonás, másodsorban az inhibitorok alkalmazása jöhet szóba. Vizsgálatainknál ezért elsősorban a passzív eljárásokat próbáltuk ki. Kísérleteinket fűtőolajtartályok híjával üzemi szeparátorokon, reaktorokon végeztük, ahol elérhető volt a 150 C° körüli hőmérséklet. A kivitelezést a felület alapos tisztításával kezdtük. Egyes esetekben kémiai kezelést, foszfátozást is végeztünk, majd igen gondosan zsírtalanítottuk a felületet többszöri és mindenkor teljesen tiszta oldószerrel és ruhával. A bevonást hígított alapozással kezdtük.

Mivel a bevonóanyagok választéka igen szűk, *Katepox, Nerolin, Eporezit* és *Epamin* elnevezésű termékeket próbáltunk ki. Ezek kémiai ellenálló képessége megfelelő, és a hőtágulásuk sem tér el túlzottan az alapfémétől. Az értékelésre 12—14 hónap után került sor. A bevonatok rétegvastagsága egységesen 150—200 µm volt. Az első és második éves kiértékelésnél megállapítottuk, hogy a *Katepox* 90 C°-ig használható üzemi, tehát vízgőzös körülmények közt. Az *Epamin* hasonlóan, de max. 100 C°-ig vehető igénybe. Egyedül az *Eporezit* bizonyult alkalmasnak 150 C°-ig. A közeg nedvesség-, sósav-, szénsav- és kén-hidrogén-tartalma nem támadta meg ezeket a bevonatokat.

Vizsgáltuk a tisztítási gőzöléskor a bevonatok viselkedését. A kb. 160—180 C°-os gőz hosszabb idő, 24—36 óra után jelentősen károsítja mindkét, sőt valamennyi bevonatot. De nemcsak a gőz hőmérséklete okoz kárt, hanem utána a hirtelen lehűlés.

A vizsgálatok alapján az a vélemény alakult ki, hogy ha a tartályt, berendezést teljesen összefüggő műgyanta bevonattal borítjuk, akkor a gőzölés elhagyható. Emulziós vizes mosással eredményesebben lehet megtisztítani a berendezéseket, mint kigőzöléssel. A gőzölés ugyanis elsősorban a szénhidrogéngőzöket szorítja, desztillálja ki a felületről és a pórusokról. Ha a felület sima, korrózómentes, nincs szükség erre a radikális megoldásra.

Nehéz szénhidrogének, mint a fűtőolaj esetén a helyzet hasonló. Az *Eporezit* jól bevált bevonóanyag. Ha a gyártó mű előírása szerint használják fel, a belső bevonásra alkalmas. Ez is *beégetős* lakk, ezért az előírás szerinti felmelegítést akár gőzzel is biztosítani kell.

A kivitelezés kérdését kell még megemlíteni. A nagy igénybevétel miatt az ideális megoldást a berendezést gyártó műben kell kezdeni. A beépítésre kerülő lemezés idomanyagot leszabás és összeállítás előtt célszerű mindkét oldalon szemcsefúvással megtisztítani és ellátni cinkporos alapozóval. A szerelés után ezt a helyszínen viszonylag egyszerű lesz kijavítani, majd a szükséges bevonatokkal átvonni. Ezt a módszert ez ideig csupán a pébégáz-gömbtartályoknál sikerült megvalósítani. Éppen ezért van remény arra, hogy máshol is lehet hasonló technológiát bevezetni.

A korrózióvédelmi módszerek gazdasági értékelése

A korszerű korrózióvédelmi megoldások a jelenlegi technológiai és árszinten feltétlenül drágábbak, mint a védelem nélküli megoldások. A beruházási takarékosság azonban 3—5 év múlva az üzemi költségekben esetleg többszörösen visszaüt. A korrózióvédelmi ráfordításokat részben az élettartam növekedésével, részben a közvetett, üzemkiesésből származó károkkal kell összevetni.

A bevonások, különösen a meleg felületek belső bevonása gazdaságosságilag nehezen indokolhatók, amíg kellő referencia nem áll rendelkezésre. A kísérleti jellegű bevonások költségei rendszerint jelentősen magasabbak, mint az üzemszerű és különösen a művi előkezelési költségek. Ezért ezek kevéssé bizonyító erejűek.

Az eddigi kísérleti bevonásoknál 160—500 Ft/m² nagyságrendű költségek merültek fel, de nem tudni, hány évre oszlik el ez a költség. Ezért a kísérleteket folytatni kell, amíg egyértelmű és megbízható, azaz értékelhető eredmény nem áll rendelkezésre.

IRODALOM

[1] *Károlyi J.—Rónay D.:* Fűtőolajtartályok korróziós kérdései. Energiagazdálkodás *12* 50—61 (1971).
[2] *Rónay D.—Hlinyánszky I.—Tomor L.:* Kőolajipari tartályok korrózióvédelmének problémái. Gyártástechnológia *9* 428—32 (1974).
[3] *Rónay D.—Falaky J.—Lázár S.:* Műgyanta alapú bevonatrendszerek alkalmazásának tapasztalatai kőolaj-feldolgozó üzemekben. Kőolaj- és Földgáz *3* 65—71 (1975).
[4] *Rónay D.:* Fűtőolajtartályok és csatlakozóvezetékei korrózióvédelmének problémái. Energiagazdálkodás *8—9* 365—8.

Útépítő bitumenek előállítása romaskinói gudronból

FINASIN, V. N. –
GUN, R. B.

A cikk részletesen ismerteti a Szovjetunióban alkalmazott folyamatos csőreaktoros, valamint a kompresszor nélküli bitumenfúvató berendezést, végül foglalkozik a folyamatos üzemű kolonnás üzem részleteivel.

Az elvégzett mechanikai vizsgálatok alapján a kolonnás reaktorban gyártott bitumen bizonyult a legjobbnak.

A Szovjetunióban az útépítő fúvatott bitumeneket folyamatos és szakaszos eljárással gyártják. A folyamatos fúvatásos lepárlást csőkígyós, kompresszor nélküli és oszlopos típusú reaktorban végzik. A szakaszos fúvatást fúvatóberendezésekben (üstökben) hajtják végre.

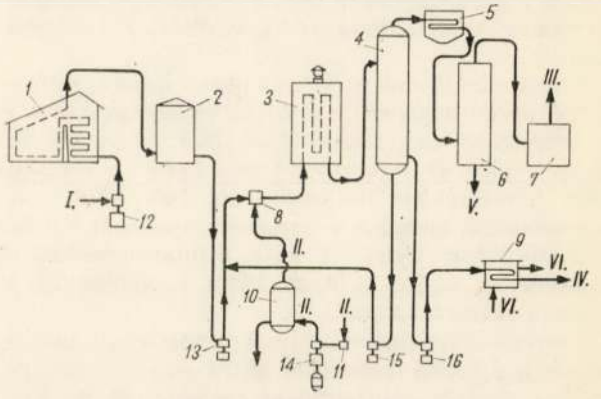
A bitumengyártó fúvatóberendezés *(1. ábra) 5—11* függőleges üstből áll, ezek szakaszosan dolgoznak, ugyanakkor a nyersanyag megszakítás nélkül érkezik a berendezésbe. A forró gudron folyamatos betáplálását az előkészített fúvatóüstbe az összes többi üst munkájával összehangolt grafikon alapján biztosítják.

Minden üstöt üzemeltetésének kezdetekor magasságának $^2/_3$ részéig gudronnal töltenek fel, azután a szórórózsán keresztül sűrített levegőt (0,5—1,0 at) fújnak be. A levegőt akkor kapcsolják rá, amikor a nyersanyag eléri az üst $^1/_3$ magasságának a szintjét. A kívánt bitumentulajdonság és a nyersanyag természetétől függően a fúvatás hőmérsékletét 220—270 C° határok között tartják. A romaskinói nyersolaj gudronjának feldolgozásakor a hőmérséklet 250 C°. A kész bitument az elosztóba szivattyúzzák vagy billenőtartályos vasúti kocsikba fejtik.

A fúvatóüstök (-kazánok) egy kúp alakú csővel vannak összekötve, amelyen át a fúvatás gáznemű termékei a keverőkondenzátorba jutnak, ahol egy részük kondenzálódik és a kondenzátum a gyűjtőbe jut. A nem kondenzálódott termékeket az elszívócsövön át elégetésre a kemencébe vezetik vissza.

A berendezésben a fúvatóüstök nincsenek teljesen kihasználva, mert azok, míg a bitumen laboratóriumi vizsgálata tart, nem működnek. Sok időbe telik a kazánok feltöltése és ürítése, ami csökkenti az üzem termelékenységét. Berendezései terjedelmesek, és sok energiát kell felhasználni a vezetékek felmelegítésére. A bitumengyártás folyamatát nehéz automatizálni, ami kihat a nyert bitumen összetételére és tulajdonságára.

A folyamatos csöves reaktoros bitumengyártó berendezés fő szerkezeti részei a kemence, reaktor, elpárologtató, leválasztó, segédberendezések, szivattyúk, kompresszorok stb. A berendezés egyforma típusú tagokból van összeállítva. Az ilyen berendezés egyik tagjának technológiai vázlata a *2. ábrán* látható.



2. ábra

A bitumengyártás technológiai vázlata — csőreaktortípussal

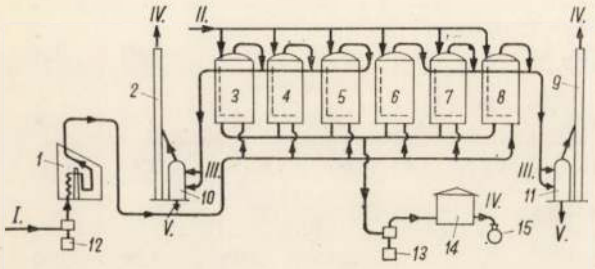
1 — kemence; 2 — a forrógudron-tartály; 3 — csőtípusú reaktor; 4 — elpárologtató; 5 — a fúvatás gáznemű termékeinek hűtője; 6 — leválasztó (szeparátor); 7 — tűztér a fúvatás gáznemű termékeinek elégetésére; 8 — keverő; 9 — bitumenhűtő; 10 — kiegyenlítőtartály; 11 — szűrő; 12 — nyersanyagszivattyú; 13 — reaktort tápláló nyersanyagszivattyú; 14 — kompresszor; 15 — recirkulációs szivattyú; 16 — bitument továbbító szivattyú

I — nyersanyag; II — levegő; III — füstgázok; IV — bitumen; V — párlat; VI — víz

A *12* szivattyúval a tartályból felszívott gudront az *1* jelű csőkemencébe vezetik, ahol 260 C°-ra melegítik fel. A kemencéből a nyersanyag a *2* kiegyenlítő tartályba kerül. Innen a *13* szivattyúval a *8* keverőbe táplálják. Ugyanide vezetik a *15* szivattyúval a recirkulációs fúvatott terméket és a *14* kompresszorral 7 atra sűrített levegőt. A termékek keveréke a keverőből a *3* reaktorba kerül.

A levegő oxigénjével a nyersanyag fúvatása habosított fázisban a *8* keverőben kezdődik, majd a csőreaktorban fejeződik be. A *3* reaktorból kilépő termékek a *4* elpárologtatóba kerülnek, ahol a folyékony és gáznemű fázisok szétválasztása történik meg.

A felhasznált levegő, a fúvatás gáznemű termékei és a nyersolajpárlatok az *5* léghűtőn keresztül a *6* szeparátorba kerülnek. A gőzök nem kondenzálódott részét a *6* szeparátorból a *7* égéstérbe továbbítják utánégetésre. Ez az atmoszféra gáztermékekkel való szennyezésének elkerülése végett történik. A nyers-



1. ábra

A bitumenlepárlás technológiai vázlata — fúvatásos kazánnal

1 — kemence; 2, 9 — elszívócsövek; 3, 8 — fúvatóüstök; 10, 11 — keverőkondenzátorok; 12, 13 — szivattyúk; 14 — elosztó; 15 — tartály

I — nyersanyag; II — levegő; III — víz; IV — a fúvatás gáznemű termékei; V — kondenzált termékek

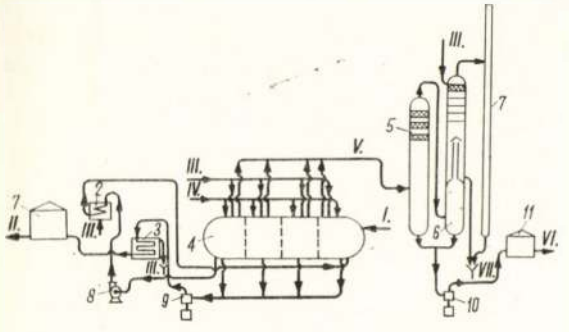
olajpárlatok kondenzálódott részét a *6* szeparátor alsó részébe gyűjtik össze, ahonnan szivattyúval az üzemanyagtartályba szívatják át. A *4* elpárologtatóból a bitumen egy részét a *15* szivattyúval recirkulációként a *8* keverőbe vezetik. A fölös fúvatott bitument a *4* elpárologtatóból a *16* szivattyúval vonják ki, és a *9* hűtőn keresztül átnyomatják a bitumentermékét a tárolótartályba tárolásra és lefejtésére.

A kompresszor nélküli fúvatásos bitumenes üzem technológiájának vázlata a *3. ábrán* látható. A gudront 230—250 C°-on a *4* reaktorba vezetik, ahol a nyersanyag fúvatása és a szükséges fajtájú bitumen előállítása történik. A gudronfúvatás levegőjét az atmoszférából a reaktorba turbinás eloszlatóval vezetik be. A *4* reaktorból a bitument a *9* szivattyúval a *3* hűtőn keresztül az elosztótartályba nyomatják.

A gáztermékek és gőzök a fúvatóreaktorból a hidrociklon után az *5* leválasztóoszlopba kerülnek, ahol a gőzzel elragadott cseppfolyós részek elkülönítése történik meg. A leválasztóoszlopból a gázok a *6* mosóba kerülnek. Itt megy végbe a vízgőzök és vizes nyersolajpárlatok kondenzációja és a fúvatás gázainak hűtése. A gázokat az utánégető kemencében égetik el. A vizet a csatornákba vezetik, a párlatot (olajat) szakaszosan a *10* szivattyúval az *5* gyűjtőből a *11* tartályba szívatják.

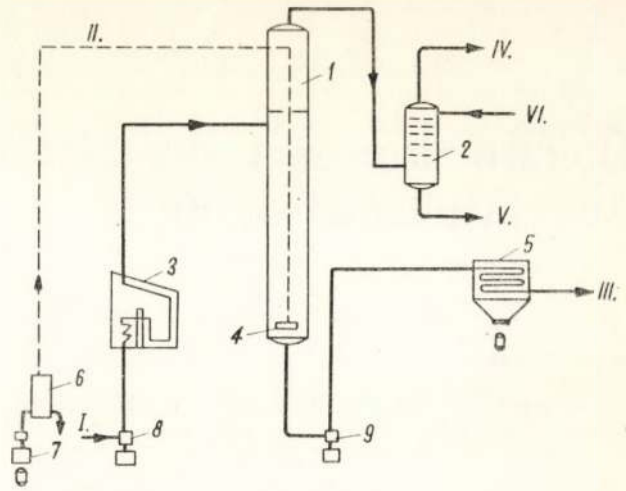
A folytonos üzemű oszlopos típusú bitumengyártásnál *(4. ábra)* a gudron a *8* szivattyú segítségével a *3* csőkemencébe megy, ahol 160—180 C°-ra melegszik fel, és onnan az *1* fúvatóoszlopba kerül. A fúvatási üzem hőmérséklete az oszlopban 240—270 C°. A nagynyomású levegő a *4* porlasztó rózsán át lép be a fúvatóoszlop aljára. A kész bitumentermékét a fúvatóoszlop aljáról a *9* szivattyú továbbítja az *5* léghűtőn keresztül a tartályba.

A fúvatás gáztermékei a fúvatóoszlop tetején távoznak, és a *2* mosó (permetező hűtő) alsó részébe lépnek be, amelybe olajfrakciókat permeteznek be. Ennek eredményeként az olajfrakciók, a víz, kismolekulájú aldehidek, ketonok és savak gőzei, amelyek jelentéktelen mennyiségben vannak jelen, kondenzálódnak. A mosó felső részéből a fúvatás gáznemű termékei és azok nem kondenzálódott részei távoznak el, amelyek az utánégető kemencébe kerülnek. A mosó alsó részéből elszívatják a kondenzált termékek elegyét. A folyóvizek elszennyeződésének az elkerülésére és a kondenzált termékek fűtőanyagként vagy más célra való felhasználására a mosó helyett célszerűbb a léghűtésű kondenzátor beszerelése.



3. ábra
A bitumengyártás technológiai folyamata kompresszor nélküli reaktorban

1 — bitumentároló; 2, 3 — hűtők; 4 — reaktor; 5 — leválasztó; 6 — mosó; 7 — elszívócső; 8 — keringető szivattyú; 9 — bitumenszivattyú; 10 — a párlat átfejtő szivattyúja; 11 — a párlat tartálya
I — nyersanyag; II — bitumen; III — víz; IV — levegő; V — a fúvatás gáznemű termékei; VI — párlat (olajos frakciók); VII — kondenzálódott termékek



4. ábra
A bitumengyártás technológiai vázlata oszlopos reaktorral

1 — fúvatóoszlop; 2 — mosó; 3 — kemence; 4 — levegőporlasztó csőtorok; 5 — léghűtő; 6 — kiegyenlítőtartály; 7 — légsűrítő; 8 — nyersanyagszivattyú; 9 — bitumenszivattyú
I — nyersanyag; II — levegő; III — bitumen; IV — a fúvatás gáznemű termékei; V — a kondenzált fúvatási termékek és párlatmaradékok; VI — olajos frakciók

Érdeklődésre tarthat számot a különböző típusú reaktorral működő ipari üzemek műszaki-gazdasági mutatóinak, a gyártott bitumenek és az azokkal gyártott aszfaltbetonok minőségének összehasonlítása.

Az összehasonlító adatok érdekében olyan üzemek eredményeit használtuk fel, amelyek BND 60/90 típusú bitument gyártanak évi 250 000 tonnás mennyiségben, ugyanabból a nyersanyagból — a romaskinói nyersolajból származó — 38 C° gyűrűs-golyós lágyuláspontú gudronból *(1. táblázat)*.

Az oszlopos reaktor berendezésének egyszerű szerkezete és a folyamat magas fokú hatékonysága miatt

1. táblázat

Különböző típusú bitumengyártó berendezések műszaki-gazdasági jellemzői

A mutatók	Szakaszosan dolgozó fúvatóüstök	Folyamatos üzemű fúvatás		
		csöves reaktorral	oszlopos reaktorral	kompresszor nélküli reaktorral
Fajlagos fémfelhasználás, kg/t év	1,75	1,25	1,05	1,41
Elektromos energia, kWh/t	6,83	8,35	5,40	8,95
Fűtőanyag, kg/t	8,0	10,5	3,9	11,0
Gőz, kg/t	155	172	100	98
Víz, m³/t	2,0	0,95	1,06	3,0
Tőkemegtérülési mutató, ezer rubel	0,278	0,79	0,89	0,54
A termék önköltsége, %	107	100	95	103

a legkisebb fajlagos fémfelhasználást igényli. Az ilyenfajta berendezés üzemeltetésekor nincs szükség a fúvatott bitumen egy részének recirkuláltatására, ami a legkisebb elektromosenergia-felhasználáshoz vezet. A fúvatáskor keletkező hulladékhőt a nyersanyag felmelegítésére felhasználva, fűtőanyag-megtakarítás érhető el. Az oszlopos reaktoros típusú berendezésnél a legnagyobb a tőkemegtérülés és a legkisebb a bitumentermék önköltsége.

A bitumengyártó berendezés üzemének műszakigazdasági mutatói mellett nagy jelentőségük van a bitumen tulajdonságainak; e bitumeneket a vizsgált berendezéseken egyforma nyersanyagból, romaskinói nyersolajból származó, 38 C° gyűrűs-golyós lágyuláspontú gudronból gyártották. A bitumenek tulajdonságait és összetételét a *2. táblázatban* tüntettük föl.

A bitumenek tulajdonságait összehasonlítva azt találjuk, hogy a legjobb bitumenek azok, amelyeket a csöves reaktorokban vagy az oszlopos berendezésekben gyártottak.

2. táblázat

A bitumenek tulajdonsága és összetétele

A mutatók	Szakaszosan dolgozó fúvatóüstök	Folyamatos üzemű fúvatás		
		csöves reaktorban habosított állapotban	kompresszor nélküli módszerrel	oszlopos típusú reaktorban
	1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.
Gyűrűs-golyós lágyuláspont, C°	48	50	49	50
Fraas-töréspont, C°	−16	−21	−18	−20
Penetráció, 0,1 mm				
25 C°, 100 g, 5 s	75	75	75	75
0 C°, 200 g, 60 s	19	25	23	26
Duktilitás, 25 C°, cm	90	65	70	80
A plaszticitás hőfokköze, 0 C°	64	71	67	70
Csoportösszetétel (súly%)				
paraffin-naftén	14	14,2	14,1	14,1
egygyűrűs aromás	11,6	13	12,6	12,4
kétgyűrűs aromás	18,4	20,6	17,2	20,0
több gyűrűs aromás	4,0	5,0	4,2	4,9
Összesen	48,0	52,8	48,1	51,4
Gyanták	34,8	28,4	33,9	28,6
Aszfaltének	17,2	18,8	18,0	20,0

Ezen bitumenek tulajdonságainak a gyártott aszfaltbetonok tulajdonságaira való hatásának vizsgálatára fokozott tömörségű homok-aszfalt próbakeverékeket készítettek (0,5% vízfelvétellel) a csöves (2. sz.) és az oszlopos (4. sz.) reaktorból származó bitumennel. Összehasonlításként megvizsgáltak olyan aszfaltot is, amely nehéz gyantás, kis paraffintartalmú jaregi nyersolaj gudronjából előállított bitumennel készült. Ez a bitumen előnyös tulajdonságaival bevált az útépítő gyakorlatban, és ezért etalonként használják.

50 C°-on a legnagyobb — 16,5 kp/cm² — nyomószilárdságot az oszlopos típusú reaktorból származó bitumennel készített aszfalt eredményezte. Alakváltozási modulusa 622 kp/cm², a *Marschall*-stabilitás 1320 kp, a merevségi modulus 236 kp/mm. A szilárdság, rugalmassági modulus, stabilitás a csöves reaktorból származó bitumennel készült aszfalt esetében 15—20%-kal, a merevség 33%-kal kevesebb, mint a 4. sz. bitumennel készült aszfaltnál. Az aszfalt mechanikai tulajdonságának mutatói az oszlopos reaktorú bitumennel csak 10%-kal maradnak el az etalonbitumennel gyártott aszfalté mögött.

A vízállósági mutató az oszlopos reaktorból származó bitumennel készült aszfaltkeveréknél — 300 napig vízben tárolva — 0,92, a csöves reaktorból származó bitumennél 0,89, az etalonbitumen esetében 0,83.

Az aszfaltbeton deformációs modulusa húzó igénybevételnél, kúpos módszerrel, 20 C°-on gyakorlatilag egyforma az összes bitumennél. A 0 C°-on mért aszfaltdeformációs modulus és a húzószilárdságok az oszlopos reaktorból származó bitumennél 10%-kal kisebb értékeket mutattak, mint az etalonbitumennél. Az aszfaltbeton ezen tulajdonságai 27%-kal alacsonyabb értéket mutattak a 4. sz. bitumennel készült aszfalt esetében. Mínusz 10 C°-on az aszfalt deformálhatósága az oszlopos reaktorból származó bitumennél 10%-kal nagyobb, mint a csőreaktorból származó bitumennél.

500 órás hőigénybevétel után a deformációs modulus az oszlopos reaktorból származó bitumenes és az etalonbitumenes aszfaltnál 35%-kal nő, míg a csöves reaktorból származó bitumen esetében a növekedés 70%-os.

Ezek alapján, az elvégzett kísérletek lehetővé teszik azt a következtetést, hogy a javított útépítő kemény bitumenek gyártására a legalkalmasabb a folyamatos üzemű oszlopos típusú reaktor.

MEGJEGYZÉSEK

Csath Béla: **„Tíz éve tört fel az olaj a tápéi termálvízfúrásból"** (KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 8. (108.) évf. 7. sz. 1975. július, p. 207—14) c.— külföldi tartózkodásom miatt késve kézhez kapott — cikkéhez.

Anélkül, hogy a cikk érdekességét és aktualitását vitatnám, a történelmi hűség kedvéért szükségesnek tartom lerögzíteni, hogy

a) a MANÁT 1941—44-ben 15 mélyfúrást végzett 24 955,3 m összmélységgel. Ezeken kívül egy sekélyfúrást mélyített a Madaras—Tompa anomálián 301,4 m mélységig. Fúrt továbbá 16 szerkezetvizsgáló sekélyfúrást a biharnagybajomi anomálián 3040 m össztelesítménnyel (átlagmélység á 190 m). Ez mindösszesen 32 fúrás és 28 296,7 m, de a tényleges mélyfúrás csupán 24 955,3 m, illetve 15 kút. (És nem 26 kút 35 000 m összméterszámmal.)

A tevékenység nem volt *„végeredményben eredménytelen"*, mert körvonalazta a Tótkomlós—Battonya—Pusztaföldvár szerkezeti egységet, feltárta a tótkomlósi szénsavas földgázt erős olajnyomokkal, a körösszegapáti csapadékos földgázt, gáznyomokat a ferencszállási szerkezeten és körvonalazta a biharnagybajomi szerkezetet. Kimutatta továbbá, hogy a kismarjai anomália az alaphegység viszonylag kismélységű kiemelkedése. Alapvetően kimutatta, hogy az Alföld rétegtani viszonyai, valamint a szénhidrogén-indikációk teljes mértékben indokolják a kutatás még intenzívebb folytatását.

b) A vállalat 1944 szeptemberében *nem szerelte le és nem szállította a fúróberendezéseket Németországba.* Az Alföldön foglalkoztatott három fúróberendezésből kettő összes tartozékaival együtt üzemkész állapotban a körösszegapáti—berekböszörményi szerkezeten, egy pedig a kismarjai szerkezeten maradt. Ugyanakkor érintetlenül maradt vissza a Tótkomlóson létesített telephely jól felszerelt műhelyeivel és a jól ellátott raktárral. Ez alkotta az 1946-ban megalakult MASZOVOL gépparkját és anyagbázisát mindaddig, amíg a Szovjetunióból további felszerelés érkezett.

Az Alföldön maradt fúróberendezések a következők voltak:

1. WIAG—6. sz. *Haniel—Lueg* gyártmányú, 150 t teherbírású,
2. WIAG—11. sz. *Haniel—Lueg* gyártmányú, 200 t teherbírású,
3. ELWERATH S—53. sz. *Wirth* gyártmányú, 200 t teherbírású berendezés.

Ez utóbbi a maga idejében a legkorszerűbb *Diesel* berendezés volt, és vadonatúj állapotban érkezett Magyarországra, ahol összesen 5766,9 m-t fúrt (ebből a *Ferencszállás-1.* jelű fúráson 2573 m-t).

A *Sándorfalva-1.* jelű fúrást lemélyített WIAG—25. sz. DEMAG gyártmányú, 200 t teherbírású fúróberendezést ennek az egyetlen fúrásnak a lemélyítése után már 1943 januárjában visszaszállították Németországba, mert úgy vélték, hogy a tevékenység folytatásához három fúróberendezés elegendő, viszont a fuhrbergi olajmezőn szükség volt rá.

A madarasi 300 m-es fúrás lemélyítésére a Muraközből hoztak át egy könnyű berendezést és a munka végeztével azt oda szállították vissza.

A biharnagybajomi szerkezetvizsgáló sekélyfúrásokat két, *Trauzl* CF típusú, 3,5 t teherbírású portábilis berendezés fúrta. Ezeket a munka végeztével szintén a Muraközbe irányították.

c) A kutatások távolról sem *szakadtak meg egy évtizedre*, mert a tevékenység folytatását a szovjet hadsereg műszaki alakulatai már 1945-ben megkezdték (Körösszegapáti), majd az 1946-ban megalakult MASZOVOL folytatta, elsősorban a biharnagybajomi szerkezeten és később a Tótkomlós—Battonya—Pusztaföldvár szerkezeten.

Érdekes módon a MASZOVOL nem fordított különösebb figyelmet a pregnáns Ferencszállás—Sándorfalva anomália csoport részletesebb megkutatására, mivel tevékenységét elsősorban a biharnagybajomi, majd a mezőkeresztesi kutatásra összpontosította.

Az Algyőmező feltárási körülményeivel nem kívánok foglalkozni. Kétségtelen, hogy a negyvenes évek óta rendkívül sokat fejlődött karotázsmérések alapján a dél-alföldi felsőpannon rétegek tüzetesebb megvizsgálására is sor került volna a tápéi vízkút fúrásával nagyjából egyidőben lemélyítés alatt álló *Algyő-1.* jelű fúrásban is.

Budapest, 1976. február 27.

Dr. *Szurovy Géza*

*

Csath Béla köszönetet mond a kiegészítésért, illetőleg pontosításért dr. *Szurovy Gézának*, aki a legilletékesebb e kérdések tisztázását illetően. *(A szerkesztő.)*

EGYESÜLETI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk 64. Tisztújító Közgyűlése előtti elnöksége 1976. február 27-én az MTESZ Anker közi székházában tartotta utolsó ülését, melyen dr. *Dobos György* elnök elnökölt.

1. *Moharos Jenő* főtitkár ismertette, hogy **Egyesületünk 64. Tisztújító Küldöttközgyűlését** — mintegy 360 küldött részvételével — **1976. március 12-én 9.00 órakor tartja a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében.** Ezt megelőzően, 1976. március 11-én 19.00 órakor a Hungária étteremben lesz fogadás; a *Péch Antal* serlegbeszédet az Egyesület elnöke tartja. — Dr. *Szabó László* a jelölő bizottság nevében részletesen beszámolt az új tisztikar egyes posztjaira tett javaslatról, amit az elnökség egyhangúan elfogadott. Dr. *Dobos György* elnök indítványozta, hogy az Egyesület titkára — néhány témakör köré csoportosítva — készítsen összeállítást a legfontosabb tennivalókról és szempontokról, hogy az őrségváltás zökkenésmentesen mehessen végbe. — *Éles László*, az Érembizottság elnöke, ismertette az egyes szakosztályok által — a részükre megállapított kontingens alapján — egyesületi éremmel jutalmazandók, valamint más kitüntetésre javasoltak névsorát. Az Érembizottság még a közgyűlés előtti ülésen foglal véglegesen állást a jutalmazások ügyében.

2. Egyesületünk 1975. évi költségvetését — a szétküldött részletes összeállítás alapján — *Szabó Csaba* egyesületi titkár értékelte. Ha az egyes költségnemek területén — a menet közben megváltozott programok, bekövetkezett drágulások és előre nem látott egyéb változások miatt — léptek is fel kisebb-nagyobb ingadozások, a múlt évi maradványon felül mintegy 120 e. Ft aktivummal zárt költségvetésben mindenképpen érvényesültek a már az előző években is szorgalmazott takarékossági tendenciák. Lényeges és kedvező vonása a költségvetésnek, hogy a nagyrendezvények, tanfolyamok többletbevételei biztosan fedezik a külföldi kiküldetések és vendéglátások terén fellépő többletkiadásokat és biztosítják a költségvetés nyereségességét.

3. Az **Ipargazdasági Bizottság** dr. *Trethon Ferenc* elnök által írásban beterjesztett **1975. évi jelentését** az elnökség egyhangúan elfogadta. Egyesületünk mindhárom folyóirata még a múlt évben teljes terjedelmében közölte a bizottság javaslatait a közgazdasági rendszer módosításával kapcsolatban, melyeket az Egyesület vezetősége az illetékes állami és társadalmi szervekhez el is juttatott. A beérkezett és még beérkezendő válaszokat is publikálni fogjuk. Az egyes szakosztályok is előtérbe helyezték különböző nagyrendezvényeiken a közgazdasági kérdések megvitatását. — A bizottság elnöke — ugyancsak írásban — benyújtotta az **1976. évi munkatervet** is, mely az 1975. évi munkatervben meghatározott feladatok folytatásaként a szakosztályokban levő szellemi erők fokozott koncentrálásával kívánja a kitűzött célokat megvalósítani.

4. Számos hozzászólás folytán ellentétes vélemény alakult ki arról, hogy Egyesületünk új alapszabályait miként hozzuk a tagság tudomására. A főtitkár és a főszerkesztők e kérdésben még megbeszélést folytatnak. — Tudomásul szolgál, hogy dr. *Horgos Gyula* okl. kohómérnök az MTESZ társelnöke lett. — A Vasipari Kutató Intézet, a Balassagyarmati Fémipari Vállalat és az Egri Fémöntöde keretén belül önálló egyesületi csoport felállítását tervezik. — A BKL BÁNYÁSZAT c. lap szerkesztőségét egy fővel megerősítik. — Dr. *Dobos György* elnök a *Sóltz Vilmos* emlékérmet nyújtotta át 50 éves tagsága és eredményes munkája jutalmául *Szeless László* aranydiplomás vaskohómérnöknek.

B. B.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A nagyalföldi kőolaj- és földgázkutatás 30 esztendeje

„Az újságpapír megsárgul,
A riport feledésbe megy,
De a példa tovább él."

Szükséges, hogy időnként visszatekintsünk a múltba és ezt a célt szolgálják az évfordulók, melyeknek feladata az ünneplésen, az emlékezésen túl a visszapillantás, a számadás. Ezt tesszük most, amikor is arra emlékezünk, hogy ezelőtt 30 esztendővel, 1946 tavaszán kezdtük meg a felszabadulás után a kőolaj- és földgázkutatást a Nagyalföldön, Körösszegapátiban.

Tekintsünk a múltba és emlékezzünk! 1944. szeptember 24.: a front közelsége miatt a MANÁT (Magyar—Német Ásványolaj Rt.) beszünteti a fúrási munkálatokat a *Körösszegapáti-5.* jelű fúrásnál; a németek menekülnek, de a fúróberendezés itt marad. Az ország nyugati felében azonban még fél évig folyt a felszabadító harc, 1945. április 4-ig. A legázolt és kirabolt ország kezdett magához térni. A MANÁT megmaradt dolgozói és az ide vezényelt kincstári olajipari dolgozók Tótkomlóson és Berekböszörményben, a két volt MANÁT üzemhelyen gyülekeztek. Az üzem szervezésével és vezetésével az Iparügyi Minisztérium *Ajtay László* bányamérnököt bízta meg, akinek az úttörő munka szépsége, de nehézsége is osztályrészül jutott.

A MANÁT német érdekeltsége a potsdami egyezmény értelmében a Szovjetunióra szállt, amely a magyar kormánnyal kötött megállapodás alapján megkezdte tevékenységét. 1945 őszén az *Andrejev* ezredes által vezetett Magyarországi Szovjet Ásványolaj Hivatal szovjet szakemberei a magyar kőolajipari vezetőkkel, mint dr. *Telegdi Róth Károly* (az Iparügyi Minisztérium Bányászati Osztályának vezetője), dr. *Papp Simon* (MAORT-vezérigazgató), *Hegedűs Ferenc* (MANÁT- főmérnök) segítségével felmérték a magyar olajipar helyzetét. Megkezdődött a szétszórt, elhagyott MANÁT-javak összegyűjtése az Alföldön, s miután sikerült a *Körösszegapáti-5.* fúróberendezésének hiányait pótolni, elérkezett a várva várt nap, a fúrási munkák megkezdése. 1946. március 17-én izgatottan figyeltük a *K-5.* fúrás munkapadján a szerszám beépítését, hogy a véső a másfél esztendős cementkötési szünet után a még a németek által beépített 9 5/8"-es béléscsőrakat sarujából a cementet kifúrja és a fúrás továbbmélyítését 1323 m-től megkezdje. Ezzel a Nagyalföld szénhidrogén-kutatása történetében új fejezet kezdődött. 1946. április 8-án megalakult a Magyar Szovjet Olaj Rt., a MASZOVOL, budapesti központtal és annak első alföldi üzeme Berekböszörményben. Itt, valamint később Biharnagybajomban ötvöződött össze az alföldi kőolajkutató törzsgárda magja, mely az országépítés alapvető munkájában, a kezdeti nehézségek leküzdésében lelkesen végezte úttörő és fontos feladatát.

A felemás *K-5.* jelű fúrás rosszul végződött, de az első saját fúrásunk, a *K-6.* jelű már gázkút lett, az Alföld első szabályosan kiképzett termelő kútja. A körösszegapáti kutatás végül is eredményes volt, de „csak" gázt eredményezett; ezenkívül rengeteg problémát és gondot okoztak a *K-1.* jelű kút körül elburjánzott iszapkráterek. A „csak gázt" arra emlékeztet bennünket, hogy ebben az időszakban a kőolaj sokkal fontosabb volt mint energiahordozó, mert nagy volt az olajínség.

1946 októberében megkezdtük a kutatófúrást az első új területen, Biharnagybajomban, ahol annak idején már a MANÁT is kitűzte a maga *1.* sz. fúrását. A miénk más helyen mélyült (amint kiderült, jobb helyen). A *Bi-1.* sikeres fúrást dr. *Kőrössy László* és dr. *Csiky Gábor* tűzték ki *Andrejev* ezredes jóváhagyásával és jelenlétében, 1946. március 13-án. Ez a fúrás 1947. február 8-án (a MASZOVOL 2. fúrásaként) feltárta a Nagyalföld első kőolaj-előfordulását. Az első olaj megvolt, az előfordulás azonban kicsinek bizonyult, és akik nagyot vártak, azok bizony csalódtak. Megnyugtatásul szolgálhatott az a tény,hogy sok ilyen példát találunk a kőolaj világtörténetében. Ezzel azonban — főleg akkor — nem lehetett a kedélyeket megnyugtatni, mert a nehéz időkben elsősorban az olajtermelés fokozása volt a cél.

Ezért hát kutattunk tovább: jöttek az új fúróberendezések, szerszámok a Szovjetunióból. A MASZOVOL a kutatásokat kiterjesztette az egész Alföldre. Következett 10 nehéz, küzdelmes esztendő, valóságos harc az alföldi olajért. Ez idő alatt több kőolaj- és földgáz-előfordulást tártunk fel (Mezőkeresztes, Szolnok, Nádudvar, Rákóczifalva, Demjén, Törtel, Püspökladány, Tatárülés, Nagykőrös, Kaba, Furta), de ezek mind kisebb előfordulások voltak, nem az, amit vártunk. Vándoroltak a berendezések és velük együtt az alföldi fúrósgárda. De költözött az alföldi fúrási üzemi központ is Berekböszörményből Biharnagybajomba, onnan Mezőkeresztesre, majd Abonyba és Szolnokra; mindmegannyi elhagyott állomás az alföldi kőolajkutatás göröngyös országútján, a magát itt-ott megmutató kőolaj és földgáz nyomában.

Egyesek kudarcsorozatnak nevezték ezt a 10 esztendőt, pedig még eredménytelennek sem lehet nevezni, mert 12 előfordulást fedeztünk fel, persze nem nagyokat. Egyetlen elfogadható magyarázat volt: a szükséges berendezések már megvoltak, de a geofizikai előkészítő kutatás még nem volt megfelelő, ami a korszerű szénhidrogén-kutatás elengedhetetlen előfeltétele. Nem rendelkeztünk elegendő, kutatásra előkészített szerkezettel. A MASZOLAJ Geofizikai Vállalat 1952-ben kezdte el a működését és a kezdeti nehézségeken túl bizonyos idő kellett ahhoz, hogy az eredmények jelentkezzenek, és nem véletlen, hogy azok később jelentkeztek is. Ezenkívül a fúrási kapacitás kicsi volt és a fúrási technikánk nehezen birkózott az új ismeretlen területek nehézségeivel, a sósvíz-betörés, rétegomlás, túlnyomás veszélyeivel.

Az 1956-os ellenforradalmi események után 1957 tavaszán a Kőolajipari Tröszt megalakulásával új szakasz kezdődött. A *Bese Vilmos* vezérigazgató által tartott első nagy termelési értekezleten a szakmai vezetés színe-java megvitatta a kőolajipar előtt álló problémákat és feladatokat. Ennek nyomán a földtani kutatás központi irányítója dr. *Kertai György* lett, aki dr. *Tomor János*sal és munkatársaival új geofizikai felmérés, de az eredeti munkahipotézis alapján elkészítette a további kőolaj- és földgázkutatás tervét, melynek súlypontja a korszerű szeizmikus mérések terve volt. A hároméves terv keretében valóságos offenzívát indítottunk az alföldi kőolaj és földgáz feltárása érdekében, amit végül is siker koronázott. Soha jobbkor! Ugyanis egyes mérvadó körökben elhangzott 1958-ban, hogy „nem érdemes az Alföldön kutatni vagy legalábbis csökkenteni kell a tevékenységet."

Közismert, hogy mily nehéz harcolni egy tévhit ellen. De a hazai kutatások szakértői, akik kezdettől fogva bíztak az ipari jelentőségű alföldi kőolaj és földgáz létezésében, megvédték álláspontjukat és sikerült rögtön bizonyítaniuk is. A tájékozatlan „szakértők" számára váratlanul, 1958 októberében felfedeztük a Nagyalföld első jelentős kőolaj- és földgáz-előfordulását Pusztaföldváron. A következő évben, 1959-ben pedig megtaláltuk a hajdúszoboszlói gázmezőt. E két felfedezés az ország energiagazdálkodásában alapvető változást idézett elő. A „kudarcsorozat" után jött a sikersorozat, a vetés beérett, jöhetett az aratás.

A geofizikai mérések egyre javuló eredményei alapján a kutatási munkálatok súlypontja fokozatosan áthelyeződött a Szeged környéki medence területére, s itt fedeztük fel 1965-ben Algyőn a Nagyalföld, egyben az ország legnagyobb kőolaj- és földgáz-előfordulását. Kereken 20 esztendős út vezetett idáig, mely út hosszú volt, göröngyös és küzdelmes: harc volt az alföldi kőolajért és földgázért. Ezt csak azok a régi törzsgárdatagok tudják igazán, akik ezt az utat eleitől végig taposták.

Hogy mit jelent mindaz, amit elmondtunk az alföldi kőolaj- és földgázkutatás 30 esztendős fejlődéséről, azt néhány számszerű adattal próbáljuk megfoghatóvá tenni. A hazai kőolajtermelés bázisa 1959 előtt a Dunántúlon a zalai medence volt. Ekkor az Alföld az országos kőolajtermelésnek csupán 4%-át szolgáltatta. Ettől kezdve az Alföld részaránya fokozatosan emelkedett: 1965-ben 19%-ot ért el; a Dunántúl Nagylengyel révén ekkor még a termelés 81%-át adta. 1970-ben viszont az Alföld részaránya már 67% volt a Dunántúl 33%-ával szemben. A földgáztermelés terén kimondottan szerepcsere történt: 1959-ben az összes gáztermelésünk 58%-a a Dunántúlról származott, 1970-beli részesedése viszont már csak 4,5% volt, az Alföldé pedig — főleg Hajdúszoboszló révén — 95,5%-ra nőtt. Az Alföld tehát 10 év alatt az ország földgázbázisává fejlődött, de ez idő alatt az országos kőolajtermelés szintjének megtartása és továbbfejlesztése terén is döntő szerepe volt. Ami a további kilátásokat illeti, úgy látszik, hogy a termelésével túlsúlyba került Nagyalföld a Dunántúllal szemben, nagyobb medenceterüle-

teinél fogva is — meg mert az Alföldön számos új területnek, szerkezetnek kutatásra való előkészítése intenzíven folyik — mindenképpen a jövő záloga.

Mindezt természetesen a mélyfúrási tevékenység nagymérvű fejlődése és a fúrási technika korszerűsítése tette lehetővé. Ennek elérése érdekében alföldi fúrósaink és fúrómérnökeink sokat és eredményesen munkálkodtak. Az új, korszerű, nagy teljesítményű berendezések lehetővé tették a nagymélységű kutatások megindítását az Alföldön is, így a makói árokban. Az ország legmélyebb fúrását a Nagyalföldön mélyítettük: a *Hódmezővásárhely-1.* jelű fúrást, ami nem kis dolog, ha arra gondolunk, hogy ezen a téren azelőtt mindig a Dunántúl vezetett nagyobb fúrástechnikai múltjánál és felkészültségénél fogva.

Közismert, hogy az alföldi kőolaj- és földgázkutatás 1918-ban kezdődött, amikor a magyar kincstár megkezdte a *Nagyhortobágy-1.* jelű fúrás mélyítését. Az elmúlt csaknem 60 esztendő első részében 1941-ig végzett hazai kincstári kutatások csak kevés földgázt, de igen értékes termál- és gyógyvizet tártak fel (Hajdúszoboszló, Karcag, Debrecen) korszerűtlen fúrási módszerrel. A MANÁT által 1941—44 között végzett alföldi kutatások már a teljes korszerűség jegyében folytak mind fúrástechnikai, mind geofizikai előkészítés tekintetében. Ezek a kutatások még nem voltak gazdaságilag eredményesek, de a Tótkomlóson és Körösszegapátiban feltárt kőolaj és földgáz már jelezte, hogy a Nagyalföldön szénhidrogéntelepekre lehet számítani.

Összegezve: a felszabadulásig a Nagyalföldön mindössze két előfordulást (Tótkomlós, Körösszegapáti) tártak fel és összesen csak 79 318 m-t fúrtak le. Az első negyedszázad a tapasztalat és adatszerzés jegyében folyt le. Viszont a felszabadulás óta eltelt 30 esztendő alatt lemélyítettünk kereken 4 millió métert és felfedeztünk csaknem 70 kőolaj- és földgáz-előfordulást. Mindezt azért említettük meg, hogy az elmúlt majdnem 60 esztendő két eltérő részét összehasonlítva, a fejlődés mérvét szemléltessük. Ez az összehasonlítás mentes minden célzatosságtól — hisz a körülmények, a feltételek alapvetően megváltoztak —, de mégis igen sokat mond.

Visszapillantás, visszaemlékezés keretében megkíséreltük vázolni a nagyalföldi kőolajbányászat 30 esztendős történetét, küzdelmeit, megpróbáltatásait és az elért eredményeket. Végezetül egy emberöltő után, az idősebb nemzedék mit hagyhat örökségül a fiatalabb nemzedéknek?! *Az örökség: egy új világ és benne egy fiatal, fejlődőképes iparág, amit tovább érdemes és kell építeni, de több hittel, lelkesedéssel és akarással.* Mi lett volna ebből az országból, ha az 1945—46-os inflációs világban mi mai öregek, akik akkor 30 évvel fiatalabbak voltunk, nem álltunk volna helyt, erős hittel és lelkesedéssel az ország ujjáépítési munkájában?! Mi az, ami akkor megmozgatni és lendületbe tudott hozni mindnyájunkat? Senki sem kívánja ezeket az időket vissza, de nem is felejthetjük el soha! Hősi korszak volt az tele bizakodással, helytállással és harccal „objektív nehézségekkel", amiből okulnia lehetne és kellene a mindenkori fiatalabb nemzedéknek.

Amikor az évfordulóra emlékezünk, adózzunk tisztelegve azok emlékének is, akik már kidőltek a sorból, eltávoztak közülünk. Kortársnak az élőkről nehéz helyesen szólni. A 30 esztendő nagy munkájában hibák is történtek, sebek is estek. Ebben a túlfűtött akarásban egyéni érdek és a közösség ügye, a munka dicsősége és a harcban kapott sebek fájdalma bizony néha ütközött. Az elmúlt idők történetét, értékelését adni csak vitákkal terhes írásban lehetne, nem ünnepinek szánt szavakkal. A viták, küzdelmek az eredményekben oldódtak fel és teljesedtek ki. Az eredmények mögött pedig geofizikusok, geológusok, mérnökök, fúró- és termelőmesterek és munkások serege áll, akiket lelkesített a tudat: kőolajat és földgázt kutatni, termelni és ezzel szolgálni hazánkat és népünket, vállalva e munkával járó küzdelem minden örömét, gondját és hibáját.

Dr. *Csiky Gábor*
geológus

*

Az orenburgi gáztávvezeték huszti kompresszállomásának építése

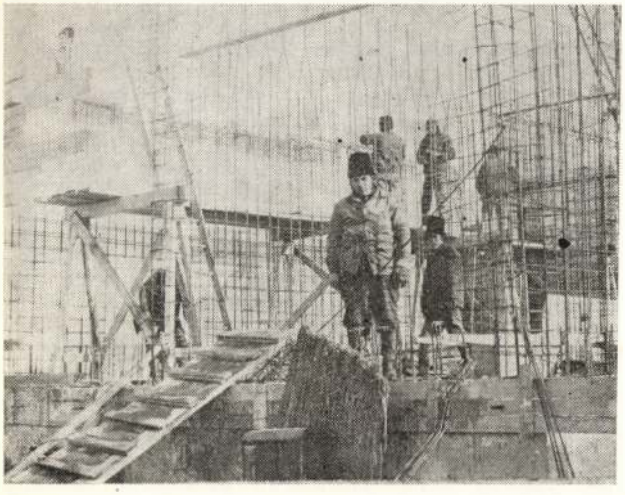
Akár a Kárpátok gerincétől jöve, akár Munkács vagy Beregszász felől közeledve Huszthoz, az utazót már messziről üdvözli a magányosan álló huszti Várhegy. Ennek a 3000 lélekszámú városnak a határán építi Magyarország az Orenburg—Szovjetunió nyugati államhatára közötti gáztávvezeték V. szakaszán az utolsó nyomásfokozó állomást.

A kompresszorállomáson 7, egyenként 10 MW teljesítményű, gázturbina-hajtású, kétfokozatú centrifugálkompresszort szerelnek be, gázhűtő, fűtőgáz-előkészítő és gáztisztító állomásokkal, valamint alkatrész-, fűtő-kenőanyag-, importáruraktárakkal, adminisztratív-irányító épülettel, szolgálati-üzemeltető-javító blokkal, automatikus szivattyúállomással és 35/10 kVA-es transzformátorállomással.

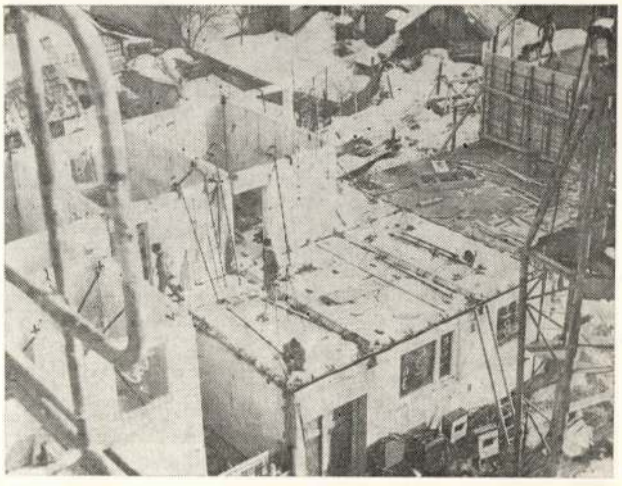
A beruházó — PETROLBER — vállalat dolgozóinak első csoportja 1975. július 1-én érkezett ki, hogy a helyszínen megteremtse az építkezés műszaki, valamint az építők elhelyezési és étkeztetési feltételeit. Július 22-én futott be a generálkivitelező vállalat — KEMÉV — dolgozóinak első részlege és elkezdődött a felvonulási lakótelep építése.

Ellentétben a magyar fél által felépítésre kerülő másik két kompresszorállomással, ahol teljes felvonulási lakótelepet építünk 600—900 fő elhelyezésére, itt Huszton csak 38, 4—8 személyes, *Sarkadi*-konténerből álló ideiglenes telepet hozunk létre. A kompresszorállomás leendő dolgozói részére egy 109 és egy 32 lakásos, üzletszintes lakóházat, 300 személyes (1000 adagos) éttermet — kávézóval és üzlethelyiségekkel —, továbbá

(Folytatás a 159. oldalon!)

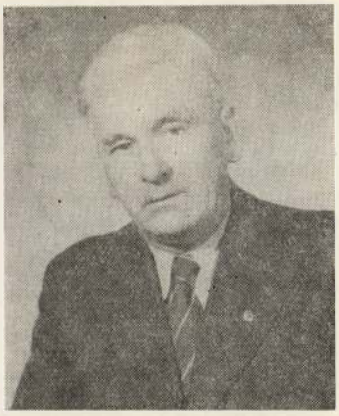


1. ábra
Betonvaserdő Huszton



2. ábra
Két szoba összkomfort — felülnézetből

PAPP KÁROLY
1906—1976



PAPP KÁROLY nyugalmazott igazgató halálával ismét megfogyatkozott eggyel azok száma, akik a felszabadulást követő magyar kőolajbányászat pillérei közé tartoztak. Élete és pályafutása elég későn találkozott a kőolajiparral, de e találkozás után végleg eljegyezte magát a kőolajbányászattal és nyugdíjazásáig annak egyik kimagasló vezető egyénisége volt.

1906. január 25-én született Budapesten olyan munkáscsaládban, ahol 15-en voltak testvérek. Igen fiatalon, kezdetben alkalmi munkásként állt munkába, majd az élelmiszeriparban 1924-ben szerzett szakképzettsége révén ebben az iparágban dolgozott 1938-ig, amikor is a Csepel Művekben mint vasmunkás a vasas szakmába került, ahol mint esztergályos és hengerész dolgozott egészen 1948-ig.

Ebben az évben a bányavállalatokat is államosító intézkedések során került először Lovásziba üzemvezető-helyettesként, majd üzemvezetőként, később mint az összevont olajipari vállalatok első, munkásból lett vezérigazgatója. A vállalatok ismételt szétválása, önállósodása után a Lovászi Kőolajtermelő Vállalat igazgatója lett egészen 1956-ig, amikor az ellenforradalom eltávolította az igazgatói posztról. 1956 novemberétől 1957 májusáig a Csepel Művek kormánybiztosa volt. PAPP KÁROLY ezt az igen nehéz feladatot is sikerrel oldotta meg. Ezt követően újra a Lovászi Kőolajtermelő Vállalat igazgatói székében látjuk egészen 1962-ig, amikor a termelővállalatokat ismét egy egységbe összevonva, annak vezetésével megint Őt bízták meg. Itt tevékenykedett nyugdíjba vonulásáig.

Miként e rövid áttekintő felsorolásból is látható, nehéz időszakban állt a magyar kőolajbányászat akkori súlypontját jelentő dunántúli vállalatok vezető őrhelyén. Nagy szerepe volt abban, hogy az államosítást követően újra nőtt a termelés, hogy bevezetésre kerüljön számos, az ésszerű ásványvagyon-gazdálkodást célzó termeléstechnológiai intézkedés. Hamar elsajátította a kőolajbányászat műszaki és gazdasági alapismereteit, mely — párosulva jó szervezőkészségével és határozott vezetési stílusával — olyan vezetővé avatta, aki a különösen nehéz társadalmi, gazdasági és politikai viszonyok közepette is helyt tudott állni és mozgósítani tudta munkatársait kiváló eredmények elérésére. Ezen tevékenységét ismerte el a felsőbbség, amikor számára a Népköztársasági Érdemérem ezüst fokozatát (1952), a Munkaérdemrendet (1954), és — elsőként az olajipar vezetői közül — a Munka Vörös Zászló Érdemrendet (1956), majd a Szocialista Munkáért Érdemérmet (1958), végül a Szocialista Hazáért Érdemrendet (1967) adományozta.

Mint ember, nem volt könnyen barátkozó, de szívén viselte mások ügyeit, lelkiismeretesen foglalkozott az emberekkel, az ifjúsággal és évekig mint Zala megye országgyűlési képviselője vette ki részét a közéleti munkából. Határozott, kemény, az ügyrendet mindenkor tiszteletben tartó, a lazaságok és fegyelmezetlenségek ellen kérlelhetetlenül fellépő vezető volt, akiben e kemény külső mögött nagyfokú humánum lakozott.

Nem tudni, hogy az 1945 előtti létbizonytalanságokkal tarkított megerőltető munkásélet, vagy az 1948-tól kezdődő, mindig felelősségteljes vezető pozíciók betöltése vette-e jobban igénybe szervezetét? Tény az, hogy ezek a megterhelések az Ő egészségét is időnek előtte kikezdték és 1964-ben már erősen megromlott egészségi állapotára való tekintettel kellett kérnie nyugalomba vonulását.

Kapcsolata ezután sem szűnt meg az olajiparral, hiszen Budapestre költözése után továbbra is kontaktust tartott az OKGT munkatársaival, szakembereivel, részt vett a tröszt rendezvényein, amíg csak egészségi állapota engedte.

Hosszú, súlyos és türelemmel viselt betegség után húnyt el 1976. február 3-án. Az OKGT saját halottjaként február 16-án a pesterzsébeti temetőben nagy részvét mellett kísérték utolsó útjára. A tröszt 50 ezres kollektívája nevében a ravatalnál dr. *Dank Viktor* főgeológus, az OKGT bányászati igazgatóhelyettese, míg a sírnál az OKGT MSZMP pártszervezete nevében *Vasvári János* főosztályvezető-helyettes mondott búcsúbeszédet.

Az első magyar kőolaj-bányászati munkásigazgató emlékét kegyelettel megőrizzük!

Dr. *D. V.*

(Folytatás a 158. oldalról!)

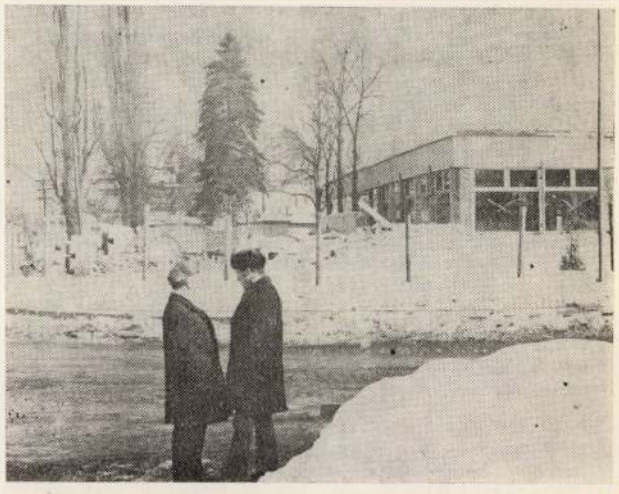
orvosi rendelőt építünk. (*1. ábra*). Mindezek építését úgy ütemezték, hogy 1976 második felétől az építkezés befejezéséig saját építő- és szerelővállalataink dolgozóinak elhelyezésére, illetve kiszolgálására szolgáljanak.

Az ez idő szerint Huszton dolgozó 11 kivitelező vállalat 340 dolgozója a főtér melletti Verhovina és Zirka szállóban, valamint a 109 lakásos épület közelében levő felvonulási lakótelep konténereiben lakik. A dolgozók étkeztetését a Zirka szálló éttermében — a Bükkvidéki Vendéglátó Vállalat szakácsai által készített magyaros ételekkel — oldották meg.

A 109 lakásos — négyemeletes, öt blokkrészből álló — lakóépület alapozási munkálatait a KEMÉV augusztusban kezdte meg. Az ÉPFU által közúton szállított debreceni házgyári panelekből a Hajdú megyei ÁÉV 1975 decemberében hozzákezdett a panelszerelési munkákhoz az épület első, 30 lakásos blokkjában (*2. ábra*). A belső szerelés is jó ütemben folyik, így ez év április közepén megkezdődhet a beköltözés. Az öt lépcsőben épülő ház utolsó blokkjának átadása július hónapban várható.

Mind a lakóházak, mind pedig az 1000 adagos konyha-étterem terveit a Debreceni Tervező Vállalat készítette. Az 1900 m² alapterületű épületben (*3. ábra*) már a vakolási, belső szerelési munkák folynak, ezért minden remény megvan arra, hogy az építők felajánlásának megfelelően, május 1-én már a Bükkvidéki Vendéglátó Vállalat szakácsai főzhetik ott a magyar ételeket. A 150 m² alapterületű orvosi rendelő már tető alatt van; a rendelés június elején indulhat meg.

A kompresszorállomás építéséhez szükséges műhelyeket, raktárakat magába foglaló ipari bázis építése március hó folyamán kezdődött meg.



3. ábra:
Májusban már itt étkeznek az építők

Tíz éve nem volt ilyen kemény, hideg tél a Kárpátok alján, a magyar építők mégis ilyen körülmények között is jelesre vizsgáztak az eddig elvégzett munkájukkal.

Börcsök András *Tolnai Lajos*
okl. kőolaj- és gázipari gépészmérnökök
(PETROLBER, Budapest)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Л. Барабаш, горный инженер—*Л. Кашшаи,* горный инженер—д-р *М. Медьери,* инж.-нефтяник—*И. Текньёш,* инж.-нефтяник: **Опыт промыслового применения пластоиспытателей на трубах** ..... **Стр. 129**

Излагаются испытания пластов, проведенных на венгерских промыслах с помощью пластоиспытателей на трубах в 1937—1972 гг., и приводится сопоставление их результатов с теми данными, которые были получены при применении обычного метода испытания по тем же интервалам. Определяется технико-экономическое место проведения испытаний пластов испытателем на трубах и их воспроизводимость. Одновременно приводятся новые задачи в связи со все возрастающей средней глубиной разведочных скважин.

Д-р. Г. Бозоки, инж.-механик—*Д. Чако,* инж.-нефтяник, экономист по горному делу—*д-р. М. Сабо,* инж.-механик: **Аспекты периодического испытания сосудов, работающих под давлением** ..... **Стр. 138**

В связи со стремительным ростом числа эксплуатирующихся в стране напорных емкостей и возрастанием требований к их безопасной эксплуатации, рассматриваются проблемы периодического испытания этих емкостей (сосудов), и излагается новый подход к предлагаемым принципам и методам испытаний. Современные и на практике хорошо применяемые различные методы и способы испытания рассматриваются с точки зрения конструкции, прочности и герметичности. С учетом вышеуказанного даются рекомендации с одной стороны по частоте проведения периодических испытаний напорных емкостей в будущем и по применению различных методов испытания — с другой, учитывая опыт и требования практики в этой области.

Д-р *Д. Ронаи,* инж.-химик, спец. инженер по коррозии: **Защита от коррозии резервуаров с высокой температурой** ..... **Стр. 149**

С ростом потребления углеводородов растут и проблемы коррозии в области транспорта и хранения жидкого топлива.
Атмосферная коррозия разъедает наружные стенки резервуаров, агрессивная среда почвы разрушает наружную поверхность подземных трубопроводов, и внутренняя поверхность обоих объектов подвергается повреждению компонентами транспортируемого и хранимого жидкого топлива. От указанных трех вредных воздействий можно защищаться различными активными и пассивными способами.
Оборудования для транспорта и хранения жидкого топлива защищаются каким-либо покрытием только снаружи и совершенно не, или мало обращается внимание на защиту от коррозии более доступных для повреждения внутренних поверхностей.
В результате исследований были выбраны типы пассивных систем покрытий для защиты наружных и внутренних поверхностей.

В. Н. Финашин, инж., канд. техн. наук—*Р. В. Гун,* инж., канд. техн. наук: **Сопоставлене различных способов производства дорожных битумов на базе ромашкинского нефтяного гудрона** ..... **Стр. 153**

В Советском Союзе дорожные окисленные битумы производятся по непрерывному и периодическому способу. Непрерывная окислительная перегонка осуществляется в бескомпрессорном трубчатом реакторе колонного типа, а периодическое окисление — в кубах.
В статье детально описывается установка непрерывного действия с трубчатым реактором, а также бескомпрессорная установка по окислению битума, и в конце излагаются детали установки непрерывного действия с колонным реактором.
Согласно результатам проведенных механических исследовании, по качественным показателям самые лучшие битумы были получены в реакторе колонного типа.

Dipl.-Ing. *László Barabás*—Dipl.-Ing. *Lajos Kassai*—Dr.-Ing. *Mihály Megyeri*—Dipl.-Ing. *István Teknyős:* **Erfahrungen beim Feldeinsatz von Förderversuchen durch das Bohrgestänge mit Tester** ..... **S. 129**

Der Beitrag behandelt die in den ungarischen Feldern zwischen 1967 und 1972 durchgeführten Förderversuche mit Testern und vergleicht die Ergebnisse der Förderversuche, die in den mit Testern geprüften Strecken auch auf traditionelle Weise durchgeführt werden. Die technisch-wirtschaftlichen Bedingungen der Förderversuchen mit Testern und die Reproduzierbarkeit derselben werden bestimmt.
Gleichzeitig werden die bei den Bohrungen stets anwachsender Durchschnittsteufe auftretenden neuen Aufgaben vorgeführt.

Dr.-Ing. *Géza Bozóki*—Dipl.-Ing. *Dénes Csákó*—Dr.-Ing. *Mihály Szabó:* **Einige Gesichtspunkte periodischer sicherheitstechnischer Überprüfungen von Druckgefässen** .... **S. 138**

Die Anzahl von Druckgefässen wächst in Ungarn schnell. In Verbindung damit haben sicherheitstechnische Fragen eine grosse Wichtigkeit. Die Verfasser behandeln die periodischen Überprüfungen solcher Gefässe und erörtern die vorgeschlagenen Prinzipien und Methoden dieser Prüfungen in neuer Auffassung. Moderne und in der Praxis gut anwendbare verschiedene Methoden und Verfahren werden den strukturellen, Festigkeits- und Dichtigkeitsprüfungen nach geschildert. Einige Vorschläge werden gemacht einerseits für die Häufigkeit der in der Zukunft durchzuführenden periodischen sicherheitstechnischen Überprüfungen, andererseits für die Anwendung verschiedener Prüfmethoden, die bisheringen Erfahrungen und Ansprüche der Praxis in Betracht ziehend.

Dr.-Ing. *Dezső Rónay:* **Korrosionsschutz von Behälteroberflächen hoher Temperatur** ..... **S. 149**

Mir dem wachsenden Kohlenwasserstoffverbrauch traten auch auf dem Gebiet von Heizöllagerung und -transport zunehmende Korrosionsprobleme auf.
Die Korrosion greift die im Freien befindlichen Oberflächen der Behälter auf der äusseren Seite durch korrosive Substanzen der Atmosphäre an, während die erdverlegten äusseren Rohroberflächen durch die Aggressivität des Bodens, und beide von innen durch Komponenten des gelagerten, bzw. transportierten Heizöls gefährdet werden. Die dreierlei Beanspruchung kann durch verschiedene aktive und passive Methoden bekämpft werden.
Die Lagerungs- und Transporteinrichtungen werden im allgemeinen auf den äusseren Seiten durch irgendwelchen Überzug geschützt, aber nur wenig oder gar keine Sorgfalt wird auf den Korrosionsschutz der viel schwerer gefährdeten inneren Oberflächen verwendet.
Im Laufe von Untersuchungen wurde festgestellt, was für passive Überzugssysteme zum Überziehen von äusseren und inneren Oberflächen angewandt werden können.

Dipl.-Ing. *V. N. Finasin,* Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *R. B. Gun,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **Vergleich verschiedener Herstellungsverfahren von Bitumen für Strassenbau aus Erdölteer von Romaschkino** ..... **S. 153**

In der Sowjetunion werden geblasene Bitumina in einem kontinuierlichen und fraktionierten Verfahren hergestellt. Die kontinuierliche Blasdestillation geht in einem kompressorlosen Rohrreaktor von Kolonnentyp vor sich. Das fraktionierte Blasen wird in Kesseln durchgeführt.
Der Beitrag behandelt die Einrichtung des kontinuierlichen Rohrreaktors, sowie die kompressorlose Anlage für Bitumenblasen ausführlich. Schliesslich werden Einzelheiten des kontinuierlichen Kolonnenbetriebs erörtert.
Aufgrund der durchgeführten mechanischen Untersuchungen erwies sich das im Kolonnenreaktor hergestellte Bitumen als das beste.

László Barabás, Mining Eng.—*Lajos Kassai*, Mining Eng.—Dr. *Mihály Megyeri*, Petroleum Eng.—*István Teknyős*, Petroleum Eng.: **Experiences in the field application of drillstem tests with testers** ..... **p. 129**

The paper deals with DSTs carried out with testers and compares these with the results after the traditional perforation in sections examined with testers. The technical and economical conditions of DSTs with testers and the reproducibility of these tests are outlined. Different DST results, their reservoir engineering interpretation, technical conditions of the application of testers, causes of unsuccessful DSTs, influencing role of drilling fluids, the effect of drill pipe leakage, tester failures, measuring time, as well as depression rates that can be applied in the tests are analyzed.
New tasks arisen when drilling exploratory wells with increasing average depth are pointed out.

Dr. *Géza Bozóki*, Mechanical Eng.—*Dénes Csákó*, Petroleum Eng., Mining Economist—Dr. *Mihály Szabó*, Mechanical Eng.: **Aspects of periodical safety checks on pressure vessels** ..... **p. 138**

With the dramatic increase in the number of pressure vessels, safety problems have become more and more conspicuous in Hungary. In connection with this, the authors deal with the questions of periodical checking of such vessels and discuss, in a new concept, the principles and methods suggested for examinations. Various up-to-date checking methods and procedures that can well be applied in practice are described by structural, strength and tightness test types. Taking these into account, suggestions are made partly for the frequency of periodical safety checks for the future, partly for applying various checking methods, considering experiences and demands of practice.

Dr. *Dezső Rónay*, Chemical and Corrosion Eng.: **Corrosion protection of high temperature storage tank surfaces** ... **p. 149**

Due to high hydrocarbon consumption, corrosion problems of increasing seriousness have also arisen in the field of fuel oil storage and transport.
Corrosion attacks the surfaces of storage tanks exposed to open air by the corrosive substances of the atmosphere on the outside, while the outer surfaces of buried pipes are endangered by soil aggressiveness and both of them on the inside by components of the stored and/or transported fuel oil. Protection against these three exposure types can achieved by using various active and passive methods.
Storing and transporting facilities are generally protected on the outer surfaces by some coating but not much, if any, care is expended on the corrosion protection of the much more severely endangered inner surfaces.
In the course of examination carried out, passive coating system types to be used for coating outer and inner surfaces have been found out.

V. N. Finasin, Eng., Candidate of Technical Sciences—*R. B. Gun*, Eng., Candidate of Technical Sciences: **Comparison of various manufacturing processes for road-building bitumina produced from Romashkino petroleum tar** ..... **p. 153**

Blown bitumina for road-building are produced in the Soviet Union by a continuous and intermittent method. Continuous blown distillation is done in a column-type compressorless pipe reactor. Intermittent blowing is performed in kettles.
The paper describes in detail the continuous pipe reactor type equipment, as well as the compressorless bitumen blowing equipment. Finally, details of the column-type continuous unit are dealt with.
On the basis of mechanical examinations carried out bitumen manufactured in the column-type reactor proved to be the best one.

FELÜGYELETET NEM IGÉNYLŐ TETŐTÉRI KAZÁNTELEP

(FTK tip. sorozat)

A kazántelep felügyeletet nem igénylő, elsősorban tetőtéren elhelyezett

gázkazánházak létesítésére szolgál

A kazánok vezérlése teljesen automatikus, a kazánoldali hőteljesítményt léptető kapcsolás állítja be a külső hőmérséklet függvényében. Az előremenő víz hőmérsékletének szabályozása arányos-integráló jellegű.
A napi fűtési ciklusok előre programozhatók. Az üzembiztonságot a kazánonként felszerelt lángőrök szolgálják.
A kazántelep szivattyús központi fűtési rendszerek kialakítására alkalmas.

Főbb részei: — kazánok
— keringető szivattyúk
— vezérlő automatika

A kazántelep gáz-, víz- és elektromos vezetékeit gyárilag szerelik össze az alapkeretre felerősített kazánokkal és szivattyúkkal. Az alapkeretre szerelt és beszabályozott kazántelepet egy egységként lehet a helyére emelni. A helyszini szerelés az előre megadott méretekre elkészített vezetékekhez való csatlakoztatásból áll.

Hőteljesítménye: 120 000 kcal/h-tól több millió kcal/h-ig

Gyártó vállalat: ALFÖLDI KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI GÉPGYÁR, OROSHÁZA

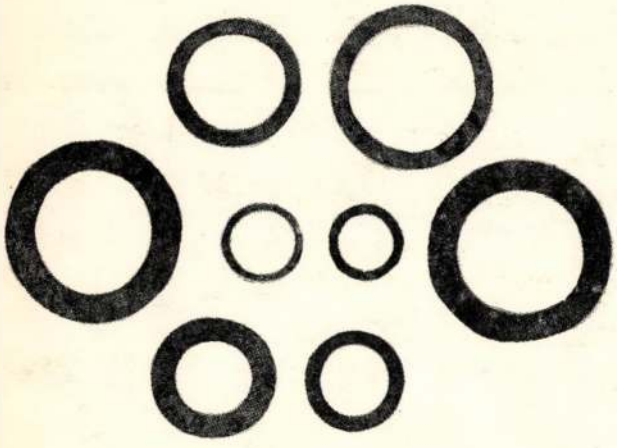
Felvilágosítással szolgál:

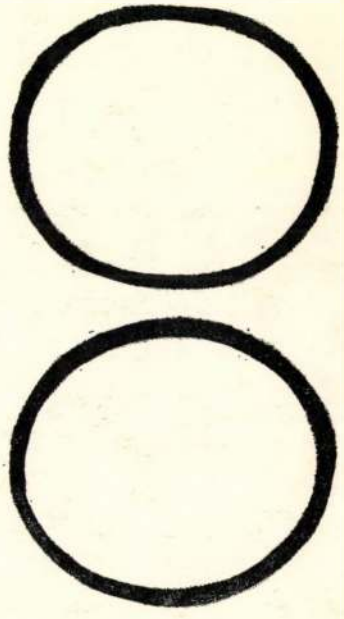
GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31. Levélcím: 1391 Budapest, postafiók 238.
Telefon: 290-020 Telex: 22-4997 Ügyintéző: Kiss Lóránt

KŐOLAJIPAR

A lemezből kivágott idomokat fémfelületek (kapcsolási helyek) tömítésére használják, víz, telített vagy túlhevített gőz, hideg vagy meleg levegő, gáz, gáznemű égéstermék vezetésénél vagy tárolásánál abból a célból, hogy megakadályozzák a folyékony vagy légnemű halmazállapotú anyagoknak a kiszivárgását, kiömlését az illesztéseknél. IT lemezekből tömítések rézre, vasra, radiátorokhoz, fíber csaptömítések, gyűrűk.





MŰSZAKI TÖMÍTÉS ÉS SZERELVÉNYGYÁRTÓ I.SZ.
Budapest, XIII. Huba utca 24.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 161—192 oldal
BUDAPEST, 1976. JÚNIUS HÓ
6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

BINDER BÉLA—ÓVÁRI ANTAL — Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 64., Tisztújító Küldöttközgyűlése 1976. III. 12. 161

JESCH ALADÁR — A kőzetfeszültség, a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai 171

DORMÁN JÓZSEF — Polimerek szerepe a korszerű öblítőfolyadék-technológiában 179

GÁLOS MIKLÓS—TÓTH ANDRÁSNÉ — Acélszerkezetű kezelőjárdák kialakítási előírás-gyűjteménye 186

Szakosztályi hírek
Beszámoló a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszusnak a szénhidrogén-bányászattal kapcsolatos előadásairól. Budapest, 1976. III. 25. 185
Három szakosztály közös előadói napja. Budapest, 1976. IV. 1. ..... B-3

Hírek az üzemekből. DATA Unit a *Budafa-IX*-en 191

Az iparág köréből
Az V. ötéves terv földtani kutatási feladatai c. országos Földtani Ankét. Budapest, 1976. III. 29—31. 185
25 éves a nagykanizsai *Zsigmondy Vilmos* Kőolajbányászati és Mélyfúróipari Szakközépiskola 185

A kőolajfeldolgozás hírei. Befejezés előtt a KKV almásfüzitői kenőzsírüzemének építése 178

Könyvismertetés 178

Meghívó az olaj- és geofizikusmérnök-képzés negyedszázados jubileumára B-4

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 192

A SZÁM SZERZŐI:

BINDER BÉLA okl. bányamérnök, a BKL KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ felelős szerkesztője (Budapest); DORMÁN JÓZSEF dr. okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); GÁLOS MIKLÓS dr. okl. mérnök, acélszerkezeti szakmérnök, szakosztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); ÓVÁRI ANTAL okl. kohómérnök, osztályvezető, a BKL KOHÁSZAT felelős szerkesztője (Vasipari Kutató Intézet, Budapest); TÓTH ANDRÁSNÉ okl. mérnök, tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
75-1849 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.
Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 6. szám 1976. június

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 64., Tisztújító Küldöttközgyűlése

Budapest, 1976. március 12.

A magyar bányászok és kohászok szakmai tömörülését, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet, a XIX. század nagy bányász-kohász nemzedéke 84 esztendővel ezelőtt hívta életre. E számnak az eddigi megtartott közgyűlések számával (64) alkotott hányadosa az egységhez közel álló számot ad (1,3), ami — mivel az utóbbi évtizedekben közgyűléseinket általában háromévenként tartottuk — azt jelenti, hogy régebben szinte minden esztendőre esett ilyen seregszemle.

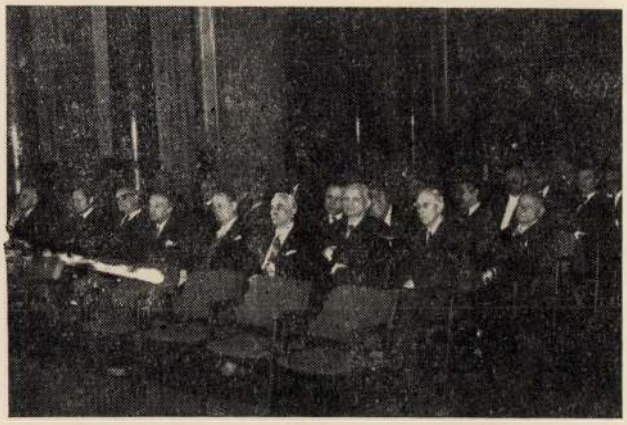
A 64., Tisztújító Közgyűlés elnöksége. Dr. Dobos György elnöki megnyitóját tartja

Nem vitás, hogy a periódusok megnövekedése egyenes függvénye a taglétszám alakulásának, hiszen az alapításkor egy területileg több, mint háromszor nagyobb országban nyilvántartott tagok számát (582) a mai létszám kereken tizenháromszorosan múlja felül. Nyilvánvaló, hogy — még a technika hatalmas fejlődése ellenére is — félezer tagot vagy azok képviselőit könnyebb volt összetoborozni, mint immáron majdnem nyolcezerét.

Ha az alig öt hónappal ezelőtt Kecskeméten tartott 63. Közgyűlésen elfogadott módosított, új alapszabály — a tisztújító közgyűlések négyéves periodicitása mellett — rendes közgyűlések évenként való tartását írja is elő, mégis — a tízezer felé tartó taglétszám következtében — össze jöveteleink súlypontja áttolódik a szakosztályok jórészt vidéken tartott nagyrendezvényeire, ami azonban egyben polarizálódást is jelent.

Jóllehet — mint a főtitkári beszámolóból látni fogjuk — Egyesületünkben szám szerint nem a fiatalok dominálnak, a 64. Közgyűlés mintegy 300 küldöttje — örvendetesen! — zömmel az ifjabb generációhoz tartozott, s ez az, ami — párosulva az Egyesületünk bizony szűkre szabott otthonában az utóbbi időben uralkodó kiegyensúlyozottabb légkörrel és dinamikusabb ügyvitellel — biztató képet nyújt az egyesületi élet jövőjét illetően.

A Magyar Tudományos Akadémia mindig fölemelő érzéseket fakasztó, történelmet lehelő dísztermében 1976. március 12-én 9.00 órakor kezdődött 64., Tisztújító Közgyűlésünk alaphangja — kimondva és kimondatlanul is — a fiatalságnak az egyesületi életbe való egyre erőteljesebb bevonását hirdette, hogy a fiatalok tettrekészségük, dinamizmusuk mellé megszerezve az érdemes múlt tiszteletén alapuló vezetésbeli jártasságot és az ezzel járó leszűrt kritikai érzéket, egyre hatásosabban folyhassanak bele az egyesületi élet irányításába.



A közgyűlés résztvevőinek egy csoportja

A közgyűlés résztvevőinek egy csoportja

A közgyűlés elnökségében — dr. *Dobos György* egyesületi elnökön kívül — helyet foglaltak: dr. *Horgos Gyula*, az MTESZ ügyvezető elnöke. dr. *Alliquander Ödön*, dr. *Gagyi-Pálffy András*, *Hammer Ferenc*, *Komjáthy László*, dr. *Martos Ferenc*, *Seregi János* alelnökök és *Moharos Jenő* főtitkár, valamint az egyes szakosztályok elnökei, illetőleg képviselői.

A bányász- és kohászhimnusz elhangzása után dr. *Dobos György* elnök — üdvözölve *Czottner Sándort*, Egyesületünk volt elnökét, dr. *Horgos Gyulát* és *Simon Antalt*, a Bányaipari Dolgozók Szakszervezetének főtitkárát, továbbá az Egyesület megjelent tiszteletbeli tagjait, valamint a gyémánt- és aranydiplomás kartársakat — a közgyűlést a következő gondolatokkal nyitotta meg.

Tisztelt Közgyűlés, kedves Tagtársaim!

A legutóbbi tisztújító közgyűlés óta ezúttal nem három, hanem négy esztendő telt el, mely idő alatt mind szerte a széles világban, mind országunkban nemzetközi mértékkel mérve is jelentős események zajlottak le. Elég, ha csak a helsinki világméretű találkozásra, legutóbbi pártkongresszusunkra, vagy hazánk felszabadulásának 30 éves jubileumára utalunk.

Pártkongresszusunk lerögzítette a tudománypolitika követendő irányelveit, amit Egyesületünk is maradéktalanul magáévá tett, s ennek kapcsán — miként eddig is, de még hatványozottabban — fő feladatának tekinti a szakmai ismeretek bővítését és terjesztését: a szocialista építőmunka támogatását.

Mindannyiunk előtt köztudott, hogy éppen az utóbbi években világszerte rendkívül meggyorsult technikai fejlődés szinte parancsolólag szükségessé tette a nemzetközi műszaki kapcsolatok kibővítését és az ezzel járó munkamegosztást.

Egyesületünk vonatkozásában munkánk dandárja az egyes szakosztályokban és helyi csoportokban folyt, s ezt a tendenciát elnökségünk is mindenkor támogatta.

Ezzel párhuzamosan az elmúlt ciklus fő tevékenysége az Egyesület új alapszabályainak tető alá hozása volt, ám ezen kívül több, nem kevésbé fontos szabályzatot, előírást dolgoztunk ki: a pénzügyi fegyelem megszigorításának, a nemzetközi kapcsolatok elmélyítésének, a könyvtár rendezésének, az ifjúság intenzívebb bekapcsolásának, az egyesületi érmek odaítélésének tárgyában. Mindezeket írásában lerögzítve adjuk át utódainknak további kimunkálásra, csiszolásra és kiterebélyesítésre.

Az egyesületi munka önként vállalt, áldozatos társadalmi munka; tudatformáló erejével felébreszti a több ismeret, a jobb szakmai helytállás utáni vágyat, s mindenképpen hozzájárul a szakmai eredmények fokozásához és azok megbecsüléséhez, ezen keresztül népgazdaságunk gyarapításához.

Fejlődjön ez az ősi, de mindig haladó hagyományokat ápoló Egyesület az általunk is járt úton, s nevelje szocialista hazafiságra a magyar bányászokat és kohászokat.

A főtitkári beszámoló hivatott számot adni arról, hogy ezt az elképzelést a távozó vezetőségnek milyen mértékben sikerült megvalósítania.

*

Az elnöki megnyitó után Egyesületünk főtitkára, MOHAROS JENŐ terjesztette jelentését a közgyűlés elé.

Tisztelt Közgyűlés!

Egyesületünk három évre tervezett, végül is négyéves tevékenységét a különböző szintű állami és párthatározatok alapján megfogalmazott irányelvek és koncepciók kialakítása és gyakorlati megvalósítása jellemezte. Az egyesületi célkitűzéseket a 62. Közgyűlés fogalmazta meg, s ezek politikai tartalmát az MSZMP KB Titkárságának az MTESZ munkája továbbfejlesztésére hozott határozata, továbbá az MSZMP X. Kongresszusa képezte. Ehhez járultak még az MTESZ VIII—IX. Közgyűlése ajánlásainak egyesületünkre vonatkozó megállapításai.

A ciklusidő folyamán létrejött további politikai állásfoglalások részben meghatározták egyesületi életünk irányítását, részben újabb útmutatást adtak ahhoz. A sok közül néhány fontosabbat említek: az MSZMP XI. Kongresszusa, a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 25. és hazánk felszabadulásának 30. évfordulója alkalmából kiadott irányelvek.

A fenti fórumok határozatai megerősítettek bennünket abban, hogy elképzeléseink alapvetően helyesek, és megvalósításuk érdekében bátran és következetesen kell végrehajtani aktuális és távlati feladatainkat.

Mielőtt részletesen elemeznénk a négy év tevékenységét, és értékelnénk az eltelt időszak munkáját, engedje meg a tisztelt közgyűlés, hogy emlékezzünk és tisztelettel gondoljunk azokra,

Moharos Jenő főtitkár beszámolóját tartja

akik már nem lehetnek közöttünk. Az 1972. április 22-én tartott 62. Tisztújító Közgyűlés óta 120 kolléga távozott el sorainkból. Az 1975. október 29-én Kecskeméten megtartott 63. Közgyűléstől napjainkig végleges búcsút vettünk és utolsó „jó szerencsét!" mondtunk 18 kedves tagtárunknak, akik

Dónáczi Ferenc bányamérnök, *Erős József* ny. bányatechnikus, *Farkas István* vaskohómérnök, *Gimesy (Langer) Zoltán* bányamérnök, *Kardos János* bányatechnikus, *Kádár Sándor* bányamérnök, *Kollman Ferenc* gépészmérnök, *Koó István* kohásztechnológus, *Kusnyér Zoltán* bányamérnök, *Küstel Alfréd* kohómérnök, *Nemes Árpád* bányamérnök, *Pantó Dezső* vasdiplomás bányamérnök, *Rális Rezső László* bányatechnikus, id. *Schmidt György* gyémántdiplomás bányamérnök, *Simon Gyula* bányatechnikus, *Steiner Miklós* bányagépészmérnök, *Stoll Lóránt* bányamérnök és *Vargha Béla* aranydiplomás bányamérnök.

Kérem a közgyűlés részvevőit, egyperces néma felállással áldozzunk emléküknek.

A szakosztályok által kidolgozott hároméves munkaprogramok

A 62. Közgyűlésen elfogadott határozat szellemében az Elnökség elhatározta, hogy a szakosztályokkal egy hosszabb, tulajdonképpen egy ciklusidőre érvényes munkaprogramot készíttet el. A tervvel kapcsolatos elgondolás az volt, hogy a szakosztályokban kialakult elképzelések és újszerű gondolatok bizonyos irányelveket határozzanak meg, illetve megfelelő előremutatással rögzítsék a legszükségesebb tennivalókat.

A hároméves terv az alábbi fő gondolatokat tartalmazza:

— koordináció és összhang a párt- és kormányhatározatokkal;
— együttműködés a társ- és külföldi egyesületekkel;
— mélyebb tartalmú foglalkozás a bányász-kohász fiatalokkal;
— az aktivitás növelése előadások, rendezvények szervezésével;
— pályázatok kiírása és kiadványok megjelentetése;
— a szakosztályok és az Egyesület anyagi eszközeivel való célszerű gazdálkodás.

A szakosztályok és az Elnökség munkájának alapját képező hároméves munkaterv értékelése és összefoglalása alapján megállapítható volt, hogy ezek a tervek a várakozásnak megfelelően sikerültek, és hűen tükrözték azt a programot, amelyet megvalósítani kívánt.

A szakosztályok tevékenysége

A legnehezebb feladatok közé tartozik egy-egy szakosztály munkáját felvázolni és értékelni. Kevés a rendelkezésre álló idő, és ez a tevékenység olyan sokszínű, tartalmában oly gazdag és szerteágazó volt, hogy szinte megoldhatatlan feladat elé állítja az előadót. E tevékenységet néhány kiragadott, jellemző példával lehet csak érzékeltetni és megközelíteni, ez azonban csak töredékét jelenti a teljes tevékenységnek.

A *Bányászati Szakosztály* az intenzív műszaki fejlesztésre, a termelékenység fokozására, a termelőegységek kapacitásának jobb kihasználására mozgósította tagságát. Ezt a célt szolgálta a mintegy 40 országos rendezvény szervezése is; ezeknek csaknem 90%-a a vidéki bányászcentrumokra esett. A rendezvények témája és mondanivalója sokat tett annak érdekében, hogy a szénbányászat racionalizálása révén ne a passzivitás váljon uralkodóvá, hanem az új utak keresése és a jövő bányászatába vetett biztató hit legyen a további cselekvés meghatározója.

Talán ez is ösztönözte a fiatal műszakiak aktivizálását, mely tevékenységnek kiemelkedő eseménye volt a múlt év végén, Tatabányán megrendezett FMKT országos vetélkedő.

A szakosztály jelentősen növelte együttműködését az MTESZ különböző társegyesületeivel. Ezek gyümölcsözőek, hasznosak és eredményesek voltak.

Rendkívüli figyelmet fordítottak a BÁNYÁSZAT c. lap fejlesztésére, valamint a példamutató bányászelődök múltjának felkutatására.

A *Vaskohászati Szakosztály* is magáévá tette a bevezetőben elmondott irányelveket. Ennek szellemében határozta meg legfontosabb célkitűzéseit.

A szakmai tevékenység fejlesztése terén a teljes vaskohászati vertikumot képviselő öt új szakcsoportot hozott létre.

Munkája során nagy gondot fordított a helyi csoportok megerősítésére, tevékenységük koordinálására.

A mintegy 400 hazai szakmai rendezvény mellett — többek között — jelentősek voltak, és országunk határain túl is öregbítették hírnevünket az immár hagyományossá váló Kohászati Anyagvizsgáló Napok és az Országos Hengerész Konferenciák című nemzetközi szimpozionok.

A szakosztály munkájában jelentős szerepet képviselt a fiatal szakemberekkel való foglalkozás. Részükre pályázatokat írtak ki, amelyek száma évi 7—9.

Külföldi kapcsolatuk kétoldalú együttműködésen alapult, és elsősorban a szakmailag illetékes lengyel, cseh és NDK-beli partnerek felé irányult.

A *Fémkohászati Szakosztály* vezetősége munkaprogramjának és az elmúlt négy év alatt végzett tevékenységének jellemzőit az alábbiakban lehet megfogalmazni:

— hatékony közreműködés az iparvállalatok gazdaságfejlesztési célkitűzéseinek végrehajtásában;
— együttműködési megállapodások létrehozása intézményekkel és a vállalatok felügyeleti szerveivel;
— a fiatalok bevonása az egyesületi és társadalmi munkába;
— aktív részvétel a szakmunkás- és egyetemi oktatást elősegítő javaslatok kidolgozásában.

Ezen időszerű kérdések mellett eredményesen munkálkodtak a kohászat haladó hagyományainak ápolásán is.

Az értékelés tárgyát képező ciklusban a 11—12 000 szakember által látogatott mintegy 80 jelentősebb rendezvény közül kiemelkednek az Alba Regia Napok, a MOTIM-Napok, az Országos Ritkafém Ankétok, a Komáromi Műszaki Napok stb. című rendezvények, amelyeket elsősorban a vidéki, illetve a helyi szakcsoportok szerveztek.

A *Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály* alapvető feladatának tekintette az olajipar műszaki színvonalának emelését, összhangban az energiastruktúra korszerűsítése feladatainak igényével. Lényegében ez határozta meg a szakosztály és a vezetőség munkáját. Ennek jegyében történt a vándorgyűlések, a különböző kollokviumok szervezése, és ezt a célt szolgálták a szaklapban megjelent cikkek és különkiadványok.

A pályázatok egyre népszerűbbekké váltak, színvonaluk növekedett. Számuk — a legutolsó évet kivéve — évente 10—15 között volt. Dícséretet érdemel az a törekvés is, amely az üzemtörténeti tárgykört szorgalmazta.

A külföldi kapcsolatok terén a 10 év óta fennálló jugoszláv együttműködés az elmúlt négy évben is mindkét fél számára eredményes volt.

Szakosztályaink között legaktívabb az *Öntödei Szakosztály* volt. A fiatalok mozgósítása és a szakma elsajátításának propagálása területén szinte elévülhetetlen érdemeket szereztek.

A „Ki minek mestere" országos vetélkedő sokáig emlékezetes esemény marad. Jó együttműködésük volt a társegyesületekkel és gyümölcsöző kapcsolatuk a külföldiekkel.

Az Egyesület fokozatosan növekvő tekintélyét példázza az *Egyetemi Osztály* létrejötte és működése. A taglétszám rohamos emelkedése, a rendezvénytémák érdekessége és színvonala, a hagyományok gondos ápolása mind arra enged következtetni, hogy az ifjúság és a jövő fiatal mérnökei számára az egyesületi élet fontos tényezővé vált.

A taglétszám alakulása, a helyi csoportok munkája, az egyesületi élet aktivitása

Egyesületünk tekintélyét, népszerűségét, a hozzá való hűséget mutatja a taglétszám állandó növekedése (*1. táblázat*).

1972-ben 6671 tagja volt az Egyesületnek. A jelenlegi közgyűlésre meghívott mintegy 360 küldött 7580 egyesületi tagot képvisel. Örvendetes ez a körülmény, különösen ha figyelembe vesszük, hogy az elmúlt négy év alatt több, mint 900 fős létszámnövekedés következett be. Úgy értékeljük, hogy a bányász- és kohásztársadalomban egyre nagyobb a ragaszkodás és a tisztelet az Egyesület iránt. Helyeslik célkitűzéseit, készséggel és örömmel vesznek részt annak munkájában.

Szeretnénk kiemelni, és a fenti megállapításunkat ezzel is hangsúlyozni, hogy az Egyesület szakosztályai mindig távol tartották magukat a tagtoborzástól, és minden esetben kizárólagossá tették az önkéntesség elvét.

Az Egyesület különböző szintű vezető testületei gyakran kifejezésre juttatták és munkájuk végzésénél érvényesítették is a *helyi csoportok* jelentős szerepét. A vállalatok, az üzemek és a területi csoportok tagjainak aktivitása, az iparhoz való közvetlenebb tartozása eredményesebb együttműködést tett lehetővé.

Az Egyesület anyagi létének legbiztosabb bázisa az ipari centrumokban létesített vidéki csoportok voltak. Az elmondottakat bizonyítja a taglétszám területi megoszlása is: az egyesületi tagok 75%-a a vidéki csoportokhoz tartozik.

1. táblázat

A taglétszám alakulása

Szakosztály	Időpont	Budapest		Vidék		Együtt	
		fő	%	fő	%	fő	aránya az összeshez
BÁNYÁSZATI	1972	275	10,7	2557	89,3	2832	42,6
	1976	229	7,3	2901	92,7	3130	41,4
VASKOHÁSZATI	1972	446	30,6	1009	69,4	1455	21,8
	1976	538	32,3	1126	67,7	1664	21,9
FÉMKOHÁSZATI	1972	217	28,1	553	71,9	770	9,3
	1976	224	26,4	622	73,6	846	9,1
KŐOLAJ-, FÖLDGÁZ- ÉS VÍZ-	1972	239	38,2	386	61,8	625	11,5
	1976	223	32,1	471	67,9	694	11,2
ÖNTÖDEI	1972	421	57,8	307	42,2	728	10,9
	1976	440	54,7	364	45,3	804	10,6
EGYETEMI OSZTÁLY	1972	–	–	261	100,0	261	3,9
	1976	–	–	442	100,0	442	5,8
ÖSSZESEN	1972	1598	23,9	4812	76,1	6671	100,0
	1976	1654	21,8	5484	78,2	7580	100,0

A taglétszámot tekintve a szakosztályok közül változatlanul a legnépesebb a 3130 fős Bányászati Szakosztály: az Egyesület taglétszámának 41%-át képviseli. A Vaskohászati 22%-kal, a Kőolaj-, Földgáz és Vízszakosztály, az Öntödei Szakosztály csaknem 11—11%-kal, a Fémkohászati 9%-kal képviselteti magát. A viszonylag kis létszámú Egyetemi Osztály négy év alatt 1,7-szeresére növelte taglétszámát, és ez idő szerint 442 főt számlál.

A tagság életkora alapján nem tartozunk a legfiatalabb egyesületek közé. A 40 év fölötti tagok aránya eléri az 52%-ot, míg a 30 év alatti fiataloké mindössze 12,4% (*2. táblázat*).

2. táblázat

A taglétszám életkor szerint

Szakosztály	Életkor			Összesen
	30 évig	30—50 évig	50 év fölött	
BÁNYÁSZATI	168	2087	957	3212
VASKOHÁSZATI	386	947	367	1700
FÉMKOHÁSZATI	126	460	163	749
KŐOLAJ-, FÖLDGÁZ- ÉS VÍZ-	159	663	288	1110
ÖNTÖDEI	148	488	173	809
Összesen	987	4645	1948	7580

Az egyesületi élet aktivitása a számok tükrében bemutatható ugyan, tartalmának és tevékenységének jelentőségét azonban csak a részletek kellő megismerése útján lehet értékelni.

A *3. táblázat* mindazon szakmai rendezvények összesítését tartalmazza, amely magában foglalja a külföldi és belföldi konferenciáknak, szakmai napoknak a helyi csoportoknál, valamint a budapesti központban rendezett előadásait. A rendezvények, továbbá a résztvevők száma — alkalmanként átlagosan 45—60 fő — a fokozott érdeklődést mutatja az egyesületi élet szakmai programjai iránt.

3. táblázat

A szakmai rendezvények összesített adatai

Megnevezés	1972	1973	1974	1975
A rendezvények száma	221	215	293	255
A rendezvényeken résztvevők száma	15 707	11 517	11 267	11 452

A zömében színvonalas és jól előkészített rendezvények fenti látogatottsága alkalmas volt arra, hogy kialakuljon a team-rendszerű munkastílus, amelynek keretén belül konzultációk alapján a vitatott téma alapos és részletes tanulmányozására és megtárgyalására volt lehetőség.

Az egyesületi élet aktivitásának fokozott voltát mutatja az is, hogy ezen összesített táblázat a hivatalosnak nevezett vagy szükségesnek tartott vezetőségi, elnökségi és egyébb üléseket nem tartalmazza.

Nemzetközi kapcsolatok

A mintegy 20 éves múltra visszatekintő nemzetközi kapcsolataink az elmúlt időszakban is intenzívek voltak, és a terveknek megfelelően alakultak.

A szocialista országok többségével már több év óta fennálló együttműködésünk kedvezően alakul. Kiemelkedően aktív volt a kapcsolat a lengyel bányász, kohász és öntő egyesülettel, a jugoszláv DIT—NAFTAPLIN-nal, a Kammer der Technik kohász és öntő szekcióval, a csehszlovák bányász-, kohász- és öntőegyesületekkel.

Nem volt megfelelő a kapcsolat a bolgár egyesületekkel. Továbbra is kívánnivalót hagy maga után az együttműködés a Szovjetunió, Románia társegyesületeivel, annak ellenére, hogy e vonatkozásban a különböző szintű kezdeményezés részünkről több esetben megtörtént.

Egyesületünk tagjai az elmúlt négy évben számos külföldi rendezvényen (konferencián, ankéton, tanulmányúton stb.) vettek részt. Ezen időszakban mintegy 1250 magyar szakember járt külföldön és 6800 napot eltöltve szerzett hasznos szakmai ismereteket, tapasztalatokat a szocialista és tőkés országok bányászati, kohászati és öntödei iparágainak tanulmányozásával (*4. táblázat*).

A már régi és szívélyes kapcsolatok eredményeként egyre több külföldi szakember jelent meg és jelenik meg Egyesületünk rendezvényein. A több nyelven, szinkron tolmácsolásban elhangzott előadások, a világnyelveken is megjelenő kiadványok értékes összefoglalókat, tájékoztatókat adtak a magyar bányászat és kohászat fejlettségéről, elért eredményeiről.

A nyugati országok társegyesületeivel való együttműködésünk nem számottevő. Ennek ellenére, az elmúlt évben is számos tőkés ország szakembere vett részt rendezvényeinken, illetve tartott szakmai tárgyú és gyártásismertető előadást egyesületünk szervezésében, Egyesületeik, intézményeik képviseletében. Bár szakmailag ezen előadások nem minden esetben érték el a kívánt színvonalat, inkább propagandajellegűek voltak, mégis tájékoztatást adtak az illető ország hasonló iparágának színvonaláról.

4. táblázat

Külföldi kiutazások

Év	Szocialista		Tőkés		Összesen	
	fő	nap	fő	nap	fő	nap
1972	168	1086	85	426	253	1512
1973	278	1200	17	81	295	1281
1974	317	1938	20	132	337	2070
1975	293	1527	60	415	353	1945

Az elmondottakból is kitűnik, hogy egyesületünk nemzetközi kapcsolatai kiterjedtek és szerteágazóak. Egyesületünknek a nemzetközi kapcsolatokra fordított fáradozásait forintban nem lehet mérni, mint ahogy nem lehet évenkénti statisztikával értékelni ennek gazdasági kihatásait sem.

Tagságunk műszaki tudásának, látókörének bővítéséhez azonban ez a tevékenység is szorosan hozzátartozik. Rendszeres lehetőséget biztosít a környező országok műszaki és technikai fejlődésének megismerésére. Az így szerzett újabb ismeretek és tapasztalatok viszont hozzájárulnak a magyar bányászat és kohászat további fejlődéséhez.

A nemzetközi együttműködés területén kifejtett szorgalmas munkáért, a tevékenység egyesületi koordinációjáért dícséret illeti *Szűcs Imre* kollégát, aki a bizottság vezetője volt, és e tekintetben jelentős érdemeket szerzett.

Az új alapszabály elkészítése

Az OMBKE 1972. évi 62. Közgyűlése úgy határozott, hogy az 1966-ban elfogadott alapszabályt korszerűsíteni kell és az átdolgozott tervezetet a közgyűlés elé kell terjeszteni.

Az Elnökség 1973-ban a tervezet elkészítésével az e célra életre hívott Alapszabály Bizottságot bízta meg.

Az elkészült tervezetet 1974 februárjában észrevételezésre valamennyi szakosztály-vezetőség, helyi csoport és több egyesületi tag megkapta.

Az alapszabály-tervezet iránt igen nagy érdeklődés nyilvánult meg. Egyes vitatott vagy általános jellegű, fontosnak ítélt tételei több ízben szerepeltek szakosztály-vezetőségek üléseinek napirendjén.

Az első tervezethez mintegy 100 észrevétel, kiegészítő javaslat érkezett. Az 1974. március 22-i elnökségi ülésen tárgyalták meg az észrevételeknek, javaslatoknak megfelelően átdolgozott tervezetet. Ennek során az Elnökség döntött egyrészt a tervezet egyes vitás kérdéseiről, másrészt arról, hogy tervezetet választmányi ülés elé terjeszti.

Az OMBKE választmánya a tervezetet 1974. április 19-én az Oroszlányban tartott ülésen vitatta meg. A vita során több kiegészítő javaslat hangzott el, amelyeket az Alapszabály Bizottság tételesen megvizsgált.

Az Elnökség 1974. december 19-i ülésén — néhány vitatott kérdésben való döntés után — a Bányászati Szakosztály kérésére úgy határozott, hogy módot ad a szakosztálynak az alapszabály-tervezet újra véleményezésére. Egyben kötelezte a szakosztályt, hogy véleményüket tudomásulvétel vagy a javaslathoz való csatlakozás céljából valamennyi szakosztálynak küldje meg.

A Bányászati Szakosztály 1975. április 11-én közölte újabb észrevételeit. Tekintettel arra, hogy a társszakosztályoktól ellenvélemény nem érkezett, a Bányászati Szakosztály javaslatait az alapszabály-tervezetbe beépítették.

Az új alapszabályt a Kecskeméten 1975. október 29-én tartott közgyűlés elfogadta.

E rövid áttekintésből is érzékelhető, hogy az Egyesület alapszabálya lényegében a tagság együttes, kollektív munkájának

eredménye. A tervezetek többszöri megvitatása, a mintegy 150 észrevétel és javaslat is ezt bizonyítja.

Nyilvánvaló, hogy az alapszabály nem vehetett figyelembe minden javaslatot, hiszen ezek között nem egy egymásnak ellentmondó is volt, másrészt ellenkezett az MTESZ alapszabályával.

Nyugodtan állíthatjuk azonban, hogy a döntéseknél a tagság akarata és véleménye demokratikusan érvényesült, és így egy korszerű, előre mutató, időálló alapszabályt sikerült alkotni.

Ezúton mondunk köszöntet az Alapszabály Bizottság vezetőjének, dr. *Kovács Mihálynak* és a bizottság minden tagjának; az új alapszabály áldozatos munkájuk eredményét tükrözi.

Az Egyesület könyvtára

Könyvtárunk az elmúlt négy esztendőben nagy változásokon ment keresztül. 1973 elején, Egyesületünk átköltözésekor, a Bányászati Kutató Intézet adott helyet számára. A megértő segítségért ezúton is köszönetet mondunk dr. *Martos Ferencnek*, a BKI igazgatójának.

A költözködést követően részletes és szakszerű állományfelülvizsgálatra került sor. Az 1974. október 15-i elnökségi ülésen rögzítettük a könyvtár gyűjtőkörét, amely ettől kezdve gyűjti a magyar bányász és kohász szerzők műveit, a Magyarországon kiadott bányászati és kohászati kiadványokat, és őrzi a már meglevő technikatörténeti különlegességeket.

Az állomány-felülvizsgálat során a gyűjtőkörbe nem tartozó könyveket, valamint az 1950 után kiadott külföldi folyóiratokat más könyvtárak részére felajánlottuk, illetve kiselejteztük, minek eredményeképpen a könyvtár állománya ma 3497 kötet könyv és 1026 kötet folyóirat.

Az elmúlt két évben összeállítottuk az 1945 óta hazánkban megjelent bányászati és kohászati könyvek bibliográfiáját. Sajnálattal kellett megállapítani, hogy ezek közül sok hiányzik, amelyeknek pótlása az elkövetkező évek egyik fő feladata lesz.

Megfelelő kivitelező és anyagiak hiányában nem tudtuk valóra váltani azt a határozatunkat, hogy a Bányászati és Kohászati Lapok egy sorozatát díszes bőrkötésbe köttessük. Remélhetőleg az új vezetőség megvalósítja ezen elhatározásunkat.

Meg kell említeni, hogy az elmúlt években több ízben találkoztunk olyan törekvéssel, amely a könyvtár megszüntetésére, más könyvtárba való beolvasztására, vagy több könyvtár közötti szétosztására irányult. Az ilyen és hasonló elgondolásokkal mindig határozottan szembeszálltunk, mert véleményünk szerint az Egyesület tulajdonát képező értékes könyvtárnak az Egyesület székhelyén kell működnie.

Az Egyesület szaklapjai

Egyesületi életünk egyik fontos tájékoztató fórumát a szaklapok képezik. A BÁNYÁSZAT, a KOHÁSZAT és az ÖNTÖDE hűen tükrözi az ágazat és a szakma igényét. Ennek kielégítését és a lapok támogatását a szakosztályok mindig fontosnak tartották.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ színvonala, a szerkesztés igényessége és a megjelenés rendszeressége folytán az MTESZ-periodikák közül az elsők között van. A „Különszám" az iparban egyedülálló publicisztikai tanulmánynak minősül.

Általában elmondhatjuk, hogy a lapok színvonala kielégítő, több a gyakorlati tárgyú cikk, bővebb és színesebb a híranyag, az egyesületi életről — ha kicsit későn is, de — javult a tájékoztatás. Kifogásolni kell — a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ kivételével — a lapok késői megjelenését. A ciklusidő alatt állandóan, néha több hónapos késéssel küszködtek. Ennek kiküszöbölésére tettek ugyan intézkedéseket, de ezek csak részleges és átmeneti eredményt hoztak.

A nívódíjak és a pályázatok kiírása ösztönzőleg hatott a fiatalok íráskészségére.

Az elnökségi bizottságok tevékenysége

Az egyesületi életről adott beszámolónk nem lenne teljes, ha az elnökségi munkabizottságok fontos tevékenységéről nem emlékeznénk meg. Szerepük, részvételük jelentős volt, munkájuk nagymértékben hozzájárult tevékenységünk színvonalának emeléséhez.

Ipargazdasági Bizottság

Kiemelten kell szólni az *Ipargazdasági Bizottság* munkájáról, amely a szakosztályok képviselőinek aktív közreműködésével, dr. *Trethon Ferenc* tagtársunk vezetése alatt igen eredményesen működött.

Az Ipargazdasági Bizottság *megalakulása előtti helyzetére* az volt a jellemző, hogy a szakosztályok ipargazdasági, ill. közgazdasági szakcsoportjai már korábban is megvitatták az iparágaikban jelentkező gazdasági, szervezési és szervezeti kérdéseket. Ezek témaköreit azonban a szakosztályi tagozódáson túl a szakcsoportok és munkabizottságok tagjainak aktivitásától, érdeklődési körétől függően szűkítették vagy bővítették. A megvitatott kérdések összefoglalására, azok közül a közérdeklődésre is számot tartók publikálására ritkán vagy egyáltalán nem került sor. A kialakított állásfoglalások csak kevés esetben jutottak el az Egyesület Elnökségéhez olyan kéréssel, hogy azokat az állami vezetés döntései meghozatala előtt tanulmányozza, és mint társadalmi-tudományos közvéleményt, álláspontot figyelembe vegye.

Az elnökségi határozattal alapított, meghatározott munkaterv szerint dolgozó Ipargazdasági Bizottság alapvető céljának tekintette, és az elmúlt évek során meg is valósította a széles skálán mozgó szakosztályi témák célorientált irányítását; az e témákkal foglalkozó szellemi erők koncentrálását; az ágazati sajátosságokat tükröző viták értékelését, összegyűjtését, tömörítését, majd ezeknek az állami vezetéshez történő eljuttatását és a lapokban való publikálását.

A bizottság tevékenysége során kiemelkedőként kell értékelni az Elnökség elé terjesztett javaslatukat, amelyet a közgazdasági szabályozó rendszer módosításának végrehajtására tettek.

Az elnökség a javaslatot elfogadta, és azt az illetékes szervekhez (NIM, KGM, PM, Munkaügyi Minisztérium, MTESZ-Elnökség, a Bányaipari, a Vasipari, a Fémipari és a Villamos Ipari Dolgozók Szakszervezete) eljuttatta, majd „Az OMBKE javaslatai a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához" címmel lapjainkban teljes terjedelmmel meg is jelentette.

Örömmel jelenthetem a tisztelt közgyűlésnek, hogy e javaslatra *Faluvégi Lajos* pénzügyminiszter elvtárs válasza már meg is érkezett, amelyet lapjainkon keresztül hozunk tagságunk tudomására.

A pénzügyminiszter válaszát — tájékoztatás céljából — az előzőekben említett állami szerveknek, az MTESZ-nek és a szakszervezeteknek meg is küldtük.

A még beérkező válaszok megismerése, megismertetése az új tisztségviselőknek lesz egyik fontos feladatuk, mind egyesületi, mind szakosztályi szinten.

Valamennyiünk nevében szólok, amikor az Ipargazdasági Bizottság elnökének és a bizottság tagjainak végzett munkájukért ezúton is kifejezem Egyesületünk köszönetét.

Ifjúsági Bizottság

Az ifjúság problémáit és kérdéseit az Egyesület vezetősége az Ifjúsági Törvény szellemében kiemelten kezeli. A fiatal szakemberek szerepe fontos, folyamatosan erősödik és jövőnk biztos záloga; az ifjúságról való gondoskodás minden szakterületen általános. Ilyen és hasonló megállapításokat tett az Ifjúsági Bizottság vezetője, *Podányi Tibor* tagtársunk, amikor az 1974. február 15-i, valamint az 1975. december 17-i elnökségi ülésen a bizottság nevében beszámolt.

Általános megállapítás volt, hogy a szakosztályokban és a vidéki csoportoknál végzett ifjúsági munka eredményes, sokszínű, rugalmasan alkalmazkodott a szakmai és helyi sajátosságokhoz. Éppen a növekvő szakmai elkülönülés miatt azonban erősíteni kell a szakosztályközi kapcsolatokat. Az Egyetemi Osztály feladatává kell tenni, hogy a fiatalok már az egyetemen bekapcsolódjanak az egyesületi életbe.

Lényeges a különböző szintű KISZ-szervezetekkel való együttműködés! Ez a kapcsolat a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem KISZ-bizottságával az elmúlt időszakban kedvező volt.

Fontos továbbá a fiatalok részvétele az egyesület vezető testületeiben. Bár a közgyűlések alkalmával rendszeresen „fiatalítunk", mégis hatékonyabbá és élőbbé kellene tenni ezt a folyamatot.

Oktatási Bizottság

Oktatási Bizottságunk tevékenysége a szakmai képzés és továbbképzés szinte minden lényeges problémakörét felölelte.

Az elmúlt években szoros együttműködés alakult ki az állami oktatási intézmények különböző szerveivel. Többek között foglalkoztak a szakközépiskolák tematikájának bírálatával, véleményezték a Mérnök Továbbképző Intézet tanfolyamainak anyagait, részt vettek a Mérnök Továbbképzési Tanács Munkájában.

Múlt év márciusában a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának felkérésére véleményezték a kar tantervtervezetét. A szakmai jellegű hasznos tanácsok és megszívlelendő

ajánlások mellett javasolták a fiatal mérnökök idegennyelv-ismeretének fokozottabb elsajátítását.

A bizottság kapcsolata az MTESZ Központi Oktatási Bizottságával rendszeres és eredményes volt.

Az *Érembizottság* legfontosabb feladata az egyesületi érmek adományozása jogosságának elbírálása, és javaslat azok odaítélésére. Ez a nem látványos munka azonban nagyfokú hozzáértést igényelt a bizottság tagjai részéről.

Különösen komoly feladatot jelentett az Elnökség kívánsága, mely az új alapszabály függelékeként az emlékérmek eredeti alapítólevelének véglegesítését és összegyűjtését bízta az Érembizottságra.

Megállapításunk az, hogy minden alkalommal gyorsan és rugalmasan tettek eleget az Egyesület különböző vezetőtestületei javaslatának. Munkájukért köszönetünket fejezzük ki.

A *Történeti Bizottság* foglalkozott a bányász-kohász ősök és a szakma nagyjai múltjának feltárásával és megörökítésével.

A BÁNYÁSZAT hasábjain rendszeresítették a „Visszapillantás a bányászat múltjára" című sorozatot. 1972-ben megemlékeztek *Péch Antal* és *Szabó József* születésének 150. évfordulójáról. 1975 második felében pedig nagyszabású *Mikoviny*-ünnepségsorozatot szerveztek Sopronban, Tatán és Budapesten.

Az Öntödei Múzeummal való kapcsolat a kohász-öntő történeti emlékek feltárásában, megőrzésében volt eredményes.

A hagyományt tisztelő kezdeményezés dícséretes szokássá vált. Ennek egyik kítűnő példáját mutatták be a Történeti Bizottság tagjai, akik a tegnapi napon meglátogatták és megkoszorúzták *Sóltz Vilmos* sírját a Kerepesi temetőben, *Zsigmondy Vilmos* szobrát a Városligetben, továbbá *Mikoviny Sámuel,* valamint *Péch Antal* emléktábláját.

Szép lenne, ha az ilyen és hasonló kegyeletápolás maradandóvá válna.

Kapcsolatok a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségével

Egyesületen kívüli kapcsolataink között első helyen kell említeni az MTESZ-szel kialakult kedvező együttműködést. Gondjaink és problémáink megoldásában mindig segítőkészséget és támogatást tapasztaltunk e szervtől. Az MTESZ vezetőivel folytatott gyakori megbeszélések és egyeztető tárgyalások hasznosak voltak, és alkalmasak tevékenységünk részletes megismertetésére.

Az MTESZ határozatai egyesületi életünk számára iránymutatást adtak, a különböző információk pedig koordinálták munkánkat, összhangott teremtve az MTESZ és a többi tagegyesület célkitűzéseivel.

Az eredményes munkakapcsolat kialakítását az elvtársias személyi kapcsolat is elősegítette.

Tisztelt Közgyűlés!

Beszámolómban igyekeztem részletesen elmezni és mindenre kiterjedően értékelni Egyesületünk előző periódusának jelentősebb tevékenységét. A legjobb szándék mellett is azonban az időkorlát, a terjedelem indokolt mérséklése és egyéb objektív tényezők akadályozó volta miatt nem lehetett a fontosnak ítélt témák összességét felvetni. Így a teljességre való törekvés elhanyagolásáért szíves elnézésüket kérem.

E helyről szeretnék őszinte szívvel és baráti érzéssel ismételten köszönetet mondani mindazon munkatársaknak, kollégáknak és tagtársaknak, akiknek körzeműködése és lelkes munkája hathatósan elősegítette egyesületi életünk felvirágoztatását.

Kérem a közgyűlést, fogadja el az Elnökség nevében elmondott jelentést.

*

A közgyűlés 3. napirendi pontja a Számvizsgáló Bizottság elnökének, Dr. *TRETHON FERENC*-nek a beszámolója volt.

Tisztelt Közgyűlés!

A főtitkári beszámoló az 1972—1975-ös években végzett munkáról adott számot. Erre tekintettel a Számvizsgáló Bizottság is ugyanezen időszakra vonatkozóan tesz jelentést, és nyilvánít véleményt az Egyesület gazdálkodásáról.

Az elmúlt négy esztendőben a pénzügyi helyzetet a kiegyensúlyozottság, a megfontoltság és a mértéktartás jellemezte. Az Elnökség a korábbi évekre jellemző módon — helyesen — évenként általában több ízben áttekintette az Egyesület költségvetése végrehajtásának helyzetét, valamint a következő évi előirányzatot, és ha indokolt volt, érdemi határozatokat hozott. Ez a jövőben is követendő módszer lehetőséget biztosít a Számvizsgáló Bizottságnak, hogy a gazdálkodással összfüggő állásfoglalásról, nézetéről folyamatosan tájékoztassa az Egyesület vezető testületét. Emellett az Elnökség ülésein önálló napirendi pontként is tárgyalta bizottságunk egy-egy év pénzügyi helyzetének vizsgálatáról készített előterjesztését, amelynek alapján ugyancsak megfelelő intézkedések születtek.

Dr. Trethon Ferenc, a Számvizsgáló Bizottság elnöke beszámolóját tartja

Ilyen volt többek között a tervezésre, nyilvántartásra vonatkozó belső szabályzat elkészítését célzó utasítás. Erre azért volt szükség, hogy a költségvetés előirányzatai, továbbá a végrehajtás tényszámai azonos tartalommal kerüljenek kialakításra és elszámolásra. Úgy véljük, hogy ez a lépés megfelelő alapot biztosít az elemző, értékelő munkához is.

Eredményként könyvelhető el, hogy a Titkárság és a Számvizsgáló Bizottság közös erőfeszítésének következményeként az elmúlt időszakban sikerült pénzügyileg és jogilag rendezni a vállalati térítéssel lebonyolított külföldi utazások kérdését. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a külföldi kiküldetés az Egyesület költségvetésének egyik legnehezebben tervezhető tétele, amit az is bizonyít, hogy a vizsgált négy esztendőben az előirányzatot egyedül ezen a területen léptük jelentősen túl. Szükséges tehát, hogy a vonatkozó előirányzatok összeállítása a lehető legnagyobb körültekintéssel történjék, mert a költségvetési keret ezen területen való túllépése szélső esetben csak más előirányzott feladatok rovására történhet.

Fontos továbbá, hogy a jogszabályokban, illetve pénzügyminisztériumi leíratokban foglalt előírások betartása a továbbiakban is szigorú következetességgel történjék.

Néhány jellemző adat az elmúlt négy év gazdálkodásáról.

A költségvetés tényleges bevételei 31 663 eFt-ot, kiadásai pedig 31 279 eFt-ot tettek ki.

Az 1972. évet kivéve valamennyi gazdálkodási időszakot bevételi többlettel zártuk, az 1975. évi maradvány amely, egyúttal az 1976-os esztendő induló pozícióját is jelenti, 366 eFt.

A bevételek között fontos tétel a jogi tagdíj, amelynek összege az 1972—1974. években dinamikusan emelkedett; 1975-ben azonban váratlan stagnálás következett be.

A Számvizsgáló Bizottság célszerűnek tartja, hogy ennek okai a következőkben elemzésre, a megfelelő intézkedések pedig kiadásra kerüljenek annak érdekében, hogy a korábbi évek növekedési tendenciája továbbfolytatódjék.

Kedvezőnek minősíthető, hogy az ún. nagyrendezvények az eltelt négy év átlagában önfinanszírozók voltak. A 8604 eFt-os bevétel, illetve a 8285 eFt kiadás egyenlege 318 eFt bevételi többlet.

Figyelemre méltó körülménynek tartja a Számvizsgáló Bizottság azt a tényt, hogy az Egyesület részére adott költségvetési támogatásnak a bevételekhez viszonyított aránya a MTESZ átlagánál kedvezőbb.

A létszámgazdálkodással összefüggésben a közelmúltban kiadott kormányzati intézkedésekre való tekintettel a Számvizsgáló Bizottság elemzést végzett az ezzel kapcsolatos helyzetünkről.

Egyesületünk 1975-ben az MTESZ taglétszámnak 5,8%-át tette ki. A függetlenített apparátus állományából — amely az MTESZ átlagban 1000 tagra esően egy fő — az OMBKE hányada 6,55%, a taglétszámaránynál tehát valamivel magasabb. Az eltérés nem számottevő.

Úgy véljük, hogy a következőkben az Egyesület taglétszámának emelkedése valószínűleg tovább folytatódik. Arra kell törekedni, hogy ennek bekövetkezése esetén a központi apparátus a megnövekedett feladatokat változatlan létszámmal lássa el. Ezzel kapcsolatban jellemzésként megemlítem, hogy az 1973—1975-ös években az MTESZ létszámnövekedése 3,9%-ot tett ki, míg Egyesületünk esetében ez a mérték 8,9% volt.

A következő években az Egyesület gazdálkodására változatlanul a takarékosságnak kell jellemzőnek lennie. A Magyar Értelmező Szótár szerint takarékoskodni annyi, mint gazdálkodni, gazdálkodni pedig annyit jelent, mint ésszerűen felhasználni a rendelkezésre álló anyagi lehetőségeket.

Az ésszerűség követelménye a mi esetünkben úgy értelmezendő, hogy a megtakarítások nem lehetnek öncélúak, és nem okozhatják az egyesületi munka minőségének és intenzitásának romlását.

Társadalmi felelősségünk, jogi tagvállalataink indokolt várakozása és tagságunk igénye kötelezővé teszi az egyesületi alkotó tevékenység fokozását. Ennek a szükségszerűségnek költségvetésünk szerkezetében, illetve folyamatos változásában is meg kell nyilvánulnia.

Az ésszerű takarékosság előfeltétele a reális tervezés. Ezért tovább kell folytatni azt a helyes gyakorlatot, hogy az éves előirányzatok megállapításakor ne a bázisidőszak adatait, hanem a következő évi feladatok és célkitűzések eléréséhez szükséges anyagi előfeltételeket egymással szorosan összehangoltan vegyék figyelembe.

Az elmúlt négy esztendőben az Elnökség, a Szakosztályok, valamint a Titkárság elismerésre méltó munkát végeztek az egyesület gazdasági egyensúlyának megteremtésében és ennek folyamatos biztosításában.

Számottevő segítséget nyújtottak a Számvizsgáló Bizottság tevékenységéhez is.

Az eddigi helyes gyakorlat és a bevált módszerek alkalmazása ezért továbbra is kívánatos és indokolt. Ugyanakkor állandó feladatot kell képezzen ezek továbbfejlesztése is.

Kérem a Közgyűlést, szíveskedjék a Számvizsgáló Bizottság jelentését elfogadni.

*

A közgyűlés mindkét jelentést egyhangúlag elfogadta.

Ezt követően a közgyűlés a következő bizottságokat választotta meg.

Jelölő biztottság. Vezetője: dr. *Szabó László*; tagjai: *Horváth Gyula*, dr. *Szabó György*, *Szász József*, *Török Frigyes*.

Szavazatszedő bizottság. Vezetője: *Selmeczi Béla*, tagjai: *Horváth József*, *Mizerák László*, *Solti Károlyné*, *Vitézy Tamás*.

Határozatszövegező bizottság: Vezetője: *Óvári Antal*: tagjai: *Böszörményi Béla*, dr. *Pilissy Lajos*.

A jelölő bizottság elnöke, dr. SZABÓ LÁSZLÓ, ezután javaslatot terjesztett elő az Egyesület következőkben ismertetett új tisztségviselőinek személyére.

Elnök: *Kreffly Gábor* okl. bányamérnök, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elnökhelyettese. Az egyesületnek 1944 óta tagja, 1966 óta a Bányászati Szakosztály vezetőségi tagja, az utolsó ciklusban elnöke.

Alelnökök:

Dr. *Tóth Miklós* okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, a Központi Földtani Hivatal elnökhelyettese. Egyesületünknek 1943-tól tagja. Több cikluson át a Bányászati Szakosztály vezetőségi tagja, a *Wahlner Aladár*-emlékérem tulajdonosa.

Karlik Nándor okl. kohómérnök, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés vezérigazgatója. Az MTESZ országos elnökségének tagja, Egyesületünknek 1972 óta tagja.

Soltész István okl. kohómérnök, a Csepel Vas- és Fémművek vezérigazgatója. 1950 óta tagja Egyesületünknek; 1972-ig a Fémkohászati Szakosztály elnöke volt.

Dr. *Alliquander Ödön* okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tanára. 1941 óta Egyesületünk tagja. A Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály elődjének két cikluson át volt elnöke, 1972 óta az Egyesület alelnöke. A *Mikoviny Sámuel*- és a *Zsigmondy Vilmos*-emlékérem tulajdonosa.

Horváth Ferenc okl. kohómérnök, az Öntödei Vállalat vezérigazgatója, Egyesületünknek 1950 óta tagja. Jelenleg is az Egyesület alelnöke. A *Sóltz Vilmos*-emlékérem tulajdonosa.

Dr. *Kiss Ervin* okl. kohómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen tanszékvezető egyetemi tanár. Egyesületi tag 1948 óta.

Főtitkár: Dr. *Nagy Zoltán* okl. kohómérnök, a Kohó- és Gépipari Tervező Vállalat fejlesztési főmérnöke. Egyesületi tag 1945 óta. A *Kerpely Antal*-emlékérem és az MTESZ-díj tulajdonosa.

Főtitkárhelyettes: Dr. *Heinemann Zoltán* okl. olajmérnök, a Nehézipari Minisztérium főmunkatársa. 1962 óta egyesületi tag. Két cikluson át a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály titkára volt, az MTESZ országos elnökségének tagja. A *Zsigmondy Vilmos*-emlékérem tulajdonosa.

Ellenőrző Bizottság

Elnök: *Bándi József*, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgató-helyettese. A Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály Ipargazdasági Szakcsoportjának elnöke. Egyesületünknek 1970 óta tagja.

Tagok: *Tóth István* okl. bányamérnök, a Magyar Szénbányászati Tröszt főosztályvezetője; *Szűcs Endre* okl. kohómérnök, a Ganz—MÁVAG szaktanácsadója; *Lendvai Ferenc* gépésztechnikus, Kőbányai Könnyűfém; *Tóth András* ny. okl. kohómérnök.

Fegyelmi Bizottság

Elnök: *Komjáthy László* okl. kohómérnök, a Csepeli Csőgyár igazgatója. Egyesületi tag 1951 óta. A Vaskohászti Szakosztály Csepeli csoportjának elnöke. A *Zorkóczy Samu*-emlékérem tulajdonosa.

Tagok: *Reviczky Ferenc* okl. bányamérnök, a Tatabányai Szénbányák főmérnöke; *Laár Tibor* okl. vegyészmérnök, a Tatabányai Alumíniumkohó műszaki-gazdasági tanácsadója; *Simon Norbert* okl. olajmérnök, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség főmérnöke; *Gál Zoltán* okl. kohómérnök, a Kohászati Gyárépítő Vállalat osztályvezetője.

Fő-, ill. felelős szerkesztők:

Tekintettel arra, hogy már több cikluson keresztül végzik felelősségteljes munkájukat és a tagság előtt közismert személyek, részletes bemutatásuktól eltekintünk.

BKL BÁNYÁSZAT: *Heinrich József* okl. bányamérnök;
BKL KOHÁSZAT: *Óvári Antal* okl. kohómérnök;
BKL KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ: *Binder Béla* okl. bányamérnök;
BKL ÖNTÖDE: *Kovács László* okl. kohómérnök.

Az Alapszabály 10. §. (3) bekezdésének f. pontja alapján **az egyes szakosztályok által megválasztott** és a következőkben felsorolt **tisztségviselőket** pozíciójukban a 64. Tisztújító Közgyűlésnek meg kell erősítenie.

Bányászati Szakosztály. *Elnök: Stubnyán István* okl. bányamérnök. alelnök: dr. *Faller Gusztáv* okl. bányamérnök; titkár: *Beke Imre* okl. bányamérnök.

Vaskohászati Szakosztály. Elnök: *Hammer Ferenc* okl. kohómérnök; alelnök: *Horváth Gyula* okl. kohómérnök; titkár: dr. *Tardy Pál* okl. kohómérnök.

Fémkohászati Szakosztály. Elnök: *Várhelyi Rezső* okl. gépészmérnök; alelnök: *Török Frigyes* okl. kohómérnök; titkár: dr. *Laboda Sándor* okl. kohómérnök.

Öntödei Szakosztály. Elnök: dr *Vörös Árpád* okl. kohómérnök; alelnök: *Kovács Dezső* okl. kohómérnök; titkár: *Bakó Károly* okl. kohómérnök.

Egyetemi Osztály. Elnök: dr. *Nándori Gyula* okl. kohómérnök; alelnök: dr. *Gózon József* okl. bányagépészmérnök; titkár: dr. *Károly Gyula* okl. kohómérnök.

A Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály lapunkban már ismertetett vezetőségét az 1975. évi kecskeméti közgyűlés hagyta jóvá. Eszerint elnök: *Hangyál János* okl. olajmérnök; alelnök: *Rácz Dániel* okl. olajmérnök; titkár: dr. *Szabó György* okl. olajmérnök.

Miután a közgyűlés meghallgatta a jelölő bizottság, valamint a szavazatszedő bizottság elnökének — utóbbinak a szavazás lefolytatását körvonalazó — jelentését, az elnök — a szavazás foganatosítására — szünetet rendelt el.

Szünet után ÉLES LÁSZLÓ, az Érembizottság elnöke tett javaslatot az egyesületi életben kiváló érdemeket szerzett tagtársaknak tiszteleti taggá való választására, ill. egyesületi emlékéremmel való megjutalmazására.

A Fémkohászati Szakosztály javaslatára az Egyesület tiszteleti tagjává választották Dr. KÖVES ELEMÉR okl. fémkohómérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát, aki Egyesületünknek 1937 óta tagja, és aki az elmúlt csaknem 40 év alatt a társadalmi és a hivatali életben egyaránt gazdag tevékenységet fejtett ki. 1960—1966-ig a Fémkohászati Szakosztály elnöke volt, majd 1972-ig a Félgyártmány Szakcsoport elnöki tisztségét töltötte be. Munkájának elismeréséül 1966-ban *Zorkóczy Samu*-emlékéremmel tüntették ki.

Szakmai munkásságának legnagyobb részét az alumíniumiparban töltötte különféle vezető beosztásban. Tudományos vonalon hat éven át adta elő a „Fémek hőkezelése" című tárgyat a miskolci egyetemen.

*

Szakosztályunk, illetőleg iparágunk részéről az egyesületi emlékérem magas kitüntetésében hárman részesültek.

Zsigmondy Vilmos-emlékérmet kaptak:

Dr. BÁN ÁKOS okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgatója.

DR. BÁN ÁKOS

Dr. BÁN ÁKOS Egyesületünknek 1955 óta tagja. Korábbi és jelenlegi beosztásában elhatározó szerepet vállalt a szakosztály működési feltételeinek, szaklapunk és annak Különszáma megjelenésének biztosításában, a szakmai színvonal emelésében.

1953-ban Lovásziban üzemmérnökként kezdte pályáját. Később Nagylengyelben volt főmérnök. A Szovjetunióban a műszaki tudományok kandidátusa címet nyerte el. 1962-től az OKGT-ben mint főosztályvezető, termelési vezérigazgató-helyettes, ill. 1974-től mint vezérigazgató működik. Több tudományos bizottság tagja, széles körű irodalmi tevékenységet fejt ki. Lapunk szerkesztő bizottságának kezdettől fogva tagja. Sokat tett a magyar kőolaj- és földgázbányászat korszerű színvonalra emelése és egyre szélesebb körű nemzetközi elismertetése terén. Kimagasló munkáját 1973-ban az Állami díj odaítélésével jutalmazták.

Dr. KASSAI FERENC okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, a Bányászati Aknamélyépítő Vállalat műszaki igazgatóhelyettese, akinek tevékenysége évtizedek óta összeforrt a vízbányászattal. Igen nagy érdeme, hogy bátor kezdeményezéssel megalapozta a hazai termálvízfúrási technológiát. Ő alkalmazta első ízben a rotari fúrást mély termálkutak feltárására és vezette be a vízvezető rétegek perforálással való megnyitását. Tevékenysége nyomán alakult ki a ma már széles körben alkalmazott termálkútfúrási technológia, amely végső soron a geotermikus energia hazai hasznosítását eredményezi. Lapunk szerkesztő bizottságában ugyancsak kezdettől fogva tevékenykedik.

Munkásságával méltó követőjévé vált *Zsigmondy Vilmosnak*, a világon is elsők közé tartozó magyar mélyfúrási szakembernek.

DR. KASSAI FERENC

Sóltz Vilmos-emlékéremben részesült:

POLLOK LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, a Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat műszaki-gazdasági tanácsadója, aki csaknem

POLLOK LÁSZLÓ

egy évtizede szinte a lelke a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály vándorgyűlései szervezésének és külföldön is elismert kiváló megrendezésének. 1972-től a szakosztály vezetőségében a titkárhelyettesi teendőket is ellátta. Lelkes és odaadó közösségi munkája példamutatásul szolgálhat a fiatalság részére, annál is inkább, mert elismert tevékenységet fejtett ki az Egyesület hagyományainak ápolása terén is.

*

Egyesületünk testvérszakosztályainak tagjai közül ugyancsak többen részesültek a megtisztelő éremdíjazásban.

Christoph Traugott Delius-emlékérmet kapott:

KREFFLY GÁBOR okl. bányamérnök, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elnökhelyettese, aki Egyesületünknek 1944 óta tagja. Az elmúlt négy évben a Bányászati Szakosztály elnöke. Eredményes tevékenysége során irányította a szakosztály nemzetközi és országos rendezvényeinek előkészítését, szervezését és lebonyolítását. Szakosztályi elnökségének időszakában indult el az energiaszerkezet korszerűsítésének folyamata és a szénbányászat racionalizálása. Józan vezetői magatartásával sokat tett annak érdekében, hogy ne uralkodjék el a passzivitás,

Múlt és jövő
Dr. Dobos György, a távozó elnök átnyújtja a Christoph Traugott Delius Emlékérmet az új elnöknek, Kreffly Gábornak

hanem a nehézségeknek a legyőzése, az új utak keresése és a jövő bányászatába vetett törhetetlen hit vált uralkodóvá a szakosztály ülésein, rendezvényein és laptársunk, a BÁNYÁSZAT hasábjain.

Péch Antal-emlékéremben részesült:

MOHAROS JENŐ okl. bányamérnök, a Magyar Szénbányászati Tröszt osztályvezetője, aki 1966 óta dolgozik az Egyesület vezetőségében, kezdetben mint főtitkárhelyettes, majd mint főtitkár. E minőségében intenzíven foglalkozott az egyesületi élet reformjával, amelynek egyik eredménye többek közt az Egyesület új alapszabálya. Sikerrel működött közre az Egyesület takarékos gazdálkodásának megteremtésében is. Hatékonyan támogatta a szakosztályok és az egyesületi bizottságok tevékenységét.

Mikoviny Sámuel-emlékérmet kapott:

SZÉKELY LAJOS okl. bányamérnök, a Bányászati Tervező Intézet nyugállományú, Kossuth-díjas igazgatója, aki Egyesületünknek 56 év óta tagja, a Bányászattörténeti Munkabizottságnak több mint 10 év óta vezetője, a *Zsigmondy Vilmos*- és *Szentkirályi Zsigmond*-emlékérmek tulajdonosa. A bányászati hagyományokat ápoló és elődei tiszteletét sugárzó tevékenysége nagyban hozzásegít ahhoz, hogy a szakma és a tudomány nagyjainak emlékét az utókor számára maradandóan meg tudjuk őrizni.

Sóltz Vilmos-emlékérem kitüntetésben részesültek:

EGERSZEGI JÁNOS okl. kohómérnök, a Székesfehérvári Könnyűfémmű termelési főmérnöke, Egyesületünknek 1952 óta tagja, 1963 óta pedig a Székesfehérvári Helyi Csoport elnöke. Közvetlen irányítása nyomán a csoportban az egyesületi élet fellendült, a tagság létszáma megkétszereződött.

STEHLIK LÁSZLÓ, a Lenin Kohászati Művek műszaki-gazdasági tanácsadója, aki 1949 óta tagja Egyesületünknek. A Diósgyőri Helyi Csoport vezetőségében 1962 óta dolgozik, 1965-től a csoport titkára. Titkársága alatt a diósgyőriek a Vaskohászati Szakosztály egyik legnagyobb és legjobban működő csoportjává váltak.

Kerpely Antal-emlékérmet kapott:

KOMJÁTHY LÁSZLÓ okl. kohómérnök, a Csepeli Csőgyár igazgatója, volt kohóipari miniszterhelyettes, aki Egyesületünknek 1951 óta tagja. Több mint egy évtizede a Csepeli Helyi Csoport elnökeként eredményesen foglalkozik a csoport műszaki és tudományos munkájával. Ezen időszak alatt két alkalommal rendeztek országos acélcsőgyártó konferenciát és több alkalommal metallurgiai és hengerműi ankétot, amelyek szervezésében és irányításában aktív szerepet vállalt. 1972 óta mint egyesületi alelnök igen tevékenyen vesz részt az egyesületi feladatok és célkitűzések kidolgozásában.

Wahlner Aladár-emlékéremben részesült:

SEREGI JÁNOS okl. bányamérnök, a Magyar Szénbányászati Tröszt vezérigazgatója, aki 1957-ben az Oroszlányi Szénbányák alapításával egyidőben mint a vállalat igazgatója kezdeményezte a helyi csoport megalakítását, és csaknem két évtizeden át támogatta a csoport tevékenységét. 1972 óta az Egyesület alelnökeként vett részt a vezetés munkájában. Munkásságával nagymértékben elősegítette, hogy az Oroszlányi Bányaüzemek ma hazánk egyik legjobban gépesített, korszerű mélyművelésű szénbányája.

Zorkóczy Samu-emlékérmet kaptak:

BENYOVSZKY MÓRICZ okl. kohómérnök, a Kohászati Gyárépítő Vállalat szaktanácsadója, aki az Öntödei Szakosztályban két évtizede végez kiemelkedő munkát. Oroszlánrésze volt az Öntő Napok, korábban a Jubileumi Közgyűlés szervezésében; rendszeres előadója az öntészeti tanfolyamoknak, és több közleménye jelent meg az öntészet fejlesztésének tárgyköréből is.

GONDA JÁNOS okl. bányamérnök. a Tatabányai Szénbányák osztályvezetője, aki 1957-ben megszervezte az Oroszlányi Szénbányák Helyi Csoportját és több mint 17 éven át volt a csoport titkára. Hat sikeres országos konferencia előkészítésével és kiváló lebonyolításával érdemelte ki a szakosztály teljes elismerését.

Dr. MACHER FRIGYES okl. kohómérnök, az Öntödei Vállalat Soproni Vasöntödéje főmetallurgusa, aki 1950 óta tagja Egyesületünknek. A Soproni Helyi Csoportban 10 év óta végzi a titkári teendőket. Kiemelkedő érdeme a már nemzetközi hírű Temperöntési és Mintakészítési Napok szervezése és irányítása.

Dr. PATVAROS JÓZSEF okl. bányamérnök, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem docense, az Egyesület nemes hagyományainak ápolásában kifejtett tevékenységéért. 1958-tól 1972-ig mint az Egyetemi Csoport titkára, majd az Egyetemi Osztály vezetőségi tagjaként sokat tett az ifjúságnak az egyesületi életbe való bekapcsolásáért.

Dr. REMPORT ZOLTÁN okl. kohómérnök, a Dunai Vasmű Lőrinci Hengerműve főmérnöke, aki 1949 óta tagja Egyesületünknek; 1969 óta a Vaskohászati Szakosztály vezetőségi tagja. 1972-ben részt vett a Hengerész Szakcsoport megszervezésében, és azóta fáradhatatlanul és eredményesen irányítja a szakcsoport munkáját. Az 1975-ben megjelent „A hengerelt acélok szerkezete és tulajdonságai" c. szakkönyve mind az üzemi, mind az elméleti szakemberek osztatlan elsimerését váltotta ki.

Az újonnan megválasztott tiszteleti tagnak, valamint az egyesületi emlékérmekkel kitüntetetteknek Dr. DOBOS GYÖRGY elnök adta át az okleveleket és az emlékérmeket.

*

Ezt követően a közgyűlés — az elnök kérésére — megadta a felmentést a távozó tisztikarnak, majd a korelnök, Dr. EMBER KÁLMÁN tiszteleti tag — megköszönve a leköszönő elnökségnek, valamint a szakosztályok tisztikarának az elmúlt négy esztendőben Egyesületünk érdekében kifejtett odaadó munkáját — felkérte a szavazatszedő bizottság elnökét a titkos szavazás eredményének ismertetésére.

SELMECZI BÉLA jelentette, hogy a leadott 295 szavazat mind érvényes volt. A választás — egy-két, inkább udvarias gesztusból fakadó változtatással — a hivatalos lista szinte egyhangú győzelmét hozta, mely szerint Egyesületünk új irányítói a Jelölő Bizottság elnökének már ismertett javaslatában közölt személyek lettek, így nevük újabb felsorolásától eltekintünk.

*

Az új tisztikar nevében KREFFLY GÁBOR, Egyesületünk újonnan megválasztott elnöke köszönte meg az egyik legrégibb szakmai tömörülés, a hazánk ipari életében oly nagy szerepet játszó bányász-kohász társadalom megtisztelő, ám egyben nagy felelősséget is jelentő megbecsülését és bizalmát, és tett ígéretet arra, hogy az új vezetőség tagjai erőiket, képességeiket az egyesületi közösségen keresztül a magyar népgazdaság megerősítésére és felvirágoztatására fogják fordítani. Ehhez kérte a tagság maradéktalan és hatékony segítségét.

*

Miután indítványt ez alkalommal nem nyújtottak be, a határozatszövegező bizottság vezetője, ÓVÁRI ANTAL terjesztette elő a bizottság által megszövegezett — a következő négyéves időszakra Egyesületünk legfontosabb feladatait körvonalazó — **határozatokat.**

I. A 64. Küldöttközgyűlés jóváhagyja a 62. Közgyűlés óta végzett egyesületi munkát.

1. A küldöttközgyűlésen elhangzott elnökségi beszámoló alapján a közgyűlés megállapítja, hogy Egyesületünk tevékenysége az eltelt négy évben továbbfejlődött, megfelelt a tudománypolitikai irányelveknek, jól szolgálta az elmúlt évek gazdaságpolitikájára vonatkozó párt- és állami határozatok végrehajtását és igyekezett kielégíteni tagjainak igényeit.

2. A közgyűlés a Számvizsgáló Bizottság jelentését tudomásul véve, és az abban foglalt javaslatokat elfogadva, a felmentést a leköszönő Elnökségnek megadja.

II. 1. Az Egyesület jövőbeli munkájában elsősorban szem előtt kell tartani az V. ötéves terv célkitűzéseit, valamint az MSZMP XI. Kongresszusának a műszaki és tudományos egyesületekre vonatkozó határozatait, főleg a tudománypolitikai irányelveket, valamint az MTESZ XI. Közgyűlésén hozott határozatokat.

2. Az Egyesület és a Szakosztályok vezető testületei — hagyományainknak megfelelően — törekedjenek továbbra is arra, hogy segítsék az egyesületi munka sajátos eszközeivel a szakjaikra háruló időszerű műszaki és gazdasági feladatok megvalósítását, ugyanakkor az egyesületi rendezvények szolgálják a tagok magas színvonalú szakmai továbbképzését és szakmáink műszaki fejlődését.

III. A küldöttközgyűlés helyesli és elismeri a leköszönő elnökségnek az új egyesületi alapszabályok kidolgozása és elfogadtatása érdekében végzett több éves, sok fáradságot és mérlegelést igénylő, de végül is eredményes munkáját.

IV. Egyesületünk megalakulása óta nagy fontosságot tulajdonított annak az önként vállalt feladatának, hogy a szakágazatok ifjúságát a szakma, a hivatás szeretetére nevelje. Ennek szellemében a közgyűlés helyesli és örömmel veszi tudomásul, hogy az elmúlt ciklus alatt a miskolci egyetemi ifjúság és az egyetemen működő oktatók egyesületi munkája hatékonyságának növelése érdekében jelentős lépés történt: megalakult az eddigi szakosztályokkal azonos szintű Egyetemi Osztály.

A közgyűlés szükségesnek tartja, hogy az ifjúság körében végzett munkát, különösen az Egyetemi Osztály munkáját, az új elnökség fokozott figyelemmel kísérje, és rendszeresen segítse. Különös tekintettel arra, hogy ez az osztály hivatott a szakmáink közötti barátság ápolására, és az ifjúságnak az egyesületi munkába való bekapcsolódására.

V. A közgyűlés helyesli az Egyesület nemzetközi kapcsolatainak ápolását, és annak további bővítését tartja szükségesnek, elsősorban a szocialista testvérszervezetekkel. Fontos feladat a rendezvényeken való kölcsönös részvétel, amelynek a bányászat és kohászat élenjáró technikai színvonalának megismerését, az időszerű iparági feladatok megvalósítását, valamint tagjainak továbbképzését kell szolgálnia.

VI. A küldöttközgyűlés helyesnek látja az elmúlt években végzett egyesületi munkának az eddigi szellemben való töretlen folytatását, és a következő évekre vonatkozó legfontosabb egyesületi célkitűzéseket az alábbiakban foglalja össze:

1. A szakosztályok tevékenysége társadalmi vonalon elsősorban a bányászati és kohászati iparágaknak az V. ötéves tervidőszakra eső műszaki-gazdasági feladataink megoldását segítse elő.

Az elnökség ennek érdekében a Budapesten végzett ilyen irányú munkán túlmenően a helyi csoportok munkáját is úgy irányítsa, hogy a helyi gazdasági-, párt- és szakszervezeti, valamint KISZ-vezetőkkel már kiépített kapcsolatok rendszeres, harmonikus együttműködéssé váljanak.

2. Egyesületünk egységének erősítése érdekében szakágaink feladataiból a legidőszerűbb témákról rendszeresen olyan rendezvényeket kell szervezni, amelyek több szakosztályunk tagjait egyaránt érdeklik.

3. Fokozott figyelmet fordítson az Egyesület Elnöksége és a szakosztályok vezetősége a szakmai képzés és továbbképzés fejlesztésére, a tudományos kutatás fejlesztésére, ösztönzésére, a tudományos eredmények megismertetésére és gyakorlati alkalmazásuk előmozdítására, a termelőmunka hatékonyságának növelését célzó intézkedések, az anyaggal és energiával való takarékosság, továbbá a munka- és üzemszervezés javítása érdekében folyamatban levő intézkedések segítésére.

*

A határozatok egyhangú elfogadása után KREFFLY GÁBOR elnök a 64. Tisztújító Közgyűlést bezártnak nyilvánította.

*

Mint az utóbbi időben minden alkalommal, a tisztújító közgyűlésünket megelőző napon egyesületi életünk nemes hagyományainak megfelelően, a nagy elődökre emlékező, azok tetteit megbecsülő események zajlottak le.

*

1976. március 11-én délelőtt *Szeless László* aranydiplomás vaskohómérnök, tiszteleti tag, *Binder Béla* okl. bányamérnök és *Pollok László* okl. gépészmérnök — pár emlékező és méltató szó kíséretében — az Egyesület babérkoszorúját helyezték el *Mikoviny Sámuel* és *Péch Antal* emléktábláján, *Sóltz Vilmos* síremlékén, valamint *Zsigmondy Vilmos* mellszobrán.

*

Este a Hungária kávéház patinás, felújított helyiségeiben Egyesületünk elnöksége állófogadáson látta vendégül a közgyűlésre megválasztott küldötteket, amikor is a bányász-kohász társadalom legkülönbözőbb korosztályainak képviselői — a régi főiskolás vagy az újabb egyetemi évekre szívesen visszaemlékezve — felújították és megerősítették az évek múlásával sem fakuló emlékeiket és barátságukat.

Az est gyújtópontjában Dr. DOBOS GYÖRGY elnöknek a legnagyobb magyar bányász, *Péch Antal* emlékét idéző serlegbeszéde állt.

Hölgyeim és Uraim! Kedves Vendégeink!

Mintegy 40 éve vetődött fel az a gondolat, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület alapítson serleget a kortársai által még életében legnagyobbnak ismert magyar bányász, *Péch Antal* emlékére azért, hogy ünnepi alkalmakkor az Egyesület egy felkért tagja az Egyesület érdekét előmozdító ünnepi beszédet tartson, és a serleg tartalmát *Péch Antal* emlékére ürítse. A serleg jelképe a *Péch Antalt* életútján vezérlő eszméknek, s azon tiszteletnek, amelyben Egyesületünk a bányászat és kohászat haladó hagyományait, munkás múltunk jelentősebb eseményeit tartja.

Tizenkettedikként, kohásznak harmadikként ér az a megtiszteltetés, hogy e serleggel kezemben szólhatok tisztelt kartársaimhoz és kedves vendégeinkhez, átadva nekik azon gondolatokat, amelyekre *Péch Antal* példamutató élete, kiemelkedő embersége inspiráltak.

Péch Antal életét, tevékenységét számos mű tárgyalja, gazdag életpályáját, erényeit igen tisztelt kartársaim korábbi serlegbeszédei sokrétűen elemezték. Termékeny munkásságát elemezve azonban mindig található újabb mondanivaló, újabb gondolat, amely alkalmas arra, hogy napi munkánkat gazdagítva, Egyesületünk munkáját, tagtársaink tevékenységét színesebbé, teljesebbé tegye.

Péch Antal szakmai tevékenységének döntő része a múlt század második felére esik. A tudomány és a technikai fejlődés virágzó korszaka ez, amikor hazánk iparosodása is viszonylag gyors léptekkel halad előre. A problémák megközelítését a szigorú tudományosság, az analitikus módszerek jellemzik. *Péch Antal*, selmeci akadémiai tanulmányai során bányász-kohász szakot végzett mérnök, tehát rendelkezik az akkori bányászati és kohászati ismeretekkel, országos fontosságú fejlesztések kidolgozásán fáradozik, az ércek komplex hasznosítása, bonyolult ércdúsítási problémák, korszerű művek építése foglalja le figyelmének jelentős részét. A részletismeretek rendkívül gondos feltárása, az összefüggések meghatározása, ugyanakkor pedig a rendszerek egészének tanulmányozása, belső összefüggéseik meghatározása, olyan jellegű megközelítés, amely általánossá csupán a közelmúltban vált, mint a bonyolult műszaki-gazdasági jelenségek feltárásának legkorszerűbb módszere.

A szabadságharcban *Péch Antal* tevőlegesen vesz részt, annak bukása után a változott körülmények között figyelmét a szaknyelv magyarosítására, a kartársak felkészültségének fokozására, egyesületbe való szervezésére, szaklap kiadására fordítja. Hazafiassága haladó tartalmú. Visszautasítja, hogy az általa javasolt egyesület a nagytőke érdekét képviselje.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület életre hívásának érdekében kifejtett rendkívül kitartó és nehézségeket nem ismerő tevékenysége során felismerte, hogy a bányász- és kohásztársadalom életére meghatározó szerepe lehet az Egyesület megalakításának. Olyan, munkával fényjelzett egyesületi formára törekedett, amelynek keretében a bányászatban és kohászatban működő szakemberek ismeretei bővülnek, munkájuk társadalmi fontossága és értelmének felismerése mindinkább hozzájárulhat a szakma megbecsüléséhez és további fejlődéséhez.

Valamennyiünk előtt ismeretes, hogy *Péch Antal* törekvéseinek megvalósításához rendkívüli felkészültségre, kitartásra, szorgalomra és kiemelkedő emberi tulajdonságokra volt szükség. Nehézségeket nem ismerő kitartását szeretném különösen kiemelni, és tisztelt kollégáimnak az Egyesület további tevékenysége során figyelmébe ajánlani. Rendezvényeinken, megbeszéléseinken gyakran csillogó elképzelések, kiemelkedő gondolatok vetődnek fel, hangzanak el. Ha ezek gyakorlati megvalósításában, életre átültetésében inspirálódni tudnánk nagy példaképünk tevékenységéből, még hasznosabbá és eredményesebbé válhatna az az önként vállalt munka, amely nagy múltú Egyesületünkben csaknem egy évszázada folyik.

Péch Antal felismerte, hogy az iparosítás jelentős politikai tevékenység, amely nélkülözhetetlen az ország gazdasági és politikai függetlenségéhez. A második világháború után a nemzetközi erőviszonyok változása hazánkban kedvező körülményeket teremtett a szocializmus építéséhez. Részvétel az ehhez kapcsolódó szocialista iparosításban, hatékonyságának növelése, az Egyesületünk és tagjaink által művelt tudományágak fejlődésének meggyorsítása, olyan hazafias tettek, amelyekkel tisztelt kartársaim és barátaim a legnemesebben tehetnek tanúbizonyságot *Péch Antal* emlékének maradéktalanul és tiszteletteljes megőrzéséről.

Erre emelem poharam!

B. B. és *Ó. A.*

A kőzetfeszültség, a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai

JESCH ALADÁR

A tanulmány általános szilárdságtani elvek lerögzítése után ismerteti az egyes geofizikai és mechanikai paraméterek között érvényes kapcsolatokat. Foglalkozik e geofizikai paraméterek jelenlegi mérési és kimutatási lehetőségeivel, továbbá a kőzetmagokon végzett rugalmassági és szilárdsági mérések között megállapítható összefüggésekkel. Végül megfogalmazza a lyukfalstabilitás feltételét és útmutatást ad a további, ezzel kapcsolatos problémák megoldására.

Bevezetés

A földkéregnek felszínközeli részét, amelyben a bányászati kutatás is folyik, általában a mozdulatlanság, a nyugalom jellemzi. Ez a mozdulatlanság fennáll addig, amíg a hatóerők egyensúlyban vannak. Az egyensúly megbomlásának következtében létrejövő jelenségek között gyakoribbak az olyanok, amelyek kis tömegeket kis gyorsulással mozgatnak. Ilyenek — többek között — a kőzettömörülés (kompakció), a különféle folyadékok sűrűség szerinti elkülönülése stb. Ritkábbak a nagy tömegeket mozgásba hozó egyensúlymegbomlások, mint pl. a földrengések.

Az említett spontán mozgások mellett jelentősek az emberi tevékenység hatására bekövetkező „mesterséges" egyensúlymegbomlások. Ilyenek a bányászati és mélyfúrási munka során lépnek föl. A mélyfúrás következtében előálló egyensúlymegbomlásokról és elsősorban azok detektálási lehetőségeiről szólva, az egyensúlymegbomlások során felszabaduló erőhatások részben nem kívánatos, káros mozgásokhoz vezetnek, részben azonban éppen az egyensúly megbontása a műszaki, bányászati cél. Az előbbire példa lehet a fúrt lyuk falának beomlása, a másodikra a folyadék termeltetése vagy a kőzetrepesztés.

A kőzetekben bekövetkező geometriai változások, elmozdulások kapcsolatban vannak a hatóerőkkel és a kőzet mechanikai tulajdonságaival. Ez tehát szilárdságtani probléma, amelynek megoldása az erők, feszültségek és deformációk szilárdságtani tárgyalása nélkül nem lehetséges. Ezért célszerű röviden áttekinteni a kérdéshez kapcsolódó szilárdságtani fogalmakat, elveket.

Szilárdságtani alapok

Egy térbeli állapot általában lineáris vektorfüggvényekkel, *tenzorokkal* írható le. Ha például egy közegre deformációkat létrehozó térbeli erőrendszer hat, akkor a deformáció (alak-, ill. méretváltozás), a közeg elemi részeiben ébredő feszültségeloszlás és végül maga az erőrendszer is egy-egy tenzorral jellemezhető.

Valamely közegre ható teljesen általános erőrendszert feltételezve a közeg kocka alakú elemi részében az erők hatására feszültségek jönnek létre *(1. ábra)*. Ez a feszültségi állapot a következő tenzorral jellemezhető:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

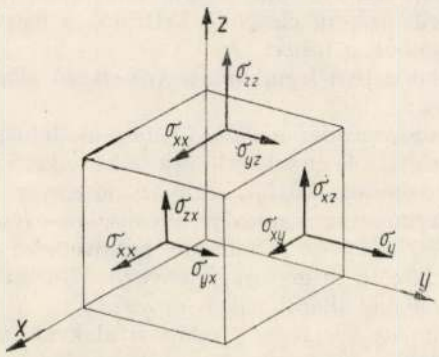
A *2. ábra* ugyanezt a feszültségeloszlást mutatja, de a gyakorlatban jobban elterjedt jelölésekkel. Ezzel a jelölésmóddal a feszültségállapot tenzora így írható:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix} \qquad (2)$$

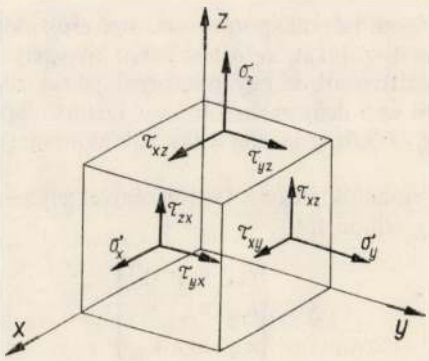
A feszültségeloszlás törvényszerűsége szerint a feszültségi tenzor mindig szimmetrikus:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji}; \quad \tau_{ij} = \tau_{ji}.$$

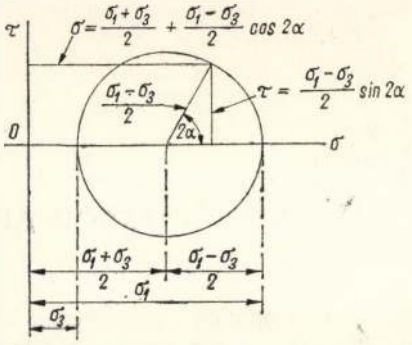
A feszültségi tenzorral jellemzett feszültségeloszlás egy feszültségi ellipszoidnak nevezett (habár nem mindig ellipszoid) másodrendű felülettel szemléltethető.



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Ennek egyenlete:

$$\sigma_{xx}x^2+\sigma_{yy}y^2+\sigma_{zz}z^2+2\sigma_{xy}xy+2\sigma_{x2}xz+2\sigma_{yz} = \\ = \text{konstans}, \qquad (3)$$

az (1) egyenlet jelöléseit alkalmazva. A (3) egyenlet tükrözi a feszültségi tenzor szimmetrikus voltát, mert $\sigma_{xy}=\sigma_{yx}$ lévén,

$$\sigma_{xy}+\sigma_{yx} = 2\sigma_{xy}.$$

Megfelelő transzformálás segítségével a (3) egyenlet a következő alakra hozható:

$$\sigma_1\bar{x}^2+\sigma_2\bar{y}^2+\sigma_3\bar{z}^2 = \text{konstans}. \qquad (4)$$

Ez a feszültségállapotnak egy olyan koordinátarendszerben felírt egyenlete, amelyikben a koordinátatengelyek irányában nyírófeszültségek nem lépnek fel, és amelyikben a tengelyirányú feszültségek a feszültségi állapot főtengelyeibe esnek. Ezért a σ_1, σ_2 és σ_3 feszültségeket a feszültségi állapot főfeszültségeinek szokás hívni.

A főfeszültségekkel síkban is lehetséges a térbeli feszültségeloszlás szemléltetése. A *Mohr-féle feszültségábrázolás* szerint a nyírófeszültségek a normális feszültségek függvényében szerepelnek derékszögű koordináta-rendszerben *(3. ábra)*. Az ábrából látható, hogy a $\sigma_1>\sigma_2>\sigma_3$ főfeszültségekkel jellemzett igénybevétel hatása alatt a test bármely síkjában meghatározhatók az abba a síkba eső nyíró- és a rá merőleges normális feszültségek, ha ismertek a főfeszültségek és a szóban forgó síknak a tengelyekkel bezárt α szöge [1, 2, 3].

Deformációk

A test feszültségi állapotát létrehozó erők abban geometriai változásokat, *deformációkat* okoznak. A geometriai változások is egy tenzorral jellemezhetők. A feszültségi és a deformációs tenzor közötti kapcsolatot az anyag, a közeg mechanikai tulajdonságai szabják meg.

A deformációs tenzor a feszültségivel teljesen analóg formában írható föl:

$$S = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{yx} & \varepsilon_{yy} & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} & \varepsilon_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{bmatrix}, \qquad (5)$$

ahol ε_{ij}-vel jelöltük a fajlagos geometriai változást.

A normális feszültségek hatására kialakuló nyúlást, ill. összenyomódást, amelyek csupán *méretváltozások*, ε-nal, a nyírófeszültség hatására bekövetkező különféle *alakváltozásokat* pedig γ-val jelölve:

$$S = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \gamma_{xy} & \gamma_{xz} \\ \gamma_{yx} & \varepsilon_y & \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} & \gamma_{zy} & \varepsilon_z \end{bmatrix}. \qquad (6)$$

A deformációs tenzor is szimmetrikus, tehát itt is érvényes, hogy

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji}, \quad \text{illetőleg} \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji}.$$

A feszültség és a deformáció analóg volta azonban nem jelenti azt, hogy a két mennyiség változása egybeesik, tehát, hogy például maximumaik és minimumaik iránya egyezik. A két tenzor közötti kapcsolat a test mechanikai tulajdonságaitól függ, és e tulajdonságok is lehetnek irányfüggőek (pl. anizotrop kőzetek esetében).

Ezek a deformációk egyébként bizonyos határértékekig lineárisak. Ezeknek a kis deformációknak a tartományában érvényes a közismert *Hooke-törvény*, amely szerint a *feszültség* és a *deformáció* közötti összefüggés *lineáris*. Ebben a tartományban a deformációk rugalmasak, tehát a feszültség megszüntetése után a test visszanyeri eredeti méreteit és alakját. Ezért nevezik ezt a feszültség-, ill. deformációtartományt *rugalmasnak*.

A legáltalánosabb *Hooke*-törvény szerint a két tenzor közötti lineáris kapcsolat a következőképpen írható fel:

$$\sigma_{xx} = c_{11}\varepsilon_{xx}+c_{12}\varepsilon_{yy}+c_{13}\varepsilon_{zz}+ \\ +2c_{14}\varepsilon_{xy}+2c_{15}\varepsilon_{xz}+2c_{16}\varepsilon_{yz} \qquad (7)$$

és még további öt analóg egyenlet (ugyanis $\sigma_{ij}=\sigma_{ji}$).

Ha a test szilárdságtani szempontból anizotrop, akkor az elméletileg lehetséges 36 állandó helyett maximálisan 21 van (mert $c_{ij}=c_{ji}$).

Ezek az állandók a test, az anyag mechanikai-szilárdsági tulajdonságainak jellemzői, az úgynevezett *rugalmassági együtthatók* vagy *rugalmassági modulusok*. Az anizotrop testek esetében elméletileg lehetséges 21 különféle állandó között is van azonban összefüggés, mert természetszerűleg a különféle deformációk hatással vannak egymásra, s így az egyes rugalmassági modulusok nem függetlenek egymástól [2, 3].

Izotrop testeknél *mindössze két* rugalmassági állandó állapítható meg egymástól függetlenül: ha kettőnek az értéke ismert, akkor a többi ezekből számítható. Tehát egy izotrop test rugalmas tulajdonságainak és állandóinak jellemzésére elegendő kettőnek a megmérése, ezek megadják a többit.

A gyakorlatban leginkább a következő állandókat használják:

Az *E rugalmassági modulus* (*Young*-modulus) a normális feszültség és ennek hatására bekövetkező nyúlás, ill. összenyomódás közötti arányossági tényező.

A *G rugalmassági modulus* a csúsztató- (csavaró-, nyíró-) feszültség és a hatására bekövetkező szögelfordulás közötti arányossági tényező. (*G*-t szokás az egyik *Lamé*-féle állandónak is nevezni.)

A μ *Poisson-féle szám* a nyújtási alakváltozás és a vele egyidejűleg bekövetkező harántirányú alakváltozás viszonya.

A λ *Lamé-állandó* elméleti meggondolásoknál fordul elő, végeredményben — mint az a (10) és (11) egyenletből látszik — a nyújtási vagy csúsztató rugalmassági modulusok és a *Poisson*-féle szám közötti kapcsolatok kifejtésénél van rá szükség.

K = *térfogati vagy kompressziómodulus;*
$\varkappa = 1/K$ = *kompresszibilitás.*

Valamennyi itt felsorolt állandó az anyag, a közeg mechanikai tulajdonságaira jellemző érték a rugalmas tartományban, tehát a kis deformációk tartományában. Az egyes rugalmassági állandók között izotrop testekre érvényes összefüggések közül néhány fontosabb [1, 3]:

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)}, \tag{8}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}, \tag{9}$$

$$\lambda = \frac{2\mu G}{1-2\mu}, \tag{10}$$

$$\lambda = \frac{E\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}. \tag{11}$$

Maradó alakváltozások

A *Hooke*-törvény — mint arról már szó volt — csak a kis alakváltozások tartományában érvényes. Ez annyit jelent, hogy csak egy bizonyos feszültségértékig áll fenn a lineáris kapcsolat a feszültség és a deformáció között. Azt a határfeszültséget, amelynek túllépése végleges változást, maradó alakváltozást vagy éppen törést eredményez, nevezik rugalmassági határnak vagy folyási határnak. A rugalmassági határ éppen úgy az anyag minőségére jellemző mechanikai tulajdonság, mint az egyes rugalmassági állandók.

A tárgyalt téma szempontjából az anyagnak ez a tulajdonsága még fontosabb, mint a rugalmassági modulusok.

A kőzetek mechanikai viselkedése

A kőzetek inhomogén testek, s mindhárom halmazállapot előfordul bennük. Viszont a különféle halmazállapotú közegek terhelés alatt egymástól eltérően viselkednek. A gázok összenyomhatók, energia tárolható bennük összenyomás, kompresszió által. Végeredményben tehát *rugalmas közegeknek* tekinthetők.

A folyadékok is összenyomhatók, ha csak igen kis mértékben is, és energiát is tudnak kompresszió formájában tárolni, sőt igen kis alakváltozással nagy energia tárolható a komprimált folyadékban. Ezért a folyadék is rugalmas közegnek tekintendő.

Mindkét fluidum-halmazállapotra jellemző, hogy szerkezeti változást, maradó alakváltozást még extrém igénybevételekkel sem lehet előidézni rajtuk. Alapvető jellegzetességük azonban a fluidumoknak szilárdságtani szempontból, hogy nyíró- és csavaró- (általában csúsztató-) feszültségek nem keletkezhetnek bennük. Teljes mértékben igaz ez a gázokra, viszont a valóságos folyadékokra csak közelítőleg. A szilárd anyagok feszültségeivel összehasonlítva azonban a folyadékokban keletkező nyírófeszültségek elhanyagolhatóan kicsinyek.

Ez érvényes az akusztikus szelvényezés hullámterjedése terén is: a folyadékokban (pl. az öblítőiszapban) csak a nyomáshullámok (p-hullámok, longitudinális hullámok) terjedését veszik számításba.

Szemben a fluidumokéval merőben más a szilárd testek viselkedése. Ezek csak egészen kis igénybevételi, illetőleg alakváltozási tartományokban rugalmasak; a rugalmassági határon túl bekövetkezik a maradó alakváltozás, a törés.

A szilárd anyagok közül a választott témához a kőzetek szilárd váza tartozik, és a földkéregben előforduló igénybevételnek megfelelően elsősorban a nyomó- és nyírófeszültségeket kell vizsgálni.

Több irányú igénybevételek

Ha valamely közegre egyidejűleg több erő hat, akkor a létrejövő alakváltozások vagy törések bekövetkezése az igénybevételek irányától és jellegétől is függ. A *4. ábrán* bemutatott modell jól megvilágítja ezt a kérdést; a két félből álló „készülék" segítségével meg lehet határozni a dobozban levő közegre a nyíró- és nyomóerők összefüggését. Különböző nagyságú N nyomóerőkkel egymásnak szorítva a két fél dobozt, különféle T nyíróerőknél következik be az anyag törése. Ilyen méréssorozattal meg lehet mérni a $\tau_t - \sigma_t$ összefüggést (τ_t és σ_t a törőfeszültségek).

Teljesen laza közegben (pl. homokban), amelynek nincsen belső súrlódása, a részecskék között jelentős kohézió terhelés nélkül nem áll fenn, zérus összenyomás esetén zérus a nyíróerő is. Ha az anyagnak összenyomás nélküli állapotban is van nyírószilárdsága (τ_0), akkor tömörült, cementálódott az anyag. Ilyen a legtöbb kőzet.

A nyomó és nyíró törőfeszültségek közötti kapcsolat lineáris, belső súrlódás nélküli anyagnál

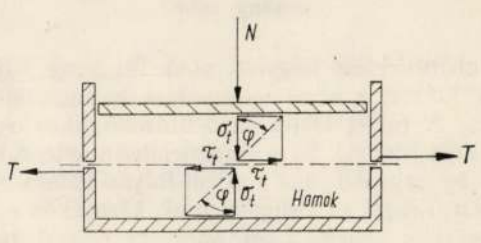
$$\tau = \pm\sigma \operatorname{tg}\varphi, \tag{12}$$

belső súrlódással rendelkezőnél viszont

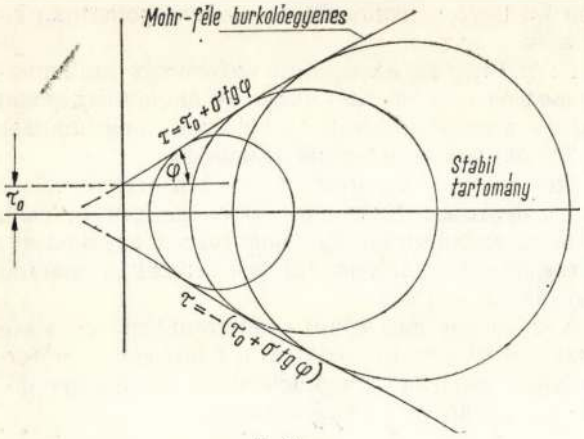
$$\tau = \pm(\tau_0 + \sigma \operatorname{tg}\varphi), \tag{13}$$

ahol φ a belső súrlódás szöge. Ez ugyanolyan anyagi tulajdonság, mint a rugalmassági állandók, a folyási határok stb.

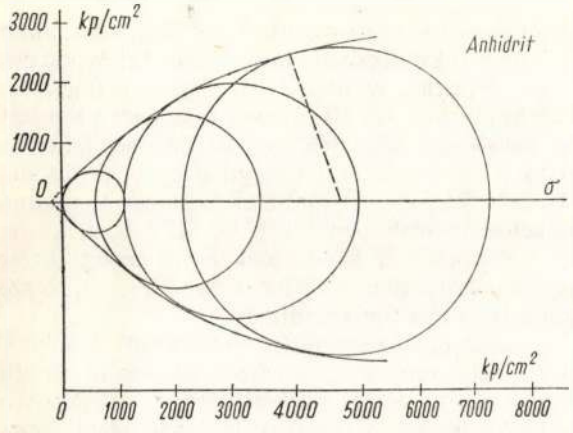
A nyíró- és nyomófeszültségek derékszögű koordináta-rendszerében (amely azonos a *Mohr*-féle feszültségábrázolás rendszerével) a (12), ill. a (13) egyenlettel jellemzett egyenes a mezőt két részre osztja. Az egyenestől jobbra eső mezőben törés nem következik be, ez a stabil állapot helye; ugyanakkor az egyenestől balra eső helyeken a töréshez vezető $\tau - \sigma$ értékpárok



4. ábra



5. ábra



6. ábra

találhatók. Az egyenestől jobbra tehát tetszőleges, az egyenest érintő köröket lehet felvenni a σ_1 és σ_3 főfeszültségeknek megfelelően. Az *5. ábra* feltünteti az anyag *Mohr*-köreit, a törés határvonalát jelentő (13) egyenlet szerinti burkolóegyenessel. A φ szög nem mindig állandó a teljes igénybevételi tartományban, hanem a kőzeteknél olykor a *6. ábra* szerint változik. Ebben az esetben a *Mohr*-körök burkológörbéje nem egyenes.

Az *5. és 6. ábrán* az abszcissza pozitív iránya a nyomófeszültségek tartománya. Az abszcissza negatív tartományában is szerepel nyírószilárdság, ami azt jelenti, hogy pl. a *6. ábrán* a mintaként választott anyagnak (anhidritnek) még egy bizonyos kis értékű húzás hatása alatt is van nyírási szilárdsága [4, 5].

A mechanikai hatásra bekövetkező kőzettörés néhány esete

Az előbbiekben tárgyalt $\tau(\sigma)$ függvény ismerete többek között a kőzet felrepedése szempontjából is jelentős. A fúrólyukfalra ható hidrosztatikus nyomás felrepedést idéz elő, ha a tangenciálisan fellépő kőzetfeszültség nagyobb, mint a kőzet folyási határa. A (14) egyenletrendszer az a sugarú lyuk környékén a belső differenciális nyomás (Δp) hatására fellépő radiális (σ_r), tangenciális (σ_Θ) és függőleges (σ_z) feszültségeket adja meg az r radiális koordináta függvényében [4]:

$$\sigma_r = \Delta p \frac{a^2}{r^2},$$

$$\sigma_\Theta = -\Delta p \frac{a^2}{r^2}, \qquad (14)$$

$$\sigma_z = 0.$$

Elképzelhető tehát olyan Δp differenciális nyomás, amelynél a lyukfal feszültsége túllépi annak szilárdságát és repedés következik be [4].

A repesztési nyomás p_w azonban függ a pórusnyomástól (p) is. Más következtetésből kiindulva adódik a (15) egyenlet [5]:

$$p_w = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_z + p. \qquad (15)$$

A kőzetek mechanikai állapotára további példa az úgynevezett „pergő" márga; ennek a márgának rendellenes pórusnyomása veszi igénybe a kőzet mátrixát, és a lyuk fúrása következtében előálló egyensúlymegbomlás okozza a mátrix összetörését, mert a pórusba zárt, rugalmasan összenyomott folyadék az „ellennyomás" megszűnése következtében szétnyomja a nem áteresztőképes pórust. Az ilyen márgák tehát túlnyomásosak, de mivel permeabilitásuk nincsen, a pórusaikba zárt víz csak a mátrix szétroncsolása útján tud kiszabadulni. A túlnyomásos áteresztőképes rétegek esetében roncsolás nem jön létre, hanem a kitörés veszélye lép előtérbe.

Termelés közben is felléphet a kőzetváz törése, összeomlása. *Laza homokokban* jól ismert az a káros jelenség, hogy a termelvénnyel együtt a mátrixot alkotó szemcsék is betermelődnek, „befolynak" a béléscsőbe. Az ebből származó hátrányok elkerülésére alkalmazzák a különféle homokszilárdító eljárásokat.

Hasonló folyamat játszódhat le *erősen kötött kőzetekben* is akkor, ha a pórustér túlnyomásos. Az ilyen tároló intenzív, nem fojtott termelésbe állítása esetén a mátrix igénybevétele rohamosan nő, pórusai összezáródhatnak. Együtt járhat ezzel a mátrix összeroncsolódása is, és ekkor a perforációk felé sodort szemcsék véglegesen leronthatják az áteresztőképességet. Egyes szerzők statisztikai megfigyelések alapján kimutatták, mekkora az a túlnyomás, illetőleg mekkora az a porozitásanomália, amelynél ez a jelenség előreláthatólag lehetetlenné teszi a szénhidrogéntermelést (megjegyzendő, hogy ilyen kőzetviszonyok között már csak gáztermelés jöhet szóba) [8].

Mindezek a mechanikai jelenségek példák arra, hogy milyen sok területen nyújthat segítséget a kőzetek feszültségének és szilárdságának ismerete. Kétségkívül hasznos lenne, ha mélyfúrási geofizikai úton is sikerülne a kőzet feszültségi állapotáról közelebbi adatokat szerezni.

A mélyfúrási geofizikai és mechanikai paraméterek kapcsolata

A mélyfúrási geofizikai mérési módszerek választéka nem túlzottan nagy. A rendszeresen mért paraméterek közül a legtöbb a kőzet mechanikai tulajdonságaitól független fizikai jellemző, amelyekből különféle elmé-

leti vagy gyakorlati, esetleg statisztikai úton meghatározott összefüggés segítségével számolják ki a geofizikai adatokat.

A *kőzet geometriájához* kapcsolódnak a porozitásérzékeny mérési módszerek: neutronmérés, sűrűségmérés, akusztikus mérés és távolabbról az ellenállásmérés is.

A *kőzet mechnikai állapotával* viszont az akusztikus mérések vannak kapcsolatban, mert a rugalmas hullámok terjedése szoros összefüggésben van a közeg mechanikai tulajdonságaival. A közeg mechanikai tulajdonságai (ϱ_b kőzetsűrűség, g/cm³; Δt_s nyírási hullám; Δt_c a nyomáshullám terjedési ideje, μs/m) és az akusztikus terjedési (v_s a tranzverzális — nyírási —; v_c a longitudinális — nyomási — hangsebesség, m/s) sebességek között a következő összefüggések ismeretesek:

$$\mu = \frac{1-2\left(\frac{v_s}{v_c}\right)^2}{2\left[1-\left(\frac{v_s}{v_c}\right)^2\right]}, \tag{16}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{G}{\varrho_b}}, \quad \text{ill.} \quad \Delta t_s^2 = \frac{\varrho_b}{G}, \tag{17}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{\lambda+2G}{\varrho_b}}, \quad \text{ill.} \quad \lambda+2G = \frac{\varrho_b}{\Delta t_c^2}, \tag{18}$$

$$K = \frac{1}{\varkappa} = \frac{3\lambda+2G}{3} = \varrho_b\left(\frac{1}{\Delta t_c^2} - \frac{4}{3\Delta t_s^2}\right). \tag{19}$$

A kifejezésekből látható, hogy az akusztikus sebességek és a kőzet rugalmas tulajdonságai között jól definiált összefüggések állnak fenn. Természetesen a kőzetek ismert anizotrópiája befolyásolja a (16)—(19) egyenletek érvényességét, mert a geofizikai módszerek vertikálisan is, térfogatilag is átlagolnak. Ez a tény figyelmeztet arra (amit sajnos sokszor elfelejtünk), hogy a geofizikai (jelen esetben geofizikai-mechanikai) összefüggések *érvénye korlátozott,* és ennek megfelelően azok óvatosan kezelendők.

A (16)—(19) egyenletek alkalmazásakor felmerül néhány, egyrészt geofizikai, másrészt szilárdságtani természetű nehézség.

A képletben szereplő geofizikai mutatók ugyanis részben közvetlen „termékei" a szelvényezési munkának (Δt_c; ϱ_b), részben azonban a jelenlegi mérési és értelmezési módszerekkel nem határozhatók meg (Δt_s). Az összefüggések áttekintése világosan mutatja, hogy éppen a Δt_s ismerete nélkül a kifejezések nem használhatók rendesen.

A geofizikai-mechanikai összefüggések alkalmazásának másik nehézsége, hogy a segítségükkel számítható mechanikai mutatók egytől egyig *rugalmassági állandók,* vagyis csak a *Hooke*-törvény értelmezési tartományában, tehát a kis deformációk esetében érvényesek. Segítségükkel tehát meg lehet határozni a kőzet rugalmas állandóit, de nem *feszültségi állapotát* vagy *igénybevételének a nagyságát.*

A (16)—(19) egyenletek alkalmazásakor két, egymástól lényegében független problémára kell választ találni.

A geofizikai adatok körében egyelőre *nincs biztos lehetőség* a tranzverzális sebesség közvetlen mérésére (habár egyes tanulmányok már megközelítik a kérdés megoldását), ezért közvetett utat kell keresnünk. Közelítő út lehet a következő. A (10) és (18) egyenletből levezethető a következő összefüggés:

$$G = \frac{\varrho_b}{2\Delta t_c^2} \cdot \frac{1-2\mu}{1-\mu}. \tag{20}$$

Sűrűségmérés és akusztikussebesség-mérés eredményeinek birtokában — valamint a *Poisson*-szám ismeretében — tehát számítható a nyírási rugalmassági modulus. A kőzetminőségeket ismerve fel lehet esetleg egy átlagos *Poisson*-számot venni a rétegsor egyes szakaszaira, és azzal azután számítható lesz a *G*. Ez azonban veszélyes út, mert a rétegsor erősebben, a környezettől eltérően igénybe vett szakaszaiban feltehetőleg *éppen nem* egyezik a *Poisson*-szám értéke az átlagossal.

Anderson és szerzőtársai más utakat kerestek [7]. Egyik megoldásukhoz a (16) egyenletet használták föl. Ez akkor lehetséges, amikor a két akusztikus sebesség viszonya ismert, vagyis amikor valamilyen módon v_s/v_c értékét meg lehet határozni. Ez a számítási módszer is csak közelítő megoldás lehet, mert itt ugyanúgy fennáll a v_s/v_c viszonyszám bizonytalansága éppen az érdekes szakaszon, mint a *Poisson*-szám esetében.

Andersonék másik megoldása a *kőzetek agyagosságára* támaszkodik. Méréssorozat alapján megállapították ugyanis, hogy a homokkőtárolók agyagossága és *Poisson*-száma között összefüggés áll fenn. Regresszziós analízissel sikerült egy adott területre érvényes egyenletet is találniok az agyagosság (q) és a *Poisson*-szám értéke között:

$$\mu = 0{,}125q + 0{,}27. \tag{21}$$

Ha tehát ezen az adott területen meghatározható a homokkő agyagossága, akkor abból számítható a *Poisson*-szám is. A szerzők szerint a Gulf Coast területén ezt a kifejezést jól lehet használni repesztési nyomás meghatározásához. (Feltételezhetően lehetne hasonló összefüggést hazai területekre is megállapítani, kellő számú mechanikai és analizáló magvizsgálat alapján.)

Az agyagosságot ennél a módszernél szelvényekből vették, a következő ismert összefüggés szerint:

$$q = \frac{\phi_s - \phi_D}{\phi_s}, \tag{22}$$

(ϕ_s a szonikus, ϕ_D pedig a sűrűségporozitás).

Tixier és társai ismét más úton keresték a megoldást az ismeretlen tranzverzális sebesség pótlására [7].

A *Schlumberger*-féle mechanikai szelvény (Mechanical Properties Log) alkalmazásáról és eredményeiről beszámoló cikkükben ismertetik az új eljárást, amely a longitudinális sebességre és a sűrűségértékekre épül. Gépi úton végzett számításaikhoz felhasználják a (21) egyenletet is, ugyancsak a (22) egyenlet alapján számolva. Az alapszelvények: SP; természetes gamma; akusztikus lefutási idő; sűrűség. Különféle korrekciók alkalmazásával kapják meg a mélységfüggő szelvények formájában megjelenített eredményeket: a *Poisson*-számot, a *G* rugalmassági modulust és a *K* kompressziós modulust.

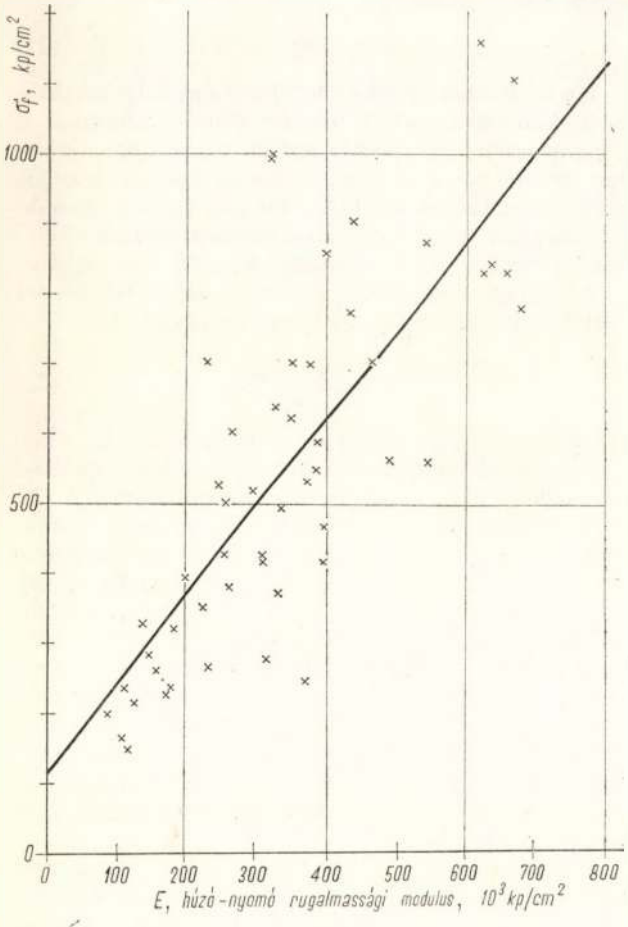
A számítások csak megfelelő *korrekciók* után adnak helyes eredményeket. Így helyesbíteni kell a szonikus sebesség értékét és a sűrűséget is, hogy a kapott mechanikai adatok a valósággal jól egyezzenek. Ezek az így

kapott mechanikai mutatók azonban a közeg *rugalmas* tulajdonságait tükrözik. Ugyanakkor az egyensúlymegbomlások hatására bekövetkező végleges, maradandó alakváltozások nem a kőzet rugalmas tulajdonságaitól függnek, hanem a *szilárdsági* értékeitől.

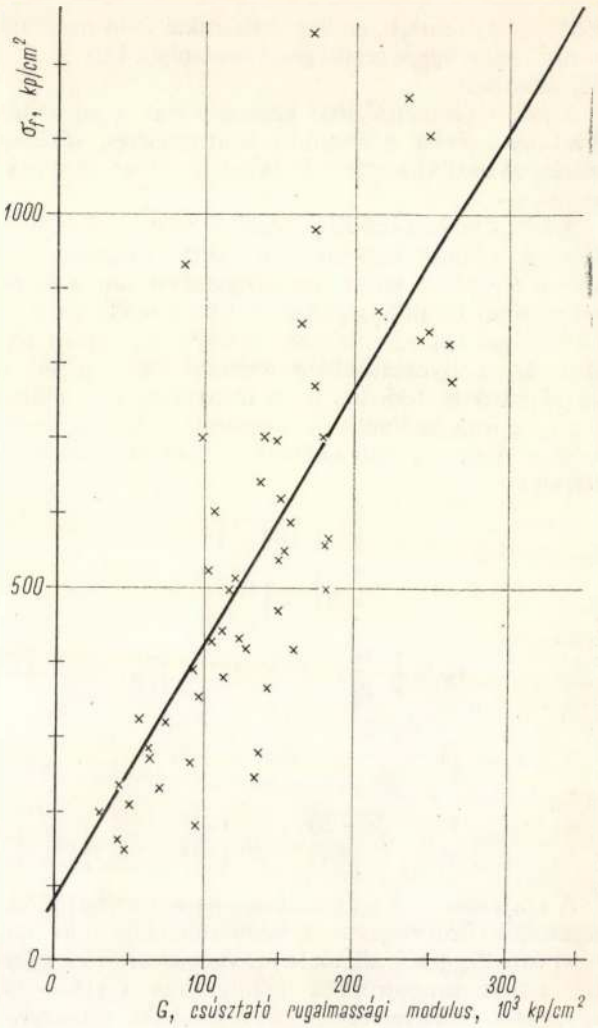
A felsorolt, és a számításokhoz is felhasznált egyenletek tehát csak akkor alkalmasak a szilárdsági vagy igénybevételi állapot jelzéséhez, ha a kérdéses közeg (kőzet) *rugalmassági modulusai és szilárdsági mutatói között összefüggés áll fenn.* A kérdés felvetése jogos, mert például az acélanyagok esetében a folyási határ széles határok között (30—80 kp/mm²) változhat, és ugyanakkor a *Young*-modulus értéke 2,0—2,1·10⁶ kp/cm² között ingadozik.

A kérdés tisztázását szolgálta a Bányászati Kutatóintézet (BKI) egy magvizsgálat-sorozatának a feldolgozása, amely egyéb méréseken kívül kőzetminták (elsősorban karbonátok) *Poisson*-számának, folyási határának és *Young*-modulusának meghatározására terjedt ki. Figyelembe véve a mechanikai összefüggéseket, a BKI által mért E modulusokból a (9) egyenlet segítségével és az ugyancsak megmért *Poisson*-féle állandók segítségével sikerült kiszámítani a G torziós modulus értékeket.

Ezután *Hewlett—Packard*-kalkulátorral végzett regressziós analízis útján sikerült kapcsolatot találni a karbonátok mért folyási határa és az E, ill. G modulusok között. A σ_f és az E kapcsolata a *7.*, a σ_f és a G kapcsolata a *8. ábrán* látható. A témát jobban érintő



7. ábra



8. ábra

$\sigma_f(G)$ kapcsolat regressziós egyenesének egyenlete:

$$\sigma_f = 3{,}41 \cdot 10^{-3} G + 82{,}1. \qquad (23)$$

A lineáris regresszió korrelációs együtthatója 0,76 volt, ami arról tanúskodik, hogy a két változó jól korrelálható. Ez a geofizikai-mechanikai értelmezés szempontjából annyit jelent, hogy — legalábbis a vizsgált mészköveknél — az akusztikus egyenletekből meghatározott G rugalmassági modulus közvetlenül átszámítható a kőzet folyási határára, kielégítő pontossággal.

Hasonló egyenleteket kellő számú magadat birtokában lehet számítani más kőzetekre: homokkövekre, agyagokra, agyagmárgákra is, esetleg területenként külön-külön, mert e kőzettípusoknál nem várható az, ami a *7.* és *8. ábra* adatainak esetében megvolt. A feldolgozott mészkőadatok ugyanis többféle területről és mélységből származtak, s ennek ellenére igen jól korrelálható ponthalmazt alkottak.

A szilárdsági adatok alkalmazása

Az előbbiek szerint lehet módot találni arra, hogy egy mélyfúrásban geofizikai módszerekkel és bizonyos kőzettulajdonságok ismeretében meghatározzuk a kőzetek *folyási, rugalmassági határát,* esetleg mélység

szerint szilárdsági „szelvény" formájában kirajzolva vagy regisztrálva.

A folyásihatár-szelvénynek egyes pontjait összevetve az ugyanahhoz a mélységhez tartozó kőzetfeszültséggel ki lehet jelölni a törésre, egyensúlymegbomlásra hajlamos szakaszokat. Ha ugyanis a kőzet feszültsége nagyobb lesz, mint a folyási határa, akkor a törés, „folyás", tehát végeredményben a maradó alakváltozás bekövetkezik. Fontos azonban még annak a ténynek a megfontolása, mit is lehet tekintetni a kőzet feszültségének, más szóval igénybevételének. Egy átlagos, tehát nem homogén és nem is egységes halmazállapotú kőzet az őt érő erőhatásokra feszültségének változásával reagál. Ezek a feszültségek részben a pórusok tartalmában, részben a mátrixban ébrednek, éspedig egy erő hatására, amely — csekély számú kivételtől eltekintve — a nehézségi erő, tehát vertikális irányú. Matematikailag kifejezve:

$$S = \sigma_z + p. \tag{24}$$

Ez a közismert kifejezés egyszerűen annyit jelent, hogy a függőleges kőzetnyomás, S a kőzetben két reakciófeszültséget vált ki pórusnyomás (p), illetve mátrixfeszültség (σ_z) formájában. Logikus, hogy a vertikális z irányú feszültség és a pórusnyomás összege mindig azonos a kőzetterheléssel. S értékét a mélység és a kőzetsűrűségek ismeretében — tehát például egy jól értelmezhető gamma-gamma-mérés adatainak birtokában — számítani lehet.

A fúrólyuk által létrehozott egyensúlymegbomlás a lyukfal instabilitásához, ill. annak töréséhez azonban akkor vezet, amikor a *horizontális igénybevétel* lépi túl a mátrix rugalmassági határát.

Ki kell hangsúlyozni, hogy az *akusztikus sebességekből* számított *G rugalmassági* állandó a mátrix tulajdonságaihoz kapcsolódik, mert a mért akusztikus hullámok a mátrixban terjednek, hiszen a folyadékhullámok a kisebb terjedési sebesség miatt sokkal később érkeznek be. Így azután a rugalmassági állandóból tapasztalati összefüggések alapján számított folyási határ is a mátrixra jellemző érték lesz.

Ugyanakkor a mátrix feszültsége a fedőterheléstől és a pórusnyomástól függ a (24) egyenlet szerint. A lyuk falára azonban nem a σ_z vertikális mátrixfeszültség hat, hanem — mint azt már a (15) egyenletnél is láttuk — a

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{\mu}{1-\mu}\sigma_z \tag{25}$$

horizontális feszültség. Ennek megfelelően a folyási határral a horizontális feszültséget kell összehasonlítani, ami:

$$\sigma_H = \frac{\mu}{1-\mu}(\mathrm{S}-\mathrm{p}). \tag{26}$$

Ha tehát az akusztikus sebességből, a sűrűségből és azután az érvényes tapasztalati képletből számított σ_f folyási határ nagyobb, mint a horizontális mátrixfeszültség, akkor a lyukfalon a kőzet stabilitása várható. Ellenkező esetben a kőzetfal mechanikai bomlására lehet számítani. A kőzetfal instabil voltának matematikai kifejezése tehát:

$$\sigma_f \leqq \frac{\mu}{1-\mu}(S-p). \tag{27}$$

A (27) egyenlet *alkalmazásának feltételei* a következők:

a) Kielégítő mérési program
1. Akusztikus mérés,
2. Sűrűségmérés,
3. SP-mérés,
4. Természetesgamma-mérés,
5. Neutronmérés.

b) Kőzetvizsgálatok a területen
Területenként mérésekkel meghatározandók a homokkövek, agyagok, márgák és karbonátok jellemző mechanikai tulajdonságai: nyújtási és torziós modulus, *Poisson*-szám, folyási határ, továbbá statisztikai alapon az ezek között fennálló matematikai összefüggések.

c) A *kőzetfeszültség* értékei
A sűrűségmérésből és a mélységből meg kell határozni a teljes fedőnyomás értékét a mélység függvényében. Ebből azután a pórusnyomás és a *Poisson*-szám ismeretében ki lehet számítani bármely szintre a horizontális mátrixfeszültséget.

d) A szelvények értelmezése
A kijelölt kőzettípusokra (pl. márgákra, homokkövekre, karbonátokra) a szelvények és a meghatározott tapasztalati összefüggések segítségével számítható a G rugalmassági modulus, ill. a kőzet folyási határa egy, a következő alakban felírható egyenlet szerint:

$$\sigma_f = A\frac{\varrho_b}{\Delta t_c^2}\frac{1-2\mu}{1-\mu} + B. \tag{28}$$

Itt A és B a $\sigma_f(G)$ függvény állandói.

e) Végül össze kell hasonlítani mélységszintenként, illetőleg az érdekes szakaszokon a kőzetfeszültség meghatározott értékeit a (28) összefüggés szerint számított folyási határokkal. Ez végeredményben a (27) és a (28) egyenletek alapján fog történni, kb. a következő alakban:

$$A\frac{\varrho_b}{2\Delta t_c^2}\frac{1-2\mu}{1-\mu} + B \leqq \frac{\mu}{1-\mu}(S-p). \tag{29}$$

Összefoglalás

A fenti fejtegetések arra kívántak rámutatni, hogy a mélyfúrási tevékenység során gyakran észlelt (vagy olykor kívánatos) egyensúlymegbomlások geofizikai úton is előre jelezhetők.

Mint minden gyakorlati számítási módszernek, ennek is vannak (és bizonyára még lesznek) nehézségei. Az összefüggések azonban egyértelműen igazolják, hogy a mért és a keresett mutatók között nem véletlenszerű, hanem logikai kapcsolat áll fenn. Ezért érdemes a kérdést alaposan vizsgálni, kísérleteket végezni, és akkor a továbbfejlődés magától adódik.

IRODALOM

[1] *Pattantyús:* Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve, 2. köt. Bp., 1961.

[2] *Johnson, V.—Mellor, P. B.:* Plasticity for mechanical engineers. Nostrand Ed., London, 1962.

[3] Természettudományi Lexikon, 3. köt. Akad. Kiadó, 1968.

[4] *Hubbert, M. K.—Willis, D. C.:* Mechanics of hydraulic fracturing. Petr. Transactions **210,** 1957, 153—88.
[5] *Eaton, B. A.:* Fracture gradient prediction and its application in oilfield operations. J. Pet. Technology *10* 1353—60 (1969).
[6] *Anderson, R. A.—Ingram, D. S.—Zanier, A. M.:* Fracture pressure gradient determination from well logs. SPE Preprint 4135 (1972).
[7] *Tixier, M. P.—Loveless, G. W.—Anderson, R. A.:* Estimation of formation strength from the mechanical properties log. SPE Preprint 4532 (1972).
[8] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.:* How downhole temperatures, pressures affect drilling. Part 7. World Oil Dec. 59—63 (1972).
[9] Bányászati Kutató Intézet: Zárójelentés. Készítette *Szabó Á.* és *Szemerédi Pálné.* 1969, 12—20.

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Befejezés előtt a KKV almásfüzitői kenőzsírüzemének építése

Befejezés előtt áll a Komáromi Kőolajipari Vállalat almásfüzitői kenőzsírüzemének építése és szerelése. Az üzem 68-féle, 31 ezer t mennyiségű termék előállítására készült.

1. táblázat

Új termék	Helyettesített termék
Kalciumbázisú kenőzsírok KZS—0/1	ZSA—20 alvázzsír
KZS—2	Kocsikenőcs ZS—60 csillekenőcs ZS—75 általános gépzsír Szolidol USZ 2 L
KZS—2 EP	IPI—L hengerműzsír IPI—Z hengerműzsír
KZS—3	ZS—90 gördülőcsapágy-zsír ZS—98 gördülőcsapágy-zsír ZS—100 gördülőcsapágy-zsír ZSB—100 buvárszivattyúzsír
KZS—3 G	ZSG—80 grafitos kenőzsír
Nátriumbázisú kenőzsírok NOZS—1/2	Eltra hajtóműkenőcs CXF—10 fogaskerékelőtét-kenőcs
NZS—2	ZS—130 hő- és fagyálló zsír Konstalin UT—1
NZS—4	Új termék
Lítiumbázisú kenőzsírok LZS—1	Liton C—12/IV ZSA—20 alvázzsír CX—5 hajtóműkenőcs (nyári) CX—15 hajtóműkenőcs (téli)
LZS—2 és LZS—3	Liton C—12/II ZS—100 gördülőcsapágy-zsír ZSD—120 kerékagyzsír ZSD—160 autódinamó-zsír ZS—160 kalipszolzsír ZS—175 kalipszolzsír
Búvárszivattyúzsír KNZS—3	ZSB—95 búvárszivattyúzsír
Adalékolt orsóolajok OA—6	OX—6 zsírozott orsóolaj
OA—25	OX—20 stabilizált csontolaj OX—25 stabilizált csontolaj PX—15 platinaolaj
Szánkenő olajok SZK—30	GX—15 zsírozott gépolaj GX—30 zsírozott gépolaj
SZK—55	GXM—50 zsírozott szövőszékolaj GX—60 zsírozott gépolaj SZX—65 különleges szövőszékolaj
SZK—90	GX—90 zsírozott gépolaj

2. táblázat

Helyettesítő termék	Megszűnő termék
Komemul 22	Fúróolaj FE Emolin T 6 Alumol
HYKOMOL—140	CX—140 zsírozott hajtóműolaj HZ—260 zsírozott gőzhengerolaj HZ—300 zsírozott gőzhengerolaj
H—300	HXX—300 zsírozott gőzhengerolaj

A gyorsan változó ipari, mezőgazdasági és közlekedési berendezések kenési igényei azonban szükségessé tették a kenőanyag-választék racionalizálását. A választékkorszerűsítési munkák eredményeképpen az induló új üzemben 1976-tól már új kenőzsír- és speciáliskenőanyag-választék lesz.

Az újként belépő termékekről és a helyettesített régi termékekről nyújt tájékoztatást az *1. táblázat.* A *2. táblázatban* felsorolt gépzsírgyári termékek gyártásának megszüntetését már a korábbi években bevezetett korszerű termékek lehetővé teszik. A megszűnő termékek helyettesítési megoldásával kapcsolatban felmerülő alkalmazástechnikai kérdésekben felvilágosítással szolgál a NAKI AF Kenéstechnikai Osztálya és az ÁFOR Vevőszolgálata.

Kántor István
okl. vegyészmérnök, főosztályvezető
(KVV, Szőny)

KÖNYVISMERTETÉS

G. R. GUREVICS, — V. A. SZOKOLOV, — P. T. SMIGLJA: **Gázcsapadék-lelőhelyek leművelése a cycling folyamat alkalmazásával.** *(Razrabotka gazokondenszatnüh mesztorozsdenij sz primeneniem szajkling proceszsza.)* Nedra, 1976.

A szerzők ismertetik a szénhidrogén-lelőhelyek típusának meghatározási metodikáját, és a gázcsapadéktelepek leművelési módszereit, összehasonlítják az olaj-, gáz- és kondenzátumkihozatali tényezőket.

Külön fejezetet szentelnek a gázkeringetéses módszer tervezésének és modellezésének.

Az olvasó számára érdekes lehet a szerzők elképzelése a termelő- és besajtolókutak telepítésének elvéről. Szó esik a kúthálózat kialakításáról, a kutak közötti távolság meghatározásáról.

A könyvben helyet kapnak a gázkondenzátum feldolgozásának alapvető irányai és módszerei.

A szerzők a műszaki kérdéseken kívül a leművelés gazdaságossági kérdéseire is kitérnek. Analizálják Kanada két gázcsapadéktelepének termeltetését.

A befejező részben ismertetik a gázkeringetéses módszer alkalmazásának perspektíváit a szovjet gyakorlatban. Példaként említik a novotroicki, vuktili és urengoji lelőhelyek művelését.

Az új könyv tükrözi a gázcsapadéktelepek leművelésének elméleti és gyakorlati eredményeit. Hasznos lehet mindazon kutatóknak, mérnököknek, technológusoknak, akik részt vesznek a tervezésben, művelésben, a gáz és a kondenzátum előkészítésében és feldolgozásában.

Paczuk László
okl. technológus mérnök
(NKFV Szank)

Polimerek szerepe a korszerű öblítőfolyadék-technológiában

DORMÁN JÓZSEF

A fúrási sebesség növelésének egyik hatékony módja az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának csökkentése.

A különböző hidrofil polimerek képesek az öblítőfolyadékban funkcionális szerepet betöltő szilárd anyagot teljes mértékben helyettesíteni. Ugyanakkor előnyösen módosítják a reológiai tulajdonságokat, s flokkulens jellegüknél fogva megakadályozzák a felfúrt kőzet felaprózódását, megkönnyítve a mechanikus szilárdanyag-szabályozást. A cikk áttekintést nyújt az ún. polimer öblítőfolyadékokról, alkalmazásuk szempontjairól, előnyeiről. Leírja és értékeli a hazai erőfeszítéseket, az üzemi kísérleteket, s a további lehetőségeket. Érinti a korszerű öblítőfolyadék-technológia néhány egyéb, de a fentivel szorosan összefüggő kérdését.

Bevezetés

Az öblítőfolyadékkal szemben támasztott követelmények mind komplexebbek és mind szigorúbbak lesznek. Ez logikusan következik abból a felismerésből, hogy az öblítőfolyadék az egyik legfontosabb tényező nemcsak az adott fúrás biztonságos lemélyítésében, hanem a fúrási teljesítmények növelésében is. A jelenlegi követelményeket a sokoldalú, rugalmas, könnyen szabályozható iszaprendszerek elégítik ki leginkább. A korszerű öblítőfolyadéknak elő kell segítenie

— a fúrás biztonságos lemélyítését,
— a fúrási sebesség növelését,
— az optimális hidraulikai program megvalósítását,
— a lyukfal stabilitásának és a tárolórétegek produktivitásának megőrzését.

E bonyolult és sokrétű feladat megoldásának kulcsa a természetes és szintetikus, hidrofil polimerek és egyéb kiegészítő adalékok alkalmazása.

A polimerek alkalmazása az öblítőfolyadék-technológiában több évtizedes múltra tekint vissza. A korábban egyeduralkodó ún. diszpergált öblítőfolyadekokban a polimerek a víztartó kepesség szabályozását, valamint a kolloid rendszer stabilizálását voltak hivatva biztosítani. A diszpergált öblítőfolyadékokban e funkciót elsősorban különböző poliszacharidok és származékaik (prezselatinált keményítő, karboxi-metil-cellulóz, guargyanta stb.) töltötték be.

A fúrási átlagmélység, s ezzel a hőmérséklet növekedése a poliszacharidoknál lényegesen nagyobb termikus stabilitású —C—C—C alapláncot tartalmazó, vízoldható polimerek előállítására és alkalmazására, valamint a cellulózszármazékok termooxidatív bomlásának az inhibitálására irányította a figyelmet. Ugyanakkor a jelentős elektrolittartalmú öblítőfolyadékok alkalmazásának szükségszerűsége a nemionos polimerek, illetve az elektrolitérzékeny karboxilcsoportok helyett a kevésbé szenzitív szulfocsoportokat tartalmazó polimerek előállítását tette szükségessé.

E két igen fontos ok következtében számos szintetikus polimer (akrilpolimerek és kopolimerek, akril-vinil kopolimerek, vinilpolimerek és kopolimerek), valamint újabb cellulózszármazékok (CMHEC, HEC, szulfoetilcellulóz, szulfofenol-CMC stb.) bevezetése segítette a speciális öblítőfolyadék-technológiai feladatok megoldását.

Ezen anyagok felhasználásával biztosítható volt, hogy a legegyszerűbb vizes közegű öblítőfolyadékoktól kezdve a telített sóoldat közegű vagy extrém nagy hőmérsékletet is tűrő *diszpergált* rendszereket állítsanak elő, és alkalmazzanak sikerrel a legszélsőségesebb viszonyok között. Ez lehetővé tette a technológia nagymértékű finomítását és az eredményesség növelését, de nem tette lehetővé a teljesítmények ugrásszerű növekedését, sőt e téren már kihasználható tartalékai sem voltak.

A frontáttörést a kémiai szilárdanyag-szabályozás megoldására alkalmas polimer flokkulensek bevezetése jelentette, s ezzel mintegy új fejezet nyílt az öblítőfolyadék-technológiában.

A követelmények fúrástechnológiai kérdései

Világszerte óriási erőfeszítéseket tesznek a fúrási teljesítmények növelésére. Az érdeklődés középpontjában természetesen azok a megoldások állnak, amelyek a leghatékonyabban segítik elő e cél elérését. Az erre irányuló erőfeszítések összessége az ún. optimalizált fúrási technológia (Optimized Drilling Technique — ODT) megvalósításában találkozik, amely érthetően egy dinamikus, tartalmában is állandóan változó, gazdagodó rendszer, s amelynek egyik legfontosabb építőeleme az öblítőfolyadék.

A teljesítménynövekedés legfontosabb és ugyanakkor egzakt mutatója a fúrás *mechanikai* sebessége. Az ezt meghatározó, illetve befolyásoló tényezők egzaktabb megismerésére irányuló kutatások eredményeiből emeljünk ki néhányat.

Az egyik legfontosabb megállapítás az volt, hogy a lyuktalpra ható differenciális nyomás csökkenése a fúrási sebesség jelentős növekedését eredményezi [1]. Ez a felismerés vezetett (természetesen a kitörésvédelmi technika fejlődésének segítségével) a *szabályozott* (kiegyensúlyozott, alulegyensúlyozott) *nyomású* fúrási technológia bevezetéséhez. Ismeretes továbbá, hogy az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának növekedésével drasztikusan csökken a fúrási sebesség [2]. Ez a hatás annál jelentősebb, minél nagyobb az 1 μ-nál kisebb méretű részecskék mennyiségi aránya.

Jelentős befolyásoló tényezőt képviselnek az öblítőfolyadék reológiai jellemzői. Követelmény ugyanis, hogy minél nagyobb hidraulikus energia jusson a lyuktalpra, elősegítve ezzel a hatékony kőzetbontást [3].

Ezért a cél a súrlódási nyomásveszteség — s ennek megfelelően a viszkozitás — csökkentése a fúró fúvókáiban. Ugyanakkor a jó furadékkiszállítás a gyűrűs

térben relatíve nagy viszkozitást követel meg. Ezt a kettős követelményt az ún. nyírásra híguló (shear thinning), erősen pszeudoplasztikus jelleget mutató folyadékok elégítik ki, amelyek viszkozitása nagymértékben csökken a nyírási sebesség növekedésével. Ez a folyási jelleg a gyűrűs térben „lapos" áramlási profilt eredményez [4], amely növeli a furadékkiszállítás hatékonyságát, lehetővé téve a gyűrűs térbeli áramlási sebesség (s ezzel az öblítőiszap cirkuláltatásához szükséges szivattyúteljesítmény) csökkentését, s egyúttal a súrlódási nyomásveszteséget szabályozhatóvá teszi. E kérdés kitűnő matematikai megfogalmazását adja, s konkrét gyakorlati tartalommal tölti meg tanulmányában *Gilicz Béla* [5].

Az említett tényezők alapján nyerhető előnyöknek a gyakorlatban való realizálása akkor valósítható meg, ha a fúrás során a lyuk állapota megfelelő, a lyukfal stabil. Ismeretes, hogy a lyukfal instabilitása a leggyakrabban azért következik be, mert a harántolt rétegekben levő agyagásványok vizet adszorbeálnak (hidratálódnak), s ezáltal fizikai tulajdonságaik jelentősen megváltoznak [6].

Az öblítőfolyadék összetételét tehát úgy kell megválasztani, hogy a hidratációt minimálisra csökkentse. Számolni kell továbbá olyan fontos követelményekkel mint a

— hőtűrő képesség,
— a fúrórudazat és lyukfal, illetve béléscső közötti súrlódás csökkentése,
— a produktív rétegek védelme stb.

Figyelemreméltó tény, hogy ezeket a szerteágazó követelményeket a polimer flokkulensekkel előállított öblítőfolyadékok majdnem ideális módon elégítik ki.

A szilárdanyag-tartalom szabályozása kémiai módszerekkel

Az ipari gyakorlat számos területén (pl. víztisztítás, ipari zagyok ülepítése) jelent súlyos gondot a kolloid mérettartományba tartozó vagy ahhoz közel eső szuszpendált szilárd részecskék eltávolítása [7].

A leggazdaságosabb módszer az ülepítés lenne, azonban a kis méretű részecskék ülepedési sebessége rendkívül kicsi. A probléma alapvető megoldása az egyedi részecskék összekapcsolása nagyméretű részecskehalmazokká, amelyek ülepedési sebessége nagyságrendekkel nagyobb. Ezt a folyamatot nevezzük *flokkuláltatásnak* és a jelenséget *flokkulációnak*. A flokkuláció alapvetően két mechanizmus szerint mehet végbe:

— a részecskék elektrokinetikai potenciáljának megfelelő mértékű csökkentése,
— a polimer molekula több szilárd részecskén történő adszorbeáltatása, s ily módon azok összekapcsolása (bridging effect) révén.

A flokkuláció első típusát hozzák létre a szervetlen sók — különösen polivalens kationok —, de ide sorolhatjuk a kationaktív polimereket is.

A második csoportba a nemionos és anionos polimerek tartoznak. Ezen anyagoknál a hatás alapja a polimer molekula több szilárdanyag-részecskén szimultán történő adszorpciója. Természetesen, ha a kationaktív polimer molekulasúlya elegendően nagy, akkor mindkét hatás érvényesül. Az a tény, hogy a kationaktív polimerek flokkuláló hatása a polivalens szervetlen kationokénál sokszorosan nagyobb, mutatja, hogy a flokkulációban ez utóbbi effektus játszik fontosabb szerepet. A flokkulatív hatás kifejtéséhez tehát a polimernek a szilárd részecskéken erősen adszorbeálódnia kell.

Az elméleti alapok ismertetése nélkül megjegyezzük, hogy a polimer kémiai felépítésének és molekulasúlyának megfelelő módosításával a flokkuláció meghatározott szilárd anyagra szelektívvé tehető. Az öblítőfolyadék-technológiában alkalmazott polimer flokkulensek hatásukat tekintve három típusba sorolhatók [8]:

— a teljes flokkulensek,
— a kettős hatású (dual action) polimerek és
— a szelektív flokkulensek csoportjába.

Az első típushoz tartozó polimerek az öblítőfolyadékot felépítő összes szilárd anyagot flokkulálják. A harmadik csoport tagjai a legfőbb tulajdonságokat hordozó bentonitra (montmorillonitra) gyakorlatilag nem hatnak, viszont a többi szilárd anyagot flokkulálják. A második csoportba tartozó ún. kettős hatású polimerek (lényegében ugyancsak szelektív flokkulensek) a *szabályozott flokkuláció* révén a bentonitszuszpenzió viszkozitását jelentősen megnövelik, ugyanakkor az összes többi szilárd anyagot flokkulálják. Belátható ugyanakkor, hogy nagyobb méretű részecskék (furadék) esetén ugyanazon részecskén egyszerre több polimer molekula is adszorbeálódik, azt mintegy „betokozza" (encapsulate), tehát megakadályozza a felaprózódást, diszpergálódást. Ezek a rendszerek diszpergálószert egyébként nem tartalmaznak, ezért *nemdiszpergált, nemdiszperzív* jellegűnek tekinthetők. Az előzőekben említett „betokozó" hatás érvényesül a nehezítőanyag, a barit esetében is, amely a szuszpenzióban tartást elősegíti.

A polimer flokkulensek alkalmazása tehát a kisebb méretű részecskék flokkuláltatása, illetve a nagyobb részecskék felaprózódásának megakadályozása révén nagymértékben elősegíti mechanikai úton történő eltávolításukat, így a kémiai szilárdanyag-szabályozás nélkülözhetetlen, különösen nagy hatékonyságú vegyületei. Azonban hangsúlyozni kell, hogy bár nagymértékben elősegítik, de rendszerint önmagukban nem oldják meg a szilárdanyag-szabályozást. Ezt a funkciót, és a reológiai tulajdonságok szabályozását is a mechanikai szilárdanyag-szabályozó eszközök (rázószita, desander, desilter, centrifuga) töltik be.

E bevezetés után részletesen tárgyaljuk a különböző típusú kis szilárdanyag-tartalmú rendszereket, ill. az ezekkel kapcsolatos hazai eredményeket.

Kis szilárdanyag-tartalmú (szilárdanyag-mentes), nemdiszpergált rendszerek

A kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadék előállításának legperspektivikusabb módja, ha ún. kettős hatású polimer segítségével, a bentonit szabályozott flokkulációjával állítunk elő — csökkentett bentonittartalommal — öblítőfolyadékot.

Az e célra felhasználható két fő vegyülettípus a

— vinil-acetát — maleinsavanhidrid kopolimer, VAMA (pl. Ben-Ex) és az
— akrilamid—akrilsav kopolimer, PHPA (pl. Drillaid—420, X-TEND).

Az egyes polimereknek a reológiai tulajdonságokra gyakorolt hatását az *1. táblázat* adatai reprezentálják

1. táblázat

Polimer	Plasztikus viszkozitás cP	Folyási határ dyn/cm²	Mozgási ellenállás 10″ dyn/cm²	Mozgási ellenállás 10′ dyn/cm²
—	4,0	4,8	0,0	9,6
VAMA	10,0	177,6	139,2	177,6
PHPA-1	10,0	172,8	77,0	110,4
PHPA-2	6,0	19,2	4,8	9,6

4%-os bentonitszuszpenzió és 0,015% polimerkoncentráció esetén [8].

A táblázat utolsó sora a szelektív flokkulens (PHPA—2) hatását reprezentálja, amelynek alkalmazása különösen a nagyobb fajsúlyú öblítőfolyadékokban előnyös. (A PHPA—1 ilyen rendszerekben általában túlzott gélesedési hajlamot okoz.)

Az ún. polimer öblítőfolyadékok másik nagy csoportját képviselik a szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékok. Ezek legtipikusabb képviselője a baktériumok (Xanthomanas Campestris) által cukorból bioszintetizált ún. biopolimer (XC polimer) [9].

A szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékoknak még számos összetételük ismert. A közös vonás azonban minden összetételben az, hogy a hagyományos típusokban az alapvető tulajdonságokat (reológiát, víztartó képességet) meghatározó agyagásványok szerepét részben vagy egészen a megfelelő molekulasúlyú hidrofil polimerek veszik át. Ezenkívül diszpergálószert sem tartalmaznak, tehát kivétel nélkül *nemdiszpergált* rendszerek. A fúrási gyakorlatban alkalmazott legfontosabb polimer-iszap összetételek jellemzőit az alábbiakban foglalhatjuk össze.

Kettős hatású (dual action) polimerekkel felépített rendszerek

A Ben-Ex, X-Tend, Drillaid-420 márkanevű polimerek egyaránt USA-importból szerezhetők be. Alkalmazásuk a fúrási gyakorlatban több mint egy évtizedes múltra tekint vissza.

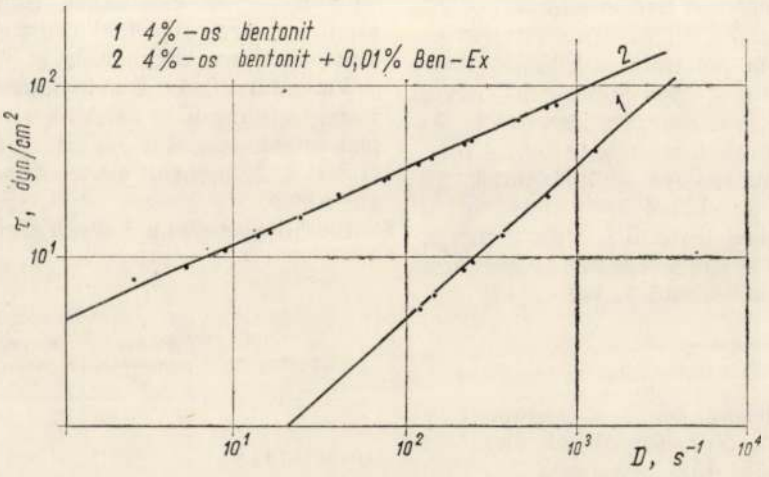
Természetesen a fenti típusok mellett számos azonos funkciót betöltő és hasonló kémiai összetételű polimer kerül különböző márkanevek (Rapidrill, Basco-Ben, Poly-Sec stb.) alatt forgalomba. Ezen anyagokkal a bentonit minőségétől (montmorillonittartalmától) függően 3—6%-os bentonitszuszpenzióhoz 0,01—0,02% polimert adagolva igen jó reológiai tulajdonságú és víztartó-képességű öblítőfolyadék állítható elő. Ezt igazolja pl. a 4%-os bentonitszuszpenzió folyásgörbéjének változása 0,01% Ben-Ex hatására *(1. ábra)*.

E tekintetben nyilvánvaló az is, hogy a polimer nem egyszerűen helyettesít bizonyos mennyiségű bentonitot, hanem a folyadék reológiai tulajdonságainak *minőségi* változását is eredményezi a kifejezettebb pszeudoplasztikus jelleg érvényesítésével.

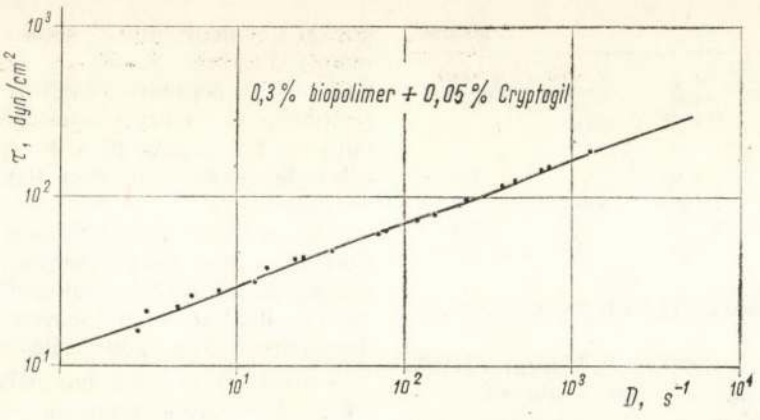
A másik két polimer használata esetén a reológiai jelleget befolyásoló hatás még valamivel markánsabban nyilvánul meg. Ezek a reológiai tulajdonságok, megfelelően alakítva, maradéktalanul lehetővé teszik az optimális hidraulikai program megvalósítását.

A kis kiindulási szilárdanyag-tartalom a polimer diszpergálódást gátló és flokkuláló hatása következtében fúrás közben is fenntartható, s ez az egyik leglényegesebb tényező a fúrási sebesség szempontjából. Mivel ez az öblítőfolyadék-típus tetszés szerint nehezíthető is, s ekkor a „kis szilárdanyag-tartalmú" jelző a hagyományos értelemben már nem tartható fenn, általában helyesebb a kis agyagtartalmú öblítőfolyadék elnevezés. Ez gyakorlati szempontból azt jelenti, hogy a fúrt kőzet és a bentonit mennyiségi aránya 2:1 alatt legyen, illetve a teljes kis fajsúlyú (!) szilárdanyag-tartalom ne haladja meg a 4—5 térfogatszázalékot. A már ismertetett előnyök mellett sajnos jelentős hátrány, hogy az így felépített rendszerek elektrolitokra — különösen a több értékű ionokra — meglehetősen érzékenyek.

Ha az öblítőfolyadék Ca-ionokkal szennyezett, azt nátrium-karbonáttal (Na_2CO_3) kell kezelni. Cementtel történő szennyeződés esetén előnyösebb nátrium-hidrogén-karbonát ($NaHCO_3$) alkalmazása a pH-növekedés elkerülése céljából, mert a pH-növekedés a diszpergálódás irányába hat. A víztartó képesség szabályozására csak poliakrilát típusú vízleadás-csökkentőt célszerű alkalmazni. Ez összefüggésben a polimer bizonyos védő hatásával azt is jelenti, hogy nemdiszpergáló öblítőfolyadékok hőtűrő képessége kiváló, amit a [8]-ban közölt eredmények is alátámasztanak.



1. ábra



2. ábra

Biopolimer alapon elkészített öblítőfolyadékok

A biopolimerek (pl. XC polimer) felhasználásával szilárdanyag-mentes öblítőfolyadék állítható elő [10]. Ezek 0,1—0,3%-os oldata már kitűnő reológiai tulajdonságokkal rendelkezik *(2. ábra)*. A reológiai tulajdonságok jelentős mértékben módosíthatók komplexképző krómvegyületek hozzáadásával. Szervetlen króm (III)sók (króm-klorid, kálium-króm-szulfát) vagy organikus krómvegyületek (organikus króm—polielektrolitok—OCP) segítségével a reológiai paraméterek széles határok között változtathatók.

A rendszer tartalmazhat bentonitot, vagy adott esetben bentonit alapú öblítőfolyadékban a bipolimer reológiát szabályozó funkciót tölthet be. Lyukfalstabilitási problémák veszélye esetén, illetve a nemdiszperzív jelleg erősítése érdekében célszerű a biopolimer alapú öblítőfolyadékhoz kálium-kloridot adagolni [11].

A biopolimer—organikus króm—polielektrolit (XCP—OCP) rendszer vitathatatlan előnyei mellett hátránya a korlátozott hőtűrő képesség, a fermentációra való hajlam és az igen magas ár.

Dextrid—Drispac rendszer

Alacsony szilárdanyag-tartalmú, nemdiszperzív öblítőfolyadék előállítására alkalmas adalék a BAROID cég (USA) által kifejlesztett poliszacharidszármazék, a Dextrid is. A diszpergálódást gátló (betokozó) és víztartó képességet szabályozó hatása kitűnő.

A reológiai tulajdonságok és részben a víztartó képesség szabályozására ún. polianionos cellulózt (PAC) alkalmaznak, amely Drispac vagy Staflo márkanévvel kerül forgalomba. Az alapösszetétel rendszerint 1—3% bentonitot, 1—2% Dextrid-et és szükség szerint 0,1—0,3% Drispac-ot tartalmaz. Az öblítőfolyadék kb. 150 C°-ig — speciális kezeléssel 160—165 C°-ig — hőstabil. Kálium-kloriddal történő kezeléssel márgastabilitási szempontból az egyik leghatékonyabb vizes közegű öblítőfolyadék alakítható ki belőle [12].

Holemaker-rendszer

A kettős hatású polimerekkel — a bentonitszuszpenzió alapon felépített öblítőfolyadékok elektrolitérzékenységét kiküszöbölendő — alakította ki a Montello Inc. (USA) a Holemaker-rendszert, amely édesvíz, tengervíz vagy telített sós víz alapon egyaránt elkészíthető, alacsony szilárdanyag-tartalmú, agyagmentes, nemdiszpergált öblítőfolyadék. A korábban említett ODT-rendszerben alkalmazva igen jó eredményeket sikerült elérni vele [13].

Alapvető komponensei az FL—1 természetes organikus polimer és egy speciálisan „lenyírt" azbeszt (Super Visbestos) a reológiai tulajdonságok és víztartó képesség szabályozására, s a Holemaker Floc szelektív flokkulálószer a kis szilárdanyag-tartalom fenntartásához.

Különleges funkciót betöltő adalékok a Super Lube Flow, HME energizer stb.

A fontosabb adalékokat megfelelő arányban tartalmazza a Holemaker Base Mix.

A fentiek mellett feltétlenül említést érdemelnek még a Petroleum Associates of Lafayette különböző PALMIX termékei.

A hazai laboratóriumi vizsgálatok eredményei

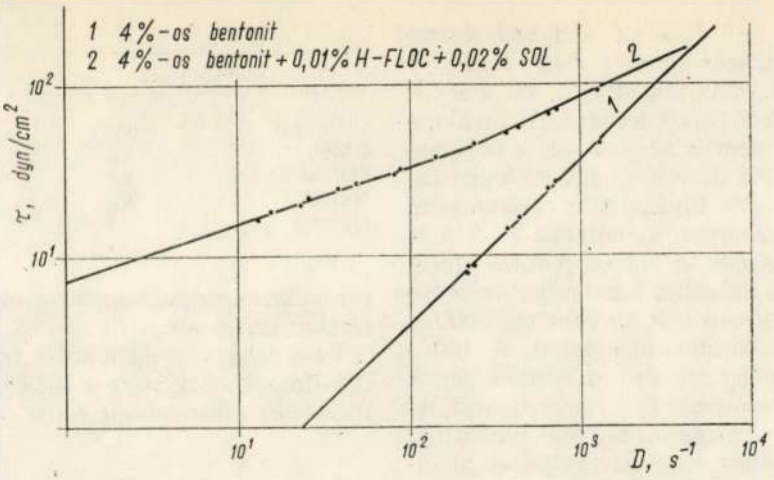
Laboratóriumunkban széles körű vizsgálatokat végeztünk olyan polimerek előállítására, amelyek alkalmazásával kis szilárdanyag-tartalmú, nemdiszpergált öblítőfolyadék állítható elő. A kísérleti munka első fázisában a polimerizációs reakciók törvényszerűségeit, az előállított polimerek tulajdonságait és azok változtatásának lehetőségeit tanulmányoztuk. A továbbiakban korábbi eredményeinket, tapasztalatainkat felhasználva egy hazai flokkulálószer módosításával sikerült — az előzőekben ismertetett terminológia szerinti — szelektív flokkulenst előállítani (H-FLOC), amely az üzemi alkalmazást is lehetővé tette.

Vizsgálataink azt is kiderítették, hogy egy — szintén hazai beszerzésű — akrilpolimer segítségével a reológiai tulajdonságok előnyösen módosíthatók. Ezt igazolják a *2. táblázat* adatai 4%-os bentonitszuszpenzió esetén.

Eredményeinket a *3. ábrán* grafikusan is ábrázoltuk.

2. táblázat

Polimer	Plasztikus viszkozitás cP	Folyási határ dyn/cm²	Gélerősség 10″	Gélerősség 10′
—	4,5	4,8	2,4	9,6
0,01% H-FLOC	4,0	4,8	4,8	12,0
0,01% H-FLOC 0,02% SOL	9,5	57,6	21,6	91,2



3. ábra

Amint az ábrából kitűnik, az akrilpolimer hozzáadásával a reológiai paraméterek rendkívül kedvezően alakulnak, a folyadék „nyírásra híguló" (shear thinning) karakterisztikát mutat, s ez a jelleg különösen az alacsony nyírásisebesség-tartományban érvényesül. Az *Ostwald*-modell karakterisztikus állandói ($n = 0{,}46$ és 0,30, illetve $K = 3{,}6$ és 7,2 dyn. s^n/cm^2) nagyobbak, illetve kisebbek a magasabb, illetve alacsonyabb nyírásisebesség-értékeknél. A log-log ábrázolású görbén kb. $D = 200\ s^{-1}$-nél töréspont látható. Az így kialakított rendszer reológiai tulajdonságai biztosítják a megfelelő furadékkiszállítást, s ugyanakkor lehetővé teszik a kívánt fajsúlyra történő nehezítést is a nehezítőanyag (barit) kiülepedésének veszélye nélkül.

Az első üzemi kísérletek eredményei

A laboratóriumi vizsgálatok befejező része az üzemi kísérletek előkészítését jelentette. Természetesen a kísérleti alkalmazást olyan fúrásokra terveztük, ahol az öblítőfolyadékot nem kellett nehezíteni, s így a mechanikai szilárdanyag-szabályozás akadály nélkül megvalósítható volt.

Az első három üzemi kísérletre a *Kömlő-1.*, *Sándorfalva-1.* és a *Dorozsma-9.* jelű fúráspontokon került sor $17^1/_2''$, $12^1/_4''$ és $8^1/_2''$-es lyukátmérő mellett. Több mint 7500 m lefúrása után szerzett tapasztalataink az alkalmazási lehetőség értékeléséhez elegendő információt szolgáltattak. Az öblítőfolyadékok átlagos paramétereit a *3. táblázatban* foglaltuk össze.

Az első — igen fontos és pozitív — eredmény az volt, hogy a laboratóriumban meghatározott paramétereket a gyakorlatban jól tudtuk reprodukálni. Ez a tény bármely üzemi kísérlet kivitelezésében alapvető jelentőségű.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy az öblítőfolyadék paraméterei (reológia, fajsúly, szilárdanyag-tartalom stb.), bár nem felelnek meg maradéktalanul a korszerű öblítőfolyadékkal szemben támasztott követelményeknek, ugyanakkor azonban jelentős előrelépést mutatnak a hagyományos típusok tulajdonságaihoz viszonyítva. Az alkalmazott technológia további finomításával a kívánt paraméterek biztosíthatók lesznek. Természetesen a legfőbb cél a fúrási sebesség növelése volt, amelynek eszköze a kis szilárdanyag-tartartalmú, nemdiszpergált öblítőfolyadék is.

Az egyes fúrások mechanikaisebesség-értékeinek összehasonlítása mutatja, hogy ezen a téren jelentős eredményeket sikerült elérni. A *Sándorfalva-1.* jelű fúrás $17^1/_2''$-es átmérőjű szakaszában az átlagos mechanikai sebesség 15,4 m/h volt. Ugyanakkor a *Hód-1.* és *Makó-2.* fúrásokban, amelyeket ugyanazon fúróberendezés lényegében azonos körülmények között, de nagyobb szilárdanyag-tartalmú diszpergált öblítőfolyadékkal mélyített, 12,6, illetve 12,4 m/h adódott. Ezek szerint tehát a *Sándorfalva-1.* fúrásban 23,2%-os mechanikaisebesség-növekedést sikerült elérni.

3. táblázat

Paraméterek		*Kömlő-1.*		*Sándorfalva-1.*		*Dorozsma-9.*		
		$17^1/_2''$	$12^1/_4''$	$17^1/_2''$	$12^1/_4''$	$12^1/_4''$	$8^1/_2''$	$8^1/_2''$
Fajsúly,	kp/dm³	1,10	1,13	1,13	1,10	1,10	1,08	1,30
Látszólagos viszkozitás,	cP	10,0	7,5	12,0	18,0	10,0	11,0	21,5
Plasztikus viszkozitás,	cP	5,0	5,0	8,0	8,0	7,0	8,0	12,0
Folyási határ,	dyn/cm²	48,0	24,0	38,4	96,0	28,8	28,8	72,0
10″ gélerősség,	dyn/cm²	33,6	9,6	9,6	24,0	9,6	9,6	19,2
10′ gélerősség,	dyn/cm²	72,0	24,0	72,0	105,6	38,4	38,4	96,0
n		0,415	0,585	0,585	0,363	0,622	0,652	0,568
K,	dyn.sⁿ/cm²	5,55	1,29	2,074	14,31	1,344	1,199	4,164
Vízleadás,	ml	17,0	12,0	13,0	9,5	20,0	19,0	7,5
pH		7,5	7,5	7,0	8,5	8,0	8,0	8,0
Ca^{++}-tartalom,	mg/l	40,0	40,0	—	—	—	—	—
NaCl-tartalom,	g/l	0,05	0,05	0,29	0,29	0,23	0,23	0,29
Szilárdanyag-tartalom,	tf%	6,0	8,0	8,0	6,0	6,0	5,0	14,0
Aktívanyag-tartalom,	kp/m³	45,0	35,0	50,0	75,0	40,0	40,0	45,0

A *Do-8.* és *Do-9.* jelű fúrások adatainak összehasonlítása még érdekesebb, mert a *Do-8.* fúrást — igaz, még diszpergált öblítőfolyadékkal, de már — a szabályozott nyomású fúrási technológia alkalmazásával mélyítették, s nem is az első volt a program megvalósítása során. Az öblítőfolyadék reológiai tulajdonságai a *Do-9.* jelű fúrásponton egyértelműen kedvezőbbek voltak, szilárdanyag-tartalma 2—3 tf.%-kal kisebb volt, mint a *Do—8.* fúrásé. A fúrás utolsó szakaszán végrehajtott nehezítés 1,30 kp/dm³-re problémamentesen végrehajtható volt, s a több mint 600 m lefúrása is kedvező tapasztalatokat adott. A 140—145 C°-os talphőmérséklet ellenére az öblítőfolyadék tulajdonságai jónak bizonyultak. Ez ugyan nem tekinthető kiemelkedő eredménynek, de bizonyítja, hogy az iszap hőstabilitása jóval az agyagiszap alkalmazhatósági hőmérséklethatára fölött van.

A *Do-8.* és *9.* sz. fúrásoknál a $12^1/_4$"-es lyukszakasz fúrástechnológiai adatait hasonlítottuk össze. Egyébként azonos körülmények és fúrásirezsim-tényezők mellett a *Do-8.*-on 10,9 m/h, míg a *Do-9.*-en 16,3 m/h mechanikai sebességet értünk el, ami 49,5%-os növekedésnek felel meg. Ez a tény — túlszárnyalva és egyben elvileg megerősítve a *Sándorfalva-1*-en elért eredményt — kétségtelen bizonyítéka a nemdiszpergált polimer öblítőfolyadék előnyös fúrástechnológiai tulajdonságainak.

Lyukfalstabilitási probléma egyik fúrásnál sem merült fel, sőt a *Do-7.* és *Do-8.* jelű fúrásokban 2500 m körül jelentkező — a fenti okra visszavezethető — nehézségek a *Do-9.* fúrásponton elmaradtak. A szelvényezés, béléscsövezés, cementezés tapasztalatai kedvezőek voltak. Ez kétségtelenül érdekes és pozitív eredmény, korai lenne azonban pusztán ezek alapján messzemenő következtetéseket levonni.

Az üzemi kísérletek komplett gazdasági értékelése az elemzett fúrásokra nehéz s bizonyos szempontból irreális lenne. Ma még meglehetősen hosszú időt vesznek igénybe a megvalósítással járó speciális műveletek, amelyek később rutinfeladattá válva nem játszhatnak jelentős szerepet. A tiszta fúrási időt véve figyelembe, az előny minden kétséget kizáróan a nemdiszpergált polimer öblítőfolyadék oldalán van *(4. ábra)*. Ez már realizálható gazdasági tényező; egyértelmű összehasonlítás azonban inkább az öblítőfolyadék-költségek között tehető. A *Sándorfalva-1.* jelű fúrás fajlagos öblítőfolyadék-költsége a vizsgált szakaszon 80 Ft/m, míg ugyanez a *Hódmezővásárhely-1.* fúrásnál 191 Ft/m volt. Hasonlóan a *Do-9.*-en jelentkező 144 Ft/m is jelentős megtakarítást mutat a *Do-8.* fúrás 186 Ft/m fajlagos költségével szemben.

Hansúlyozni kell azonban, hogy nem ez az elsődleges cél, sőt adott esetben a magasabb öblítőfolyadék-költséget is vállalni kell a fúrástechnológiai előnyök kiaknázása révén adódó többletmegtakarítás érdekében.

A gyorsabb fúrás és nagyobb biztonság értéke felbecsülhetetlen, s lényegében a kérdéshez kapcsolódva kívánjuk bemutatni azt az alapvető különbséget, amely a két különböző (diszpergált — nemdiszpergált) rendszer között fennáll. Híven tükrözi ezt a két elemzett fúrásnak a *4. táblázatban* összefoglalt iszapjavító-anyag-felhasználása.

A diszpergálószer (Viszkozol), NaOH és gázolaj minimális felhasználására a *Do-9.*-en a felső ($17^1/_2$"-es) lyukszakasz hagyományos módon történő lemélyítésekor került sor.

4. táblázat

Adalék anyagok		*Do-8.*	*Do-9.*
Viszkozol,	kp	8 500	600
CMC,	kp	9 400	90
SOLACROL,	kp	2 540	725
NaOH,	kp	6 390	37
Gázolaj,	l	69 000	5500

Ez a példa egyben tükrözi, hogy az új öblítőfolyadék-típusok elterjedése a jelenlegi adalékanyag-struktúra teljes átformálását vonja maga után.

Összefoglalás

Az elért eredmények összehasonlító elemzése azok értékét is kellően reprezentálja.

A legfontosabb következtetés az, hogy a nemdiszpergált polimer öblítőfolyadékok, a helyesen megválasztott polimerek — vagy polimerkombinációk — alkalmazása az egyik reális lehetőség a fúrási teljesítmények növelésére.

A különböző szakterületek koordinált munkájának egységes célja az optimalizált fúrási technológia megteremtése. Úgy tűnik, hogy ebben a tárgyalt öblítőfolyadékok jelentik az egyik láncszemet.

A fúrási sebesség növelését elősegítő legfontosabb tényezők:

— a lyuktalpi, dinamikus differenciális nyomás csökkenése;
— az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának csökkenése;
— a szilárd fázisban az 1 μ-nál kisebb méretű részecskék mennyiségi arányának csökkenése;
— a megnövekedett lyuktalpi dinamikus filtráció;
— a kedvezőbb hidraulikai paraméterek stb.

Külön szükséges kiemelni a kolloid mérettartományba ($< 1\ \mu$) eső részecskék destruktív szerepét. *Lummus* szerint [14] ezen részecskék hatása a fúrási sebességre 12-szeres a nagyobb méretűekhez viszonyítva. S ha figyelembe vesszük, hogy az adalék nélküli bentonitszuszpenzióban azon részecskék mennyisége 13%, amely diszpergálószer hatására 80%-ra nő, polimer flokkulenssel viszont 6%-ra csökken, a különbség nyilvánvaló.

Szemléletes bizonyítéka ez annak, hogy a nemdiszpergált öblítőfolyadékoknak azonos szilárdanyag-tartalom mellett is komoly előnyeik vannak a diszpergált típusokhoz viszonyítva. A gyakorlati eredmények ezt alá is támasztják.

A hidrofil polimerek alkalmazása, a kémiai szilárdanyag-szabályozás kétségtelen és kézzelfogható előnyei mellett is hangsúlyozni kell azonban, hogy a fúrási tevékenység racionalizálásának egyéb módjai legalább ennyire fontosak. A fúrókiválasztás — előtérben a zárt, csúszócsapágyas fúrókkal —, valamint a fúrásirezsim-tényezők (terhelés, fordulatszám, öblítési mennyiség stb.) optimalizálása mellett a komplex megoldás alapja tehát a mechanikai szilárdanyag-szabályozás tökéletesítése.

IRODALOM

[1] *Murray, A. S.—Cunningham, R. A.:* Effect of mud column pressure on drilling rates. J. Pet. Techn. *11* (1955).
[2] *Lummus. J. L.—Field, L. J.:* Non-dispersed polimer mud: new drilling concept. Petroleum Engineer March (1968).
[3] *Eckel, J. R.:* Microbit of the effect of fluid properties and hydraulics on drilling rates. J. Pet. Techn. *4* (1967).
[4] *Walker, R. E.:* Practical oil-field rheology. South District Meeting, API Div. 1964. March.
[5] *Gilicz B.:* Minimális áramlási ellenállások a gyűrűs térben. Kőolaj és Földgáz 7 (1974).
[6] *Chenevert, M. E.:* Shale hydration mechanics. SPE 2401, 1969.
[7] *Hannah, A. S.* és társai: Control techniques for coagulation-filtration. J. AWWA Sept. (1967).
[8] *Anderson, D. B.:* Non-dispersed weighted muds. SPE 3990, 1972.
[9] *Deily, F. H.* és társai: New biopolymer low-solids muds speeds drilling operation. Oil a. Gas J. June 26 (1967).
[10] *Browning, W. C.—Chesser, B. G.:* Polymer-polyelectrolyte drilling fluid systems. J. Pet. Techn. *10* (1972).
[11] *Klujcec, N. M.* és társai: Special mud system provides fast, in-gage surface hole. World Oil Aug. 1. (1973).
[12] *Kennedy, J. L.:* New mud holds shales, allows fast drilling in West Texas. Oil a. Gas J. May 29 (1972).
[13] *Lummus, J. L.:* Drilling cost reduced by Op. Drilling and Holemaker mud. Drilling Feb. (1973).
[14] *Lummus, J. L.:* Analysis of mud hydraulics interactions. Petroleum Engineer Feb. (1974).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Beszámoló a tokió 9. Kőolaj-Világkongresszusnak a szénhidrogén-bányászattal kapcsolatos előadásairól

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya rendezésében, dr. *Bán Ákosnak,* az OKGT vezérigazgatójának elnökletével 1976. március 25-én a *Kossuth Lajos* téri Technika házában értékes és érdemes beszámolók hangzottak el a világ szénhidrogén-szakembereinek legutóbbi, Tokióban rendezett nagy seregszemléjén tartott előadásokról.

A programban felsorolt előadásokat ezúttal nem méltatjuk, csak sorrendben címeiket ismertetjük azzal, hogy — amennyiben azok cikk formájára hozhatók — lapunk hasábjain is megjelennek.

A következő előadások hangzottak el:

Dr. *Somfai Attila,* az NKFÜ igazgatóhelyettese: **Kőolajföldtani újdonságok a 9. Kőolaj-Világkongresszus előadásaiból.**

Molnár Károly, a Geofizikai Kutatási Üzem igazgatója: **Új irányzatok és lehetőségek a geofizikai kutatások terén.**

Dr. *Hingl József,* az OKGT főosztályvezetője: **A mélyfúrási technológia helyzete, fejlődésének irányvonalai.**

Dr. *Bálint Valér,* az OLAJTERV igazgatója: **Olajkihozatalt növelő eljárások fejlődési irányai.**

Dr. *Doleschall Sándor,* a KFKI igazgatóhelyettese: **A szimulálás matematikai módszerei.**

Fecser Péter, a KVV igazgatóhelyettese: **Csőtávvezetékek tervezésének és kivitelezésének fejlődése.**

Az előadásokat — melyekhez számos hozzászólás történt — *Fecser Péter* plasztikus magyarázataival fűszerezett diavetítés követte a világkongresszus eseményeiről, a tízmilliós főváros, valamint a meglátogatott üzemek életéből.

B. B.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Az V. ötéves terv földtani kutatási feladatai c. országos Földtani Ankét

Az V. ötéves terv földtani kutatási célkitűzéseinek és feladatainak áttekintése érdekében a Központi Földtani Hivatal, a Nehézipari Minisztérium, az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium a földtani szervezetekkel rendelkező iparágak vezetőivel együttműködve, 1976. március 29—31-e között a Magyar Állami Földtani Intézet előadótermében nagyszabású ankétot rendezett.

A megnyitó előadást 1976. március 29-én **A földtani kutatás az iparfejlesztés szolgálatában** címmel dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter tartotta.

Ezt követően dr. *Fülöp József* a KHF elnöke: **Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása** címmel tartott előadást.

E helyütt a szénhidrogén-kutatás tárgykörében elhangzott előadásokat soroljuk fel.

Dr. *Bán Ákos*: **A magyarországi szénhidrogén-kutatás helyzete és feladatai.**

Dr. *Dank Viktor*: **A magyarországi szénhidrogén-földtani kutatás értékelése és perspektivái.**

Dr. *Hingl József*: **A fúró- és lyukbefejező berendezések korszerűsítésének és a műszaki technológiai fejlesztés hatása a fúrási és rétegvizsgálati teljesítményekre.**

Molnár Károly: **A digitális szeizmika szerepe a korszerű szénhidrogén-kutatásban.**

Dr. *Somfai Attila:* **A litológiai, sztratigráfiai szénhidrogéncsapdák kutatási lehetőségei Magyarországon.**

Czeglédi István: **Karotázsmérések és az adatok értékelésének korszerű módszerei.**

Dr. *Kókai János:* **Fúrásból vett kőzetminták vizsgálata és szénhidrogén-földtani értékelése.**

Dr. *Müller Pál:* **A Geofizikai Intézet feladatai a szénhidrogén-előkutatásban, valamint a geofizikai módszer- és műszerfejlesztésben.**

B. B.

*

25 éves a nagykanizsai Zsigmondy Vilmos Kőolajbányászati és Mélyfúróipari Szakközépiskola

1951 szeptemberében nyitotta meg kapuit hazánkban az ország első és egyetlen középfokú végzettséget nyújtó, szénhidrogénbányász — olaj- és földgáztermelő — szakembereket képező tanintézete. Az intézmény mellett, egyazon igazgatás alatt működik a *Winkler Lajos* Vegyipari Szakközépiskola is.

Az iskolát az akkori idők szükséglete, az olajbányászat nagymérvű fejlesztése hívta életre. Azóta a végzett hallgatók száma jóval túllépte az ezret. Mivel 1951 óta levelező tagozat is működik, mintegy ötszáz felnőtt hallgató is olyan képzésben részesült, hogy bekerülhetett az olajbányászat vérkeringésébe, vagy magasabb szinten művelhette szakmáját, mint korábban. Az iskola végzett növendékei ma már neves szakemberek, a szakma kiváló képviselői az olajbányászatban, csakúgy mint intézmények oktatói vagy kutatóiként.

A korábbi technikum ma — 1973-tól — szakközépiskolaként működik. 1975-től egyesített érettségi és szakmunkás-vizsgát tesznek a végzősök, így az ipar azonnal érettségizett szakmunkásokat kap az iskolától. A múlt tanév végén íly módon 60-an végeztek. A végzettek közül többen folytatják tanulmányaikat hazai, illetve külföldi egyetemeken, így a mérnökutánpótlás feltételeit is — legalábbis részben — megteremti az iskola.

A szakközép-iskolai érettségit követően — az olajbányászatban eltöltött kötelező kétéves gyakorlat után — technikusminősítő vizsgát tehetnek a volt hallgatók. Ilyen vizsgára először ebben a tanévben került sor. Az 1976. márciusi minősítő vizsgán 45 mélyfúró-, 48 olajtermelő-, 60 gázipari és 50 vegyésztechnikusi oklevelet adott ki a Minősítő Bizottság. A nappali tagozaton a gázipari technikusképzés megindítását az 1977—78-as tanévre tervezi az iskola.

A negyedszázados múltra visszatekintő iskola ez év május 15-én ünnepelte fennállását. Ebből az alkalomból szeretettel köszönti volt növendékeit, mindazokat, kik volt iskolájukat *alma materként* tisztelik.

Balogh Alajos
igazgatóhelyettes

Acélszerkezetű kezelőjárdák kialakítási előírás-gyűjteménye

GÁLOS MIKLÓS—
TÓTH ANDRÁSNÉ

Az acélszerkezetű kezelőjárdák szerkezetkialakítását technológiai, biztonságtechnikai, üzemeltetési és karbantartási szempontok határozzák meg. Az álló- és fekvőhengeres készülékeken, tartályokon, technológiai berendezéseken ilyen kezelőjárdákról kell ellátni a szerelvények kezelését, ellenőrzését, javítását, cső- és kábelcsatlakozások vizsgálatát, valamint a hőszigetelések javítását stb.

Az előírás-gyűjtemény a vonatkozó szerkezetkialakítási szabályokat és előírásokat foglalja rendszerbe az egységes szemléleti mód megteremtése érdekében.

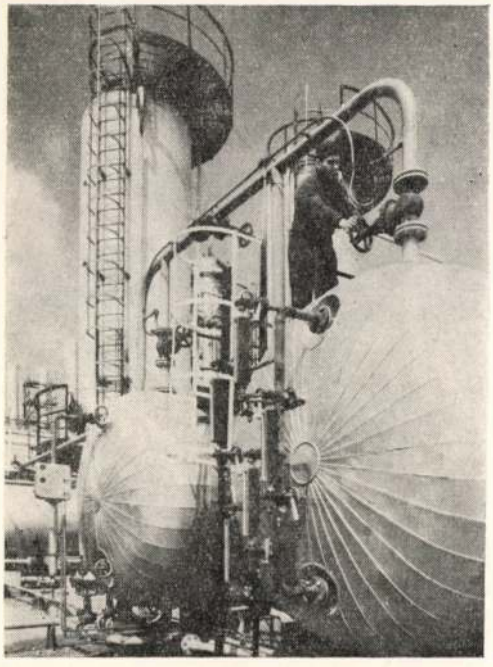
Iparágunkban az üzemek, ill. az üzemrészek technológiai folyamata kezelőjárdák, ill. kezelőterek beépítését teszi szükségessé. A kezelőjárdákkal, kezelőterekkel szemben támasztott követelmények sokrétűek. A szerkezeti kialakítás mind a technológiai, mind a szerkezettervező számára fontos feladat. A kezelőjárda létesítése elképzelhetetlen a készülék, berendezés vagy a tartály ismerete nélkül. Ezen a téren a szaktervezőknek példásan együtt kell működniük. A szerkezeti kialakítást a technológiai igények mellett biztonságtechnikai, üzemeltetési és karbantartási szempontok határozzák meg [1].

Az acélszerkezetű kezelőjárdák tervezése álló- és fekvőhengeres készülékeken *(1. ábra)*, illetve tartályokon *(2. ábra)*, állóhengeres és gömb alakú tárolótartályokon *(3. ábra)*, oszlopos készülékeken és egyéb technológiai kiszolgáló berendezéseknél *(4. ábra)*, daruknál mindennapos feladat. Az oszlopos készülékek kezelőjárdáival (körjárdáival) részletesen [2] foglalkozik. Az állóhengeres és gömbtartályok kezelőjárdáit általában a tartályt gyártó és szállító vállalatok dolgozzák ki. Természetesen az általános szerkezetkialakítási és az általános biztonságtechnikai előírások ezekre a szerkezetekre is vonatkoznak [3].

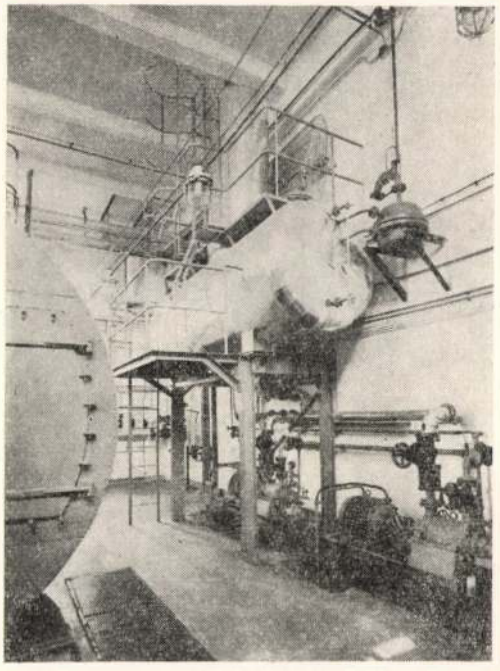
A technológiai folyamatokhoz tartozó álló- és fekvőhengeres készülékeken biztosítani kell az ellenőrzés lehetőségét, a szerelvények javítását és cserélhetőségét, ill. az egyes készülékeken elhelyezett hőszigetelések javítását, a cső- és műszerkábel-csatlakozások vizsgálatát. E feladatok elvégzésére készítjük a kezelőjárdákat.

Tolózárkezelő pódiumok biztosítják az üzemközi és blokkon belüli csősávokon a tolózárak kezelését. Szerkezeti kialakításuk a csősáv vízszintes és magassági vonalvezetésének függvénye. Külön-külön csoportba sorolhatók a magas vezetésű és az alacsony vezetésű csősávokhoz tartozó kezelőpódiumok.

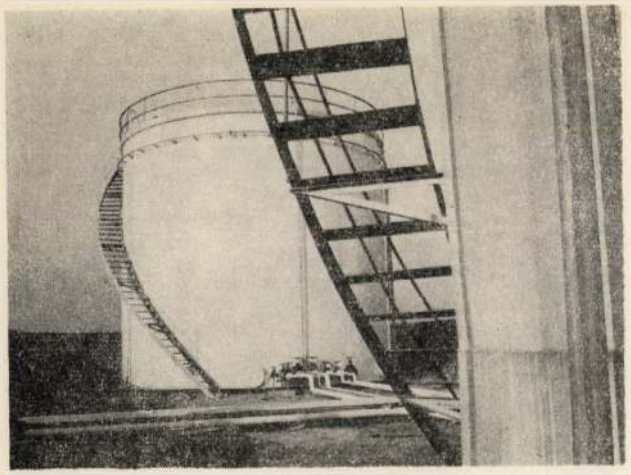
Az iparágban különböző technológiai feladatok elvégzésére ún. könnyűdaruk kerülnek beépítésre, amelyek kézi mozgatásúak, vagy villamos emelődobos futómacskával vannak ellátva, és szinte kivétel nélkül alsó vagy távkormányzásúak. Ezek a daruk általában csak technológiai berendezések szerelésekor, cseréjekor üzemelnek. Így a daruk rövid működési üzemű,



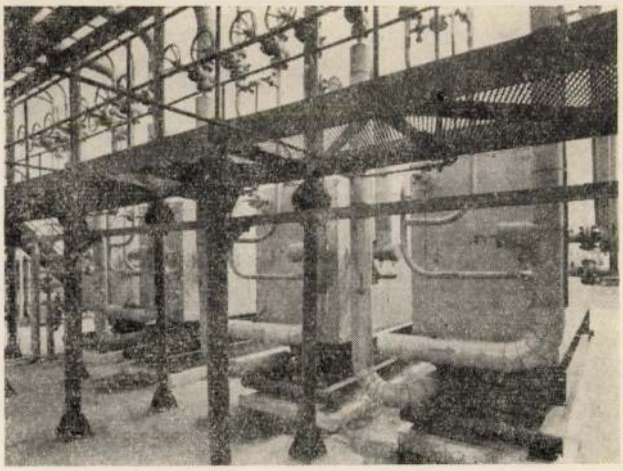
1. ábra
Álló- és fekvőhengeres készülékek kezelőjárdái



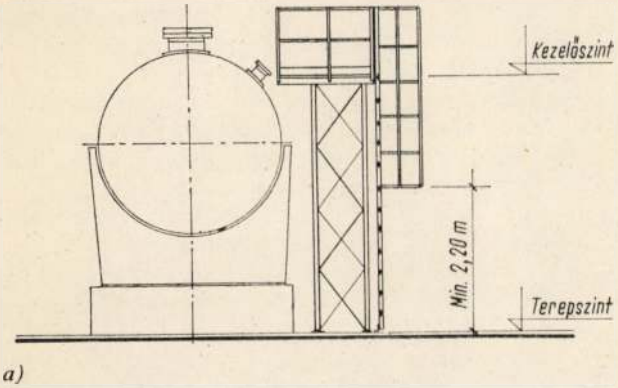
2. ábra
Fekvőhengeres tartály kezelőjárdája



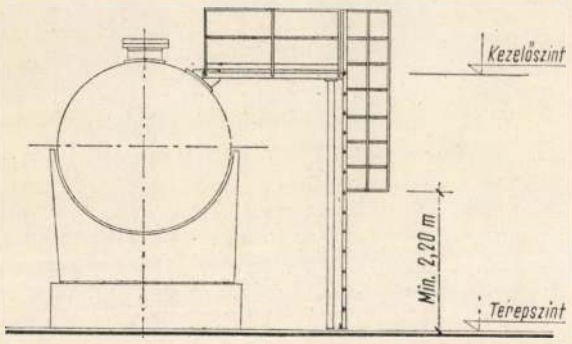
3. ábra
Állóhengeres tárolótartály kezelőlépcsője

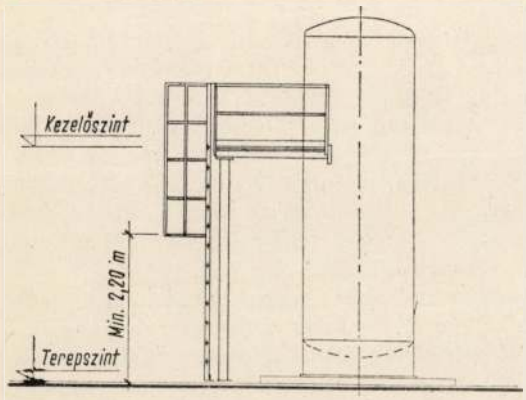


4. ábra
Technológiai berendezés kezelőpódiuma

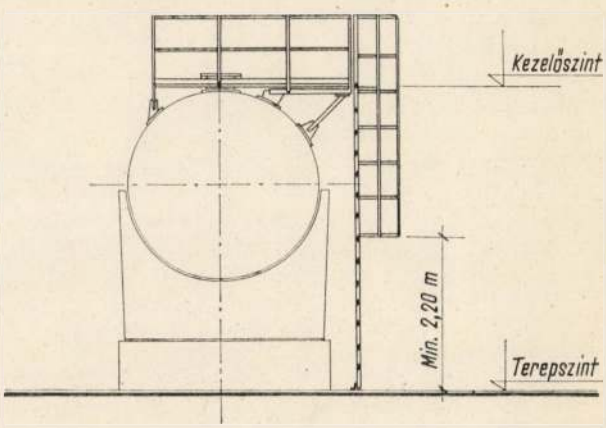


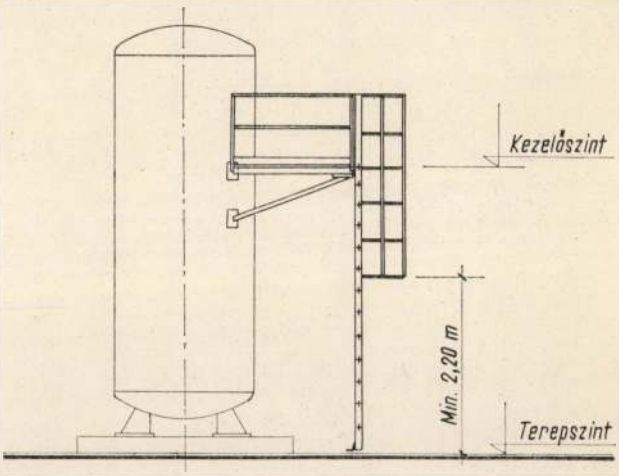
a)





b)





c)

5. ábra
Kezelőjárdák elhelyezés szerinti osztályozása
a) — készüléktől független kezelőjárda; b) — részben készülékre támaszkodó kezelőjárda állóhengeres és fekvőhengeres készüléknél; c) — teljesen készülékre támaszkodó kezelőjárda állóhengeres és fekvőhengeres készüléknél

kismértékű viszonylagos terhelésű, gyenge dinamikus igénybevételnek kitett, MSZ 9749 szerinti I. csoportszámú daruk [4].

I. Az álló- és fekvőhengeres készülékek és tartályok kezelőjárdái

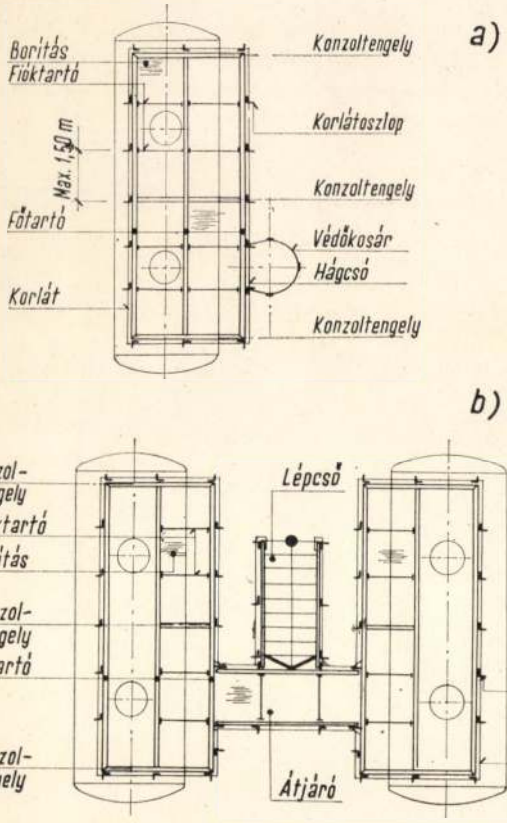
A kezelőjárdákat elhelyezés és a kiszolgálás rendszere szerint szoktuk osztályozni.

1. Elhelyezés szerint *(5. ábra)*:
- *a)* készüléktől független,
- *b)* részben készülékre támaszkodó,
- *c)* teljesen készülékre támaszkodó.

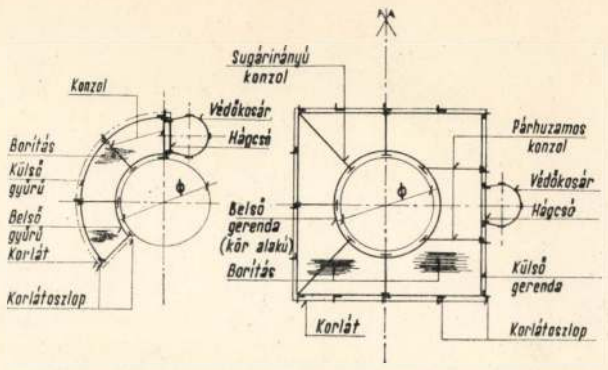
2. A kiszolgálás rendszere szempontjából *(6. ábra)*:
- *a)* egy készüléket kiszolgáló kezelőjárdáról és
- *b)* több készüléket kiszolgáló kezelőjárda-rendszerről beszélünk.

Az állóhengeres készülékekre és tartályokra értelemszerűen vonatkoznak az oszlopos készülékekre összeállított és rögzített előírások [2].

A fekvőhengeres készülékeknél a kezelőtér minimális méretét [3] határozza meg 2,0 m²-ben, ha ott karbantartási, szerelési stb. munka folyik. A kezelőjárdákat a készülékeken úgy kell elhelyezni, hogy a közlekedő utak fölött 2,40 m szabad nyílás maradjon. Kivételt képez az útról induló hágcsó védőkosara, amelyet a járószinttől számított 2,20 m magasságtól kell elhelyezni. A közlekedő utak szélessége az olajipari gyakorlat szerint 0,80 m. Ha a kezelőpódium fölé nem közlekedő útba esően a kezelés helyén levő szerelvény stb. 1,90 m-ig benyúlik, úgy azt az MSZ 17 066 szerint biztonsági szín- és alakjellel kell ellátni. Nagy



6. ábra
Kezelőjárdák osztályozása a kiszolgálás rendszere szempontjából a) — egy készüléket kiszolgáló kezelőjárda; b) — több készüléket kiszolgáló kezelőjárda



7. ábra
Kezelőjárdák vázszerkezete állóhengeres készülékeknél

méretű kezelőjárdáknál menekülő-útvonalról kell gondoskodni. A menekülő-útvonal hossza max. 15,0 m lehet. Abban az esetben tehát, ha a kezelőjárda bármely irányú vízszintes mérete a 15,0 m-t meghaladja, úgy menekülőhágcsó vagy -lépcső szükséges, és a menekülő-útvonalat táblával kell jelezni.

A kezlőjárdák vázszerkezete

a) készüléktől függetlenített esetben a kezelőjárda lábaira támaszkodik. A lábszerkezet lehet rácsos vagy keretkialakítású. A lábaknak az alaptesthez való kapcsolata befogott vagy csavarozott;

b) részben készülékre támaszkodó kezelőjárda vázszerkezete az *a)* és *c)* eset kombinációja;

c) teljesen készülékre támaszkodó kezelőjárda a készülék palástlemezéhez rögzített papucs- vagy konzolelemekre ül fel.
- — Állóhengeres készülékeknél a konzolok elhelyezése sugárirányú vagy párhuzamos lehet. A gyűrűelemek kör alakúak vagy szögletesek. A kezelőjárda az igényeknek megfelelően teljesen körgyűrű vagy szegmens lehet *(7. ábra)*.
- — Fekvőhengeres készülékeknél papucselemre vagy konzolelemre támaszkodik a kezelőjárda. A konzol idomacél vagy lemezkonzol kialakítású lehet *(6. ábra)*.

Hőkezelt készülékekre a konzol vagy papucs alatti párnalemezeket minden esetben a hőkezelés előtt kell elhelyezni. Készülék-összeállító varratra párnalemez csak úgy kerülhet, ha a kérdéses varrat szabadon marad és ellenőrizhető.

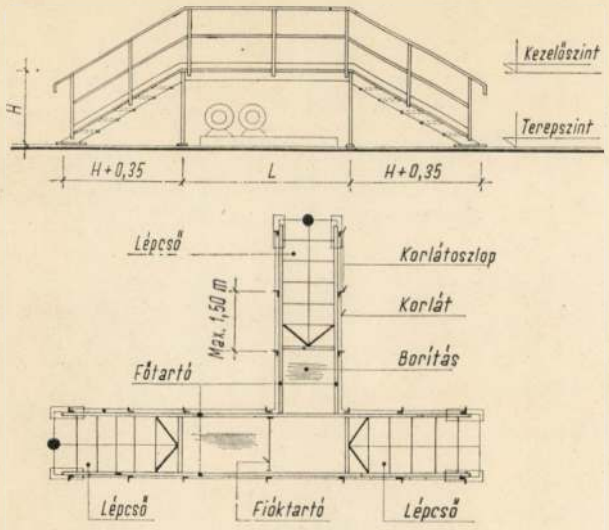
II. Tolózárkezelő pódiumok szerkezeti kialakítása

Alacsony vezetésű csősávoknál biztosítani kell a csövek fölötti átjárást és ezzel összefüggően vagy függetlenül a szerelvények kezelését. A Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat (OLAJTERV) ismételten felhasználható, kombinált pódiumrendszer tipizálását végezte el tervezési segédlet formájában (TS—1100—74). A pódiumrendszer összerakható elemei, amelyekből tetszőleges átjáró- vagy kezelőpódium alakítható ki: láb-, főtartó-, lépcsőelemek *(8. ábra)*.

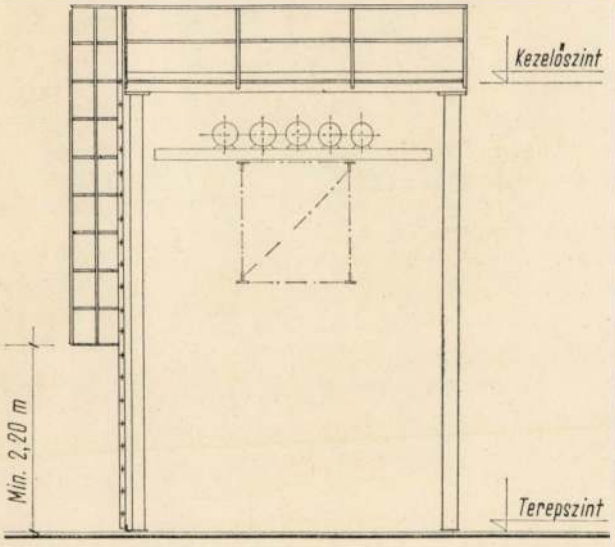
A magas vezetésű csősáv esetén a kezelőpódium és a csőtartó szerkezeti rendszer viszonya *(9. ábra)*.

a) függetlenített kialakítású kezelőpódiumok, továbbá

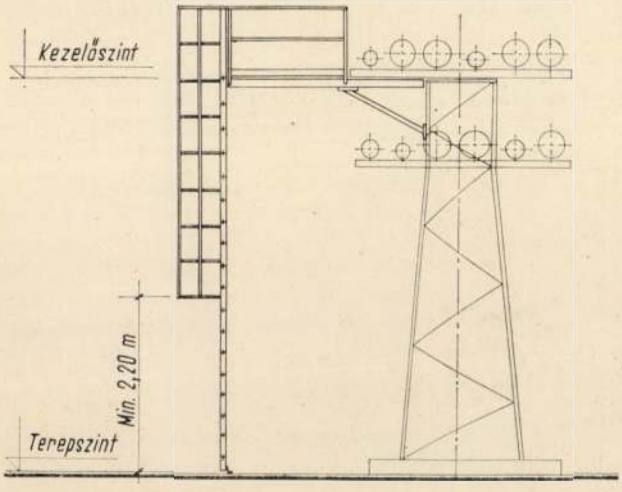
b) csőtartó szerkezeti rendszerre támaszkodó kezelőpódiumok.



8. ábra
Kombinálható pódiumrendszer alacsony vezetésű csősávnál



a)



b)

9. ábra
Magas vezetésű csősáv kezelőpódiuma
a) — csősávtól függetlenített; b) — csőtartó szerkezeti rendszerre támaszkodó

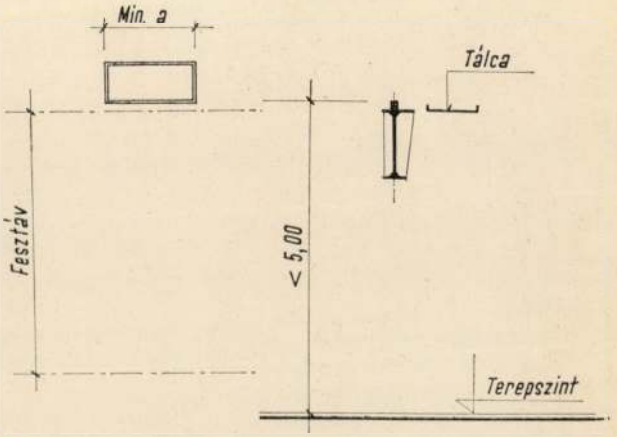
III. Darupályák melletti kezelőjárdák szerkezeti kialakítása

A bevezetésben részletezett és az olajiparban beépítésre kerülő darukra is vonatkozik az az utasítás, hogy az emelőgép minden olyan pontját, amely kezelést, ellenőrzést vagy karbantartást igényel, és így rendszeresen meg kell közelíteni, azt lehetőleg kényelmes körülmények között, veszélymentesen lehessen elérni, és a szükséges munkát ott biztonságosan el lehessen végezni [4]. Ha a sínkorona magassága a padlószinttől számított 5,10 m-t nem haladja meg, úgy a daruk járda nélkül készülhetnek. Ilyen esetben a daru a felső végén kampóval ellátott falétráról kezelhető, amelyet villamos hajtás esetén a darupálya menti vezeték főkapcsolójához reteszelve kell tartani, míg a daru javítása céljára a darupálya mellett legalább fél négyzetméter területű, szerszámok, gépalkatrészek elhelyezésére alkalmas tálca képzendő ki *(10. ábra)*. A padlószinttől számított 5,0-nél nagyobb sínkorona-magasságú darupályán működő darunál a tálca a darupálya végén — a darufesztávnak megfelelő hosszban — kezelés és javítás céljára építendő. A karzat két oldalt a darupálya mentén a daru kerékszekrényméretének megfelelően meghosszabbítandó *(11. ábra)*. A járda fölött az ide vonatkozó előírás értelmében 1,80 m szabad magasság biztosítandó.

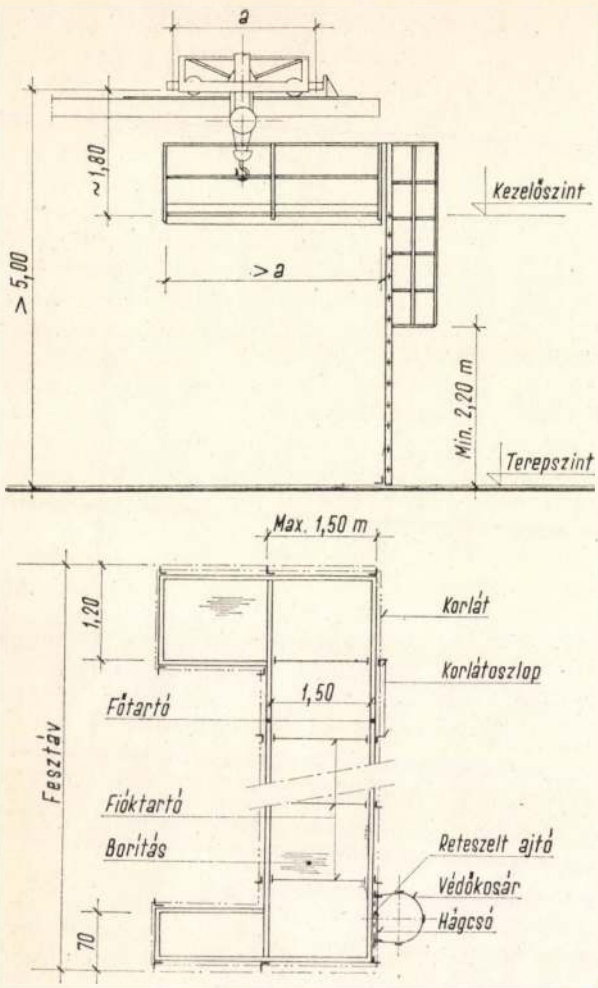
IV. A kezelőjárdák szerkezeti kialakításának általános kérdései

A különböző igényeket kielégítő kezelőjárdáknál az egyes szerkezeti egységekre (lépcső, hágcsó, borítás, korlát) azonos előírások vonatkoznak, amelyeket összefoglalóan az alábbiakban közlünk.

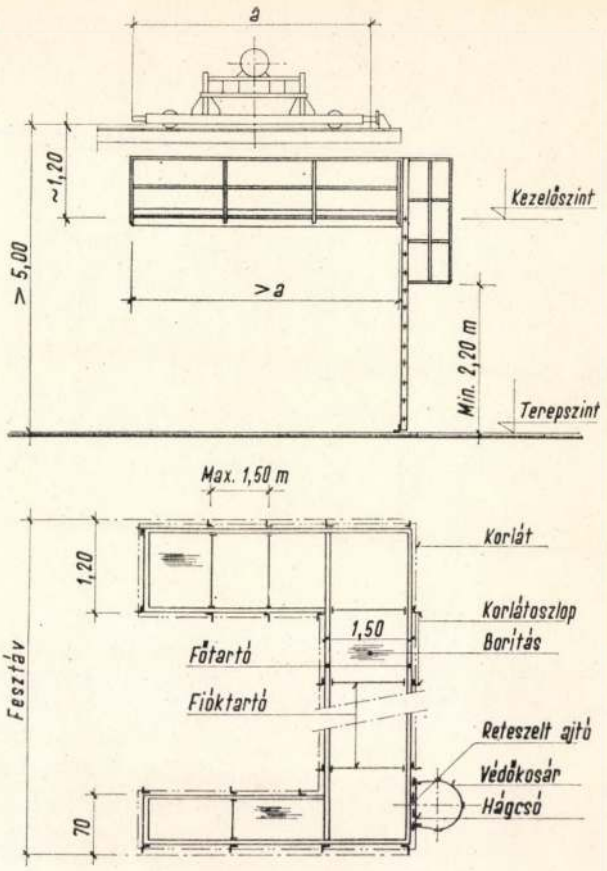
1. A kezelőterek *megközelítése* történhet lépcsővel és hágcsóval (daruk kezelőjárdáinál létrával).
Rendszeres ellenőrzés esetén lépcső, esetleges felülvizsgálat esetén hágcsó betervezése szükséges.
A *lépcsők* feleljenek meg az ÁBEÓ kezelőlépcső-előírásainak: fokmagasság max. 24 cm, a függőleges vetület szerint vett szabad járófelület belépőszélessége 19 cm. A lépcsőfok teljes belépőszélessége 24 cm-nél, karszélessége 0,80 m-nél kevesebb nem lehet. Egy lépcsőkarban max. 18 lépcsőfok lehet. A lépcsők meredeksége max. 45°, de a tapasz-



10. ábra
Darupálya melletti tálca



a)



b)

11. ábra
Daru javítását biztosító karzat
a) — egy főtartós daruhídnál; b) — két főtartós daruhídnál

talat azt mutatja, hogy a laposabb, kb. 37°-os lépcsők alkalmazása kedvezőbb.

A *hágcsók* kialakítása is szabályozott. A hágcsófokok osztása nem lehet nagyobb 30 cm-nél. A hágcsókat a biztonságos közlekedés érdekében a korlátmagasságig kapaszkodórudakkal kell ellátni. A hágcsókat háttámasszal ellátva kell készíteni, amely min. három hosszmerevítőt jelent a védőkosáron. A minimális hágcsószélesség 0,60 cm, azonban homlokkiképzésnél 0,80 m-re fel kell bővíteni. A hágcsókat függesztett formában képezzük ki, ami azt jelenti, hogy a pódiumvázhoz a kapcsolat csavarozott, a hágcsóláb rögzítése pedig függőleges elmozdulást tegyen lehetővé.

2. A kezelőjárdák *borításával* szemben támasztott követelmények: a lehajtás ne keltsen bizonytalanságérzetet, és mindenkor csúszásmentes legyen. A borítás egy kezelőjárda-rendszeren belül egyfajta legyen.

Szabadtéri készülékek esetén az olajiparban a laposacél-rács terjedt el. Nem célszerű az expandált lemez alkalmazása, mert fennáll a téli eljegesedés veszélye. Zárt térben elhelyezett készülékek esetén a borítás lehet expandált lemez, bordázott lemez vagy laposacél-rács.

3. A kezelőjárdákat *korláttal* kell ellátni. A korlát magassága min. 1,0 m. A korlát lehet fixen elhelyezett vagy kiemelhető. A korlát szerkezeti elemei: korlátoszlop, melyek távolsága egymástól max. 1,50 m, kézléc, térdléc, bokalemez. A bokalemez min. magassága 0,10 m. Szerkezeti kialakítás szempontjából a korlát vagy szögacél, vagy cső anyagú. Általában a kiemelhető korlát szelvénye cső. A kiemelhető korlát olyan egységekből álljon, hogy azokat egy fő kiemelhesse, és azt minden esetben véletlen kiesés ellen biztosított formában kell kivitelezni.
4. A kezelőpódiumok *megvilágítása* a munka jellegének megfelelően káprázatmentes és egyenletes legyen. A megvilágítás erőssége min. 15—20 lux.

V. Terhelési, méretezési kérdések

A kezelőjárdák méretezése az ide vonatkozó szabványok értelemszerű alkalmazásával történik. Az erőtani számítások során ki kell mutatni, hogy a szerkezeti elem mértékadó állapota kedvezőbb, mint a vonatkozó határállapot.

A statikai számítás során figyelembe veendő terhek és hatások:

a) Állandó teher

a szerkezet saját súlya,
a szerkezeten állandóan működő terhek és hatások.

b) Esetleges terhek

hasznos teher,
meteorológiai terhek,
hőmérséklet-változás.

Egyenletesen megoszló hasznos teherként 200 kp/m², koncentrált hasznos teherként 0,5 Mp felvétele szokásos, amely min. 0,30×0,30 m alapterületen működik, és a szerkezeti elemre veszélyes teherállásban van elhelyezve.

Hóterhet csak ritkán működő esetleges teherként veszünk figyelembe. Szélterhet általában ezeknél a szerkezeteknél nem számítunk. Hőmérséklet-változást csak szabadtéri készülékek esetén kell figyelembe venni −20 C° és +40 C° szabvány szerinti értékhatárral. Lépcsőket 300 kp/m² megoszló terhelésre méretezünk.

Korlátoknál a korlát magasságában 30 kp/m vízszintes megoszló terhet kell szerepeltetni.

Összefoglalás

Az előírás-gyűjtemény azzal a céllal készült, hogy az iparágunkon belül előforduló kezelőjárdákra, kezelőterekre vonatkozó legfontosabb előírásokat és szabványokat egységes szemléleti móddal tárgyalja, és azokat rendszerbe foglalja. Véleményünk szerint az egységes megnevezésekre és ezen keresztül kialakító egységes szemléletre szükség van, hiszen az ide sorolt szerkezetek több szakterületet érintenek, és — mint ahogyan már említettük — ezek a szerkezetek csak összehangolt munkával létesíthetők.

IRODALOM

[1] Vegyipari biztonságtechnikai kézikönyv. NIM Vegyipari Műszaki Főosztálya, 1964.
[2] *Gálos M.*: Oszlopos készülékek acélszerkezetű kezelőjárdái. Műszaki Tervezés *10* (1971).
[3] Általános balesetelhárító és egészségvédő óvórendszabály. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1972.
[4] Emelőgépek balesetelhárító és egészségvédő óvórendszabálya. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1965.
[5] OLAJTERV Tervezési segédlet. TS—1100—74. Kombinálható pódiumrendszer. Összeállította: *Szalai Vilmos.*

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

DATA Unit a Budafa IX-en

A nagy mélységű fúrás-kutatás összetett, jelentős költségigényű tevékenység. Minden lehetőséget meg kell ragadni, hogy a mélyítés során a maximális információmennyiséget kapjuk. Ennek megfelelően az egyik legkorszerűbb érzékelő, regisztráló és adatelemző műszercsoport üzemel a *Budafa-IX.* jelű fúrásponton. A *Dresser* cég Magcobar és Swaco üzemei által készített DATA Unit (Data Acquision and Technical Analysis) elnevezésű műszerkocsija a következő feladatokat látja el:

— meghatározza a szénhidrogén- és más gáztelepek pontos helyét a kút mélyítése során a réteg megütésével egyidejűleg;
— érzékeli és regisztrálja a fúrási rendszer minden lényeges paraméterét;
— folyamatos geológiai szelvényt készít, és jelentést ad a geológiai változásokról;
— előre jelzi a formációk pórus- és repesztésinyomás-gradienseit;
— folyamatos fúrási felügyeletet biztosít;
— végrehajt számos járulékos, fúrási értelmezési feladatot.

A mérőérzékelők által képzett mechanikus és hidraulikus jeleket elektromos jellé alakítják át, ezek fogadását, feldolgozását és kijelzését integrált áramkörökből felépített elektronikus rendszer végzi. A hasonló jellegű adatfeldolgozó áramköröket csoportosítva hat panelt alakítottak ki. A digitális kijelzőkön a következő paraméterek aktuális értékeit láthatjuk:

horogterhelés, fúróterhelés, forgatóasztal-nyomaték, kútfejnyomás, szivattyúlökетszám, forgatóasztal-fordulat, kifolyó iszap hőmérséklete, talpmélység, penetrációs tényező, rátoldáskontroll, összes fúrófordulat, összes szivattyúlöket, teljes szerszámsúly, lyuktöltési kontroll, kifolyószint, felszíni iszapkészlet, bemenő iszap fajsúlya, kifolyó iszap fajsúlya.

Az utóbbi három paraméter értékeihez megválasztható alsó és felső határérték átlépése után a berendezés automatikusan riasztó jelzést ad. A kijelzett paraméterek közül a szükséges időközönként a sornyomtató a 17 legfontosabbat kinyomtatja:

idő; talpmélység (m); penetrációs tényező (m/h); horogterhelés (Mp); fúróterhelés (Mp); forgatóasztal-fordulat (min^{-1}); összes forgatóasztal-fordulat, szivattyúlökeszám (min^{-1}); szivattyúnyomás (kp/cm²); kifolyószint (%); felszíni iszapkészlet (m³); bemenő iszap fajsúlya (kp/dm³); kifolyó iszap hőmérséklete (°C); kifolyó iszap fajsúlya (kp/dm³); löketszám (talpi összes); geológiai kódok; műszaki kódok.

A kijelzett és szakaszosan kiírt adatokon kívül időléptékű regisztrátum készül

— a méterpercről (min/m),
— a kifolyószintről,
— a felszíni iszapkészletről,
— a kifolyó iszap hőmérsékletéről,
— a horogterhelésről,
— a szivattyúnyomásról és
— a szivattyúlöketszámról.

Mélységléptékű regisztrátum készül

— a fúróterhelésről és
— a penetrációs tényezőről,

A felfúrt kőzetből és a rétegekből az iszapba került gáz mennyiségét a gázregisztráló, az összetételét az automatikus kromatográf regisztrálja. Meghatározza a metán, etán-izo-bután, normálbután, hidrogén, hélium, szén-dioxid és a kén-hidrogén arányát. Ha az összes gázmennyiség, ill, az egyes komponensek részaránya egy meghatározott értéknél magasabb, a berendezés a vészjelhatár elérésekor erős hangú figyelmezető jelet ad.

A műszerkocsi felügyeletét két geológusmérnök és két olajmérnök látja el, akiknek a műszerek üzemeltetésén, ellenőrzésén kívül feladatuk az adatok értelmezése is. Az észlelt adatok alapján konzultálnak a fúróberendezés mérnökével, javasolhatnak további programot a fúróberendezésnek.

Részletes napi jelentést készítenek; *Fann*-viszkoziméterrel mért adatokból számítják az iszap reológiai tulajdonságait; az aktuális fúrólyuk- és szivattyúadatok alapján nomogram segítségével számítják az áramlási viszonyokat.

Rendszeresen kiértékelik a kromatográf regisztrátumát, vizsgálják a furadék összetételét, kalciumtartalmát, térfogatsúlyát, valamint a „márgasűrűséget". Számítják a *d* kitevőt és ennek az iszapfajsúllyal korrigált értékét (d_{cs}), melynek változásából a túlnyomásos rétegek közelségére lehet következtetni. Kiépítéskor ellenőrzik a lyuktöltést és a felszíni iszaptérfogatot, beépítéskor a megfelelő kiszorítást.

Schall István okl. olajmérnök
Tatár András okl. olajmérnök
(DKFÜ, Nagykanizsa)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Б. Биндер, горный инженер—*А. Овари,* инженер-металлург: **64-е перевыборное собрание Общества венгерских горняков и металлургов** ..... **Стр. 161**

А. Еш, инж.-механик: **Связь между напряженностью, прочностью пород и промысловой геофизикой** ..... **Стр. 171**

После установления некоторых общих принципов теории сопротивления материалов приводятся связи, имеющие место между некоторыми геофизическими и механическими параметрами. Рассматриваются имеющиеся в настоящее время восможности определения и показания геофизических параметров, а также зависимости между перзультатами измерений упругости и прочности, проводимых на кернах. Наконец, формулируются условия прочности стенок скважины и дается указание на решение возникающих в этой области проблем.

Д-р *Й. Дорман,* инж.-химик: **Роль полимеров в современной приготовления промывочных жидкостей** ..... **Стр. 179**

Одним из эффективных способов увеличения скоростей бурения является снижение содержания твёрдой фазы в буровых растворах.
Различные гидрофильные полимеры способны в полной мере заменять твёрдую фазу, вполпяющую функциональную роль в буровых растворах. В го же время они оказывают благоприятное влияние на реологические свойства растворов, и имея характер флокулянта, предотвращают измельчание выбуренной породы, облегчая этим регулирование содрежания механических твёрдых частиц. Дается обзор т. н. полимерных промывочных жидкостей, аспектов и преимуществ их применения. Описываются и оцениваются отечественные усилия, промысловые испытания и дальнейшие возможности. Затрагиваются некоторые другие, однако тесно сязанные с вышеизложенным вопросы совремменой технологии приготовления промывочных жидкостей.

Д-р. М. Галош, инж., спец. инж. по стальным конструкциям—*Андрашне Том,* инж.: **Сборник технических требований к конструкционным элементам галерей обслуживания стальной конструкции** ..... **Стр. 186**

Конструирование галерей обслуживания стальной конструкции определяется требованиями по технологии, техбезопасности, эксплуатации и ремонту. На вертикальных и горизонтальных цилиндрических аппаратах, резервуарах и технологических аппаратурах обслуживание, контроль и ремонт арматур, проверка трубных и кабельных соединений, ремонт теплоизоляций и т. д. выполняется на указанных галереях обслуживания.
В указанном сборнике систематизируются соответствующие правила и требования по конструированию для формирования единой точки зрения.

*

Dipl. Ing. *Béla Binder*—Dipl. Ing. *Antal Óvári:* **Die 64. Wahlversammlung des Vereins Ungarischer Berg- und Hüttenleute.** Budapest, den 12. März 1976. ..... **S. 161**

Dipl.-Ing. *Aladár Jesch:* **Zusammenhang zwischen Gesteinsspannung, Gesteinsfestigkeit und Bohrlochgeophysik** ... **S. 171**

Nach Festlegung allgemeiner Festigkeitslehrenprinzipien werden gültige Zusammenhänge zwischen den einzelnen geophysikalischen und mechanischen Parametern dargelegt. Die gegenwärtigen Mess- und Nachweismöglichkeiten dieser geophysikalischen Parameter werden geschildert. Der Beitrag beschäftigt sich ferner mit feststellbaren Zusammenhängen an Bohrkernen durchgeführten Elastizitäts- und Festigkeitsmessungen. Schliesslich wird die Bedingung der Bohrlochstabilität formuliert und Richtlinien zur Lösung weiterer damit verbundener Probleme werden angegeben.

Dr.-Chem. *József Dormán:* **Über die Rolle von Polymeren in der modernen Bohrflüssigkeitstechnologie** ..... **S. 179**

Eine wirksame Art und Weise der Erhöhung der Bohrgeschwindigkeit ist die Minderung des Feststoffgehalts der Bohrflüssigkeit.
Die verschiedenen hydrophylen Polymere sind imstande, den in der Bohrflüssigkeit eine funktionelle Rolle spielenden Feststoff in vollem Ausmass zu ersetzen. Gleichzeitig modifizeren sie vorteilhaft die rheologischen Eigenschaften und, infolge ihres Flockenbildungscharakters, verhindern sie die Zerkleinerung des geborhten Gesteins, eine mechanische Feststoffsregulierung erleichternd. Der Beitrag gibt einen Überblick über die sog. Polymerenbohrflüssigkeiten, über ihre Anwendungsgesichtspunkte und über ihre Vorteile. Die einheimischen Bestrebungen, Betriebsversuche und weitere Möglichkeiten werden beschrieben und bewertet. Erwähnt werden sonstige, jedoch mit den obigen eng zusammenhängende Fragen der modernen Bohrflüssigkeitstechnologie.

Dr.-Ing. *Miklós Gálos*—Dipl.-Ing. Frau *Piroska Tóth:* **Vorschriften für die Strukturgestaltung von Stahlbau-Laufstegen** ..... **S. 186**

Die Strukturgestaltung von Stahlbau-Laufstegen wird durch technologische, sicherheitstechnische, Betriebs- und Wartungsgesichtspunkte bestimmt. Die Behandlung, Kontrolle, Verbesserung von Ausrüstungen, die Überprüfung von Rohr- und Kabelanschlüssen, die Reparatur von Wärmeisolatoren, usw. an vertikal- und horizontalzylindrischen Geräten, Behältern und technologischen Einrichtungen werden von solchen Laufstegen aus durchgeführt.
Die Vorschriftensammlung ordnet die bezüglichen Vorschriften und Regeln der Strukturgestaltung in ein System ein um eine einheitliche Anschauungsweise zu schaffen.

*

Béla Binder Mining Eng. — *Antal Óvári* Metallurgical Eng.: **64th General Meeting for Election of Officials of the Hungarian Mining and Metallurgical Society.** Budapest, 12th March 1976 ..... **p. 161**

Aladár Jesch, Mechanical Eng.: **Connections between rock stresses, rock strength and well logging** ..... **p. 171**
Having outlined general strength principles, valid connections between certain geophysical and mechanical parameters are described. Actual possibilities of measuring and displaying these geophysical parameteres as well as relationships that can be established between elasticity and strength measurements on cores are dealt with. The condition of bore hole stability is formulated and directions are given for solving further problems connected with it.

Dr. *József Dormán,* Chemist: **The role of polymers in up-to-date drilling fluid technology** ..... **p. 179**

One of the effective ways to increase drilling rates is to reduce the solids content of the drilling fluid.
Various hydrophilic polymers are able to fully replace the solids playing a functional role in drilling fluids. At the same time they advantageously modify the rheologic properties and, by their flocculating character, they prevent the chipping of the rock drilled, making easier the mechanical regulation of solids. A survey is given of the so-called polymer drilling fluids, of their application aspects, and advantages. Hungarian specialists' efforts in this field, full-scale experiments and further possibilities are described and evaluated. Some other problems of modern drilling fluid technology closely connected to the above questions are mentioned.

Dr. *Miklós Gálos*, Eng. for Steel Structures—Mrs. *Piroska Tóth*, Eng.: **Specifications for shaping steel structure walkways** ..... p. 186

The structural design of steelwork walkways is determined by technological, safety and maintenance aspects. Handling, checking and repair of assembly units, checking of pipe and cable joints, repair of heat insulations, etc. are carried out from these walkways on vertically and horizontally mounted cylinders, tanks and on technological equipment.
For creating a uniform concept, pertaining rules and specifications are systematized.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Három szakosztály közös előadói napja

Az MGE Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya, az MHT Hidrogeológiai Szakosztálya és az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya „Regionális áramlási rendszerek vizsgálata" címmel közös előadóülést rendezett 1976. április 1-én Budapesten, a Technika Házában.

A közös szakmai napon dr. *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus megnyitó szavai után az alábbi előadásokat hallgatta meg a nagyszámú, az előadások iránt élénk érdeklődést mutató hallgatóság:

Székely Ferenc (VITUKI): **A háromdimenziós, nempermanens depresszióeloszlás jellemző szakaszai üledékes medencékben** című előadásában az üledékes medencéink főbb hidrodinamikai típusaira vonatkozó kúthidraulikai megoldásokat ismertette. A nempermanens depresszióeloszlás jellemző szakaszainak elkülönítése, időtartományainak meghatározásáa és az abból levonható gyakorlati — elsősorban hévízkutakra vonatkozó — következtetések emelhetők ki előadásából.

Andrássy László—Baráth István—Vincze Mátyás (MAELGI): **Üledékes összletekben meghatározott sűrűségértékek elemzése** c. előadás a gamma-gamma módszerrel meghatározott térfogatsúly-adatoknak — a kőzetfajták elektromosellenállás-intervallumokkal jellemzett csoportosításában — a mélység függvényében való alakulásával foglalkozott. *Andrássy László* az előadás mondanivalóját gyakorlati mérésekkel igazolta.

Markó László—Gellért Tamás (OGIL): **A kompakció és annak hatása a karotázsszelvényekre, különös tekintettel a túlnyomásos rétegek vizsgálatára** c. előadása a kompakció okozta változás karotázsszelvényekkel kimutatható jeleit tárgyalta. A márgák mélységfüggő porozitásának anomáliái elsősorban az alföldi kutatási területeken adtak a rendellenesen nagy pórusnyomású rétegek kimutatására alkalmas jelzést.

Jesch Aladár (DKFÜ): **Feszültséganomáliák, túlnyomások, folyadékszivárgások és ezek észlelése szelvényezési módszerekkel** c. előadásában egy olyan elvi elképzelést vázolt fel, mely alapja lehet a geofizikai szelvények segítségével nyerhető számos fúrástechnológiai (rétegnyomás-előrejelzés, lyukfalmegbomlás, fúrásos kőzetroncsolás, rétegrepesztési nyomás, rétegmegnyitás és -kezelés stb.) probléma lényegét érintő kőzetmechanikai jellemző számításának.

Dr. *Megyeri Mihály* (OGIL): **Kútinterferencia, különös tekintettel a pulzációs vizsgálatok értékelésére** c. előadásában szólt a tárolóparaméterek megismerésére szolgáló interferenciavizsgálatokról. Az utóbbi időben kidolgozott impulzusvizsgálatok elméletét és főként a gyakorlati alkalmazás tapasztalatait ismertette.

Csaba László (MÁFI)—*Varga Péter* (MAELGI): **Rétegvízszint-ingadozások vizsgálata** c. előadása a légnyomásváltozásra és luniszoláris hatásra érzékenyen reagáló rétegvízkutak vizsgálatával foglalkozott. Bemutatta, hogy a folyamatosan regisztrált vízszintváltozásokból értékes vízföldtani és geológiai információk nyerhetők.

A hallgatóság érdeklődését felkeltő — az olaj-, szén- és vízbányászat különböző területein dolgozó szakemberek számos megjegyzését és kiegészítését kiváltó — előadói ülés *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus összefoglaló zárszavaival ért véget.

Csaba József

VNYESTECHNIKA
SZOVJETUNIÓ MOSZKVA

A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködéssel kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;
— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;
— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

Vnyestechnika
Össz-szövetségi egyesülés
Moszkva, Starokoniushenny, 6.

MEGHÍVÓ

az olaj- és geofizikusmérnök-képzés negyedszázados jubileumára

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszéke és Geofizikai Tanszéke értesíti végzett nappali és levelező hallgatóit, hogy az OMBKE Kőolaj- Földgáz- és Vízszakosztályának, a Magyar Geofizikusok Egyesületének, valamint az OMBKE Egyetemi Osztályának rendezésében

1976. szeptember 6—7-én

tudományos ülésszak formájában kíván megemlékezni az olajmérnök- és geofizikusmérnök-képzés megindításának negyedszázados évfordulójáról.

A jubileumra megváltható emlékplakett készül; megfelelő érdeklődés esetén jubileumi szakestélyt is rendeznek az ünnepségek tiszteletére.

A tanszékek mindent elkövettek, hogy a végzett hallgatók címét megszerezzék és személy szerint mindenkit meg fognak hívni. Akiknek a címét nem sikerült megszerezni, vagy akik esetleg adminisztratív okok miatt nem kaptak meghívót, azokat ezúton kívánjuk meghívni. A részvételi szándékot, szállásigényt, plakettrendelést és a szakestélyen való részvételi szándékot a tanszékre küldött levélben kérjük jelezni.

Jó szerencsét!

A szervező bizottság nevében
Dr. *Szepesi József*
egyetemi adjunktus
(NME Olajtermelési Tanszék)

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest, XIII. Révész u. 27—31.
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.
Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 193—224 oldal
BUDAPEST, 1976. JÚLIUS HÓ
7

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesület Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

T. KOVÁCS GÁBOR — A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai-geológiai lehetőségei, problémái és eredményei 193

CSABA JÓZSEF—FÜLÖP MIKLÓS—TÓTH BÉLA — A rotari fúrás optimalizálásának elmélete és hazai gyakorlata 198

PÁPAY JÓZSEF—SURÁNYI ANDOR — Peremi víznyomásos földgáztelepek, objektumok és gáztárolók numerikus modellezésének módszere 208

ROMVÁRI PÁL—BÉRES LAJOS — Hegesztett csőkötések korróziójának vizsgálata 213

SÓLYOM JENŐ—KÁLDOR MIHÁLY — Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata 216

Egyesületi és szakosztályi hírek :
Az OMBKE javaslatai a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához c. tervezet visszhangja 219
Elnökségi ülés. 1976. V. 12. 221
Szakosztály-vezetőségi ülés. 1976. V. 6. 221
A Vízfúrási Szakcsoport előadóülése. Budapest, 1976. IV. 7. 222

Hírek az üzemekből. Káliumos iszap alkalmazása a kiskunhalasi kutatási területen 218

Az iparág köréből
A Testvériség gázvezeték felavatása 219
Hőcserélők intenzitásának növelése 197
A kőolajtermékek forgalmazása 197
Nyomástartó készülékek vizsgálata száloptikás üregvizsgáló berendezéssel 212
Szigetelő közdarabot fejleszt a GOV és a VKI 212
Az eddiginél nagyobb nyomású elosztóvezeték a KÖGÁZ-nál 215

Könyvismertetések ..... 223, B—3

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 224

A SZÁM SZERZŐI:

BÉRES LAJOS dr. okl. gépészmérnök, hegesztési szakmérnök, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék, Miskolc); CSABA JÓZSEF okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); FÜLÖP MIKLÓS okl. matematikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); KÁLDOR MIHÁLY dr. okl. kohómérnök, a műszaki tudományok doktora, tv. egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Fémtani Tanszék, Miskolc); PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ROMVÁRI PÁL dr. okl. gépészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tv. egyetemtanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék, Miskolc); SURÁNYI ANDOR okl. matematikus (Kőolaji és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SÓLYOM JENŐ okl. kohómérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem Fémtani Tanszék, Miskolc); T. KOVÁCS GÁBOR dr. okl. geológusmérnök, területi főgeológus (Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szeged); TÓTH BÉLA okl. olajmérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordították.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
Szerkesztőség címe: 1061 Budapest Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

76-2211 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 7. szám 1976. július

A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai-geológiai lehetőségei, problémái és eredményei

T. KOVÁCS GÁBOR

A Szeged térségében végzett geofizikai előkutatások (gravitációs és szeizmikus mérések) a terepi nehézségek és a beépítettség következtében csak részeredményeket adtak. Ezek azonban elegendőek voltak a mélyfúrásos kutatás megindításához. A Szeged-1. jelű fúrás igazolta az előzetes feltételezést, jelentős kőolajtelepet tárt fel. A további kutatást a városi környezet nehezítette, lassította, azonban ennek ellenére sikeresen valósult meg az olajmező feltárása. A szénhidrogének itt halmaztelepben találhatók. A tárolókőzetek kora triász, ill. tortónai. Ez a tárolórendszer kőolaj-földtani szempontból új a Dél-Alföldön és újabb perspektívát nyitott a további kutatásokhoz.

A földtani célkitűzések a felszíni geofizikai kutatás módszertanának kialakításában döntő jelentőségűek. A szénhidrogén-kutató felszíni geofizikai mérések célja az adott terület földtani viszonyairól a legtöbb információ beszerzése. Az értelmezéshez az egyes módszerek adatai önmagukban nem mindig elegendőek. A konkrét kutatási terület földtani viszonyaitól függően a feladat megoldása szükségessé teszi az alkalmazható módszerek kombinációját, a helyes terepi műszerek és metodika megválasztását, a korábbi geofizikai mérések eredményeinek megfelelő kritikai átértékelését. Az adott technikai és módszertani lehetőségek jó megválasztása és alkalmazása mégsem biztosítéka a földtani felépítés megismerésének. A mérések gyakran bizonyos földtani problémákat megválaszolatlanul hagynak. Egyes területrészeken nem végeznek valamennyi módszerrel mérést, más részeken voltak ugyan mérések, de vagy a mérési anyag mennyisége (pl. állomáspontok, szelvényvonalak sűrűsége) nem elegendő, vagy a nyert anyag minősége nem megfelelő (pl. nem kellő lehatolású vagy nem kellő pontosságú). A lakott területek beépítettsége a szeizmikus méréseket egyelőre nem teszi lehetővé, így csak egyéb geofizikai módszerek (pl. gravitációs mérések) alkalmazására van lehetőség. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kedvezőtlen felszíni adottságú szeizmológiai területek „holt" zónájáról nyújtott földtani kép nem teljes, de alapokat adhat — a környező területek földtani felépítése ismeretében — a további kutatás számára.

Magyarország geofizikailag viszonylag jól felmért. Ennek ellenére sok esetben nehézséget okoz a mérési anyag kedvezőtlen területi eloszlása és heterogén volta. Ilyen irányú problémákkal a Dél-Alföldön is találkozunk. A szegedi medencerész megkutatottsága mind geofizikai, mind mélyfúrások tekintetében különböző. Amíg a kiemelt szerkezeti helyzetű vonulatokon magas a megkutatottsági fok, addig a mélymedencék területeinek megkutatottsága alig haladja meg az előkutatás vagy a szerkezetkutatás stádiumát. Ezért a mostani mélyfúrásos kutatások egyik alapvető célja a nagymélységű medencealakulatok (pl. Újszentiván, Sándorfalva és Makó) földtani felépítésének, perspektivitásának tisztázása.

A nagyobb mélységű, bonyolult földtani felépítésű és tektonikájú szegedi olajmező felfedezéséhez a kiskundorozsmai kutatásokon keresztül jutottunk el. Hazánkban a szegedi kutatás során találkoztunk először város alatt elhelyezkedő olajmező megismerésének és feltárásának problémájával. Több éves munkával, 15 fúrás lemélyítésével fejeződik be a kutatás felderítő és lehatároló fázisa. A feladat sikeres megvalósítása lehetővé teszi, hogy bemutassuk az elért eredményeket. Jelen tanulmányunkban azokat a kutatási tevékenységeket vesszük számba, amik elvezettek az olajmező felfedezéséhez, s egyúttal igyekszünk választ adni azokra a problémákra, amelyek a sűrűn lakott területek szénhidrogén-kutatásánál geofizikai-geológiai vonatkozásban felvetődtek. Végül vázlatosan ismertetjük a terület földtani felépítését.

1. Geofizikai előkutatás

Szeged város és közvetlen környékének geofizikai felmérése — a területi beépítettség miatt — jóval később indult meg, mint az egyéb dél-alföldi területeké. Az első információkat a lakott területen is kivitelezhető gravitációs és földmágneses mérések szolgáltatták. A geoelektromos mérések Szeged város zavaró hatása miatt csak a közvetlen környékről adtak érté-

kelhető eredményeket. A szeizmikus kutatás, mely átnézetes jellegű és csak a lakott területen kívülre terjed ki, hagyományos reflexiós mérésekkel indult, ezt követték a részletező (kiskundorozsmai terület), a város határán a kiegészítő analóg, mágneses jelrögzítésű reflexiós mérések.

A legújabb szeizmikus kutatások külföldön sikeresen oldották meg a beépített területek szeizmológiai felmérését. A mérés lényege, hogy a robbantásos rengéshullámok helyett vibrálással hoznak létre hullámokat. Ezek az adatok a szeizmikus szintkorrelálást szintén lehetővé teszik. 1974 decemberében egy külföldi csoporttal a méréseket elvégezték. A Szeged belvárosában és az újszegedi beépített részeken, a sugárutakon és körutakon éjjel végzett vibroszeizmikus mérésektől sokat várunk. Az ún. holt területek szeizmikus bemérése további kutatás alapjait vetheti meg.

A mérések geofizikai és földtani eredményei

A Szeged—Kiskundorozsma térségében végzett korábbi és újabb geofizikai mérések földtani vonatkozásban nem minden kérdésre tudnak kielégítő választ adni. A térképanyag azonban pontosította Kiskundorozsma térségéről való ismereteinket, továbbá igazolta, hogy keletre, Szeged felé — vetővel elválasztva — egy másik szerkezet helyezkedik el, méghozzá úgy, hogy területének jelentős része a város alá esik. Erről a szeizmika a rövid profilok bemérése után csak azt állapította meg, hogy a város felé jelentős szerkezeti emelkedés mutatkozik. Ugyancsak felszíni akadályok miatt nem lehetett tisztázni a szerkezetnek a gravitációs mérések alapján Szegedtől É-ra várható elnyúlását sem. A mérés Kiskundorozsmán egy ÉNy—DK-i csapású törésvonalat mutatott ki. Ugyancsak határozottan szétválik a szegedi és kiskundorozsmai szerkezet is. Ez mindenképpen új adatnak számít, mivel a korábbi gravitációs mérések erre nem utaltak.

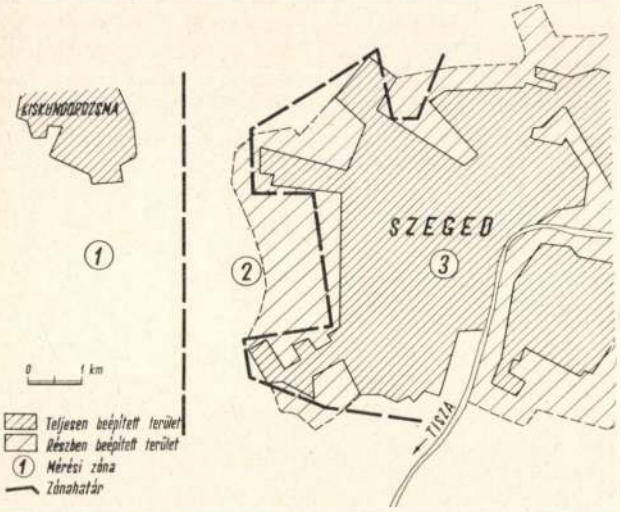
A reflexiós mérési anyag viszonylag jónak mondható *(1. ábra, 1* zóna*)*. A területen az időszelvények dinamikus korrigálása és digitális szűrése után öt különböző szint jelölhető ki. A legmélyebb szint a paleozóikum felszínét jelöli. Az anyag minősége ebben a mélységben nem egyértelmű, ezért a terület egy részéről két változat készült. A fölötte levő szintek megbízhatósága lényegesen jobb, ezek különböző mélységű alsó- és felsőpannon szinteket jeleznek.

Korábban már említettük, hogy a felszíni nehézségek (beépítettség) károsan befolyásolták a nyert anyag minőségét, jóllehet a többszörös fedés alkalmazása jelentős minőségjavulást eredményezett. A minőségi javulás azonban nem mondható teljesnek. A többszörös fedéssel történt felvételezés elsősorban a fiatal üledékekben — alsó- és felsőpannon határon, valamint az alsópannonban — tette megbízhatóbbá a szintkövetést.

A reflexiós anyag alapján nem lehetett megbízható adatokat szerezni az idős mezozóos és újpaleozóos üledékek elterjedéséről és vastagsági viszonyairól. Ugyancsak problematikus maradt a miocén összlet elhelyezkedésének és vastagságának meghatározása.

A terület tektonikai viszonyaira vonatkozólag értékes felvilágosítást kaptunk, azonban a kisebb elvetési magasságú törések nyomozása — annak ellenére, hogy törésre utaló jelenségek a szelvényekben jelentkeznek — nem oldható meg.

A város alá húzódó szerkezetrész szakmailag kívánatos felmérési részletessége gyakorlatilag kivihetetlen volt. Az azonban megállapítható, hogy kelet felé a szeizmikus profilok az emelkedés mentén nem érik el a szerkezeti záródás tetőzónáját. A külváros területén a kevés adat miatt szeizmikus szintvonalak szerkesztésére nem volt lehetőség *(1. ábra, 2* zóna*)*. A belváros felmérésére a beépítettség miatt nem kerülhetett sor, ezért erről a területrészről semmilyen szeizmikus anyag nincs *(1. ábra, 3* zóna*)*. Ez azt jelenti, hogy a földtani felépítésről a mélyfúrásos kutatás megindulásakor még információs adataink sem voltak.



1. ábra
A szeizmikus mérések területi elhelyezkedése

2. Mélyfúrásos kutatás

Az Algyőn megismert földtani viszonyok alapján indokolt volt a feltételezés, hogy a nagy szénhidrogénelőfordulás közelében levő röglépcsők vagy sasbércek kutatásától eredményeket várhatunk. Ezért fokozott intenzitással indult meg a szomszédos területek geofizikai felmérése. Az előkutatás eredményességét a kiskundorozsmai kőolajtelep felfedezése bizonyította. A szegedi gravitációs maximum és a rövid szeizmikus profilok által kimutatott dőlésviszonyok sejtetni engedték egy új szerkezet jelenlétét. Erre a részindikációra 1971-ben telepített *Szeged-1.* jelű fúrás 1972-ben, a triászkorú breccsásodott dolomitban, felfedezte a szegedi kőolaj-előfordulást.

A város beépítettsége következtében, a korlátozott felszíni geofizikai mérések viszonylagos eredménytelensége miatt a további szénhidrogén-kutatási feladatok a jóval költségesebb mélyfúrásos kutatásra vártak. A tervezett fúrások telepítése a városi környezet által meghatározott kényszerhelyzetek miatt igen nagy problémát okozott. Már ekkor nyilvánvalóvá vált, hogy az azonos távolságú, hálózatos fúrástelepítés optimális helyen és sorrendben nem oldható meg. A fúrások el-

helyezésére csak a külváros beépítetlen területei álltak rendelkezésre. A belvárosban a fúrástelepítés megoldhatatlan; itt a szerkezeti-litológiai viszonyok tisztázását, a kőolajtelep lehatárolását ferdefúrásokkal kellett eldönteni. A helyszíni kitűzések során olyan területeket használtunk fel, amelyek a korábbi szemléletek, gyakorlatok alapján fúrástelepítésre alkalmatlanok lennének, pl. feltöltött szeméttelep, mocsaras, nádas téglagyári gödrök stb. A beépítettség miatt az előírt 200 m-es védőtávolságot több esetben nem tudtuk betartani, ezért csak az ÉVM engedélye alapján lehetett fúráspontot telepíteni. A fúrások idejére különleges felszíni biztonsági, szervezési és személyi vonatkozású intézkedéseket kellett alkalmazni. Az illetékes főhatóságok részéről szigorítások történtek a fúrási munkálatok biztonságos kivitelezésére is. A gáz- és olajkitörés megelőzése, ill. a biztonságos kútkiképzés érdekében, pl. többek között elrendelték a nagy szilárdságú biztonsági béléscsőoszlopok alkalmazását, a béléscsőoszlopok számának növelését, a biztonságosabb kútlezárást, a nagyobb fajsúlyú iszap alkalmazását stb. A belterületen mélyítendő fúrások biztonságának fokozására vonatkozó előírások megvalósítása, valamint a fúráspontok alapozásának megfelelő előkészítése (pl. feltöltés, talajmechanikai vizsgálatok) természetesen sok millió forinttal növelték a fúrásos kutatás költségét.

A kutak elvi kitűzése öt ütemben zajlott le. Az újabb fúrások kitűzéséhez minden esetben felhasználták az előzőleg kapott földtani és olajföldtani eredményeket. A telepítéshez fontos szempont volt a triász breccsásodott dolomit, a torton konglomerátum—homokkő-összlet szerkezeti, települési viszonya, valószínű fácieselterjedése és az olajfázishatár helyzetének megismerése.

A fúráspontok terepi megtelepítése összeütközésbe került a szegedi városfejlesztési tervekkel. Móraváros rekonstrukciója akkor a tervezés stádiumában volt. A kiemelt kutatási terület kőolajipari értékét tisztázni kellett. Itt a fúrási tevékenység miatt a városfejlesztési programot módosították.

A nehézségek és problémák ellenére a koncentrált fúrásos kutatás a tervezett ütemben oldotta meg a szegedi szénhidrogén-kutatás programját. A területen 15 mélyfúrást mélyítettek le. A *3.*, *4.*, *14.* és *15.* sz. kutakat irányított ferdefúrással mélyítették. A kutak fúrása egyúttal hazai viszonylatban új rekorderedményeket hozott. A *4.* sz. kútban a legnagyobb lyuktengely szerinti mélység 3150 m, a legnagyobb vízszintes lyuktalpi kitérés 1295 m.

Az első 12 fúrással a felderítő kutatás befejezést nyert, ez azonban egyes részfeladatokat nem oldott meg. Nyitott kérdés maradt a szerkezettető térségében a tárolómagasság, valamint a telep ÉK-i és DK-i oldalán a víz-olaj fázis lehatárolása. Az újabb, lehatároló fúrások mélyítését az is indokolta, hogy a készletek megismerését pontosítva, reális lehetősége legyen a feltárási terv elkészítésének.

Az 1974—1975. évben még lemélyítésre került három fúrás terepi elhelyezése további problémákat okozott. Új, fúrástelepítésre alkalmas terület hiányában a *13.* sz. fúrást a *4.* sz., a *14.* sz. ferdefúrást a *2.* sz., a *15.* sz. ferdefúrást az *5.* sz. fúrás mellett lehetett kitűzni. A további feltárófúrásokat is részben a már lemélyített kutak közelében telepítették. Kútcsoportokat kívánunk létrehozni (pl. a 4. sz. kút mellett még 2 fúrást mélyítenek), egy helyről 2-3, zömében irányított ferdefúrásra kerül sor.

A fúrás mélyítése a nagy réteghőmérséklet, a pergő pannon rétegek miatti lyukfalstabilitási problémák, és a kis vízleadás elérése érdekében különleges gipszes, emulziós, invert iszappal történik. A túlnyomás miatt a tárolóréteg elérése előtt az iszapfajsúlyt meg kell növelni a biztonságos értékre.

A bonyolult földtani felépítésű terület megismerése igényesebb, pontosabb minőségi munkát követelt. A környező területektől eltérő földtani viszonyok, a nagy etázsmagasságú olajtelep vertikális és horizontális feltárása, lehatárolása, kőzetfizikai vizsgálata, nagymértékű magfúrási tevékenységet igényelt. A maximális magnyereség elérése érdekében a 18 m hosszú, különféle, a kőzetkeménységnek megfelelő magkorona-típusú gyémánt-magfúrót alkalmaztuk. A legfontosabb tárolókőzetet a produktív szakaszban folyamatosan magfúrással tártuk fel. A területen az új képződmények kőzettani és kőzetfizikai paramétereinek megismerése céljából sűrítettük a magfúrásokat a produktív szakaszon kívüli fúrásszelvényekben. Az egyes kutakban a magfúrások száma 25—30; a felderítő kutatási fázis végén mélyített fúrásokban már csak 6—8 magot fúrtunk. A ferdefúrásokban is sikeres gyémánt magfúrásokat végeztünk.

A kőzettani-rétegtani problémák megoldásához célratörő lyukszelvényezési metodikát alkalmaztunk maximális programokkal. Az alsópannon alemelet alsó szakaszától a lyuktalpig (torton, triász és paleozoikum) valamennyi nálunk használatos szelvényezési módszert alkalmaztuk. Itt a hagyományos BKZ mellett sor került a különböző laterolog, akusztikus és radioaktív mérésekre. A magfúrási anyaggal egybevetett, fúrásszelvényrészletekre kirajzolt, jellegzetes karotázsgörbe-típusokat mind az azonosítás, mind a tárolók rétegtartalmának megismerésére kiválóan lehet használni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a felszíni elektromos zavarok nagymértékben befolyásolják az anyag minőségét. A feszültségingadozások, amiket nemcsak a magasfeszültségű távvezetékek, hanem a gyárakban, üzemekben alkalmazott villamos gépek és az elektromos közlekedési eszközök, pl. villamosok okoztak, negatívan befolyásolták a mérési lehetőséget.

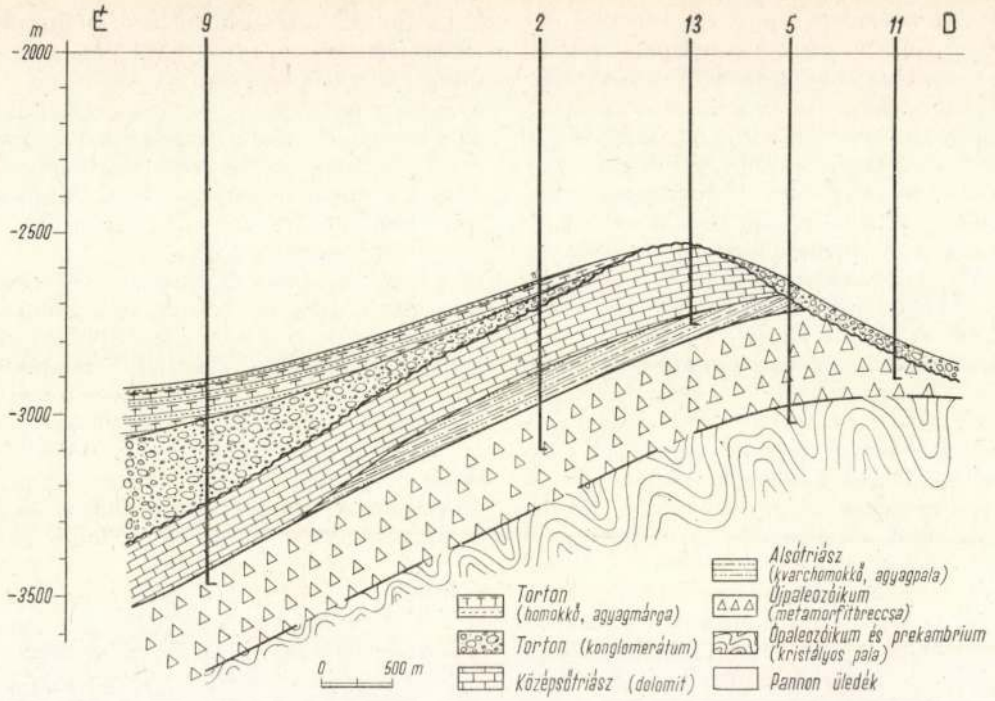
A repedezett tároló a maganyagok bizonyos vonatkozásokban újszerű, részletesebb vizsgálatát tette szükségessé. Sor került több száz üledékföldtani (kőzettani és kőzetfizikai) anyagvizsgálatra, telepparaméter- és kútáramösszetétel-meghatározásra.

Mindezen ismeretanyag birtokában elkészült a felderítő kutatás befejező fázisjelentése.

Jelenleg készül a lehatároló fázisjelentés.

3. Rétegtani felépítés

A Szegeden lemélyített fúrások részletes anyagvizsgálata — az egyenlőtlen felfúrtság ellenére — lehetővé tette, hogy a területről a neogén medenceüledékeknek és azok aljzatának üledékképződési, rétegtani és szerkezeti jellegeiről elfogadható földtani képet rajzolhassunk meg. Jelen tanulmányunkban a részletes ismertetést mellőzzük, azonban az összefüggések megértése cél-



2. ábra
Vázlatos földtani szelvény a Szeged-9., -2., -13., -5. és -11. jelű fúrásokon keresztül

jából — vázlatosan — valamennyi földtani képződményt végigtekintünk.

a) A medencealjzat képződményei

Eddig csak a *4.*, *5.* és *7.* sz. fúrás érte el a prekambriumi, ill. ópaleozoikumi csillámkvarcit és gneisz anyagú, kristályos alaphegységet. A többi fúrás újpaleozóos (karbon?) korú metamorfitbreccsában állt meg. Ebből csillámpala, csillámkvarcit, gneisz és ritkán zöldpala került elő. Ez a képződmény lényegileg a kristályospala szárazföldi lepusztulástermékének helyi felhalmozódásából ered, amit a szericitesedett agyagpala közbetelepülése is bizonyít. A breccsára, a déli rész kivételével, triász üledékek települnek.

Az alsótriászt erősen összetört, túlnyomórészt fehér és lila színű kvarcit és kvarchomokkő képviseli. A homokkőbe zöld és vörösesbarna aleurolit-, agyagpalarétegek települnek. A felső részen dolomitmárga csíkok is beiktatódnak. Ezek ősmaradványmentes üledékek; a Mecsek-hegységi werfeni (szeizi) rétegekkel párhuzamosíthatók. A dolomitos rétegek kampili korúaknak minősíthetők. A werfeni rétegek anyagában a karbon terresztrikum feldolgozott anyagát az eddigi mintákban felfedezni nem sikerült, nem kizárt tehát, hogy a triász lapos pikkelyt, esetleg takarót alkot a kristályospala és annak autochton karbonja fölött *(2. ábra)*.

A középsőtriászt sötétszürke, összetört, breccsásodott dolomit alkotja. A terület déli részén, pl. az *5.*, *10.* és *11.* sz. fúrásokban hiányzik. Tekintélyes vastagságú a *9.* sz. fúrásban (csaknem 200 m), az *1.* sz. fúrásban több mint 100 m. A dolomit csak algamaradványokat tartalmaz; anizuszi emeletbe sorolható.

b) A medenceüledékek képződményei

A középsőtriász dolomitra, nagymértékű lepusztulással kapcsolatos üledékhézag után, transzgredált a tortónai tenger. Az üledékképződést a kevésbé koptatott, durva, polimikt alapkonglomerátum (legalul breccsa) vezeti be. Az alsó rész túlnyomóan dolomitkavicsokból áll, és csak felfelé válik egyre inkább polimikttá. Ez azt látszik bizonyítani, hogy az előrenyomuló tenger pusztító tevékenységének először a többi képződményt beborító dolomit esett áldozatul, s csak később, a lepusztulás végén terjedt ki az abráziós tevékenység az idősebb kőzetekre is. Ez az abráziós konglomerátum a szerkezet peremi részein van meg, az *1.*, *10.* és *13.* sz. fúrásban hiányzik. Legnagyobb vastagsággal a *9.* sz. fúrásból ismert, itt 250 m vastagságú. A dolomitot borító konglomerátum a második legfontosabb tárolókőzet.

A parttávolság növekedésével létrejöttek a sekélytengeri agyagmárga-aleurit és homokkő váltakozásából álló, fiatalabb tortónai üledékek. Ennek legtipikusabb kifejlődését (100 m vastagságban) a *9.* sz. fúrásban tártuk fel. A szerkezet egyéb részein, mészmárga fáciesben, csak 10—20 m vastagságban jelentkezik, pl. az *1.*, *5.*, *6.*, *7.* stb. fúrásokban. A déli és a keleti részen, pl. a *4.*, *10.* és *11.* sz. fúrásokban a sekélytengeri fácies nincs meg, a konglomerátum fedője alsópannon márga-mészmárga. Az újabb kiemelkedés miatt a torton felső része a szarmatával együtt lepusztult, ez annál is valószínűbb, mert a kőzetekből előkerült foraminiferák egyértelműen az alsótortont jelölik.

A területen a pannon transzgresszió fokozatosan tért hódít. Kialakult a pannon beltenger, amelyben

megkezdődött az üledékképződés. Az üledékek kifejlődése azonos az algyői szerkezet pannonjával; eltérés csak az alapkonglomerátum hiányában jut kifejezésre. Itt a konglomerátum helyett a márga-mészmárga fácies fejlődött ki. A csoportosan elhelyezkedő alsópannon homokkövek jól azonosíthatók, szárnyhelyzetben kiékelődő jellegüek.

A medencealjzat kőzeteit több tektonikai hatás érte. Ezek pontos idejét, felszínalakító hatását, nem ismerjük. A mozgások nagy térszíni különbségeket hoztak létre — valószínűen rátolódásokat is —, amelyek azonban a miocén elejére, a lepusztulások hatására kiegyenlítődtek. A blokkokra való tagolódás a stájer orogén során jött létre. A fő törések iránya itt is ÉNy—DK-i, azonos az algyői vetők csapásirányával.

A földtani felépítés vázlatát a *2. ábra* mutatja be.

Az újpaleozóos breccsa, az összetört triász és a rátelepülő torton üledékek valószínűen egy összefüggő hidrodinamikai rendszert alkotnak. A Móraváros telepnek nevezett halmaztelep az összetört dolomitban és a torton konglomerátumban alakult ki.

IRODALOM

[1] A felszíni geofizikai kutatás 20 éve a kőolajiparban. OKGT GKÜ. Budapest, 1972.

[2] *Balogh K.:* A dél-alföldi neogén transzgressziós rétegsorok üledékjegyei. Földtani Közlöny **103.** *3—4.* 251—69. 1973.

[3] *T. Kovács G.:* A Duna—Tisza köze déli részének földtani fejlődéstörténete. Doktori disszertáció. Szeged, 1973.

[4] I—7. sz. jelentés az 1970. évben Kiskundorozsma térségében végzett reflexiós mérésekről. OKGT GKÜ. Budapest, 1971

[5] 106. sz. jelentés az 1968—1972. évben Szeged—Kiskundorozsma térségében végzett reflexiós mérésekről. OKGT GKÜ. Budapest, 1972.

[6] Területi kutatási program. Szegedi medence. OKGT GKÜ és NKFÜ. Budapest—Szolnok, 1972.

[7] A Szeged—Dorozsma-i kőolaj-előfordulások felderítő fázisú kutatások programja. OKGT NKFÜ. Szolnok, 1972.

[8] A szegedi szénhidrogén-előfordulás lehatároló kutatásának programja. OKGT NKFÜ. Szolnok, 1974.

[9] Szeged mező Móraváros telep próbatermeltetési terve. OKGT NKFÜ. Szolnok, 1974.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Hőcserélők intenzitásának növelése

Kőolaj- és földgáztermelő, valamint -feldolgozó berendezések hőcserélőinél gyakran igen rossz hőátadási viszonyok lépnek fel, különösen nagy viszkozitású közegek (glikolok, olajok) esetében.

Az irodalom számos próbálkozásról számol be, melyek a hőátadás intenzitását növelni kívánják (hántolt felületű hőcserélő, terelőbetétek, mágneses mező).

Az OLAJTERV célul tűzte ki a hagyományos csöves hőcserélők hőátadásának javítását. Célunk olyan egyszerű, könnyen legyártható és beépíthető betétek kikísérletezése, amelyekkel a már üzemben levő hőcserélők kihasználhatóságát is növelni lehet.

A méréseket az MTA Műszaki Kémiai Kutatóintézete végezte. A vizsgált hőcserélőmodell adatai: belső átmérő 10 mm; fűtőköpeny külső átmérője 22 mm; a hőátadó felület hossza 1100 mm.

A cső belsejében etilénglikolt áramoltattunk, a fűtőköpenyben telített gőz biztosította a hőmennyiség átadását. A méréseknél az áramló glikol *Reynolds-száma* 1000 és 10 000 közé esett.

A kísérletek során mértük a glikolnak átadott hőmennyiséget, és a hőfokkülönbségekből számítottuk a cső belső fala és a glikol közti hőátadási tényezőt.

Az eredményeket *Hewlett—Packard* kis számítógépen értékeltük ki. Az alábbi méréseket végeztük:

1. üres cső kimérése; *2.* mérés a csőfalra feszített belső huzalspirál esetén; *3.* a belső csőtérbe helyezett, különleges kialakítású huzalborda hatásának vizsgálata; *4.* a belső csőtérbe helyezett, huzalhálóhenger hatásának kimérése; *5.* mérés a belső csőtérbe elhelyezett, hosszirányú húrbetétek beépítése után.

Megállapítottuk, hogy

a) a laminárisból turbulens áramlásba való átmenet betétek alkalmazása esetén kisebb *Reynolds*-számoknál következik be, mint üres cső esetén (a *3.* méréssorozat esetében 1000 alatt);

b) a hőátadási tényező elsősorban a *2.* és *3.* méréssorozat esetében jelentősen megnőtt az üres csőhöz viszonyítva, az ott mért érték 4-5-szörösére. Növekedett a hőátadási tényező a *4.* és *5.* méréssorozat esetében is;

c) a hőcserélő hidraulikai ellenállása jelentősen megnőtt, elsősorban a *3.* és *4.* méréssorozatnál.

Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy ipari célokra elsősorban a csőfalra feszített huzalspirál alkalmazható.

A témában további mérések végzését tervezzük.

Béres Deák László
okl. gépészmérnök
(OLAJTERV, Budapest)

Dr. *Puskás Kázmérné*
tud. munkatárs
(MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet, Budapest)

A kőolajtermékek forgalmazása

A kőolajtermékek forgalmazását, értékesítését Magyarországon az ÁFOR (Ásványolajforgalmi Vállalat) végzi. E bonyolult feladat ellátásához létre kellett hoznia saját szállítási, tárolási és értékesítési hálózatát. A forgalmazandó kőolajtermékek jelentős hányadát a fehéráruk (benzinek, gázolajok, háztartási tüzelőolaj) teszik ki, amelyek szállítása hazánkban közúton, vasúton vagy távvezetéken történik.

Magyarország Európában az elsők között kezdte meg a kőolajtermékek távvezetékes szállítását 1966-ban. A szállított közeg jellege (tűz- és robbanásveszélyesség), a különféle kőolajtermékek egymás utáni szivattyúzásakor fellépő keveredés és más, az üzemvitelt determináló tényezők a távvezetékes kőolajtermék-szállítást bonyolultabbá teszik a kőolaj vagy földgáz távvezetékes szállításánál. Az ÁFOR fő feladata és célja az ország különböző területein jelentkező kőolajtermék-igény maradéktalan kielégítése úgy, hogy a kőolaj-finomítóktól a felhasználási helyekig a szállítási költség a minimális, a szállítás pedig maximálisan biztonságos legyen. Ezen feltételeket a kőolajtermékek távvezetékes szállítása elégíti ki legjobban.

A IV. ötéves terv utolsó évében a forgalmazott fehéráru-mennyiség $^3/_4$-ét szállították csővezetéken, 1980-ban ez csaknem 40% lesz. Ezt a szállítási feladatot a vállalat az 1975. évi üzemelő 500 km hosszúságú távvezeték-hálózat bővítésével (csővezeték- és tárolótér-építéssel, új szivattyúállomások létesítésével), a szakembergárda minőségi fejlesztésével, az országos termékvezeték-rendszer központi irányítási rendszerének kiépítésével, a külföldi tapasztalatok felhasználásával oldja meg. A vállalat az ország bármelyik részén jelentkező kőolajtermék-igény zavartalan kielégítésére, a távvezetékes kőolajtermék-szállítás üzemvitelének állandó karbantartására és továbbfejlesztésére, a távvezetékek számítógépes szállításprogramozásával az országos terméktávvezeték-rendszer gazdaságos és biztonságos üzemeltetésére nagy gondot fordít.

Az ÁFOR az OKGT keretein belül mintegy 8000 fős létszámmal látja el az ország energiaellátásának szempontjából kiemelt és fontos feladatát. 1980-ban a tervek szerint a mintegy 1000 km hosszú terméktávvezeték rendszer üzemeltetéséhez 300 fő szükséges.

Az ÁFOR terméktávvezetékeket üzemeltető gazdasági egységénél 20 főnek van felsőfokú műszaki végzettsége. A vállalatnál 15 tagja van az OMBKE-nek. A vállalat műszaki vezetői jól látják az előttük álló V. ötéves terv megnövekedett feladatait, és felkészültek azok maradéktalan ellátására.

Körösi Zoltán
üzemvezető
(ÁFOR, Százhalombatta)

A rotari fúrás optimalizálásának elmélete és hazai gyakorlata

CSABA JÓZSEF — FÜLÖP MIKLÓS — TÓTH BÉLA

A tanulmány jelentős költségmegtakarítással járó optimális lyukmélyítési művelet elméletével és bevezetésének hazai tapasztalataival foglalkozik. A fúrási rendszer aktív tényezőit (fúróterhelés, fúrófordulatszám) optimalizálja, feltételezve a tökéleteshez közelítő lyuktalptisztítást, a kőzetek teherbíró képességétől és a fúróberendezés teljesítőképességétől függő maximális fúrószármozgatást, más befolyásoló tényezők kedvező alakulását, valamint az üzemek fúrószerszám-ellátottságát.

A cikk a fúrólyukszakaszok optimális mélyítésének módszerével számított En-9. és Pusz-6. jelű fúrásoknál megvalósított fúrási rendszer üzemi tapasztalatait is elemzi.

Bevezetés

Az elmúlt évek hazai fúrási tevékenységének statisztikai számait elemezve érdekes kapcsolatok, összefüggések fedezhetők fel. Ezekből a kapcsolatokból és összefüggésekből levont tanulságokat cikkekben és előadások alkalmával többen hangoztatták, mégsem vált általános gyakorlattá a befektetett teljesítményt legeredményesebben kihasználó fúrási rendszer.

Az 1958—1962. évek fúrási tevékenységének statisztikai számai szerint 1958-ban 28,4 fúróberendezés 231 ezer métert fúrt; 1962-ben 30,4 fúróberendezés már 430,7 ezer métert teljesített. A vizsgált időszakban az átlagmélység kb. 1900 m, alig változik. Jelentős az átlagteljesítmény növekedése 8144 m/fúróberendezés/a-ról 14 168 m/fúróberendezés/a-ra, ugyanakkor a rotációs idő 35,9%-ról (a teljes munkaidőt 100%-nak véve) 31,3%-ra csökken. Növekszik a be- és kiépítésre (13,9%-ról—14,9%-ra), a lyukkiképzésre (8,7%-ról—10,1%-ra), a mérésekre (1,6%-ról—1,9%-ra) fordított idő. Szembetűnő, hogy az egyéb tevékenységre fordított idő 9,8%-ról—8,6%-ra csökken. Igaz, hogy az 1958—1962. években a fúrási tevékenység nagy része a jól szervezett nagylengyeli üzemegység területén volt, de erre az időszakra esik a jet-fúrók általános használata, a lyuktalpi hidraulikai teljesítmény fokozása, a „tiszta lyuktalp" szemlélet általános elterjedése is.

Az 1963—1972. évek fúrási tevékenységének statisztikai számai már kedvezőtlenebb képet mutatnak. 1963-ban a 30,7 fúróberendezés ui. 339,5 ezer métert fúrt, és ez a teljesítmény 1972-ig alig változott, 1971-ben pl. 325,6 ezer m volt az éves teljesítmény, de ezt 28,9 fúróberendezés teljesítette. Az átlagteljesítmény természetesen növekedett 11 058 m/fúróberendezés/a-ról — elsősorban 1968-tól — 11 391 m/fúróberendezés/a-ra (a vizsgált időszak átlaga). A fenti teljesítmények mellett azonban a rotációs idő lényegesen lecsökkent: az 1962. évi 31,3%-ról 22,8%-ra. Ugyanakkor növekedett a be- és kiépítésre (1962-ben 14,9%, míg 1972-ben 19,3%) és az egyéb tevékenységre fordított idő; az utóbbi 1962-ben 8,6% volt, de 1970-ben már 21,6%.

A számok azt mutatják, hogy az erőltetett fúrási rendszer, a tiszta fúrási sebesség növelésére fordított erőfeszítések növelik ugyan az átlagteljesítményt, de ezzel egyidejűleg nő a költség, drágább lesz egy méter lefúrása. A fúrási sebesség növelésére irányuló törekvés azonban akkor gazdaságos, ha egy-egy fúrólyukszakasz egy fúrómenettel mélyíthető. Ha több fúrómenetről van szó, akkor a rotációs időn kívül a ki- és beépítési és az egyéb időket is figyelembe kell venni. A fúrási sebesség növelése helyett a lyukmélyítés sebessége, végső soron a lyukkészítés sebessége a döntő.

A fúrólyukkészítés munkafázisai közül a lyukmélyítési művelet az egyik legidőigényesebb tevékenység. A fúrási és a fúrórúd-mozgatási sebesség fokozása, valamint az egyéb idő csökkentése jelentős költségmegtakarítással járó műszaki, gazdasági feladat.

A fúrólyukkészítés teljes munkaidejének 20—25%-nyi idejét kitevő rotációs idő csökkentése a kőzetbontási energia növelésével érhető el. Kérdés azonban, hogy a lyuktalpra jutó teljesítmény növelése milyen mértékig gazdaságos, azaz a fúró milyen mértékben hasznosította a befektetett energiát?

Az ugyancsak időigényes (15—20%) fúrószárbe- és -kiépítési művelet gyorsítása a fúrószár mozgatási sebességének növelésével érhető el. Kérdés azonban, hogy a fúrószár mozgatási sebessége a fúróberendezés teljesítőképességének és a rétegek teherbíró képességének korlátai miatt meddig fokozható?

A fúrási művelet elemzése során a technikai paraméterek (fúróterhelés, fúrófordulatszám, öblítési folyadékáram, lyuktalpra ható sugárimpulzus és -sebesség stb.) változásainak a méterköltségre gyakorolt hatásait kell vizsgálni, úgy, hogy az egy fúrófordulatra eső — a be- és kiépítést is magába foglaló — előrehaladás maximális, valamint az egy fúrófordulat által képződött furadék kiszállításához szükséges öblítési folyadékáram előállítási, karbantartási és mozgatási költsége minimális legyen.

A tanulmány első része a fúrási sebesség növelését az aktív tényezők (fúróterhelés, fúrófordulatszám) optimalizációja útján végzi, és ennek megfelelően a tökéleteshez közelítő lyuktalptisztítást, a kőzetek teherbíró képességétől és a fúróberendezés teljesítőképességétől függő maximális fúrószármozgatást és más befolyásoló tényezők kedvező alakulását feltételezi. A fúrólyuk-mélyítési idő csökkentése miatt az aktív tényezőket úgy kell megválasztani, hogy a fúrócserék száma minimális legyen. Ezért a csapágykopás és a fúrófogkopás a fúrólyuk-mélyítési sebesség korlátozó tényezője, egyben az optimális fúróterhelés és fordulatszám meghatározója is.

A tanulmány második része a tiszta lyuktalpat biztosító sugársebesség és folyadékmennyiség, valamint a fúrási sebességet kedvezően befolyásoló — reológiai,

fizikai-kémiai, kolloidkémiai — iszaptulajdonságok, elsősorban a lyuktalpi nyomástöbblet optimális értékeit határozza meg.

1. A fúrómenet és a fúrólyukszakasz optimalizációja

A fúrómenet optimalizációja a fúrómenet hosszának, a fúró kiépítési mélységének meghatározása a minimális méterköltség érdekében.

A fúrólyukszakasz optimalizációja pedig a fúrómenetek hosszának, a fúró kiépítési mélységének megválasztása a minimális lyukszakaszköltség érdekében.

A fúrás szakaszai nemcsak teljes szelvényű fúrómenetekből állnak, hanem a litológiai információk érdekében kőzetmagokat is kell fúrni. Ha a magfúrások közti távolság rövidebb vagy hosszabb, mint egy fúrómenethossz, akkor ún. „töredék" fúrómenetek keletkeznek. A fúrólyukszakasz mélyítése akkor a legkedvezőbb, ha az optimális fúrómenetek száma maximális és a töredék fúrómenetek lehetőleg optimálisak, azaz a töredék szakaszokkal történő manipulációk során a méterköltség minimális marad.

A fúrómenet és a lyukszakasz optimalizálásának publikált megoldásai kivétel nélkül a *fúrási egyenletek* — a fúrás fizikai (műszaki) folyamata matematikai modellezésének — meghatározásán alapszanak.

A tanulmányok a furási (kőzetaprítási) folyamat modellezése szempontjából két élesen megkülönböztethető csoportra oszthatók.

Az első csoportba tartozók a fúrás folyamatának időbeli leírására tapasztalati összefüggéseket adnak, s a függvények állandóit méréssel határozzák meg, anélkül, hogy a fúrási állandók konkrét fizikai tartalmát vizsgálnák. Például a

$$v_{\text{mech}} = f(P, n, \ldots)$$

függvény a rotari fúrás mechanikai sebessége, a fúróterhelés, a fúrófordulatszám stb. közötti összefüggés a P és n törtkitevőjű hatványpolinom, amelynél sem a kitevőket, sem az együtthatókat fizikailag nem magyarázzák.

A második csoportba tartozó közlemények megkísérlik, hogy a fizikai jelenségek elemzésével a fúrási egyenletek minden paraméterének konkrét műszaki tartalmat adjanak. Ezek közül, az *Ignatiadi* és szerzőtársai modelljének *Hingl—Tóth* által módosított változatában minden előforduló paraméternek konkrét műszaki tartalma van.

A rotari fúrás optimalizálásának célja az *egyes fúrómenetek* minimális költsége. Egy fúrómenet költségalakulását az alkalmazott fúróterhelés és -fordulatszám, a tiszta lyuktalpat biztosító iszapáramlás és a kiépítés időpontjának ésszerű meghatározása befolyásolja.

A fúróterhelés és fúrófordulatszám kérdésében eltérőek a vélemények abból a szempontból, hogy az optimalizálás érdekében szükséges-e azok változtatása a fúrómenet közben. Az állandó terhelés és fordulatszám mellett állást foglaló elméletek is elismerik, hogy e paramétereknek a fúrómenet közbeni változtatásával csökkenthető a fúrómenet költsége, azonban ezt a költségmegtakarítást jelentéktelennek tartják az alkalmazandó technológiai előírások komplikáltságához képest.

A változó terhelést és fordulatszámot alkalmazó elméletek közül a közelmúltban előtérbe kerültek azok a módszerek, amelyek a fúrómenet közbeni szükséges terhelés- és fordulatszámértékeket *Monte-Carlo* módszerrel, számítógép segítségével határozzák meg. A számítási módszer lényege, hogy a fúrómenetet szakaszokra osztva, az egyes szakaszokban előírandó terhelés-fordulatszám értékpárokat elméletben véletlenszerűen változtatja mindaddig, amíg a „legolcsóbb" fúrómenet elő nem áll. Az említett *Ignatiadi—Hingl—Tóth*-modell előnye éppen az, hogy a paraméterek fizikai tartalmának pontos ismerete miatt ezt a véletlenszerűséget jelentős mértékben célzatossá teszi.

A fúrómenet befejezésének, vagyis *a kiépítés időpontja* meghatározásának három kritériuma van. Az egyik a görgőscsapágyak élettartama. Amennyiben ez kisebb a később ismertetendő másik kettőnél, úgy a kiépítés időpontja — a további szempontok mellőzésével — adott.

A kiépítés időpontjának másik meghatározója a fúrófogak kopásának mértéke. Itt már jelentős műszaki megfontolásokra van mód.

A kiépítés optimális időpontjának harmadik kritériuma lehet a teljes szakasz fúrásának gazdaságossági vizsgálata. A kritérium meghatározásakor azonban már nem az egyes fúrómenetek optimalizálását, hanem a teljes szakasz optimalizálását vizsgáljuk.

A már említettek szerint, a fúrólyukszakasz mélyítése akkor a legkedvezőbb, ha az optimális fúrómenetek száma maximális és a töredék szakaszokkal történő manipulációk során a szakasz méterköltsége minimális. A lyukszakasz mélyítése közben előre betervezett (magfúrási hely, elektromos szelvényezés vagy nyitott rétegvizsgálat tervezett mélysége, lyukszakasz vége) fúrókiépítési helyek vannak.

Annak érdekében, hogy a szükséges és az optimális ki- és beépítés mélysége egybeessék, a lyukszakasz korábbi fúrómeneteit, az optimálisnál valamivel drágább métereket adó fúrási tényezőkkel kell mélyíteni. Tehát a korábbi fúrómenetek „elrontásával" (nem optimális rendszerrel) elkerülhető egy vagy több fölösleges ki- és beépítés. A ki-beépítés megtakarított költsége jóval több, mint az „elrontott" rendszerű (nem optimális) fúrómenetek optimálishoz viszonyított többletköltsége.

Egy fúrómenetre számítva az optimálisnál rosszabb, de viszonylag kis többletköltséggel fúrható fúrómenetet eredményezhet, ha a kiépítést nem az optimális mélységben végzik és valamivel lassúbb előrehaladással tovább fúrnak, vagy ha a fúróterhelést vagy a fordulatszámot az optimálistól eltérően választják meg.

Mindkét „elrontás" azt jelenti, hogy a fúrómenet hosszabb lesz. Abban az esetben, ha nem a fúrási sebességnek a fogfelület kopásából adódó csökkenése, hanem a csapágy tönkremenetele miatt kell kiépíteni, a fúrómenet „elrontása" különleges megfontolásokat igényel. Megengedhető a csapágyképlet által szabott szigorú élettartam-feltételek, ill. a képletbe beépített biztonsági tényező miatt a csapágy-élettartamnál 10%-kal nagyobb fúrási idő, ez azonban a globális optimalizálást bizonyos mértékben korlátozhatja.

Amennyiben egy viszonylag hosszú (több fúrómenettel lefúrható) lyukszakasz fúrása a feladat, a glo-

bális optimalizálás arra korlátozódik, hogy a szelvény utolsó, rendszerint ún. „tört fúrómenete" elkerülhető legyen.

A hosszú lyukszakaszra való optimalizálás kritériuma, hogy a fúrómenetek elrontásából adódó többletköltség kisebb legyen, mint a szelvény alsó szakaszában a ki-beépítés költsége. Természetes, hogy ha a lyukszakasz egy-két teljes fúrómenettel lemélyíthető, és ezt követi a tört fúrómenet, akkor az erőltetett rendszerrel fúrt fúrómenet drágább lehet, mint a ki-beépítés ára, és ilyenkor nem lehet szó hosszú lyukszakasz optimalizálásáról. Ilyenkor a használt fúrót még egyszer, természetesen optimális körülmények szem előtt tartásával be kell építeni.

Megoldás lehet a tört fúrómenet hosszának megfelelően az előző fúrómenetek egyikének vagy mindegyikének (összességében a kívánt hosszra való) meghosszabbítása a csapágyélettartam-határon túl. Míg a kiépítés késleltetésével a méterköltség növekedése csak néhány százalék, addig az optimális terhelés vagy fordulatszám „elrontásából" adódó többletköltség ennek többszöröse lehet. Ezért a fúrómenet-meghosszabbítást mindig először a kiépítés késleltetésével célszerű megkísérelni.

Fontos kérdés, hogy melyik fúrómenetben vagy fúrómenetekben célszerű a fúrómenetet hosszabbítani. Ennek eldöntéséhez a kezdő és az utolsó fúrómenet ki- és beépítési költségét kell figyelembe venni. Amennyiben a kezdő fúrómenet ki-beépítése jelentősen olcsóbb, mint az utolsóé, akkor az „elrontást" célszerű a kezdő fúrómeneten végezni. Ha a két ki-beépítési költség csaknem azonos, akkor az összes fúrómenet azonos mértékű „elrontása" a kifizetődő. A számítási modell ezt úgy fogalmazza meg, hogy a szükséges összes fúrómenet-hosszabbítás egy fúrómenetre eső részét a két ki-beépítés arányával szorozza és az első fúrómeneteket rendre Δh-val növeli, amikor is

$$\Delta h = \frac{h_{\text{össz}}}{i} \frac{F_{ki}}{F_{kl}}.$$

Egy lyukszakasznak hat fúrómenettel tervezett lemélyítése után például még 18 métert kell fúrni, és

— ha a ki-beépítési költségek csaknem azonosak, akkor mind a hat fúrómenetet 3—3 méterrel kell növelni;
— ha az utolsó ki-beépítés ára sokszorosa a legfelsőének, akkor mind a 18 métert a legfelső fúrómenethez kell csatolni (ez utóbbi ritka eset) és pl.,
— ha a két ki-beépítési költség aránya 3:1, akkor az első két fúrómenet 9—9 m-rel $\frac{18}{6} \cdot \frac{3}{1}$,
— ha a költségarány 2:1, akkor az első három fúrómenetet 6—6 méterrel kell növelni.

A felhozott példákban mindig egész méterrel kellett a fúrómeneteket megnövelni. A gyakorlatban ez ritka. Mivel a számítási algoritmus 1 méteres lépésközzel számol, a program gondoskodik arról, hogy ez a növelés mindig egész számú méter legyen.

Amennyiben a töredék szakasz olyan hosszú, hogy az előzőekben leírt manipulációkkal fúrócserét nem lehet megtakarítani, akkor kénytelenségből egy-egy fúrót kihasználatlanul kell kiépíteni. Ez esetben a használt fúrók adatait (fogfelület, csapágykihasználás) a számítógép tárolja, és a használt fúrókat a fúrólyuk későbbi magfúrási helyekkel tördelt rövidebb szakaszaira elosztja.

A fúrólyukszakasz-optimalizálás akkor hatékony és problémamentes, ha a magvétel vagy szelvényezés miatt előírt kiépítések valóban terv szerint következnek be. Amennyiben ez ötletszerű, vagy üzemzavar lép fel, úgy gyors kapcsolatot kell teremteni a számítógéppel, hogy a lyukszakasz hátralevő részére új, optimális mélyítési tervet lehessen készíteni.

A lyukszakasz-optimalizációval költségmegtakarítás érhető el. Ugyanakkor azonban

— óvatosan kell kezelni a túlzó, igen költséges számítást és eszközöket igénylő, az utóbbi időben a szakirodalomban ismertetett optimalizálási módszereket, amelyek kutatási költsége, esetenkénti számítási költsége felemésztheti a megtakarítást, és igen sok paraméterre épül, amelyek többségének meghatározása bizonytalan, így az optimalizáció hatásfoka kétséges;
— tudatosítani kell az üzemekben az optimalizáció bevezetésének szükségességét, az ezzel kapcsolatos technológiai fegyelem betartását és az optimalizáció későbbi számíthatósága érdekében az előző fúrásokban szükséges adatfelvételezés okozta többletmunka gazdasági értelmét.

2. *A költségminimum meghatározásának matematikai modellje*

A fúrási tevékenység optimalizálásának általános, a modelltől független szempontjainak matematikai megfogalmazásához célszerű néhány olyan általános érvényű analitikai összefüggést definiálni, amelyek a különböző szerzők által publikált módszerekre együttesen érvényesek.

Legyen Ω mindazon paraméterek halmaza, amelyek a fúrási művelet és költség egyes számításaihoz szükségesek, és Ω_i, Ω_j ... stb. mindazon részhalmazok, amelyek egy-egy részszámításhoz szükségesek. Ha a görgőscsapágy élettartama pl. a fúrótípustól, a terheléstől és a fordulatszámtól függ, akkor a felsorolt paraméterek képezhetik az Ω részhalmazt.

Általánosságban megállapítható, hogy a fúrási optimalizálási számítások paramétereinek egy része a fúrómenet lefúrása közben pillanatnyilag változik, másik része pedig azonos fúrómeneten belül állandó (pl. a fúrógörgő átmérője), de másik fúrómenetnél változhat. Ezért valamely Ω_j részhalmaz tovább bontható Θ_j és Λ_j halmazokra, ahol Λ az állandói minőségre utal.

A fenti jelölésekkel a fúrás sebessége

$$v = f(\Omega_v); \tag{1}$$

egy fúrómenet hossza

$$h = \int_{t=0}^{t=f(\Omega_k)} f(\Omega_v)\,dt, \tag{2}$$

és

$$f(\Omega_k) = \max\left[f(\Omega_{él}), f(\Omega_{cs})\right], \tag{3}$$

továbbá

$$f(\Omega_{él}) \equiv (\Omega_v)_i, \tag{4}$$

vagyis az élettartamfüggvény pillanatnyi nagysága azonos az Ω_v sebességparaméter-halmaz egyik elemével.

A fúrás méterköltsége

$$F = \frac{f(\Omega_F)}{\int_{t=0}^{T=f(\Omega_k)} v\,dt}, \qquad (5)$$

ahol

$$T = f(\Omega_k) \equiv (\Omega_F)_i, \qquad (6)$$

vagyis a korlátfüggvény eredménye a költségparaméter-halmaznak egyik elemével azonos.

A méterköltség-számítás kétszeresen implicit, mert két függvényérték is egy-egy másik függvény paraméterhalmazába tartozik.

Feladat az F függvényérték minimumának meghatározása az $\Omega \,|||\, (\Omega_v, \Omega_k, \Omega_F)$ halmaz paramétereinek megfelelő megválasztásával.

Mivel a (4) és (6) összefüggésekben definiált paraméterazonosság fennáll, a feladat kétszeres variációszámítási problémának tekinthető [1].

Az ismertetett modell alapfüggvényei az (1) sebességfüggvény, a (3) korlátfüggvény, illetőleg annak részei az él- és csapágyélettartam-függvény. Ezek mindegyikét a paraméterek egy Ω halmazának függvényében vizsgáljuk. Amennyiben ezen Ω halmaz egy Λ részhalmazát képező paramétereket műszaki, mérési vagy számítási okok miatt állandónak tekintjük, azok egy b állandóvá vonhatók össze. Ez az állandó az esetek többségében 1, de dimenziós okok miatt vehet fel más értéket is.

A felsorolt alapfüggvényeket a szakirodalom igen sok publikációban tárgyalja, azoknak a legkülönfélébb algebrai alakját írják le. A publikációkban közölt alapfüggvények és modellek általában két nagy csoportba oszthatók: egy részük megkísérli a jelenségeket fizikai alapokból levezetni, másik részük teljesen tapasztalati és statisztikus módszereket alkalmaz. A későbbiekben ismertetett modell az alapfüggvényeket először fizikai minőségükben, de a paramétereknek csak egy szűkebb halmazára vizsgálja (és a konstansnak feltételezett paramétereket egy állandóba vonja össze), majd a későbbiekben regressziós és empirikus úton vizsgálja az első közelítésben nem vizsgált paraméterek hatását.

3. *A fúrási sebességre ható tényezők*

A fúrólyuk mélyítése két alapvető mozzanatból áll: a fúrófog alatti kráterképződésből és a kráterképződéskor leválasztott kőzettörmelék eltávolításából. A kőzettörmeléket elsősorban a lyuktalpról kell eltávolítani (tiszta lyuktalpat létrehozni), majd ki kell szállítani a fúrólyukból.

A fúrólyukmélyítés sebessége a két alapvető mozzanat hatásosságától, a kráterképződést és a kőzettörmelék eltávolítását elősegítő paraméterek kedvező megválasztásától függ.

3.1. *A kráterképződést befolyásoló tényezők*

A fúrási sebességet — célszerű korlátok közt — az időegység alatt egyre gyorsabban ismétlődő és volumenben egyre növekvő kráterképződés fokozhatja.

A kráterképződés volumene egyenesen arányos a fúrófogra ható erő négyzetével és fordítva a fúrhatósági szilárdság négyzetével.

A fúrófogra ható erő a fúróterheléstől, a fúrófogak geometriai kialakításától, kúposságától függ.

A fúrhatóság a kőzetek mechanikai tulajdonságaitól, azok bonyolult együttesétől függ (keménység, koptatóképesség, elhasználódással szembeni ellenállás stb.), emellett azonban komplex fogalom, csak egy-egy fúrófajtára és a fúróhoz rendelt üzemmódra lehet érvényesen megállapítani. A fúrógörgők fogazása, a kúpos fogazott görgők geometriája a fúrandó kőzetfajtához igazodik, tehát a fúrhatóság a fúrószerszámtípustól elválaszthatatlan.

A kráterképződéshez a fúrófog és a kőzet kölcsönhatásának egy bizonyos érintkezési ideje is szükséges. Az érintkezési idő egyrészt a fúrófordulatszám, másrészt a fúrógörgőn a fogak elosztásának, a fogtávolságnak a függvénye.

Jelentősen befolyásolja a fúrófog alatti kráterképződés volumenét a rétegnyomás és az öblítőiszap-oszlop dinamikus talpi nyomáskülönbsége. Az öblítőiszap-oszlop dinamikus talpi nyomása az öblítőfolyadék tulajdonságaitól (elsősorban sűrűségétől és viszkozitásától) és az öblítés mennyiségétől függ.

A furadékfelhalmozódás a lyuktalpon a kőzet újraőrléséhez vezet, ezért a kráterképződés feltétele a tiszta lyuktalp.

3.2. *A kráterképződéskor leválasztott kőzettörmelék eltávolítását befolyásoló tényezők*

A kráterképződéskor leválasztott kőzettörmelék eltávolítása két lépcsőben megy végbe. Kiegyenlítődik a talpi differenciális nyomás és a furadékszemet elsodorja az öblítőfolyadék-sugár.

A talpi differenciális nyomás kiegyenlítődését kőzet- és öblítőiszap-tulajdonságok segítik elő. Elsősorban a kőzet porozitása, az öblítőiszap minél kisebb szilárdanyag-tartalma, a szilárdanyag-tartalom minősége (az át nem eresztő iszaplepényt képező szilárdanyag-tartalom hátrányosabb), a vízleadása. Ez utóbbinál a lyuktalpon gyorsan kiszűrődő, a fúró behatoló eleme elé siető kiszűrődés a hatékony.

A furadékszem elsodrása, eltávolítása a kráterből a teljesítménytényezőktől, az öblítőiszap tulajdonságaitól és a fúrótípustól függ.

A sugársebességet (négyzetesen függ tőle a furadékszem elsodrása), valamint a lyuktalpra ható sugárimpulzust teljesítménytényezők határozzák meg.

Az öblítőiszap tulajdonságai közül a lyuktalpra ható öblítési nyomást (leszorító erőt) befolyásoló paraméterek jelentősek, külön is a viszkozitás. A kisebb viszkozitású folyadék fúrási sebességet növelő hatása a folyadék talpi turbulens áramlásával magyarázható.

A fúrótípussal kapcsolatban pedig a kőzettörmelék eltávolítása a kráterből a fúrógörgő legördülésének módjától is függ.

A fenti, két alapvető mozzanatot befolyásoló tényezőkön kívül, a fúrási sebességet jelentékenyen befolyásolja az alkalmazott fúróberendezés hatékonysága (kapacitása, állapota, karbantartott volta stb.) és nem utolsósorban a személyi tényezők (a hozzá-

értés, tehát az aktív és passzív fúrási tényezők alkalmazásának képessége).

A leírtak összefoglalásául: a rotari fúrás optimalizálásakor — a lyukmélyítés költségeit figyelembe véve — az aktív kőzetaprító tényezőket (fúróterhelés, fordulatszám), a fúrótípust, a fúrás öblítését kell optimálisan megválasztani. Az öblítésen itt egyrészt az öblítés dinamikai tényezőit, vagyis az ebből eredő lyuktalptisztítás mértékét, másrészt az öblítőközeg tulajdonságait értjük. Ezenkívül természetesen ismerni kell a kőzetek mechanikai tulajdonságait is.

4. *A korlátozott tényezőszámmal megvalósított optimalizálás*

Az (1)—(6) összefüggésekben leírt általános érvényű matematikai modell gyakorlati alkalmazhatóságának feltétele az azokban szimbolikusan, $y=f(I)$ alakban felírt függvénykapcsolat meghatározása. A feladat megoldása a fizikai valóság szimulálásával szinte lehetetlen, hiszen egyidőben lejátszódó különböző jelenségeket kellene meghatároznunk, mint pl. a jet-sugár felütése okozta hidrokinetikus erőt és áramlásviszonyokat; a fúrógörgő kényszerpályáján mozgó kőzetbontó elemek saját és kőzetbeli feszültségtenzorait és még számos más, ezekkel egyidőben lejátszódó fizikai jelenséget. A függvénykapcsolatok empirikus úton (regresszióval) való előállításához legalább annyi tényleges fúrási sebességet kellene mérni, ahány paraméter vételéről van szó, természetesen az összes vizsgált paraméter értékének ismeretében. Ezen mérésekből határozhatók meg a $v=f(\Omega_v)$ függvényben a Ω_v paraméterhalmaz egyes elemeihez rendelhető $a_i, b_i, c_i \ldots$ állandók és o_{i1}, o_{i2}, o_{i3} műveletek, ahol az o_{ik} jelölés a j-edik paraméter és a hozzátartozó állandók közötti műveleteket (összeadás, szorzás, hatványozás stb.) jelenti. A fúrási sebességet meghatározó paraméterek között csak egyesek értéke mérhető (pl. a fúróterhelés, az öblítőfolyadék-áram stb.), jó néhány csak igen tág határok között becsülhető, mint a kőzetszilárdság, abráziós tényező, fúrhatóság stb.

Éppen ezért a vizsgálatok során a fúrási sebességfüggvény Ω_v paraméterhalmazából mindazokat egy $a=1$ állandóba kell összevonni, amelyek egy egyszerűbben definiálható fizikai modell felírását nehezítenék. Ennek az állandónak értékét a fizikailag meghatározott összefüggések alapján, tényleges fúrások adataiból visszaszámítással kell meghatározni.

A korlátozott tényezőszámú számítási módszer

1. már alkalmas a fúrási gyakorlatban az optimalizálás végrehajtására;
2. jó alapot ad további paraméterek hatásának empirikus meghatározásához (statisztikai fúráselemzéshez);
3. a fúrások műszerezettségének hatékony fejlesztése esetén várható további pontosítás ugyanezen modellel elvégezhető.

4.1. *A számítógépes programban alkalmazott sebességfüggvény*

A görgős fúrók kőzetbontási mechanizmusait fizikailag jól megközelítő modellek (2), (3) szerint az egy fog által kivájt kőzettérfogat:

$$V_e = \beta \left(\frac{p_h}{\sigma}\right)^{\alpha} \cdot t_f^{\xi}. \tag{7}$$

A (7) képletben

$$p_h = \frac{P}{F(t)}. \tag{8}$$

A (7) egyenletben a fúrófog és kőzet egymásra hatásának idejét analitikusan szinte lehetetlen meghatározni egyrészt a görgős fúrók bonyolult geometriája, másrészt a kőzetroncsolási mechanizmus nehezen ellenőrizhető lefolyása miatt.

A minőségi arány kifejezésére azonban alkalmasnak látszik *Fjodorov* képlete [3]:

$$t_f = \frac{60\,d}{DnZ_{\text{át}}}. \tag{9}$$

A fúrófogak másodpercenkénti felütési száma megközelítőleg a következő összefüggéssel fejezhető ki:

$$i_f = \frac{n}{60} Z_{\text{é}} \frac{D}{d}(1-s), \tag{10}$$

és a másodpercenkénti kibányászott kőzettérfogat:

$$V_k = V_e i_f. \tag{11}$$

A fentiekből a fúrás sebessége, ha $\alpha=1$

$$v = \frac{4V_e i_f}{D^2\pi} = C_1 \frac{\beta}{\sigma} P \cdot n^{1-\xi} \frac{1}{F(t)},$$

ahol:

$$C_1 = \left(\frac{60\,d}{DZ_{\text{át}}}\right)^{\xi} \cdot \frac{Z_{\text{ö}}}{15\pi Dd}(1-s),$$

ami a görgős fúró geometriájától függő állandó szám.

A fúrás mechanikai sebességének meghatározásához ismerni kell továbbá minden időpillanatban az $F(t)$-t, a fúrófogkopás függvényértékét. Ennek érdekében feltételezzük, hogy a kőzetek abrazivitásának, koptatóhatásának fokát az

$$\eta = \frac{V_{\text{acél}}}{\Delta V_{\text{kőzet}} \cdot A} \tag{12}$$

viszony jellemzi, amely az egységnyi munkára és roncsolt kőzetre (térfogatra) eső fúrófogacél-kopás térfogatát adja meg, ahol

$$A = M_f \psi = \mu P D \frac{\pi}{30} nt. \tag{13}$$

A fúró geometriájából

$$F(t) = \frac{Z_{\text{é}}}{Z_{\text{ö}}} \sqrt{F_0^2 + 4 \cdot 10^{-3} l Z_{\text{ö}} \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} V_{\text{acél}}(t)}, \tag{14}$$

és itt a (10), (11), (12), (13)-ból az idő szerint integrálva

$$V_{\text{acél}}(t) = bn^{2-\xi} Z_{\text{é}} P^2 t \int_0^t \frac{dt}{F(t)}, \tag{15}$$

ahol

$$b = \mu \cdot \eta \frac{\beta}{\sigma}(1-s) \frac{\pi D^2}{1800\,d}\left(\frac{60\,d}{DZ_{\text{át}}}\right). \tag{16}$$

4.2. *Egyes paraméterek visszaszámítása*

A (7)—(16) egyenletekben szereplő paraméterek és állandók többsége mérhető, így a fúró egyes geometriai adatai, a fúrás technológiai adatai stb. is. Bizonytalanság mutatkozik az

— η abráziós tényezőnél, amelyet a későbbiek szerint kísérletileg (méréssel) határozunk meg;
— a β/σ komplex fúrhatósági tényezőnél, amit méréssel is és iterációs visszaszámítással is pontosítunk;
— a ξ fordulatszám-kitevőnél (fúrófog kopásidő-mutatója), amit mért fúrási adatból, iterációval számítunk és
— a μ súrlódási tényezőnél, amit kezdetben állandónak ($\mu=0{,}05$) veszünk.

A (7) és (13) egyenletekben szereplő β/σ és ξ paraméterek iterációs meghatározásának menete az alábbi:

A $\xi=1$ feltételezett értékkel kiszámítjuk egy változtatott fordulatszámmal lemélyített fúrómenet méterperceiből *(Pusz-1., Algyő-447.)* a β/σ értékeket. A fordulatszám-változások helyén — a két szomszédos méteren a kőzet β/σ értékét azonosnak feltételezve — meghatározzuk a ξ értékeket.

Az így kapott ξ értékek átlagával mint új ξ-vel a számítást újra el kell végezni, és ezt a műveletet addig folytatni, amíg a kívánt pontosság adódik ξ-re. Az eljárás gyorsan konvergál.

4.2.1. *A ξ kitevő értelmezése*

A ξ kitevő elsősorban — és a gyakorlat számára elfogadható pontossággal — csak az alkalmazott fúrótípustól függ. A (7) és (9) egyenletek szerint ugyanis a leválasztott kőzettérfogat a fognyomás-idő görbe alatti területtel egyenlő, amit a

$$V_e = f(t_f^{\xi}) \tag{17}$$

függvénnyel lehet közelíteni.

4.2.2. *A β/σ fúrhatósági együttható kőzetfizikai értelmezése és mérése*

A fúrásisebesség-egyenlet β/σ tagja a kőzet tulajdonságaitól és a fúrótípustól függő tényező.

β a kőzet fúrhatósága, amely a kőzet mechanikai tulajdonságaitól, a fúrótípustól és azok bonyolult együttesétől függ.

Meghatározásához ismerni kell a keménység, a koptatóképesség, illetve az elhasználódással szembeni ellenállás közti összefüggéseket. A kőzetfúrhatóságot emellett egy-egy fúrófajtára (jelen tanulmányban a DKG A0 és A1 típusú fúróira) érvényesen lehet csak tanulmányozni. Elvileg annyi kőzetfúrhatósággal kell számolni, amennyi eljárás van a kőzetek bontására (pl. vágás, hasítás, koptatás, aprítás stb. és ezek kombinációi). A kőzetek mechanikai tulajdonságai a mélység függvényében is változnak, így különbséget kell tennünk adott kőzet felszíni és mélységbeli fúrhatósága között. A képletben szereplő β a fúrás mélybeli viszonyainak megfelelő feszültségi állapotú kőzet fúrhatóságát jelenti.

Legtöbb esetben a kőzetszerkezet szétesését törés okozza. A törés a határfeszültség elérésekor következik be. Ezt az értéket a képlettag σ jelölése reprezentálja. σ értéke összetett. Tartalmazza a kőzet törőszilárdság-értékét és a kőzetszilárdítás mértékét. A kőzetszilárdítás mértéke az öblítés talpi dinamikus nyomásának és a rétegnyomás különbségének (Δp) függvénye. A kráterképződés a határterhelés elérésekor indul meg. Erre a határterhelésre a kőzetek — különösen a márgarétegek — rendkívül érzékenyek.

A fúrási rezsim optimalizálásához a fúrásisebesség-egyenlet β/σ tagját meg kell határozni, illetve adott területen a rétegsor kőzeteihez β/σ értékeket kell hozzárendelni.

Egyelőre az a gyakorlat követhető, ami szerint a kőzetfúrhatóság (β) és a mélységbeli határfeszültség hányadosa (β/σ) olyan tényező, amelynek értéke a méterpercekből a fúrássebesség-egyenlet segítségével visszaszámítható. Az így számított β/σ értékek a különböző mélységben elhelyezkedő kőzetek jellemző paramétereként, adott területre érvényesek, és egy soron következő új fúrás optimális fúrási paramétereinek tervezéséhez felhasználhatók. A β/σ értékek és a kőzetek kapcsolatának megadásához — és természetesen a tervezéshez — a rétegsorok osztályozhatók, a számítógépes műveletek elvégezhetőségéhez a rétegsorok kódolhatók. Így egy adott területen mélyítendő fúrás tervezésekor az előző fúrások rétegsora és méterpercei alapján osztályozva és kódolva az átfúrt rétegsort, a méterpercek alapján a kódszámokhoz konkrét β/σ értékek rendelhetők, amelyek a számítógépes optimalizációs program bemenő adataiként szerepelnek.

4.2.3. *Az abráziós tényező értelmezése és mérése kőzetmagokon*

A kőzet abráziós képessége a fúró felületének (fogainak) elhasználódását okozza a súrlódó erők munkájának hatására. Az érintkező felületek mindegyike koptatja a másik alkotóelemét, így a folyamat kölcsönös jellegű. A koptatás, az érintkező felületek roncsolódása nem csupán a koptatóképességtől függ, hanem az elhasználódással szembeni ellenállástól is.

Az abráziós tényező (η) nincs közvetlen kapcsolatban az elhasználódással, és nem mindenképpen a kőzet koptatóképessége a döntő tényező az elhasználódással szembeni ellenállás mechanizmusában.

Az abráziós tényező meghatározása a rotari fúrási módszer szempontjából jelentős, mindenekelőtt a fúrószerszám élettartama szempontjából, de a kőzettel érintkező fúrófog felületének változása kihat a fúrási sebesség változására, hiszen a $\frac{P}{F(t)}$ fajlagos terhelés a fúrási sebességgel egyenesen arányos. Az alapösszefüggésben, a kőzettel érintkező fúrófogfelület $F(t)$ képletében összevonható egy c, a fúrótípusra és kőzetre jellemző állandó:

$$c = 0{,}082 C_a^{\xi} C_b D^3 P^2 n^{2-\xi} \frac{\beta}{\sigma} \mu\eta,$$

ahol

$$C_a = \frac{60\,d}{DZ_{\text{át}}},$$

$$C_b = \frac{Z_{\ddot{o}}(1-s)}{15\pi Dd}.$$

A kőzetre jellemző képletrész β/σ tagjával tanulmányunkban részletesen foglalkozunk.

Az elhasználódással szembeni ellenállás tényezőjének μ értéke számításainkban irodalmi adatok alapján felvett érték. Kísérleti úton történő meghatározására még nem került sor, de ismeretes, hogy az elhasználódással szembeni ellenállás függ

— az alkotó szemcsék közötti kötéstől;
— a szerkezet szívósságától, azaz a kötőanyag szívósságától, vagy ha nincs kötőanyag, akkor magának a kőzetnek a szívósságától,
— a kőzet koptatásától saját magán.

Az η abráziós tényező értéke *Ignatiadi* által [2] javasolt módszer szerint számítható.

4.2.4. A fúrószerszámtól függő paraméterek

A (7)—(16) összefüggésekben számos olyan állandó szerepel, ami az alkalmazott görgős fúró geometriája (D, d, C stb.) vagy kinematikája (ξ, s) alapján mérhető, ill. számítható. Külön vizsgálatot lehetne végezni, hogy ezen paraméterek értéke — a konstrukciós szempontokon túlmenően — milyen mértékben befolyásolja a fúrás méterköltségét, ill. az optimális fúrómenet lemélyítéshez alkalmazandó paramétereket. Éppen az optimalizálási kísérletek során derült ui. ki *(En-9.)*, hogy a DKG A0 típusú fúrója általában kisebb fordulatszámon biztosít kisebb méterköltséget.

Külön célszerű tárgyalni a (3) összefüggésben szereplő korlátfüggvényeket. A pillanatnyi fogfelület nagysága határozza meg ugyanis, hogy egy további $(j-i)$ méter lefúrásával hosszabbodó fúrómenetre az összes költséget elosztva kisebb lesz-e a méterköltség, vagy a nagymérvű fogkopás már olyan lassú fúrást eredményez, hogy a méterköltség a kérdéses méter lefúrásával már emelkedik. Ugyanakkor a (14) összefüggéssel számított fogfelület nem minden esetben egyezett a kísérletek során a kiépített fúró mért fogfelületével, ezért az összefüggés további pontosításra szorul.

A (3) reláció másik korlátja a fúrógörgő-csapágyak élettartama, ami eleve meghatározhatja a fúrómenet hosszát. A csapágyak élettartama állandó terheléssel és fordulatszámmal lemélyített fúrómenetek esetében konstansnak vehető, bár az kis mértékben függ a mélységtől is, így jelentősége az optimumot biztosító mechanikai paraméterek meghatározásakor van.

A gördülőcsapágy élettartamát (L) a csapágyterhelés (P) függvényében az alábbi általánosan elfogadott és publikált (4) összefüggés határozza meg

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^k. \qquad (18)$$

A képletből nyert L összes körülfordulás (millió fordulat) és a fordulatszám meghatározza az aktív üzemeltetési időt.

A gördülőcsapágyakkal foglalkozó elméleti és gyártási szempontok megállapítják, hogy

1. a C állandó a csapágy méreteinek, a golyók vagy görgők anyagának függvénye, és azt egy-egy csapágytípusra esetenként határozzák meg;
2. a k csapágykitevő többek közt a görgők üzemeltetési körülményeitől függ, azt ugyancsak mérésekkel határozzák meg. Zárt kosárban futó hordógörgős, kent csapágyaknál pl. elérheti a 3,3—3,5 értéket. Közepes minőségű golyóscsapágyaknál értéke 2,8—3,2 között mozog. Az MGG szakemberei a fúrógörgők csapágyazásánál adódó viszonyokat figyelembe véve a kitevőt 1,2—1,9 értékűre becsülték

Olyan fúrómenetekkel, amelyek esetében a kiépítést biztosan a csapágy „elhasználódása" miatt kellett elvégezni, visszaszámítva C és k értékét, a k értéke 1—1,3 közt ingadozott. Eszerint a csapágyszakemberek kezdetben pesszimisztikusnak tűnő véleménye igaznak, sőt még optimistának bizonyult. A C értékeinek a fúrótípusonkénti változása mellett megállapítható, hogy az együttható számszerű értéke függ a mélységtől is.

A számítási programban a mélységtől való függés is szerepel, és a csapágyállandók a továbbiakban bemenő adatok (eddig a programban kaptak állandó értéket), annak érdekében, hogy további pontosítások után vagy speciális fúrási körülmények között ez esetenként legyen megadható.

4.3. Egy fúrómenet optimalizálása

Az előzőekben ismertetett sebességfüggvény és a korlátfüggvény alapján egy fúrómenet optimalizálása az (1)—(5) összefüggésekben leírt matematikai modellel és a következő algoritmussal végezhető el.

1. A mezőben korábban lemélyített fúrások fúróhaladása, a fúrásokból nyert magok fent leírt vizsgálata vagy geológiai vélemények alapján meg kell határozni (és gépi memóriában tárolni) a β/σ és az η egyes mélységekben feltételezett értékeit.
2. Tetszés szerint kiválasztott fúrási rendszert, azaz fúrótípust, terhelést és asztalfordulatot kell felvenni.
3. Méterenként rendre ki kell számítani az aktuális fúrási rendszerrel az adott mélységben levő β/σ és η értékkel a fúrási időt, a fogfelület pillanatnyi nagyságát, a csapágy-élettartamot és a fúrómenet kezdetétől az adott méterig történő fúrás esetén adódó méterköltséget, természetesen a mellékidők (ki-beépítés, fúrócsőtoldás) és a mellékköltségek figyelembevételével.
4. Tisztázni kell, hogy a fúrómenet kezdetétől eltelt idő nem nagyobb-e a csapágy-élettartamnál. Ha igen, a számítást a *6.* ponttól kell folytatni.
5. Meg kell vizsgálni, hogy az aktuális méter lefúrása esetén adódó méterköltség nem növekszik-e. Ha nem, a számítást a *3.* pontnál, ha igen, azt a *6.* pontnál kell folytatni.
6. Az aktuális terheléshez és fordulatszámhoz számított fúrómenethosszt és méterköltséget a számítógépben tárolva meg kell vizsgálni, hogy az a lehetséges minimum-e? Ha igen, a számítást a *7.* pontnál kell folytatni; ha nem, akkor a konjugált gradiens módszerével változtatni kell a fúrási rendszeren (fordulat, terhelés), és a számítást a *3.* pontnál kell folytatni.
7. A legolcsóbb fúrómenethez eljutva egy újabb fúrómenet számítását kell kezdeni az előző fúrómenet végétől — a számítást a *2.* pontnál folytatva — a talpmélységig.

4.4. Egy teljes lyukszakasz optimalizálása

Az egyes fúrómeterek optimalizált kiosztása esetén majdnem mindig úgy adódik, hogy a talp fölött közvetlenül egy tört fúrómenet fúrása szükséges, aminek méterköltsége igen kedvezőtlen, és ennek lefúrása, a hozzá tartozó ki- és beépítéssel megdrágítja a fúrást és elrontja az előző fúrómenetek költségcsökkentése érdekében végzett tevékenységünket.

Annak érdekében, hogy a szükséges és az optimális ki-beépítés mélysége egybeessék, a lyukszakasz korábbi fúrómeneteit az optimálisnál valamivel drágább métereket adó fúrási tényezőkkel kell mélyíteni. Tehát a korábbi fúrómenetek „elrontásával" (nem optimális rezsimmel) egy vagy több fölösleges ki-beépítés elkerülhető. A ki-beépítés megtakarított költsége jóval több, mint az „elrontott" tényezőkkel fúrt nem optimális fúrómenetek optimálishoz viszonyított többletköltsége.

Egy fúrómenetre számítva az optimálisnál rosszabb, de viszonylag kis többletköltséggel fúrható fúrómenet érhető el,

— ha nem az optimális mélységben építenek ki, és valamivel lassabban fúrnak;
— ha a fúróterhelés vagy a fordulatszám az optimálistól eltérő.

Mindkét „elrontás" azt okozza, hogy a fúrómenet hosszabb lesz. Abban az esetben, ha a kiépítést nem a fúrási sebességnek a fogfelület kopása miatt adódó csökkentése, hanem a csapágy-élettartam korlátja miatt kell megvalósítani, a fúrómenet „elrontása" különleges megfontolásokat igényel. Megengedhető a csapágyképlet által szabott szigorú élettartam-feltételek, ill. a képletbe beépített biztonsági tényező miatt a csapágy-élettartamnál 10%-kal nagyobb fúrási idő, ez azonban a globális optimalizálást bizonyos mértékben korlátozhatja.

5. Az optimális fúrási üzemmód megvalósított kísérletei

Az *En-9.* és *Pusz-6.* jelű fúrások előbb ismertetett matematikai modell alapján tervezett fúrási rendszerével nyert üzemi tapasztalatok igazolják, hogy a modell fizikai-műszaki alapjai és számítástechnikai felépítése alkalmas — megfelelő továbbfejlesztés esetén — a fúrási tevékenység gazdaságosságának fokozására.

A két üzemi kísérlet nemcsak a továbbfejlesztendő matematikai modell módosítására adott hasznos tapasztalatokat, hanem pl. az *En-9.* jelű fúrás mélyítése az üzem számára gyakorlati utasításul is szolgálhat.

Az optimális fúrási művelet számítógépes programja bemenő adatainak meghatározásakor figyelembe vett tényezők: a berendezés és a fúrószerszám műszaki adottságai és jellemzői, a berendezés és a lyukmélyítés költségei, a geoműszaki tervben szereplő rétegsor és a magfúrások helyei, a berendezés és az üzem szerszámellátottságából adódó korlátozás. Így a fúróterhelés 0—130 kN, a fúrófordulatszám 60—100/min határok közt mozoghatott.

Az *En-9.* jelű fúrás mélyítésének adatait a tervezettel összehasonlítva, az alábbiakat lehet megállapítani.

A tervezett paraméterek közül megvalósult az előírt fúrófordulatszám, a fúróterhelés és a fúrótípus.

Az első két magfúrásig a tervezett fúrómenethosszak is megvalósultak, míg később a geoműszaki tervben megjelölt magfúrási helyektől eltértek. Miután még nem volt meg a technikai feltétele annak, hogy egy nem tervezett magfúrás vagy műszaki baleset miatt „megzavart" optimalizálási programot a még hátralevő lyukszakasz fúrására késedelem nélkül újra lehessen számítani, ezért a lyukmélyítés sebessége (a fúrás naponkénti előrehaladása) 2030 m alatt kedvezőtlenül módosult.

A lyukmélyítés folyamán a rétegsorhoz megfelelően választott fúrótípus és a fúrótípushoz optimálisan választott fúróterhelés- és fúrófordulatszám-értékek betartása mind a $12^1/_4''$-es, mind a $8^1/_2''$-es lyukszakaszban az endrődi terület addigi legjobb fúrási sebességét eredményezte. Az *En-9.* tényleges fúrási sebessége a tervezettnél is jobb volt. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy további pontosításra és kiegészítésre szorul a kőzetmechanikai információszerzés. Elsősorban a felső- és alsópannon rétegsorok fúrhatóságára, abráziós tulajdonságaira kell további megbízhatóbb adatokat nyerni, különösen olyan területen, ahol a $12^1/_4''$-es szelvényben sem méterpercek, sem kőzetmagok nem állnak rendelkezésre.

A tervezettől eltért a fúrócsapágy állapotának megítélése is. Megvizsgálva a kiépített fúrókat, azok szinte kivétel nélkül újra felhasználhatók. Optimális fúrási rendszerrel a fúrófelhasználás 20—30%-kal csökkenthető, és természetesen ezzel párhuzamosan a lyukmélyítés sebessége is tovább nő.

A tervezettől eltért a fúrófogkopás megítélése is, olyannyira, hogy az optimalizálási alapképleteink közül az $F(t)$ függvénykapcsolatot (a fúrófog kopása az idő függvényében) is módosítani kell. Mégpedig úgy, hogy a fúrófogak kezdetben kihegyesednek, felületük csökken, később további kopás után tompulnak, felületük nő. A jelenséget leíró matematikai összefüggést természetesen a rétegek is befolyásolják.

Az *En-9.* fúrási adatait a megelőzően mélyítettekkel összehasonlítva megállapítható, hogy az *En-9.* fúrás két $12^1/_4''$-es fúróval érte el az 1300 m-es mélységet, míg a megelőző endrődi fúrások 3—4 fúrómenetet igényeltek. A mechanikai sebesség 900 m-ig (az első fúrómenet alatt) volt a legjobb, 900—1300 m között pedig az endrődi átlagos mechanikai sebességet érte el.

A $12^1/_4''$-es szelvény optimalizálásának eredménye, hogy kevesebb fúrómenettel lyukmélyítési időt s ezáltal lyukmélyítési költséget takarított meg. Ez a megtakarítás 50—60 eFt (50 Ft/m). A lyukszakaszra vonatkozó további kőzetmechanikai információk esetén a megtakarítás tovább növelhető.

A $8^1/_2''$-es szelvényben a régebbi endrődi kutakhoz hasonlítva az *En-9.* jelű fúrás tiszta fúrási sebessége a legjobb. (A $8^1/_2''$-es A0 fúrók tervezett terhelése 120—130 kN és fordulatszámuk 60/min volt.) Az 5,55 m/h mechanikaisebesség-átlag (1315—2410 m közt) a tervezettnek is 173%-a. A kapott eredmény indokolja az előzőekben leírt optimalizálási modell további pontosítására vonatkozó terveket.

A $8^1/_2''$-es szelvény a fúrási sebesség megítélése szempontjából két szakaszra bontható.

Az első az 1310—2030 m-es szakasz, ahol az optimális fúrási paraméterek (fúróterhelés, fúrófordulatszám, fúrótípus) és a tervezett fúrómenethosszak is megvalósultak. Az első két magfúrás a geoműszaki tervben megjelölt helyen volt Ezen a szakaszon az addigi legjobb tiszta fúrási sebesség mellett a lyukmélyítés sebessége is a legjobb volt. 2030 m-ben az *En-9.* jelű fúrásnak az *En-6.*, *En-2.*, *En-4.*, *En-5.*, *En-3.* jelű fúrásokhoz viszonyítva 0,4; 1,2; 3,1; 7,5; 9 napos előnye volt. Az első szakasz mélyítése a régebbi endrődi fúrások átlagához képest 180 eFt (250 Ft/m) megtakarítást eredményezett.

A második, 2030—2410 m közti szakaszon az optimális fúrási paraméterek (fúrófordulatszám, fúrótípus) megvalósultak, miáltal a legjobb volt a tiszta fúrási sebesség. Nem valósultak meg azonban a tervezett fúrómenethosszak; a geoműszaki tervtől eltérő helyen fúrt magok megnövelték a méterköltséget. Meg kell azonban jegyezni, hogy a hibát nem abban kell keresni, hogy a magvételi helyek a tervezettől eltértek — hiszen ilyen eset a gyakorlatban többször előfordul, még annak ellenére is, hogy a geológiai tervezés gondos —, hanem abban, hogy a technikai feltételek az optimalizálási program gyors módosítására még nem értek meg. A fentiek miatt 2300 m-ben (itt lehet átlagot számítani) az *En-9.* jelű fúrásnak az *En-2.*, *En-6.*, *En-5.*, *En-4.*, *En-3.* jelű fúrásokhoz viszonyítva 3,8; 0,6 nap hátránya és 5,6; 7; 7,3 napos előnye volt. Így 2300 m-ig a régebbi endrődi fúrások átlagához képest 93 eFt (100 ft/m) megtakarítást sikerült elérni.

Az *En-9.* jelű fúrás optimális rendszerének tervezéséhez hasonlóak voltak a *Pusz-6.* jelű fúrás paraméterei is.

Az optimális fúrási művelet számítógépes programja bemenő adatainak meghatározásakor figyelembe vett szempontok a geoműszaki tervben szereplő rétegsor, a berendezés és az üzem szerszámellátottságából adódó korlátozás (fúróterhelés 0—150 kN-ig, a fúrófordulatszám 60—100/min).

A *Pusz-6.* jelű fúrás tapasztalatai:

A $12^1/_4$″-es szelvényben a tervezett optimális paraméterek (fúrótípus, fúrófordulatszám, fúróterhelés, fúrómenethossz) megvalósultak. A tervezetthez képest az elért mechanikai sebesség 136%, a lyukmélyítés sebessége 92%.

A *Pusz-6.* jelű fúrás $12^1/_4$″-es szelvényét a régebben fúrt *Pusz-2.*, *3.*, *4.* és *5.* jelű kutak fúrási, illetve lyukmélyítési sebességeivel összehasonlítva: a *Pusz-6.* tiszta fúrási sebessége (18,5 m/h) azonos volt a régebbi fúrások tiszta fúrási sebességével, viszont a *Pusz-6.* jelű fúrás lyukmélyítési sebessége az átlagnál valamivel jobb, hiszen 1000 m-ben a *Pusz-5.* és a *Pusz-3.* jelű fúrásokhoz képest 0,6 és 1,6 nap hátrányban, a *Pusz-2.*, és a *Pusz-4.* fúrásokhoz képest 1,7; 0,8 előnyben volt. Így az átlaghoz képest minimális 0,3 nap (12 eFt; 12 Ft/m) a megtakarítás.

A $8^1/_2$″-es szelvényben a tervezett „optimális" paraméterek egy része: a fúrótípus, a fúró fordulatszáma és a fúróterhelés megvalósult, de a fúrómenethossz nem a tervezett szerint alakult. A fúrómenethosszak rövidebbek lettek. A fúrókat csapágykopás miatt kellett kiépíteni, annak ellenére, hogy a fúróterhelés és a fúrófordulatszám a szokásos értéknél kisebb volt. A rövidebb fúrómenethosszak miatt a lyukmélyítés sebessége, a kisebb terhelés és fordulatszám miatt a fúrási sebesség a régebbi fúrások átlagához képest romlott, ezért 1742 m-től a területen szokásos fúrási rendszerrel mélyítették tovább a fúrást.

A $8^1/_2$″-es szelvény fúrásának kedvezőtlen alakulása a rétegsor kőzetmechanikai paraméterei hibás megítélésnek tulajdonítható.

A két üzemi kísérletből az alábbi következtetések vonhatók le:

1. Tovább kell folytatni a kőzetmechanikai információszerzést, és azt az üzemi kísérletre kijelölt terület rétegsorához kell rendelni.
2. A rétegsorok kőzetmechanikai tulajdonságaihoz jobban kell illeszteni a fúró csapágy-élettartamát, fogfelületét és foghosszát számító matematikai képleteket.
3. A matematikai modell csak egy lehetőségi keret, ezért az üzemi kísérletre kijelölt terület konkrét körülményeivel (kútszerkezet, rétegsor stb.) üzemi adottságaival (berendezés, szerszámellátottság stb.) kell azt kiegészíteni. Hatékonyabb az eljárás, ha egy területen, esetleg időben egymást követő fúrások üzemi tapasztalatainak figyelembevételére van lehetőség.
4. Előfordult már a gyakorlatban (pl. az *En-9.* jelű fúrás 2030 m alatti szakaszában), hogy a geoműszaki tervtől eltérő rétegsor, magfúrási helyek vagy műszaki baleset (fúró-, fúrórúdtörés stb.) felszámolását követően a hátralevő lyukszakaszra újra meg kell állapítani az optimális rezsimet. Ez a késedelem nélküli, operatív beavatkozási lehetőség technikai és szervezési probléma.

6. A fúrási rendszer aktív paramétereinek optimalizálása során várható eredmények és azok szerepe az V. ötéves terv fúrási feladataiban

A 3328/73 MT, valamint az 5016/74 ATB határozatok alapján átlagértékben 350 000 m/a fúrási teljesítménnyel kell számolni a tervidőszak során 200 000 m/a kutató- és 150 000 m/a feltárófúrási méter megoszlásban.

Figyelembe véve a kutató- és feltárófúrások megoszlását, az átlagmélység várható növekedését, a kutatási területek számában várható emelkedő tendenciát, valamint az ezekből adódó technikai, technológiai problémák halmozódását, ugyanakkor az ezeket kompenzáló technikai, technológiai fejlesztési intézkedéseket, az MT-határozatban megállapított 11 100 m/ber/a teljesítményt 12 500 m/ber/a-re kell növelni a fajlagos költségek emelkedő tendenciájának mérséklése érdekében is.

A befejezett fúrások fajlagos költségei 1974-ben a következőképpen alakultak:

A teljes iparági fajlagos kutatófúrási költség	6189,44 Ft/m,
a feltárófúrási pedig	3545,77 Ft/m

volt.

Mélységkategóriákra bontva a fajlagos költséget:

sekély kutatófúrás fajlagos költsége	4092 Ft/m,
sekély feltárófúrás fajlagos költsége	3120 Ft/m,
középmély kutatófúrás fajlagos költsége	4916 Ft/m,
középmély feltárófúrás fajlagos költsége	3099 Ft/m,

míg a mélyfúrás kutatófúrási fajlagos költsége 9041 Ft/m.

A külföldi szakirodalom tanúsága szerint a fúrási költségek számottevő csökkenése érhető el a fúrási folyamatok optimalizálásával. A költségek csökkenése a 30%-ot is elérheti, de általában 10% körül mozog.

A kisebb kapacitású fúróberendezéseknél csupán a matematikai modellezéssel is jó eredményt lehet elérni. A nagyobb teljesítményű és ennélfogva nagyobb napi költséggel dolgozó fúróberendezésekhez a fúrás optimalizálására már gazdaságosan alkalmazhatók a komplett fúrásellenőrző műszeregységek. Ezeknek az egységeknek az ára 200—300 ezer $ között változik. A használatukkal kapcsolatos költség- és időmegtakarítás szintén irodalmi adatok alapján az alábbiak szerint becsülhető:

A) Az idővel arányos berendezésköltségeknél
  1. Optimális talpnyomással végzett fúrások esetében az előrehaladási sebesség növekedésével a megtakarítás 5%.
  2. A görgős fúrók teljesen kihasználhatók; a csapágykopásra vonatkozó pontos becslés alapján, valamint kutanként 1 görgőmentési művelet elkerülésével a megtakarítás 2%.

B) Csökken a barit és az iszapjavító anyagok felhasználása; megtakarítás 2%.

C) Kutanként elhagyható egy pórusnyomási és geológiai korrelációs lyukszelvényezés; megtakarítás 5%.

Egy 5000 m-es kutatófúrás jelenlegi költségigénye 150—170 MFt, és ez az összeg az V. ötéves tervidőszakban az egyre emelkedő anyagárak miatt csak növekedni fog. A fúrásellenőrző egység használatával és a folyamatok optimalizálásával az ilyen jellegű fúrások költsége kb. 25 MFt-tal csökkenthető. Természetesen a lefúrási idő is rövidíthető mintegy 10%-kal, ami 30—40 napot tesz ki.

Az V. ötéves terv során 8—10 nagymélységű fúrás lemélyítését feltételezve, az így elérhető megtakarítás mintegy 250 MFt; ezenkívül a fúrási idő vonatkozásában is 300—400 napnyi időnyereség várható.

JELÖLÉSEK

A	a kőzetbontás munkája	J
c	kopási tényező	
C	korrigált csapágyállandó	kN
C_0	csapágyállandó	kN
C_a C_b	a fúrótól függő tényező	
d	fúrógörgő-átmérő	mm
D	fúróátmérő	mm
$F(t)$	változó fúrófogfelület	m²
F_0	új fúró fogfelülete	m²
F_{kl}	a legfelső fúrómenet ki-beépítési költsége	Ft
F_{ki}	az i-edik fúrómenet ki-beépítési költsége	Ft
$f(\Omega_v)$	sebességfüggvény	
$f(\Omega_k)$	korlátfüggvény	
$f(\Omega_{él})$	éltartamfüggvény	
$f(\Omega_{cs})$	csapágyfüggvény	
F	a fúrás méterköltsége	Ft/m
Δh	a fúrómenet megnövelt hossza	m
$h_{össz}$	a fúrt lyukszakasz hossza	m
h	a fúrómenet hossza	m
i	a szelvényben levő fúrómenet száma	
i_f	a másodpercenkénti fogfelütések száma	l/s
l	a fogak átlagos hossza	mm
L	csapágy-élettartam	h
k	csapágy-élettartam kitevője	
M_f	a fúróellenállás nyomatéka	Nm
n	asztalfordulat	l/min
P	fúróterhelés	kN
p_h	a kőzetre a fogon át ható nyomás	kN/m²
s	a fogak csúszási mutatója	
T	egy fúrómenet fúrási ideje	s
t	változó idő	s
t_f	a fog és a kőzet egymásra hatásának ideje	s
v	a fúrás sebessége (változó)	m/s
V_e	egy fúrófog által kimunkált kőzettérfogat	m³
$V_{acél}(t)$	a fogkopás térfogata	m³
$Z_ö$	a fúró összes fogainak száma	
$Z_{át}$	egy fogkoszorúra eső átlagos fogszám	
$Z_é$	az érintkező fogak száma	
β	fúrhatósági mutató	m³/s
γ	a fúrófog csúcsszöge	fok
η	abráziós tényező	1/J
μ	fogsúrlódási tényező	
σ	a kőzet szilárdsága	kN/m²
ξ	fordulatszám-kitevő	
α	terheléskitevő	
ψ	egy fogérintkezés alatti elfordulás	rad
Ω_v, Ω_k, $\Omega_{él}$, Ω_{csap}	paraméterhalmazok	
Ω_{Fi}	a költségparaméter-halmaz i-edik eleme	
Ω_{vi}	a sebességparaméter-halmaz i-edik eleme	

IRODALOM

[1] *Budó Á.:* Műszaki mechanika. Tankönyvkiadó, 1951.

[2] *Ignatiadi, A. I.—Bikuta, V. K.:* O haraktere iznosza vooruzsenija dolota vo vremeni. Izv. VUZ Neft' i Gaz *3* (1971).

[3] *Hingl J.—Tóth B.:* Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei. Földtani Kutatás *1—2* (1973).

[4] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, 1968.

[5] *Csaba J.—Fülöp M.:* Mélyfúrások optimalizálása. OGIL évi jelentések, 1973, 1974.

[6] *Tóth B.—Csaba J.—Fülöp M.:* Mélyfúrások aktív paraméterei optimalizálásának kőzetfizikai megfontolásai. Földtani Kutatás *1* (1975).

Peremi víznyomásos földgáztelepek, objektumok és gáztárolók numerikus modellezésének módszere

PÁPAY JÓZSEF —
SURÁNYI ANDOR

A szerzők egyfázisú, kétdimenziós numerikus modellt alkalmaznak peremi víznyomásos földgáztelep modellezésére úgy, hogy a telepbe beáramlott víz mennyiségét van Everdingen—Hurst módszerével számítják, és feltételezik, hogy a mindenkori víz-gáz határ vízszintes.

A kidolgozott módszernek olyan, példával illusztrált alkalmazását ismertetik, amellyel két különböző hidrodinamikai rendszerű, peremi víznyomásos gáztelep lemővelése egy kúthálózattal történik úgy, hogy a telepek valamennyi kútban össze vannak nyitva.

A szénhidrogén-bányászatban a numerikus eljárásokat műszaki feladatok megoldására már 1952-ben és 53-ban alkalmazták. *Aronofsky, Jenkins* és *Bruce, Peaceman, Rachford* [2] lineáris és radiális rendszerben tranziens gázáramlást modelleztek.

Fél évtizeddel később *Douglas, Peaceman* és *Rachford* [7] kétdimenziós, kétfázisú modellel vizsgálták az összenyomhatatlan fluidumok áramlását. E munkát tekintik általában a digitális rezervoárszimuláció kezdetének. Az 1960-as évek közepén a több dimenziós és több fázisú szimulációt már kiterjedten alkalmazzák a szénhidrogéntelepekben lejátszódó folyamatok vizsgálatára.

Hazánkban e terület első publikációi az 1960-as évek végén jelentek meg [1, 11], és a 70-es évek elejére gazdaságosan alkalmazható háromfázisú, több dimenziós eljárásokat dolgoztak ki, és széleskörűen alkalmazzák ezeket a szénhidrogéntelepek művelésének tervezésére. Ennek ellenére, sőt ezen modellek használata során szerzett tapasztalatok alapján — ami egyébként az irodalomban közölt véleményekkel megegyezik [5] — bizonyos esetekben ajánlatosabb ún. célmodelleket kidolgozni és alkalmazni (*Coats* [5]). A célmodell kedvezőbb lehet a vizsgált folyamat leírása és különösen a szimulációs munka költsége szempontjából. Egy-, két- és háromfázisú esetben a relatív számítógépi idő egy időlépésre vonatkoztatva 1:3:10. Ehhez hozzászámítva, hogy egyfázisú esetben az időlépés is nagyobb lehet, így azonos termelési időszak kimerüléses (egyfázisú) gáztelep esetében kb. hússzor rövidebb idő alatt modellezhető, mint egy víznyomásos (kétfázisú).

Olyan speciális feladatok esetén, mint pl. az optimális kúthelyek meghatározása — amikor valamennyi lefúrandó kútra időlépcsőnként külön-külön számítást kell végezni — a számítógépi idő megtöbbszöröződik. Pl. 10 lefúrandó kút és 20 lehetséges kúthely esetén 15-ször nagyobb a számítógépi időigény ahhoz képest, mintha az új kutak helyét előre kijelölnék. E feladat kétfázisú modellel csak költségesen oldható meg.

A fentiek igazolják azon törekvéseket, hogy speciális esetekben módosított egyfázisú modellel közelítsenek kétfázisú eseteket.

Ilyen eljárás gyakorlati alkalmazását közli *Givens* [10], amikor is egy talpvíznyomásos tárolóba beáramló víz mennyiségét *van Everdingen—Hurst* módszerével számítják és az egyes rácselemek között az elemnyomások figyelembevételével osztják szét.

Fields egy gáz-csapadék tároló művelésének tervezését ismerteti a [10]-ben közölt módszerhez hasonló alapelven.

A tanulmányunkban ismertetett megoldás a [8—10]-től annyiban tér el, hogy a tároló peremi víznyomású és feltételezzük, hogy a fázishatár mindig vízszintes.

A modell ismertetése

A vízszintes víz-gáz fázishatár feltételezésének helyessége az esetek többségében a termelési múlt alapján eldönthető. Termelési múlttal még nem rendelkező földgáztelepeknél a geológiai viszonyok ismerete és *Dietz* formulája nyújthat segítséget. *Dietz* analitikus összefüggést dolgozott ki azon kritikus megcsapolási ütem meghatározására, amelynél a fázishatár helyzete még vízszintesnek tekinthető. A formulában a független változók: a telepdőlés, a megcsapolási ütem, a permeabilitás, az áramló fluidumok fajsúlya és viszkozitása. Az összefüggés érvényességét *Coats* és *Richardson* numerikus modellel végzett számításokkal igazolta [3].

A porózus közegbeli kétdimenziós gázáramlást *Quon* és *Dranchuk* [12] által közölt módon írjuk le. Az ADEP-differenciaegyenlet az $(n, n+{}^1/_2)$ intervallum ${}^1/_2\Delta t$ időlépésére a következő:

$$2(\phi S_g h)_{i,j}\left[\frac{\frac{p^{n+1/2}}{2}-\left(\frac{p}{z}\right)^n}{\Delta t}\right]_{i,j}\frac{M\Delta x\,\Delta y}{RT}=$$

$$=(k_g h)_{i-1/2,j}\left(\frac{p}{\mu z}\right)^n_{i-1/2,j}[p^{n+1/2}_{i-1,j}-p^{n+1/2}_{i,j}]\frac{M\Delta y}{RT\Delta x}+$$

$$+(k_g h)_{i+1/2,j}\left(\frac{p}{\mu z}\right)^n_{i+1/2,j}(p^n_{i+1,j}-p^{n+1/2}_{i,j})\frac{M\Delta y}{RT\Delta x}+$$

$$+(k_g h)_{i+1/2,j}\left(\frac{p}{\mu z}\right)^n_{i,j-1/2}(p^n_{i+1,j}-p^{n+1/2}_{i,j})\frac{M\Delta x}{RT\Delta y}+$$

$$+(k_g h)_{i,j+1/2}\left(\frac{p}{\mu z}\right)^n_{i,j+1/2}(p^n_{i,j+1}-p^{n+1/2}_{i,j})\frac{M\Delta x}{RT\Delta y}+$$

$$+Q^{n+1/2}_g G(\alpha_1)-Q^n_w G(\alpha_2).$$

A fenti összefüggés a [12]-ben ismertetettől annyiban tér el, hogy a beáramlott víz mennyiségét, az egyenlőség jobb oldalán feltüntetett Q_w segítségével figyelembe vettük. Az $(n+{}^1/_2,\ n+1)$ időintervallumra vonatkozó

egyenlet a Q_w tagot leszámítva az [1] és a [12]-ben megtalálható. A Q_w tag értékét a következő módon számítjuk: *van Everdingen* és *Hurst* módszerével a külső gáz-víz határ függvényében meghatározzuk a telepbe áramlott víz (w) kumulatív mennyiségét. E vízmennyiség $\frac{w}{S_g - S_{gm}}$ pórustérfogatot áraszt el. A pórustérfogat kumulatív eloszlása a kezdeti víz-gáz határtól számított magasság függvényében ismert, így meghatározható a pillanatnyi víz-gáz határ magassága, valamint a rácselemek szabad (gázos) h magassága. A víz-gáz határ alatt visszamaradó gáz hatását a további nyomásváltozásra elhanyagoljuk. Q_w elemenkénti értéke az $n-1$ és n időpontok között a víz-gáz határ magasságának változásából számítható, és ezt használjuk fel az $(n, n+1)$ időintervallum nyomásváltozásának meghatározásához.

A differenciaegyenlet-rendszer megoldásához szükséges kezdeti és peremfeltételeket, valamint az egyenletrendszer megoldási módját a [1] tartalmazza, ezért ennek ismertetésétől eltekintünk.

A kidolgozott eljárással a következő feladatok oldhatók meg.

a) Rögzített kúthelyek (ezek időben változhatnak) és adott gáztermelés esetén a nyomás és a víztelítettség alakulásának számítása. A gáztermelés kutakra külön-külön, de az egész telepre is megadható. Az utóbbi esetben az össztermelést a kutak kapacitásegyenletei alapján osztjuk szét.

b) Optimalizációs program. Ennek a programnak segítségével a kutak optimális fúrási sorrendje és az optimális helye számítható. Adott termelés esetén meg kell adni a termelés megindításához szükséges minimális kútszámot és kúthelyet. A termelés előrehaladtával a program a lehetséges kúthelyek között válogat, és azt a kutat választja ki, amelynek segítségével a termelés a leghosszabb ideig folytatható anélkül, hogy a megengedett depressziót elérnénk.

c) Föld alatti gáztároló modellezése előírt besajtolás és kúttelepítés esetén.

d) Gáztermelő objektum modellezése. Két összenyitott, egy kúthálózatú objektum szimulálása az *a)* pontban leírt feltételek mellett.

e) Optimalizálás gáztermelő objektum esetén. Két összenyitott, egy kúthálózatú objektum szimulálása a *b)* pontban leírt feltételek mellett.

A számítógépes program input adatai a változatoktól függően az alábbiak:

— hk- és $h\phi$-eloszlás;
— telepvastagság-eloszlás;
— a tároló talpának geodetikus magassága egy síkhoz viszonyítva, elemenként;
— a litológiai változékonysági (homokossági) tényező;
— az átlagos peremnyomás függvényében a telepbe, illetve a telepből beáramló, ill. kiáramló víz mennyisége;
— tapadóvíz-telítettség;
— maradék gáztelítettség az elárasztott zónában;
— a kutak kapacitásegyenlete;
— a termelés (besajtolás) időben változó üteme;
— a kezdő kútszám és a kutak koordinátái;
— a kútállomány, kútkoordinátákkal;
— a kútkiképzés módja (melyik kút termel egy telepből vagy mindkettőből stb.).

A számítógépi program output adatai a változatoktól függően az alábbiak:

— a nyomás- és a telítettségeloszlás;
— a telep átlagos dinamikus nyomása;
— az egyik telepből a másikba átfejtődött gáz mennyisége;
— a kutak elvizesedésének időpontja;
— a telep, illetve a telepek és a kutak termelése;
— a kutak termelésbe állításának sorrendje.

A szimulációs modell alkalmazása

A számítógépi programot az ismertetett valamennyi változatra alkalmaztuk. Ezek közül a műszaki szempontból legérdekesebbet, a gáztermelő objektumra elvégzett számítások eredményeit közöljük. Gáztermelő objektumon értjük a kutakban összenyitott 2 vagy több gáztelepet.

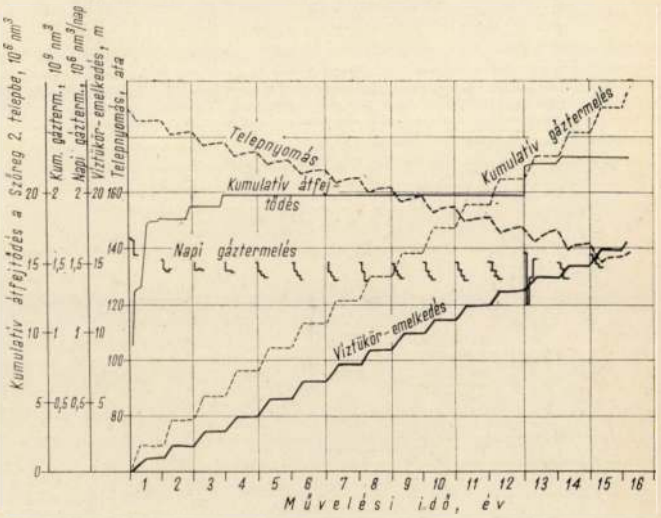
A numerikus szimulációt a Szeged 2., Szőreg 2. telepekből álló termelési objektumra végeztük. Az objektum feladata, hogy téli időszakban 4 hónap alatt $200 \cdot 10^6$ nm³ gáz kitermelését biztosítsa. A gáztermelés maximális üteme $4 \cdot 10^6$ nm³/nap. Az objektumra 14 kút készül úgy, hogy minden kút mindkét telepből termel.

A telepek jellemző, átlagos paramétereit az alábbi táblázatban közöljük:

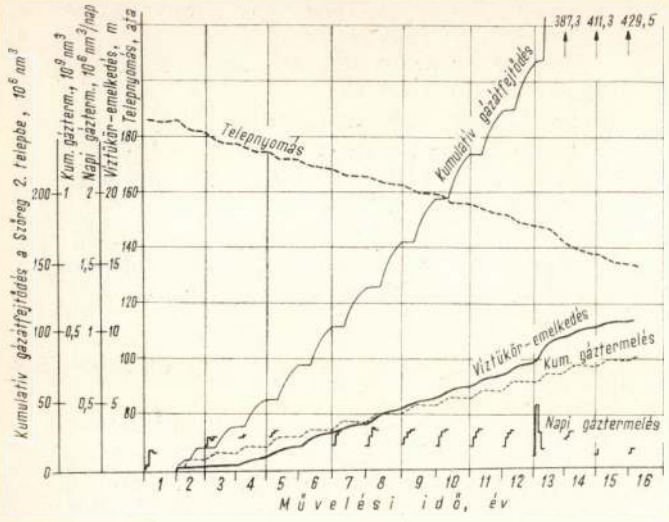
		Szeged 2.	*Szőreg 2.*
Kezdeti földtani készlet	10^6 nm³	5011	1625
Kezdeti rétegnyomás	ata	191,5	184
Réteghőmérséklet	C°	94,6	91,4
Átlagos porozitás	%	26,6	24,0
Átlagos permeabilitás	mD	134	108
A vízkontúrsugár és a telepsugár aránya		5	5

Számításainkat két változatra végeztük el.

a) Adott hozam és kúthely esetén a nyomás és telítettség számítása. (Telítettség alatt értjük az elemben levő vízszintmagasság és az elemmagasság hányadosát.)



1. ábra
A Szeged 2. telep termelési paramétereinek alakulása a művelési idő függvényében



2. ábra
A Szőreg 2. telep termelési paramétereinek alakulása a művelési idő függvényében

b) Adott hozam esetén az objektum optimális kútkoordinátáinak számítása, a nyomás és a telítettségeloszlás meghatározása.

Vizsgáljuk részletesebben a két változatot.

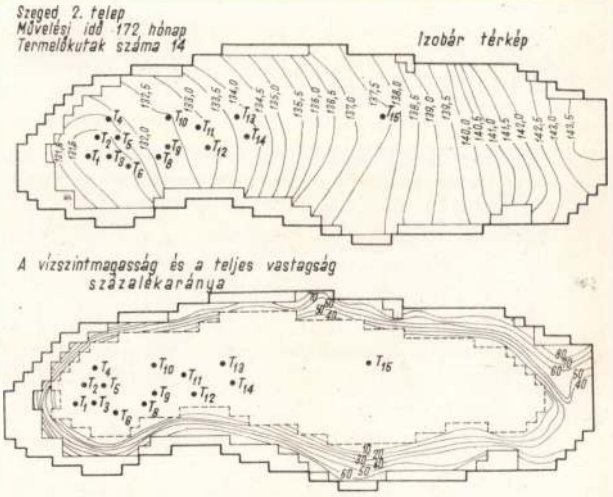
a) Az objektum művelési tervének elkészítésekor a tanulmányban bemutatott számítógépi program még nem volt birtokunkban, ezért a szimulációs program elkészülte után célszerűnek látszott az, hogy a kijelölt kútkoordináták és adott termelés mellett ellenőrző számításokat végezzünk.

A számítások eredményét az ábrák szemléltetik. Az *1.* és *2. ábrán* feltüntettük az átlagos telepnyomást, a napi és a kumulatív gáztermelést, a víztükör-emelkedést a művelési idő függvényében. A számítási eredményekből megállapítható, hogy egy adott termelési időszakban egy-egy telepből termelt gáz mennyisége, az objektumra vonatkozó állandó termelési ütem elénére, változó. A *3.* és *4. ábra* a telepek nyomáseloszlását, valamint elvizesedését mutatja be.

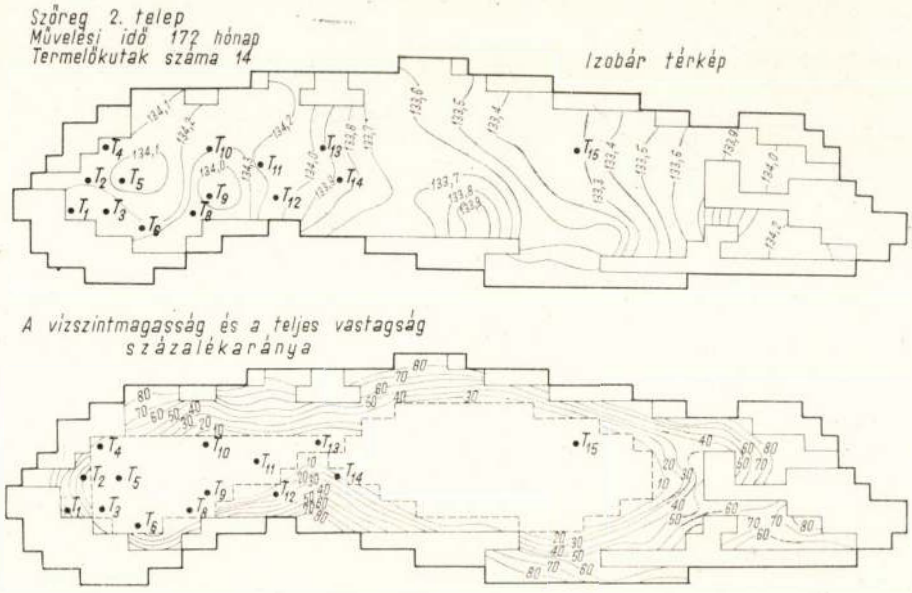
A telepek között, a termelési szünetben gázátfejtődés van. Ez azt jelenti, hogy a Szeged 2. telep rétegnyomása a termelési szünetben nő, míg a Szőreg 2. telep rétegnyomása csökken.

A gázátfejtődés kétirányú: egyidejűleg a Szeged 2-ből a Szőreg 2-be történik átfejtődés és megfordítva. A számítások szerint az is megállapítható, hogy alapvetően a Szőreg 2-ből történik átfejtődés a Szeged 2. telepbe. A kétirányú átfejtődés oka a következő. A telepek megcsapolása túlnyomóan a jobb kifejlődésű É-i részen történik, ami É—D-i irányban jelentős gázáramlást okoz, ennek pedig a jelentős értékű nyomásgradiens az eredménye. A Szőreg 2. telep nyomásgradiensének értéke kisebb, mint Szeged 2. telepé. Ennek eredménye az, hogy az objektum D-i részén a Szeged 2. telepből történik átfejtődés, míg az É-i részén fordított irányban.

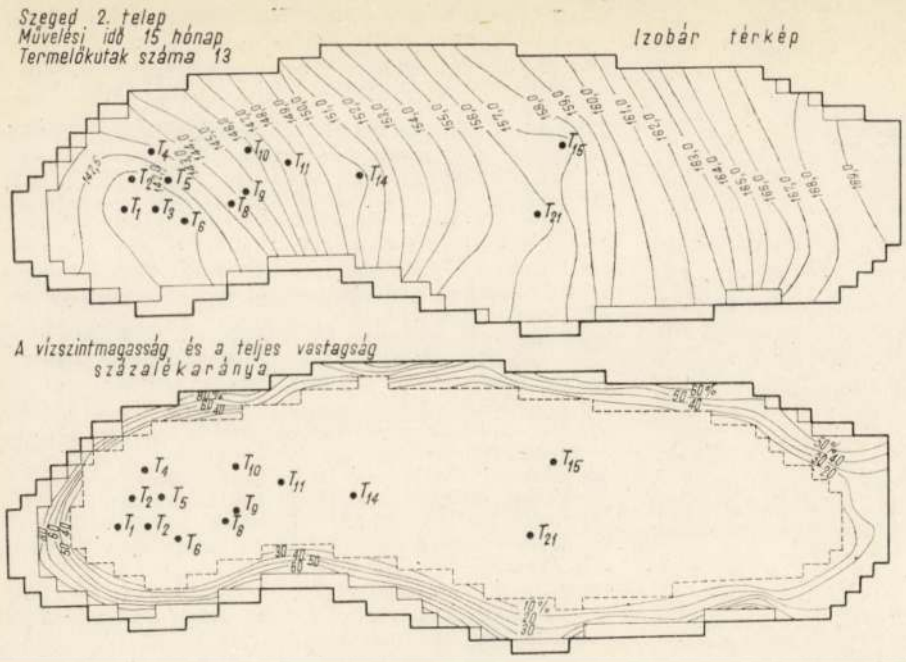
A számított eredményekből az is megállapítható, hogy a Szőreg 2. telep letermelése alapvetően úgy történik, hogy a termelési szünet alatt a gáz nagy része



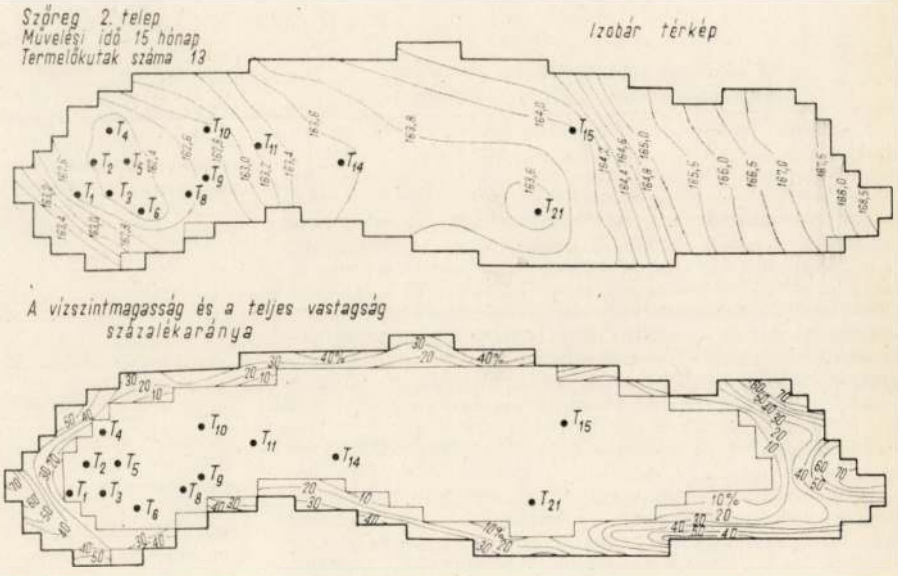
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

átfejtődik a Szeged 2. telepbe, ahonnan azt a termelési ciklus alatt kitermeljük.

A folyamat rövid ismertetéséből is látható, hogy a különböző hidrodinamikai rendszerek összenyitása csak rendkívül indokolt esetben célszerű. Az összenyitást csak azon időszak után javasolható végrehajtani, miután megbízhatóan megállapítottuk a teleprezsimet, a kezdeti földtani készletet stb. Abban az esetben, ha a telepek összenyitása a művelés kezdetén történik, akkor a jellemző telepparaméterek megállapítása meglehetősen bonyolult, ha egyáltalán lehetséges.

b) Az *a)* pontban már beszéltünk arról, hogy a kúthelyek kijelöléséhez nem volt lehetőség az optimalizációs számítások elvégzésére, ezért a szimulációs program elkészítése után ellenőriztük azt, hogy a számított és a kijelölt kúthelyek között van-e jelentős eltérés. A kezdő kútszám 7 volt, a program ezen felül 16 kút közül válogathatta a termelés biztosításához szükséges kutak helyét a termelési idő függvényében.

Az *5.* és *6. ábra* abban az időpontban mutatja a nyomás- és telítettségeloszlást, amikor a termelés biztosításához már 13 kút szükséges. A *3.* és *5. ábra* összehasonlításából látható, hogy a kutak helyét a művelési terv alapvetően jól jelölte ki. Egyben az is megállapítható, hogy a tanulmányban ismertetett modell alkalmazása nélkül az optimális kútkijelölés szinte lehetetlen.

JELÖLÉSEK

ϕ	porozitás
k_g	a gázra vonatkozó effektív áteresztőképesség
μ	a gáz viszkozitása
z	eltérési tényező
h	rétegvastagság
S_g	gáztelítettség

p nyomás
x, y a rácspontok távolsága a koordináta-rendszer különböző irányaiban
t időlépcső
n az időpontra vonatkozó index
M modelltulajdonság
R egyetemes gázállandó
T telephőmérséklet
$G(\alpha_1)$, ill. $G(\alpha_2)$ *Dirac*-féle függvény, amelynek értéke α_1, ill. α_2-nél 1, egyebütt zérus. A α_1 jelenti a termelőkutak helyét, α_2 pedig azokat az elemeket, ahol adott időpontban a víz-gáz fázishatár van
Q_g időben és térben változó gáztermelés
Q_w az adott elemben az adott időszakban beáramlott víz mennyisége

IRODALOM

[1] *Augusztin J.—Surányi A.:* Gáztelepek nyomáseloszlásának számítása. Kőolaj és Földgáz 261—6 (1969).
[2] *Bruce, G. H.—Peaceman, D. W.—Rachford, H. H.—Rice, S. D.:* Calculation of unsteady-state gas flow through porous media. Trans. AIME 1953. 79—92.
[3] *Coats, K. H.—Richardson, S. G.:* Calculation of water displacement by gas in development of aquifer storage. Soc. Pet. Eng. J. 105—12 (1967).
[4] *Coats, K. H.:* An approach to locating new wells in heterogeneous gas producing fields. J. Pet. Tech. 1391—8 (1969).
[5] *Coats, K. H.:* An analysis for simulating reservoir performance under pressure maintenance by gas and/or water injection. Soc. Pet. Eng. J. 331—40 (1968).
[6] *Doleschall S.* és tsai: Szénhidrogén-tárolók áteresztőképesség-eloszlásának meghatározása hidrodinamikai számítással. Kőolaj- és Földgáz 282—4 (1970).
[7] *Douglas, S.—Peaceman, D. W.—Rachford, H. H.:* A method for calculating multi-dimensional immiscible displacement. Trans. AIME 1959. 297—308.
[8] *Field, M. B.—Givens, J. W.—Paxman, D. S.:* Kaybob South — reservoir simulation of a gas cycling project with bottom water drive. J. Pet. Tech. 481—92 (1970).
[9] *Field, M. B.—Patterson, J. K.—Wytrychowski, I. M.:* Numerical simulation of Kaybob South gas cycling projects. SPE 2939 1970.
[10] *Givens, S. W.:* A practical two-dimensional model for dry gas with bottom water drive. J. Pet. Tech. 1229—33 (1968).
[11] *Heinemann Z.:* Szénhidrogéntelepek művelésének kétdimenziós modellezése elektronikus számítógéppel. Kőolaj és Földgáz 365—70 (1968).
[12] *Quon, D.—Dranchuk, P. M.:* stb.: Application of the alternating direction explicit procedure to two-dimensional natural gas reservoirs. Soc. Pet. Eng. J. 137—42 (1966).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Nyomástartó készülékek belső vizsgálata száloptikás üregvizsgáló berendezéssel

A külföldi irodalom az elmúlt években kezdett foglalkozni a száloptikás vizsgálóval és annak az iparban történő bevezetésével. Jelenleg az Egyesült Államok, az NSZK és Japán foglalkozik száloptikás vizsgálógyártásával. Az OLAJTERV, a BKG és a MOM szakemberei — többszöri konzultáció után — olyan száloptikás vizsgáló berendezés kidolgozására és bevezetésére tettek javaslatot, mely figyelembe veszi a kőolaj- és gázipari, ill. vegyipari készülékek szempontjait is.

E vizsgálóberendezéssel nemcsak megbízhatóbbá és könnyebbé tehetjük a készülékek belső szerkezeti vizsgálatát, hanem lényegesen csökkenthetjük a baleseti veszélyt (mivel a vizsgálat készüléken kívül történik), a vizsgálónyílások számát és méretét, s így lényegesen csökkent a nagynyomású készülékek ára, ill. jelentős anyag- és időmegtakarítást érhetünk el. A vizsgáló- és búvónyílások alkalmazásának előírásait az MSZ 13 883 sz. szabvány írja elő. A szabvány tartalmazza a készülékre tervezendő vizsgáló-, illetve buvónyílások méreteit, formáját, elhelyezési helyét, darabszámát. A búvónyílások, ill. kezelőnyílások igen nagy súlyt képviselnek a készüléken, és ezekkel a készülékek ára is erősen megemelkedik. Tájékoztatásul megemlítjük, hogy a BKG-ban NÁ 125, NNY 100-att-s komplett kezelőnyílás súlya 31 kp és ára kb. 1860 Ft, a komplett NÁ 400, NNY 100 att-s búvónyílás súlya kb. 520 kp, és ára kb. 21 100 Ft. Saválló készülék esetében ezen árak kb. 9,5-szeresre emelkednek.

A száloptikás vizsgáló alkalmazásának bevezetésével jelentkező megtakarítási lehetőségekre jellemző lehet, hogy a BKG éves viszonylatban mintegy 80—85 db készüléket gyárt, de az iparágunk részére a DKV, a KVG, BVG, Láng, VSZV stb. vállalatok is gyártanak készülékeket.

Meg kell még említenünk a gazdasági előnyökön túlmenően a biztonságtechnikai előnyt is. Minden nagyobb méretű csonk a membránfeszültségi állapot megbontását okozza, ezért a méretezés bizonytalansággal, az esetleges alul- vagy túlméretezés egyaránt káros következményekkel jár.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1975. évi számaiban folytatásban megjelent a nyomástartó edények robbantási kísérleteinek eredménye; ezen túlmenően egyéb irodalmi adatok is egyértelműen a csonkok veszélyességére utalnak. Szinte valamennyi nyomástartó edény meghibásodása csonkok és hasonló feszültséggyűjtő helyek varrathibáiból indul ki. Ezeknek a csonkvarratoknak a hibamentessége megbízható módszerrel nem ellenőrizhető. Ezért a lehető legkisebb méretű és lehetőleg minél kevesebb csonkot célszerű alkalmazni.

A vizsgáló gégecső készülékbe történő bevezetéséhez fekvő elrendezésű készüléknél max. NÁ 100, függőleges elrendezésűeknél NÁ 40-es vizsgálónyílás elegendő. A vizsgálóberendezéshez fényképezőgép csatlakoztatható.

Az előbbiekből kitűnik, hogy e vizsgálóberendezés gyors elterjedése igen nagy jelentőségű lenne gazdasági és biztonságtechnikai szempontból is, mert ezáltal a búvó- és vizsgálónyílások számát és méretét jelentős mértékben csökkenteni lehet, és ezen túlmenően a vizsgálatot megbízhatóvá és — a baleseti szempontokat is figyelembe véve — biztonságossá teszi.

Turkovich György
főosztályvezető
(OLAJTERV, Budapest)

*

Szigetelő közdarabot fejleszt a GOV és a VKI

A Gáz- és Olajszállító Vállalat (GOV) műszaki fejlesztési megbízása alapján a Villamosipari Kutató Intézet (VKI) kutatói közössége új, katódvédelmi szigetelő közdarab kifejlesztésén dolgozik. A fejlesztés importkiváltást tesz lehetővé a korábbi hazai szigetelőkarimák hibáinak kiküszöbölésével.

A fejlesztett szigetelő közdarabot négy újdonság jellemzi.

A gyártás során a karimákat fél méter hosszú csődarabbal összehegesztve szerelik, így a gyártási telephelyen készre szerelve nyomáspróbázhatók, műbizonylatolhatók és a helyszínen csődarabként hegeszthetők be.

A szegcsavarok elválasztó szigetelőhüvelyét aprított üvegszállal töltött műgyanta alapanyagból melegen préselik. Az alapanyagot a Nitrokémia Vállalat balatonfűzfői gyártelepén készítik. A mintadarabok szilárdsági és szigetelési tulajdonságai megfelelőek.

A karimák elválasztására a VKI által korábban kifejlesztett „Epoband" villamos szigetelő bandázsszalagot formára tekercselve és melegen térhálósítva készül az elválasztó gyűrű. A gyűrű központos vezetését a karimán és az elválasztógyűrűn kiképzett váll biztosítja. Az „Epoband" szalag hosszú üvegszálakból készült, műgyantatartalma 20—25 s%. Az elkészült mintadarabon végzett vizsgálatok eredményei megfelelőek. A gáztömörséget a beszerelt vékony klingerit lemez biztosítja.

Az összeszerelt és nyomáspróbázott karimapár csavarzatát a bonthatatlanság érdekében elasztikus anyaggal öntik ki, amely most már a közdarab korrózióvédelmét is ellátja.

A szigetelő közdarab részletes ismertetésére a vizsgálati eredmények és a hatósági engedélyek birtokában visszatérünk.

Farkas István
okl. villamosmérnök
(GOV, Siófok)

Hegesztett csőkötések korróziójának vizsgálata

ROMVÁRI PÁL —
BÉRES LAJOS

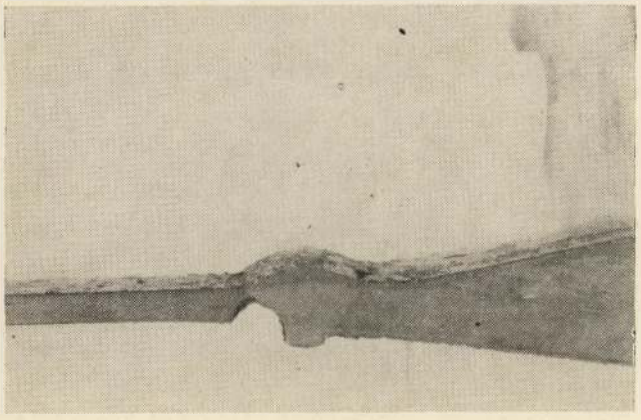
A csővezetékek korróziós szempontból fokozottabban veszélyes részei a varratok hőhatásövezetei. A szállított anyag összetételétől függően kialakuló oldási potenciálkülönbség annál nagyobb, minél nagyobb az összetételbeli különbség a varrat és a csőanyag között. A korróziós szempontok figyelembevételével az alapanyaghoz helyesen megválasztott elektród alkalmazásával a korróziós veszély jelentősen csökkenthető.

Bevezetés

Az elmúlt időszakban két jellegzetes, ritkán előforduló tönkremenetel okát kellett meghatároznunk. Mindkettő kútkörzetekhez tartozó csövek körvarratain keletkezett, azoknak az áramlási iránnyal egyező oldalán.

Az *1. ábrán* látható hegesztett kötés egy 160 att nyomással termelő szanki gázkút termelőfúvókája után következett, s a karimát kötötte össze a csővezetékkel. Az áramló gáz hőmérséklete 70 C° körüli, nyomása a fúvóka előtt 131—138 att, a fúvóka után pedig 102—108 att volt. A gázhozam 11 000 m³/h; a kötés — ismételt szünetekkel — összesen mintegy 9 hónapon át üzemelt. A cső külső átmérője 108 mm, falvastagsága 8 mm.

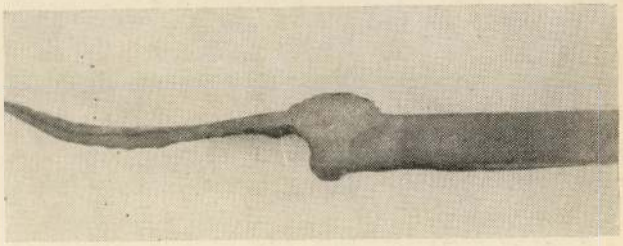
A *2. ábrán* látható hegesztett csőkötés az NKFV algyői üzemegységéből került a Mechanikai Technológiai Tanszékre vizsgálat céljából [1]. A kötés szintén gázkút termelőfúvókáját követte, és a karimához közvetlenül hozzáhegesztett kb. fél méter hosszúságú csődarabot kötötte össze a kútvezetékkel. A csőben áramló gáz-gazolin-víz keverék hőmérséklete itt is 70 C° volt, az üzemi nyomás pedig 120 att. A cső külső átmérője 85 mm, falvastagsága 6 mm.



1. ábra
Cső és karima között létesített, az igénybevétel közben tönkrement kötés képe

Az elvégzett vizsgálatok

A tönkremenetel okának meghatározásához vegyelemzést, mikro- és makrovizsgálatot, valamint keménységméréseket végeztünk.

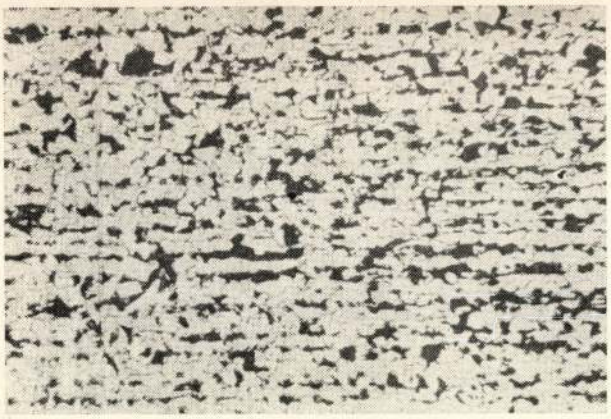


2. ábra
Kútvezetékből kivágott, tönkrement csőkötés

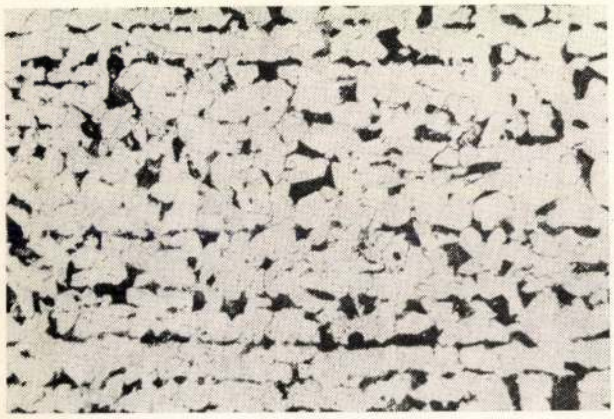
1. táblázat

A vizsgált acélok összetétele súlyszázalékban

Megnevezés	Összetétel súlyszázalékban					Megjegyzés
	C	Mn	Si	P	S	
1. ábra						
Karima	0,20	1,00—1,45	0,25—0,60	0,45	0,045	Anyag: KL 7
Varrat	0,08—0,12	0,40—0,65	0,10—0,20	0,030—0,50	0,020—0,040	Elektród: ER 1
Cső	0,18	1,45	0,41	0,024	0,030	Anyag: A 52 K
2. ábra						
Ép cső	0,16	1,02	0,28	0,014	0,028	Anyag: A 45 K
Elvékonyodott cső	0,17	1,41	0,34	0,017	0,030	Anyag: A 52 K
Varrat	0,08—0,12	0,40—0,65	0,10—0,20	0,030—0,050	0,020—0,040	Elektród: ER 1
Javasolt elektródok	0,08—0,12 Kb. 0,15	0,90—1,30 Kb. 0,90	0,30—0,55 Kb. 0,15	0,030—0,040	0,020—0,035	EB 1 FOX CEL 85



3. ábra
A 2. ábrán bemutatott elvékonyodott cső szövetszerkezete (N=200 X; marószer: 2%-os HNO_3)



4. ábra
A 2. ábrán bemutatott ép cső szövetszerkezete (N=200 X; marószer: 2%-os HNO_3)

A *vegyelemzés* eredményét az *1. táblázat* tartalmazza. Figyelemre méltó, hogy mindkét esetben az A 52 K minőségű csőanyag vékonyodott el nagymértékben, s a cső anyagánál lágyabb varrat alig fogyott.

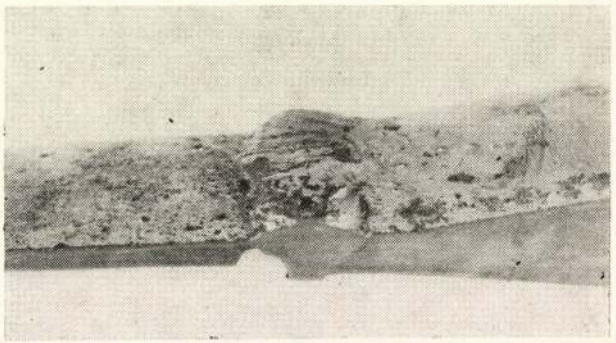
A *mikroszkópos vizsgálatok* tanúsága szerint mind a kovácsolt karima, mind pedig a csövek összehegesztett anyaga normalizált [2]. Normalizált a *2. ábrán* bemutatott kötéshez felhasznált mindkét csődarab is, és jól látszik a nagymértékben elvékonyodott cső finomabb szemcsézete *(3. ábra)* az ép cső durvább szemcsézetéhez *(4. ábra)* képest.

A *makroszkópos vizsgálatok* alkalmával mindkét kötés külső része épnek látszott, a hiba kívülről nem volt felfedezhető *(5. és 6. ábra)*. A csövek belső felületén azonban még a varrat másik oldalán fekvő, épnek látszó cső, ill. karima anyagán is határozottan felismerhető a kezdődő korrózió, és a varratok „szakáll" részein a kopás nyoma megtalálható.

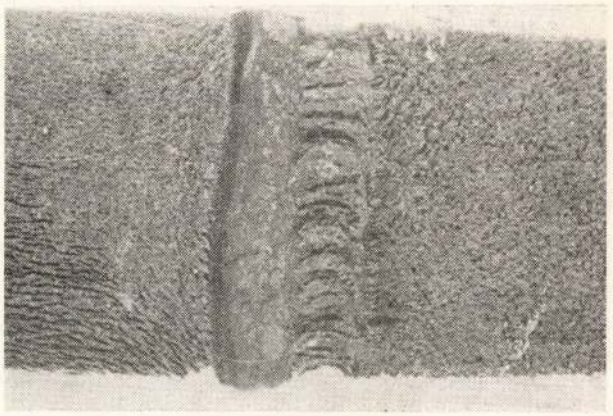
A *keménységvizsgálat* szerint mindkét kötés varrata 170—180 HV keménységű volt. Mindkét tönkrement, elvékonyodott és azonos összetételű csőanyag keménysége egyformán 220—240 HV-re adódott; a karimán hasonló, az A 45 K minőségű csövön pedig 190—210 HV keménységet mértünk.

Következtetések és javaslatok

Az összehegesztett alapanyagok kémiai összetétele egymástól és a varrat anyagától erősen eltérő. A Fémtani Tanszék véleménye szerint fennáll a lehetősége annak, hogy korrodeáló közeggel érintkezve az oldási potenciálkülönbségek hatására korróziós folyamat indul meg [2]. Ez a potenciálkülönbség az összetétel különbségének függvénye, és a varrat, valamint az A 52 K minőségű cső között nagyobb, mint a másik oldalon. Ennek megfelelően a korrózió is erősebben jelentkezik a varratnak az A 52 K minőségű csővel érintkező oldalán.

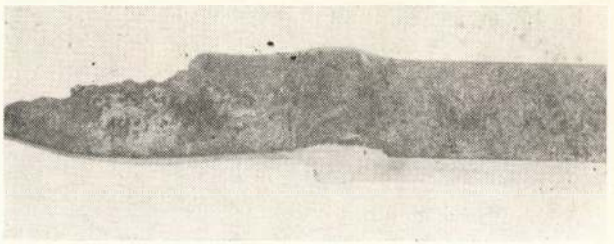


a)

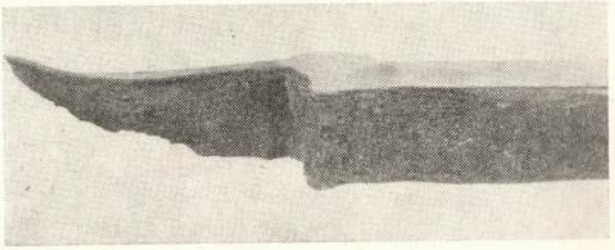


b)

5. ábra
Az 1. ábrán látható varrat a) külső és b) belső felülete

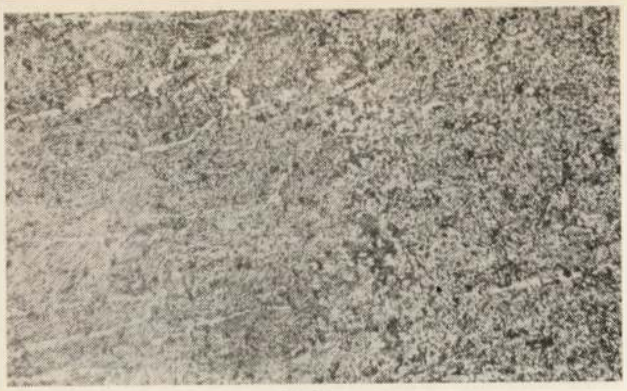


a)



b)

6. ábra
A 2. ábrán látható varrat a) külső és b) belső felülete



7. ábra
Varrat-alapanyag átmenet helye (N = 50 X; marószer: 2%-os HNO_3)

A korrózió elsődleges hatását igazolja az a tény, hogy a lágyabb varratok teljesen épen maradtak, és csak a cső anyaga oldódott.

A korrózió sebességét ezen az oldalon az is fokozza, hogy a nagyobb Mn-tartalom miatt a hőhatásövezet keménysége is valamivel nagyobb, mint a másik oldalon, s hogy a varrat-alapanyag átmeneti helyén *(7. ábra)* ezért nagyobbak a visszamaradó belső feszültségek is.

A korrózió tehát a varrat mindkét oldalán megindul, de a nagyobb szilárdságú cső felőli részen erősebben. Ez egyben mindkét csőkötésen a varratnak az áramlási iránnyal egyező oldala, ahol a felvételeken jól látható átcsurgás, „szakállképződés" következtében a lamináris áramlás a cső belső felületének közvetlen közelében turbulenssé válik. Ez az áramlás önmagában is erősen igénybe veszi a varrattal szomszédos részeket. A kútból kiáramló gáz vagy folyadék azonban mindig ragad magával hordalékot, amely éppen ezen a kritikus helyen erős koptató hatásával az anyag fogyásához nagymértékben hozzájárul.

A hegesztett kötések tönkremenetelét tehát a korrózió és az erózió együttesen okozta. A hegesztett kötés kialakításakor a különböző minőségű acélfajták kapcsolata elkerülhetetlen.

Az elvégzett vizsgálatok tanúsága szerint azonban a tönkremenetel sebességét az alábbi javaslatok alapján jelentősen csökkenteni lehetne:

1. Az oldódási potenciálkülönbségek legkisebb értéken való tartása céljából az összehegesztésre kerülő acélfajták minőségét lehetőleg azonosra kell választani, s az elektródfelhasználáskor is ezt kell szem előtt tartani. A vizsgált kötéseknél az ER 1 elektróddal készített varrat kémiai összetétele lényegesen különbözik az alapanyagétól, különösképpen annak mangán- és szilíciumtartalma kisebb. Hasonló feladatokra célszerűbbnek látszik — hazai elektródjaink közül — az EB 1 jelű alkalmazása, amely csak karbontartalmában különbözik az alapanyag összetételétől. Kedvező hegesztési tulajdonságai alapján e célra ajánlható még a csővezetékek építéséhez használatos cellulóz bevonatú elektródok közül a *Böhler* cég FOX CEL 85 (E8010) jelű elektródja is.

Ezeknek az elektródoknak a hegesztési varrata egyébként még negatív hőmérsékleteken is jóval szívósabb, mint az ER 1 elektróddal készített varraté; melegrepedésre is kevésbé hajlamosak. Varratképzés tekintetében azonban ezekkel az elektródokkal valamivel nehezebb dolgozni, kissé nagyobb figyelmet és gyakorlatot kívánnak.

2. Az eróziós hatás csökkentése érdekében a szakállképződés, az átcsorgás mértéke a lehető legkisebb legyen, de a gyökhiba nem engedhető meg. E feltétel teljesítése önmagában véve is megfelelő tapasztalattal, szakértelemmel rendelkező hegesztőt igényel, különösebb terhet számára tehát nem jelenthet az EB 1 vagy a FOX CEL 85 elektród használata sem.

A bemutatott példák felhívják a figyelmet a kutak körzetében főleg az áramlási iránnyal egyező oldalon elhelyezkedő varratok fokozott megfigyelésének szükségességére.

A falvastagság csökkenésének ellenőrzésére az ultrahangos falvastagságmérő műszerek széles választéka áll rendelkezésre, alkalmazásukkal nagy értékű termelőberendezések tönkremenetelét és jelentős termeléskiesést lehetne megelőzni.

IRODALOM

[1] A Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékének zárójelentése. Miskolc, 1975. Összeállította dr. *Komócsin Mihály*.

[2] *Sólyom J.—Káldor M.:* Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata. Kőolaj és Földgáz 7 216—8 (1976).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Az eddiginél nagyobb nyomású elosztóvezeték a KÖGÁZ-nál

Az ésszerű takarékosság egy fejlettebb formája, a gazdálkodás gondolata indította el a nagykanizsai Közép-dunántúli Gázszolgáltató és Szerelő Vállalatnál azt a törekvést, hogy a gázszolgáltató vállalatoknál eddig rendszeresített 1 att üzemnyomású gázelosztó vezetékek helyett — a szabvány adta lehetőségeken belül — az elosztóvezetékeket 3 att üzemnyomásúra építsük.

A IV. ötéves terv időszaka alatt a már gázzal ellátott területeken belül 75 km vezetéket építettünk meg. Ebből új területekre (Balatonföldvár, Barcs) 10 km esik, így az ebből adódó acélcső-megtakarítás a fölemelt nyomás miatt eddig 265 tonna. A további, újonnan bekapcsolandó településeken is ezt a rendszert kívánjuk alkalmazni, amely szintén hasonló vagy még nagyobb acélcső-megtakarítást jelent.

Ehhez a gyakorlathoz még annyit fűzünk hozzá, hogy a meglevő településeken belül is az egyes városok, illetve városrészek gázhálózatát ezentúl 3 att-sal kívánjuk üzemeltetni a nagyobb szállítóképesség miatt.

A fentiekhez ki kellett alakítanunk a hazai nyomásszabályozógyártást is. Jelenleg a KÖGÁZ 1500-as körzeti nyomásszabályozók üzemelnek.

Tartós üzemi próba alatt van a KÖGÁZ 1500/6/0,03 típusú körzeti nyomásszabályozó, valamint a KÖGÁZ 1500/6/1 és a KÖGÁZ 3000/6/1 típusú nyomásszabályozó; az utóbbiak gázfogadó állomásonként alkalmazhatók.

Prototípusként gyártják már a KÖGÁZ 100/6/1, 100/6/0,03 és a KÖGÁZ 200/6/1 típusú nyomásszabályozókat.

Foglalkozunk a KÖGÁZ 10/3/0,03 típusú egyedi vagy házi nyomásszabályozó kialakításával is.

A jelzéseknél az első szám a m^3/órát, a második szám a bemenőnyomást, a harmadik pedig a nyomásszabályozó kimenőnyomását jelenti att-ban.

Kiss László
műszaki igazgatóhelyettes

Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata

SÓLYOM JENŐ — KÁLDOR MIHÁLY

Cső-csőkarima hegesztett kötésénél fellépő jellegzetes korróziós jelenség okainak kivizsgálására a korrodeált hely környezetében részletes szövetvizsgálatot végeztek. A vizsgálat szerint a cső és a varrat erősebben különböző összetétele következtében a hegesztés hőhatásövezetében — különböző potenciálú szövetelemek és jelentős belső feszültségek jelenléte miatt — korrózióra erősen érzékeny szövetviszonyok alakulnak ki.

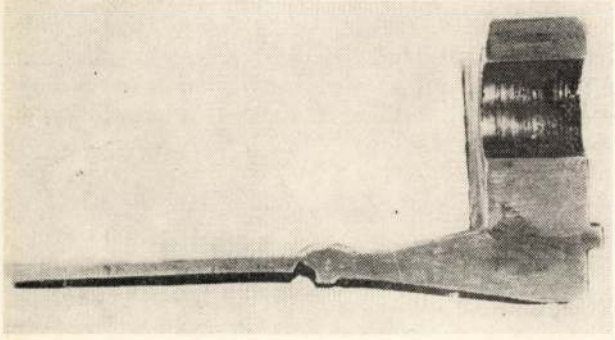
Az előző közleményben ismertetett, s egy algyői gázkút termelőfúvókája közelében a csőkarimát a csővezetékkel összekötő hegesztett kötésen a korrodeált hely környezetéből kivágott darabon elvégzett metallográfiai vizsgálat segítségével igyekeztünk magyarázatot adni arra a tényre, amely szerint feltételezhetően nagyon gyors korróziós folyamat ment végbe a kötés cső felé eső oldalán, ugyanakkor a karima felé eső oldalon csak nagyon enyhe károsodás volt észlelhető *(1. ábra)*.

A vizsgálatokat a varrat környezetének részletes, mikroszkópi szövetvizsgálatával végeztük.

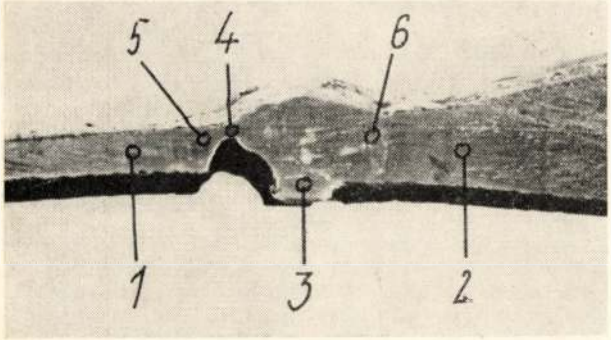
A szövetet a következő helyeken vizsgáltuk meg: a cső és a karima anyagán a hegesztés hőhatásövezetén túl; a hegesztési varraton először és a hegesztés végén felvitt rétegekben; a varrat és a cső, illetve a karima anyagának találkozásánál, végül a cső anyagának a hegesztés hőhatásövezetébe eső átmeneti részén.

A cső, illetve a karima eredeti állapotára vonatkozó metallográfiai vizsgálat szerint a cső — a varrattól távolabb, tehát ott, ahol a hegesztés hőhatása már nem okozott változást a szövetben — nagyobb (a szövetelemek mennyiségének becslése alapján kb. 0,35%) karbontartalmú, valószínűleg normalizált állapotú acélból, a karima pedig jóval kevesebb (kb. 0,15%) karbont tartalmazó acélból készülhetett *(2. és 3. ábra)*.

A varratról készített szövetkép tanúsága szerint annak anyaga szintén kis karbontartalmú acél, közelítőleg a karima anyagához hasonló lehet. Ezt a varratról készült szövetképek közül azon lehet jól észre-

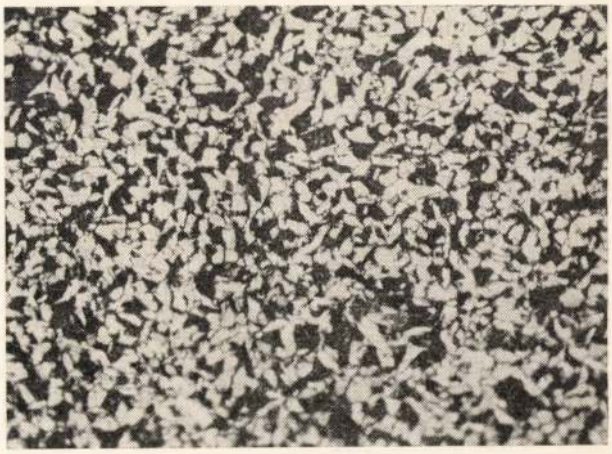


a)

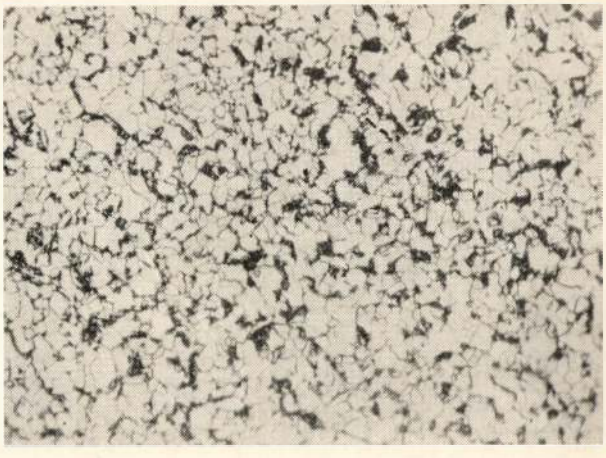


b)

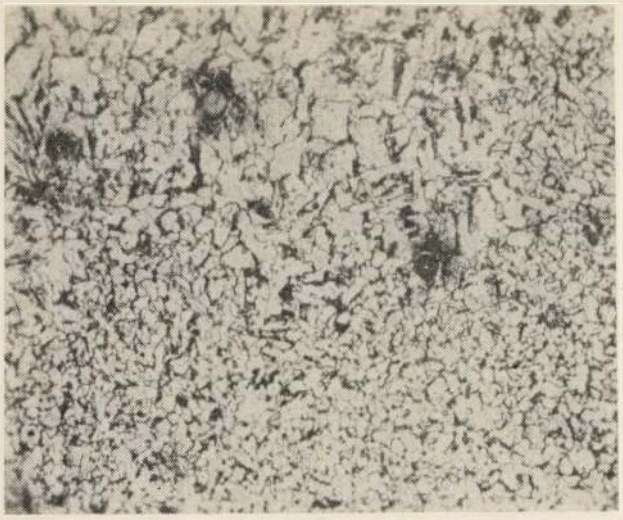
1. ábra
a) a megvizsgált, jellegzetesen korrodeált darab kb. felére kicsinyítve
b) a vizsgált rész kinagyított képe



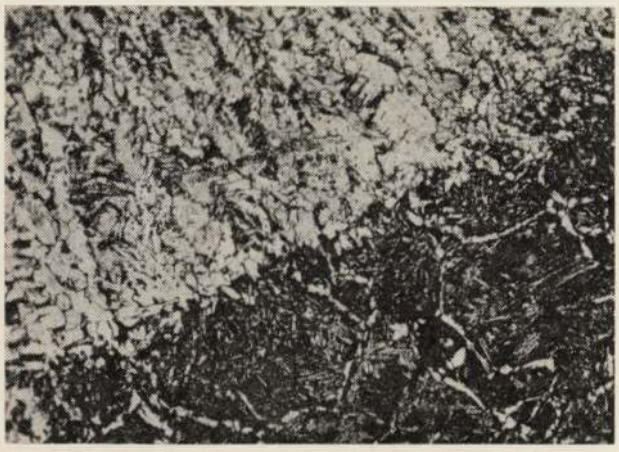
2. ábra
A hengerelt cső eredeti, normalizált szövete (az 1.b) ábra 1 pontja) N: 200X



3. ábra
A kovácsolt karima eredeti, normalizált szövete (az 1.b) ábra 2 pontja) N: 200X



4. ábra
A hegesztési varrat először felvitt rétegének szövete (az 1.b) ábra 3 pontja) N:200 X



5. ábra
A varrat-cső találkozás szövete (az 1.b) ábra 4 pontja) N:200 X

venni, amely olyan varratrész szövetét is mutatja, ami már nem közvetlenül öntött állapotú, hanem — a varrat először felvitt rétege lévén — az utána következő réteg felvitelekor az A_3 hőmérséklet fölé hevült, austenitesedett, s a lehűléskor kialakult szekunder szövete jól összevethető a karima anyagának valószínűleg normalizált állapotú szövetével *(4. ábra)*.

A varrat és a cső találkozásnál *(5. ábra)* a varrat szövete jellegzetesen öntött, irányítottsággal kristályosodó kis karbontartalmú acél szövete.

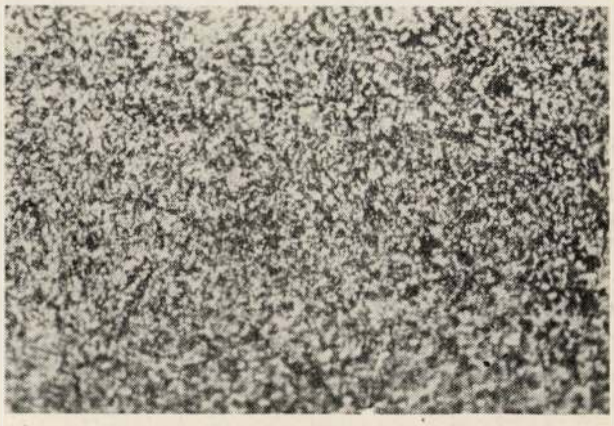
A cső anyagának a szövete jellegzetesen alakult. A hegesztés előtt elég finom szemcsézetű, kb. 40% perlitet, azonkívül ferritet tartalmazó szövet a varrat közvetlen közelében a hegesztéskor nagyon erősen felmelegedett, s benne nagyon durva austenit alakult ki. A hegesztés után ez — a környező hideg acélanyag hőelvonó hatására — gyorsan hűlt, ekkor jóval kevesebb ferritet, több perlitet, sőt bainitet és egész kevés martensitet is tartalmazó szövet alakult ki. A létrejött lehűlési sebesség tehát ennek a nagy szemnagyságú austenitnek a számára az alsó kritikus lehűlési sebességnél nagyobbnak bizonyult.

A varrattól távolodva az eredeti csőanyag austenitesedett ugyan, de mind kisebb hőmérsékletre hevülve, egyre finomodó szemnagyságúvá. Kb. 2 mm-re a varrattól az éppen csak austenitesedett anyag a lehűlés után olyan finom szemnagyságú ferrit+perlites lett, ami lényegesen finomabb a cső eredeti normalizált állapotú szöveténél. A finomodó austenit-szemnagyság következtében — a gyorsabb hűtés ellenére is — a kialakuló szövet egyre inkább megközelíti az egyensúlyi ferrit+perlit állapotot *(6. ábra)*.

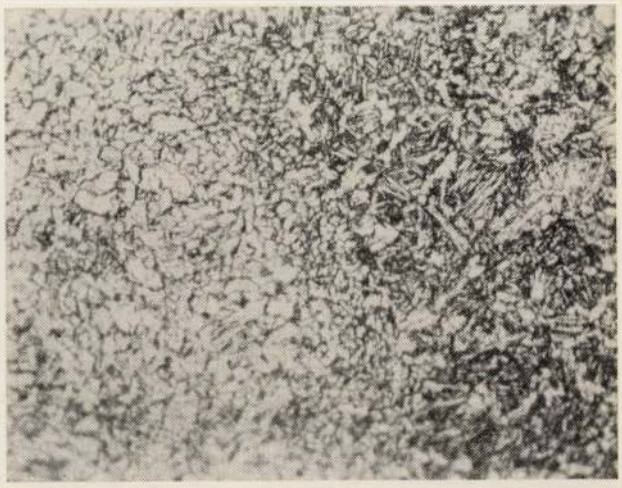
A varrat és a karima találkozásánál *(7. ábra)* az előzőekben leírt folyamatok szintén végbementek, de mivel a karima anyaga jóval kisebb karbontartalmú, a nagy austenit-szemnagyságból kialakult szövete sem lesz olyan nagyon eltérő a varrat anyagának szövetétől, mint a cső esetében. Itt is durva austenitből kialakult szövetet: Widmannstätten elrendezésű ferritet és perlitet látunk, de a ferrit-perlit arány s az egész szövetelrendeződés mégsem különbözik annyira a varrat szövetétől, mint a cső varrat menti rétegeiben levő.

Az előzőeket figyelembe véve magyarázatot tudunk adni arra, hogy miért jelentkezett jóval erősebb korrózió a hegesztési varrat-cső átmenet helyén, mint a varrat-karima átmenetnél:

1. A korrodeáló közeggel egyidejűleg, kémiai összetételét tekintve, erősen különböző két anyag érintke-



6. ábra
A cső szövete a varrat közelében a hegesztés hatására finom austenites állapotból hűlve (az 1.b) ábra 5 pontja) N:200 X.



7. ábra
A varrat-karima találkozás szövete (az 1.b) ábra 6 pontja) N:200 X

zett, azaz az oldási potenciálok különbsége a varrat-cső átmenetnél nagyobb volt.

2. A kémiai össztétel kívül nagyon eltérő volt a varrat-cső átmenetnél az érintkező anyagok szövete. A varrattal érintkező cső anyagában jelenlevő többféle szövetelem, ezzel együtt több fázis (martensit!) jelenléte a helyi elemek képződésének jóval kedvezőbb feltételeket nyújtva elősegítette az oldódást.

3. Az érintkezési felületek és közvetlen környezetük a varrat-cső oldalon sokkal erősebben terheltek feszültségekkel, mint a varrat-karima oldalon. A lehűlés során a különböző összetételű anyagrészek különböző mértékű zsugorodása miatt kialakuló feszültség annál erősebb, minél különbözőbb anyagokról van szó. Ebben az esetben ehhez még az is hozzájárul, hogy a cső varratközeli anyagában a ferrit+perlit szövetelemek mellett még bainit és martensit is megjelent, s az ezek képződésével együttjáró viszonylag erős térfogatváltozás már kis hőmérsékleten következett be, mikor az anyagok szilárdsága már nagy, s az ennek révén kialakuló feszültség képlékeny alakváltozással nem tudott kiegyenlítődni.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Káliumos iszap alkalmazása a kiskunhalasi kutatási területen

Az öblítőiszapokkal kapcsolatos kutatások egyik legújabb eredménye a káliumtartalmú iszapok kidolgozása és bevezetése. Ennek az iszaptípusnak vannak az eddig ismert vizes közegű iszapok közül a legjobb inhibitáló tulajdonságai. Inhibitáló hatása — a K-ion agyagokkal szembeni speciális viselkedése miatt — megközelíti az olajos közegű iszapokét, hőstabilitása azonban kisebb (kb. 200—205 C°). A szakirodalomban több cikk is beszámol ezen iszaptipus eredményes alkalmazásáról.

Az OGIL-ban folyó kutatómunka eredményeként 1975-ben sikerült ezt az iszaptípust kizárólag hazai, ill. szocialista országokból beszerezhető adalék anyagokból előállítani. Az eredményes laboratóriumi vizsgálatok után az első üzemi alkalmazásra a *KihaNy-1.* jelű fúrás 6″-es szakaszában 1975. december 18. és 1976. január 11 között került sor.

A káliumos iszap legfontosabb komponense a kálium-humát. Ezt az anyagot az üzemi kísérletnél egy nagy huminsavtartalmú hazai barnaszénőrleményből a helyszínen készítettük el. A szénőrlemény a huminsav mellett természetesen sok — az iszapkészítés szempontjából inertnek számító — ballasztanyagot is tartalmaz. Ezt a felhasználásra kerülő K-humát-oldatból el kell távolítani. E többletművelet ellenére az iszap elkészítése a vártnál egyszerűbben és gyorsabban megvalósítható volt. A szénőrlemény felhasználása (az ebből készített oldat ülepítése, majd a tartályokból az üledék eltávolítása) a gyakorlatban nem jelentett különösebb problémát. Megállapítottuk, hogy elegendő az iszapkészítéshez szükséges oldattérfogatnak csak egy részét ülepíteni. Ezzel az iszapkészítés ideje jelentősen rövidíthető, ugyanakkor a bekerülő ballasztanyag zavaró hatása az iszaptulajdonságokban nem jelentkezik. Az iszap további javításához, kondícionálásához szükséges K-humát-oldatnak szénőrleményből történő elkészítése — mivel a berendezésnek megfelelő tartálykapacitása volt — szintén minden különösebb nehézség nélkül megoldható volt. A tartályokból kikerülő K-tartalmú üledék a környezetre nem veszélyes. Az iszapkészítés tapasztalatai alapján megállapítható, hogy olyan fúrásoknál, ahol a szükséges iszap térfogata nem több, mint 140 m³ a K-humát szénőrleményből történő elkészítése nem okoz számottevő időveszteséget. Ugyanakkor a szénőrlemény és a tiszta K-humát közötti árkülönbözetet is figyelembe véve feltétlenül gazdaságos. Nagyobb iszaptérfogatok esetén a készítés és karbantartás szénőrleményei — viszonylagos időigényessége miatt — már nehézkes lenne.

A kész iszap — amely 4% bentonitot, 5,5% K-humátot, 2% KCl-ot, 1% Solacrolt és az 1,26-os fajsúly biztosításhoz szükséges mennyiségű baritot tartalmazott — tulajdonságait az *1. táblázatban* tüntettük fel.

1. táblázat

Fajsúly, p/cm³	1,26
Látszólagos viszkozitás, cP	25,0
Plasztikus viszkozitás, cP	15,0
Mozgási ellenállás 10″, dyn/cm²	24,0
Mozgási ellenállás 10′, dyn/cm²	96,0
n	0,51
K	7,21
Vízleadás, ml	5,8
Iszaplepény, mm	1,0
pH	9,8

A fúrás 1632 m-től 1790 m-ig pannon korú márgát harántolt. Ezen a 160 m-es márgás szakaszon az iszap fajsúlya változatlan maradt, bizonyítva ezzel, hogy a káliumos iszap nem diszperzív iszaptípus. A fajsúly változatlansága mellett a többi iszaptulajdonság is gyakorlatilag állandó maradt. A viszkozitások ingadozása — a teszteres vizsgálatok idejét kivéve — nem volt nagyobb, mint ±2 cP, emellett az *n*-értékek is rendkívül kedvezőek voltak (átlagos értékük 0,46). A vízleadás — a mérési hibák határain belül — azonosnak tekinthető, így azt külön nem is kellett javítani.

A lyukbőségmérés adatai szerint a márgás szakaszon az átlagos lyukátmérő 162 mm (a névleges lyukátmérő 152,4 mm lenne), s a szelvény gyakorlatilag egyenes. Ezen adat ismételten alátámasztja, hogy az iszap inhibitáló tulajdonságai valóban jók.

Az iszap fajlagos költsége 804 Ft/m. Ez az adat önmagában kedvezőtlen lenne. Figyelembe kell azonban vennünk, hogy ez a magas méterköltség abból adódik, hogy az iszappal mindössze 300 m-t fúrtak, tehát az iszapkészítés teljes költsége ezt a kis méterszámot terheli. Hosszabb fúrt szakasz esetén a méterköltség sokkal kedvezőbben alakul, mivel a karbantartás már lényegesen kisebb anyagfelhasználással jár, hiszen ehhez egyetlen javítóanyagra, K-humát oldatra van szükség.

Összességében a káliumos iszappal elvégzett első üzemi kísérlet rendkívül pozitívan értékelhető. Az iszap laboratóriumban meghatározott tulajdonságait az üzemi kísérlet során jól lehetett reprodukálni. Az iszap tehát szigorúbb körülmények közötti kipróbálásra (nagyobb szelvény, hosszabb fúrási szakaszok) is alkalmas. A *KihaNy-1.* fúráshoz hasonló iszaptérfogattal dolgozó, tartályrendszerrel ellátott fúrásoknál az iszap szénőrleményből is egyszerűen és gazdaságosan elkészíthető. Ennél nagyobb térfogatok esetén a porított K-humát alkalmazása a gazdaságosabb. A nagyobb oldattérfogatok elkészítésének és mozgatásának idő- és energiaigényessége miatt itt már az olcsóbb szénőrlemény felhasználása jelentené a költségesebb megoldást. Az üzemi kísérleteket 1976-ban folytatjuk. Ezek helyét úgy szeretnénk megválasztani, hogy a fúrás során a harántolt márgák és az iszap közötti kölcsönhatásokra — iszap- és kőzetoldalról egyaránt — feleletet kapjunk.

Molnár Jenő
okl. vegyész
(OGIL, Nagykanizsa)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A Testvériség gázvezeték felavatása

1976. február 3-án Gyöngyösön ünnepélyesen aláírták a Testvériség magyar—szovjet gázvezeték II. szakaszának átvételéről szóló jegyzőkönyvet, amely szerint a gázvezeték a szakemberek példás összefogása és helytállása eredményeként határidő előtt kifogástalan minőségben készült el.

1976. február 13-án Leninvárosban ünnepélyes fáklyagyújtással átadták rendeltetésének a Testvériség gázvezeték I. és II. szakaszát. Ebből az alkalomból munkásgyűlést tartottak, amelyen dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter és *Borisz Scserbina* szovjet kőolaj- és gázipari vállalatépítési miniszter mondott avatóbeszédet, s kitüntették az építésben élenjáró magyar és szovjet dolgozókat. Szovjet miniszteri kitüntetést kapott:

Hangyál János, az OKGT bányászati igazgatója,

Fecser Péter, a KVV műszaki igazgatóhelyettese;

a Nehézipar Kiváló Dolgozója miniszteri kitüntetést kapta többek között

Jelinek Tamásné, az OKGT Gáztermelési és Szállítási Osztályának csoportvezetője;

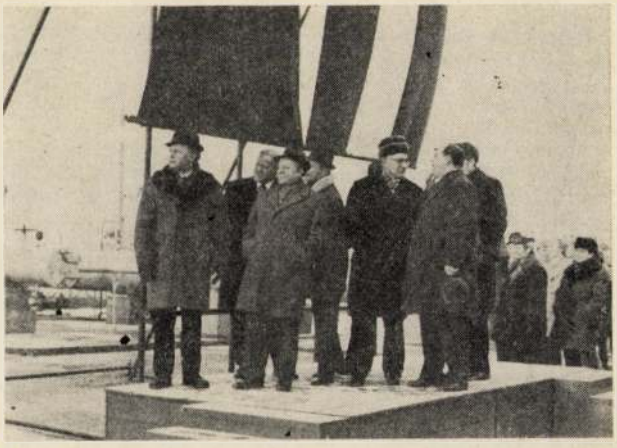
Olasz József, az OKGT Beruházási Főosztályának osztályvezető-helyettese;

Nagy Mihály László, az OLAJTERV mérnöke;

Szécsi Károly, az Anyagellátó Iroda technikusa.

Dr. Simon Pál nehézipari miniszter ünnepi beszédét tartja

Energiagondjaink megoldásához a Szovjetunió segítséget nyújt azzal is, hogy a Szovjetunió és Nyugat-Európa között húzódó tranzitvezetékről külön leágazáson földgázt juttat hazánkba. A Testvériség vezeték I. szakasza az országhatártól Leninvárosig, illetve egy oldalág kiépítésével Kazincbarcikáig készült el, és a borsodi iparvidék ellátását szolgálja. A vezeték építése 1973-ban kezdődött.



A Testvériség II. vezeték fáklyagyújtási ünnepélye résztvevőinek egy csoportja

Az elkészült 112 km hosszú vezeték Leninvárost Zsámbokkal, illetve a Budapestet ellátó távvezetékkel köti össze. Ezzel a szovjet—magyar határtól Zsámbokig összesen 239 km hosszban fektettek le csővezetéket. A II. szakasz csőfektetési munkáit a szovjet építők a magyar Kőolajvezeték Vállalat és az OLAJTERV közreműködésével 102 nappal a határidő előtt fejezték be, így a gázvezeték-rendszer mintegy három hónappal korábban kerülhetett üzembe.

A Testvériség gázvezetéken már 1975-ben 600 millió m^3 gáz érkezett hazánkba, s a most elkészült II. szakasz üzembe helyezésével 1976-ban 1 milliárd m^3 szovjet földgáz átvételére van lehetőség.

Bándi József

EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Az OMBKE javaslatai a közgazdasági szabályozórendszer módosításához c. tervezet visszhangja

Múlt évi 12. számunkban csorbítatlanul közöltük az Egyesületünk Ipargazdasági Bizottsága által fenti címmel összeállított tervezetet, melyet Egyesületünk Elnöksége több kormányzati és társadalmi fórumhoz el is juttatott.

Ez ideig két válasz, ill. reflexió érkezett a tárgyban Egyesületünk Elnökségéhez, s azokat az alábbiakban ismertetjük.

*

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Elnökségének levelére, melyben összefoglalták a bányászat és kohászat területén jelentkező, a pénzügyi szabályozás módosításánál figyelembevételre javasolt ágazati sajátosságokat, az alábbiakban térek vissza.

Mindenekelőtt megköszönöm az elmélyült elemző munka alapján készült összeállítást. Úgy látom, hogy az Egyesületben is helyesen érzékelik azt az alapvető követelményt, hogy az V. ötéves tervidőszakban a termelési költségek csökkentésének, a jövedelmezőség, gazdaságosság, a hatékonyság javításának kiemelt fontossága van.

Az 1976. január 1-én életbe lépett pénzügyi szabályozó módosítások lehetséges konstrukcióira, a termelői árintézkedések körére és mértékére, a várható jövedelemátrendező hatás felmérésére, elemzésére a Pénzügyminisztérium szakemberei az érdekelt szervekkel együttműködve folyamatosan több irányú értékelő munkát végeztek, amelyhez a javaslatok hasznos segítséget nyújtottak.

Úgy vélem, hogy a szabályozórendszer továbbfejlesztése során tett intézkedések a bányászat, kőolaj- és földgáztermelés, a vaskohászat, fémkohászat és öntészet V. ötéves tervidőszakra vonatkozó célkitűzéseinek a népgazdasági tervvel összhangban álló megvalósítását jól szolgálják.

Az előterjesztéshez részleteiben az alábbiakat kívánom megjegyezni.

1. Termelői árak

Az energiahordozókkal összefüggő árrendezési munkák során a Pénzügyminisztérium — indítványukkal egyezően — arra törekedett, hogy a termelői árak reális arányokat tükrözzenek.

A vaskohászati termékek termelői árrendezésével kapcsolatban a pénzügyi tárca álláspontja is az, hogy 1977. I. 1-én célszerű lenne azt végrehajtani. A javasolt felárrendszerrel kapcsolatban az árrendezés konkrét irányelveinek ismeretében lehet csak érdemben állást foglalni. Alapelvnek tekintem azonban, hogy a felár kiterjesztése ne vezethessen indokolatlan jövedelemhez.

A műszaki fejlesztési alap kulcsaival kapcsolatban alapelv, hogy termelői árrendezés során módosítást — csökkentést — kell végrehajtani, általában a termelői áremelés mértékével megegyezően.

A Pénzügyminisztérium a műszaki fejlesztési alap maradványait folyamatosan figyelemmel kíséri. Az 1975. évtől kezdve a mérlegbeszámolók útján a vállalati maradványok terhére vállalt kötelezettségek megfigyelését is biztosítjuk.

2. A pénzügyi szabályozás keretei

Egyetértek azzal a felvetéssel, mely szerint a szénbányászat ún. melléktevékenységének további fejlesztését indokolatlannak kell minősíteni. A javaslattal, mely szerint „... újabb melléktevékenységeket az eddigieknél szigorúbb adóztatás alá kell vonni..." megfontolás tárgyává fogjuk tenni.

A pénzügyi szabályozás területén az 1976. január 1-i ár- és szabályozómódosítás arra irányult, hogy 5—7%-kal növeljük a társadalmi tiszta jövedelem központosított hányadát. Ennek megfelelően — az Állami Tervbizottság határozata szerint — a vaskohászatnál az ár- és szabályozómódosításokkal, valamint a külön pénzügyi intézkedésekkel együttesen az 1975. évi nyereség 40%-os csökkenését kellett elérni. Az ezzel összefüggő kiegészítő pénzügyi intézkedések rendszerére és mértékére a Kohó- és Gépipari Minisztérium tett javaslatot. Az egyeztetések eredményeként alakult ki az az elszámolási rend, amelynek hatásait figyelembe véve állapítottuk meg a termelésiadó-befizetési kötelezettséget.

Felvetésük alapján felülvizsgálatra kerül a vaskohászati export tartalékalap-képzésének az 1976. évre érvényes mértéke, annak érdekében, hogy a relációs jövedelmezőség helyesen orientáljon a népgazdasági terv számítási anyagában előírt kiviteli tevékenységre.

3. Bérjárulék, városi és községi hozzájárulás, nyereségadózás

A szénbányászatban a korábban engedélyezett preferenciák az új szabályozás keretei között is fennmaradtak, mivel az 1976. január 1-i szénárrendezés csak a termelési dotáció mértékének csökkentésére nyújtott lehetőséget. Az egyéb területeken (érc-, ásványbányászat, aknamélyítés) a korábbi preferenciák (pl. a rudabányai vasérctermelés eszközlekötési járulék- és illetményadó-mentessége, a szénportermelés dotálása stb.) a szükséges mértékben megmaradtak. Az aknamélyítés kérdése a közeljövőben a szénbányászati kivitelezői kapacitás értékelése során a Koordinációs Értekezlet napirendjén szerepel. A szükséges intézkedésekre ezt követően a hozott határozatok alapján kerülhet sor.

4. A bérszabályozás rendszere

A bányászati ágazatra vonatkozó egységes bérszabályozást abban az esetben lenne indokolt bevezetni, ha a különféle bányamunkák nehézsége, veszélyessége azonos, illetve, ha a bányavállalatok gazdálkodása is azonos hatékonyságú lenne. Ellenkező esetben (és a gyakorlatban ez van) a fizikailag nehéz és veszélyes munkára nem lehetne munkaerőt kapni. E területeken a jelenleginél nagyobb munkaerő-vándorlás alakulna ki, ezért az egységes bérszabályozási rendszer alkalmazása további vizsgálatot igényel.

A vaskohászati vállalatok bérszabályozási rendszerére vonatkozó javaslatukat — központi bértömeg-szabályozást, kombinálva a hatékonyság javítására irányuló ösztönzéssel — elfogadtuk.

5. Vállalati jóléti és kulturális alap

A bányászati és kohászati üzemeknek általános jellemzője, hogy területük jóléti és kulturális tevékenységének bázisát jelentik. A rendeletileg biztosított egyedi elbírálás lehetőség alapvetően ilyen területek problémáinak jobb megoldását hivatott elősegíteni.

6. Fejlesztés finanszírozása

A bányászati fejlesztési alap állami támogatásának öt évre előre történő meghatározása nem járható út. A támogatás mértéke a bányászat eredményei, a népgazdaság teherbíró képessége alapján az éves költségvetésben tervezhető meg.

Meg kell jegyeznem, hogy az állami támogatás részeként a bányászati vállalatok az amortizációt 100%-os mértékben visszatarthatják. Ezzel az összeggel biztonságosan tudnak öt évre előre számolni.

Az V. ötéves tervidőszakban fokozott ütemű fejlesztés valósul meg a vaskohászatban. Ez a finanszírozás során is nagy figyelmet igényel, hiszen a jelenlegi hitel- és kölcsöntartozások a már megkezdett fejlesztésekkel további terhet jelentenek.

A nagyobb gond a most előkészítés alatt álló fejlesztések finanszírozásának kérdéseinél jelentkezik (LKM SM-acélmű állagmegóvása, DV oxigénes konverter, DV III. számú kokszolómű, ÓKÜ oxigénes intenzifikálás, LKM acélműfejlesztés, Csepeli Csőgyár korszerűsítése új varratnélkülicső-gyár megépítésével, öntödei rekonstrukció) a beruházó vállalatok fejlesztési alapjaik leterheltsége miatt.

A szóban forgó fejlesztések jelentősen növelik a termelés eszközigényességét, és egyúttal emelik az eszközterheket. A jelenlegi vaskohászati belföldi termelői árakban nem jut kifejezésre a technikai felszereltség növekedése, ezért javaslatukkal egyetértésben — mint már korábban említettem — az 1977. január 1-i vaskohászati termelői árrendezést indokoltnak tartom.

Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy egyes vaskohászati beruházások állami kölcsönből valósulnak meg, s azok visszafizetése adózás előtti nyereségből és a teljes amortizációból történik.

7. A külkereskedelem szabályozása

Nem tartom elfogadhatónak azt a javaslatot, hogy a bányászat külön devizakontingenst kapjon elengedhetetlen beszerzésekre. Ez annál kevésbé indokolt, mert nincs tudomásom arról, hogy bármely, a bányabiztonságot szolgáló berendezést az iparág ne vásárolhatott volna meg deviza hiánya miatt.

Teljes mértékben egyetértek azzal, hogy a külkereskedelmi vállalatokat jobban érdekeltekké kell tenni a szocialista importlehetőségek felkutatásában. Ennek egyik jól alkalmazható módszere, ha a rendelő vállalatok az ilyen tevékenységért magasabb jutalékot fizetnek. Nem hiszem azonban, hogy adminisztratív eszközökkel előbbre jutnánk.

A vaskohászat exporttevékenysége valóban nagyon fontos a népgazdaság szempontjából. Az azonban nem kétséges, hogy a vaskohászat fő feladata a belföldi igények kielégítése részben közvetlenül, részben szocialista viszonylatú profilcsere-tevékenység útján. A kohászat fejlesztését tehát segítheti ugyan a tőkés exporthoz fűzött érdekeltség, de semmiképpen sem várható, hogy a fejlesztés döntő befolyásolója a tőkés export legyen.

Végül ismételten köszönetemet fejezem ki az OMBKE szakembereinek, társadalmi munkásainak a közgazdasági szabályozórendszer változtatására vonatkozó javaslataik kidolgozásáért, aktív, önzetlen segítségükért.

Budapest, 1976. február 12.

Elvtársi üdvözlettel:
Faluvégi Lajos
pénzügyminiszter

*

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek a közgazdasági szabályozó rendszer módosításához kapcsolódó javaslatait nagy érdeklődéssel tanulmányoztuk.

A javaslatok nagyobb része megerősíti, illetve alátámasztja az illetékes szerveknek a módosítás során kialakult elképzeléseit, s így ezeknek a végrehajtás során történő érvényesítése — néhány jelentéktelen részlettől eltekintve — megvalósítható.

Köszönöm a munkánk segítését jelentő javaslataikat és a jövőben is szívesen venném egy-egy konkrét közgazdasági kérdéssel kapcsolatos véleményüket.

Budapest, 1975. október 3.

Elvtársi üdvözlettel:
Buda István
államtitkár
(Munkaügyi Minisztérium)

Elnökségi ülés

Egyesületünknek a 64. Tisztújító Közgyűlésen megválasztott elnöksége első ülését 1976. május 12-én tartotta Egyesületünk Anker közi otthonában.

1. *Kreffly Gábor* elnök — üdvözölve az ilyen összetételben első ízben összegyűlt grémium tagjait — hangsúlyozta, hogy az ország egyik legpatinásabb egyesületének vezetőitől az önként vállalt társadalmi munka belső tűzzel fűtött hatékonyságát reméli, s a haza és a szakma javát szolgáló nemes célkitűzésekhez, valamint azok megvalósításához az elnökség minden tagjának jó munkát kíván.

2. Az OMBKE 1976. évi munkatervét és költségvetését — az előzőleg írásban szétküldött összeállítások alapján — dr. *Heinemann Zoltán* főtitkárhelyettes ismertette. Egyesületünk legfontosabb feladatait az elkövetkező négy esztendőben az MSZMP XI. kongresszusának határozatai, az V. ötéves tervtörvény, az MTESZ, valamint az OMBKE legutóbbi közgyűléseinek határozatai szabják meg. A fölmerülő egyesületi feladatokat mindenképpen rangsorolni, szelektálni kell, s ebben az össztársadalmi célkitűzések, a bányászati és kohászati iparágak együttes érdeke elsőbbséget kap az egyes szakosztályokéival szemben. Az eddiginél is nagyobb részt kell vállalnunk az iparágakat érintő népgazdasági feladatok minél hatékonyabb, eredményesebb megvalósításában.

A jobb hatásfokú egyesületi munka érdekében újra életre hívjuk — lehetőleg mind több fiatal tagtárs bevonásával — az elnökségi munkabizottságokat.

A negyedévenként tartandó elnökségi üléseket az egy hónappal előttük tartott elnök-titkári értekezlet készíti elő, ahol is képet kapunk az egyes szakosztályokban folyó munkákról; ezen felül a főtitkár szükség szerint titkári értekezletet is összehívhat.

Egyesületünk taglétszáma ez idő szerint 7815 fő. A taglétszám növelésének objektív akadálya — s ez szakosztályunkra különösen áll —, hogy a fennálló papírtakarékossági rendelkezés értelmében a minden tagnak tagdíj fejében járó szaklapok példányszáma alig növelhető. Ezért elsősorban ténylegesen tevékenykedő tagok belépése indokolt. Az Elnökség ez év folyamán kidolgozza az Egyesület szervezeti rendjére vonatkozó irányelveket, ügyviteli szabályokat, hogy az azonos telephelyen működő különböző szakosztályok és MTESZ-szervek munkáját koordinálva, azt hatékonyabbá tegye.

A tudományos kutatás fejlesztését, az eredmények gyakorlati alkalmazásának előmozdítását; a termelőmunka hatékonyságának növelését; az anyaggal és energiával való takarékosságot; a munkásvédelem és a biztonságtechnika fejlesztését; a munka- és üzemszervezés javítását; a KGST integráció előmozdítását célzó *szakosztályi rendezvényeket* a takarékosság szem előtt tartásával, a párhuzamosság kiszűrésével és a fontosabb témákra koncentráltan — esetleg két vagy több szakosztály által közösen — célirányos rendezni.

Egyesületi lapjaink az eddigi terjedelemben, a fiatalság lehető intenzív bevonásával jelennek meg továbbra is; különszámok megjelenését — a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ közismert Bibliográfiai tanulmányát kivéve — nem tervezzük.

A továbbra is kiírásra kerülő *pályázatok* közül kiemelkedik a Bányászati Szakosztály és az MSZT által közösen kiírt, a dorogi szénmedence vízveszély elleni védelmének megoldására összesen 300 eFt-tal dotált pályázat.

A devizatakarékosságot szem előtt tartó *külföldi kapcsolataink* fókuszában továbbra is a KGST-országokkal való intenzív és rendszeres összeköttetés áll. Szocialista relációban 371 fő kiutazását tervezzük 2147 nappal, míg tőkés országokkal kapcsolatban e számok: 80 és 660.

Az 1975. évinél — mind bevételi, mind kiadási vonalon — csaknem 4000,0 eFt-tal moderáltabb *1976. évi költségvetésben az ésszerű takarékosság érvényesül.* Az 1976. évi egyesületi összbevétel 5869,5 eFt; az összkiadás 5864,0 eFt. A működési, adminisztrációs kiadások területén mutatkozó mintegy 300 eFt-os hiányt elsősorban a nagyrendezvények vonalán remélt és tervezett többlet egyenlíti ki. A múlt évhez képest lényeges csökkenést az ez évben kevesebb nagyrendezvény, s költséges külföldi kiutazások terhének kiesése okozza. Szakosztályunk vonatkozásában az összbevétel és -kiadás számai: 1560,0 és 1470,0 eFt.

E témaponthoz *Binder Béla, Óvári Antal, Heinrich József, Hammer Ferenc, Bakó Károly,* dr. *Károly Gyula, Beke Imre,* dr. *Szabó György, Karlik Nándor, Várhelyi Rezső, Bándi József* és dr. *Tardy Pál* szóltak hozzá. Dr. *Heinemann Zoltán* és *Szabó Csaba* egyesületi titkár válaszai után az Elnökség az 1976. évi munkatervet és költségvetést elfogadta.

3. Egyesületünk négyéves munkaprogramjának kidolgozására *Beke Imre* javaslatára munkabizottság alakul dr. *Heinemann Zoltán* vezetésével. E kérdés vitájában *Kreffly Gábor, Várhelyi Rezső,* dr. *Tóth Miklós,* dr. *Kiss Ervin* és *Bakó Károly* vettek részt.

4. Dr. *Nagy Zoltán* főtitkár előterjesztésére az Elnökség **8 Elnökségi bizottság megalakítását hagyta jóvá.** Ezek: *1. Nemzetközi kapcsolatok bizottsága,* vezetője: *Böszörményi Béla; 2. Ipargazdasági bizottság,* vezetője: dr. *Trethon Ferenc; 3. Oktatási bizottság,* vezetője: dr. *Pilissy Lajos; 4. Ifjúsági bizottság,* vezetőjét szeptemberben jelölik ki; *5. Történelmi, múzeumi bizottság,* vezetőjét később választják meg; *6. Érembizottság,* vezetője: *Éles László; 7. Alapszabálymódosító és az Egyesület belső szervezeti kérdéseivel foglalkozó bizottság,* vezetője: dr. *Kovács Mihály; 8. Társadalmi és szakmaközi bizottság,* vezetőjét később jelölik ki.

5. Alapszabályunk 16. § 1. pontjával összhangban az **Egyesület elnöke helyettesítési rendjét** az Elnökség a következők szerint állapította meg: *Soltész István;* dr. *Tóth Miklós; Karlik Nándor;* dr. *Kiss Ervin;* dr. *Alliquander Ödön* és *Horváth Ferenc.*

6. Az **Egyebek** napirendi pont során határozat született, hogy *Egyesületünk Elnöksége írásban üdvözli a Magyar Tudományos Akadémia Közgyűlésén megválasztott új rendes és levelező tagokat,* akik egyben Egyesületünk tagjai is; *az Ipargazdasági bizottság 1976. évi munkatervét — Várhelyi Rezső,* dr. *Tardy Pál* és *Hammer Ferenc* hozzászólásai után — dr. *Tardy Pál* állítja össze; *Hammer Ferenc* javasolta, hogy a *katonai szolgálatot teljesítő* fiatal *tagjaink* a szolgálati idő alatt mérsékelt (évi 2 Ft) *jogfenntartó tagdíjat fizessenek; Bakó Károly* felvetette a gondolatot, hogy a Bányásznap analógiájára az Egyesület indítványozza *Kohásznap kijelölését; az Egyesület új alapszabályának publikálását illetően* a főtitkár, a titkár, valamint lapjaink főszerkesztői előzetes megbeszélést folytattak.

B. B.

*

Szakosztály-vezetőségi ülés

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya vezetőségének — *Hangyál János* szakosztályelnök elnökletével — 1976. május 6-án Egyesületünk helyiségében tartott ülésen részt vettek: *Antal Lajos, Bencsik Istvánné, Csákó Dénes, Cziczlavicz Lajos, Hajdú Lajos,* dr. *Heinemann Zoltán,* dr. *Kókai János,* dr. *Láposi Sándor, Ősz Árpádné,* dr. *Szabó György,* (szakosztálytitkár), *Tihanyi Gábor, Tóth Ferenc,* dr. *Vándorffy Róbert,* valamint meghívottként dr. *Megyeri Mihály* és *Tura Attila.*

1. A szakosztály elnöke beszámolt **az Egyesület 1976. április 9-i elnök-titkári értekezletén elhangzottakról,** határozatokról, továbbá tájékoztatta a szakosztály-vezetőséget arról, hogy a 64. Közgyűlésen *Zsigmondy Vilmos* emlékéremmel kitüntetett, de akadályoztatása miatt az érmet akkor átvenni nem tudó dr. *Bán Ákos* OKGT-vezérigazgatónak a kitüntetést 1976. május 5-én az Egyesület elnöke, *Kreffly Gábor* nyújtotta át, az Érembizottság elnökének *(Éles László)*, a főtitkárhelyettesnek (dr. *Heinemann Zoltán*), valamint a szakosztály elnökének és titkárának jelenlétében. A baráti légkörben folytatott eszmecsere során szó esett az olajipar és a szakosztály közötti kapcsolatokról, az együttműködés területeiről és e tevékenységek erkölcsi-anyagi támogatásáról.

A vezetőségi ülés fő napirendi pontjaiként

2. a külföldi kiküldetések megvitatása (előadó: dr. *Kókai János*), és

3. az 1976. évi szakosztályi költségvetés elfogadása (előadó: dr. *Szabó György*) szerepelt.

4. Meghallgatta és elfogadta a vezetőség *Antal Lajosnak*, a személyi ügyek referensének beszámolóját. **A szakosztály létszáma az 1976 áprilisában végrehajtott felmérés szerint 1084 fő.** Sajnálatos körülmény az, hogy 82 tagtárs hosszabb-rövidebb idő óta nem tett eleget tagdíjfizetési kötelezettségének.

5. A szakosztály elnöke az OMBKE 64. Tisztújító Közgyűlése alkalmából miniszteri jóváhagyás alapján adományozott kitüntetéseket nyújtott át *Dallos Ferencnének*, dr. *Megyeri Mihálynak*, *Tihanyi Gábornak* és *Tura Attilának*.

Az ülés a következő határozatokat fogadta el:

1. Az OMBKE elnök-titkári értekezlete határozatának megfelelően össze kell állítani a szakosztályok következő 4 éves munkatervét. A helyi és szakcsoportok ezért munkaterveiket, pénzügyi igényeikkel együtt mielőbb készítsék el.
2. A személyi állomány felülvizsgálata alpján végrehajtandó a nem kívánt egyesületi tagság megszüntetése. Az ezzel kapcsolatos jelentés alapján az érintett helyi és szakcsoportok vezetősége foglaljon állást. A végleges törlésre vonatkozó határozatot a szeptemberi vezetőségi ülés hozza meg.
3. A szakosztályi rendezvények torlódásának elkerülése céljából a vezetőség az alábbi rendezvények időpontjait. rögzítette:

   „25 éves a nagylengyeli mező" 1976. szeptember 4.
   „25 éves az egyetemi oktatás" 1976. szeptember 7.

   Rezervoármérnöki vitaülés 1976. október 7.

4. Az OMBKE Elnöksége felkérése alapján a szakosztály vezetősége a Szolnoki Termelési és Vízfúrási szakcsoportot bízza meg azzal, hogy készítsen egyrészt beszámolót az üzemi tevékenységhez való kapcsolódásról az Elnökség tájékoztatása céljából, másrészt állítson össze a fenti témában egy cikket a „Műszaki Élet" részére.
5. Az elnökségi munkabizottságokba tagként — az Ellenőrző és fegyelmi bizottságok kivételével, amelyekre a közgyűlés határozata érvényes — a szakosztály a vezetőség illetékes referenseit delegálja, továbbá az Alapszabálymódosító és az Egyesület belső szervezeti kérdéseivel foglalkozó bizottságba *Dudás József* tagtársat.
6. A vezetőség, OMBKE-főtitkárhelyettesi megbizatása miatt — az Elnökség kérésére — felmentette funkciójából dr. *Heinemann Zoltánt*, és helyette *Solti Károlynét* bízta meg a feladatok ellátásával.
7. A vezetőségi ülés elfogadta a külügyi referens beszámolóját, egyuttal annak kapcsán kéri a helyi és szakcsoportok vezetőségét, hogy utaztatási tervüket mielőbb állítsák össze.
8. A Budapesti Helyi Csoport előterjesztését — amelyben az önálló pénzgazdálkodásra való áttérést kérelmezték — a vezetőség elfogadta. Intézkedik 10 000 Ft keretösszeg ellátmányként való felhasználásának engedélyezésére, az elkülönített nyílvántartásra. A csoport végleges költségtervét a következő vezetőségi ülés fogadja el.
9. A vezetőség határozata alapján a XVI. Vándorgyűlést 1977 szeptemberében kell megtartani. A rendező bizottság elnöke *Pollok László*, aki a soron következő vezetőségi ülés elé terjeszti a rendezvény tematikájára, helyére stb. vonatkozó elképzeléseit.
10. A következő vezetőségi ülés időpontja: 1976. július hó. Napirendje:
    1. A Szolnoki termelési és a Gellénházi szakcsoportok beszámoltatása.
    2. A XVI. Vándorgyűléssel kapcsolatos előterjesztés megvitatása.

Dr. *Sz. Gy.*

A Vízfúrási Szakcsoport előadóülése

Budapest, 1976. április 7.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Vízfúrási Szakcsoportja 1976. április 7-én az Egyesület Anker közi központjában előadóülést tartott, amelyen mintegy 30 tag és vendég vett részt.

Csath Béla szakcsoporttitkár nyitotta meg az előadóülést, majd a napirendi pont szerint dr. *Dobos Irma* főgeológus emlékezett meg *Halaváts Gyuláról* (1853—1926), halálának 50. évfordulója alkalmából.

Halaváts Gyula, a bányamérnökből lett geológus, a múlt század végén megindult nagy ütemű artézikút-fúrási tevékenység során a tervezési és értékelési földtani feladatok végrehajtásában úttörő szerepet vállalt. Ilyen irányú munkaterülete főként az Alföldre korlátozódott, és mintaszerűen kiképzett fúrásokat hagyott az utókor számára. Nagy érdeme, hogy kilépett a korábban leginkább a felszíni képződményeket ismertető szemléletből, és a mélység felé igyekezett vizsgálni nemcsak lito-, hanem biosztratigráfiai szempontból is a negyedkori és fiatal harmadidőszaki képződményeket. *Halaváts* a dél-alföldi fúrások alapján már nagy vonalakban fel tudta vázolni a negyedkori és a levantei képződmények kőzettani és hidrogeológiai jellemzőit. Az artézi kutak fúrása során nyert kőzetminták feldolgozása útján szoros kapcsolatba került a kivitelezéssel. Harcolt a lakosság ivóvízellátásának javításáért, ugyanakkor a vízpazarlást minden áron meg kívánta akadályozni. A rohamosan szaporodó artézi kutakat már akkor is alig lehetett számon tartani, ezért 1896-ra elkészíti az első — mai értelembe vett — artézikút-katasztert. Összeállítása szerint Magyarországon addig 1246 artézi kút létesült.

A következő előadó, *Szalay Béla*, a karoptiméter szerepéről számolt be.

Az előadás célja egy új kútvizsgálati módszer bemutatása, és a műszer által adott lehetőségek felhasználására, felhasználhatóságára felhívni a figyelmet.

A kútkiképzés, kútvizsgálat során gyakran adódik olyan probléma, feladat, amely — a bemutatott módszer alkalmazásával — eredményesebben, gazdaságosabban és gyorsabban oldható meg. A bemutatott eljárás a kútfolyadék átlátszóságának megváltoztatásából von le közvetlenül hasznosítható következtetéseket. Segítséget ad elsősorban a víztermelő kutak rendellenes működésének megszüntetéséhez (tömszelence, szűrő, kúttalp és csősérülések helyének megállapításához). Az előadás során a mérőberendezést (szondát és a felszíni egységeket) is ismertette vázlatosan az előadó, továbbá példával, valamint a felvett görbék bemutatásával egészítette ki előadását.

Az érdekes új vizsgálati módszer ismertetéséhez *Hiesz Dénes*, *Kremszner Miklós*, valamint *Ambrus Gábor* szólt hozzá és egészítette ki a hallottakat gyakorlati példákkal, és a műszer használatához adtak értékes javaslatokat.

Szünet után *Papp Imre* tagtárs (DKFV), vendég előadó tartotta meg előadását az „Ultramélységű fúrások mélyítésére alkalmas fúróberendezések és a mélyítés technikája" címmel, mely tulajdonképpen az OKGT szakembereinek az USA-ban tett tapasztalatszerző útjának élménybeszámolója volt diaképvetítéssel egybekötve.

A magyar résztvevők — az OKGT és a Cameron Iron Works Inc. közötti megállapodás alapján — az USA-ban folyó nagymélységű és mélyfúrási tevékenység néhány jellegzetes területén, továbbá ilyen tematikájú tudományos intézetben jártak, és az útba eső jellegzetes geológiai, földrajzi képződményeket, valamint kulturális nevezetességeket is megtekintették.

A beszámoló folyamán nagy vonalakban megismerkedhettünk a különböző fúróberendezés-típusokkal, a használatban levő fúróberendezések telepeivel és gépegységeivel, a szerszámösszeállítással és szerszámellátottsággal, kútfejszerelvényekkel és a lefúvatórendszerek kialakított formáival, öblítőközegekkel, azok kezelésével és tárolásával, lakott területeken belüli fúrások telepítésével, nagymélységű kutak termelésbe állításával és a termelési kútfejszerelvényekkel, a folyamatos információszerzés lehetőségeivel, valamint a fúrások kiszolgálásának megszervezésével.

Az érdekes és színes előadás után számos kérdést intéztek az előadóhoz, ezekre *Papp Imre* válaszolt.

Csath Béla
szakcsoporttitkár

KÖNYVISMERTETÉS

SZILAS A. PÁL: **Production and transport of oil and gas** *(Kőolaj és földgáz termelése és szállítása)* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975. 630 p.

A könyv nyugati változata az *Elsevier* Scientific Publishing Company (Amsterdam and New York) kiadásában a „Developments in Petroleum Science" sorozat 3. köteteként jelent meg.

A szerző 8 fejezetben tárgyalja a kőolaj- és földgáztermelés, valamint a külszíni gyűjtés, szeparálás és szállítás szakterületeket. Igen gazdag, mintegy 400 irodalmi hivatkozása is bizonyítja, hogy a mű — a szerző és munkatársai saját tudományos kutatási eredményei mellett — e szakterületeken a világ-szakirodalomban megjelent orosz, angol, német, román, francia, magyar nyelvű közlemények teljes szintézisét tartalmazza.

Az *1.* fejezet *Válogatott témák az áramlástan köréből* cím alatt 5 alfejezetben tárgyalja a csővezetéki áramlás alapfeltételeit, a gázáramlást és a nem newtoni folyadékok áramlását csővezetékekben, folyadékok és gázok együttes áramlását és összenyomható közegek fúvókán keresztüli áramlását.

E témakörből kiemelésre kívánkozik a nem newtoni kőolajok áramlási nyomásveszteségének számításakor használandó folyástulajdonságokat leíró összefüggések mérnöki alkalmazhatóság szempontjából történt rendszerezése, alapozva mindezt a szerző saját kutatómunkájának eredményeire.

Elméleti és oktatói jelentősége mellett a gyakorlat számára is igen fontos a folyadék és gáz csővezetéki együttes áramlására kidolgozott nyomásváltozási görbesereg számítógépes meghatározása.

A *2.* fejezet *Olajkutak termelése* cím alatt, 4 alfejezetben tárgyalja a kútvizsgálati módszereket, a gáztalan és gázos olajat, illetve folyadékot termelő kutak felszálló és segédgázos termelését.

Jelentős hiánypótló munkát jelent az olajtelep és kút együttműködésének modellezésével kapcsolatos megállapítás. Szükségesnek tartjuk azonban megjegyezni, hogy a szerzőnek a viszonylag kis hozamok tartományában bekövetkező labilis üzemszakaszra és ebből a kútkeresztmetszetekre levont következtetése további vizsgálatra — bizonyításra — szorul.

A gyakorlat számára is jelentős az időben változó telepparaméterek mellett a folyamatos segédgázos kutak minimális fajlagos gázfelhasználásának számítására közölt módszer. Kiemelendő a korszerű segédgázos szelepek rendszerbe foglalása, mely tükrözi a szerző saját eredményes munkásságát is. Ugyanezen megállapítás tehető a plundzserliftes üzem tervezésére közölt megoldásra is.

A *3.* fejezet a *Gázkutak termelése* témakörrel foglalkozik, melyen belül 3 alfejezetben a kútvizsgálatot, a hozamgörbéket, a kútszerkezetet, a termelőszerelvény-méretezést, valamint a gázkutak korrózióját és hidrátképződését veszi vizsgálat alá.

Érdekesek azok a megállapítások, amelyeket a szerző irányításával a miskolci NME Olajtermelési Tanszékén végzett kutatómunka eredményeként a termelőcső átmérőjének és a termelési talpnyomásnak a gázkutak üzemjellemzőire gyakorolt hatásával kapcsolatban olvashatunk.

A *4.* fejezet az *Olajkutak termelése* címet viseli; e fejezet keretén belül külön tárgyalja a több réteges, szelektív, mélyszivattyús termeltetési módot és a rudazat nélküli mélyszivattyúzást. Ugyancsak e helyütt közli a szerző a folyamatos és időszakos mélyszivattyús üzemmel kapcsolatban végzett kutatómunkájának eredményeit, megállapítva, hogy ugyanakkora volumetrikus hatásfok esetén a folyamatos mélyszivattyús üzem fajlagos energiaszükséglete és a mélyszivattyú-berendezés igénybevétele mindig kisebb, mint az időszakos üzemé. E megállapításból is levonható az a következtetés, hogy az új kutatási eredmények hatása alatt a szakember véleményét célszerűen megváltoztathatja, mivel ismeretes, hogy a szerző korábban e kérdésben más állásponton volt.

Az *5.* fejezet *A leggazdaságosabb termelési módszer megválasztásá*-val foglalkozik. Tiszteletreméltó a szerzőnek a termelőmérnök alapvető feladataira vonatkozó megállapítása, mely szerint fő feladata az, hogy az adott kútból az előírt mennyiségű és összetételű kútáramot a legkisebb termelési költséggel emelje a felszínre. Szükséges megjegyezni, hogy e témakört műszaki-gazdasági összefüggésekben rendszerbe foglalva ismereteink szerint a szakirodalom ez ideig nem tárgyalta.

A *6.* fejezet *A kőolaj és földgáz gyűjtése és szeparálása;* 6 alfejezetben a csővezetékeket, a csőelzárókat, nyomásszabályozókat, a csővezetékek belső karbantartását, a kőolaj és földgáz szeparálását, valamint a kőolaj- és földgázgyűjtő és előkészítő rendszereket tárgyalja.

Kiemelkedők e fejezetből a számítógépes folyamatszabályozással és a termelés automatikus irányításával kapcsolatban tett megállapítások.

A *7.* fejezet címe *A kőolaj csővezetéki szállítása.* Ennek keretén belül 3 alfejezetben tárgyalja a newtoni olaj izotermikus, nem izotermikus áramlását és az áramláskarakterisztikákat javító eljárásokat.

Gyakorlati szempontból is fontosnak ítélendő a felszín alatti csővezetékben áramló olaj állandósult, nem izotermikus áramlásának hőmérséklet-számítására javasolt módszer, mely figyelembe veszi a súrlódási energiaveszteség és a paraffinkiválás miatt keletkező hőmérséklet-változást. Mérnöki számításokhoz jól felhasználható a kőolaj áramlási nyomásveszteségének lamináris és turbulens tartományban végzendő meghatározására ajánlott pontosított számítási módszer.

Hangsúlyt érdemel a szerző saját munkássága alapján tett azon megállapítása, miszerint jelentős eltérés lehet a szigetelt olajvezetékben levő olaj és az azt körülvevő talaj egyidejű tranziens hőmérséklete között. Gyakorlati-tervezési szempontból is lényeges a hőkezelésnek a tixotrop pszeudoplasztikus kőolaj folyási tulajdonságaira gyakorolt hatásával kapcsolatban tett megállapítás.

A *8.* fejezet *A földgázok csővezetéki szállítása;* 6 alfejezetben tárgyalja a földgázok fizikai és fiziko-kémiai tulajdonságait, az áramló gáz hőmérsékletét, a gáz csővezetékbeli állandósult és tranziens áramlását, a gázszállító rendszerek számítógépes modellezését és a földgáz csővezetékbeli szállítását és annak gazdasági vetületét.

Meg kell említeni, hogy a szerző irányításával Magyarországon elsőként az Olajtermelési Tanszéken dolgozták ki az ún. OTAN 2 számítógépprogramot, mely lehetővé tette közép- és nagynyomású komplex gázhálózatok állandósult működésének szimulálását.

E vázlatos és rövid ismertetőből is megállapítható, hogy a méltatott könyv a tárgyalt szakterületek minden lényeges kérdését felöleli, és differenciáltan, a téma fontosságának megfelelően arányaiban is helyesen tárgyalja e szerteágazó tudományágat. Ez esetben nagyon indokolt hangsúlyozni, hogy a könyv hiánypótló feladatot tölt be, mivel ennyire összefüggően és a legfontosabb feladatokra kiterjedően e könyv megjelenéséig a szakirodalomban egyetlen mű sem tárgyalta e témaköröket.

A szerző szemléletére is jellemző az a dicsérendő sikeres törekvése, hogy az egyes témák tárgyalásakor nemcsak a megoldást közli, hanem a hátteret is tárgyalja, válaszolva a „miért" kérdésre is. Ezzel eredményesen hozzájárul ahhoz, hogy szakembereink az eddiginél nagyobb műszaki-tudományos igényességgel, alkotó módon műveljék e szakterületet.

A könyv tartalmából, szerkesztési módjából tükröződik a szerző több mint 30 éves üzemi és oktatói gyakorlata, és kitűnik kiváló elméleti-tudományos felkészültsége.

A könyvet nagyon hasznosan alkalmazhatjuk a gyakorlati mérnöki-technikusi munkában, valamint az egyetemi és technikusi képzésben. Sajnos ennek bizonyos korlátot szab, hogy a könyv magyar nyelven nem jelent meg.

Dr. *Bálint Valér*
okl. olajmérnök

*

A könyvnek máris nagy nemzetközi — egyelőre európai — visszhangja van. Elsőként a leobeni Bányászati Egyetem tanszékvezető professzora Dr.-Ing. *M. Lorbach* méltatta az Erdoel Erdgas-Zeitschrift 1975. 12. számában, olyan „a szakterületet összességében eddig még át nem fogott, kiváló" műnek aposztrofálva, amely „eddig sokszor érzett hiányt elsőrangú módon pótol". — Dr. *A. Mayer-Gürr*, a hannoveri egyetem professzora ugyancsak örömmel üdvözölte a szerzőt a könyv megjelenésekor, s ez évben Stuttgarban (*F. Enke* kiadónál) megjelent „Petroleum Engineering" c. könyvében már többször is hivatkozik a magyar szerző művére. — A Neftjanoe Hozjajsztvo ez évi 4. számában *V. N. Scselkacsov* professzor és *A. Kazak* (Moszkva) — részletesen ismertetve a könyv gondolatmenetét — „érdekes és sok részletében eredeti tartalma miatt azt a kőolaj és földgáz gyűjtésére és szállítására vonatkozó irodalom hasznos adalékának tartja".

B. B.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *Г. Т. Ковач*, геолог: **Геолого-геофизические возможности, проблемы и результаты поиского-разведочных работ на нефть и газ под городом Сегед** ..... **Стр. 193**

Геофизические исследования (гравиметрия и сейсмика), проведенные в районе г. Сегед, вследствие полевых затруднений и застроенности разведочной площади привели только к частичным результатам, однако на основании этих результатов можно было начать глубинную разведку. Скв. *Сегед*-I подтвердились предварительные предположения и было открыто значительная залежь нефти. Развертывание разведочных работ тормозилось застроенностью города, однако несмотря на это, оконтуривание нефтяного месторождения с успехом было завершено. Продуктивные толщи нефти и газа приурочены к массовой залежи триаса и тортона. Данная система коллекторов с точки зрения нефтяной геологии представляет собой новое явление в районе Dél-Alföld (Южного Альфёлда), и открыла новые перспективы для дальнейших поиского-разведочных работ.

Й. Чаба, инж.-нефтяник—*М. Фюлёп*, математик-—*Б. Том*, инж.-нефтяник: **Теория и отечественная практика оптимизации процесса роторного бурения** ..... **Стр. 198**

В статье рассматривается теория оптимальной проводки скважин и излагается опыт по ее внедрению в отечественную практику, приводящему к значительной экономии затрат. Оптимизируются активные факторы режима бурения (осевая нагрузка, число оборотов долота), предполагая очистку забоя, приближающуюся к совершенству, максимальную скорость проведения спуско-подъемных операций с учетом нагружаемости пород и мощности буровой установки, благоприятное воздействие других факторов, а также обеспеченность буровых бурильным инструментом.
Анализируется производственный опыт по осуществлению режима бурения на буровых *En-9* и. *Pusz-6.*, рассчитанного по методу оптимального бурения интервалов ствола скважин.

Д-р *Й. Папаи*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук—*А. Шурани*, математик: **Метод численного моделирования газовых залежей с режимом контурной воды, объектов и коллекторов газа** ..... **Стр. 208**

Для моделирования газовых залежей с режимом контурной воды авторами применяется однофазная, двумерная численная модель таким образом, что объем притока воды в залежь определяется по методу *van Everdingen-Hurst* при предположении, что ВГК в любой момент времени является горизонтальным.
Для иллюстрации разработанного метода приводится пример разработки двух газовых залежей с режимом контурной воды и различной гидродинамической системы в общей сетке скважин и при совместной работе залежей во всех скважинах.

Д-р *П. Ромвари*, инж.-механик, канд. тех. наук—д-р *Л. Береш*, инж.-механик, спец. инж. по сварочному делу: **Исследования коррозии сварных соединений труб** **Стр. 213**

Зоны теплового воздействия сварки являются местами повышенной опасности с точки зрения коррозии трубопроводов. Разность потенциалов растворения в зависимости от состава поставленного материала тем больше, чем больше разница в составе материала шва и труб. Применением электрода, правильно выбранного с учетом основного материала, а также с точки зрения коррозии, опасность последней может быть значительно снижена.

Е. Шойом, инж.-металлург—д-р *М. Калдор*, инж.-металлург, докт. техн. наук: **Металлографическое исследование коррозии сварных соединений труб** ..... **Стр. 216**

В интересах выявления причин характерный коррозионных явлений в местах сварного соединения труб и трубных фланцев, зоны около корродированных мест подвергались детальному металлографическому исследованию. Согласно результатам исследования благодаря различному составу материала труб и шва и из-за наличия структурных элементов различного потенциала и значительных внутренних напряжений, в зоне теплового воздействия сварки может образоваться структура, очень чувствительная к коррозии.

*

Dr. *Gábor T. Kovács*, Geologe: **Geophysikalisch-geologische Möglichkeiten, Probleme und Ergebnisse der Kohlenwasserstoff-Exploration unterhalb der Stadt Szeged** ..... **S. 193**

Die im Raum von Szeged durchgeführten geophysikalischen Vorschürfungen (Gravitations- und seismische Messungen) haben infolge von Geländeschwierigkeiten und Bebauung nur Teilergebnisse geliefert. Diese waren aber ausreichend dazu, die Exploration mit Tiefbohrungen zu beginnen. Die Bohrung *Szeged-1.* bewies die vorherige Annahme durch die Erschliessung einer bedeutenden Erdöllagerstätte. Die weitere Erkundung wurde durch das städtische Milieu erschwert und verlangsamt, aber die Erschliessung des Erdölfeldes wurde trotzdem mit Erfolg verwirklicht. Die Kohlenwasserstoffe sind hier in einer Aggregatlagerstätte zu finden. Die Speichergesteine sind aus der Trias- und tortonischen Periode. In erdölgeologischer Hinsicht ist dieses Speichersystem in der südlichen Tiefebene neu und hat neue Perspektiven für weitere Explorationen eröffnet.

Dipl.-Ing. *József Csaba*—Dipl.-Math. *Miklós Fülöp*—Dipl.-Ing. *Béla Tóth:* **Über die Theorie und einheimische Praxis der Optimierung des Rotarybohrens** ..... **S. 198**

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Theorie einer optimalen Bohrlochniederbringungsoperation bei bedeutender Kostenersparnis und mit ungarischen Erfahrungen ihrer Anwendung. Mit der Annahme einer beinahe vollkommenen Bohrlochsohlenreinigung, einer von der Belastungfähigkeit der Gesteine und von der Leistungsfähigkeit der Bohranlage abhängigen maximalen Bohrstrangbewegung, einer günstigen Gestaltung sonstiger beeinflussender Faktoren, sowie der Versorgungslage der Betriebe mit Bohrwerkzeugen werden die aktiven Faktoren des Bohrsystems (Meisselast, Meisseldrehzahl) optimiert.
Auch Betriebserfahrungen des bei den Bohrungen *En-9.* und *Pusz-6.* verwirklichten Bohrsystems werden analysiert, das nach der Methode des optimalen Niederbringens von Bohrlochsektionen berechnet wurde.

Dr.-Ing. *József Pápay*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Math. *Andor Surányi:* **Eine Methode der numerischen Modellierung von Erdgaslagerstätten mit Vordringen des Randwassers, von Objekten und von unterrirdischen Gasspeichern** ..... **S. 208**

Die Verfasser wenden ein einphasiges, zweidimensionales numerisches Modell zur Modellierung von Erdgaslagerstätten mit Vordringen des Randwassers an. Die in die Lagerstätte eingeströmte Wassermenge wird nach der *van Everdingen—Hurst*schen Methode berechnet. Dabei wird angenommen, dass die jeweilige Wasser-Gasgrenze horizontal ist.
Anhand eines Beispiels wird die Anwendung der entwikkelten Methode beschrieben: Der Abbau von zwei Erdgaslagerstätten unterschiedlicher hydrodynamischer Systeme mit Vordringen des Randwassers geht durch ein Sondennetz vor sich, u. zw. in der Weise, dass die Lagerstätten in allen Sonden gegenseitig geöffnet sind.

Dr.-Ing. *Pál Romvári*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dr.-Ing. *Lajos Béres:* **Untersuchungen der Korrosion geschweisster Rohrverbindungen** ..... **S. 213**

Die hinsichtlich der Korrosion in gesteigertem Mass gefährdeten Teile der Rohrleitungen sind die Wärmewirkungszonen der Nähte. Je grösser der Zusammensetzungsunterschied zwischen der Naht und dem Rohrmaterial ist, desto grösser ist der sich von der Zusammensetzung

des geförderten Materials abhängig ausbildenden Auflösungspotentialunterschied. Die Korrosionsaspekte in Betracht ziehend kann die Korrosionsgefahr durch dem Grundstoff entsprechend richtig gewählte Elektroden wesentlich vermindert werden.

Dipl.-Ing. *Jenő Sólyom*—Dr.-Ing. *Mihály Káldor*, Doktor der technischen Wissenschaften: **Metallurgische Untersuchung der Korrosion geschweisster Rohrverbindungen. S. 216**

Zur Klärung der Ursachen der bei geschweissten Verbindungen Rohr/Flansche auftretenden Korrosionserscheinungen wurde in der Umgebung der korrodierten Stelle eine ausführliche Strukturprüfung durchgeführt. Nach dem Ergebnis der Prüfung entstehen in der Wärmewirkungszone der Schweissung, infolge der stark unterschiedlichen Zusammensetzungen des Rohres und der Naht wegen der Anwesenheit von Gefügeelementen verschiedenes Potentials gegen Korrosion sehr empfindliche Strukturverhältnisse.

*

Dr. *Gábor T. Kovács*, Gologist: **Geophysical, geological possibilities, problems and results of hydrocarbon exploration under the town Szeged, Hungary ..... p. 193**

Geophysical surveying (gravitational and seismic measurements) performed in the Szeged region have only given partial results because of terrain difficulties and of land covered by buildings. These were, however, sufficient for starting exploration activity by deep-drilling. Preliminary assumptions were proven by the *Szeged-1.* well discovering an important oil field. Further explorations were rendered more difficult by urban environment. In spite of this, the development of the oil field has been realized with success. Hydrocarbons are to be found here in a mass-type reservoir. Reservoir layers are of the Triassic and Tortonian period. This reservoir system is, in respect of petroleum geology, a novelty in the Southern Plain and has opened up new outlooks for further explorations.

József Csaba, Petroleum Eng.—*Miklós Fülöp*, Mathematician—*Béla Tóth*, Petroleum Eng.: **Theory and Hungarian practice of rotary drilling optimization ..... p. 198**

The theory of an optimum drilling operation giving considerable saving in costs and domestic experiences of introducing it in Hungary are dealt with. Active factors of drilling systems (weight on bit, bit rpm) are optimized presuming approximately perfect bottom-hole cleaning, maximum drill stem movement depending on rock load bearing capacity and rig performance, as well as favourable trends of other influencing factors and the degree of drilling tools supply in the plants.
Field experiences of a drilling system in wells *En-9.* and *Pusz-6.* calculated by means of an optimum drilling method for bore-hole sections are also analyzed.

Dr. *József Pápay*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences—*Andor Surányi*, Mathematician: **A method for numerical modelling of natural gas reservoirs with edge water encroachment, objects and of underground gas storage layers ..... p. 208**

A one-phase, two-dimensional numerical model is used for modelling natural gas reservoirs with edge water encroachment. The amount of water which entered the reservoir is calculated by the *van Everdingen — Hurst* method and it is assumed that the prevailing gas-oil contact is horizontal.
An application of the developed method is described by way of an example. Here, two natural gas reservoirs with edge water encroachment of different hydrodynamic systems are exploited by a well pattern in such a way that the formations are opened together in all wells.

Dr. *Pál Romvári*, Mechanical Eng., Candidate of Technical Sciences—Dr. *Lajos Béres*, Mechanical and Welding Eng.: **Checking corrosion of welded pipe joints ..... p. 213**

From the view-point of corrosion, the most dangerous parts of pipelines are the heat-effected zones of the welds. The higher the composition difference between the weld and the tube material, the higher the dissolution potential difference arisen depending on the composition of the material transported. Taking into account corrosion aspects, corrosion danger can essentially be reduced by using electrodes properly selected for the basic material.

Jenő Sólyom, Metallurgical Eng.—Dr. *Mihály Káldor*, Metallurgical Eng., Doctor of Technical Sciences: **Metallurgical examination of the corrosion of welded pipe connections ..... p. 216**

For examining typical corrosion phenomena arising on welded pipe-to-flange connections, a detailed structure test has been made in the vicinity of the corroded spot. The examination showed that, as a result of the strongly various composition of the pipe and the weld, because of the presence of structure elements of different potentials and of considerable inner stresses, structure conditions very sensitive to corrosion will form in the heat-effected zone of the welding.

KÖNYVISMERTETÉS

ZINEVICS, A. M.—GLAZKOV, V. I.—KOTIK, V. G.: **Csővezetékek és tartályok korrózió elleni védelme** *(Zascsita truboprovodov i rezervuarov ot korrozii)*. Nedra, 1975.

A könyv kimerítően tájékoztat az acél és beton csővezetékek és tartályok korróziójáról, ismerteti a szigetelő bevonatok, protektorok, katódállomások és drenázsberendezések szerepét a korrózió elleni védelemben. Vizsgálja a szigetelő bevonatok védőtulajdonságait különböző éghajlati és talajviszonyok között, és előrejelzések alapján adatokat közöl e bevonatok élettartamára. Leírja azokat a számítási módszereket, amelyekkel a csővezetékek és tartályok katódos védelmének paraméterei meghatározhatók, továbbá ismerteti a nyomvonal-keresési és villamos mérési eljárásokat.

Köztudott, hogy a népgazdaságban a korróziós károk nemcsak a meg nem térülő fémveszteségekre korlátozódnak. Még a viszonylag kismérvű korrózió is gyakran az egész csővezeték üzemének leállását okozza, jelentős anyagi károkat idézve elő.

A csővezetékek és a tartályok élettartama nagymértékben függ a korrózió elleni védelem eszközeinek fejlettségi színvonalától. Ezért a könyvben részletezett kérdéseknek igen nagy jelentőségük van. A korrózió elleni védelem hatékonyságának növelését érintő adatok számos tudományos és mérnöki feladat megoldását mozdíthatják elő. E feladatok közül csak néhányat emelünk ki: hatékonyabb védő és technológiai tulajdonságú új bevonatok előállítása, a csőszigetelő és csőfektető munkálatok folyamatos végzése egész éven át különböző éghajlati viszonyok között, a leggazdaságosabb védelmi rendszerek kiválasztása, korszerűbb villamos védelmi módszerek és eszközök kidolgozása.

A könyv 11 fejezetét számos ábra és a tájékozódást megkönnyítő tárgymutató egészíti ki. A 20 nyomtatott ív terjedelmű szakkönyvet haszonnal forgathatja a korrózióvédelmi létesítményekkel foglalkozó szakemberek napjainkban számban egyre inkább gyarapodó tábora.

Sz. K.

MEGHÍVÓ

az olaj- és geofizikusmérnök-képzés negyedszázados jubileumára

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszéke és Geofizikai Tanszéke értesíti végzett nappali és levelező hallgatóit, hogy az OMBKE Kőolaj- Földgáz- és Vízszakosztályának, a Magyar Geofizikusok Egyesületének, valamint az OMBKE Egyetemi Osztályának rendezésében

1976. szeptember 6—7-én

tudományos ülésszak formájában kíván megemlékezni az olajmérnök- és geofizikusmérnök-képzés megindításának negyedszázados évfordulójáról.

A jubileumra megváltható emlékplakett készül; megfelelő érdeklődés esetén jubileumi szakestélyt is rendeznek az ünnepségek tiszteletére.

A tanszékek mindent elkövettek, hogy a végzett hallgatók címét megszerezzék és személy szerint mindenkit meg fognak hívni. Akiknek a címét nem sikerült megszerezni, vagy akik esetleg adminisztratív okok miatt nem kaptak meghívót, azokat ezúton kívánjuk meghívni. A részvételi szándékot, szállásigényt, plakettrendelési és a szakestélyen való részvételi szándékot a tanszékre küldött levélben kérjük jelezni.

Jó szerencsét!

A szervező bizottság nevében
Dr. *Szepesi József*
egyetemi adjunktus
(NME Olajtermelési Tanszék)

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVA

Budapest XIII., Révész u. 27—31.
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.
Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 225—256 oldal BUDAPEST, 1976. AUGUSZTUS HÓ 8

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

HOVÁNYI LEHEL—KOLOZSVÁRI GÁBOR—SZARKA ZOLTÁN — Nagyméretű olajtartályok deformációinak mérései 225

FÜLÖP MIKLÓS — A mélyfúrási számítástechnika új irányai 229

GOMBOS ZOLTÁN—ŐRI VIKTOR—VOLL LÁSZLÓ — A földgázvagyon meghatározása termelési eredmények értékelésével a szanki mezőben 233

MACHÁCS MIKLÓS—POGÁNY LÁSZLÓ — A szénhidrogénipar fejlesztésének kérdései az V. ötéves tervidőszakban 239

KLOPP GÁBOR—MÁNDY TAMÁS—PAP GÉZA — Természetes szén-dioxidjaink és szén-dioxidban dús földgázaink adszorpciós szárítása ... 245

FRIEDRICH LAMBERT—GELENCSÉR LÁSZLÓ — Hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezések minősítésének főbb szempontjai... 249

Szakosztályi hírek

A Moszkvai Gubkin Bányászati Egyetem képviselőinek előadásai. Budapest, 1976. V. 6. B-3

Az iparág köréből

A KGST Kőolaj-és Gázipari Állandó Bizottságának 44. ülése. Karlovy Vary, 1976. V. 3—7. 244

Csehszlovák köszönet és elismerés a dunajovicei gázkitörés megfékezésében nyújtott segítségért 254

Az AIME Olajmérnökök Társaságának és a KIVI Tengeri Fúrásokkal foglalkozó Szakosztályának 1976. évi tavaszi konferenciája. Amszterdam, 1976. IV. 8—9..... 254

Az OKGT fúrási üzemeinek 1975. évi tevékenysége..... 248

Külső áramforrású katódos védelem anódtelepítése..... 253

Múzeumi hírek. Felhívás dokumentumanyag átmeneti átengedésére B-3

Közlemény B-3

Hibakiigazítás. — Dátummódosítás 228

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 255

A SZÁM SZERZŐI:

FRIEDRICH LAMBERT okl. gépészmérnök, főmechanikus (Zalai Kőolajipari Vállalat, Zalaegerszeg); FÜLÖP MIKLÓS okl. matematikus (Budapest); GELENCSÉR LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, üzemvezető (Zalai Kőolajipari Vállalat, Zalaegerszeg); GOMBOS ZOLTÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); HOVÁNYI LEHEL dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, tv. egyetemi tanár (NME Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék, Miskolc); KLOPP GÁBOR okl. vegyészmérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); KOLOZSVÁRI GÁBOR dr. okl. földmérőmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa (NME Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék, Miskolc); MACHÁCS MIKLÓS okl. villamosmérnök, osztályvezető (Nehézipari Minisztérium Műszaki Fejlesztési Főosztály, Budapest); MÁNDY TAMÁS okl. vegyészmérnök, tud. osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); ŐRI VIKTOR okl. fizikus, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PAP GÉZA okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, okl. közgazdasági mérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SZARKA ZOLTÁN dr. okl. mérnök, tv. egyetemi docens (NME Számítástechnikai Intézet, Miskolc); VOLL LÁSZLÓ okl. olajmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

Az összefoglalókat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

75-2570 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KOÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGEDI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 8. szám 1976. augusztus

Nagyméretű olajtartályok deformációinak mérései

HOVÁNYI LEHEL—
KOLOZSVÁRI GÁBOR—
SZARKA ZOLTÁN

A tanulmány a nagyméretű olajtartályok geometriai helyzetének és deformációinak mérési és számítási módszereit ismerteti. Megadja a tartályok geometriai helyzetét sokoldalúan jellemző paramétereket. A tartályok ellenőrző műszaki átvételéhez meghatározza a palástonbemérendő pontok optimális számát és elhelyezését. Vázolja a jövőbeli kutatási irányokban folyó elméleti és gyakorlati munkákat.

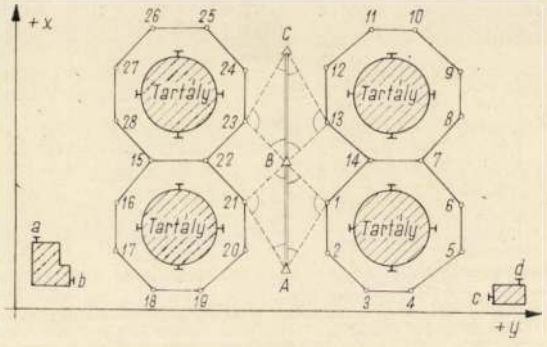
A nagyméretű külszíni olajtartályok műszaki átvételekor, az üzemelés során esetleg fellépő palástdeformációk megállapításakor fontos feladat a tartályok geometriai helyzetének meghatározása és időszakos ellenőrzése. A tartályok *geometriai helyzete és a deformálódások mértéke precíziós geodéziai mérések alapján oldható meg.*

A Nehézipari Műszaki Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszékén kidolgoztuk a nagyméretű olajtartályok geometriai helyzetének és 15 mm-nél nagyobb deformációinak meghatározására alkalmas *mérési és számítási módszereket.* Kialakítottuk a tartályok geometriai helyzetét sokoldalúan jellemző *paramétereket.* A tartályok geometriai helyzetének ellenőrző műszaki átvételéhez gyakorlati mérések hibaelméleti értékelése alapján meghatároztuk a tartálypalástokon *bemérendő pontok optimális számát és elhelyezését.* A kutatások eredményeiről röviden a következőkben számolunk be [1—7].

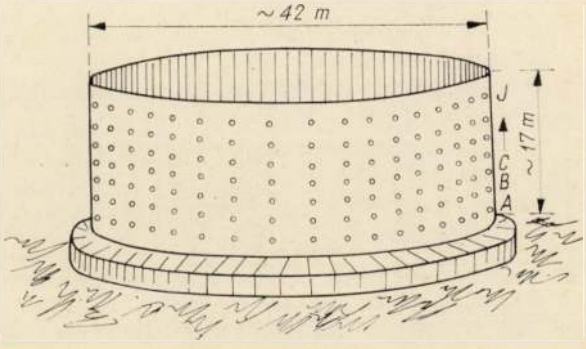
Mérési módszerek

Az *1. ábra* egy üzemterület négy, 20 000 m³-es olajtartályának geometriai helyzetmeghatározásához célszerűen kialakítandó vízszintes vetületi és magassági alappontrendszert mutat. Az *A, B* és *C* egy egyenesben fekvő alappontok közötti szakaszok alkotják az *X, Y* tengelyekkel adott önálló koordináta-rendszerben a pontrendszer alapvonalát. Az 1—28 jelű pontok a tartályok tűzgátjainak koronáján, a talajszint alatt betonba ágyazott sokszögpontok. Az *1. ábrán* látható precíziós sokszögvonalak négy, háromszögeléssel meghatározott pontjukkal csatlakoznak az *ABC* alapvonalhoz. Az *a, b, c* és *d* jelű üzemi épületek lábazati falában állandósított falicsapok magassági alappontok. Az *1. ábra* tartályain a falicsap jelzésű pontok a tartály alapjában és palástján párosan elhelyezett magassági pontok.

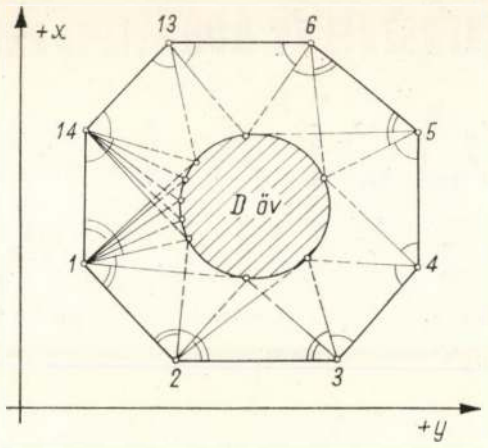
A *2. ábra* a tartály geometriai alakmeghatározásához a palástra négyszöghálózatban felfestett mérési pontrendszert szemlélteti. Az *A—J* jelű övekben a vízszintes varratok mentén fekvő pontok, függőleges értelemben, oszlopokat alkotnak. A *3. ábra* szerint az egyes övekben a palástpontok vízszintes vetületi koordinátái a tartály körüli sokszögpontokról előmetszéssel, a ma-



1. ábra
Vízszintes vetületi és magassági alapponthálózat



2. ábra
A tartálypalást mérési ponthálózata



3. ábra
A palástpontok előmetszése egy övben

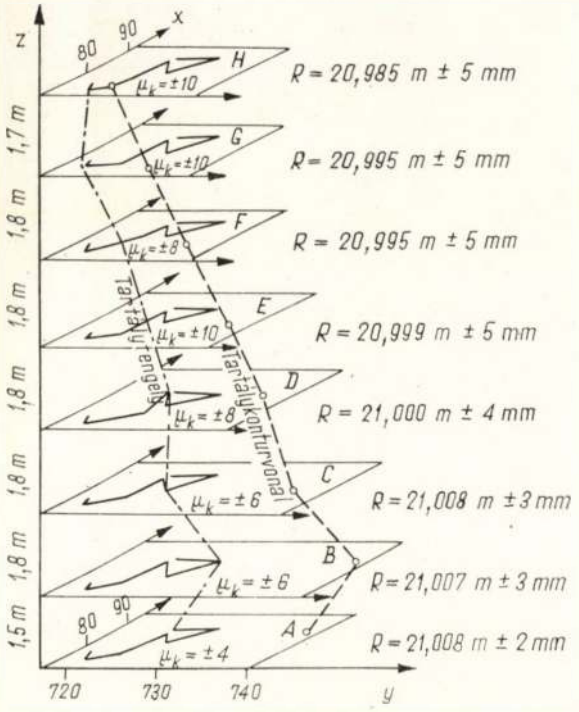
gassági koordinátái trigonometriai magasságméréssel határozhatók meg.

A tartálypalást kisebb, 200—250 m²-es felületén fekvő pontok meghatározására alkalmas a *fotogrammetriai módszer* is. A helyi terepviszonyoktól és a rendelkezésre álló fotogrammetriai felvevő műszerektől függően a palástpontok konvergens vagy párhuzamos tengelyű felvételek alapján értékelhetők ki.

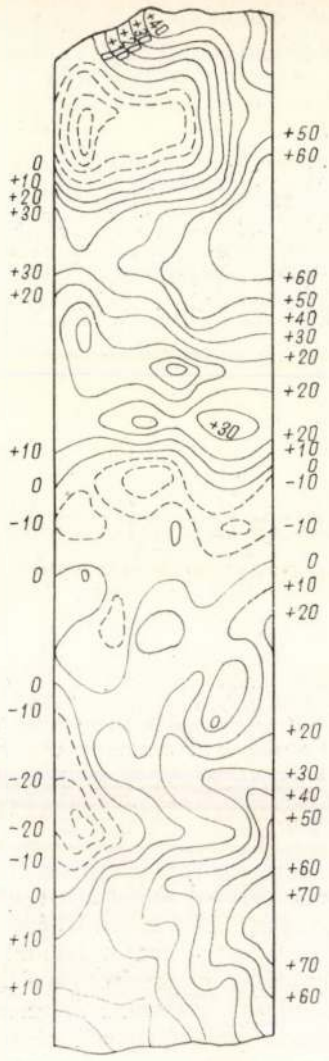
A geometriai helyzetet jellemző paraméterek

A palástpontok koordinátáiból a következő *általános jellegű paraméterek* számíthatók és rajzolhatók meg:

— a sugárirányú eltérések négyzetösszegének minimuma alapján számított övenkénti kiegyenlítő körök sugárhosszai és körközéppontjainak koordinátái;



4. ábra
Egy tartály általános geometriai helyzete



5. ábra
Tartálypalást izovonalas térképe

— az egymás fölött (alatt) fekvő kiegyenlítő körök *4. ábrán* megrajzolt középpontjainak összekötéséből származó tartálytengely;

— az egymás fölött (alatt) fekvő kiegyenlitő körök *4. ábrán* megrajzolt sugárhosszainak összekötéséből eredő, általános helyzetre jellemző tartálykonturvonal;

— az egyes övekben a bemért pontoknál a kiegyenlítő körtől számított sugárirányú eltérések számszerű (esetleg rajzon ábrázolt) értéke;

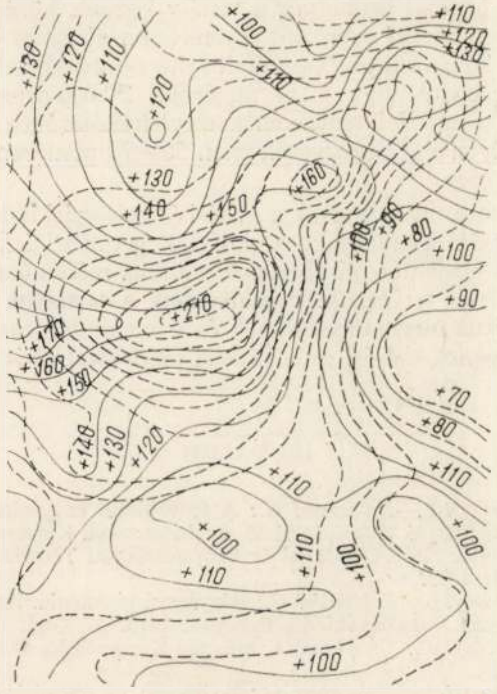
— az egyes övek kiegyenlítő körsugarainak és -középpontjainak középhibával jellemzett megbízhatósági mérőszámai (*4. ábra*).

A palástpontok ismételt meghatározásakor az említett álatalános paraméterek változásaiból az egész tartály geometriai helyzetének (a tengely- és a palásthelyzetnek) a változására lehet következtetni.

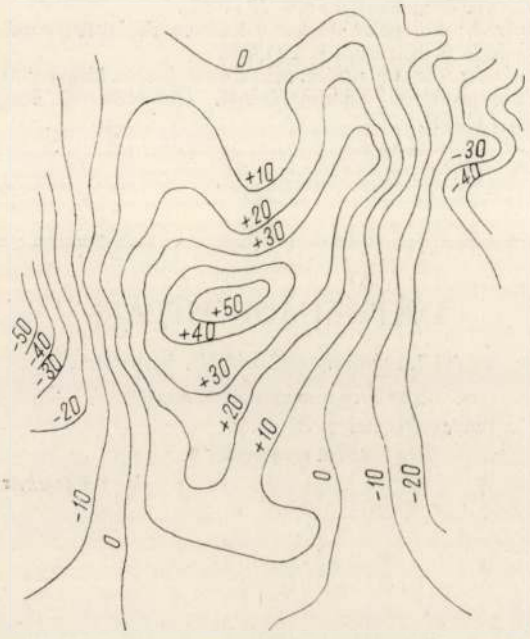
A teljes tartálypalást pontonkénti *valódi helyzete* egy tetszőleges sugarú hengerpalásthoz viszonyítva határozható meg. E henger sugara és középpontja — a *2. ábra* szerint — célszerűen az *A* vagy a *B* öv kiegyenlítő körének sugara és középpontja. A kiválasztott öv sugárhosszának, a körközéppont és az összes tartály-

palástpont koordinátáinak az ismeretében számíthatók az egyes pontoknál a hengerhez viszonyított sugárirányú eltérések. A hengert egy alkotó mentén felvágva és síkba terítve, az egyes pontoknál számított sugárirányú eltérések alapján, izovonalas térképet lehet szerkeszteni (*5. ábra*). Az izovonalas térkép a tartálypalást valódi térbeli helyzetét szemlélteti.

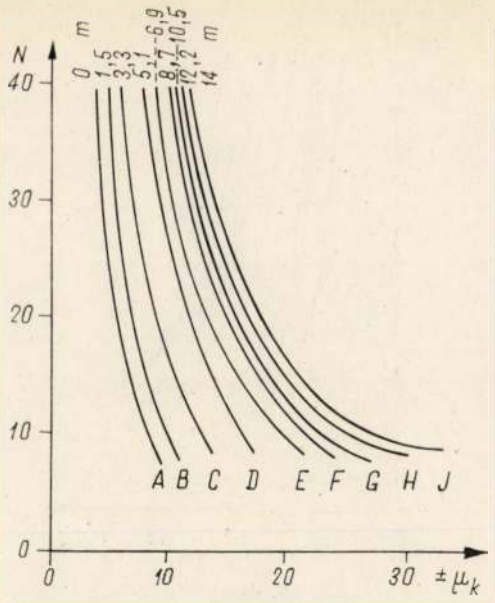
Esetleges palástdeformálódás után az ismételt mérés eredményeivel szerkesztett izovonalas térkép (*6. ábra*) és az eredeti izovonalas térkép rajzi kivonása egy különbségi térképet ad [2]. *A különbségi térkép izovonalértékei a deformálódás mértékéről tájékoztatnak*



6. ábra
Tartálypalást izovonalas javítás előtt és után



7. ábra
Tartálypalást izodeformációs térképe



8. ábra
Pontsűrűség és a kiegyenlítő körök középpontjának megbízhatósága

(*7. ábra*). Szemléltethető a deformálódás az egyes években a koordinátáikkal felrakott palástpontok *síkbeli vándorlásával* is.

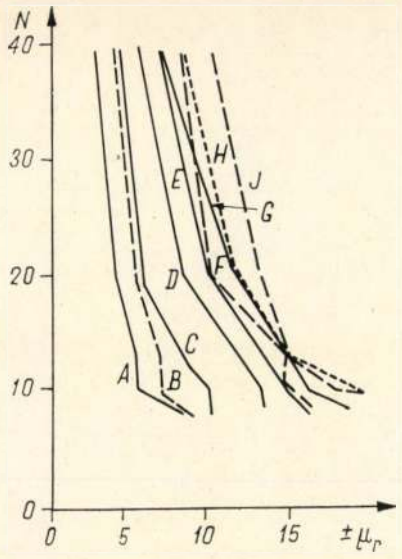
A kutatási munkák gyakorlati eredményei

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszéke a Barátság II. kőolajvezeték fényeslitkei fogadóállomásán négy darab 20 000 m³-es tartály geometriai helyzetének és deformációinak meghatározását — az előbbiekben részletezett módon, a mérések pontosságának előzetes megtervezése után — a gyakorlatban is elvégezte.

A tartálypalást vízszintes síkbeli helyzetében — legfeljebb 15 mm-es megengedett eltéréssel számolva — a palástpontok meghatározási pontosságát a megengedett eltérés felével, ±7 mm-es középhibával terveztük. A palástpontok meghatározásához szükséges mérések (alapvonalmérés, precíziós sokszögelés, előmetszés stb.) pontosságát a ±7 mm-es középhiba függvényében határoztuk meg.

Az üzem területén az *1. ábrán* feltüntetett vízszintes vetületi és magassági alapponthálózatot alakítottuk ki. Az önálló rendszer *ABC*=170 m-es alapvonalának relatív pontossága 1:150 000. Az alapvonalról az *1. ábra* szerinti háromszögeléssel meghatározott sokszögpontok középhibája ±1,5 mm-nél kisebbnek adódott. A tartályokat körbevevő, kényszer-központosítással mért precíziós sokszögvonalak vonalas záróhibái nem haladták meg az 5 mm-t. A tartálypalást legfeljebb ±5″-es szögközéphibákkal két úton meghatározott pontok koordinátáinak eltérései 8 mm-nél kisebbek voltak.

A tartályonként kilenc övben felfestett, övenként 40 palástpont mérési adatait az egyetem Számítástechnikai Intézetének ODRA—1304 típusú számítógépén dolgoztuk fel. Ennek eredményeként megkaptuk a palástpontok önálló rendszerbeli *x*, *y* és *z* koordinátáit, az egyes övek kiegyenlítő köreinek ada-



9. ábra
Pontsűrűség és a kiegyenlítő körsugarak megbízhatósága

tait és ezek megbízhatóságát. Számítógépes feldolgozásból nyertük a palástpontoknál a kiegyenlítő köröktől és a *B* jelű övek kiegyenlítő körével meghatározott hengerektől adódó sugárirányú eltéréseket.

Egy tartály geometriai helyzetének általános paramétereit a *4. ábra* szemlélteti. A tartálypalást egy részletének izovonalakkal ábrázolt *valódi térbeli helyzete* az *5. ábrán* látható. A *6. ábra* szaggatott és folytonos izovonalai a tartály erősen deformált részének javítás előtti alaphelyzetét és javítás utáni képét mutatják. A *7. ábra* ugyanazon tartályrészen a *6. ábra* izovonalainak rajzi kivonásával nyert *valódi deformációs vonalakat* tünteti fel.

Az egyik tartály kb. 200 m²-es részének palástpontjait konvergens fotogrammetriai felvételekből is meghatároztuk. A fotogrammetriai eredmények pontossága a klasszikus mérések pontosságával csaknem azonos. A *fotogrammetriai módszer tehát esetleges helyi, kis területű palástdeformálódáskor alkalmazható az alaphelyzet és a deformációk gyors meghatározására.*

A palástpontok optimális száma és elhelyezése

A palástpontok optimális számát és elhelyezését a tartálypalástok kb. 360 pontból álló hálózatának ritkításával kapcsolatos pontossági értékelés alapján határoztuk meg [2]. A *8. ábra* görbéi az övek kiegyenlítő körközéppontjainak $\pm\mu_k$ megbízhatóságait, a *9. ábra* görbéi pedig a körsugarak $\pm\mu_r$ megbízhatóságait tüntetik fel a palástpontok sűrűségének függvényében. Az ábrák szerint az övenkénti $\pm\mu_k$ és $\pm\mu_r$ megbízhatóságok a bemért pontok számának csökkentésével fokozatosan csökkennek. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a tartályok geometriai helyzete műszaki átvételkor a tartály legalsó, középső és legfelső részén övenként egyenletesen elosztott és bemért 20 palástpont adataiból kellő pontossággal meghatározható. Egy 42 m átmérőjű, 20 000 m³-es tartály geometriai helyzetének meghatározásához tehát tartályonként hozzávetőlegesen 50—70 pont bemérése szükséges.

A további kutatások a mérési és számítási idő csökkentésére irányulnak. A palástok geometriai helyzetének meghatározásához automatikus mérőműszer kialakítását tervezzük. Foglalkozunk a tartályok volumetrikus meghatározásának és a meghatározás pontosságának mérési és számítási módszereivel is.

IRODALOM

[1] *Hoványi L.—Kolozsvári G.:* A fényeslitkei nagyméretű kőolajtartályok deformációinak meghatározása. Kutatási zárójelentés. NME Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék. Miskolc, 1975.
[2] *Hoványi L.—Kolozsvári G.:* Bányászati geometria. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
[3] *Hoványi L.:* Bányamérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
[4] *Hoványi L.—Kolozsvári G.:* A kőolaj- és földgázipar geodéziai és bányamérési irányelvei. Kutatási zárójelentés. NME Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék. Miskolc, 1973.
[5] *Hoványi L.:* Aknaközép meghatározása körszelvényű aknák esetében. Bányászati Lapok *12* (1957).
[6] *Sárdy A.:* A kiegyenlítő kör mérnökgeodéziai felhasználása. Geodézia és Kartográfia *2* (1969).
[7] *Sárdy A.:* A legkedvezőbb mérési elrendezés a kiegyenlítő kör mérnökgeodéziai alkalmazásánál. Geodézia és Kartográfia *4* (1964).

HIBAKIIGAZITÁS

Ez évi 5. számunk 137. oldalán **Benzinhozam-növelés a Dunai Kőolajipari Vállalatnál petróleumdesztillációval** c. híranyagunk táblázatában sajnálatos nyomdai hiba történt. A *„Deszt. kezdőfp."*-hoz tartozó értékek mindegyike elé tévedésből került a „0",; valamennyi érték tehát e nélkül értendő (C°-ban).

(A szerkesztő)

DÁTUMMÓDOSÍTÁS

Ez évi 7. számunk 222. oldalán ismertetett

„25 éves a nagylengyeli mező"

c. rendezvény helyes dátuma:

1976. szeptember 2.

(A szerkesztő)

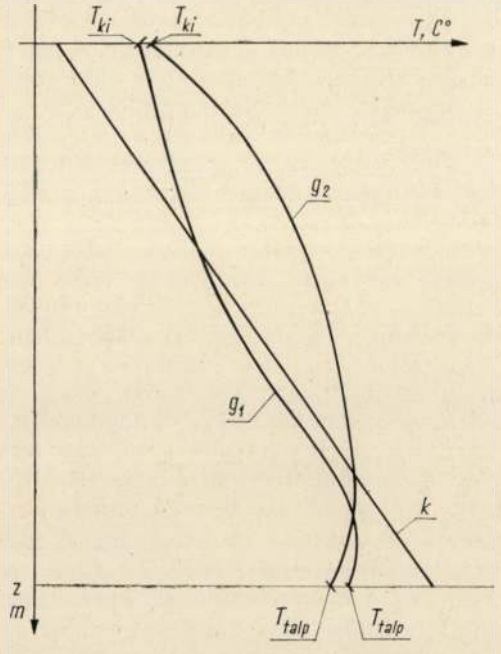
A mélyfúrási számítástechnika új irányai

FÜLÖP MIKLÓS

A tanulmány napjaink rohamos technikai fejlődésének tükrében vizsgálja az újabb fúrástechnológiai kívánalmakat teljesítő számítástechnikai módszereket; felsorol néhány, Magyarországon jelenleg alkalmazott számítási modellt, és javaslatot tesz egy fúrási üzemegység „számítógépesítésére".

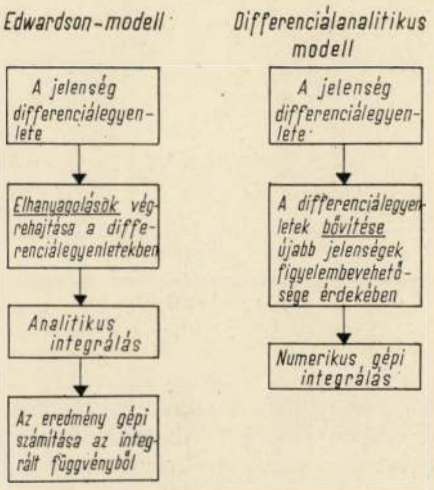
Alig tíz éve, hogy elektronikus számítógépeket szénhidrogén-kutatási, azon belül fúrási feladatok számításához hazánkban igénybe vesznek. A kezdeti útkeresés után kialakult számítási módszerek alkalmasak voltak mindazon műszaki feladatok megoldására, amelyek a fúrási ipar akkori fejlettségi fokán jelentkeztek.

A számítástechnika adta lehetőségek és az iparággal szemben támasztott követelmények azonban új utak keresését teszik szükségessé. Ezeknek, a számítástechnikával szemben kialakuló új igényeknek egyik nagyszerű példája, hogy a fúrás közbeni információszerzésnek a lemélyítési sebességet csökkentő hatása (magfúrás és szelvényezés) miatt inkább a felszínen mérhető adatokból való számítással kívánunk mélybeli ismereteket szerezni. Ahhoz azonban, hogy a felszínen mérhető adatokból (iszaphőmérsékletből, fúrási sebességből stb.) a mélyben uralkodó viszonyokat számíthassuk, a számítási módszerek nagymérvű pontosítása, azok fizikai modelljének újrafogalmazása és új számítási eljárások megalkotása szükséges.



1. ábra
A mélység függvényében változó kőzethőmérséklet, valamint a gyűrűs tér különböző modellekkel számított iszaphőmérsékletei

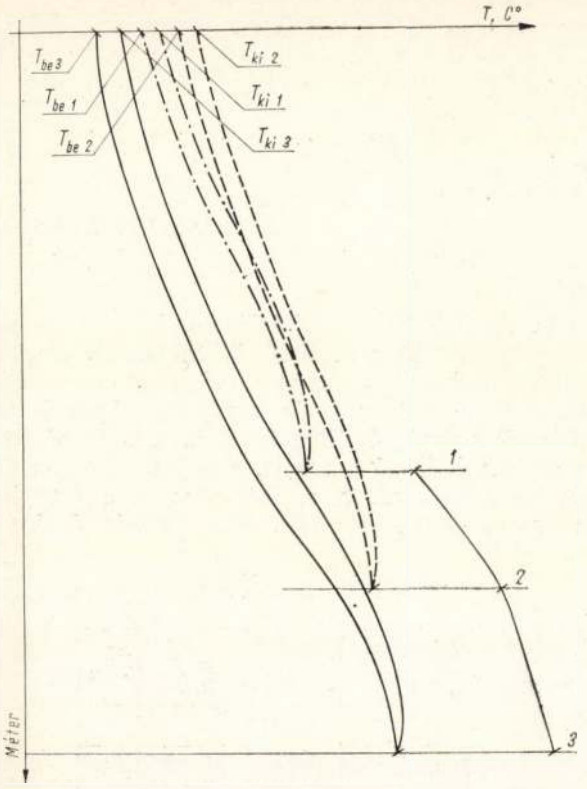
Az elmondottak megvilágítása érdekében vizsgáljuk meg a fúróiszap (öblítés közbeni állandósult állapotú) hőmérsékletét számító módszerek alakulását. Az *1. ábrán* a gyűrűs tér iszapjának hőmérsékletét ábrázoljuk a mélység függvényében. A *k* jelű görbe a kőzet hőmérsékletét mutatja, a g_1 jelű görbe az *Edwardson*-módszerrel, a g_2 jelű görbe a differenciálanalitikus módszerrel számított gyűrűstér-hőmérsék-



2. ábra
A különböző modellek számítási sémái

letet szemlélteti. A *2. ábrán* a két módszer számítási sémája látható. Amíg az *Edwardson*-modell a differenciálegyenletek integrálhatósága érdekében — tehát matematikai korlátok miatt — kénytelen elhanyagolásokat bevezetni, addig a differenciálanalitikus módszer az alap differenciálegyenletben további jelenségek figyelembevételével pontosítja a számítást. A pontosítás — a fúró munkájának hőegyenértéke, a surlódási veszteségek hőegyenértéke, a fázisváltozások stb. — azért lehetséges, mert bármilyen differenciálegyenlet a peremfeltételek figyelembevételével numerikus integrálással megoldható és ekkor nincsenek az előbbi korlátok. Nyilvánvalóan olyan kívánalmaknak, hogy az iszap felszíni, a szivattyúnál és a kifolyónál mérhető hőmérsékletéből számítani tudjuk a réteghőmérsékletet *(3. ábra)*, csak ezen utóbbi, differenciálanalitikus számítási módszer felel meg.

Hiába rendelkezünk azonban differenciálegyenleteket numerikusan integráló hatékony (pontos és gyors) gépi eljárásokkal, ha az újabb fizikai részletekkel bővített infinitezimális fizikai modell anyagi állandóit — hővezetési tényezőket, fajhőket, hőegyenértékeket, fázisjellemzőket stb. — nem vagy csak korlátozott pontossággal ismerjük. Szükséges ezért a kívánalmak



3. ábra
A kőzethőmérséklet számítása a felszínen mérhető iszaphőmérsékletből

kielégítése érdekében, hogy nagyszámú (statisztikailag kezelhető mennyiségű) konkrét üzemi adatból ezen állandók értékét visszaszámíthassuk. Ennek megvalósítása hatékony adatkezelő rendszer és új elveken megvalósított regressziós eljárások kidolgozását teszi szükségessé.

A példában elmondottak a fúrástechnológiai számítások mindegyikére érvényesek (optimalizálás, hidraulika stb.).

1. Numerikus módszerek differenciálegyenletek integrálására

Az előzőekben leírt feladatok megvalósításához szükséges, hogy egy

$$f\left(\frac{d^n y}{dx^n}, \ldots, \frac{dy}{dx}, y\right) = 0$$

egyváltozós differenciálegyenletből az

$$y = f(x),$$

valamint a

$$f\left(\frac{\partial^n z}{\partial y^n}, \ldots, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^n z}{\partial x^n}, \ldots, \frac{\partial z}{\partial x}, z\right) = 0$$

többváltozós parciális differenciálegyenletből a

$$z = f(x, y)$$

primitív függvényeket hatékonyan, a fizikai valóság szerinti peremfeltételekre illeszkedően numerikusan meg tudjuk határozni. Az eljárásokat, amelyek egyrészt a peremfeltételekre illeszkedő kezdőértékek lineáris iterációval lehetséges meghatározásának felismerését, másrészt több új algoritmust tartalmaznak, a számítástechnikai szakirodalom ismerteti [1, 2]. A numerikus módszerrel a fúrólyukak hőmérsékletének számítására [3], a nem newtoni folyadékok áramlási viszonyának és nyomásveszteségének meghatározására [2, 4], a filtráció viszonyainak elemzésére [2] stb. készítettünk modelleket és programokat.

2. A fizikai állandók értékének meghatározása számítással

A műszaki-fizikai modellekben legtöbbször fizikailag jól definiált és a modelltől függetlenül is mérhető anyagjellemzők felhasználása szokásos. A szénhidrogén-bányászatban azonban, ahol a felszíni és mélybeli viszonyok közötti eltérés sokszor nem definiálható, vagy ahol a sok paraméter miatt egy-egy anyagjellemző értelmezési tartománya kétséges lehet, a jelenségtől független mérések korrelációja a műszaki valósággal bizonytalan. Éppen ezért — az anyagjellemzők méréssel történő meghatározása mellett — célszerű azokat ipari folyamatokból, a többi jellemző mért értékeinek birtokában visszaszámítással is meghatározni.

2.1. Adatkezelő rendszerek

Az az igény, hogy anyagjellemzőket ipari folyamatokból visszaszámítással határozhassunk meg, szükségessé teszi statisztikai módszerek alkalmazását, sok eset feldolgozását, amihez nagyszámú adat kezelése szükséges.

A számítástechnikában az adatfeldolgozás (ügyvitelszervezés) külön szakterület, elsősorban adminisztrációs feladatok megoldására, amiben nem kívánunk elmélyedni. A műszaki tudományos adatkezelés sok tekintetben eltér az ügyviteli módszerektől. A fent ismertetett célok érdekében azonban szem előtt kell tartanunk az optimális adattárolás megvalósítását, a gyorsaságot az adatkezelésben, valamint azt a körülményt, hogy az adathordozón levő ellenőrzött adattömeg — mint nagy információs érték — bármikor újra felhasználható legyen.

A szénhidrogén-bányászat geológiai információinak adatkezelése ugyancsak jelentős, az egész iparágat átfogó, több éve napirenden levő feladat, amivel szintén nem kívánunk foglalkozni. Az alábbiakban kizárólag fúrástechnológiai számításokhoz szükséges — részben az állandók visszaszámítását célzó, részben optimalizálási feladatokat ellátó — adatkezelést kívánunk ismertetni, azzal a hozzáfűzéssel, hogy az alkalmazott módszer egyes részletei esetleg építőkövei lehetnek egy fent vázolt átfogó rendszernek.

A fúrások mélyítésekor jelentkező adatok feldolgozásának adatgyűjtési részét célszerű a fúrás technológiai, gyakorlati megvalósításának sorrendjében, lényegében a jelenlegi bizonylatozási rendszer szerint, vagyis a fúrómesteri napi jelentések, a geológiai adatgyűjtés (fúróhaladás: perc/méter, köznapi szóhasználatban: méterperc), az iszapvizsgálati jelentések stb.

alapján végezni. Az adatok technológiai szempontból három csoportba oszthatók, mégpedig

— a fúrási műveletek,
— egyéb műveletek (csövezés, cementezés, szelvényezés, mentés stb.),
— adminisztrációs szempontok

szerint. Jelenleg a fúrási műveletre vonatkozó adatkezelési rendszer nyert kialakítást, amiben a jelentkező adatokat az alábbi csoportosításban kezeljük.

A) mélység szerint változó adatok (pl. fúróhaladás, iszaphőmérsékletek stb.);
B) egyes mélységszakaszokban (fúrómenetekben) állandó (pl. fúróterhelés, asztalfordulat, iszapfajsúly, öblítési mennyiség stb.) adatok;
C) a fúrás folyamán végig állandó (pl.: berendezés napi költsége, kútszerkezet, szivattyútípus stb.), végül
D) műszaki adatok (pl.: fúrótípusok méretei, szivattyúk jelleggörbéi stb.).

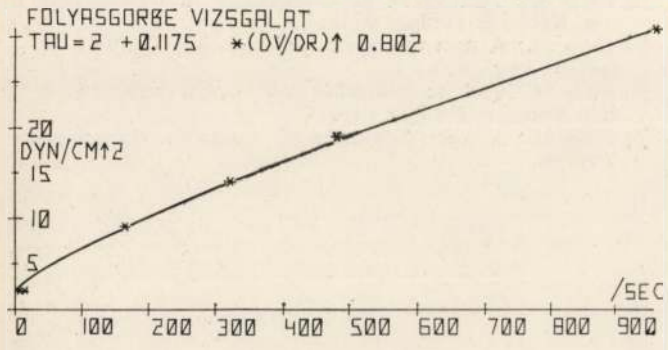
Gyakorlatban az *A)* és *B)* adatokat együtt tároljuk mágnesszalagon. Egy — akusztikai célokra 30+30 percig használható — mágneskazettára 25 000 fúrt méter felsorolt adatait tudjuk tárolni [5]. A *D)* csoportban felsorolt adatokat a műszaki egység (pl. szivattyúk, fúrók) szerint külön-külön tároljuk. A kijelölt mágnesszalagrészek rövidek, így azok mindegyik kezelőprogram után tárolhatók. A *C)* típusú adatokat (egyelőre) kézzel, esetenként visszük fel.

A rendszernek az illetéktelen felülírás és felhasználás ellen kulcsszámos védettsége van.

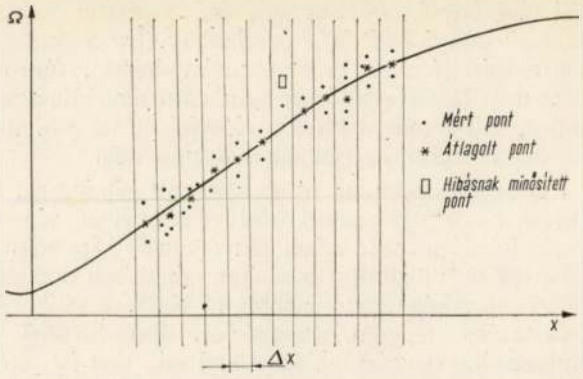
2.2. Regressziós módszerek

A megfelelő adatkezelési rendszer birtokában válik lehetségessé, hogy a fúrási üzemek tevékenységére támaszkodva konkrét fúrások mért adatai alapján különböző anyagi vagy empirikus állandókat meghatározhassunk. Ennek matematikai feltétele egy, a mérési hibákat, az adminisztrációs elírásokat és egyéb statisztikailag kiszűrhető ellentmondásokat kritikusan kezelő, a klasszikus, de ebben a gyakorlatban már nem alkalmazható elveket feladó vizsgálati módszer kidolgozása. Szükségessé vált, hogy mért adathalmazokra úgy tudjunk függvényeket illeszteni, hogy a nyilvánvaló trendtől eltérő pontokat — előre megadott küszöbértékek alapján — hibásnak tekintve elhagyjuk.

Ezen regressziós módszerek egyik csoportjánál a fizikai alapokból el lehet dönteni azt, hogy milyen függvény alkalmazása célszerű. Ennek megvalósítására kidolgoztunk lineáris, polinominális és exponenciális regressziós módszereket, amelyek nem a legkisebb hibanégyzetek alapján, a függvényillesztés után adnak meg egy korrelációs (jósági) faktort, hanem előre megadott kritériumok alapján a mért halmaz egyes elemeit eleve hibásnak tekintik. A hibásnak minősített pontok száma természetesen választ ad a regresszió alkalmazhatóságáról. A *4. ábrán* egy fúróiszap-folyásgörbe exponenciális regressziója látható.



4. ábra
Folyásgörbe vizsgálata



5. ábra
Analitikus átlagolás regressziós eljáráshoz

Amennyiben nem határozható meg előre, hogy milyen függvény a legalkalmasabb a jelenség meghatározására, akkor differenciálegyenletes regressziót használhatunk. Ilyen eset adódik például olyankor, amikor a hibásnak minősített pontok száma túl nagy. Ez a regressziós módszer egy olyan másodrendű differenciálegyenletet illeszt a mért pontok halmazára, amelynek integrálásával akár egyenes, akár polinom, akár transzcendens függvény (pl. *Bessel*-függvény) állítható elő aszerint, hogy a differenciálegyenlet együtthatói a regressziós eljárásból milyen értékűnek adódtak [6].

További pontosítást jelentett a regressziós módszerek alkalmazásában az az eljárás, amelynek során a független változóként minősített paraméter egy-egy Δx tartományába eső mérési eredményeket egyéb fizikai-műszaki szempont szerint átlagoltuk, és ezzel azt értük el, hogy a vizsgált független változó minden Δx szakasza csak egy pontot tartalmazzon *(5. ábra)*.

3. Alkalmazások

Az ismertetett számítási módszereket elsősorban kutatási témák alapszámításaihoz használtuk fel, amelyek során hőmérséklet-számítási, áramlástani, filtrációs, kőzetmechanikai stb. megfontolásokat támasztottunk alá üzemi mérési eredményekkel ellenőrzött matematikai modellekkel.

Gyakorlati vonatkozásban a fúrólyuktervezés legkülönbözőbb rész-számításai végezhetők el elektronikus számítógépeken, amelyek legtöbbje már az ismertetett elveken alapuló modellekre épül. Így programok készültek a fúrólyuk-hőmérséklet, az áramlási nyomásveszteség, a dinamikus fúrólyuknyomások, a fúrási hidraulikai tervezés, a fúrási rezsim meghatározása (optimalizálás), a béléscső-méretezés, a lyukelfojtás stb. számításainak elvégzésére.

A leírt alapelvek azt is lehetővé teszik, hogy a fú-

rási tevékenység közben szükséges operatív beavatkozások számításait is elvégezhessük. Így cementezések előkészítésekor (konzisztenciamérések), fúrások előre nem látott eseményei után való újraoptimalizáláshoz, túlnyomásos tárolók előrejelzéséhez stb. volt alkalmunk számítógépes alátámasztást adni.

Külön kell szólnunk az alkalmazott géptípusról is. Éppen az operatív beavatkozási igény teszi szükségessé a számítógéppel való minél közvetlenebb kapcsolatot, így a számítóközpontokban bérelt gépidőben való számítási lehetőség egyre inkább nehézkessé válik. Az ettől eltérő — saját beszerzésben üzemeltethető — géphasználat gazdasági, klimatizálási, kezelési okok miatt a kisebb géptípusok előtérbe kerülését eredményezi. Éppen emiatt rendkívül fontos, hogy az *1.* és *2.* részben ismertetett matematikai alapelvek rövid programokkal és kisszámú tárolóregiszterrel is végrehajthatók legyenek. Ma már létezik olyan software, amelylyel az *1.* részben leírt differenciálegyenlet numerikus integrálását néhány száz gépi kódú programlépéssel és kb. húsz tárolórekesz igénybevételével tudjuk elvégezni. Ugyancsak ezt a törekvést tükrözi a *2.1.* pontban ismertetett kazettás adattárolási rendszer.

4. Javaslatok

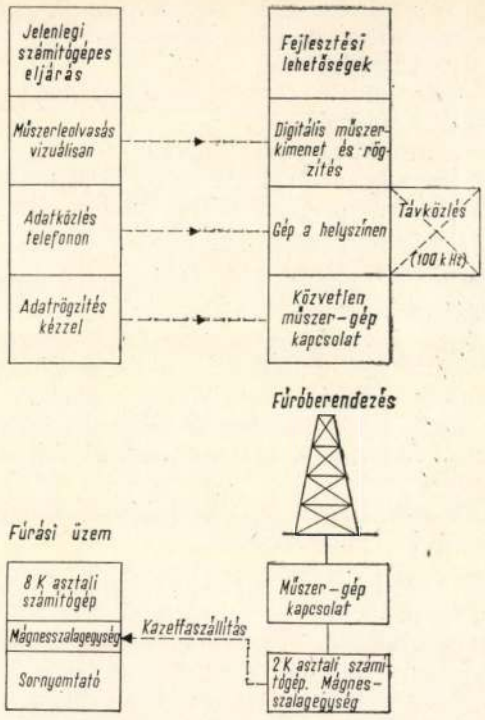
A teljesség igénye nélkül a *6. ábrán* bemutatjuk egy fúrási üzem elképzelt „számítógépesítését".

Az egyes fúróberendezéseket 2K memóriájú, mágnesszalagegységgel felszerelt asztali számítógéppel látjuk el (pl. EMG 666). A berendezés teljes adminisztrációját ez a gép végzi. Az adatokat a műszerekkel való közvetlen kapcsolat útján nyerik. Amíg azonban a digitális kimenetű műszercsalád kifejlesztése megvalósul, az adattömeget ezen a gépen billentyűzik be úgy, hogy a gép képernyőjén megjelenő kérdések alapján kell az adatokat megadni. Így a fúrómesteri napi jelentés minden adatát, tehát pl. az egyes műszakokban dolgozók kódját, a műszaki adatokat (terhelés, fordulat, fúróhaladás stb.), az időket és tevékenységek megnevezését stb., továbbá az iszapjelentés adatait, a berendezéshez érkező anyagok raktárjegyein szereplő adatokat a gép billentyűzetén írjuk le, amely azokat mágnesszalagon tárolja.

A mágneskazettákat naponta, adott időben a központ begyűjti és helyette másik kazettát ad.

A központ nagyobb kapacitású gépén rendre feldolgozzák az egyes berendezések kazettáit, amelyek alapján

— elkészülnek az eddig megszokott nyomtatványok a központi gép sornyomtatójára;
— az adatok más csoportosításban a központi gép mágnesszalagjára kerülnek, így a berendezéstől érkező kazetták már újra felülírhatók;



6. ábra
Egy fúrási üzem tervezett számítógépes ügykezelése

— elvégezhetők a szükséges műszaki, technológiai számítások, mint pl. az optimális fúrási rezsim meghatározása, egyes műveletek levezetésének részletei stb.

A berendezések és a fúrási üzem közötti kazettaszállítással egy mobil üzemű, mintegy 100 kHz frekvenciaigényű távközlési rendszer beruházása válik szükségtelenné.

Természetesen a leírt feltételezés komoly előkészítést igényel mind a műszaki (hardware) megvalósítás, mind a számítástechnikai (software) felépítés, mind a személyi feltételek biztosítása (szakemberképzés) terén, azonban a műszaki fejlődés és a növekvő igények előbb-utóbb parancsolóan megkövetelik mindezek valamilyen formában történő megvalósítását.

IRODALOM

[1] *Fülöp M.:* Differenciálegyenletek számítása elektronikus számológépen. Számológép *2* (1974).
[2] *Fülöp M.:* Differenciálegyenletek numerikus megoldása a szénhidrogén-bányászat számításaiban. Számológép *2* (1975).
[3] *Fülöp M.:* Fúrólyukak hőmérsékletének numerikus analízise. Kőolaj és Földgáz *6* (1974).
[4] *Fülöp M.:* A nem newtoni folyadékáramlás. OMBKE pályázati anyag 1975.
[5] *Fülöp M.:* Hírek az üzemekből. Adattárolási rendszer fúráshoz. Kőolaj és Földgáz *4* (1975).
[6] *Fülöp M.:* A regresszióanalízis új módszerei. Számológép *1* (1976).

A földgázvagyon meghatározása termelési eredmények értékelésével a szanki mezőben

GOMBOS ZOLTÁN —
ŐRI VIKTOR —
VOLL LÁSZLÓ

1964-ben hazai viszonylatban jelentős, nagy gázsapkás olajtelepet fedeztek fel Szankon. Kezdetben csak a talpi-peremi helyzetben található olajtelep művelése folyt. A gázsapka szabályozott csapolása 1968-ban vette kezdetét. 1970-ben az addigi művelés elemzése ellentmondást mutatott ki a termelt gázmennyiség, a feltételezett kezdeti gázvagyon és a telepnyomás között. Az OGIL 1971-ben anyagmérleg-számításokat végzett, és javasolta a földgázvagyon újraértékelését.

1973-ban az addigi termelési adatok részletes vizsgálata alapján meghatároztuk a gázsapkának később hivatalosan elfogadott és az első becslést meghaladott kezdeti vagyonát. Az azóta eltelt időben a bekövetkezett nyomáscsökkenés és a termelt mennyiségek ismételt összevetésével kívántuk a meghatározott kezdeti gázvagyonérték megbízhatóságát ellenőrizni.

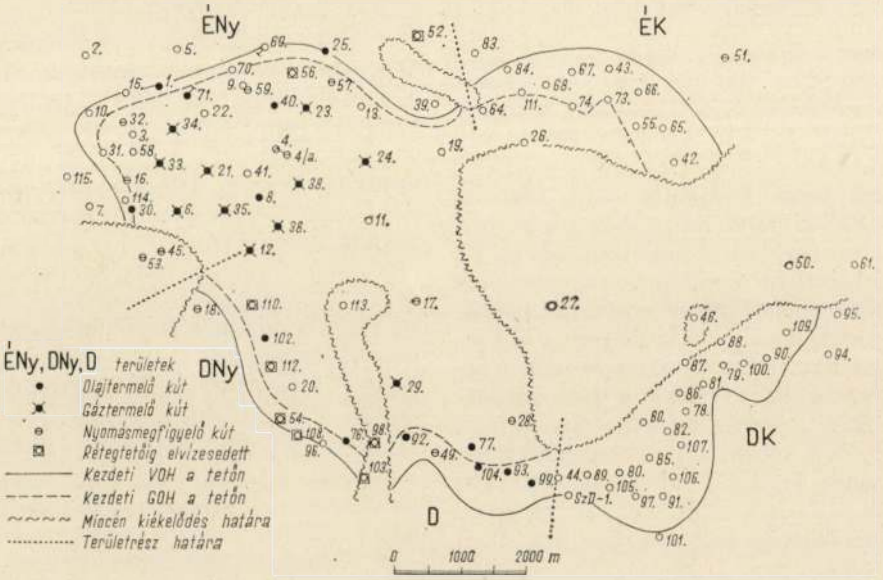
A korábbi gázvagyonszámítások áttekintése

A szanki mező miocén korú homokkőből, konglomerátumból és mészkőből, valamint repedezett paleozóos alaphegységből álló telepének teljes feltárása, körülhatárolása a hetvenes évek közepéig tartott. Mint ismeretes, a nagy térfogatú gázsapka alatt, illetve peremén több területrészre tagoltan helyezkedik el az olaj *(1. ábra)*. Az egyes területek és a gázsapka közötti hidrodinamikai kapcsolat nem minden esetben közvetlen; a kőzetfizikai jellemzők, a tárolóréteg kifejlődése és a telep térbeli elhelyezkedése igen változatos. Mindezen tényezők közrejátszottak abban, hogy a telep feltárása és a vagyon megbízható meghatározása évekig elhúzódott.

A kutatással párhuzamosan az egyre több kúton folyó termelés tapasztalatait is igyekeztek felhasználni a tároló megismerésére. Megzavarta ezt a törekvést az *Szk-4.* kúton bekövetkezett kitörést követően 1965-ben megindult gázátfejtődés, amely jelentősen befolyásolta a telepnyomás alakulását, de az átáramlott gázmennyiség ismeretének hiánya az anyagmérleggel történő vagyonellenőrzést is megakadályozta. A telepnyomás alakulása és a rétegvizsgálatok eredményei arra mutattak, hogy 1969 körül megszűnt az átfejtődés. Időközben megindult a gázsapka csapolása is, így a későbbi évekre már lehetett anyagmérleg-számítást végezni.

A gázsapka vagyonára az első, 1966-ban készült földtani feldolgozásban [1] 4,6 milliárd nm³ adódott. Ekkor még nem fejeződött be a gázsapka teljes feltárása. Több fúrásra alapult az előzetes művelési terv [2] vagyonbecslése, amellyel 5,5 milliárd nm³-t határoztak meg. A fúrások körülhatárolták a gázsapkát, amikor a DKFÜ 1970-es feldolgozása [3] készült. Az ebben kapott 5,0 milliárd nm³ értéket használtuk fel a művelés elemzéséhez [4].

Az 1970-es tervtanulmányban [4] végzett anyagmérleg-számítás azt mutatta, hogy nem hozható összhangba a fenti geológiai úton kapott gázvagyon a kitermelt mennyiséggel és a nyomáscsökkenés ütemével. Az át-



1. ábra
A szanki mező kúthálózat-térképe

fejtődés minimális mennyiségét és a kitermelt sapkagázt figyelembe véve akkor (1970-ben) már lényegesen kisebb telepnyomást kellett volna észlelni a gázvagyon 5 milliárd nm³ körüli értéke esetén. A termelési tapasztalatok és a rétegvizsgálatok vízbeáramlást is kimutattak, de a telepenergia szempontjából sem ez, sem a gázkiválás nem bizonyult meghatározónak. Számításainkban 1969-től maximálisra becsült vízvisszafejtődést is feltételeztünk a felsőpannon rétegekből, ezzel sem lehetett azonban feloldani az ellentmondást. Ezért 1971-ben kiegészítőleg [5] anyagmérleg-számítást végeztünk a gázvagyon meghatározására. Mivel mindaddig sőt azóta sem merült fel bizonyíték vízvisszafejtődés fennállására, ez utóbbi kizárása mellett 10 milliárd nm³ fölötti gázsapkavagyon adódott. A kérdés további részletesebb vizsgálatára feltétlen szükség volt, hiszen a régi vagyonnal a gázsapka művelése már utolsó, erősen csökkenő ütemű szakaszába ért volna, miközben a telepnyomás még azóta sem csökkent a kezdeti érték felére.

A fentiekre való tekintettel 1972-ben újabb, részletesebb geológiai feldolgozásra került sor az OGIL-ban [6]. Ezt az anyagot egy szakzsüri részletesen megvitatta. A vitán elhangzottakat is figyelembe véve készült el a kutatási zárójelentés [8] 1973 tavaszán, és a jelentésben 7,1 milliárd nm³ a kezdeti gázsapkavagyon. Ennek alapján tehát megállapítható, hogy a geofizikai és geológiai értékelések jelenlegi gyakorlatában használatos módszerekkel 7 milliárd nm³ körüli érték adódik a biztosan kimutatható gázvagyonra.

Megjegyezzük, hogy az 1972 őszén készült geológiai feldolgozásban [7] megkísérelték feloldani a meghatározási módszerek közötti ellentmondást. Felhasználva azt a körülményt, hogy a geofizikai interpretáció szerint nem tárolónak minősített szakaszokból 8% átlagos porozitású kőzetminták származtak, ezen szakaszokban további 2,7 milliárd nm³ gázvagyont lehetett feltételezni.

A termelési múlt elemzése

Termeléstörténeti áttekintés

Amint növekedett a fúrások száma és a feltárt telep kiterjedése, úgy bővült a művelés alá vont terület. Először az ÉNy-i területre mélyültek a kutak és léptek termelésbe 1965-től kezdődően. Az első években csak olajtermelés folyt.

Az *Szk-43.* jelű fúrás harántolta első ízben az északkeleti, különálló területet, amely csak a gázsapka révén függ össze a korábban feltárt teleprésszel. Ez a hidrodinamikai kapcsolat nem közvetlen, azaz a két terület gázsapkájában nem azonos a nyomás. Rendszeresen 20 at nyomáseltérést mértek, de az északkeleti területen annak termelésbe állítása előtt már megkezdődött a telepnyomás-csökkenés a gázátfejtődés hatására, ami a korlátozottság mellett a kapcsolatot viszont jelzi. Meg kell jegyezni, hogy az északkeleti terület gázsapkájának kezdeti földtani vagyona 150 millió nm³ körüli, a központi gázsapkánál csaknem két nagyságrenddel kisebb, ezért szerepe jelentéktelen.

Az északnyugati terület teljes egészére kiterjedő termelés 1966 óta folyik. Az éves olajtermelés 1967-ben érte el a maximumát 70 em³ értékkel, azóta állandóan csökken az üteme. Még 1969-ben is mélyítettek a területre sűrítésként új kutakat, viszont az olajtermelő kutak egy része a gázsapka 1968 óta folyó csapolásához volt szükséges, ezért átalakították gáztermelővé. Az ÉNy-i teleprészből 1973. június 30-ig összesen 258 em³ olajat termeltek ki, ami a legutóbbi vagyonbecslést figyelembe véve 13,1% kihozatalt jelent. 1975. augusztus 31-én 286,6 em³-nél, illetve 13,7%-nál tart a termelés és a kihozatal.

A gázsapka peremén délnyugati, déli irányban keskeny olajszegély található, amelyen belül az olajtelített kőzetréteg vastagsága és a tárolóparaméterek, valamint egyes kutakban a tárolókőzet szerkezeti helyzete területileg is változók, s a DNy-i részen a kutak egy részét már az olajtest elvizesedése, illetve elmozdulása után mélyítették, tartósabb olajtermelés csak néhány kúton folyt. Az 1975. augusztus 31-ig kitermelt mennyiség 16,7 em³, az olajkihozatal mindössze 6,3%. A D-i szegély termelése 87,5 em³, az eddig elért kihozatal 10,7%.

A mező DK-i területén az előbbieknél lényegesen jobb kihozatal várható, nagyobb az olajtelített terület szélessége, uralkodó a vízzel történő kiszorítás. E terület bizonyítottan elhatárolt a központi gázsapkától. A termelés megkezdésekor (1970) a telepnyomás csaknem a kezdeti értéken volt, ami a központi gázsapka akkori nyomásánál 57 at-val nagyobb volt. Jelenleg a rétegnyomás-eltérés már 80 at fölötti.

A gázsapka csapolása tulajdonképpen 1965-ben az *Szk-4.* fúrás kitörésével, majd ezt követő elszerencsétlenedésével kezdődött. A 900 m alatti béléscsövezetlen szakaszon keresztül évekig nagy mennyiségű gáz áramlott a felsőpannon víztároló rétegekbe, s az átfejtődésre először a nyomásmérések értékelése hívta fel a figyelmet [9]. Ennek alapján 1966-ban végzett neutron-karotázsszelvényezés kimutatta a másodlagos gáztelepeket. Ettől kezdődően a miocén telepben rendszeres nyomásméréseket (izobár térképek) végeztek az átfejtődés figyelésére és a telepnyomás alakulásának meghatározására. Az *Szk-4/a* ferderfúráson keresztül 1967-től vízbesajtolás folyt az átfejtődés ütemének csökkentésére. Az izobár térképek és az 1970-ben végzett anyagmérleg-számítások azt mutatták, hogy a gázátfejtődés minden valószínűség szerint 1969-ben megszűnt (a miocén telep nyomása a fokozatos csökkenés következtében megközelítette a hidrosztatikus értéket). További bizonyíték az is, hogy az *Szk-4.* kútban a korábban gázzal telítődött felsőpannon víztárolók nagy része az 1970-es rétegvizsgálat során újból vízbeáramlást adott.

Az átfejtődött gázmennyiség pontos meghatározása korábban nehézségekbe ütközött. A felsőpannon másodlagos gáztelepek legújabb geológiai feldolgozása [10] megállapította, hogy a telepek a kúthálózattal lefedett területtől nyugatra is elnyúlnak, így ebben az irányban nem határolhatók le. A miocén telep gázvagyonának különböző értékére viszont más és más az átfejtődött gázmennyiség anyagmérleggel meghatározott értéke. A földtani értékelésből mindenképpen megállapítható, hogy 1 milliárd nm³-nél feltétlen nagyobb gázmennyiség fejtődött át.

Az utóbbi években a gázsapka nyomása kisebb a hidrosztatikus értéknél, emiatt feltételezhető, hogy a

felsőpannonban levő gáz elmozdulása esetén az *Szk-4.* kút körzete újból víztelítetté válhat, és ez esetben vízátfejtődés indulhat meg a miocén tároló irányában. Az *Szk-4/a* kúton több alkalommal is hajtottak végre rövid termeltetést, hőmérsékletmérést, hogy az esetlegesen átfejtődött vizet kimutassák. Mind ez ideig az *Szk-4/a* kút csak száraz gázt termelt, s a hőmérséklet sem változott, így a vízátfejtődés nem mutatható ki.

A gázsapka szabályozott termeltetése 1968 óta folyik; az 1973 májusáig kitermelt gázmennyiség 2581 millió, 1975 augusztusáig pedig 3663 millió nm^3-t tesz ki. Meg kell jegyezni, hogy magas GOV-vel termelő olajkutak szintén juttattak felszínre sapkagázt.

A gázsapkával összefüggő teleprész energiarendszere

A gázsapkával összefüggő teleprész térfogatarányaiból következik, hogy az uralkodó energiát a gázsapka képezi. A kezdeti állapotban 8,6-szer nagyobb volt a gázzal telített pórustérfogat, mint az olajjal telített. Emellett túlnyomásos lévén a telep, a gázsapka expanziójának hatása még fokozottabb mértékű.

Az olaj- és gáztelepet peremi-talpi helyzetben víztároló szegélyezi, melynek kőzete általában változó kifejlődésű, erősen heterogén, helyenként kis áteresztőképességű.

A termelési múlt elemzése azt mutatja, hogy a vízbeáramlás és a kimerülés az ÉNy-i és D-i területen a természetes energia kisebb hányadát adja, DNy-i területen viszont uralkodó szerepe a vízkiszorításnak van.

A fázishatárok helyzetére vonatkozó legújabb vizsgálatok szerint az ÉNy-i olajszegélyben a több mint 100 at rétegnyomás-csökkenés hatására a hasznos, kezdetben olajtelített térfogatnak kb. 50%-a vizesedett el.

A délnyugati és déli terület olajszegélye eltérő mértékű vizesedést mutat. A déli területen a kezdeti olajtelített térfogatnak kb. 20%-a, a délnyugati területen pedig (az *Szk-76.*, *96.* kutak körzetét kivéve) gyakorlatilag a teljes kezdeti olajtérfogat, sőt a gázsapka jelentős része is elvizesedett.

A miocén gázsapka alatt elhelyezkedő paleozóos kiemelkedésben kimutatott gáztérfogatok legnagyobb része az újabb vizsgálatok szerint elárasztódott vízzel; az ide beáramlott víz jelentős mennyiségű, és hozzájárult a telepnyomás fenntartásához.

A fázishatárok helyzetének és a vízbeáramlás mértékének vizsgálata

A telep egyes területrészeinek művelési állapota jelenleg lényegesen eltérő. Ennek egyik oka az évekig elhúzódó termelésbe állítása, a másik lényeges ok a tárolási viszonyok alapvető különbözősége.

A művelés legelőrehaladottabb állapotában levő északnyugati terület olajos zónájában az 1969—70-es években a telepnyomás elérte a hidrosztatikus értéket, ami a kezdetihez képest 70—80 at csökkenést jelent. Ez időben egyes kutakban már 5 m-nél nagyobb VOH-emelkedést is észleltek. A rétegvizsgálatok és termelési tapasztalatok a kutak nagy részében azóta is további VOH-emelkedést mutattak.

Számos rétegvizsgálatra került sor a művelés során. A nagy gázsapka jelenlétére való tekintettel a rétegvizsgálatot alulról felfelé haladva végezték. Így a VOH mozgását, amennyiben emelkedés volt, a kutak nagy részében követték a vizsgálatok. További információt jelentett a termelés alakulása. Amint a termelő kutakban a VOH megközelítette, illetve elérte a nyitott szakaszt, fokozatos vizesedést tapasztaltak. A vizesedés mértékéből közelítőleg meg lehetett állapítani a VOH és a nyitott szakasz egymáshoz viszonyított helyzetét.

A vizesedés e területen is eltérő: míg az olajos zóna ÉNy-i peremén (az *Szk-32.*, *1.*, *71.*, *69.*, *72.* jelű kutakban) gyakorlatilag fázishatár-emelkedés nincs vagy csak jelentéktelen, addig ettől délre kb. 500—600 m sávban az emelkedés ma már 10—20 m (*Szk-31.*, *33.*, *58.*, *56.*, *57.* kutak).

A GOH helyzetének változására sokkal kevesebb információ áll rendelkezésre. Az állandóan csökkenő gázsapkanyomás, a VOH emelkedése és az olajtermelés következtében várható volt bizonyos GOH-elmozdulás. Az 1973-ban végzett radioaktív kútszelvényezés eredményei és a rétegvizsgálatok értékelése egyes kutakban több méteres GOH-emelkedést jeleztek (*Szk-31.*, *34.*, *35.*). Az *Szk-56.* kút az 1975. évi rétegvizsgálata alapján a tetőig elvizesedett, ami a gáz-víz határ több mint 20 m-es elmozdulását mutatja.

Az 1975-ben lefúrt és kivizsgált *Szk-113.* kútról nyert információk és az 1973—1975 között az *Szk-20.*, *110.*, *112.* kúton végzett rétegvizsgálatok alapján eltérő kép alakult ki a gázsapka déli és az olajszegély D-i DNy-i területének földtani viszonyairól és fázishatárhelyzetéről az 1973. évi művelési tervben megállapítottakkal szemben.

Az *Szk-113.* kútban a miocén tárolószakasz hiányzik, a paleozóos tető —1567 m-ben van. A nyitott —1556 és —1617 m közötti szakasz ipari értékű gázbeáramlást, az ez alatti szakaszok vízbeáramlást adtak.

Az *Szk-113.* jelű kút kivizsgálása után az alábbi lényeges, új információkat nyertük a szanki tárolóról:

a) A miocén tárolókőzet nem található meg a korábban feltételezett terület egészén.

b) Az *Szk—113.* jelű kútban paleozóos kőzetből kapott 108 000 m^3/nap gázbeáramlás alapján következik, hogy nemcsak a miocén összlet, hanem a paleozóos összlet is szénhidrogén-tároló, így vagyonbecsléskor nem hagyható figyelmen kívül.

c) A GVH-ra kapott adatok alapján a paleozóos összletben lényegesen magasabbra emelkedett a vízhatár, mint a miocén összletben.

Valószínű, hogy a paleozóos és miocén kőzetösszletben eltérő a fázishatárok mozgása. A paleozóos összletben talpi vizesedés, a miocén tárolóban pedig döntően peremi vizesedés mutatkozik. Az eltérő fázishatár oka lehet a paleozóos és miocén kőzethatáron valószínűsíthető impermeábilis rétegszakasz, ami akadályozza a miocén kőzetbe való átáramlást. (Az *Szk-113.* kútban pl. a tetőszakasz lényegesen gyengébb beáramlást adott, mint a hozzányitott mélyebb rétegszakasz.)

A miocén szakaszban vizsgált *Szk-110.*, *102.*, *112.* és *20.* jelű kutak körzetében jelentős fázishatár-emel-

kedés történt, −1690 és −1720 m körül található a GVH, illetve a VOH (az *Szk-102.* olajat és vizet termel jelenleg is a kezdeti GOH felett). E területen 60—80 m-es fázishatár-emelkedés történt.

Az *Szk-76.* és *96.* jelű kutak mély szerkezeti helyzetben nem mutatnak lényeges fázishatármozgást, itt vetők feltételezése látszik indokoltnak.

A déli területen *(Szk-49., 77., 92., 93., 99.)* sem történt jelentősebb fázishatár-emelkedés; az 1973-ban megállapított kb. 15 m-es VOH-emelkedés csak néhány méterrel mutatkozik jelenleg nagyobbnak.

Az elvizesedett kőzettérfogat s így a beáramlott vízmennyiség elfogadható pontossággal a fázishatár-elmozdulások alapján ez idő szerint nem állapítható meg. Ennek alapvető oka: a vízbeáramlás fő területein — a DNy-i területen, a paleozóos tárolókőzetben — a geológiai viszonyok tisztázatlansága, a tárolótér megbízható ismeretének hiánya. Az érintett területen a szerkezeti felépítés rendkívül bonyolult, s az újabb fúrásokból kapott információk sem illeszthetők a korábban kialakított földtani képbe. Egy új földtani feldolgozás elkészítése indokoltnak látszik.

Viszonylag megbízható adatok állnak rendelkezésre az ÉNy-i terület elvizesedett miocén kőzettérfogatára, ahol a legtöbb vizsgálat is történt. Az elvizesedett tárolótér meghatározása azt mutatja, hogy a beáramlott vízmennyiség 40—50%-kal nagyobb, mint ami az 1973-ban készített elemzéskor volt megállapítható.

Közelítő számításaink szerint a 3—10 millió m³ közé eső, a gázsapkával közvetlenül összefüggő területen a miocén és paleozóos korú tárolókőzetekbe áramlott víztérfogat nagysága, legnagyobb valószínűséggel a 4—7 millió m³-es tartományba tehető. A széles határ a meghatározhatóság bizonytalanságát mutatja. A maximális érték becslésekor a kezdeti VOH fölötti paleozóos összlet egészét tárolónak tekintettük 2% átlagporozitással, s az *Szk-113.* kút vizsgálata alapján mintegy 150 m fázishatár-elmozdulással számoltunk. A beáramlott vízmennyiségnek így majdnem 90%-a a paleozóos tárolóra esik. A vízbeáramlás alsó határát az OGIL Rezervoárgeológiai Osztályának 1973-ban a paleozóos tárolótérre adott lényegesen kisebb értéke alapján határoztuk meg.

A telepnyomás alakulása

A telep művelésének ellenőrzésére és az átfejtődés megfigyelésére 1966 óta rendszeres (félévenkénti, majd évenkénti) telepnyomásmérésekre került sor. A mérések természetesen mindig csak az adott időpontban ismert területre terjedtek ki.

A kutanként mért statikus nyomásadatok pórustérfogattal súlyozott átlaga megadta egy-egy terület jellemző telepnyomását.

A nyomás területenként eltérően alakult, legnagyobb nyomáscsökkenés a központi gázsapkában és ezzel közvetlenül összefüggő olajos zónában — a vizsgálatunk tárgyát képező területen — volt. Itt is megfigyelhető azonban a gáz- és olajfázisban, valamint területrészenként (ÉNy, DNy, D) kisebb nyomáseltérés.

1975 májusára a kezdeti 248 att telepnyomás a gázsapkában 127,8 att-ra, az olajszegélyben átlag 134,4 att-ra esett; alakulását az *1. táblázatban* tüntetjük fel.

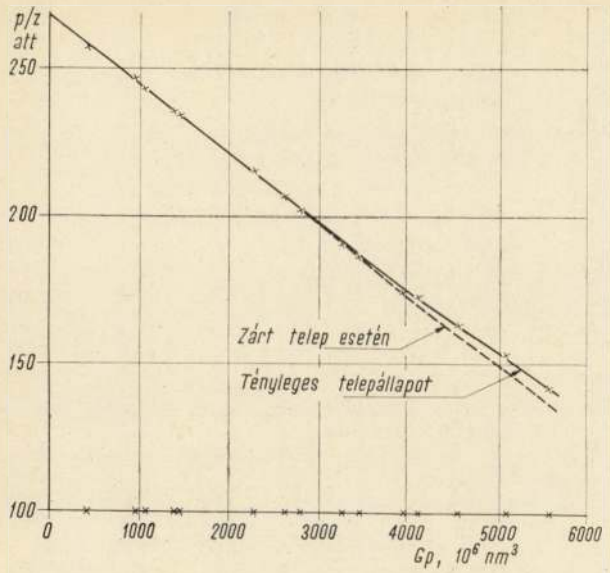
1. táblázat

Az anyagmérleg-számítás alapadatai

Mérési idő év, hó	Az olajtelep nyomása, att	A gázsapka nyomása att	Kitermelt olajmennyiség m³	Gáz-olaj viszony m³/m³	Kitermelt vízmennyiség m³	Besajtolt vízmennyiség m³	Kitermelt sapkagáz cm³	R_g m³/m³	R_o m³/m³	B_g m³/m³	Vízbeáramlás m³	Vízbeáramlás m³	Vízbeáramlás m³	Vízbeáramlás m³
1969. VI.	192,3	192,8	209 790,5	483	14 290,3	356 517,4	2 310 217,0	78,4	1,3073	0,006 145	1 278 840	1 722 170	2 342 690	3 087 440
1970. V.	186,8	184,7	236 694,3	546	18 626,4	512 730,4	2 646 417,0	76,0	1,3011	0,006 400	1 465 530	2 024 000	2 843 510	3 861 890
1970. IX.	182,6	180,4	243 908,8	543	20 417,2	533 630,4	2 808 505,3	74,2	1,2961	0,006 543	1 558 420	2 168 380	3 084 450	4 250 080
1971. VI.	173,5	170,0	254 534,8	561	25 307,2	573 415,4	3 270 265,3	70,4	1,2865	0,006 933	1 786 060	2 486 440	3 568 950	4 989 270
1971. IX.	170,7	166,4	260 963,8	558	27 191,3	573 415,4	3 476 155,3	69,3	1,2837	0,007 092	1 871 700	2 615 930	3 778 490	5 325 400
1972. V.	162,3	155,6	278 202,0	562	32 464,6	573 415,4	3 988 412,3	65,5	1,2745	0,007 604	2 087 300	2 924 450	4 255 460	6 072 410
1972. VIII.	160,2	154,4	284 623,1	561	34 227,2	573 415,4	4 133 208,3	64,6	1,2722	0,007 660	2 147 500	3 018 280	4 410 690	6 329 140
1973. V.	151,4	146,2	306 281,4	551	40 180,4	573 415,4	4 581 129,3	61,1	1,2625	0,008 116	2 402 880	3 383 860	4 973 880	7 217 270
1974. V.	140,7	137,6	339 399,8	572	52 575,2	573 415,4	5 084 348,8	56,9	1,2517	0,008 817	2 740 360	3 878 890	5 749 370	8 456 370
1975. V.	134,4	127,8	366 241,7	614	67 174,6	573 415,4	5 580 409,5	54,9	1,2448	0,009 337	2 961 320	4 234 100	6 363 850	9 526 630

$N = 3\,051\,810$ m³; $V = 4\,335\,500$; $B_{oi} = 1{,}367$; $B_{gi} = 0{,}004\,933$; $R_{si} = 102{,}7$

* A kísérőgázra vonatkozólag
** Az átfejlődött 2,0 milliárd nm³ sapkagázt beleértve



2. ábra
A szanki mező gázsapkájának p/z görbéje

A tárolótér döntő hányadát kitevő gázsapkára a p/z—G_p (kumulatív gáztermelés) összefüggést a *2. ábra* mutatja. A kumulatív gáztermeléshez figyelembe vettük a korábban meghatározott mintegy 2 milliárd m³ átfejtődött gázt is. A nyomásváltozási görbe elhajlik, mérsékelt vízbeáramlást mutat. Így ennek alapján nem lehet a gázvagyont extrapolációval kijelölni.

A kezdeti földtani gázvagyon meghatározása

Számítási módszer

Az alkalmazott véges különbségi anyagmérleg a közismert összefüggéseken alapszik, amelyeket kiegészítettünk úgy, hogy az a lehető legtöbb befolyásoló tényezőre terjedjen ki. Célunk volt figyelembe venni a szanki tároló túlnyomását, a 0,133 at/m nyomásgradienst is. Az alapegyenletbe ezért beépítettük egyrészt a kőzet, másrészt a tapadóvíz tágulását figyelembe vevő tagot (mind a gázos, mind az olajos pórustérfogatban), valamint figyelembe vettük a talpi víztest pórusterének változását is:

$$G = \frac{(N-N_{pj})\Delta_j^{j+1}\left(\frac{B_o}{B_g}-R_s\right)-NB_{oj}\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}}{B_{gi}\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\frac{B_{gi}}{1-S_{wig}}(C_f+S_{wig}C_w)\left(p_i\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\Delta_j^{j+1}\frac{p}{B_g}\right)}+$$

$$+\frac{-\Delta_j^{j+1}N_p\left[\left(\frac{B_o}{B_g}-R_s\right)_{j+1}+R_p\right]-\Delta_j^{j+1}(G_{psz}+G_{pa})-\Delta_j^{j+1}\frac{W_p-W_e-W_i}{B_g}}{B_{gi}\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\frac{B_{gi}}{1-S_{wig}}(C_f+S_{wig}C_w)\left(p_i\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\Delta_j^{j+1}\frac{p}{B_g}\right)}+$$

$$+\frac{\left(p_i\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\Delta_j^{j+1}\frac{p}{B_g}\right)\left[\frac{NB_{oi}}{1-S_{wio}}(C_f+S_{wio}C_w)+V(C_f+C_w)\right]}{B_{gi}\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\frac{B_{gi}}{1-S_{wig}}(C_f+S_{wig}C_w)\left(p_i\Delta_j^{j+1}\frac{1}{B_g}-\Delta_j^{j+1}\frac{p}{B_g}\right)}.$$

A fenti összefüggéssel a mérési időpontokhoz tartozó telepnyomásértékekből és a közben kivett és besajtolt folyadék és gáz mennyiségéből számítottuk a gázsapka vagyonát. A számítást az átfejtődés megszűnte utáni időre végeztük, 1969-től a legutolsó nyomásmérésig (1975 májusáig) terjedő időszakra.

A számítás alapadatai

Az anyagmérleg-számítások alapadatait a telepnyomás, a kitermelt folyadék- és gázmennyiség, valamint a besajtolt víz mennyiségének időbeli változása képezi.

A termelés és besajtolás adatait az *1. táblázatban* közöljük. Ugyanitt tüntetjük fel az átlagos telepnyomás értékeit (a GOH-ra viszonyítva), külön-külön a gáz- és olajfázisra.

A vízbeáramlás értékének csupán legvalószínűbb tartományát ismerjük, így e paramétert változónak tekintettük több különböző értékkel jellemezve. A beáramlás időbeli alakulását a *van Everdingen—Hurst*-módszerrel közelítettük, úgy, hogy a vízbeáramlást befolyásoló paraméterek nagyszámú változatára meghatároztuk az időbeli alakulást, és ezek általános tendenciáját fogadtuk el.

Az anyagmérleg-számításhoz figyelembe vett adatokat az *1. táblázat* mutatja a folyadékjellemzőket illetően is.

A tároló kőzetkompresszibilitását irodalmi munkák alapján becsültük. Különböző szerzők által közölt értékek két nagyságrenddel is eltérnek (10^{-4}-tól 10^{-6} at^{-1}), ezért a [11] munkánkban különböző értékekkel számoltunk. A gázvagyon értékére e tényező csak néhány százalékos hatást gyakorolt, így elfogadható középértéket ($5{,}8.10^{-5}$ at^{-1}) használtunk.

A kőzetkompresszibilitáshoz hasonlóan a vízkompresszibilitás irodalmi értékeit és nyomásfüggését is megvizsgáltuk. Az érintett (130—250 att) nyomástartományban az összenyomhatóság állandónak vehető, értéke $5{,}27.10^{-5}$ at^{-1}.

A geológiai feldolgozás alapján a miocén korú telep átlagos tapadóvíz-telítettsége az olajtestben 36%, a gázsapkában 34%. A paleozóos alaphegységben tapadóvíz-tartalommal nem számoltunk.

Számítási eredmények és a gázsapka földgázvagyona

Amint már az első fejezetben jeleztük, a földgázvagyon számításakor a legnagyobb bizonytalanságot a paleozóos tárolótérbe áramlott víz térfogata jelenti.

A legvalószínűbb értéktartományt a 4,2 millió m³ és 6,5 millió m³ beáramlott vízzel jellemezve az elvégzett számítás 11,49 és 11,03 milliárd nm³ gázvagyont ad. Az NKFV javaslatára a paleozóos tárolótér elárasztását már 1973-ban is figyelembe vettük, bár a víztérfogat-meghatározás bizonytalan volt. Az akkori számításaink alapján elfogadott kezdeti földtani gázvagyon 11,5 milliárd nm³ [11]. Ettől a két évvel későbbi adatok (11,03—11,49) is csak a vízbeáramlásban adódó bizonytalanság miatt térnek el néhány százalékkal. Közben azonban további 1,0 milliárd nm³ sapkagázt kitermeltek, és így az eltelt időszak alátámasztotta a 11 milliárd nm³ körüli kezdeti sapkagázvagyont.

Az elárasztott paleozóos tárolótérfogat-meghatározás pontosításának fontosságát jellemzi mindemellett, hogy a kevésbé valószínű szélső értékekként kezelt 3,0 és 9,5 millió m³ beáramlott víztérfogatokhoz 11,72 és 10,24 milliárd nm³ földgázvagyon tartozna.

Köszönetünket fejezzük ki dr. *Kőszegi Tamásné, Szántó Ilona* és *Túri Ilona* munkatársainknak e tanulmány kidolgozásában kifejtett munkájukért.

JELÖLÉSEK

N	kezdeti olajvagyon	m³
N_p	kumulatív termelt olaj	m³
G	kezdeti gázvagyon	nm³
G_{pa}	átfejtődött gázmennyiség	nm³
G_{psz}	sapkagáztermelés	nm³
W_p	kumulatív termelt víz	m³
W_e	kumulatív vízbeáramlás	m³
W_i	kumulatív visszasajtolt víz	m³
B_o	az olaj teleptérfogati tényezője	
B_g	a gáz teleptérfogati tényezője	
R_s	oldottgáz-tartalom	
R_p	termelési gáz-olaj arány	
S_w	átlagos víztelítettség	
S_{wig}	a gázsapka átlagos víztelítettsége	
S_{wio}	az olajtelep átlagos víztelítettsége	
C_f	kőzetkompresszibilitás	1/at
C_w	vízkompresszibilitás	1/at
p	telepnyomás	at

IRODALOM

[1] A szanki mező gáz- és olajkészletének számítása. OKGT TKFF jelentés, 1966. febr.

[2] A szanki szénhidrogén-tároló előzetes művelési terve. OKGT, 1966.

[3] A szanki szénhidrogén-tároló szerkezet közbeeső kutatási zárójelentése. DKFÜ Földtani szervezete, 1970.

[4] A szanki mező művelési tervtanulmánya. OGIL, 1970.

[5] Kiegészítés a szanki mező művelési tervtanulmányához. OGIL, 1970.

[6] A szanki kőolaj- és földgáztelep részletes kőolaj-földtani, rezervoárgeológiai elemzése. OGIL, 1972. július.

[7] Kiegészítés „A szanki kőolaj- és földgáztelep részletes kőolajföldtani, rezervoárgeológiai elemzése" c. tanulmányához. OGIL, 1972.

[8] A szanki terület kutatási jelentése. OGIL, 1973. júl. 20.

[9] A szanki terület rétegnyomás-alakulásának értékelése. OKGT TKFT jelentés, 1966. május.

[10] Szank mezőben a felsőpannon homokkövekbe átfejtődött gáz visszatermelésének terve. Rezervoárgeológiai rész. OGIL, 1973.

[11] A kezdeti földtani gázkészlet és az átfejtődött gázmennyiség meghatározása termelési múlt alapján Szank mezőben. OGIL, 1973. szept.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

OKGT GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

A szénhidrogénipar fejlesztésének kérdései az V. ötéves tervidőszakban*

MACHÁCS MIKLÓS—
POGÁNY LÁSZLÓ

A tanulmány a hazai energiagazdaság távlati fejlesztésének bázisán, a bővülő magyar energiaellátó rendszerek rendszerbiztonsági és ellátásbiztonsági követelményeinek szemléletében elemzi a középtávú fejlesztést. Számba veszi a jelenleg ismert meghatározó tényezőket a felhasználás, a források és a fejlesztési lehetőségek oldaláról. Végül egyes konkrét fejlesztési célkitűzésekről nyújt áttekintést a szénhidrogén-vertikumokban.

A tanulmányban a hazai szénhidrogénipar továbbfejlesztése szempontjából fontosnak tartott kérdésekről kívánunk áttekintést adni az energiagazdaság fejlesztési lehetőségének bázisán. Gondolatmenetünket

— az energiaforrások első hazai megjelenésétől (kutatás-termelés, behozatal) a felhasználásig terjedő, folyamatosan bővülő energiaellátó rendszerek rendszerbiztonsági követelményeinek;
— az energiaellátó rendszerek bővítésével járó ellátásbiztonsági és kockázati tényezők, a kapacitás- és készlettartalékok, valamint
— az egymással is kapcsolatban levő rendszerbiztonsági követelmények és ellátásbiztonsági tényezők összevetéséből levonható következtetések

vizsgálatára alapozzuk.

Az elemzésekben a fejlesztés eddigi eredményeire és a közelmúltban készített távlati felmérésekre támaszkodtunk.

A részterületek összehangolt tárgyalása érdekében tájékoztató jelleggel, számszerűen is ismertetjük a kiinduló alapnak tekinthető 1975. évi *(1. táblázat)* és 1980. évi *(2. táblázat)* alapenergia-mérleget.

Felhasználásoldali tényezők

Az alapvető nyersanyagok árának a tőkés piacon 1973 végén bekövetkezett robbanásszerű változása, majd a hatások továbbgyűrűzése a piacnak szinte minden lényeges területére ma már nyilvánvalóan a szocialista országok — köztük hazánk — gazdaságát is sokoldalúan érinti. A szélesebb körben meglehetősen leegyszerűsített módon „energiaválság"-nak nevezett folyamat már az 1974. évben súlyos kihatásaival — így külkereskedelmi mérlegünkben nagyfokú cserearányromlással — jelentkezett.

E hatások részbeni kompenzálására az energiahordozók és más anyagok termelői és fogyasztói árait módosítani kellett, és a korábban kialakított — tehát adott — energiafelhasználói körben előtérbe került az energiahordozók és alapanyagok igen takarékos felhasználása. Egyes energiahordozók — így elsősorban a fehéráruk — forráslehetőségei és a felhasználásoldali igények között nem várt feszültségek keletkeztek. Ilyen körülmények között — számítva arra, hogy a

* Az 1975. évi Országos Gáz- és Olajkonferencián (Siófok, május 12—14.) tartott előadás alapján készült tanulmány. *(A szerkesztő.)*

1. táblázat

Alapenergia-mérleg 1975-ben

10^{12} kcal

Termékcsoport \ Fogyasztókategória	Villamosenergia-termelés	Hőenergia-termelés	Közvetlen ipari felhasználás	Petrolkémia	Lakosság, közület és kisfogy.	Közlekedés, motorhajtó anyag	Egyéb fogyasztó és veszteség	Összes felhasználás
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Szén	30	17	5	—	14	3	1	70
2. Széntermék	—	—	11	—	12	—	—	23
3. Pébé	—	—	—	—	5	—	—	5
4. Benzin	—	—	2	5	—	11	1	19
5. Középpárlat	1	4	2	—	17	15	—	39
6. Fűtőolaj	—	14	7	—	—	—	—	21
7. Gudron	13	—	—	—	—	—	—	13
8. Bitumen	—	—	—	—	—	—	6	6
9. Kenőanyag és egyéb kőolajtermék	—	—	—	—	—	—	3	3
10. Földgáz és gáztermék	10	9	15	9	7	—	2	52
11. Nukleáris vill. energia	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Import vill. energia	13	—	—	—	—	—	—	13
13. Egyéb energiahordozó	1	—	—	—	—	—	—	1
14. Összes termék	68	44	42	14	55	29	13	265

2. táblázat

Alapenergia-mérleg 1980-ra

Termékcsoport \ Fogyasztókategória	Villamos-energia-termelés	Hőenergia-termelés	Közvetlen ipari felhasználás	Petrol-kémia	Lakosság, közület és kisfogy.	Közlekedés, motorhajtó anyag	Egyéb fogyasztó és veszteség	Összes felhasználás
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Szén	30	16	4	—	11	1	1	63
2. Széntermék	—	—	13	—	8	—	—	21
3. Pébé	—	—	—	—	5	—	—	5
4. Benzin	—	—	2	6	—	16	2	26
5. Középpárlat	1	6	2	—	17	21	—	47
6. Fűtőolaj	4	11	10	—	—	—	—	25
7. Gudron	22	—	—	—	—	—	—	22
8. Bitumen	—	—	—	—	—	—	6	6
9. Kenőanyag és egyéb kőolajtermék	—	—	—	—	—	—	6	6
10. Földgáz és gáztermék	10	17	20	12	20	—	2	81
11. Nukleáris vill. energia	2	—	—	—	—	—	—	2
12. Import vill. energia	19	—	—	—	—	—	—	19
13. Egyéb energiahordozó	2	—	—	—	—	—	—	2
14. Összes termék	90	50	51	18	61	38	17	325

válság hatása tartós lesz — különösen nehéz feladat az V. ötéves tervidőszakban és hosszú távon a népgazdaság energetikai fejlesztési terveit kialakítani.

Úgy véljük, hogy ebben a helyzetben az alapenergia-felhasználás átlagos növekedési rátáját az V. ötéves tervperiódusban, átlagos éves középhőmérsékletre számítva, nem indokolt évi 4%-nál nagyobbra előirányozni.

A felhasználás szerkezetét, vagyis az alapenergia-mérlegek 14. sorában részletezett hőmennyiségek arányát több tényező határozza meg. Célszerűnek látszik az iparfejlesztés intenzív irányzatának fenntartása, nem utolsósorban éppen az energiagazdaság fejlesztési problémáinak megoldása érdekében. Szükséges az infrastruktúra fejlesztésének gyorsítása, valamint a folyamatos életszínvonal-emelkedés biztosítása is.

Ez megítélésünk szerint azzal jár, hogy a lakosság, a közületek és a kisfogyasztók energiafelhasználásának részaránya gyorsabban, az ipari hőenergia-termelés és a közvetlen ipari felhasználás szükségletének részesedése pedig valamivel lassabban fog növekedni az eddig előirányzottnál.* A petrolkémia alapanyag-szükségletét és a közlekedés motorhajtóanyag-felhasználását a változások kevésbé befolyásolják.

Hőmennyiségben mérve, a legnagyobb és egyben a legnehezebben prognosztizálható a villamosenergia-szükséglet növekedési üteme. A termelési folyamatok, különösen az anyagmozgatás gépesítése és az életszínvonal emelkedése a szükséglet gyors növekedésére utal. A fejlesztés, elsősorban az iparfejlesztés tapasztalatai azonban arra mutatnak, hogy az intenzifikálás és a gépesítés szükségessé teszi a termelés szervezettebb formáját, és ez rendszerint a kapacitások jobb kihasználását jelenti, ami — egyebek között — a fajlagos villamosenergia-felhasználás csökkenését eredményezi. A villamosenergia-igényes tevékenységek bővítése — az elektromos fűtést is beleértve — nem látszik célravezetőnek. A lehetőségek mérlegelése alapján a villamosenergia-felhasználás jelenlegi növekedési ütemének csökkenését tartjuk valószínűnek, annak ismeretében, hogy a műszaki fejlődés oldaláról és nemzetközi példákkal számos ellenérv is felhozható. Megjegyezzük, hogy a fenti meggondolások az erőműlétesítés előirányzatát nem befolyásolják. Az erőművek teljesítménytartalékát — mint azt látni fogjuk — *fontos rendszerbiztonsági tényezőnek tekintjük.*

* A hőigény lehetséges hibája fogyasztócsoportok szerint évi $2—4 \cdot 10^{12}$ kcal; a részletes elemzéstől eltekintünk.

Forrásoldali tényezők

Bemutatjuk az 1975. és az 1980. évi alapenergia-mérlegeknek megfelelő kőolajtermék- és gázegyensúly egy lehetségesnek tartott változatát forrásoldali részletezésben *(3. táblázat)*.

Azzal számoltunk, hogy a hazai kőolajtermelés a jelenlegi szinten marad. A termékegyensúly lehetővé teszi, hogy a növekményt fedező behozatal nagy részét kőolaj formájában lehessen előirányozni, ezért főként a szovjet kőolaj-behozatal növelésével számoltunk. Az 1975 utáni olajimport mennyiségére és választékára még nem lehetett végleges képet kialakítani. A mennyiségi és választéki kérdéseken túlmenően fennáll az a korlátozó tényező, hogy a harmadik országbeli kőolajból vasúton maximálisan évi 1 Mt szállítható be az országba. A további behozatal — az Adria vezeték üzembe helyezéséig — szovjet cserekőolaj formájában remélhető.

Megjegyezzük, hogy a kőolajtermék-egyensúly — az V .ötéves terv számítási anyaga szerint — némileg eltér az ismertetett lehetőségtől. Összehasonlításként bemutatjuk az 1980. évi tervelőirányzatot *(4. táblázat)*. A terv szerint 1976 és 1980 között a kőolaj-behozatal kisebb, a szovjet termékimport pedig nagyobb az ismertetett lehetőségnél. Ennek megfelelően kisebb a kőolaj-feldolgozás, az Adria vezeték tervezett kapacitásának számottevő hányada felszabadul, és importtermék-vezeték létesítése, esetleg nagy mennyiségű tartálykocsis termékszállítás szükséges a szovjet kőolajtermékek fogadására. A szovjet—magyar kétoldalú

kőolaj-beszerzési megállapodások eredményeként egyidejűleg számottevően csökkent a kőolajbeszerzés és -beszállítás a harmadik országból. A Barátság vezetéken beszállítandó kőolaj mennyisége a tervidőszakban — évi 1,6 Mt termékbehozatal mellett — évi 8,5 Mtonnára emelkedik. A belföldi termékegyensúly lehetővé teszi, hogy a tervben előirányzott termékimport *(4. táblázat)* nagy hányadát, mintegy 0,5 Mt benzin kivételével, szovjet kőolajra „cseréljük vissza".* A kőolajtöbbletet a Barátság vezetéken célszerű beszállítani az ismertetett évi 8,5 Mtonnán felül, de beszállítható az elkészülő Adria vezetéken is.

A földgázforrások növekedését a szovjet behozatal bővítése és hazai többlettermelés biztosíthatja. Döntő korlátozó tényező az importkontingens emelése és a beszállítás növelése terén az orenburgi KGST-vezeték 1979. évi üzembe lépése. Nem elhanyagolható bizonytalansági tényező és egyben a hazai földgáztermelés szinten tartásának előfeltétele: új földgázkészletek felfedezése. Az algyői szabadgáz-telepek termelését az orenburgi földgáz megérkeztével célszerű az évi 2 Gm^3 tervszinthez közelíteni. Az évi kereken 6 Gm^3 nettó szárazföldgáz-termelés tartósan — az ásványvagyon-gazdálkodás követelményeinek veszélyeztetése nélkül — csak jelentős új felfedezés termelésbe állítása esetén biztosítható.

Kedvező importlehetőség, a kulcsfontosságú távvezetékek elkészülte és új hazai földgáz-előfordulások termelésbe állítása esetén a vizsgált időszakban a következő forrásoldali ütemezést tartjuk megvalósíthatónak:

10^{12} kcal

Szénhidrogén \ Év	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Olaj	106	112	118	134	136	137
Gáz	52	56	63	63	72	81
Összesen	158	168	181	197	208	218

A szénhidrogénforrások** éves növekménye csaknem egyenletes, de a lökésszerűen jelentkező olaj-, illetve földgáznövekmény áthidalása alapos felhasználásoldali előkészítést igényel.

Szénhidrogén-egyensúly, energia-egyensúly

Az ellátás biztonsága és biztonsági készletek létrehozása, illetve kapacitástartalékok létesítése tekintetében számos tényezőt kell mérlegelni.

* A kőolajtermék-egyensúly 1980 után évi 1 Mt, később évi 2 Mt krakk-kapacitás birtokában — hasonló mennyiségű benzinimport mellett — kőolaj-behozatalra alapozva, hosszú távon is megteremthető.

** *Megjegyzés:* A forrásoldali felmérés lehetséges hibája az alapenergia-mérlegben megnevezett termékcsoportokban évi 2—5.10^{12} kcal-ra tehető.

3. táblázat

Szénhidrogén-egyensúly 1975-ben és 1980-ban

I. *Kőolajtermék-egyensúly, 10^{12} kcal-ban*

Termék \ Forrás	Hazai kőolaj	Bányászati könnyű termék	Szovjet kőolaj	Kőolaj harmadik országból	Kőolajtermék-import	Összes forrás és felhasználás
			1975			
Benzin és pébé	4	3	11	4	2	24
Középpárlat	8	—	21	6	4	39
Fűtőolaj, egyéb termék és veszteség	8	—	28	5	2	43
Összesen	20	3	60	15	8	108
			1980			
Benzin és pébé	4	3	16	4	4	31
Középpárlat	8	—	30	9	—	47
Fűtőolaj, egyéb termék és veszteség	8	—	42	9	—	59
Összesen	20	3	88*	22	4	137

* Cserével és esetleges konstrukciókkal együtt.

II. *Gázegyensúly, 10^{12} kcal-ban*

Termék \ Forrás	Hazai földgáz	Szovjet földgáz	Román földgáz	Egyéb forrás	Összes forrás és felhasználás
			1975		
Földgáz	44	3	2	—	49
Egyéb gáz	—	—	—	3	3
Összesen	44	3	2	3	52
			1980		
Földgáz	47	30	2	—	79
Egyéb gáz	—	—	—	2	2
Összesen	47	30	2	2	81

4. táblázat

Kőolajtermék-egyensúly az V. ötéves terv számítási anyaga szerint (1980)

10^{12} kcal

Termék \ Forrás	Hazai kőolaj	Bányászati könnyűtermék	Szovjet kőolaj*	Kőolaj harmadik országból	Kőolajtermék-import	Összes forrás és felhasználás
Benzin és pébé	4	3	15	3	6	31
Középpárlat	8	—	29	5	8	50
Fűtőolaj és egyéb termék és veszteség	8	—	41	4	2	55
Összesen	20	3	85	12	16	136

* Konstrukciókkal és előirányzott cserével együtt

E tényezők közül az eddigi gondolatmenetnek megfelelően kiemelhető

— a szükséglet oldaláról a felhasználás átlagos növekedési ütemének és a felhasználási szerkezet alakulásának lehetséges hibája;
— forrásoldalról pedig az igénybe vehető (a ténylegesen rendelkezésre álló) források mennyiségének és a forrásstruktúra alakulásának lehetséges hibája.

A fenti tényezők vizsgálatához első lépésben abból indulunk ki, hogy a felhasználás az elsődleges, a meghatározó tényező, és forrásoldali kiegyenlítésre rendezkedünk be. A tárolás ezen a területen nem jelenthet tartós kiegyenlítést.

A növekedési ütem bizonytalanságának kiegyenlítésére alkalmasnak látszik a hazai szén- és földgáztermelés szabályozása. A tervidőszak második felétől — a 750 kV-os KGST-villamos távvezeték üzembe állításával — megnyílik annak a lehetősége, hogy szállítókészség esetén a szovjet villamosenergia-behozatal is hozzájáruljon a kiegyenlítéshez.

A felhasználási szerkezet, vagyis a fogyasztói kategóriák arányának változása nem okoz gondot akkor, ha helyettesíthető energiahordozókat (földgáz, fűtőolaj) érint. Ha az eltolódás a nem helyettesíthető energiahordozók (pl. vegyipari alapbenzin vagy motorhajtó anyag) területén jelentkezik, akkor szükségszerűen igazodnia kell a forrásoldalnak is. Ez a jelenlegi körülmények között a kiegyenlítő jellegű termékkülforgalom növekedésével, rendszerint tőkés importtal jár. A kényszerhelyzetet a kőolaj-feldolgozásnál bontóeljárás alkalmazásával lehet feloldani.

Számottevő forrásoldali bizonytalanság felhasználásoldali kiegyenlítésére nyújt lehetőséget a hőerőművek teljesítménytartaléka a mindenkori forráshelyzetnek megfelelő erőmű-kihasználás segítségével. Úgy véljük, hogy — az előirányzott erőműfejlesztés, valamint a várható villamosenergia-felhasználás és -behozatal mellett — az erőművi kiegyenlítés nagyrészt elegendő az előrelátható forrásoldali bizonytalanságok kiegyenlítésére. A fogyasztói alternativitás további növelését, újabb fogyasztók bevonását a forrásoldali bizonytalanságok kiegyenlítésébe — a nagy beruházási szükséglet miatt — nem látjuk célszerűnek.

Előfordulhat, hogy a forrásoldali bizonytalanság az eddiginél lényegesen nagyobb lesz, pl. a kulcsfontosságú távvezetékek belépésének eltolódása, a hazai új szénhidrogén-felfedezés esetleges késése vagy devizális és fejlesztési korlátok következtében. Ebben az esetben sor kerülhet a szabályozás közvetlen eszközeinek, az energiafelhasználás korlátozásának alkalmazására.

A folyamatos ellátást befolyásoló tényezők egy másik csoportját alkotják a rendszeres változások, amelyeket gazdaságmatematikai módszerekkel felmérhetünk. Ezek közül

— a szezonalitást, vagyis a téli és a nyári fogyasztás különbségét, valamint
— a csúcsteljesítmények kielégítését

tárgyaljuk.

A felhasználási szerkezet változása, az intenzív fejlesztés és az életszínvonal emelkedése a szezonalitás növekedésével jár. A szezonalitást tárolással célszerű kiegyenlíteni. A kiegyenlítéshez szükséges szezonális készlet az éves felhasználás szezonalitásának, vagyis a téli és a nyári felhasználás különbségének felére tehető. A viszonylag nagy szezonalitású fogyasztók vizsgálata arra utal, hogy az országos tárolási feladat főként szénhidrogén-tárolással oldható meg.

A csúcsteljesítmények kielégítése az előző kérdéssel rokon, de a csúcskielégítéshez — készleten kívül — teljesítménytartalék is szükséges. Az országos csúcskielégítés feladata is nagyrészt a szénhidrogén-felhasználáshoz kapcsolódik.

További vizsgálat — a földgáz, a kőolaj, a fűtőolaj és a gázolaj (tüzelőolaj) tárolásának és szállításának összehasonlítható elemzése — nyújthat támpontot abban a kérdésben, hogy a tárolás és a csúcskielégítés feladatát miként osszuk meg a szóban forgó, hosszú távon nagyrészt helyettesíthető szénhidrogénfajták között.*

Végül a rendszertelen, de előre jelezhető változások, pl.

— az átlagostól eltérő növekedési ütem,
— az átlagostól eltérő évi közepes hőmérséklet

kiegyenlítését említjük. Ezeket a bizonytalansági tényezőket készlettartalékkal célszerű kiegyenlíteni. Forrás- és kapacitástartalék létesítését e célra nem tartjuk gazdaságosnak.

A csaknem állandó tartalékkészlet nagyságrendjét, gazdaságmatematikai és kalorikus elemzések alapján — a forgalmi és a szezonális készleteken kívül — 1980-ra évi $10 \cdot 10^{12}$ kcal-ra becsüljük. A készletek választékát és a tárolótér létesítését a forgalmi, a tartalék- és a szezonális készletek együttes szintjén kell előirányozni.

* Említést érdemel, hogy az ÁFOR-hálózatban a fehéráruk forgási sebessége — 30 napos csúcsidőre számítva — jelenleg 0,2—0,3 nap [5]

Fejlesztési lehetőség

A fejlesztés egyik döntő korlátozó tényezője a technikai-gazdasági lehetőségeket kifejező forintösszeg. A financiális korlát makroökonómiai oldalról az energiagazdaság szintjén jó közelítéssel előre jelezhető. A nemzeti jövedelem, a fogyasztási alap és a felhalmozási alap aránya, valamint az ipari* felhalmozás a kiindulópont, ebből az energiagazdaság részesedése meglehetősen szűk határok között mozog. A rendelkezésre álló forintösszeg felhasználásáról központilag, illetve az energiagazdaság szintjén döntenek.

A fejlesztés optimális lehetőségének kiválasztása nem egyszerű feladat. A fajlagos energiafelhasználást csökkentő energiaracionalizálás, a felhasználási szerkezet indokolt változtatása és a források bővítése között nehéz a választás. Bonyolítja, néhány vonatkozásban helytelen irányba terelheti a megítélést az energiaárszint differenciált, gyors ütemű lépcsős emelése, valamint a beruházási eszközök árának viszonylag lassúbb, folyamatosabb növekedése. A jelenlegi arányok mellett szinte minden energetikai fejlesztés kifizetődőnek, gazdaságosnak mutatkozik. A forintmegtakarítás mögött levő tényleges energiatakarékosság mértékéről tételes kalorikus számítások útján kell meggyőződni. A kalorikus és a forint-összehasonlítás együttes mérlegelése teszi lehetővé a valódi hatékonyság megállapítását és a legindokoltabb beruházások kiválasztását.

A hazai problémák mellett új fejlesztési követelményeket támaszt a fokozódó nemzetközi energetikai együttműködés. A földgázimport területén pl. az orenburgi KGST-vezeték létesítési költségének hazánkra eső hányada előzetes becslés szerint — a külkereskedelmi cserearányoktól és a hosszú lejáratú dollárhitel kamatterheitől függően — átszámítva 50—60 milliárd Ft-ra tehető. Az összegnek mintegy a fele terül meg a kétoldalú elszámolás keretében. A közös KGST-fejlesztés kérdése a kőolaj-behozatal növelésével kapcsolatban is felmerülhet.

A gyorsuló fejlődés és a nemzetközi együttműködés új formái egyre nehezebben követhetők az országos számviteli és mérlegrendszer jelenlegi kereteiben. Számos tervezési, elszámolási és szabályozási probléma menet közben lesz majd rendezhető. A jelenlegi körülmények között a keretösszegek alapján való előrejelzés nehézségekbe ütközik. A lehetőségek reális számbavételét célszerűnek látszik a beszerezhető anyagokra, a rendelkezésre álló tervező-kivitelező kapacitásra, illetve a kapacitások lehetséges bővítésére alapozni.

Fejlesztési, rendszerbiztonsági és ellátásbiztonsági célkitűzések a szénhidrogén-vertikumokban

Az eddigi elemzések eredményeként áttekintést kívánunk nyújtani a szénhidrogén-bányászatban és a gáziparban, a kőolaj-feldolgozás és a -termékforgalom területén, valamint a szénhidrogén-felhasználás kapcsolódó területein. Ennek során rámutatunk a biztonsági és a kockázati tényezőkre.

* Az energiagazdaság fejlesztési költsége — a viszonylag szerény infrastrukturális részesedésétől eltekintve — lényegében ipari jellegű.

a) A kőolajvertikum fejlesztésének célkitűzéseinél kiemeljük a következőket:

A hazai kőolajtermelés szinten tartása, a kisebb előfordulások termelésbe állítása, korszerű kőolaj-kihozatalt növelő eljárások alkalmazása az ismert előfordulásoknál.

A kőolaj-behozatal bővítése, az Adria vezeték megépítése és üzembe helyezése évi 5 Mt kapacitással.

Az elsődleges kőolaj-feldolgozó A—V-kapacitás kiépítése, az évi 12 Mt feldolgozási előirányzat és 15% biztonsági tartalék figyelembevételével, kereken évi 14 Mt kapacitásra. A jelenlegi kapacitás növelése az Adria-vezeték belépésével összhangban 1977 és 1978 között szükséges.

Évi 1 Mt kapacitású katalitikus krakküzem létesítésének előkészítése a DKV-nél. A termékarányok rugalmasabb változtatásának lehetőségét 1980 után mielőbb meg kell teremteni.

A kőolaj-feldolgozás, a -termékelosztás és a -felhasználás részterületeinek fejlesztése az 1980. évi alapenergia-mérleg *(2. táblázat)* 3—9. soraiban részletezett termékmennyiségnek és -választéknak megfelelően.

Az országos kőolaj- és kőolajtermék-szállító, -tároló, -elosztó rendszer (kőolaj és -termékek szállítására szolgáló távvezetékek; vasúti, közúti és egyéb szállítóberendezések; kőolaj és -termékek tárolására és forgalmazására szolgáló tartályok; szivattyúállomások, töltő- és lefejtőberendezések és üzemanyagtöltő állomások a termelőmezőkön, a távvezetékek mentén, a finomítókban, a bázistelepeken, az elosztóhálózatban, a viszonteladóknál és a felhasználóknál) összehangolt fejlesztése. A rendszerbiztonság követelményeinek kidolgozása a fehéráru- és a fűtőolaj-elosztás területén.

b) A gázvertikum főbb fejlesztési célkitűzései az alábbiak:

A hazai földgáz-árutermelés növelése 1977-re évi 6 Gm^3-ig, majd a termelés szinten tartása. A termelés növelését az ismert mezőkről kell megoldani, a szinten tartás érdekében jelentős új előfordulás felfedezése és bekapcsolása szükséges.

A földgázimport bővítése. Együttműködés az orenburgi vezeték megépítésében, a hazai távvezeték-rendszer bővítése, az orenburgi vezeték bekapcsolásával járó fejlesztés megvalósítása.

A belföldi forrásoldali földgázteljesítmény bővítése kereken 2 M nm^3/h-ig. A földgáz-előkészítő kapacitás optimális telepítési helyének és a biztonság mértékének megállapítása a termelés, az import és a felhasználás alapján.

A földgáz- és a városigáz-termelés, a szolgáltatás, az elosztás és a felhasználás részterületeinek fejlesztése az 1980. évi alapenergia-mérleg *(2. táblázat)* 10. sorában részletezett felhasználási szerkezetnek megfelelően. A fogyasztók felkészítése az orenburgi földgáz átvételére, a vegyipari földgázbontó üzemek ellátása kénmentesítő üzemekkel.

Az országos földgázszállító, -tároló, -elosztó rendszer (a távvezeték-rendszer, az elosztóveze-

ték-hálózat, a föld alatti és egyéb gáztárolók és a kompresszorállomások) összehangolt fejlesztése. Rendszerbiztonsági követelmények kidolgozása a teljesítménycsúcsok kielégítése és a tárolás területén. Különös figyelmet érdemel az országos nagynyomású távvezeték-rendszer rendszerbiztonsági követelményeinek vizsgálata, a belföldi és a tranzitszállítás adott és várható követelményeit is figyelembe véve.

c) Fejlesztési-piaci kockázat a szénhidrogén-gazdaság területén egyrészt a szénhidrogének és az egyéb energiaforrások között, másrészt a szénhidrogéneknél az olajtermékek és a földgáz között, illetőleg a helyettesíthető kőolajtermékeknél főleg a fűtőolaj-tüzelőolaj vonatkozásában merülhet fel. A kockázat mértéke fogyasztói kategóriák és termékcsoportok szerint differenciáltan jelentkezik.

A fogyasztói oldalon a villamosenergia-termelés területén legnagyobb a kockázat egyrészt a szükséglet bizonytalansága, másrészt a villamosenergia-termelés kiegyenlítő szerepe következtében. Számottevő a kockázat a lakosságnál, a közületeknél és kisfogyasztóknál a fejlesztési korlátok miatt. Kismértékű kockázatot okoz a hőenergia-termelés és a közvetlen ipari felhasználás területén a fejlesztés ütemének bizonytalansága. A szénhidrogének legbiztosabb piacának a motorhajtóanyag-felhasználás és a petrolkémia alapanyag-felhasználása ígérkezik.

A termékek közül a kockázat — amint arra már utaltunk — elsősorban a fűtőolajat (a gudront), továbbá a földgázt és a tüzelőolajat érinti.

IRODALOM

[1] OGIL: Prognosztikus elemző munkák készítése és egyedi szakértői feladatok ellátása. A NIM megbízásából készített szénhidrogénipari elemzések. 1974—1975.

[2] OGIL: A kőolaj-finomítók kialakításának összefüggése az országos energiahordozó politikával. A kőolajmodell problematikája. Az OKGT megbízásából készített tanulmányok. 1974. március—október.

[3] OGIL: A földgázgazdaságra vonatkozó egyes fejlesztési döntések megalapozása. Az OKGT megbízásából készített tanulmányok. 1975. március—június.

[4] *Pogány L.:* A kőolajtermék-felhasználás és -elosztás prognózisa. Magyar Kémikusok L. **29** 620.

[5] ÁFOR: Az 1974/75. őszi-téli idény áruforgalmának lebonyolítási rendje. 1974. agusztus.

[6] NIM: A szénhidrogén-termelés és -forgalmazás fejlesztése az V. ötéves tervidőszakban. (Koncepció, 1974. január, korszerűsítve: 1975. januárban.)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A KGST Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottságának 44. ülése

Karlovy Vary, 1976. május 3—7.

Az 1949-ben megalakult Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsának fontos szervei az ágazati állandó bizottságok. Feladatuk, hogy elősegítsék a tagállamok közötti gazdasági kapcsolatok fejlesztését, szervezzék és koordinálják ezen országok egyes népgazdasági ágazatai között a sokoldalú gazdasági és tudományos-műszaki együttműködést.

Az 1956-ban megalakult állandó bizottságok rendszeresen általában évente két alkalommal üléseznek. Ennek megfelelően került sor 1976. május 3—7. között Karlovy Varyban, a Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottság 44. ülésére.

A magyar delegációt dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter vezette. A delegáció munkájában részt vettek még: *Sz. Komor Éva*, a Minisztertanács mellett működő Nemzetközi Gazdasági Kapcsolatok Titkársága osztályvezetője, *Mramurácz Lajos*, a Külkereskedelmi Minisztérium főosztályvezetője, *Zsigmond Gábor*, a Nehézipari Minisztérium osztályvezetője, a KGST Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottsága magyar delegációjának titkára, dr. *Hornyos János* főosztályvezető, dr. *Hingl József* főosztályvezető, *Stiffel Lászlóné* osztályvezető és *Letoha Józsefné* mérnök, az OKGT dolgozói.

Az Állandó Bizottság a 44. ülésről az alábbi sajtótájékoztatót adta ki:

A Bizottság munkájában a BNK, az MNK, az NDK, a Kubai Köztársaság, az LNK, az RSZK, a SZU, a CSSZSZK, valamint a KGST és a jugoszláv kormány között fennálló egyezmény értelmében Jugoszlávia delegációja vett részt.

Az Állandó Bizottság foglalkozott a Tanács XXIX. ülésén és a Végrehajtó Bizottság ülésein elfogadott határozatokból eredő feladatokkal, és jóváhagyta az együttműködés hosszú távú célprogramjainak kidolgozási rendjét.

Az együttműködési célprogramok kidolgozásából adódó feladatok vizsgálatánál az Állandó Bizottság megállapította, hogy az e témakomplexumba tartozó feladatok megoldása nagyon fontos szerepet játszik a KGST-tagországok olaj- és gáziparának további fejlődésében. A Bizottság különös figyelmet fordított annak a problémának a megoldására, amely a kőolaj-feldolgozás mélységének fokozásával, az ehhez szükséges technológia kidolgozásával és megfelelő berendezések biztosításával kapcsolatos. Amennyiben a KGST-tagországok e feladatot az együttműködés keretében megoldják, úgy az országok kőolaj-feldolgozó ipara több és szélesebb körű termékválasztékot tud biztosítani a vegyipar számára.

A delegációk kölcsönösen tájékoztatták egymást országuk elmúlt ötéves tervének eredményeiről, valamint a következő ötéves terv feladatairól, amelyeket meg kell oldani a kőolaj- és gázipar területén.

A KGST Komplex Programjában kiemelkedő helyet foglalnak el a tagországok saját kőolaj- és földgáztermelésének növelése terén folytatott együttműködés kérdései.

Ezek közül az Állandó Bizottság összegezte a tagországok területén az 1966—75-ös időszakban a kőolajra és földgázra irányuló kutató- és feltárótevékenység eredményeit; áttekintette az 5000 méterig és mélyebben, valamint a tengerparti övezetben levő perspektivikus szénhidrogénkészletek főbb vizsgálati kritériumait, a kőolaj- és földgázkutatásban alkalmazott kútgeofizikai méréskomplexum módszereinek és eszközeinek fejlesztésével, illetve a gáz- és gázkondenzátum-mezők leművelésével kapcsolatos anyagokat.

Megvitatták azokat a javaslatokat is, amelyek a motorolaj-minősítési és -vizsgálati közös laboratórium, illetve a kis volumenű termékgyártás területén nemzetközi szervezet létrehozását irányozzák elő. Tanulmányozták továbbá az olajszármazékok alkalmazástechnikai kérdéseit.

A felsorolt kérdéscsoportokban a tagországok határozatokat fogadtak el.

Az Állandó Bizottság ülése alkalmával az érdekelt országok aláírták a kőolaj-feldolgozó berendezések nemzetközi javítószolgálatának létrehozására vonatkozó egyezményt. Ennek alapvető célja a kőolaj-feldolgozó berendezések állásidejének csökkentése és a javítószolgálat hatékonyságának fokozása.

Végül a Bizottság jóváhagyta az „INFORMOLAJGÁZ" nemzetközi rendszer 1976—80-ra szóló koordinációs, funkcionálási és fejlesztési tervét, valamint az 1976-os évi munkatervét.

Stiffel Lászlóné
okl. olajmérnök
(OKGT, Budapest)

Természetes szén-dioxidjaink és szén-dioxidban dús földgázaink adszorpciós szárítása

KLOPP GÁBOR—
MÁNDY TAMÁS—
PAP GÉZA

Természetes szén-dioxidjaink és szén-dioxidban dús földgázaink feldolgozása, hasznosítása több esetben megköveteli vagy megkövetelné ezeknek a gázoknak nyomás alatti szárítását. A szárítás szilikagél vagy molekulaszita alapú adszorbenssel oldható meg. A Nagynyomású Kísérleti Intézetben megvizsgálták a hazai klinoptilolit alapú (ERSORB) molekulaszíták alkalmazási lehetőségeit a répcelaki szén-dioxid, valamint a kardoskúti nagy szén-dioxid-tartalmú földgáz szárítására. Megállapították, hogy ezeket a gázokat a hagyományos, hevítéssel regeneráló (thermal swing) adszorpciós berendezésben az előbbi hazai adszorbenssel jó termelékenységgel −80C° alatti harmatpontra száríthatjuk. Az ún. nyomásváltoztató (pressure swing) ciklust alkalmazva a répcelaki nyers szén-dioxidban −50° C-nál kisebb hőmérsékleten kaptak harmatpontot.

A szén-dioxid, ill. a szén-dioxid-dús földgázok alacsony, −40, −60 C° harmatpontig történő szárítása számos okból előnyös lehet vagy szükségessé válhat. Az okok között megtalálható a korrózióveszély csökkentése, üzemzavart okozó szilárdhidrát-képződés megakadályozása, pl. a vezetékes szállításnál vagy a természetes szénsav munkagépes expanziójánál. Szükségesnek ítélik a másodlagos kőolajtermelésre igénybe vett szén-dioxid szárítását is a kútszerelvények, a vezetékek, valamint a nyomásfokozó gépek korrózióvédelme miatt. A kezelhetőség javítása, tehát a lefagyási veszély kiküszöbölése érdekében a folyékony szén-dioxid harmatpontját alacsonyan kell tartani az üzemen belüli műveleteknél és a korszerű tankautós szállításnál egyaránt. A palackokba minél szárazabb szénsavat célszerű tölteni. Különösen ügyelni kell a nedvességtartalomra a tűzoltó készülékhez használt palackok töltésekor, mivel ezek ürítése rendeltetésszerű használatnál különösen gyors, és ezért a lefagyási veszély is fokozott. A tűzoltási próbák tapasztalatai mutatják, hogy a lefagyások sajnos ma még a gyakorlatban sokszor jelentkeznek, és a készülékek működését gyakran meggátolják. Száraz szén-dioxidot igényel a védőgázos hegesztés is. A szén-dioxid-felhasználók a fejlett ipari országokban, ahol megfelelő termékválaszték áll rendelkezésre, ezért a kisebb harmatpontú termékeket előnyben részesítik vásárlásaik során.

A szén-dioxid-termékeknél megkívánt −40 C° vagy ennél kisebb harmatpontok a gyakorlatban többnyire csak szilárd adszorbensen végzett szárítással biztosíthatók. Mivel az alumínium-oxid bázikussága miatt a szénsav szárítására nem alkalmas, adszorbensként korábban a szilikagél, újabban a molekulaszíták (szűrők) jönnek számításba. A szilikagéllel általában −40 C° harmatpontig lehet szárítani a földgázokat, molekulaszitákkal azonban −60 C°-os vagy ennél kisebb harmatpontok is nehézség nélkül elérhetők.

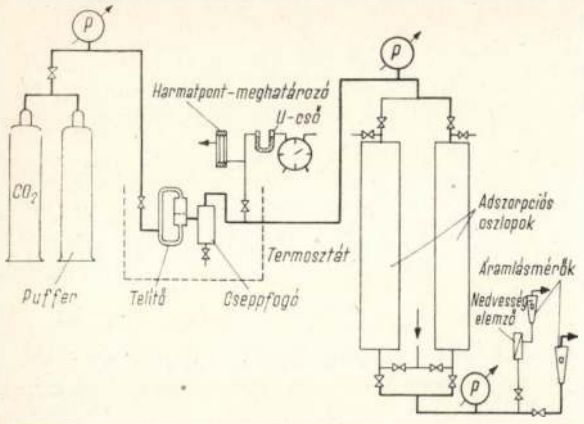
Az adszorpciós szárítás elvileg egyszerű művelet, a saját erőből megvalósítható technológiák közé sorolható. Problémát okozhat azonban a megfelelő adszorbens biztosítása. Szilikagél hazai gyártásból nem áll rendelkezésre. A Nagynyomású Kísérleti Intézet korábbi kutatásaira alapozva azonban évről évre nagyobb volumenben folytatódik a Tokaj vidéki természetes zeolitvagyon felhasználásával a saválló molekulaszűrő gyártása. Az ERDŐKÉMIA Erdőgazdasági Vegyi és Ipari Vállalat és a NAKI licencszerződése alapján az intézetben kidolgozott eljárások szerint az ERDŐKÉMIA Vállalat ERSORB márkanéven gyártja a kifejlesztett termékeket. Intézetünk az új adszorbens felhasználási területének vizsgálata során a kőolajipari alkalmazási lehetőségek feltárását elsődleges feladatának tekinti, ezért részletesen vizsgálta többek között a szén-dioxid és a szén-dioxid-dús földgázok szárítását is.

Az ERSORB-adszorbensek savállóságuk, nagy szelektivitásuk és kitűnő mechanikai szilárdságuk következtében a szén-dioxid és a szén-dioxidban dús földgázok szárítására kezdettől fogva alkalmasnak igérkeztek. A jó szelektivitás különösen nagyobb nyomásokon lényeges, ahol a gáz szennyezései, pl. a cseppfolyós szénhidrogének a hagyományos adszorbensek vízadszorpcióját lerontják. Az ERSORB-adszorbenseknél a molekulaszűrő hatás miatt a természetes szén-dioxidban előforduló nehezebb szénhidrogén-komponensek zavaró hatásával nem kell számolni. Ismeretes, hogy a molekulaszíták, így az ERSORB-adszorbensek is alkalmasak a folyékony szénhidrogének, kőolajtermékek, pl. benzin, gázolaj, transzformátorolaj víztartalmának eltávolítására is [1].

Az utóbbi években jelentősen fejlődött az adszorbensek alkalmazási technológiája. A korábban kizárólagos, hevítéssel regeneráló, ún. *thermal swing* adszorpciós ciklus mellett terjed a más elveken dolgozó, pl. a nyomásváltoztató, idegen kifejezéssel *pressure swing*, a kiszorításos, és az öblítőgázos adszorpciós ciklus alkalmazása is [2]. Az intézetben a szénsav szárítási lehetőségeit a hagyományos, hevítéssel regeneráló ciklusmegoldás mellett nyomásváltoztató technikával is tanulmányoztuk.

Szárítás a hőmérséklet-változtató módszerrel

Laboratóriumi munkánk során első közelítésben a hőmérséklet-változtató technológiát vizsgáltuk. A nyomás alatti szárítási kísérletek elvégzéséhez 100 att-ig használható kísérleti berendezést építettünk. Az adszorbens regenerálását az adszorberekben *in situ* vé-



1. ábra
Kísérleti berendezés a szén-dioxid-szárítás vizsgálatára

geztük, a fűtést elektromos köpenyfűtés szolgáltatta. A gázellátást palackokból biztosítottuk, az áramlási sebességet a készülék kimenőoldalán expanzió után rotaméterrel mértük. A szárításra betáplált szénsav vízgőztartalmát harmatpontméréssel állapítottuk meg, a szárított szénsav vízgőztartalmának ellenőrzésére foszfor-pentoxidos elektrolizáló műszert, az ún. *Keidel*-féle cellát használtuk [3].

A betáplált szénsav konstans vízgőztartalmának biztosítása érdekében a készülékbe gáztelítő egységet is építettünk, amellyel az áramló gáz vízgőztartalmát meghatározott nyomáson és hőmérsékleten a megkívánt értékre beállíthattuk. A kísérleti berendezés kapcsolási rajza az *1. ábrán* látható.

Kísérleteinket általában 30 att nyomáson végeztük. Ezen a nyomáson a készülék gázellátása a palackokból nehézség nélkül megoldható, és ugyanakkor a szénsav vízgőztartalma már 2 g vízgőz/nm³-nél kisebb értéken mozog, ami a nagyobb nyomások tartományára jellemző. Általában 1,59 g/nm³ vízgőztartalmú gázzal dolgoztunk, ami ezen a nyomáson 31 C°-on telített gáznak felel meg. Ennek megfelelően a kondenzálás elkerülése végett a telítés utáni csőszakaszokat, az adszorpciós oszlopokat 40 C° körüli hőmérsékleten tartottuk.

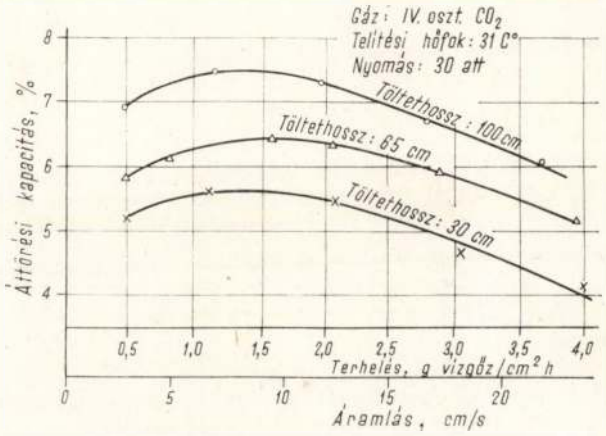
A kísérletekhez az adszorbensoszlopok előkészítését, aktiválását 400 C°-on nitrogénáramban végeztük. Üzemi regeneráláskor ilyen nagy hőmérsékletre természetesen nincs szükség. Ezt a nagy aktiválási hőmérsékletet a mérési biztonság fokozása érdekében választottuk.

A mérési eredmények kiértékelésére az áttörési görbék felvételén alapuló módszert használtuk. A kísérleti paraméterek függvényében meghatároztuk az oszlopok áttörési idejét és a gáz nedvességtartalma, áramlási sebessége, valamint az oszlop töltetének aktív súlya ismeretében ebből az áttörési kapacitást kiszámolhattuk.

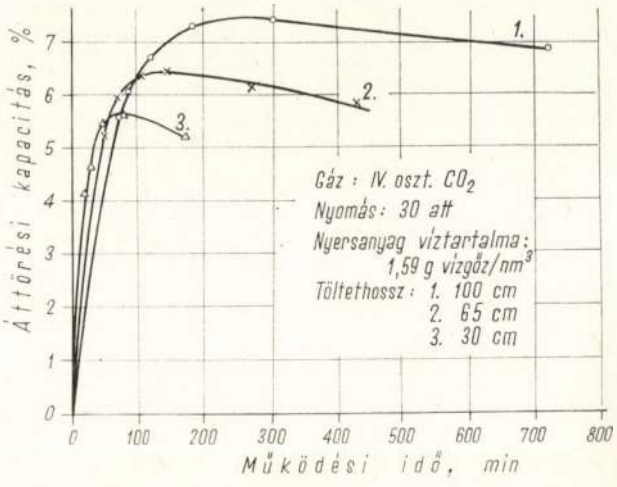
Már a kísérletek kezdeti szakaszában megállapítottuk, hogy az ERSORB—4 molekulaszűrő-oszlopok az átvezetett szénsav vízgőztartalmát a szárítási periódusban nem mérhetően alacsony, 1 vpm-nél (1 vpm = volume per million = 0,0001 tf%) kisebb értékre csökkentik. Áttörési időnek azt az időpontot fogadtuk el, amikor a szárított gáz vízgőztartalma az 1 vpm értéket elérte. Ezt követően a vízgőztartalom emelkedése gyors volt, és 5—10 perc leforgása alatt a 100 vpm értéket is meghaladta.

A *2. ábrán* az áttörési kapacitás alakulása látható az oszlopok terhelése és az áramlási sebesség függvényében különböző hosszúságú ERSORB—4 molekulaszűrő-oszlopokon. Láthatjuk, hogy az adszorbenssel az adott szigorú áttörési körülmények között 7 s%-ot meghaladó áttörési kapacitások érhetők el. A görbéknek az 1—2 g vízgőz/cm²·h terhelési tartományban maximumuk van.

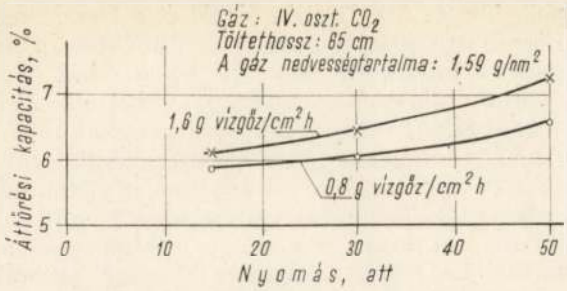
A *3. ábrán* az áttörési kapacitásokat az oszlopok működési idejének függvényében ábrázoltuk. Láthatjuk, hogy a maximumok a mérvadóbb 60—100 cm-es töltethossznál a 100—300 perc áttörésiidő-tartományba esnek. A görbék mutatják, hogy hosszú működési idők esetén az adszorbens szelektivitása nem érvényesül kellőképpen. A gyakorlatban tehát rövid, 3—4 órás működési idejű adszorberek építésére kell törekedni. Az ilyen adszorberek, amellett, hogy jól



2. ábra
Az áttörési kapacitás alakulása szénsav szárításakor ERSORB—4 molekulaszűrő adszorbensen a terhelés (g vízgőz/cm² töltetkeresztmetszet h) és a gáz áramlási sebessége függvényében



3. ábra
Az áttörési kapacitás alakulása a működési idő függvényében különböző hosszúságú oszlopoknál



4. ábra
Az áttörési kapacitás változása a nyomással

automatizálhatók, adott teljesítménynél kis méretűre építhetők, ezért beruházási megtakarításokat biztosítanak.

A *4. ábrán* az áttörési kapacitás a nyomás függvényében látható 65 cm oszlophossznál. A 20—50 att tartományban az áttörési kapacitások a nyomás függvényében csak kismértékben javulnak. Valamely üzem szárítóteljesítménye mégis jelentékenyen függ a nyomástól. Nagyobb nyomáson ugyanis a nyersanyag eleve kevesebb vízgőzt tartalmazhat, így adott gázmennyiséget kisebb teljesítményű üzemben is meg lehet szárítani.

Szárítás a nyomásváltoztató módszerrel

A nyomásváltoztató vagy *pressure swing* ciklus szerinti üzemnél az adszorbens regenerálása nem hevítéssel, hanem a nyomás csökkentése mellett végrehajtott öblítéssel történik. Ez a regenerálási mód általában kevésbé hatékony, mint a hevítéses regenerálás, időszükséglete azonban lényegesen kisebb. A gyorsaság következtében a nyomásváltoztató ciklussal jobb szétválasztási hatás is elérhető, mint a hagyományos módszerrel. Ez a ciklus nemcsak szennyezések eltávolítására használható, hanem gázelegyek szétválasztását is megoldják vele. Ilyen technikával dolgozik pl. a molekulaszitás oxigéndúsító eljárás, amellyel a levegő oxigéntartalmát 60—80%-ra lehet dúsítani [4].

A *pressure swing* technika természetesen elsősorban a nyomás alatt rendelkezésre álló gázok szárítására alkalmazható előnyösen. Magyarországon a Vegyiműveket Tervező Vállalat (VEGYTERV) fejlesztő tevékenysége eredményeképpen a műszerlevegőt egyre több üzemben ezzel a technológiával szárítják.

A technológia kísérleti vizsgálata speciális laboratóriumi berendezést igényel. A rövid ciklusok miatt csak automatizált készülék jöhet szóba. A berendezések általában kétoszloposak, az adszorpciós szétválasztás energiaszükségletét a gáz nyomása szolgáltatja, elektromos energiát csak az automatika, a mágnesszelepek működtetése igényel.

100 att-ig használható kísérleti berendezésünk kapcsolási rajzát az *5. ábrán* mutatjuk be. A berendezés mágnesszelepeit elektromechanikus szabályozóegység vezérelte. A ciklusidőt fogaskerék-áttételek módosításával változtathattuk. A kimenőoldalra beépített M_5 mágnesszelep az átkapcsolások alkalmával jut szerephez. Ennek révén a szárításra bekapcsolódó oszlopot előzetesen termékgázzal lehet az üzemnyomásra feltölteni.

A berendezés működését meghatározó legfontosabb paraméterek: az üzemnyomás, a nyomásviszony (az adszorpció és a deszorpció nyomásának aránya), az oszlopok terhelése, a gáz visszavezetési aránya, és a ciklusidő. Az adszorpciós oszlopok hosszát 1 m körüli értékre választják.

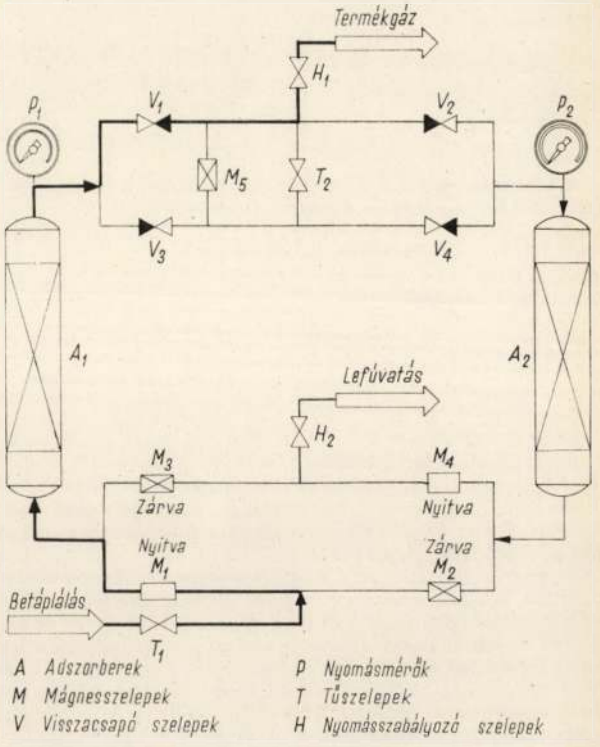
Kísérleteink során a szén-dioxid-szárításban a gáz üzemnyomását 5—50 att között, a gáz-visszavezetési arányt 0—30% között, a ciklusidőt az 1—6 perc tartományban változtattuk. A terhelést 2 nm³/h · cm² értékig növeltük. A regenerálásokat mindig atmoszferikus nyomáson végeztük.

A szénsavszárítást részben saját laboratóriumunkban, részben a répcelaki üzemben lefolytatott kísérletsorozattal tanulmányoztuk. A laboratóriumi kísérleteknél a gázellátást palackból biztosítottuk. A gáz vízgőztartalmát a készülék elé helyezett telítővel általában 0,8—0,9 g/nm³ értékre (−20, −21 C° atmoszferikus harmatpontra) állítottuk be. A termékgáz harmatpontját közvetlen harmatpontméréssel határoztuk meg. Ismeretes, hogy a harmatpontmérés a szénsavnál viszonylag megbízható vízmeghatározási módszer.

ERSORB—4 molekulaszűrő alkalmazása mellett a

A kísérletek tanúsága szerint a vizsgált módon szén-dioxid szárítása eredményesen megoldható. Az optimális paraméterek atmoszferikus regenerálást feltételezve:

üzemnyomás	25—50 att
ciklusidő	4 perc
gázvisszavezetés	10%
oszlophőmérséklet	40 C°
oszlopterhelés	2 nm³/h · cm².



5. ábra
Kísérleti berendezés a nyomásváltoztató szétválasztási technika vizsgálatára

A termékben ezek között a körülmények között −50 C° alatti harmatpontot, azaz 0,04 g/nm³-nél kisebb nedvességtartalmat értünk el.

A répcelaki üzemben a régi tisztítósor termékgázát 50 att nyomáson, az előbbi paraméterekkel lefolytatott kísérlet során a szokásos −40, −43 C° harmatpontról, vagyis 0,1 g/nm³ nedvességtartalomról −55 C° alatti harmatpontra, azaz 0,02 g/nm³ alatti nedvességtartalomra lehetett csökkenteni. Ez kb. 80%-os vízgőz-eltávolításnak felel meg.

A régi tisztítósorba betáplált, szeparált és előmelegített, kb. 1 g/nm³ vízgőztartalmú gáz harmatpontját ugyancsak 50 att üzemnyomáson az előbbi paraméterekkel −50 C°-nál kisebb harmatpontra, azaz 0,035 g/nm³-nél kisebb nedvességtartalom-értékre lehetett leszorítani. Ez már jobb mint 96%-os vízgőzeltávolítás. Gyakorlatilag megegyező eredménnyel tudtuk megoldani laboratóriumban a 16% metánt tartalmazó kardoskúti nyers földgáz szárítását is.

Összefoglalás

A laboratóriumi méretben, de részben üzemi körülmények között kivitelezett mérések tapasztalataiból megállapítható, hogy a szén-dioxid és a hazai, szén-dioxidban dús földgázok szárítása ERSORB—4 molekulaszűrő adszorbens felhasználásával mind a hagyományos hőmérséklet-változtató, mind az újabb nyomásváltoztató üzemmóddal eredményesen megvalósítható. Hőmérséklet-változtató üzemmóddal a molekulaszűrőknél szokásos 300 C° hőmérsékleten végzett regenerálás után rendkívül alacsony, 1 vpm alatti vízgőztartalmú, azaz −80 C°-nál kisebb harmatpontú szénsavgáz nyerhető. A nyomásváltoztató technika mérsékeltebb vízgőz-eltávolítást biztosít, azonban ezzel is −50 C°-nál kisebb harmatpontra szárítható a jelentős szénhidrogén-szennyezést tartalmazó répcelaki vagy kardoskúti nyersgáz.

IRODALOM

[1] *Klopp G.—Görög É.—Siposs G.:* Magyar Kémikusok L. 607 (1966).
[2] *Görög É.—Klopp G.—Sütő J.:* Magyar Kémikusok L., 199 (1968).
[3] *Keidel, F. A.:* Anal. Chem. 2043 (1959).
[4] *Sarnes, R.:* Erdöl und Kohle 721 (1970).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Az OKGT fúrási üzemeinek 1975. évi tevékenysége

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt fúrási üzemei 1975. évi fúrási feladatukat a tervhez képest összes méterszámban, túlteljesítették (*1. táblázat*).

1. táblázat

1975. évi fúrási teljesítmény

Mutatók	NKFÜ	DKFÜ	Iparág
Évi fúrt méterszám	208 134	96 464,5	304 598,5
Teljesítés a terv %-ában	104,1	100,5	102,9

A két üzem fajlagos berendezésteljesítménye is meghaladja a tervszámként kiadott mutatókat (*2. táblázat*).

2. táblázat

Egy berendezésre eső méterszám

Mutatók		NKFÜ	DKFÜ
m/berendezés/év	teljesítés	12 667,9	12 273
	tervmutató	12 500	12 000

Az év első felében mélyített kutatófúrások nagy részét a mély és nagymélységű kategóriában fúrt kutak nagyobb (befejező) mélységszakaszai képviselték. A kutatófúrásoknál fellépő rétegnehézségek, lyukfal-stabilitási problémák, s az ebből adódó mentések folytán az év első felében teljesített méterszám nagyobb részét a feltáró fúrások adták.

Az év második felében a kutatófúrásoknál is megnövekedett a kezdett fúrások száma, s viszonylag több középmély és sekély mélységkategóriájú fúrás mélyítése indult. Minthogy az év első felében teljesített méterszám elegendő tartalékot nyújtott a termelés kielégítése céljából — az olajtermelés érdekében — lemélyített feltárófúrások biztosításához, az év második felében kezdett kutatófúrások indulása lehetőséget adott a kutató-feltáró méterteljesítés év közbeni arányeltolódásának a kiegyenlítésére.

A felmerült nehézségek ellenére a műszaki baleseti statisztika az NKFÜ-nél a bázisidőszakhoz (1974. év) képest lényegesen nem változott. A balesetek közül a mindenkori többséget képviselő megszorulás mellett megszaporodott a fúrócsőtörések és a fúrótörések száma. E három típusú mentés — időigényét tekintve — kiteszi az összes mentési időkiesésnek 78,8%-át. A mentési időhányad a fúróberendezések össztevékenységéhez viszonyítva 10%.

A DKFÜ-nél a súlyosabb műszaki balesetek folytán nem tudták tartani a mentési statisztikában eddig, évek óta felmutatott kiváló eredményt. Egyes baleseti nemeknél a mentési időigény kiteszi a bázisév (1974) időkiesésének a többszörösét (fúrócsőtörés, megszorulás, geofizikai műszermentés). Ennek ellenére azonban a mentési időhányad a fúróberendezések össztevékenységéhez képest csak 9% volt.

A kútvizsgálati munkára jellemző az információigény növekedése. Számszerűen kimutatható, hogy a kútvizsgálat befejezésére kutanként átlagosan eggyel több rétegvizsgálat vált szükségessé. Ilyenformán a kivizsgált kutak számának növekedése mellett a vizsgálatlan kútállomány is növekedett.

Az információigény növekedése az egy rétegvizsgálatra eső idő alakulásában is kifejezésre jut. Az NKFÜ kútvizsgálati tevékenységében a tervezett és teljesített rétegvizsgálati szám (407, ill. 375) alakulásához hasonló csökkenési tendencia mutatkozik, mint amilyen a IV. ötéves tervidőszak teljesítményadataiban is — az 1971. évi 734 rétegvizsgálattól kezdve — folyamatosan megnyilvánul. A rétegvizsgálati idő növekedéséhez — az információigény fokozódása mellett — a termelővállalati megbízásból végzett kútátképzések, valamint mentéssel és hosszadalmas hozamvizsgálattal járó egyes vizsgálatok nagy időigényű munkálata is hozzájárult. A kútvizsgálati össztevékenységre számítva egy rétegvizsgálat időigénye 13 nap, míg a lemélyített (saját állományban levő) fúrások kivizsgálására általában számított rétegvizsgálati időigény 11,9 nap.

A fenti probléma a DKFÜ rétegvizsgálati mutatóiban is kifejeződik. A kútvizsgálati össztevékenységre 9,6 nap, míg a lemélyített (saját állományban levő) kutak kivizsgálására számítva 7,1 nap az átlagos rétegvizsgálati idő. A termelővállalat megrendelésére végzett munka többletidőigénye az előírt rétegvizsgálatok számának túlteljesítését azonban nem hátráltatta (tervezve 194, teljesítve 237 vizsgálat). Az információigény növekedése a kútállomány alakulására azonban érezteti hatását. A befejezett kutak számának a bázishoz viszonyított növekedése (40-ről 42-re)

(Folytatás a 256. oldalon.)

Hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezéseink minősítésének főbb szempontjai

FRIEDRICH LAMBERT—
GELENCSÉR LÁSZLÓ

A cikk a bevezető részben a hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezések minősítésével kapcsolatos feladatokat érzékelteti, majd a kis ciklusú fárasztóvizsgálatok rövid áttekintése után bemutatja a varrathibás nyomástartóedény-modellekkel a Zalai Kőolajipari Vállalatnál lefolytatott kísérleteket. A befejező rész a hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezések korszerű minősítésének főbb szempontjait foglalja össze.

A tűzveszélyes és robbanásveszélyes kőolaj-feldolgozó ipari technológiai folyamat nagyrészt veszélyes terhelésű, hegesztett kivitelű berendezésekben játszódik le.

A berendezések hegesztett kötéseinek korszerű minősítése gazdaságosabb kihasználást és biztonságosabb üzemelést eredményez. Az alkalmazott szerkezetek egy részének nagy szilárdsági igénybevételeket kell sokszor szélsőséges körülmények között elviselnie, ugyanis különböző igénybevétel-kombinációk léphetnek fel, így például: hőfokváltozás, egyenlőtlen feszültségeloszlás, belső nyomásingadozás, akadályozott hőtágulásból eredő terhelések, változó külső terhelések.

A hegesztett szerkezetben — még automatikus hegesztésnél is — vannak külső és belső varrathibák. Az utóbbi évek — sok esetben — katasztrofális töréseinek elemzésekor megállapították, hogy a törés számos esetben a hegesztési varrathibák kedvezőtlen hatásaira vezethető vissza.

A jelenlegi hazai és külföldi szabványok, szabályzatok, átvételi előírások a hegesztési varrathibák és az igénybevétel módja közötti kapcsolattal nem foglalkoznak. Néhány éve tapasztalható csak az az általános törekvés, amely a hegesztési varrathibák elbírálására olyan értékelési rendszert fejleszt ki, ami figyelembe veszi a berendezés igénybevételét. Kísérleteket végeznek próbatesteken, szerkezeti elemeken, a valóságost megközelítő modelleken statikus igénybevétellel, dinamikus igénybevétellel, kis ciklusszámú, és nagy ismétlési számú fárasztó igénybevétellel [1—5].

A kutató-fejlesztő munkák eredményeiből következtetni lehet arra, hogy a legtöbb varrathiba főleg nem a keresztmetszetet csökkentő hatása miatt veszélyes, hanem az éles bemetszés jellegénél fogva a hibahely környezetében több tengelyű egyenlőtlen feszültségeloszlást okoz, így nagy feszültségkoncentrációk jönnek létre, ami végső soron törésre vezethet. A különböző típusú hibák alakjának hatását a rugalmasságtan módszereivel célszerű vizsgálni, a kapott eredményeket azonban a tényleges anyagi tulajdonságok és az állapottényezők — hőmérséklet, feszültségi állapot jellege, igénybevétel időbeli lefolyása — figyelembevételével kell értékelni.

A Zalai Kőolajipari Vállalatnál a hegesztési varrathibák tényleges hatásának tanulmányozására állandó nyomásamplitúdójú, kis ciklusú fárasztókísérleteket folytattunk le. A kísérleteink ismertetése és értékelése előtt röviden áttekintjük a kis ciklusú fáradás jelenségét és a kis ciklusú fárasztóvizsgálatok főbb módszereit.

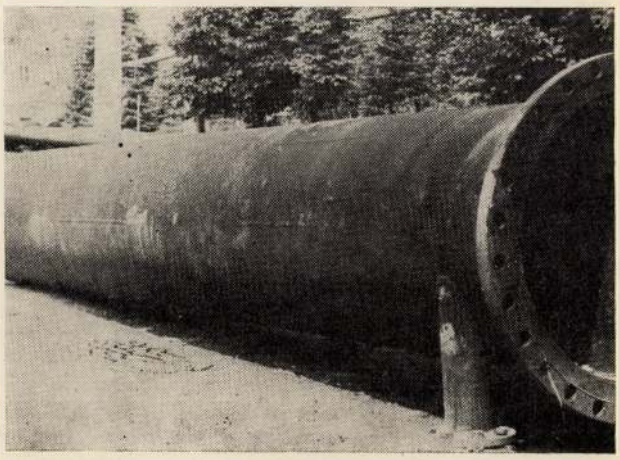
Kis ciklusú fáradás

A jelentős igénybevétel-változás hatására képlékeny alakváltozások jöhetnek létre, emiatt viszonylag kisszámú igénybevétel hatására bekövetkezhet a törés. Ezt a jelenséget kis ciklusú fáradásnak nevezik.

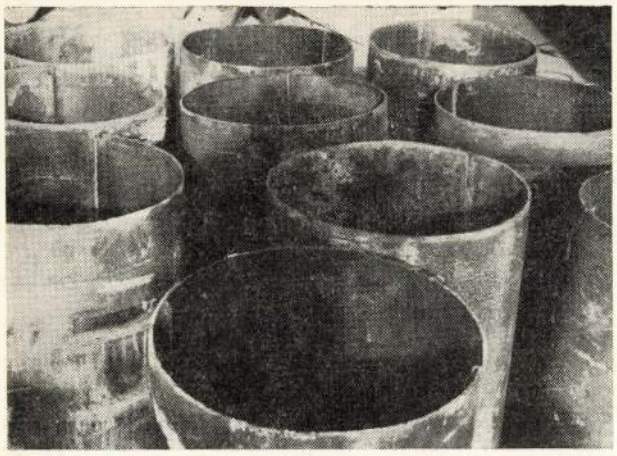
A gyakorlatban a kis ciklusú fáradás vizsgálatára irányuló kísérleteket vagy állandó valódi feszültségamplitúdóval [6], vagy állandó nyúlásamplitúdóval végzik [7], és ezek függvényében határozzák meg a törésig szükséges ismétlődési számot. A kísérletek során megállapították, hogy a próbatest felületén makroszkópos méretű, terjedő repedés jön létre, ha a fáradás során elnyelt fajlagos munka eléri a statikus szakítókísérletből meghatározott fajlagos törési munka értékét. Megállapították, hogy a terjedő repedés megjelenése és a törés közt a repedés terjedéséhez szükséges igénybevételek száma annál nagyobb, minél alacsonyabb szinten történik a fárasztás.

Varrathibás nyomástartóedény-modellek kis ciklusú fárasztása

A hegesztési varrathibák hatásának vizsgálatára az *1. ábrán* látható 5500 mm hosszúságú, 736 mm név-



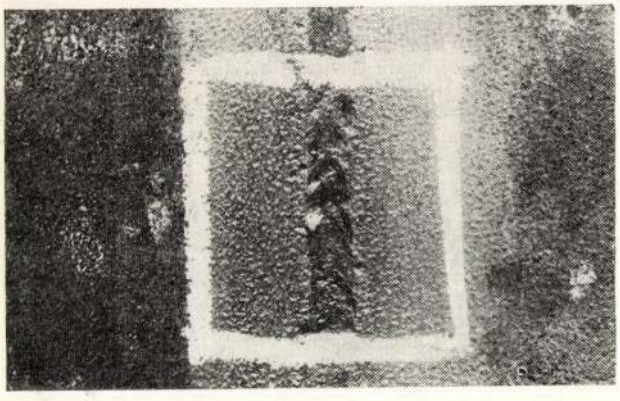
1. ábra
Nyomástartó edény köpenye



2. ábra
Nyomástartóedény-modellek

leges külső átmérőjű, 8 mm falvastagságú, 41 FS anyagminőségű, hegesztett kivitelű, körhenger alakú nyomástartó edény köpenyéből — lángvágás útján — 1100 mm hosszúságú, a *2. ábrán* látható tartálymodelleket készítettünk.

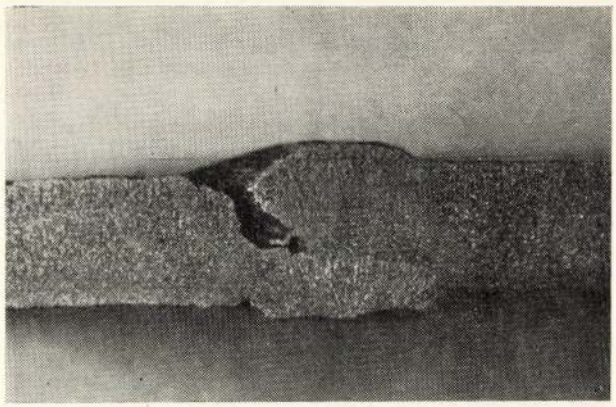
A kísérletek lefolytatására négy modellt készítettünk elő. A hosszvarratok igénybevétele belső nyomás esetén kétszeres a körvarratokéhoz képest, vizsgálataink ezért csak a hosszvarratokra irányultak. Mindegyik köpenyen két hosszvarratot készítettünk el kézi ívhegesztéssel. A hosszvarratok egymástól való távolsága a kerületen mérve 360 mm volt, így a két hosszvarratban létrehozott varrathiba — a feszültségkoncentrációk lokális jellege miatt — gyakorlatilag végtelen távol van egymástól, kölcsönös hatásuk nincs. A köpeny egyik hosszvarratában a hegesztés technológiai paramétereinek változtatásával — túl nagy áramerősség, hegesztési sebességnövelés — felületi hibát (lyukszerű krátert a varratfelülettől a vastagság irányába) hoztunk létre. A felületi hibát a *3. ábrán*, illetve



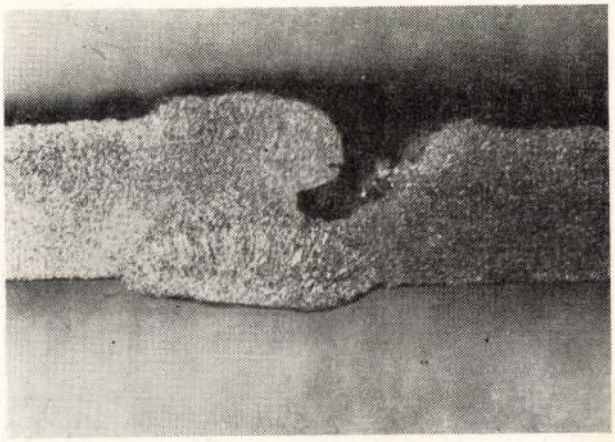
3. ábra
Felületi hiba (lyukszerű kráter)

a *4.* és az *5. ábrán* látható felvételek szemléltetik. A felületi hibás hosszvarratokat ER 1 jelű elektróddal készítettük el.

A köpeny másik hosszvarratában gyökhibás varratot — a homorú varratgyökben és a koronaoldalon a varratszélben repedés jellegű hibát — hoztunk létre. A varrathibás köpenyelemet a *6. ábra* mutatja. A var-



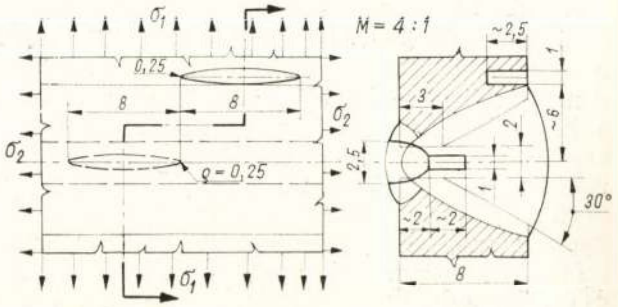
4. ábra
Felületi hiba makrocsiszolata



5. ábra
Felületi hiba makrocsiszolata

ratot EB 2 típusú elektróddal készítettük el. A koronaoldalon létrehozott repedést a *7. ábra* szemlélteti. A varrathibás hosszvarratok elkészítése után a bordázott síkfedeleket körvarrattal rögzítettük a körhengerköpenyhez a *8. ábrán* látható módon.

A *8. ábrán* látható, hogy a vékony falú zárt körhengerköpenyt belső nyomás terheli. A radiális normális feszültségeket elhanyagolva, mivel sokkal kisebbek az érintő- és a tengelyirányú normális feszültségeknél, a körhengerköpeny feszültségi állapota — elegendően

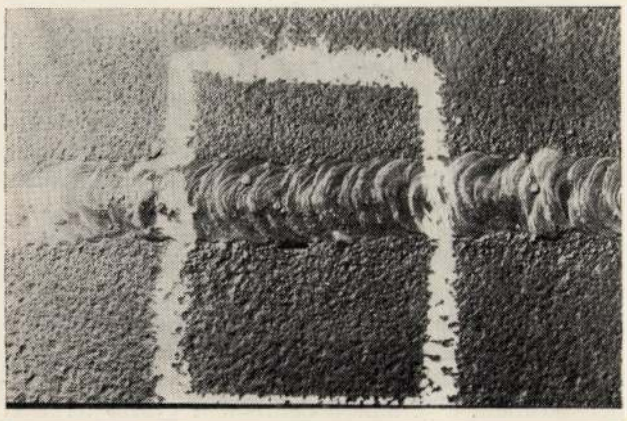


6. ábra
Varrathibás köpenyelem

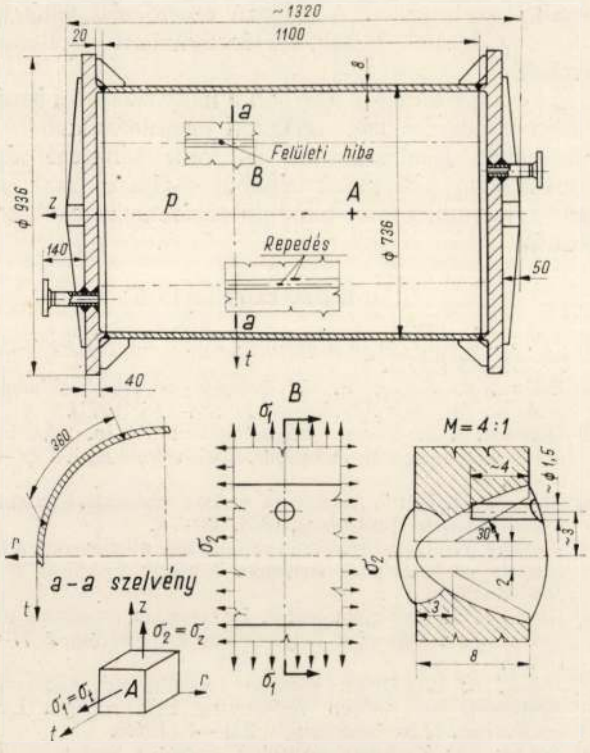
távol a varrathibáktól — kéttengelyűnek és homogénnek tekinthető.

A modelleket csővezeték-kapcsolattal ellátva próbaszivattyú alkalmazásával, vízzel állandó nyomásamplitúdójú, kis ciklusú fárasztó igénybevételnek vetettük alá 15 C°-os állandó hőmérsékleten. A fárasztáskor alkalmazott nullkezdésű húzóigénybevétel lefolyását a *9. ábra* mutatja.

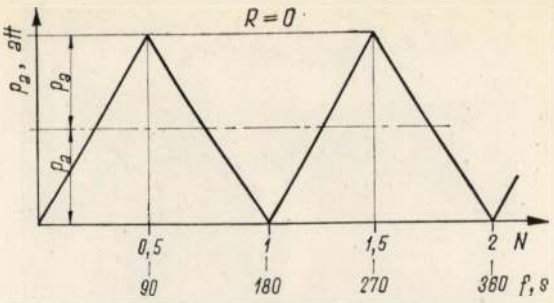
Terhelési esetünkben a varrathiba típusától, méretviszonyaitól, elhelyezkedésétől függően, a hiba környezetében, illetve a hiba kerülete mentén fellépő több tengelyű egyenlőtlen feszültségeloszlás a rugalmassági határon belül — mellőzve a nagy matematikai apparátust igénylő levezetéseket — meghatározható [8, 9]. Repedés jellegű hibánál a repedés élének környezetében a feszültségcsúcs az érintőirányú normális feszültség sokszorosát is elérheti.



7. ábra
Repedésjellegű hiba a koronaoldalon a varratszélben

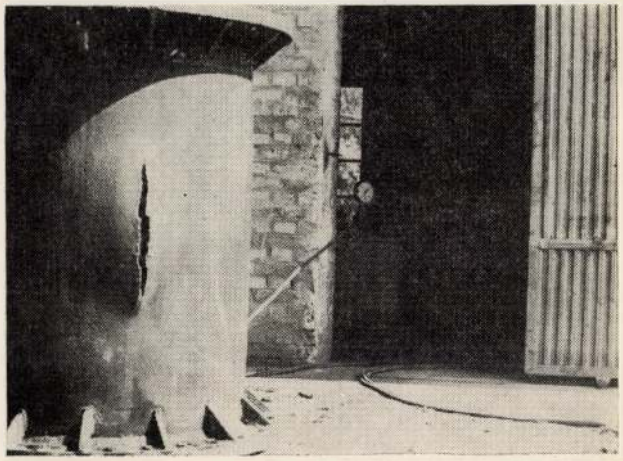


8. ábra
Hegesztési varrathibákkal készült nyomástartóedény-modell



9. ábra
Állandó nyomásamplitúdójú igénybevételek lefolyása

A többszöri azonos szintű, jelentős nyomásamplitúdók hatására a modell alakja képlékenyen is változik, ezért a törés már kis ismétlődési számnál — 100 alatt — bekövetkezhet (kis ciklusú fáradás jelensége). A nagymértékű képlékeny alakváltozás folyamán az anyagban kedvezőtlen változások játszódnak le, a kísérleti modelleknél mind a négy esetben — nagy valószínűséggel — a homorú varratgyökben levő repedés vált terjedővé, ezt követően a hosszvarrat mentén bekövetkezett a törés. A köpeny a törés helyének környezetében a törés előtt kipúposodott, majd a köpenyben tárolt energia a pillanatszerűen bekövetkezett hasadás által létrehozott felületen felszabadult. A töret felülete kvázirideg jellegű, makroszkópos mértékű alakváltozás a törések közvetlen környezetében nem volt. A kísérleti berendezés és a létrejött törés a *10. ábrán* és a *11. ábrán* látható, a varrathibás töretképet pedig a *12. ábra* mutatja.

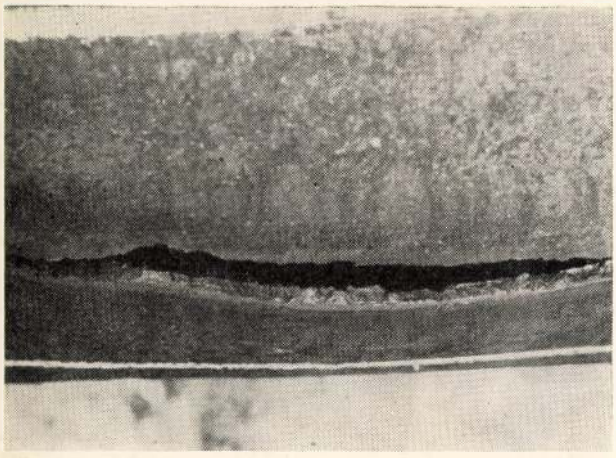


10. ábra
Kísérleti berendezés

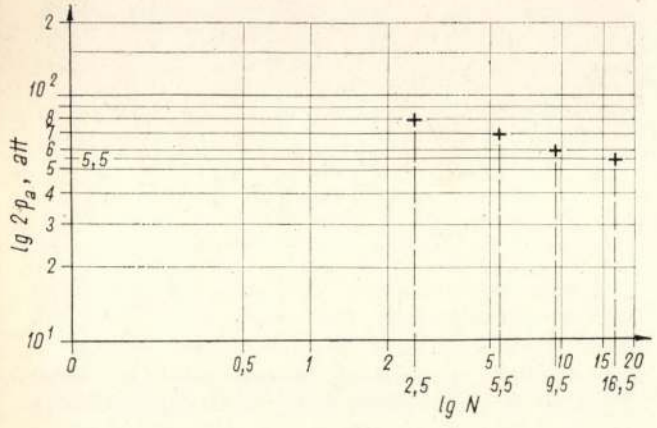
Az alkalmazott nyomásamplitúdók értékei a törést létrehozó igénybevételi számok függvényében a *13. ábrán* láthatók.

A kísérleti nyomástartó edénymodellekkel megegyező átmérőjű, falvastagságú és anyagminőségű nyomástartó edények tűzveszélyes és robbanásveszélyes töltettel 12 att nyomáson, 250 C° hőmérsékleten üzemelnek a Zalai Kőolajipari Vállalatnál.

11. ábra
Egy kísérleti modell törése



12. ábra
Varrathibából kiindult törés



13. ábra
Összefüggés a nyomás és a törést okozó igénybevételek száma között állandó nyomásamplitúdóval végzett kis ciklusú fárasztáskor

Összefoglalás, javaslat

A hegesztett kivitelű kőolaj-feldolgozó ipari berendezések korszerű minősítésének főbb szempontjait — figyelembe véve az általunk lefolytatott modellkísérleteket is — a következőkben lehet összefoglalni:

A hegesztett kötés, illetve a berendezés minősítésekor figyelembe kell venni az üzemi hőmérsékletet, az üzemi nyomást, a roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerekkel kimutatható hibák alakját, méretviszonyait, a hibák térbeli helyzetét, gyakoriságát, eloszlását, a hegesztett szerkezet geometriai méreteit.

Különböző követelmények alapján kell elbírálni ugyanazon berendezés különböző varratait, a különböző szilárdságú acélok varratait; az alapanyagtól eltérő mechanikai tulajdonságú varratokat, a veszélyes töltetű berendezések kötéseit, a különböző hegesztőeljárással készített varratokat.

Átvételi előírásokat célszerű kidolgozni a különböző típusú varrathibák hatását és az üzemi igénybevételt figyelembe véve (a kötés feszültségi állapotának tisztázása). A hibák veszélyességének hatása eltérő statikus, dinamikus és fárasztó igénybevétel esetén, továbbá ridegtörés veszélyének kitett berendezések varrataiban.

A hegesztett kivitelű berendezések varrathibából kiinduló törésveszélyének korrekt fizikai alapokon nyugvó elemzésével a varrathibák *megengedhetőségi szintjét* viszonylag pontosan meg lehet határozni. Megfelelő elemzések, átvételi előírások hiányában — sok esetben — az indokolatlan javítások tetemes költséget okoznak, a javítandó darabok a gyártó területet lekötik, a munka elaprózódik, az átadási-átvételi határidő eltolódik. A jelentéktelen hatású varrathibák javításakor az utólagos hegesztés kedvezőtlenül megváltoztathatja a kötés feszültségi állapotát, és veszélyes repedés keletkezhet. A szigorú ellenőrzési feltételek továbbra is szükségesek, de ésszerűsített követelményekkel.

A kőolaj-feldolgozó iparban a nagy számban ismétlődő berendezéseknél, szerkezeti megoldásoknál — a jelenleginél gazdaságosabb és jobb kihasználtságú konstrukciók kialakítása céljából — hasznosnak látszik a varrathibákból kiinduló töréselemzések kidolgozása.

IRODALOM

[1] *Sys, A.:* Lasfouten in drukvaten. Polytechnisch Tijdschrift *26* 858—65 (1972).

[2] *Pollard, B.—Cover, R. I.:* Fatigue of steel weldments. Welding Research Supplement *11* 544—54 (1972).

[3] *Harrison, J. D.:* Further fatigue tests of $1^1/_2$ in. thick butt welds containing slag inclusions. British Welding J. *2* 85—94 (1968).

[4] *Gillemot L.:*. Brittle fracture of welded materials. Commonwealth Welding Conference, 1965. 353—8.

[5] *Konkoly T.—Ginsztler, J.:* A radiográfia alkalmazása a hegesztett szerkezetépítés területén. Magyar Építőipar *6—7* 364—8 (1971).

[6] *Gillemot L.:* Low-cycle fatigue by constant amplitude true mean stress. Periodica Polytechnica Engineering *2* 77—9 (1966).

[7] *Havas, I.:* Zug-Druck Wechsel versuche mit konstanter Amplitude der wahren Verformung bei niedrigen Lastspielzahlen. Materialprüfung *9* 321—4 (1966).

[8] *Neuber, H.:* Kerbspannungslehre. Springer Verlag, Berlin, 1958.

[9] *Ponomarev, Sz. D.:* Raszcsetü na procsnoszt' v masinosztroenii. Masgiz, Moszkva, 1958.

Külső áramforrású katódos védelem anódtelepítése

A nagy védőáram-szükségletű csővezetékek, tartályok és egyéb föld alatti fémlétesítmények katódos korrózióvédelmét külső áramforrásról oldják meg.

A katódos korrózióvédelmi szakember a védőáram nagyságát számítással, ideiglenes katódállomások telepítésével és nem utolsósorban nagy gyakorlat alapján határozza meg.

Miután a katódállomás helyét, ill. a védőáram-szükségletet minden betáplálási pontban megállapították, következik az anódföldelő (anódágy) telepítési helyének meghatározása.

A létesítés főbb szempontjai:

— az anód élettartama a csővezeték üzemeltetésiidő-függvényében a lehető leghosszabb legyen;
— a beruházási költségek minimálisak legyenek;
— könnyen kivitelezhető legyen;
— megközelíthető legyen;
— a talajellenállás lehetőleg ≦100 ohmm alatt legyen;
— a kisajátítandó földterület minimális legyen;
— ne veszélyeztesse egyéb fémlétesítmények üzemét.

Általában a telepítéshez a legfontosabb szempont, hogy az anódföldelő nedves, a lehető legkisebb talaj-ellenállású talajrétegbe kerüljön, amennyiben lehetséges a talajvíz szintjébe. Fontos továbbá, hogy az anódföldelőket az idegen csővezetékektől és egyéb fémlétesítményektől megfelelő távolságra telepítsük.

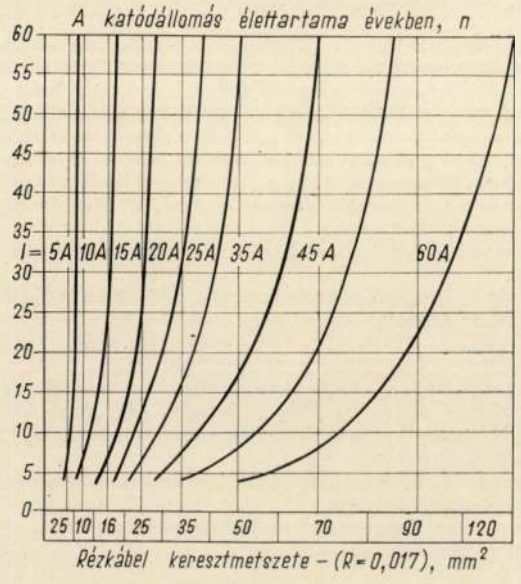
A csatlakozók megválasztása

Nem elhanyagolandó az anódföldelés csatlakozó kábeleinek megválasztása sem, különösen akkor, amikor több száz méteres távolságra telepítik a katódállomástól. A megfelelő kábelkeresztmetszet kiválasztásához segítséget nyújt az *1. ábra;* szükséges minden esetben a megfelelő feszültségesést is számításba venni.

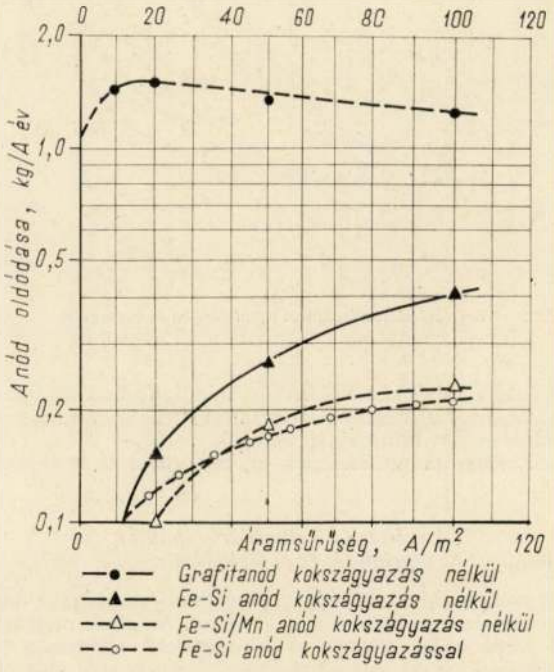
A telepítés formái és anyagai

A gyakorlatban legáltalánosabban párhuzamosan kapcsolt vízszintes vagy függőleges elrendezésű anódokat alkalmaznak. Az anódokat a megfelelő szétterjedési ellenállás elérése miatt ágyazóanyagba, általában kokszba helyezik. Különböző gazdasági számítások, meggondolások alapján a használatos „ócskavason" kívül grafit, vas-szilícium (Fe-Si), különböző vizekben nemesfém anódokat is alkalmaznak.

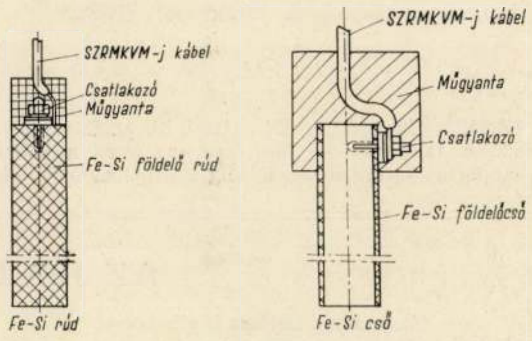
Faraday törvénye alapján az 1 A erősségű áram a vasból 9,1 kg-ot old fel évente, ezért ahol nagy áramsűrűséggel üzemel a katódos védelem, nem gazdaságos az ócskavas anódok alkalmazása, mivel a viszonylag nagy tömeg beépítése esetén is gyakran kell felújítani, bővíteni, javítani.



1. ábra
Kábelkeresztmetszet és terhelhetőség



2. ábra



3. ábra
Fe-Si földelők csatlakozása

Ezért ma már egyre inkább az olyan fémeket alkalmazzák, amelyeknek fogyása, oldódása minimális, általában 0,1—1 kg/A év között van. A magas élettartamú anódok közül a gyakorlatban a legelterjedtebb a Fe-Si földelők alkalmazása. Célszerűen ott lehet legjobban felhasználni előnyösen, ahol a Fe-Si rudakat fúrással lehet a földbe lehelyezni, és a talajba nem lehet kokszágyazatot készíteni, ill. csak nagyon költségesen.

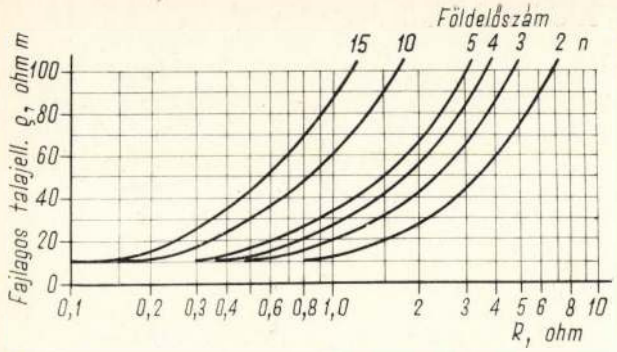
A Fe-Si anódokat nem célszerű kokszágyazatba elhelyezni éppen a minimális oldódásuk miatt, amennyiben a megfelelő szétterjedési ellenállást el lehet érni. A koksz alkalmazásakor gázképződés jön létre, amely az anód működése szempontjából káros, ezért perforált műanyag csöveket kell a talaj felszínéig kivezetni, így megakadályozható az ún. gázpárnák kialakulása.

Az anódföldelők anyaga és súlya mindig a kívánt élettartamot határozza meg, míg méreteik és beágyazásuk a kívánt szétterjedési ellenállást szabja meg.

A leghasználatosabb anódanyagok oldódását a *2. ábrán* tüntettük fel.

A Fe-Si földelő kialakítása

A megfelelő szétterjedési ellenállás elérése szempontjából a földelő alakja meghatározó. A Fe-Si anódok rúd és cső alakúak a gyártási technológiákból adódóan.



4. ábra
Szétterjedési ellenállás és a földelőszám összefüggése

A fúrható talajokba a rúdanódok mindig fúrással süllyesztendők, mivel így a megfelelő szétterjedési ellenállás a talajjal való érintkezés miatt könnyebben elérhető.

A *3. ábra* az anódföldelők egy-egy kialakítását ábrázolja.

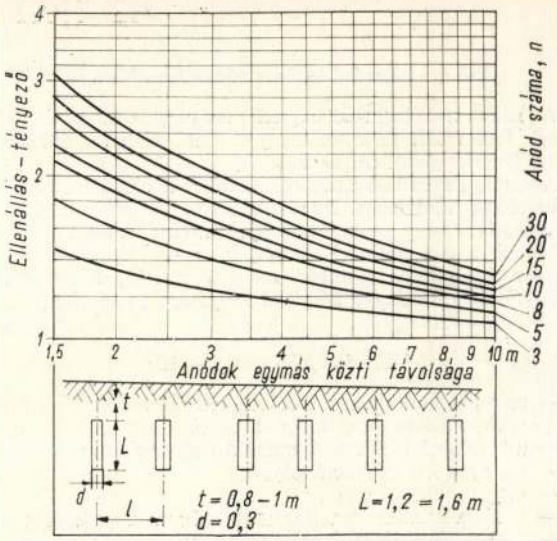
A szétterjedési ellenállás számítása grafit- és Fe-Si földelőkhöz

Az egyes anódok szétterjedési ellenállása (vízszintes és függőleges elrendezésre is) a *4. ábrán* láthatók. Az ábrán meghatározott szétterjedési ellenállások a megfelelő *ellenállás-tényező* figyelembevételével határozhatók meg, ahol is nem elhanyagolandó a földelők egymástól való távolsága, mely közelítőleg $\leqq 10 \times L$, azaz legfeljebb az anódhossz tízszerese.

Ezt a távolságot az összekötő kábelek miatt nem igen lehet kielégíteni, így a gyakorlatban alkalmazott távolság

$$l \leqq 5 \times L.$$

Az ellenállás-tényező (R_F) számítással, ill. grafikusan meghatározható a talajellenállás függvényében; ezzel a számított $R_{össz}$ csoportos elrendezésnél mindig korrigálandó *(5. ábra)*.



5. ábra
Ellenállás-tényező meghatározása

Ezek után az anódok számának (n) ismeretében meghatározható az $R_{össz}$ szétterjedési ellenállás a *4. ábra* szerint.

Összefoglalás

Igen fontos, hogy az anódföldelők telepítésekor nagy gonddal, körültekintéssel járjunk el, mivel egy-egy anódföldelő telepítése több százezer forintba kerül, és ha nem megfelelő a hely, ahová telepítjük, bizony az kidobott pénz.

E rövid ismertetésben egy-egy szempontra hívtuk fel a figyelmet az anódföldelők telepítésével kapcsolatban. A fentiek figyelembevételével az elmúlt évben a Gáz- és Olajszállító Vállalatnál is telepítettünk Fe-Si anódföldelőt igen jó eredménnyel.

Barta Sándor
(GOV, Siófok)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Csehszlovák köszönet és elismerés a dunajovicei gázkitörés megfékezésében nyújtott segítségért

Ez év márciusában a szlovákiai Dunajovice gázmezőn gázkitörés történt, melynek megfékezésében hatékonyan részt vettek az OKGT szakértői és brigádjai. Az ezzel kapcsolatos tevékenység visszhangját illusztrálja az a levél, mely dr. *Simon Pál* nehézipari miniszterhez érkezett.

Tisztelt Miniszter Elvtárs!

Őszintén köszönetet mondok azért a hatékony, internacionalista segítségért, amelyet a csehszlovák—magyar együttműködés és a KGST keretében a NIM hatáskörében működő OKGT nyújtott a bratislavai szlovák Kőolaj- és Gázipari Vállalatnak. A segítségnyújtás során küzdötték le a dunajovicei mezőben keletkezett gázkútkitörést.

Az OKGT vezetősége és dolgozói a gázkitörés elhárításával kapcsolatos hosszan tartó, fáradságos tevékenységük során nagyfokú kezdeményezőkészségről, precíz szaktudásról és önfeláldozásról tettek tanúbizonyságot.

Kérem Önt, tisztelt Miniszter Elvtárs, hogy fogadja mind a magam, mind a munkatársaim őszinte köszönetét a fenti baráti segítségnyújtásért.

Tisztelettel
Erenberger V.
miniszter
a CSSZSZK Energetikai és Fűtőanyag-Minisztériuma

Az AIME Olajmérnökök Társaságának és a KIVI Tengeri Fúrásokkal foglalkozó Szakosztályának 1976. évi tavaszi konferenciája

Amszterdam, 1976. április 8—9.

A konferencia tárgya: Fúrástelepítés (elsősorban tengeri fúrásoké), fúrástechnológiai és termeléstechnológiai kérdések. A 220—240 résztvevő zöme Hollandiából, az Egyesült Államokból, Nagy-Britanniából és az NSZK-ból verbuválódott.

A megnyitó ülés elnöke *Hols, A.* volt; a megnyitót *Hutchinson, C. A.*, az SPE elnöke mondta, majd az SPE európai részlege nevében *Holbrook, D. P. J.*, a KIVI tengeri fúrásokkal foglalkozó szakosztályának nevében *Heyning, G. A.* üdvözölte a konferencia résztvevőit.

A termelés közbeni homokbeáramlás problémakörben négy előadás hangzott el.

A pórusnyomás meghatározásának kérdésével öt előadás foglalkozott, köztük

Alliquander Ö.—Csaba J.: Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési problémái a Kárpát-medencében (SPE 5754). (Megjelent lapunk 1976. 4. számában, p. 116—21.) Talajmechanikai kérdéseket tárgyaló előadás négy volt. Az olaj- és gáztermelést két előadás taglalta. Kőzetmechanikával négy előadás foglalkozott.

A tengeri fúrások alapozásával, előkészítésével kapcsolatos előadások száma hat volt.

Az előadások angol nyelvű különlenyomatai az OGIL könyvtárában megtalálhatók.

Tilesch Leó
okl. bányamérnök
(OGIL, Budapest)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *Л. Ховани*, горный инженер, доктор тех. наук— д-р *Г. Коложвари*, геодезист, канд. тех. наук— д-р *З. Сарка*, инженер: **Определение деформаций резервуаров нефти большого объема** ..... **Стр. 225**

В статье излагаются измерительные и вычислительные методы определения геометрического положения и деформаций резервуаров большого объема. Даются параметры, многосторонне характеризирующие геометрическое положение резервуаров. Для контрольных технических приемок геометрического положения резервуаров определяется оптимальное количество и расположение измерительных пунктов на поверхности стенок резервуара. Намечается направление и перспективы теоретических и практических работ.

М. Фюлёп, математик: **Новые направления вычислительной техники в области глубокого бурения** ..... **Стр. 229**

В свете настоящего бурного технического развития в статье рассматриваются новые методы вичислительной техники, удовлетворяющие новым требованиям технологии бурения; приводится ряд моделей расчета, применяемых в настоящее время в Венгрии, и дается рекомендация на управление конторой бурения с помощью ЭВМ.

З. Гомбош, инж.-нефтяник—*В. Ёри*, физик—*Л. Фолл*, инж.-нефтяник: **Подсчет запасов газа месторождения Санк по оценке промысловых данных** ..... **Стр. 233**

В 1964 году была открыта в отечественных условиях значительная залежь нефти с большой газовой шапкой в Санк. В начале разрабатывались только подошвенные и приконтурные зоны нефтяной залежи. Регулированный отбор газа из газовой шапки был начат в 1968 г. Анализом процесса разработки до 1970 г. было выявлено несоответствие между суммарным отбором газа, предположенными начальными запасами газа и пластовым давлением. Сотрудниками ОГИЛ в 1971 году проводился подсчет запасов газа по методу материального баланса, и рекомендовалась и переоценка. На основании подробного анализа имеющихся промысловых данных в 1973 г. проводился повторный подсчет начальных запасов газа газовой шапки, результат которого позже был принят и оффициально, и подтвердивший увеличение по сравнению с результатом предыдущего подсчета. Достоверность определенных начальных запасов газа контролировалась повторным сопоставлением падения давления в залежи с объемом отборов за прошедший с того времени период.

М. Махач, инж.-электрик—*Л. Погань*, инж.-химик, экономист: **Вопросы развития нефтяной и газовой промышленности в пятой пятилетке** ..... **Стр. 239**

В статье на базе перспективного развития энергетического хозяйства страны, с учетом требований к надежности работы расширяющихся венгерских систем энергоснабжения анализируется его развитие в недалеком будущем. Принимаются в расчет известные в настоящее время определяющие факторы со стороны потребления, источников и возможностей развития. В заключение дается обзор об отдельных конкретных целях развития по вертикали нефтегазовой промышности.

Г. Клопп, инж.-химик—*Т. Манди*, инж.-химик—*Г. Пап*, инж.-химик: **Адсорбционная осушка естественных углекислых газов и богатых ими природных газов в ВНР** ..... **Стр. 245**

Обработка и использование естественных углекислых газов и богатых ими природных газов в ряде случаев требует или потребовало бы осушку этих газов под давлением. Осушка может быть осуществлена применением адсорбента на базе силикагеля или молекулярных сит. В Экспериментальном институте высокого давления были исследованы возможности применения молекулярных сит на базе отечественного клиноптилолита (ERSORB) для осушки углекислоты месторождения Рецелак, а также природного газа с высоким содержанием углекислоты месторождения Кардошкут. Было установлено, что осушка этих газов на обычной адсорбционной установке с термической регенерацией (thermal swing) с применением указанного выше отечественного адсорбента можеть осуществляться при хорошей производительности и обеспечивает точку росы ниже −80 °C. В сырой углекислоте месторождения Рецелак за счет применения т. н. цикла изменения давления (pressure swing) была достигнута точка росы ниже температуры −50 °C.

Л. Фридрих, инж.-механик—*Л. Геленчер*, инж.-механик: **Основные аспекты квалификации оборудования сварной конструкции для нефтеперарабатывающей промышленности** ..... **Стр. 249**

В вводной части статьи рассматриваются задачи, связанные с квалификацией оборудования сварной конструкции для нефтепереребатывающей промышленности, после чего излагаются короткоциклические испытания на усталость, описываются эксперименты, проведенные на моделях напорных ёмкостей с некачественными швами на Залайском нефтеперерабатывающем предприятии. В заключение суммируются основные аспекты современной квалификации оборудования сварной конструкции для нефтепереребатывающей промышленности.

*

Dr.-Ing. *Lehel Hoványi*, Doktor der technischen Wissenschaften — Dr. *Gábor Kolozsvári*, Vermessungsingenieur, Kandidat der technischen Wissenschaften — Dr.-Ing. *Zoltán Szarka:* **Deformationsmessungen an grossen Ölbehältern** ..... **S. 225**

Es werden Methoden geschildert, die zur Messung und Berechnung der geometrischen Lage und der Deformation grosser Ölbelhälter dienen. Die geometrische Lage der Behälter vielseitig charakterisierende Parameter werden angegeben. Für die technische Abnahmekontrolle der geometrischen Lage werden die am Mantel einzumessenden Punkte bestimmt. Sodann erfolgt eine kurze Beschreibung der hinsichtlich der kunftigen Forschungsrichtungen im Gange befindlichen theoretischen und praktischen Arbeiten.

Dipl.-Math. *Miklós Fülöp:* **Neue Prinzipien der Berechnungstechnik des Tiefbohrens** ..... **S. 229**

Der Beitrag untersucht, im Hinblick auf die rasche technische Entwicklung unserer Tage, die neue bohrtechnologische Forderungen befriedigenden berechnungstechnischen Methoden. Einige gegenwärtig in Ungarn angewandte Berechnungsmodelle werden angeführt und die „Computerisierung" einer Bohreinheit wird vorgeschlagen.

Dipl.-Ing. *Zoltán Gombos*—Dipl.-Phys. *Viktor Őri*—Dipl.-Ing. *László Voll:* **Schätzung der Erdgasvorräte durch Bewertung der Produktionsergebnisse im Feld Szank** .... **S. 233**

Im Jahre 1964 wurde eine in ungarischer Relation bedeutende Erdöllagerstätte mit grosser Gaskappe entdeckt. Anfangs wurde nur die in Sohlen- und Randlage befindliche Erdöllagerstätte abgebaut. Die regulierte Entnahme aus der Gaskappe begann 1968. 1970 bewies die Analyse des bisherigen Abbaus einen Widerspruch zwischen der geförderten Gasmenge, den angenommenen Anfangsgasvorräten und dem Lagerstättendruck. 1971. wurden durch OGIL Materialbilanzberechnungen durchgeführt und es wurde eine Umwertung der Erdgasvorräte vorgeschlagen.

Aufgrund einer ausführlichen Untersuchung der sich bis dahin ergebenen Produktionsdaten wurden 1973 die später offiziell angenommenen und die Werte der ersten Schätzung übersteigenden Anfangsvorräte der Gaskappe bestimmt. In der seitdem verflossenen Zeit wurde die Zuverlässigkeit der bestimmten Anfangsvorräte durch wiederholte Vergleiche des aufgetretenen Druckverlustes und der Fördermenge kontrolliert.

Dipl.-Ing. *Miklós Machács*—Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *László Pogány*: **Entwicklungsfragen der Kohlenwasserstoffindustrie in der Periode des V. Fünfjahrplans** ..... S. 239

Der Beitrag analisiert die mittelfristige Entwicklung auf der Grundlage der perspektivischen Entwicklung der ungarischen Energiewirtschaft, im Hinblick auf die Forderungen der Systems- und Versorgungssicherheit. Von der Seite des Gebrauchs, der Quellen und der Entwicklungsmöglichkeiten werden die gegenwärtig bekannten Bestimmungsfaktoren erfasst. Schliesslich wird ein Überblick der konkreten Entwicklungszielsetzungen der Kohlenwasserstoffiindustrie gegeben.

Dipl.-Ing. *Gábor Klopp*—Dipl.-Ing. *Tamás Mándy*—Dipl.-Ing. *Géza Pap:* **Adsorptionstrocknung natürlicher CO_2-Gase und CO_2-reicher Erdgase** ..... S. 245

Die Verarbeitung und Nutzung ungarischer natürlicher CO_2-Gase und CO_2-reicher Erdgase verlangt in mehreren Fällen eine Trocknung dieser Gase unter Druck. Die Trocknung kann mittels Adsorbentien auf Silikagel- oder Molekularsiebbasis durchgeführt werden. Anwendungsmöglichkeiten von Molekularsieben auf einheimischer Klinoptilolit-Basis (ERSORB) zur Trocknung von natürlichen CO_2 aus Répcelak und zur Trocknung von CO_2-reicher Erdgase aus Kardoskut wurden durch das Institut für Hochdruckforschung untersucht. Es wurde festgestellt, dass diese Gase in herkömmlichen, durch Erhitzung regenerierenden (thermal swing) Adsorptionseinrichtungen mittels des einheimischen Adsorbenten mit hoher Produktivität auf einen Taupunkt von unter — 80 °C getrocknet werden können. Den sog. Druckwechselzyklus (pressure swing) anwendend erhielt man beim rohen CO_2 von Répcelak einen Taupunkt bei Temperaturen unter — 50 °C.

Dipl.-Ing. *Lambert Friedrich*—Dipl.-Ing. *László Gelencsér:* **Hauptgesichtspunkte der Qualifizierung geschweisster Einrichtungen der Erdölverarbeitungsindustrie** ..... S. 249

Aufgaben der Qualitätsbeurteilung geschweisster Einrichtungen der Erdölverarbeitungsindustrie werden behandelt Nach einem kurzen Überlick von Ermüdungsproben werden die Versuche gezeigt, die bei Zalai Kőoalipari Vállalat an Druckgefässmodellen mit Nahtfehlern durchgeführt wurden. Schliesslich werden die Hauptgesichtspunkte der modernen Qualitätsbeurteilung geschweisster Einrichtungen der Erdölverarbeitungsindustrie zusammengafasst.

*

Dr. *Lehel Hoványi*, Mining Eng., Doctor of Technical Sciences — Dr. *Gábor Kolozsvári*, Land Surveyor, Candidate of Technical Scienses — Dr. *Zoltán Szarka*, Eng.: **Measuring of deforamtions of large-size oil tanks** ..... p. 225

This paper deals with of measuring and calculating both the geometric situation and deformations of large-size oil tanks. Parameters providing a many-sided characterization of the tanks' geometric situation are given. For technical acceptance test of the geometric siting of the tanks the optimal number and location of the points to be spotted on the tank mantle are defined. An outiline of the theoretical and practical activities carried out in view of future research trends is provided.

Miklós Fülöp, Mathematician: **New trends of computation technique for deep drilling** ..... p. 229

Considered from the view-point of today's rapid technical advance, methods of computation technique meeting the new technological requirements of drilling are examined. Several computation models currently used in Hungary are enumerated. The „computerizing" of a drilling unit is suggested.

Zoltán Gombos, Petroleum Eng.—*Viktor Őri*, Physicist—*László Voll*, Petroleum Eng.: **Assessment of natural gas reserves by evaluating production results in Szank Field** . p. 233

In 1964 a nationally important big gas-cap reservoir has been discovered at Szank, Hungary. Initially, only the exploitation of the oil reservoir to be found in a bottom-hole and edge situation was carried out. A regulated production from the gas-cap was started in 1968. In 1970 the analysis of the exploitation carried out up to this time showed a discrepancy between the amount of gas produced, presumed gas reserves and formation pressure. Material balance calculations were performed by OGIL in 1971 and a reassessment of the gas reserves was suggested.

On the basis of a detailed examination of production data obtained so far, the initial gas reserves in the gas-cap later officially accepted which surpassed the reserves of the first estimations, were determined in 1973. In the time since then, the reliability of the initially assessed gas reserves was controlled by repeatedly comparing pressure losses and the amounts produced.

Miklós Machács, Electrical Eng. — *László Pogány*, Chemical Eng., Economist: **Development questions of the Hungarian hydrocarbon industry in the V.th Five Year Plan period** ..... p. 239

Based upon long-range development of domestic energy economy, the medium-range development is analyzed considering requirements of system and supply reliability. Determining factors known at present are taken into account from the side of consumption, sources and development targets within the vertically integrated hydrocarbon industry.

Gábor Klopp, Chemical Eng.—*Tamás Mándy*, Chemical Eng.—*Géza Pap*, Chemical Eng.: **Adsorption drying of natural CO_2 and natural gases rich in CO_2 in Hungary** ....p. 245

Processing and utilization of Hungary's natural CO_2 and natural gases rich in CO_2 or would require drying under pressure of these gases. The drying problem can be solved by using an adsorbent on silica gel or molecular sieve basis. Application possibilities of domestic adsorbent on clinoptilolite (ERSORB) basis have been investigated at High Pressure Research Institute for drying Répcelak CO_2 and Kardoskút natural gas of high CO_2 content. It has been found that these gases can be dried in a convetional (Thermal Swing) adsorption equipment at high productivity to a dew-point below —80 degree centigrade with the domestic adsorbent. Using the so-called Pressure Swing cycle, the dew-point was reached at temperatures lower than — 50 degree centigrade in Répcelak raw CO_2.

Lambert Friedrich, Mechanical Eng.—*László Gelencsér*, Mechanical Eng.: **Main aspects of qualifying welded equipments for pertoleum processing industry** .....p. 249

Tasks connected with the qualification of welded equipments for the petroleum processing industry are outlined. After a brief survey of short-cycle fatigue-tests, experiments carried out on pressure vessel models with seam defects at Zalai Kőolajipari Vállalat are shown. Principal aspects of up-to-date qualification of welded equipments for the petroleum processing industry are summarized.

(Folytatás a 248. oldalról.)

mellett a vizsgálatlan kutak száma is növekedett (6, ill. 10), amihez hozzájárult az a körülmény, hogy a kutak vizsgálatához szükséges átlagos rétegvizsgálati szám eggyel növekedett.

A kútjavítási tevékenység tekintetében nagy gazdasági jelentősége van annak a szervezési intézkedésnek, amely a kútjavító szervezetet a termelővállalatoktól a fúrási üzemek felügyelete alá rendelte. Az év első felében üzemelő berendezéspark állományának átszervezése és a személyzet kiegészítése nyomán a II. félévben áttértek a folyamatos (három műszakos) munkarendre, miáltal üzemeink elérték a működő berendezéspark jobb kihasználását, ill. a kútjavítóberendezés-állomány csökkenését.

Hoznek István
okl. bányamérnök
(OKGT, Budapest)

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

A Moszkvai Gubkin Bányászati Egyetem képviselőinek előadásai

Budapest 1976. május 6.

1976. május 6-án az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Budapesti Csoportja a Technika Házában szakmai napot rendezett.

A Moszkvai *Gubkin* Egyetem hazánkban tartózkodó professzor-dékánja, dr. *A. I. Gricenko* és kandidátus-docense *K. Sz. Besznyev* tartottak igen érdekes előadásokat: *Kén-hidrogén-tartalmú gáztelepek művelésének kérdései* és *A gázelőkészítés új technikai szempontjai* címmel.

Az egymáshoz lényegében szorosan kapcsolódó előadások kiemelkedően a számunkra igen érdekes és jelentős orenburgi területtel foglalkoztak. A nagy érdeklődésre való tekintettel az előadóktól ígéretet kaptunk arra, hogy előadásaikat cikk formájában is megküldik.

A szakmai napot *Csákó Dénes*, a Budapesti Csoport titkára és dr. *Pápay József*, a csoport külügyi referense vezette le. Az OKGT, az OGIL, az OLAJTERV, az NKFV, a DKFV és az NME szakembereiből 28 fő vett részt az előadóülésen.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

MÚZEUMI HÍREK

Felhívás dokumentumanyag átmeneti átengedésére

Felhívással fordulunk valamennyi tagtársunkhoz és segítségüket, támogatásukat kérjük a következőkhöz.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya, valamint a jugoszláv DIT—NAFTAPLIN közötti 10 éves együttműködés történetének mind részletesebb feltárására és rekonstruálására munkaközösség alakult. A minél teljesebb anyag összegyűjthetése érdekében kérjük, hogy a birtokukban levő írásos, tárgyi vagy fényképdokumentumaikat bocsássák ideiglenesen a munkaközösség rendelkezésére.

Az anyagokat kérjük dr. *Bencze Géza* címére (Magyar Olajipari Múzeum, 8901 Zalaegerszeg, Pf. 68.) megküldeni vagy ezzel kapcsolatban őt értesíteni.

Minden érdekelt tagtársunk fáradozását és segítőkészségét előre is köszönjük!

Jó szerencsét!

KÖZLEMÉNY

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem felvételt hirdet a Kohómérnöki Karon

a környezetvédelmi szakmérnöki szakra

A továbbképzésre a bányászat, a kohászat és a tüzeléstechnika területén dolgozó, egyetemi oklevéllel és legalább 2 éves szakmai gyakorlattal rendelkező szakemberek jelentkezhetnek.

A képzés megfelelő számú jelentkezés esetén 1977 februárjában indul.

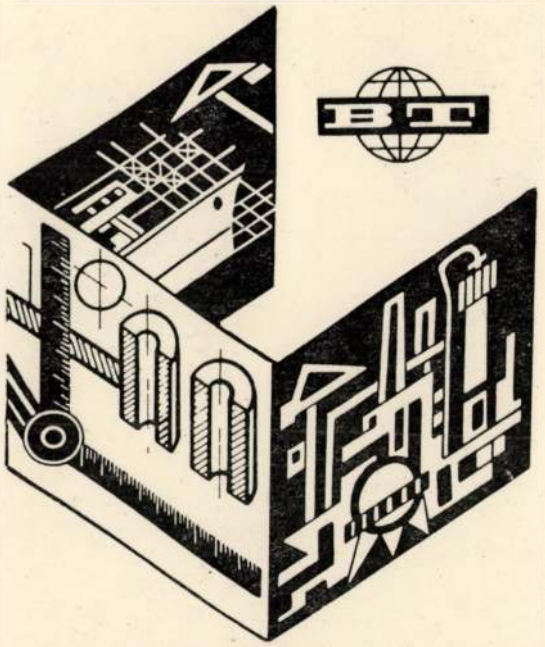
Az oktatás négy féléves, levelező formában.

Felvételi vizsga nincs, a hallgatók államvizsga letétele után szakmérnöki oklevelet nyernek.

A felvételt a Tü. 821. sz. űrlapon kell kérni az ott feltüntetett javaslatokkal ellátva. Önéletrajzot, oklevelet (vagy hiteles másolatát) mellékelni kell; a felvételi kérelmet a munkáltatónál kell benyújtani, amelynek azt véleményezés után az egyetemre *1976. szeptember 15-ig* kell megküldenie.

VNYESTECHNIKA

SZOVJETUNIÓ MOSZKVA



A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködéssel kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;
— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;
— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

Vnyestechnika
Össz-szövetségi egyesülés
Moszkva, Starokoniushenny, 6.
Telex: garant 7918

ÁFOR BENZIN OLAJ

MULTISZUPER

MISE

motorolajok ezt kérje a következő olajcseréhez

ÁFOR VEVŐSZOLGÁLAT
SZAKTANÁCSADÁS
Budapest VIII., József krt. 51.
Telefon: 143-482
Budapest IX., Közraktár u. 30.
Telefon: 337-359

ÁFOR BENZIN-OLAJ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 257—288 oldal BUDAPEST, 1976. SZEPTEMBER HÓ 9

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-934.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

MARKÓ LÁSZLÓ—GELLÉRT TAMÁS — A túlnyomásos szénhidrogén-tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel 257

DORMÁN JÓZSEF—SZABÓ MÁTYÁS — Kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazásának tapasztalatai 263

TAKÁCS GÁBOR — A földgázeltérési tényező számítási módszereinek elemzése ... 269

PRÓDER JÓZSEF—PÉCHY LÁSZLÓ—DEÁK GYULA — Gázolajok dermedéspont-csökkentő adalék anyagainak hatásvizsgálata ... 273

IHAROS MIKLÓS—CSATH BÉLA — Állami szénhidrogén-kutatások Karcag térségében 1927—1930 között ... 276

Szakosztályi hírek

Szakosztály-vezetőségi ülés. Visegrád, 1976. VII. 13. ... 268

Ünnepi ülés az alföldi szénhidrogén-kutatás és -feltárás 30 éves évfordulója alkalmából. Szolnok, 1976. IV. 2. ... 275

Hírek az üzemekből

Román betétcsőakasztó alkalmazása az Alföldön ... 272

Több gázt kap a Dunai Hőerőmű Vállalat ... 283

Sikló-csapágyazású, keményfém fogazatú fúrók használatának tapasztalatai az NKFÜ-nél 1975-ben ... 286

Kísérleti turbinás hozammérések ... 286

Az iparág köréből

A Nagynyomású Kísérleti Intézet negyedszázados jubileuma ... 284

Bányászati és Kohászati Napok Freibergben, 1976. VI. 2—4. Dr. *Alliquander Ödön* — a Freibergi Bányászati Akadémia díszdoktora. *Gilicz Béla* — Dr.-Ing. ... 285

Könyvismertetés ... 284

Hazai műszaki lapszemle ... 287

Pályázati felhívás. Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért — 1976 ... B-3

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ... 288

A SZÁM SZERZŐI:

CSATH BÉLA okl. bányamérnök, termelési előadómérnök (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); DEÁK GYULA dr., okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, egyetemi adjunktus (Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszék, Veszprém); DORMÁN JÓZSEF dr., okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); GELLÉRT TAMÁS okl. geofizikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); IHAROS MIKLÓS ny. bányatiszt (Budapest); MARKÓ LÁSZLÓ okl. geofizikusmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PÉCHY LÁSZLÓ dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, tv. egyetemi tanár, tud. rektorhelyettes (Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszék, Veszprém); PRÓDER JÓZSEF okl. vegyészmérnök, egyetemi tanársegéd (Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, Veszprém); SZABÓ MÁTYÁS okl. olajmérnök, főosztályvezető (Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); TAKÁCS GÁBOR dr. okl. olajmérnök, egyetemi tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA

A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.

Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató

75-3051 — Szegedi Nyomda

Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft

Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; KÓS ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGEDI KÁROLY; SZIJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 9. szám 1976. szeptember

A túlnyomásos szénhidrogén-tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel

MARKÓ LÁSZLÓ—
GELLÉRT TAMÁS

E tanulmány rövid áttekintést ad arról a kétéves munkáról, mely a túlnyomásos tárolók mélyfúrási geofizikai szelvényekkel való kimutathatóságát vizsgálta. A mintegy 50 kúton végzett ilyen vizsgálat csak a legjellemzőbb területekről ad számot, egyaránt bemutatva a lehetőségeket és a nehézségeket is. Amíg a vizsgált eseteknek kb. 60%-ában a szelvények alapján a túlnyomás tényét ki lehetett mutatni, addig az úgynevezett normál trendtől való eltérés mértéke és a túlnyomás nagysága között egyértelmű mennyiségi kapcsolatot nem lehetett teremteni.

A korszerű kiegyensúlyozott fúrási módszerek bevezetése szükségessé tette annak vizsgálatát, hogy geofizikai módszerekkel milyen módon lehet a túlnyomásos rétegek kimutatását lehetővé tenni. A külföldi szakirodalom sokat foglalkozik ezzel a témával, és nagy szerepet tulajdonít a mélyfúrási geofizikai szelvényeknek is. A szelvényeket általában a tárolórétegek átfúrása után bizonyos előre betervezett szakaszokban szokták felvenni, így előrejelzésre önmagukban nem használhatók. Ha meggondoljuk, hogy a fúrólyukszelvényeken a kőzeteknek sokféle tulajdonságuk tükröződik, a témával való foglalkozás feltétlenül hasznosnak látszik részben a furadékokon mérendő paraméterek, de még inkább a fúrás közben felvett szelvények optimális módszerének kiválasztása szempontjából.

A túlnyomást létrehozó okokat, valamint a túlnyomásos rétegek kimutatásának fizikai alapjait és módszereit, így a szelvényeken alapuló módszereket is, a külföldi és hazai szakirodalom meglehetős részletességgel tárgyalja, ezért a hangsúlyt nem az elvi alapok és módszerek általános ismertetésére, hanem inkább a hazai tapasztalatok bemutatására helyezzük. Ennek ellenére mintegy bevezetésképpen röviden ismertetjük a geofizikai módszerek, főként az általunk alkalmazott módszer lényegét.

Alapfogalmak

A túlnyomást előre jelző módszerek általában feltételezik, hogy a túlnyomás létrejöttének alapvető oka az üledékképződéssel összefüggő fedőnyomással és kőzettömörödéssel kapcsolatos. (Tudjuk, hogy a túlnyomás létrejöttének más okai is lehetnek.)

Az üledékképződés közben egyre mélyebbre kerülő üledékes kőzetek a fedőnyomás hatására tömörödnek, ami a fizikai jellemzők megváltozásával jár. Minél finomabb szemű egy üledékes kőzet, annál nagyobb változást szenved. Így például az agyag, amely leülepedéskor 60—70% vizet tartalmaz, 1000 m mélységbe jutva víztartalmának legalább felét elveszti. Ezáltal térfogatsúlya megnő, és minden olyan fizikai paraméter (fajlagos ellenállás, akusztikus terjedési idő stb.), amely ezzel összefügg, fokozatos változáson megy keresztül.

A túlnyomás-előrejelzési módszerek a márgatulajdonságok változásának vizsgálatán alapszanak. A tárolókőzetek legáltalánosabb hidraulikusan záró fedőkőzetei a márgák, amelyekben az észlelt változások alapján a túlnyomásos réteg biztonságos átfúrására annak megütése előtt felkészülhetünk.

A márgajellemzők geofizikai szelvényeken (sűrűség-, fajlagosellenállás-, akusztikus terjedésiidő-szelvény stb.) a mélység függvényében megmérhetők, tehát a geofizikai szelvények, amelyek a paraméter mélység szerinti változásáról folyamatos képet adnak, különösen alkalmasak a változás trendjének kimutatására. Ez a trend, miként említettük, a kompakció hatására jön létre. A hidrosztatikus nyomású rétegekben az említett paraméter mélység szerinti változása általában monoton függvénnyel írható le, melynek trendjét *normális trendnek* hívják.

A normális trendtől eltérő márgajellemző értékek abnormális nyomásra utalnak. Ha ugyanis az üledékképződés üteme gyorsabb, mint ahogy a folyadék a tömörödő kőzetből el tud távozni, vagy a tároló horizontálisan is vetőkkel, vagy egyéb módon van lehatárolva, a fedőnyomás egy részét a pórusfolyadék veszi át: ezáltal a kőzet túlnyomásos lesz, porozitása nem csökken arra az értékre, amely a normális trendből adódna. Tehát a túlnyomásos mélységtartományban

a zárórétegek porozitása nagyobb, térfogatsúlya és fajlagos ellenállása kisebb, az akusztikus terjedési ideje pedig nagyobb, mint ami az adott helyen a kompakció normális folyamatából adódna. Tulajdonképpen a normális trend felépítése és az attól való eltérés elemzése jelenti a túlnyomásos rétegek előrejelzésének problémáját.

A legáltalánosabban ilyen célra felhasznált geofizikai paraméter a fajlagos ellenállás, mivel ennek szelvényei állnak rendelkezésre leggyakrabban a felszíntől a talpig. Ez a helyzet hazai viszonylatban is, ahol különösen a rövidnormál-szelvényt a felszíntől a talpig általánosan megmérik. Ahol természetesen korszerűbb ellenállásszelvények is rendelkezésre állnak (így a laterolog), elsősorban azokat kell használni, mivel lyukhatásra kevésbé érzékenyek.

A levezetés mellőzésével közüljük azt az általános összefüggést, amely a márga fajlagos ellenállása és a kőzet sűrűsége között fennáll a normáltrendet követő hidrosztatikus nyomású rétegekben:

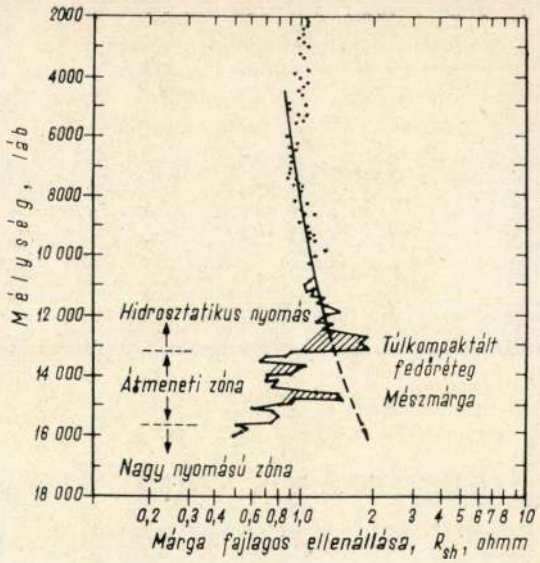
$$\log R_{sh}(z) = \log R_w(z) + C \cdot m(\varrho_b - \varrho_w)z - A, \quad (1)$$

ahol R_{sh} a márga fajlagos ellenállása egy adott mélységben;
R_w a rétegvíz fajlagos ellenállása;
ϱ_b a fedőkőzetek átlagos sűrűsége, amely rendszerint 2,3 g/cm³;
ϱ_w a rétegvíz sűrűsége, kb. 1,0 g/cm³;
z a mélység, m;
m egy a litológiától függő tényező; értéke rendszerint 1,0—1,8 között van, és a $CaCO_3$-tartalommal növekszik;
C és A állandók.

Láthatjuk, hogy a márga ellenállása a mélységgel nő. Minthogy a rétegvíz ellenállása a mélységgel neogén medencéinkben általában csökken, szerepe eléggé kritikus lehet a trend kialakulásában. A litológiai változások, amelyek az *Archie*-modellben az m tényező változásában tükröződnek, szintén jelentősen befolyásolhatják a fajlagos ellenállás mért értékeit. Az összefüggésből az is látszik, hogy a kőzetsűrűség lokális csökkenése a túlnyomásos zónában csökkenti a fajlagos ellenállást, azonban a másodlagos tényezők, mint a rétegvíz-ellenállás és a litológiai változás, gyakran háttérbe szorítják a túlnyomás okozta anomáliákat.

Nyilvánvaló, hogy a sűrűségszelvény, mivel a kőzetek sűrűségéről ad folyamatos mélység szerinti képet, elsődleges szerepet kaphatna az ilyen munkánál. Hasonlóképpen az akusztikus terjedési idő is, mivel nagyon szoros lineáris összefüggésben van a sűrűséggel, illetőleg a porozitással. Sajnos a sűrűségszelvényt szinte teljesen nélkülöznünk kellett néhány esetet kivéve, mivel ismeretes, hogy megfelelő eszköz hiányában sűrűségmérést általánosan nem alkalmazunk. Így a fajlagos ellenállás mellett, ahol ez rendelkezésre állt, mindenhol építeni kellett az akusztikus szelvényre is. Az akusztikus szelvényt és a laterologszelvényt a hosszabb márgaszakaszokon azonban — a szelvényezési idő csökkentése végett — nem mindenhol mérik meg. Ez az ilyen jellegű munkák szempontjából nagy hátrányt jelent.

A módszer egyszerű megértése céljából bemutatunk egy irodalmi példát *(1. ábra)*. Itt a mélység függvényében ábrázolt pontok a fajlagosellenállás-szelvényről a márgarétegekben átlagolással kapott értékek. Az átlagolási szakasz általában néhány méter. Minthogy a példa nagyon tipikus, vizsgáljuk meg annak néhány jellemző vonását.



1. ábra

— Látjuk, hogy a márgák kompakció okozta fajlagosellenállás-növekedésének trendje csak egy bizonyos mélység (kb. 6000 láb) alatt alakul ki. E mélység fölött a kompakció még nem olyan mértékű, hogy a márga agyagásvány-összetételéből és a rétegvíz sótartalmának lokális változásaiból eredő másodlagos hatásokhoz képest domináló legyen. Ez a mélység területenként természetesen változik Mi azt tapasztaltuk, hogy hazai területeinken általában 1500—1700 m alatt, de néha még annál mélyebben kezd csak kialakulni a kompakció okozta trend.

— A kompakció okozta fajlagosellenállás-változás néha egészen kicsiny, ezért a fajlagos ellenállás igen érzékeny mérésére van szükség. Erre az indukciós szelvény lenne a legalkalmasabb, de ezzel mi nem rendelkezünk. Nálunk még az is problémát jelentett, hogy az általánosan megmért rövid normált vagy a gyakran rendelkezésre álló laterologszelvényeket nem mérik meg az ilyen módszerek követelményeit kielégítő érzékenységgel, mivel e mérések célja elsősorban a geológiai korreláció vagy a permeábilis rétegek értelmezése.
A 6000 láb alatti szakaszon a pontok az alkalmazott féllogaritmikus koordináta-rendszerben csaknem egyenes mentén helyezkednek el. Ez a hidrosztatikus rétegekre jellemző normál trendvonal.

— A jelen példában 13 200 láb alatt valamennyi pont a normál trend alatt helyezkedik el. Az értékek a 15 800 láb mélységben elhelyezkedő nagynyomású zónában a legkisebbek. A 13 2000 és 15 800 láb közötti szakasz az úgynevezett átmeneti zóna, amelyben a márga fajlagos ellenállása az eltávozni nem tudó víz hatására a trendből adódónál kisebb értékekkel jelentkezik. Hasonló változást látnánk

a sűrűség- és Δt-szelvényeken is. Ezen átmeneti zóna észlelése, illetve kimutatása jelenti a túlnyomás kimutatásának problémáját.

Hasonló képet mutatnak a furadékon mért márgaparaméterek is. De meg kell jegyezni, hogy a fúróiszappal érintkező furadék, illetve a kút környéki zónában levő márgák hidratációja gyakran megnehezíti az átmeneti zóna észlelését. Ez vonatkozik az olyan szelvényekre is, amelyek vizsgálati mélysége nem elég nagy, így a sűrűségszelvényre és Δt-szelvényre is. Ilyen szempontból a mélyebb behatolású fajlagosellenállás-szelvények kedvezőbbek.

— Az ábrán az átmeneti zóna fölött megfigyelhető egy, a trend fölé eső értékekkel jellemzett túlkompaktált márgaszakasz jelenléte is. Ezt rendszerint erős mészfeldúsulás jellemzi, és így erős impermeábilis zátonyt képvisel, amely segít a túlnyomás megtartásában. Ennek a vastagsága néha csak néhány méter, máskor néhány 10 vagy 100 métert is elérhet. *H. L. Overton* és társai ezen túlkompaktált zóna jelenlétét a túlnyomásos zónák fölött szinte általánosnak tartják. Létrejöttét a következőképpen magyarázzák: az agyagmátrix kis változásai lokális nyomáscsökkenést okoznak a felfelé szivárgó gáztartalmú vizekben. A nyomáscsökkenés a gáz kiválását eredményezi az oldatból. Az expandáló gáz hőmérséklet-csökkenést okoz. A nyomás és a hőmérséklet együttes csökkenése erősen mérsékeli a sók, így a $CaCO_3$ oldhatóságát a szivárgó vízben. Az agyaglamellákon kiváló szilárd mész egyre jobban csökkenti a kőzet permeabilitását, s ez fokozza e szakasz nyomásállóságát. A szerzők szerint az ilyen zónákban a márgafuradékok összepréseltebbek, szilánkosabb törésűek, általában túlkompaktáltságra utaló jegyeket viselnek. E túlkompaktált zóna gyakran az átmeneti zóna rovására alakul ki, és megnehezíti az előrejelzést.

Munkánk során a területek túlnyomó többségében mi is észleltünk a túlnyomásos tároló fölötti márgazónában mészfeldúsulást. E mészmárga jelenlétét — annak ellenére, hogy majdnem általánosan észleltük — nem akarjuk feltétlenül az *Overton* által magyarázott oknak tulajdonítani, mivel geológusaink többsége ezt elsősorban szedimentációs eredetűnek tartja. Bármi is legyen ezen mészmárga és a túlnyomás közötti okozati kapcsolat, egy biztos, hogy szerepet játszik a a túlnyomás megtartásában, de nem kizárt dolog, hogy a létrejöttében is.

A meszesedés hatására az átmeneti zónában levő márga ellenállása megnövekedett, Δt-je lecsökkent, így a túlnyomásra utaló jeleknek éppen az ellenkezője következett be, a túlnyomás közvetlen detektálása lehetetlen volt. A meszesedés hatásának kompenzálására egy kvantitatív módszert alkalmaztunk. Ennek lényege abban állt, hogy a fajlagosellenállás-szelvényből meghatároztuk a márga agyagtartalmát (V_{sh}) a következő közelítő összefüggéssel:

$$V_{sh} = \frac{R_{sh}}{R_{LL}}, \qquad (2)$$

ahol R_{sh} a meszesedő zóna fölötti legtisztább agyagszakasz fajlagos ellenállása;

R_{LL} a meszesedő zónában a laterologszelvénnyel mért fajlagos ellenállás.

Ezen agyagtartalom ismeretében az akusztikus terjedési idő a márgaszakasz bármely pontjában így írható fel:

$$\Delta t = V_{sh} \cdot \Delta t_{sh} + (1 - V_{sh}) \Delta t_c, \qquad (3)$$

ahol Δt_c a karbonát, illetve egyéb cementáló anyag fajlagos terjedési ideje;

Δt a mésztartalmú szakaszon ténylegesen mért akusztikus terjedési idő;

Δt_{sh} az a számított márgaterjedési idő, amelyet akkor észlelnénk, ha az agyag karbonátot, illetve más cementáló anyagot nem tartalmazna.

A (2) és (3) összefüggés alapján az átmeneti zónára jellemző Δt_{sh} érték meghatározható.

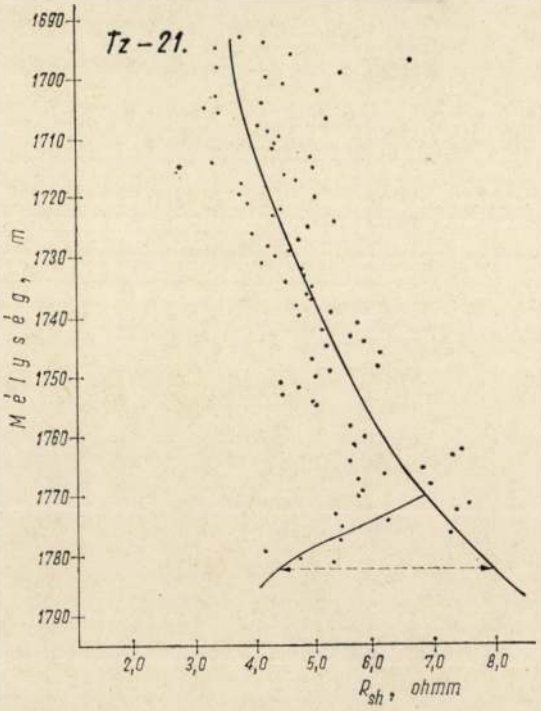
Az egész munkát, amely a leolvasott márgapontok ábrázolását, a trend (1) képlet alapján való behúzását, valamint a karbonáttartalom kikompenzálását tartalmazza, Minszk—32 és HP—9830-as számítógépre írt programmal végeztük.

Megjegyezzük, hogy a leírt kompenzációs módszer magában rejti a túlkompenzálás veszélyét, ezért megfelelő kritikával alkalmaztuk.

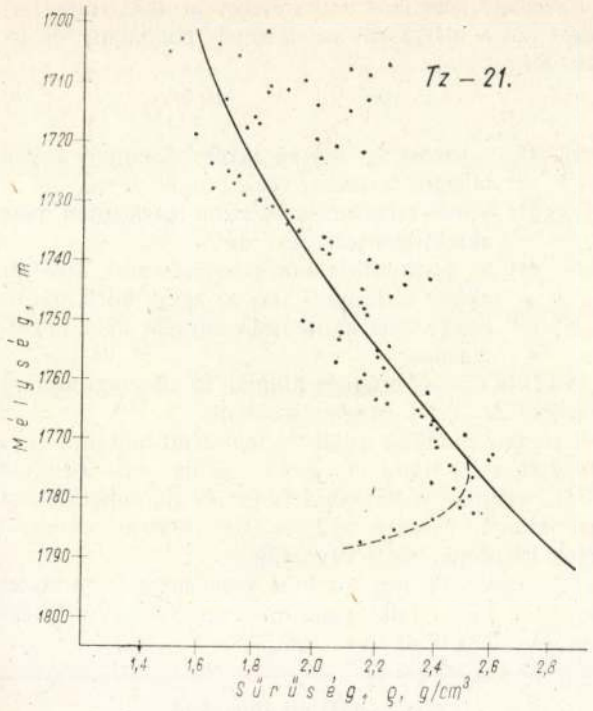
Gyakorlati alkalmazások

Tázlár

A tázlári területen az 1800—1900 m tetőmélységgel jelentkező túlnyomásos miocén tároló fölött pannon rétegek települnek. A túlnyomás általában 15—20%. Az első vizsgált fúrás, a *Tázlár-21.* jelű volt, a kapott eredményeket a *2.* és *3. ábrák* mutatják. Az 1785 méterben levő tárolótető fölött kb. 15 m átmeneti zóna alakul ki mind a fajlagos ellenállást ábrázoló *2.*, mind a sűrűséget ábrázoló *3. ábrán.* A tázlári területen vizsgált további kutak közül a *Tázlár-22.* és a *9.* jelű kútban az átmeneti zóna nem alakult ki.



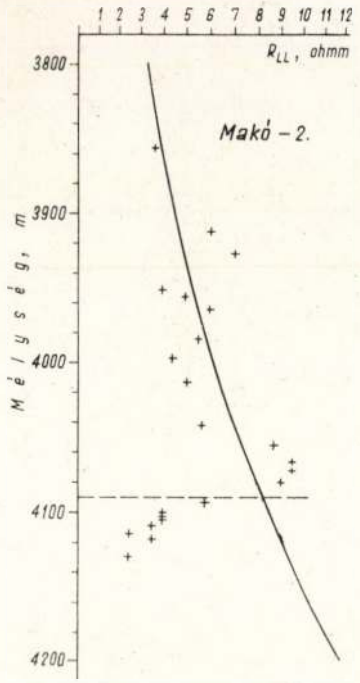
2. ábra



3. ábra

Szank

A szanki területen a *Szank-110.* jelű kútban vizsgáltuk a kérdést, mivel e kútban a tároló fölött is készítettek laterolog-, sűrűség-, neutron- és *Δt*-szelvényeket. Ebben a kútban a fajlagosellenállás-, a *Δt*- és a neutron-szelvényt az 1820 m fölötti márgában is megmérték. A fajlagosellenállás- és a *Δt*-szelvény a közismerten túlnyomásos szanki terület fölött nem jelezte a túlnyomásra utaló átmeneti zónát. Ezt elsősorban a tároló fölötti márga erős meszesedésének tulajdonítottuk. Érdekes módon a neutronszelvény alapján felépített diagramon az átmeneti zóna kialakult. Ezt azonban nem tudtuk más kutakban ellenőrizni, és így a neutronszelvény jobb megoldóképességét nem tartjuk általánosnak a szanki területen.



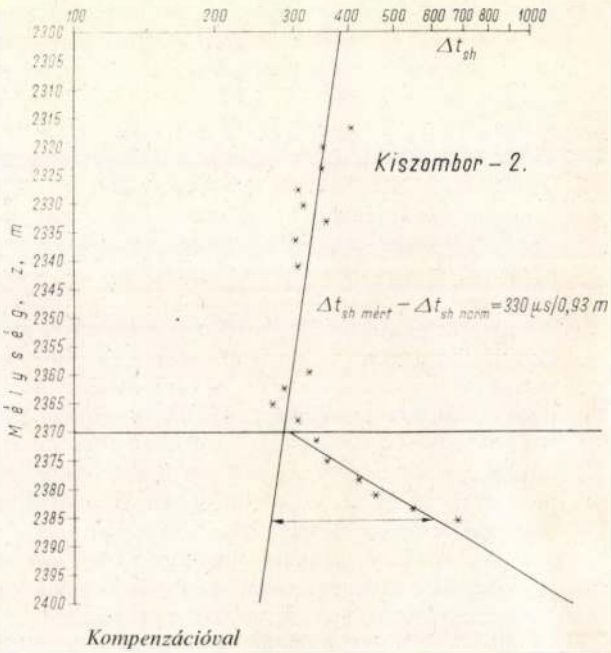
4. ábra

Makó

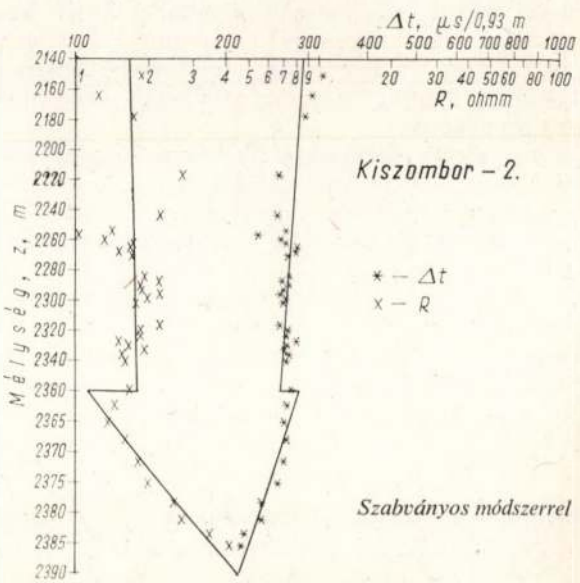
A *Makó-2.* jelű fúrásban az irodalomban ismertetett módszert közvetlenül tudtuk alkalmazni, vagyis a márgaellenállás—mélység diagramot 5 méternél vastagabb márgaszakaszok átlagértékei alapján építettük fel. Ebben a kútban a túlnyomásos zóna teteje markánsan jelentkezett 4090 méterben *(4. ábra)*.

Kiszombor

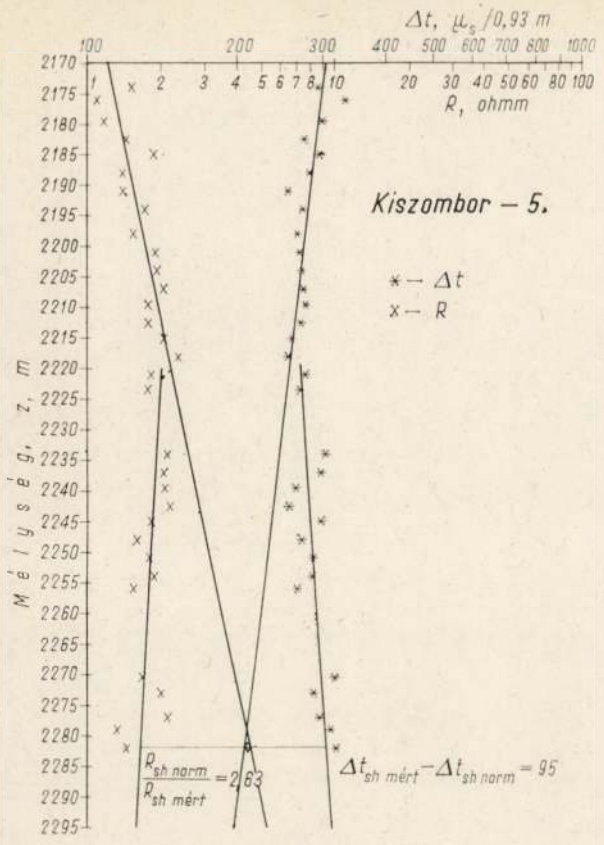
A kiszombori területen az *1.*, *2.*, *3.*, *4.* és *5.* fúrást vizsgáltuk. A túlnyomásos rétegek teteje 2300—2700 m



5. ábra



6. ábra



7. ábra

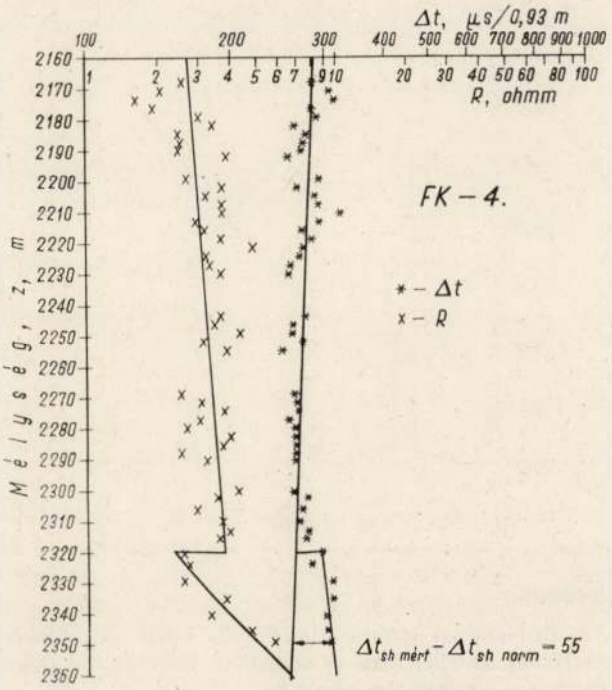
között van, fölöttük alsópannon korú márgás kifejlődésű rétegek találhatók. Az olajtermelő *1.* fúrásban semmilyen módszerrel sem tudtuk a túlnyomásra utaló átmeneti zónát kimutatni, noha kb. 50 at túlnyomás van. Viszont a *2.* sz. fúrásban a kompenzációs módszerrel sikerült a 2370 m alatti, nem ipari mennyiségű gázt tartalmazó túlnyomásos zónát kimutatni annak ellenére, hogy a szabványos eljárás nem mutatta ki ezt sem *(5., 6. ábra)*. Ugyancsak jellemző trenddel mutatkozott a túlnyomás a produktív *5.* sz. kútban, ahol a szabványos módszer is határozottan mutatta a túlnyomás jelenlétét *(7. ábra)*. A meddő *Kiszombor-3* és *4.* kútban nem jelentkezett az átmeneti zóna, vagyis a túlnyomás jelenléte.

Ferencszállás-Kelet

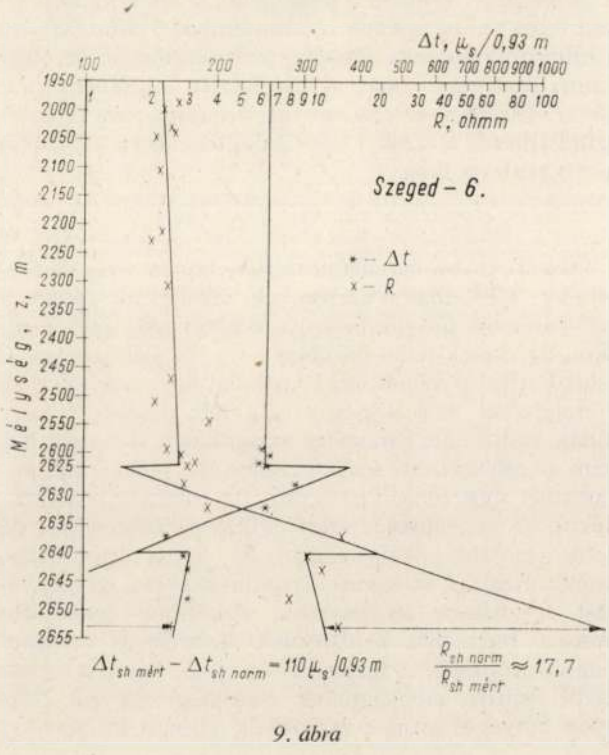
A ferencszállási területen az *1—4.* számú fúrásban a paleozóos alaphegységre települt alsópannon rétegekben végeztük vizsgálatainkat, általában 2150 m alatt. Itt ugyancsak 50—60 at értékű túlnyomások vannak. Itt a kompenzációs módszer általában jó eredményeket mutatott, míg a fajlagos ellenálláson alapuló módszer egymagában nem járt sikerrel. Példaként bemutatjuk a *4.* sz. kutat, ahol a fajlagosellenállás-mérés nem, míg a *Δt*-mérés kimutatja a túlnyomás jelenlétét kompenzáció nélkül is a 2320—2335 m között látható *Δt*-növekedések által *(8. ábra)*.

Szeged

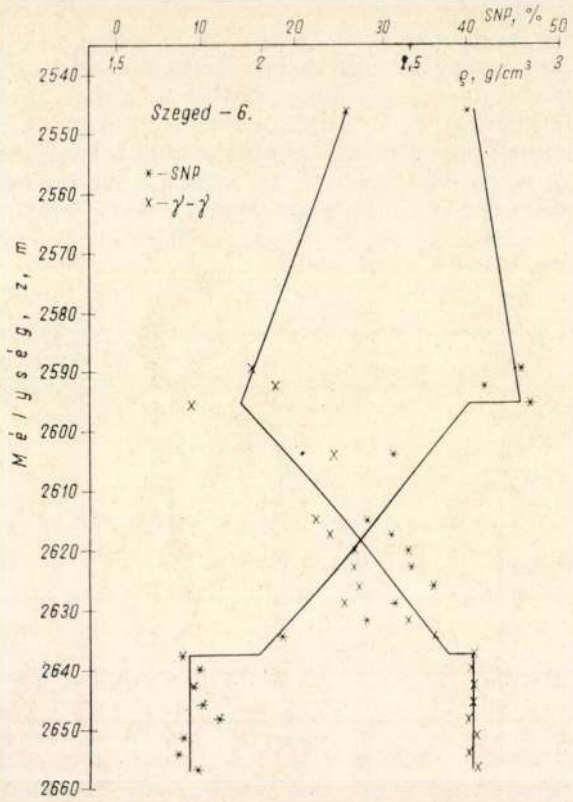
A szegedi területen a túlnyomásos miocén, illetve triász dolomitbreccsára alsópannon márgás rétegek települtek. Az *1., 3., 6., 8* jelű kutat vizsgáltuk. A túlnyomás itt általában 70 at körül van. A szegedi területre megállapíthatjuk, hogy sem az ellenállás-, sem a *Δt*-szelvény egymagában nem képes az átmeneti zóna kimutatására, valószínűleg az erős litológiai változások miatt. Az *1., 3.*, és *8.* sz. kútban nem sikerült a túlnyomást megbízhatóan kimutatni még a kompenzációs módszerrel sem. A *6.* sz. kútban a hagyományos módszerrel és a sűrűségszelvénnyel a tároló fölött kb. 20 méterre egy eléggé jellegzetes átmeneti zóna mutatható ki *(9. és 10. ábra)*.



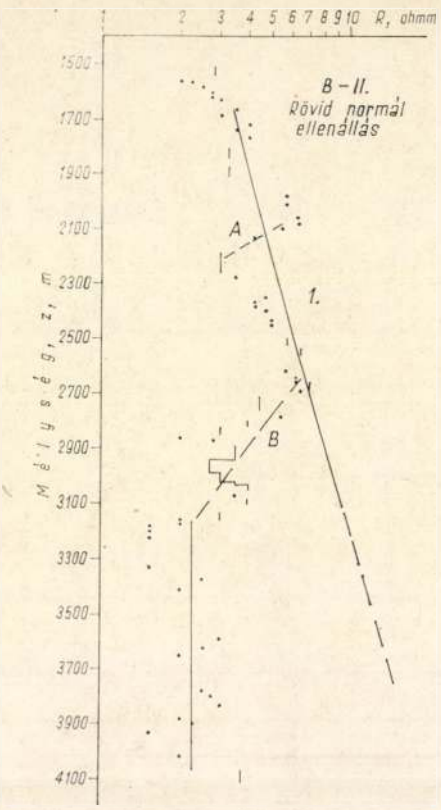
8. ábra



9. ábra



10. ábra



11. ábra

Dorozsma

A dorozsmai területen a *6.* sz. kutat vizsgáltuk, amelyben az ellenállás- és szonikus szelvény egyaránt kimutatta az átmeneti zónát.

Budafa

A budafai területen a *Budafa-II., V.* és a *Letenye-1.* jelű kutakat vizsgáltuk. Valamennyinél kimutatható a túlnyomásos zóna, illetve zónák lehetősége, de nagy valószínűséggel csak a *Budafa-II.* esetében *(11. ábra)*. Ebben a kútban két túlnyomásos zóna is valószínűsíthető a 2200—2300 közötti, illetve a 3100 m alatti szakaszokon.

*

Összefoglalva megállapíthajtuk, hogy a vizsgált esetek kb. 60%-ában a szelvények alkalmasak voltak a túlnyomásos tárolók fölötti átmeneti zóna kimutatására, az esetek többi részében nem. Ez aláhúzza azt a mások által is vallott megállapítást, hogy a túlnyomás előrejelzését nem elégséges valamely elfogadott vagy jónak vélt fizikai paraméter vizsgálatára alapozni, hanem az előrejelzésre rendelkezésre álló valamennyi paramétert figyelembe kell venni. Ez vonatkozik a furadékon és szelvényeken mért fizikai paraméterekre, de azok együttes alkalmazására is. Az az elgondolás, hogy a furadékon végzett vizsgálatokat és a szelvényezést együttesen alkalmazzuk, föltétlenül helyesebb, mintha bármelyik módszernek kizárólagos szerepet tulajdonítanánk. A fúrási paraméterek figyelése rendkívül fontos, mondhatnánk elsődleges szerepű. Nagyon lényeges lenne a furadékok vizuális és méréssel történő elemzése mellett a fúrás közben végzett szelvényezés megvalósítása is. Ez azonban különösen az adatok felszínre való továbbításának problémája miatt valószínűleg egyhamar nem fog megoldódni.

Eddigi tapasztalataink alapján az ellenállás- és szonikus szelvényen túlmenően nagyon fontos feladat a sűrűségszelvényezés bevezetése és a fajlagosellenállás-szelvények nagyobb érzékenységgel való felvétele. Mint kiegészítő mérést a természetesgamma-, neutron- és lyukbőségszelvényt is számításba kell venni. Addig viszont célszerű azt a módszert követni, hogy a fúrási paraméterek (fúrhatóság, fúrási sebesség, „*d*" kitevő, iszaphőmérséklet stb.) állandó figyelésével észleljük az abnormális nyomásra gyanús rétegek, illetve zónák várható közelségét, és ezek alapján rendeljük el a szükséges szelvények felvételét. Ezek elemzése segítséget nyújthat a megelőző intézkedések megtételéhez.

IRODALOM

[1] *Terzaghi, K.—Peck, R. B.:* Soil mechanics in engineering practice. New York, 1948.

[2] *Hottman, C. E.—Johnson, R. K.:* Estimation of formation pressures from log-derived shale properties. J. Pet. Techn. (1965).

[3] *Timkó, D. J.—Fertl, W. H.:* Relationship between hydrocarbon accumulation and geopressure and its economic significance. J. Pet. Techn. Aug. (1971).

[4] *Eaton, B. A.:* The effect of overburden stress on geopressure prediction from well logs. J. Pet. Techn. Aug. (1972).

[5] *Ham, H. H.:* A method of estimating formation pressures from Gulf Coast well logs. Transactions Gulf Coast Association of Geological Societies, 1966.

[6] *Overton, H. L.:* Electrical logging from shale cuttings. Log Analyst *4* 9—17 (1971).

Kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazásának tapasztalatai

DORMÁN JÓZSEF—
SZABÓ MÁTYÁS

A hatékony és korszerű fúrási rendszer fontos eleme a kis szilárdanyag-tartalmú öblítőiszapok alkalmazása.

A cikk a hazai fúrási tevékenység során elsősorban kísérleti célból alkalmazott kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőiszapokkal végzett üzemi kísérleteket ismerteti. A felhasznált anyagok részben importból származnak (Ben-ex, Drillaid—420, XB—28), részben hazai előállításúak (H—Floc, XC).

Az egyes anyagokat iszaptechnológiai és fúrástechnológiai szempontból vizsgáltuk olyan módon, hogy a kísérlet helye mellett alkalmasan kiválasztott hagyományos iszappal mélyített kutakkal összehasonlítottuk a szerzett tapasztalatokat.

Bevezetés

A fúrási tevékenység hatékonyságának és eredményességének fokozása érdekében mind szélesebb teret nyer az ún. *szabályozott nyomású* fúrási módszer, amely a fúrási technológia optimalizálásának egyik legfontosabb eleme.

A lyuktalpra ható nyomás szabályozásának egyik lehetősége az öblítőfolyadék *részleges aerizálása.* Az ily módon elérhető talpi differenciálisnyomás-csökkenés egyértelműen pozitív hatását mutatták a végzett hazai sikeres próbálkozások a *Do-6.* és *Do-7.* jelű fúrásokban, amelyekben a mechanikai sebesség 22—32%-kal növekedett. Másik reális lehetőség a víznél kisebb fajsúlyú folyadékfázisú, olajközegű öblítőfolyadék alkalmazása.

A legperspektivikusabb megoldás azonban az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának — s ezzel fajsúlyának — csökkentése, a kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazása.

A kiegyensúlyozás — illetve mérsékelt túlegyensúlyozás — módszerének tervszerű alkalmazására kidolgozott részletes program szerves része volt az öblítőfolyadék-technológia fejlesztése, s ennek megfelelően a fenti öblítőfolyadék-típus alkalmazásának bevezetése, illetve kiszélesítése az NKFÜ területén.

E program keretén belül 1975-ben három polimer flokkulens (az importból származó Drillaid—420 és Ben-Ex, valamint a hazai H-Floc), továbbá két biopolimer (az importált XB—28 és a hazai Xanthan) felhasználásával végeztünk üzemi kísérleteket különböző területeken a fúrások 12 $^1/_4$″-es átmérőjű szakaszaiban. A külföldön már bevált és évek óta sikerrel alkalmazott, valamint a hazánkban előállított polimerek lényegében azonos földtani és technológiai viszonyok között történő alkalmazásának eredményei lehetőséget nyújtanak az általános jellegű információk mellett a hazai előállítású polimerek minősítésére, hatékonyságuk egzaktabb megítélésére, s ugyanakkor rámutatnak az esetleges hibákra is.

Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az üzemi kísérleteket követő összehasonlító értékelés eredményét az alapadatok hibái és a körülmények, feltételek kisebb-nagyobb mértékű eltérése miatt bizonyos pontatlanság terheli.

A levonható következtetések ezért inkább kvalitatív, informatív jellegűek, de alapvetően fontosak a kísérleti program s később az üzemszerű alkalmazás technológiájának kialakításához.

Földtani viszonyok

A tevékenységi területre általános jellemző, hogy a felszíni laza, alluviális összlet alatt viszonylag vastag levantei, majd felső- és alsópannon üledéksort kell harántolni, amely alatt helyenként túlnyomásos, máshol veszteséges, de szénhidrogén-kutatási szempontból perspektivikus miocén rétegek helyezkednek el. A kísérleti fúrások aktuális szakaszai döntően pliocén felső- és alsópannon rétegeket harántoltak. A felsőbb szintek rendszerint gyengén konszolidált homok, homokkő, aleurit és agyag, agyagmárga váltakozásából tevődnek össze. A mélység növekedésével a rétegek kompaktáltsága nő, s ugyanakkor a lyukfal-stabilitási és öblítőfolyadék-technológiai szempontból is problematikus, hidratálódásra, diszpergálódásra hajlamos agyagmárga, márga mennyiségi aránya is növekszik.

Ajánlatos tehát, hogy a felszíni és biztonsági béléscsőrakatok elhelyezéséhez szükséges nagy átmérőjű lyukszakaszok gyors és biztonságos lefúrásához megfelelő technológiát és rendszert dolgozzunk ki. Figyelembe kell venni azt a kedvező tényt, hogy a pannon szintek rendszerint hidrosztatikus nyomásúak, ami minimális szilárdanyag-tartalom tartását teszi lehetővé.

Az üzemi kísérletek helye, technikai viszonyok

Az üzemi kísérletek helyének kijelölésénél azt tartottuk szem előtt, hogy az NKFÜ tevékenységi területéről lehetőség szerint minél átfogóbb képet nyerjünk, ugyanakkor a kitűzött fúrások aktuális szakaszai hidrosztatikus nyomású rétegeket harántoljanak, ami lehetővé teszi a fajsúly — illetve szilárdanyag-tartalom — minimális értéken való tartását, a mechanikai szilárdanyag-szabályozó eszközök üzemeltetését. Ennek megfelelőek a kísérleti program idevonatkozó fontosabb adatai:

Fúrás	*Lyukátmérő*	*Mélység-szakasz*	*Polimer*
	hüvelyk	m	
Füzesgyarmat-6	12 $^1/_4$	510—1810	Drillaid—420
Endrőd-12.	12 $^1/_4$	510—2260	Ben-Ex

Újszentiván-2.	12 1/4	760—2110	H-Floc
Kiszombor-7.	12 1/4	55—1360	XB—*28*
Kiszombor-7.	8 1/2	1360—2330	XB—*28*
Üllés-DK-2.	12 1/4	660—1910	Xanthan

A kísérleti fúrásokat, 3DH, 2DH és F—200 típusú fúróberendezésekkel mélyítették, amelyekhez kb. 80 m³ aktív tartálytérfogat tartozott.

A mechanikai szilárdanyag-szabályozó eszközsort a berendezés saját rázószitája (kb. 20 mesh) és homoktalanító hidrociklonja (desander), valamint egy Swaco 4T4 típusú desilter alkotta.

Az alkalmazott polimerek, öblítőfolyadékok

A kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok legfontosabb adalék anyaga a polimer flokkulens, amely meggátolja a felfúrt kőzet diszpergálódását, megkönnyítve ezzel a furadék mechanikus úton történő eltávolítását (szelektív flokkulens), illetve az előbbi hatás mellett jelentős mértékben megnöveli a bentonitszuszpenzió viszkozitását (kettős hatású polimer).

Az üzemi kísérletekhez alkalmazott polimerek különböző kémiai összetételű flokkulensek jellemző képviselői voltak. A Drillaid—420 (PHPA—1) az AMOCO cég (USA), a Ben-Ex (VAMA) a Rotary Drilling Service Inc. (USA) cég terméke, ún. kettős hatású polimerek, a H-Floc nevű hazai termék szelektív flokkulens. Ezek a polimerek 4—6%-os bentonitszuszpenzióhoz 0,01—0,02%-ban adagolva igen jó paraméterekkel rendelkező öblítőfolyadék előállítását teszik lehetővé.

A polimer öblítőfolyadékok másik típusa az ún. szilárdanyag-mentes öblítőfolyadék, amely rendszerint biopolimer (XC polimer) alapon felépített rendszer. A biopolimer speciális, bioszintetizált poliszacharid, amelynek 0,1—0,2%-os oldata már kielégítő tulajdonságokat mutató alapfolyadékot ad. A tulajdonságok krómvegyületek hozzáadásával tovább alakíthatók.

Az XB—28 jelű biopolimert francia importból szereztük be (forgalmazó a Caramant Gmbh). Térhálósító vegyületként kálium-króm-szulfátot alkalmaztunk.

A Xanthan hazai biopolimer, a debreceni Biogál Gyógyszerárugyár terméke. Térhálósítóként a BBV Csepeli Cserzőanyaggyára Cr-100 jelű termékét (organikus krómvegyület) használtuk fel.

Öblítőfolyadék-technológiai tapasztalatok

A kísérleti jelleggel alkalmazott öblítőfolyadékok alapja az első típusnál 4—6%-os bentonitszuszpenzió volt, amelyhez 0,015% polimer flokkulenst adagoltak. A másik típusnál a biopolimer 0,15%-os oldatához 0,015% kálium-króm-szulfátot, illetve 0,05% Cr-100-at adtunk. A pH-nak nátrium-hidroxiddal 9,0-es értékre való beállítása után az erjedés útján végbemenő bomlás megakadályozására 0,005%-os koncentrációban Cryptogil (pentaklór-fenol-Na) márkajelű baktericidet alkalmaztak. Fúrás közben a szilárdanyag-tartalom kis értéken tartása érdekében a mechanikai szilárdanyag-szabályozó eszközök üzemeltetése mellett vízzel jelentős mértékű hígítást is kellett alkalmazni. Természetesen a vízzel párhuzamosan az optimális koncentráció fenntartásához szükséges polimermennyiséget is az öblítőfolyadékhoz adták. A hígítás hatására bekövetkező agyagkoncentráció-csökkenés korrigálását, illetve az öblítőfolyadék paramétereinek a kívánt értékre való beállítását „előhidratált" bentonit és polimer kombinált adagolásával oldották meg.

Biopolimer adagolása esetén — lehetőség szerint — a kiindulási koncentrációnak megfelelő töménységű alapfolyadékkal végezték a hígítást.

Az átlagos öblítőfolyadék-paramétereket az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A táblázat adataiból azonban az is kitűnik, hogy az öblítőfolyadék fajsúlya és ezzel együtt szilárdanyag-tartalma is a kis szilárdanyag-tartalmú *(low solids)* rendszerekre elfogadott értékek felső határát képviseli. Az is kedvezőtlen, hogy még ezeket az értékeket is csak jelentős mértékű hígítással lehetett biztosítani (kb. 30 m³/nap). Ez végül is azt jelenti, hogy a kitűzött célt csak részben sikerült megvalósítani.

Ugyanakkor azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni azt az igen fontos tényt sem, hogy ilyen lyukátmérő, földtani és technikai-technológiai viszonyok mellett ilyen kis fajsúlyt, illetve szilárdanyag-tartalmat eddigi fúrásainknál folyamatosan még sehol sem sikerült elérni. Az sem lehet kétséges, hogy a hagyományos technológiához viszonyított nagy szilárdanyag-tartalom-csökkenés nyújtotta lehetőségek igen jelentősek.

Kétségtelen, hogy az egyes öblítőfolyadékok még mindig jelentős mennyiségű „inert", a fúrási sebességet hátrányosan befolyásoló szilárd anyagot tartalmaztak. Ezt a viszonylag kis aktív agyagtartalommal

1. táblázat

A kísérleti öblítőfolyadékok átlagos paraméterei

Paraméterek	Drillaid-420	Ben-Ex	H-Floc	XB-28	Xanthan
	Fü-6.	*En-12.*	*Uszi-2.*	*Zomb-7.*	*ÜDK-2.*
Fajsúly, kp/dm³	1,09	1,09	1,12	1,12	1,12
Látszólagos viszkozitás, cP	10,0	11,0	17,0	10,0	10,0
Plasztikus viszkozitás, cP	6,0	7,0	12,0	5,0	6,0
Folyási határ, dyn/cm²	38,4	38,4	48,0	48,0	38,4
10″ mozgási ellenállás dyn/cm²	9,6	9,6	14,4	19,2	9,6
10′ mozgási ellenállás dyn/cm²	57,6	67,2	48,0	48,0	48,0
n	0,515	0,553	0,628	0,415	0,515
K, dyn. s^n/cm^2	2,80	2,37	2,17	5,55	2,803
Vízleadás, ml	11,0	13,0	12,0	15,0	13,0
Szilárdanyag-tartalom, tf%	6,0	6,0	8,0	8,0	8,0
Aktív anyag, kp/m³	35,0	40,0	45,0	—	—

összevetve kb. 4:1-es furadék-bentonit arányt jelent (szemben az optimálisnak tartott 2:1 viszonnyal).

A reológiai paramétereket polimer és bentonit kombinált adagolásával kívántuk a kedvező szintre beállítani. Tapasztalataink szerint a polimer reológiát szabályozó hatása legnagyobb mértékben a Drillaid—420-nál jelentkezett. Úgy ítéljük meg, hogy a kísérleti öblítőfolyadékok folyási tulajdonságai általában kielégítőek voltak, bár a továbbiakban szükségesnek látszik a bentonittartalom és esetleg a polimerkoncentráció növelése is. Ez határozottabban pszeudoplasztikus jellegű öblítőfolyadékok előállítását teszi majd lehetővé. Ily módon még hatékonyabb lyuktisztítás érhető el, amely a nagy gyűrűstér-méret miatt szükséges is.

A biopolimer alapon elkészített öblítőfolyadékoknál a polimer önálló, a reológiai tulajdonságokat meghatározó szerepe miatt az egyes paraméterek értéke kedvezőnek s csaknem állandónak bizonyult. Ezt az alapfolyadékkal történő folyamatos hígítás biztosította. Bár a felsorolt adatokból ez nem derült ki, de éppen az igen nagy gyűrűstér-méret miatt különös gondot fordítottunk arra, hogy a kis nyírási sebességgel kedvező folyási tulajdonságokat biztosítsunk. Az 5—10 s^{-1} nyírásisebesség-tartományban a viszkozitások értéke 200—250 cP; ez az aktuális adatok mellett 0,25—0,4-es n kitevőnek felel meg.

A víztartó képességet hazai gyártmányú, poliakrilát típusú polimerrel, a Solacrol-lal szabályoztuk. Feltétlenül pozitív tény, hogy ennek az adaléknak megfelelő hatékonysága van, s teljes mértékben képes helyettesíteni az azonos rendeltetésű külföldi polimereket (Cypan, Gipan, WL—100 stb.).

A biopolimer a jó reológiai tulajdonságok mellett az öblítőfolyadék kis szilárdanyag-tartalmát s ezzel együtt kielégítő víztartóképességét is biztosította. A vizsgált öblítőfolyadékok egyike sem tartalmazott nehezítőanyagot, egyedül a *Kiszombor-7.* jelű fúrásban (XB—28) kellett a fajsúlyt — a fúrás utolsó szakaszán — 1,38 kp/dm^3-re növelni. A fajsúlynövelés problémamentesen megoldható volt, az öblítőfolyadék paraméterei kedvezően alakultak mindvégig, bár a hőmérséklet megközelítette a biopolimer rendszerekre vonatkozó kritikus értéket.

Fúrástechnológiai tapasztalatok

A fúrástechnológiai szempontból leginkább indikatív paraméter, amely az új megoldás hatékonyságának mutatója lehet, s korrelációra alkalmas: a fúrás mechanikai sebessége. Az alkalmazott fúrástechnológiai rendszerek legfontosabb paramétereit a *2. táblázat* tartalmazza.

Az üzemi kísérleteket a fúrások 12 $^1/_4$″-es szelvényű szakaszában valósítottuk meg (egy esetben a 8 $^1/_2$″-es szakaszban is), így értelemszerűen a felsorolt adatok is ezen intervallumokra vonatkoznak. Az üzemi kísérletek eredményeinek értékelésekor természetesen feltételeztük, hogy az egyes területeken belül azonos kifejlődésű, összetételű és szerkezetű rétegsort kellett harántolni.

Egyébként ezt az elvet igyekeztünk érvényesíteni a kontrollfúrások kiválasztásakor. A kontrollfúrások azonos intervallumát normál agyagiszappal mélyítettük, amelynek fajsúlya — és így szilárdanyag-tartalma — minden esetben nagyobb volt, mint a polimer öblítő-

2. táblázat

Kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazásának üzemi tapasztalatai az 1975-ben végzett üzemi kísérletekből

A fúrási paraméterek összehasonlító táblázata

A fúrás jele; fúróberendezés	Fúrt szakasz m	Összehasonlított szakasz m	Fúrótípus	Terhelés Mp	Asztalford. min^{-1}	Fúrófelh. m/fúró	Mech. seb. m/h	Az öblítőfolyadék típusa	fajsúlya kp/dm^3	sz. a. t. tf%	költsége
Uszi-1. 3 DH	1010—2510	1010—2108	A0 4db A1 2 db	16	90	168	6,1	Agyag	1,20—1,26	13—17	113,7
Uszi-2.	760—2110	760—2110	A0 3 db A1	16—30	90—45	337,5	10,0	H—Floc	1,11—1,13	7—8	74,0
En-10. Ganz	510—2010	510—2010	A0 6 db	12—13	80	250	7,3	Agyag	1,14—1,15	9—10	42,53
En-12. F-200	510—2260	510—2015	A0 3 db A1 3 db	15—65	90—65	251	7,1	Ben-Ex	1,07—1,10	5—7	114,2
Fü-5. Ganz	560—1610	510—1610	A0 3 db	12	90	350	8,6	Agyag	1,18—1,22	12—14	28,6
Fü-6. F-200	510—1810	510—1634	A0 3 db	15	60—80	325	9,2	Drillaid-420	1,07—1,10	5—7	120,4
ÜDK-1. 3 DH	660—2010	660—1971	A0 4 db	16	90	330	9,5	Agyag	1,20—1,26	13—17	49,2
ÜDK-2. 3 DH	610—1910	610—1910	A0 3 db	15	90	433	10,8	XC (hazai)	1,05—1,15	4—10	408,0
Kiszombor-8. 12 $^1/_4$	55—1360	55—1360	A0 1 db	12	80	1305	12,5	Agyag	1,10—1,15	7—10	52*
Kiszombor-7. 12 $^1/_4$	55—1360	55—1360	A0 1 db	20	60	1305	16,5	XB-28	1,07—1,12	5—8	226*
Kiszombor-8. 8 $^1/_2$	1360—2355	1360—2110	A0 4 db	12	80	187,5	8,2	Agyag	1,14—1,16	9—11	52*
Kiszombor-7. 8 $^1/_2$	1360—2330	1360—2084	A0 4 db	10—12	90—60	181	8,8	XB-28	1,14—1,16	9—11	226*

folyadéké. Ennek ellenére a fúrások mechanikai sebességeinek alakulása közel sem mutat egyértelmű képet. A polimer flokkulensekkel elkészített öblítőfolyadékokkal mélyített fúrások közül kifejezetten pozitív eredményt az *Uszi-2.* fúrásban (H-Floc) kaptunk. A mechanikai sebesség az *Uszi-1.* jelű fúráshoz viszonyítva 64%-kal növekedett; ez az eddig végrehajtott üzemi kísérletek során elért legjobb eredmény. Ezen eredmény elérésében a lényegesen kisebb szilárdanyag-tartalmú és az előzőtől eltérő típusú öblítőfolyadék is döntő szerepet játszott, ugyanakkor nyilvánvalóan igen fontos volt a fúrási rezsimtényezők — elsősorban a fúróterhelés — helyes megválasztása. A táblázat adataiból kitűnik továbbá az is, hogy jelentős mértékben — csaknem 100%-kal — megnőtt a fúró élettartama.

Az *Endrőd-12.* jelű fúrásponton — ahol a Ben-Exet alkalmazták — az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalma átlagosan 3—4 tf%-kal kisebb volt, mint a kontroll *En-10*-en. Ennek ellenére — majdnem azonos fúróterhelés mellett — lényegében azonos mechanikai sebességet értek el. Ennek a legfőbb oka valószínűleg az volt, hogy a berendezés — kényszerhelyzetben — nem megfelelő kapacitású forgatóasztallal dolgozott, ezért a fordulatszámot jelentős mértékben csökkenteni kellett, illetve a fúróterhelést nem lehetett a kívánt mértékben növelni. Ez a körülmény a kísérlet tiszta értékelhetőségét zavarja, ezért egyértelmű következtetést levonni nem lehet belőle. Lényegében azonos tapasztalatokat szerezhetünk a Drillaid—420 jelű polimerrel is. A *Fü-6.* fúrásponton — bár az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalma átlagosan 7 tf%-kal (!) volt kisebb a kontrollfúrásénál *(Fü-5.)* — a mechanikai sebesség csak relatíve kismértékben, mintegy 7%-kal növekedett. Kétségtelen, hogy ez az eredmény jelentősen elmarad a várakozástól, még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy ugyanazon berendezés a fent már ismertetett nehézségekkel küzdött.

A biopolimer alapon felépített rendszerekkel végrehajtott üzemi kísérletek jó eredményeket szolgáltattak. A *Kiszombor-7.* fúrás $12\,^1/_4''$-es lyukszakaszában a mechanikai sebesség 32%-kal növekedett. A tények ismeretében ez a pozitív hatás elsősorban a kisebb fajsúlynak és szilárdanyag-tartalomnak tulajdonítható. Ugyanakkor a $8\,^1/_2''$-es lyukszakaszban, ahol a szilárdanyag-tartalom a kontrollfúráséval azonos volt, mindössze 7,3%-os mechanikaisebesség-növekedést sikerült regisztrálni.

Az *ÚDK—2.* fúrásponton (Xanthan) a mechanikai sebesség csaknem 14%-kal növekedett. Ez az eredmény a szilárdanyag-tartalomban mutatkozó különbséget tekintve kedvezőbb is lehetett volna. Figyelemreméltó tény továbbá itt is a fúró élettartamának növekedése.

Az üzemi tapasztalatok tehát a mechanikai sebesség növelésének — egyelőre még széles határok között változó — reális lehetőségét támasztják alá.

Szükséges megemlíteni azt — a gyakorlatilag általános tapasztalatot—, hogy az egyes ki- és beépítések után a fúrószerszám a talp fölött néhány méterrel felült. Ez feltehetően a fúrt kőzetrészecskék visszaülepedéséből adódik, amelyet a nyugalomban levő öblítőfolyadékban lejátszódó flokkulációs hatás még elősegít. Nem tisztázott, hogy e kérdésben a flokkuláció, illetve a nem kielégítő lyuktisztítás milyen súllyal szerepel.

Hasonlóan kedvezőtlen tapasztalat volt az is, hogy — rendszerint 1200—1500 m alatt — hosszabb állás után a nyitott szakaszból kiöblített öblítőfolyadék fajsúlya (szilárdanyag-tartalma) és viszkozitása jelentősen megnövekedett, így legcélszerűbb megoldásnak látszott ezt az iszapot eldobni. Ez természetesen többlet-anyagfelhasználással járt. Nem állapítható meg teljes bizonyossággal, hogy e jelenségnek az oka a viszonylag nagy vízleadás és a flokkulációs hatás ezt befolyásoló szerepe, vagy az állás közbeni további flokkuláció okozta ülepedési tendencia.

A biopolimer alapú öblítőfolyadékok alkalmazása esetén ez a probléma kisebb mértékben jelentkezett, ugyanakkor azonban az új, kellően meg nem „járatott" lyukszakaszokban a kiépítéskor rövidebb szakaszokon a fúrószerszám 5—15 Mp-dal szorult.

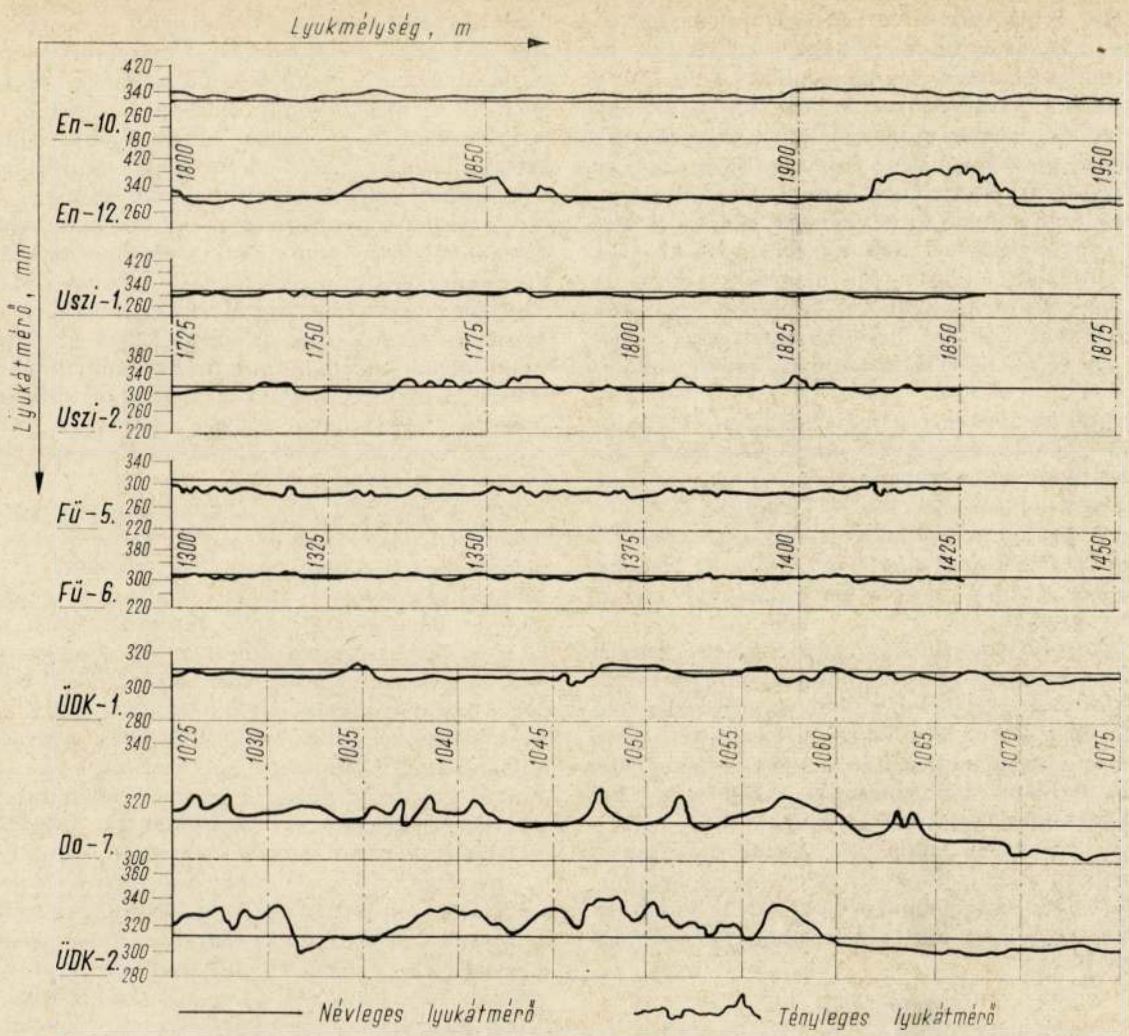
Feltételezhető, hogy ennek közvetlenül a lyukfal, illetve az iszaplepény melletti rétegben bekövetkező gélesedés és relatív szilárdanyag-felhalmozódás az alapvető oka. A fő cél természetesen a fúrások *gyors és biztonságos* lemélyítése. Ez utóbbi többek között megköveteli az esetleges lyukfal-stabilitási problémák kiküszöbölését. E tekintetben a polimer flokkulensek és a biopolimer rendszerek alkalmazása irodalmi adatok szerint kedvező eredményt ad.

Az ún. polimer öblítőfolyadékokkal lemélyített fúrásokban lyukfal-stabilitási probléma nem lépett fel, azonban az *En-12.* jelű fúrásban az elektromos szelvényezést követő (48 óra állás utáni) beépítéskor a nyitott szakaszból átforduló öblítőfolyadék fajsúlya megnövekedett. Ezt kiküszöbölendő, jelentős mértékű hígítást kellett végrehajtani, amelynek során technikai okok miatt az első ütemben nem sikerült a megfelelő polimerkoncentrációt elérni, ami a diszpergálódásra hajlamos márga „bepergését" okozta. Az öblítőfolyadék-összetétel és a paraméterek megfelelő beállításával azonban ez kiküszöbölhető volt.

Bár ezt a kérdést nem tekintettük primer lyukfal-stabilitási problémának, azonban ez a tény is nyomatékosan rámutat arra, hogy csak a helyesen megválasztott öblítőfolyadék-összetétel ad kellő biztosítékot a lyukfal stabilitásának megőrzéséhez. A lyukfalat stabilizáló hatás megítéléséhez összehasonlítottuk a különböző fúrások jellemző intervallumainak lyukbőségszelvényeit is *(1. ábra)*. Az *Endrőd-12.* és *10.* jelű fúrások szelvényeit az 1800—2000 m-es intervallumban hasonlítottuk össze. Az *En-10.* lyukátmérője egyenletesebb; az *En-10*-nél 1830—1850 és 1910—1940 m között tapasztalható kavernaképződés. Egyébként ez utóbbi lyukszakaszban egy görgőmentési műveletet (marást) is végeztek A *Fü-6*-ban egyenletes falú, gyakorlatilag mérettartó lyukat kaptak, ez kedvezőbb a *Fü-5*-ről alkotott képnél.

Érdekes módon az egyéb szempontokból legjobbnak ítélhető *Uszi-2.* fúrás lyukbőségszelvénye valamivel rosszabb az *Uszi-1.*-énél. A biopolimer alapú öblítőfolyadékokkal mélyített fúrások esetén nem tapasztaltunk lényeges eltérést a kontrollfúrások lyukbőségszelvényeitől.

A különböző mértékben eltérő tényleges lyukátmérők ellenére lyukfal-stabilitási probléma — az említett esetet kivéve — egyik fúrásnál sem volt. Ezért fel-



1. ábra
Lyukbőségszelvények összehasonlítása

tételezhető, hogy a mutatkozó eltérés nemcsak az öblítőfolyadék-típusok, hanem a harántolt rétegek különbségéből is adódik.

Gazdasági tényezők

Közismert, hogy az ún. polimer öblítőfolyadékok költsége elsősorban az alkalmazott polimerek igen magas ára miatt (500—900 E Ft/Mp) általában magasabb a hagyományos típusokénál. E rendszerek alkalmazása révén nyerhető előnyök (fúrási sebesség növekedése, a fúró élettartamának növekedése, kisebb fúrófelhasználás, nagyobb biztonság stb.) realizálásával ez a költségnövekedés messze túlkompenzálható.

A *2. táblázat* tartalmazza többek között a fajlagos öblítőfolyadék-költségeket. A táblázat adataiból kitűnik, hogy a hagyományos típushoz viszonyítva költségcsökkenés egyedül a H-Floc rendszer esetében *(Uszi-2.)* jelentkezett. A többi polimer esetében az öblítőfolyadék-költség a kontrollfúrásokénak háromszorosa-nyolcszorosa. Természetesen a költségnövekedés elsősorban a polimerfelhasználás eredménye. Az alkalmazott polimerek költsége az összköltség 60—80%-át teszi ki általában. E ténynek azonban nem szabad a valódi értékénél nagyobb jelentőséget tulajdonítani. Hiszen e tény kiemelésének elsődleges oka az, hogy a rendelkezésre álló adatokat komplex gazdasági értékelésre ma még nem tartjuk alkalmasnak.

Az egyik legfontosabb feladat a szilárdanyag-szabályozás hatékonyságának növelése, amely a vízzel történő hígítás csökkentésével együtt a polimerfelhasználás csökkentését is lehetővé teszi. Ily módon az öblítőfolyadék-költség reálisan 25—40%-kal csökkenthető. A másik feladat a fent említett előnyök jobb kihasználása, hiszen a mechanikai sebesség számottevő növekedését csak a kísérleti fúrások egy részénél sikerült elérni.

E problémák megoldása a polimer öblítőfolyadékok alkalmazásának technológiai és gazdasági súlyát egyaránt meg fogja növelni.

A szilárdanyag-szabályozás problémái

A polimer flokkulensek gátolják a kifúrt kőzet felaprózódását, a kisebb méretűeket pedig flokkulálják, elősegítve ezzel a szilárdanyag-tartalom szabályozását, megkönnyítve az eltávolítását. Ennek a gyakorlati megvalósítása azonban megfelelő hatékonysággal csak mechanikai úton kivitelezhető. Mint említettük, a kísérleti fúrásokat tartályrendszerrel és rázószitából, de-

sanderből és desilterből álló szilárdanyag-szabályozó eszközsorral ellátott berendezésekkel mélyítettük. Ennek az eszközsornak elvileg elegendőnek kellett volna lennie az adott körülmények között. Sajnos azonban az 5—7 tf%-os szilárdanyag-tartalom fenntartása csak nagymértékű, vízzel történő hígítással volt biztosítható. Ez a tény a mechanikai szilárdanyag-szabályozó eszközök nem kielégítő hatékonyságát mutatja. Kézenfekvő, hogy a rázósziták alkalmazott szitaszövet lyukbősége (20 mesh) a célnak nem megfelelő, ennél jóval kisebb lyukbőségre van szükség. Természetesen a lyukbőség minden határon túli csökkentése nem lehetséges, s ez végső soron konstrukciós problémákat is felvet.

De legalább a meglevő lehetőségeinket ki kell használni. A desander és a desilter által kiválasztott folyadék fajsúlya leggyakrabban 1,20—1,45 kp/dm³ között mozgott. Ez sem tekinthető kielégítőnek.

Megvizsgáltuk a kiválasztott folyadék szilárd fázisának részecskeméret-eloszlását. Ezek az eredmények is azt igazolták, hogy a két eszköz csak részben tölti be funkcióját.

Súlyosbította a helyzetet az is, hogy az első kísérleti fúrásoknál az igen nagy elektromosenergia-igény miatt esetenként csak a két eszköz egyike volt üzemeltethető. Ezt a kérdést sikerült megoldani, de az alapvető problémát nem. Ennek megfelelően a mechanikai szilárdanyag-szabályozás problémáinak megoldására kell koncentrálnunk. Nem kizárt azonban, hogy a kísérleti fúrások földtani viszonyai, sajátos rétegsora, a nagy aktívagyag-tartalom és a viszonylag gyenge konszolidáció miatt az alkalmazott polimerek hatékonysága sem teljes. Ez a kérdés is további alapos vizsgálatra szorul.

Összefoglalás

Az üzemi kísérletek eredményeit értékelve a végső következtetés az lehet, hogy a kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazása alapvetően sikeres volt, bár ez a siker nem átütő.

Feltétlenül pozitív és értékes az az előrelépés, amelyet a hagyományos technológiához képest sikerült elérni. Hiszen eddig 1,10 kp/dm³ alatti fajsúlyt folyamatosan tartani 12 $^1/_4$″-es szelvényben még nem sikerült. A fajsúly, ill. a szilárdanyag-tartalom csökkenése a kísérleti fúrások többségénél — de nem minden esetben — a mechanikai sebesség növekedésében is megnyilvánult. Feltűnő azonban, hogy a növekedés mértéke — még hasonló technikai-technológiai viszonyok mellett is — széles határok között ingadozott. Néhány esetben az új öblítőfolyadék pozitív hatása a kisebb fúrófelhasználásban is tükröződött.

Ugyanakkor azonban meg kell találnunk azokat az okokat, amelyek miatt az irodalomban közölt külföldi eredményeket ugyanazokkal a polimerekkel sem sikerült teljes mértékben megvalósítani. Kétségtelen, hogy bizonyos szempontoknak megfelelően szükséges az öblítőfolyadék-technológiát tovább finomítani, s egyértelműen meghatározni, hogy a rendszer, illetve komponensei funkciójukat milyen mértékben töltik be. A jobb furadékkiszállítás érdekében a reológiai paramétereket is módosítani kell.

Úgy ítéljük meg, hogy a szilárdanyag-tartalom szabályozásával kapcsolatos problémákért elsősorban a mechanikus eszközök elégtelen működése a felelős. Minden valószínűség szerint ez indokolja a nagymértékű vízfelhasználást is. De tanulmányozást igényel a szilárdanyag-szabályozás kémiai vonatkozása is. A szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok további alkalmazása, a technológiai és technikai feltételek megfelelő szintű biztosítása a fúrási technológia optimalizálására tett erőfeszítések fontos pontja. Ezért a tervezett program körültekintő és következetes végrehajtását, a mechanikai szilárdanyag-szabályozás hatékonyságának növelését tűztük ki célul.

Úgy véljük, hogy ezen öblítőfolyadék-típusok alkalmazása — a szükséges feltételek biztosítása mellett — az egyéb előnyökön kívül reálisan a fúrás mechanikai sebességének 10—30%-os növelését teszi lehetővé. Következő lépés lehet az alkalmazást kiterjeszteni a nagyobb mélységek — és hőmérsékletek — tartományába, esetleg nagyobb fajsúly mellett is. Természetesen szükséges ezt a programot összekapcsolni az optimalizáció egyéb megoldásaival.

A polimer öblítőfolyadékok alkalmazása műszaki-technológiai szempontból nem problémamentes, de feltétlenül előremutató és perspektivikus. A hazai megoldások előtérbe helyezésével ennek megvalósítása már ma is gazdaságos, vagy az alkalmazási technológia finomításával gazdaságossá tehető.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szakosztály-vezetőségi ülés

Visegrád, 1976. július 13.

A Vízfúrási Szakcsoport meghívásának eleget téve, szakosztály-vezetőségünk 1976. július 13-i ülését Visegrádon, a Vízkutató és Fúró Vállalat alkotóházában tartotta. Az elnöklő *Hangyál János* szakosztályelnökön kívül megjelentek: Dr. *Alliquander Ödön* egyesületi alelnök, *Bándi József, Borissza József, Csath Béla, Csákó Dénes, Dallos Ferencné, Götz Tibor, Hajdú Lajos, Keresztes N. Tibor,* dr. *Kókai János,* dr. *Láposi Sándor, Lajer László, Ősz Árpádné, Pápa Aladár,* dr. *Pataki Nándor, Pollok László, Rácz Dániel, Solti Károlyné,* dr. *Szabó György* szakosztálytitkár és *Tóth Ferenc.*

Az ülés napirendjén a Vízfúrási, az Alföldi Termelési, valamit a Dunántúli Termelési Szakcsoport beszámolója mellett a balatonfüredi XV. Vándorgyűlés szervezési kérdéseinek megvitatása szerepelt. A beszámolókat a vezetőség elfogadta. A vitában dr. *Alliquander Ödön, Bándi József, Csath Béla, Lajer László,* dr. *Pataki Nándor, Pápa Aladár, Rácz Dániel* és *Tóth Ferenc* vezetőségi tagok vettek részt.

Meghallgatta a vezetőség *Pollok László*nak, a XVI. Vándorgyűlés rendező bizottsága elnökének előterjesztését az 1977 szeptemberében sorra kerülő konferenciáról. A vezetőség a bekérendő ajánlatok alapján dönt a rendezvény helyéről: Balatonfüred, Siófok, továbbá Zalaegerszeg jönnek e tekintetben számításba.

A szakosztály vezetősége egyhangúlag elfogadta az Érembizottság előterjesztését, amely *Budai László*nak, a Vízfúrási Szakcsoport korábbi elnökének „*Zsigmondy Vilmos* emlékérem"-mel való kitüntetését javasolta.

A Pályázati Bizottság nevében *Hajdú Lajos* tájékoztatta a vezetőséget az 1976—77. évre kiírt pályázatok állásáról: összesen 16 pályamű érkezett be, elbírálásuk folyamatban van. *Tóth Ferenc* az üzemtörténeti pályázatok helyzetét kedvezőnek ítélte.

Az ülés végén *Hangyál János* elnök a szakosztály köszönetét fejezte ki a Vízfúrási Szakcsoport vezetőségének a vendéglátásért, majd röviden értékelte a szakcsoportnak a hazai mélyfúróipar hagyományainak ápolása terén kifejtett erőfeszítéseit. A szakosztály vezetősége végül megtekintette a *Zsigmondy Vilmos* Múzeumot és az alkotóház környékét.

Dr. *Sz. Gy.*

A földgázeltérési tényező számítási módszereinek elemzése

TAKÁCS GÁBOR

A több mint 30 éve használatos Standing—Katz-féle eltérésitényező-diagram leírására készült 7 számítási eljárást a szerző számítógépi programok segítségével vizsgálja. A módszerek pontosságát 180 eredeti érték alapulvételével $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ és $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$ tartományban határozza meg. A közölt számítási eredmények és egy konkrét alkalmazás viszonyainak összehasonlítása alapján ki lehet választani azt a számítási eljárást, amely az adott viszonyok között legpontosabb, továbbá a legkisebb gépidő-felhasználást eredményezi.

Bevezetés

A szénhidrogéngázok eltérési tényezőjének értékére az olajiparban szinte minden mérnöki probléma megoldásakor szükség van. Kísérletileg, pvT-vizsgálatok alapján meghatározott értékek azonban legtöbbször nem állnak rendelkezésre. Ilyen esetekben általánosan elterjedt a *Standing—Katz*-féle diagram [1], illetve az abból készült táblázatok használata. A több mint 30 éve világszerte alkalmazott digaram tiszta szénhidrogén-gázkeverékek esetében megfelelő pontossággal használható eredményeket ad.

Természetesen nagyobb számításokhoz a diagram használata nehézkes; ezért már régóta próbáltak olyan összefüggéseket, számítási eljárásokat kidolgozni, amelyekkel a diagram viszonylag egyszerű módon leírható. Számítógép alkalmazása esetén az ilyen módszerek alapvető fontosságúak a műszaki számítások elvégezhetősége érdekében. Az ismert módszerekből a jelen munkában 7 elterjedten használt eljárást ismertetünk, és összehasonlítjuk alkalmazási sajátságaikat. Hangsúlyozni kell, hogy a feldolgozott valamennyi módszert az eredeti *Standing—Katz*-diagram reprodukálásra fejlesztették ki, alkalmazásuk tehát csak olyan viszonyok mellett megengedhető, ahol az eredeti diagram is használható.

A vizsgált módszerek rövid ismertetése

A következőkben a vizsgált 7 számítási módszer főbb elvi és gyakorlati megfontolásait ismertetjük. Minden esetben hangsúlyozzuk az eljárások számítógépes alkalmazásának jellegzetességeit, kitérve az asztali számítógépek felhasználási lehetőségeire is.

Gray—Sims-eljárása [2]

Megoldásuk lényege, hogy a számítógép memóriájában mátrix alakban tárolják a meghatározott p_r, T_r értékekhez tartozó, az eredeti *Standing—Katz*-diagramból leolvasott Z értékeket. Az aktuális viszonyok között érvényes eltérési tényezőt ezután egy interpolációs sémával a mátrix értékeiből határozzák meg.

A memóriaigény csökkentése érdekében a Z mátrix elemeit az eredeti teljes táblázatból a nagyobb változásoknál sűrűbben, máshol ritkábban, a diagram jellegének megfelelően választották ki. Ily módon 20 különböző T_r és p_r értéknél érvényes 20×20-as Z mátrix alkalmazását megfelelő pontosságúnak találták. Az alkalmazott harmadfokú interpolációs séma minden esetben a mátrix nyolc elemét használja fel. A megfelelő mátrixelemek meghatározását a vizsgált p_r, T_r értékek és a diagramról történt leolvasás sűrűségét jelentő p_r és T_r vektorok elemeinek összehasonlítása alapján végzik.

Az előzőek alapján tehát egy 20×20-as mátrix és két 20 elemű vektor tárolását kell biztosítani, ami asztali számítógépeken általában nem oldható meg, a módszer alkalmazása tehát megfelelő kapacitású számítógépet igényel.

A számítási eljárás alkalmazhatósági tartományai a szerzők szerint:

$$1{,}05 \leqq T_r \leqq 3{,}0$$

$$0 \leqq p_r \leqq 15{,}0.$$

Sarem eljárása [3]

A több változós regresszióanalízis módszerével alakította ki számítási eljárását a szerző. A számításokat az eredeti diagram 3000 pontjának felhasználásával végezte el, ily módon biztosítva a leírás pontosságát.

Módszerét a p_r és T_r változókra felírt 0—5 fokú *Legendre*-polinomok felhasználásával a következő összefüggés írja le:

$$Z = \sum_{m=0}^{5} \sum_{n=0}^{5} A_{mn} P_m(x) P_n(y).$$

A kifejezésekben szereplő A_{mn} állandókat az A 6×6-os mátrix tartalmazza, a $P_m(x)$ és $P_n(y)$ *Legendre*-polinomok számítását a szerző megadja, amelyek segédváltozói a következők:

$$x = \frac{2p_r - 15}{14{,}8}$$

$$y = \frac{2T_r - 4}{1{,}9}.$$

A kis memóriaigény miatt (A mátrix) a számítási eljárást asztali számítógépekre is lehet programozni. A szerző szerinti alkalmazhatósági korlátok:

$$1{,}05 \leqq T_r \leqq 2{,}95$$

$$0 \leqq p_r \leqq 14{,}9.$$

Carlile és Gillett eljárása [4]

A különböző T_r=konst. izotermákon a *Standing—Katz*-diagramot a p_r redukált nyomás polinomjaival lehet közelíteni. A szerzők által elvégzett kiegyenlítő számítások alapján a polinomok különböző T_r-eknél változó fokszámúak, maximálisan 8-ad fokúak. Az alkalmazott összefüggés tehát:

$$Z = a_0 + a_1 p_r + a_2 p_r^2 + \ldots + a_n p_r^n; \qquad T_r = \text{konst.},$$

ahol $n \leqq 8$.

Mivel az előző polinomok nagyobb p_r-eknél a diagramot nem írják le helyesen, minden T_r=konst. izoterma meghatározásához még egy lineáris egyenlet is szükséges. A szerzők 17 különböző T_r=konst. értékhez határozták meg a polinomok együtthatóit, ezektől eltérő T_r esetében lineáris interpolációs sémával számítják Z értékét.

A módszer jellegéből következően 100-on felüli számú állandót kell tárolni a memóriában. Az alapvetően egyszerű számítás programozását az izotermák lineáris és polinommal leírható szakaszra bontása hosszadalmassá teszi, ezért asztali számítógépekre való alkalmazása általában célszerűtlen, vagy nem megoldható.

A módszernek a szerzők által megadott alkalmazhatósági tartománya a következő:

$$1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$$

$$0 \leqq p_r \leqq 15{,}0.$$

Pápay eljárása [5]

A hazai gyakorlatban elterjedten alkalmazott számítási eljárás az eltérésitényező-diagram leírását a következő összefüggéssel adja meg:

$$Z = 1 - \frac{3{,}52\, p_r}{10^{0{,}9813\, T_r}} + \frac{0{,}274\, p_r^2}{10^{0{,}8157\, T_r}}.$$

A könnyen kezelhető összefüggés kézi számításoknál is alkalmazható, asztali számítógép esetében is rendkívül egyszerűen programozható. A szerző szerinti alkalmazhatósági határok:

$$-20\ \text{C}^\circ \leqq T \leqq 170\ \text{C}^\circ$$

$$0 \leqq p \leqq 300\ \text{at}.$$

Hall—Yarborough eljárása [6, 7]

Egy kevéssé ismert korszerű állapotegyenletet vesznek alapul, amely a reális gázok viselkedését helyesen írja le. A bonyolult felépítésű állapotegyenlet állandóit (a szénhidrogéngázok viselkedését feltételezhetően helyesen leíró) *Standing—Katz*-diagramból vett adatok felhasználásával határozták meg. Az eredményül kapott transzcendens egyenletet fokozatos közelítéssel, a *Newton—Raphson*-féle iterációs eljárással lehet megoldani.

A kidolgozott módszer helyes elvi alapjainak köszönhetően alkalmazási határai az eredeti diagramét meghaladják. Kísérleti eredményekkel bizonyították, hogy számítási eljárásuk még $p_r > 24{,}0$-nál is megfelelően pontos eredményeket ad. Ezenkívül elméleti megfontolások alapján igazolják, hogy a *Standing—Katz*-diagram $T_r < 1{,}2$ izotermái (valószínűleg téves mérések miatt) fizikailag meg nem magyarázható állapotot tükröznek. Ezen esetekben tehát a diagram értékeinek helyessége kétségbe vonható.

Az eljárás számítógépes megoldása esetében a fellépő memóriaigény minimális, a módszer asztali számítógépre is programozható. Az iterációs eljárás az érvényességi tartományon belül biztosan konvergál.

A szerzők által megadott alkalmazási tartományok a következők:

$$1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$$

$$0 \leqq p_r \leqq 24{,}0.$$

Brill eljárása [8]

Valószínűleg regresszióanalízisen alapuló számítási eljárás számítógépi programját közölte a szerző a [8]-ban. Az eljárás memóriaigénye kicsi, asztali számítógépre is könnyen alkalmazható.

Dranchuk—A. Kassem eljárása [9]

A szerzők célja olyan számítási módszer kidolgozása volt, amely $T_r < 1{,}0$ redukált hőmérsékleteknél is megfelelő eredménnyel használható, mivel ebben a tartományban az általában ismert módszerek nem alkalmazhatók. Céljuk megvalósítása során a *Hall—Yarborough* által alkalmazott eljárást követték, szintén a *Starling—Carnahan* állapotegyenletet használták. Az állapotegyenlet alkalmazásához szükséges állandókat a *Standing—Katz*-diagram 1500 pontjának felhasználásával számították ki.

Az eltérési tényező számítása a *Newton—Raphson*-féle iterációs eljárással történik, az eljárás az alkalmazási határokon belül biztosan konvergál. A nem túlzott memóriaigény miatt a számítási módszer asztali számítógépre is programozható.

Alkalmazásának tartományai a szerzők szerint a következők:

$$1{,}0 < T_r \leqq 3{,}0$$

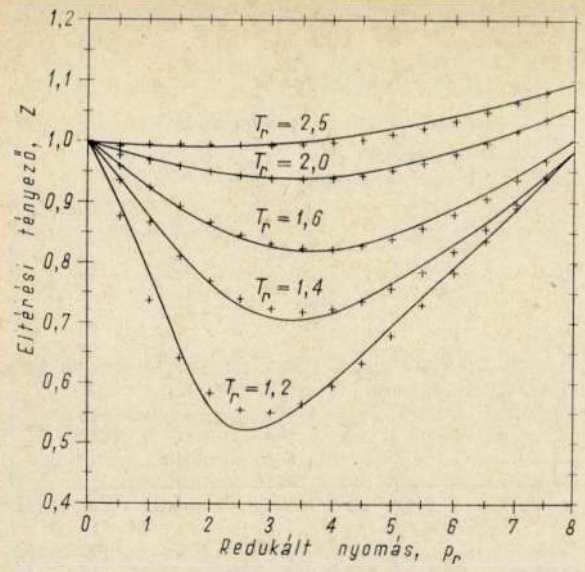
$$0{,}2 \leqq p_r < 30{,}0.$$

Ezenkívül $p_r < 1{,}0$ esetekben (más módszerekkel ellentétben) kis hőmérsékleten is megfelelően pontos eredményeket értek el jelentős mérési adathalmaz feldolgozása során. Az alkalmazhatósági tartomány ekkor $0{,}7 < T_r \leqq 1{,}0$.

A módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata és összehasonlítása

Az előzőekben vázlatosan ismertetett számítási módszerek alkalmazására szubrutinokat készítettünk *Hewlett—Packard* 9810A asztali számítógépre, valamint FORTRAN számítógépi nyelven.

Az asztali számítógépre írt szubrutinok főbb jellemzőit az *1. táblázat* mutatja. Mint látható, a HP 9810A minikomputer teljes memóriakiépítése esetén (2036 programlépés, 111 tárolóregiszter) a megvalósítható számítási eljárások jól használható szubrutinokat eredményeznek. A mérsékelt memóriaigény miatt ezek viszonylag nagyobb programok szegmenseit is alkothat-



1. ábra
A Sarem-módszer számítási pontossága (a folytonos vonal az eredeti diagramot jelöli)

ják. Ezek a szubrutinok jó lehetőséget adnak az egyes számítási módszerek grafikus bemutatására. Az *1. ábrán* példaként a *Sarem*-módszerrel néhány izotermán számítható eltérésitényező-értékeket ábrázoltunk az eredeti diagramon.

A FORTRAN-nyelvű szubrutinok alkalmazásának jellemzőit és az egyes számítási módszerek pontosságát a következő módon vizsgáltuk.

1. táblázat

A számítási módszerek programozási sajátságai Hewlett—Packard 9810A asztali számítógép esetében

Módszer	Programlépések száma	Használt regiszterek száma
Gray—Sims	nem megoldható	
Sarem	376	49
Carlile—Gillett	nem megoldható	
Pápay	46	2
Hall—Yarborough	309	5
Brill	241	6
Dranchuk—A.-Kassem	545	36

Az eredeti *Standing—Katz*-diagram, illetve az annak megfelelő táblázat adatainak felhasználásával $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ és $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$ tartományban 180 pontosnak tekintett Z értéket vettünk fel. Ezután valamennyi módszer esetében meghatároztuk a felvett $p_r - T_r$ értékeknél számítható eltérési tényezőket. Az eredeti és számított értékek eltérését a következő alakú hibával jellemeztük:

$$d = \frac{Z_{\text{eredeti}} - Z_{\text{számított}}}{Z_{\text{eredeti}}} \cdot 100, \quad \%.$$

A vizsgált 7 eljárással elvégzett számítások részletes eredményeit a nagy terjedelem miatt itt nem közöljük, csupán egy összefoglaló vizsgálatot mutatunk be a *2. táblázatban*. Ezen minden módszer esetében fel van tüntetve az alapul vett 180 adatra vonatkozó átlagos

2. táblázat

Az eltérési tényező számítási módszereinek összehasonlítása

I. *Gray—Sims*
II. *Sarem*
III. *Carlile—Gillett*
IV. *Pápay*
V. *Hall—Yarborough*
VI. *Brill*
VII. *Dranchuk—A.-Kassem*

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Átlaghiba (%)		0,163	−0,025	−0,034	−4,873	−0,158	−3,405	0,016
Átl. absz. hiba (%)		0,208	0,957	0,226	7,986	0,512	3,976	0,316
Számítási idő s/Z érték		0,128	0,200	0,061	0,067	0,267	0,122	0,233
Átl. absz. hiba az izotermákon	$T_r = 1{,}2$	0,070	2,160	0,334	19,490	0,552	1,627	0,335
	$T_r = 1{,}3$	0,262	1,549	0,394	12,708	0,620	1,150	0,535
	$T_r = 1{,}4$	0,075	0,991	0,179	9,518	0,425	0,372	0,308
	$T_r = 1{,}5$	0,048	0,787	0,115	8,564	0,602	0,857	0,143
	$T_r = 1{,}6$	0,063	0,742	0,259	8,023	0,424	0,724	0,244
	$T_r = 1{,}7$	0,437	0,618	0,216	7,067	0,341	0,425	0,302
	$T_r = 1{,}8$	0,435	0,561	0,182	5,702	0,381	0,447	0,254
	$T_r = 2{,}0$	0,354	0,434	0,233	3,407	0,489	1,909	0,183
	$T_r = 2{,}4$	0,324	0,654	0,191	1,209	0,682	7,149	0,221
	$T_r = 3{,}0$	0,016	1,071	0,153	4,171	0,607	25,104	0,633
Átl. absz. hiba az izobárokon	$p_r = 0{,}2$	0,055	1,147	0,129	0,235	1,301	0,292	0,079
	$p_r = 0{,}5$	0,050	0,529	0,118	0,389	1,553	0,591	0,165
	$p_r = 1{,}0$	0,047	1,176	0,065	0,562	0,567	1,175	0,265
	$p_r = 1{,}5$	0,015	0,880	0,138	1,372	0,422	2,014	0,323
	$p_r = 2{,}0$	0,031	0,957	0,160	2,688	0,583	3,136	0,369
	$p_r = 2{,}5$	0,000	1,567	0,149	3,059	0,577	3,635	0,234
	$p_r = 3{,}0$	0,046	1,206	0,200	2,132	0,575	3,445	0,317
	$p_r = 3{,}5$	0,064	0,738	0,161	2,021	0,447	3,344	0,424
	$p_r = 4{,}0$	0,014	0,696	0,134	3,018	0,437	3,547	0,574
	$p_r = 4{,}5$	0,049	0,622	0,115	3,876	0,331	3,757	0,528
	$p_r = 5{,}0$	0,039	0,861	0,127	4,501	0,325	3,983	0,477
	$p_r = 5{,}5$	0,255	1,054	0,098	4,776	0,310	4,249	0,372
	$p_r = 6{,}0$	0,820	1,439	0,434	5,207	0,503	4,555	0,458
	$p_r = 6{,}5$	0,678	0,934	0,087	4,895	0,304	4,495	0,182
	$p_r = 7{,}0$	0,854	0,586	0,251	5,185	0,242	4,636	0,146
	$p_r = 8{,}0$	0,700	0,217	0,659	6,968	0,258	4,998	0,185
	$p_r = 10$	0,035	0,756	0,708	20,450	0,109	6,100	0,159
	$p_r = 15$	0,000	1,859	0,330	72,409	0,381	13,622	0,424

és átlagos abszolút hiba. Az egy Z érték számításához szükséges gépidő közelítő érték, az egyes módszerek számítási sebességének összehasonlítására alkalmas. A módszerek pontossági jellemzőinek jobb bemutatása céljából a számítási hibákat a vizsgált izotermákon és izobárokon is közöljük. Ezek elemzése alapján megállapíthatók azok a tartományok, amelyekben az egyes számítási eljárások megadott pontossággal alkalmazhatók.

Az előzőek alapján egy konkrét számítás esetében a feladat, és a számítástechnikai lehetőségek ismeretében az alábbi problémák megoldása válik lehetővé:

1. A vizsgált p_r, T_r tartományokban legpontosabb vagy legkisebb gépidőt igénylő számítási eljárás kiválasztása. *(2. táblázat).*

2. Annak eldöntése, hogy a kiválasztott módszer asztali számítógép esetében is alkalmazható, vagy nagyobb kapacitású számítógépet igényel *(1. táblázat).*

JELÖLÉSEK

p	nyomás	bar
$p_r = \frac{p}{p_{pc}}$	redukált nyomás	—
p_{pc}	pszeudokritikus nyomás	bar
$T_r = \frac{T}{T_{pc}}$	redukált hőmérséklet	—
T_{pc}	pszeudokritikus hőmérséklet	K
T	hőmérséklet	K
Z	eltérési tényező	—

IRODALOM

[1] *Standing, M. B.—Katz, D. L.:* Density of natural gases. Trans. AIME **146**, 1942. 140—9.

[2] *Gray, E. H.—Sims, H. L.:* Z-factor determination in a digital computer. Oil a. Gas J. July 20, 80—1 (1959).

[3] *Sarem, A. M.:* Z-factor equation developed for use in digital computers. Oil a. Gas J. Sept. 18, 118 (1961).

[4] *Carlile, R. E.—Gillett, B. E.:* Digital solutions of an integral. Oil a. Gas J. July 19, 68—72 (1971).

[5] *Pápay J.:* A termeléstechnológiai paraméterek változása a gáztelepek művelése során. OGIL Műsz. Tud. Közl. 1968 267—73.

[6] *Hall, K. R.—Yarborough, L.:* A new equation of state for Z-factor calculations. Oil a. Gas J. June 18, 82—5, 90, 92 (1973).

[7] *Yarborough, L.—Hall, K. R.:* How to solve equation of state for Z-factors. Oil a. Gas J. Febr. 18, 86—8 (1974).

[8] Two-phase flow in pipes. INTERCOMP Course, The Hague, 1974.

[9] *Dranchuk, P. M.—Abou-Kassem:* Calculation of Z-factors for natural gases using equations of state. JCPT July—Sept. 1975. 34—6.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Román betétcsőakasztó alkalmazása az Alföldön

Mindennapi gyakorlatában az NKFÜ már több évtizede alkalmazza a mechanikus működésű betétcsőakasztókat. Az eddig használt típusok hátrányai és hiányosságai régóta ismeretesek, ezért a nagy fontosságú (nagymélységű) fúrások számára (pl. *Hódmezővásárhely-1., Makó-2.* stb.) nyugati importból szereztük be a korszerű és minden igényt kielégítő akasztószerkezeteket. Bár ezek pontosan működtek, néhány alapvető nehézség mégis felmerült alkalmazásukkor.

1974-ben szakembereink tanulmányúton voltak a román olajipar fúrási szerszámellátó és -gyártó üzemeiben, amelyekben megtekintették azt a követelményeknek mindenben megfelelő betétcsőakasztó-típust, amelyet a román olajiparban széles körben alkalmaznak. A legszükségesebb méretekben ezeket üzemünk megrendelte, s az akasztók 1975 folyamán meg is érkeztek.

A betétcsőakasztót a román olajipari kutató- és tervezőintézet (IPCUP) tervezte, és a cimpinai gépgyár (IMC) készíti.

Az akasztószerkezetek műszaki adatai:

Méret	$4^1/_2$" × 7"	7" × $9^5/_8$"
Beépíthető legnagyobb súly, Mp	45	70
Legnagyobb külső átmérő, mm	147	210
Próbanyomás, kp/cm²	210	210
Próbaterhelés húzásra, Mp	68	105
Törlőgumi elnyírása, kp/cm²	50	75
Könnyenoldó menetszáma	15	24
Súly, kp	450	1260

A szerkezet előnyei:

— a nagy külső átmérő ellenére az öblítési nyomás kicsi, mert az ékpályák nem körkörösek, hanem csak szegmensek, s így csak a gyűrűs szelvény felét foglalják el;

— a két törlő gumidugó a dugófogó kördarabbal együtt egy további visszacsapó szelepet alkot, amely akkor is zár, ha a saruk szelepei alá cementdarab vagy egyéb szennyeződés kerül;

— a végsaru oldalfuratos kiképzése révén az akasztó hibája esetében — talpra történő ültetés mellett is — elvégezhető a leoldás utáni cementezés;

— a toldószerkezet révén tömörzáróan kipótolható és elcementezhető a béléscsőoszlop;

— ha a berendezés (pl. lyukbefejező) teherbírását meghaladja a beépítendő béléscsőoszlop súlya, úgy két részben, különkülön beépíthető és elcementezhető a béléscsőoszlop.

Hazai tapasztalatok:

Az első alkalmazásra a *Biharugra-1.* jelű fúrásnál került sor az alábbi körülmények között (7"-es betétcsövezés):

Saruállás, m	3001
Akasztó helye, m	1918
Béléscső súlya, Mp	45

Jóllehet a fúrás iszapveszteséges volt, sem a betétcsövezés közben, sem az akasztott béléscsőoszlop melletti öblítéskor veszteség nem lépett föl. A cementpalást is feljött a betétcsőakasztó fölé, de biztonságból a pakkert is kiültették.

További alkalmazása a *Komádi-3.* jelű fúrásponton a $4^1/_2$"-es betétcsövezéskor történt:

Saru állása, m	2727
Akasztó helye, m	2321
Béléscső súlya, Mp	6,5.

A műveletek alatt ugyan nehézségek léptek fel — a cementezés közben teljes iszapveszteség volt, csak a cementezés után sikerült az akasztó leoldása, a pakkert nem tudták kiültetni —, azonban a béléscsőoszlop kiegészítésével és cementezésével a tömörséget sikerült biztosítani.

Miután még nem áll korlátlan mennyiségben rendelkezésre ilyen szerkezet, ezért csak mélyebb fúrások és nagyobb béléscsősúly esetében használjuk ezt a típust.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(NKFÜ, Szolnok)

Gázolajok dermedéspont-csökkentő adalék anyagainak hatásvizsgálata

PRÓDER JÓZSEF—
PÉCHY LÁSZLÓ—
DEÁK GYULA

Különböző típusú adalék anyagokat készítettünk, és hatásukat kereskedelmi adalék anyagok hatásával hasonlítottuk össze. Irodalmi adatok alapján a zavarosodási pont és a dermedéspont nem alkalmas a gázolajok felhasználhatósági hőmérsékletének megállapítására, ezért egy új módszerrel, a CFPP- (Cold Filter Plugging Point) vizsgálattal is elvégeztük az értékelést. Megállapítottuk, hogy az általunk gyártott adalék anyagok hatása eléri a vizsgált kereskedelmi adalék anyagok hatását, sőt néhány esetben azokénál jobb is. Összefüggést állapítottunk meg a gázolajok összetétele és az adalék anyagok dermedéspont- és CFPP-csökkentő hatása között.

Bevezetés

Az utóbbi években egyre több kompressziógyújtású motorral működő gépjármű közlekedik országútjainkon. Jelentősen növekedett a mezőgazdaság gépállománya, korszerűsödött a MÁV mozdonyparkja. Ezek a tényezők a közlekedésben használt gázolajok iránti mennyiségi igény rohamos növekedéséhez vezettek. Erőteljesen nőtt a háztartási tüzelőolaj-igény is.

A mennyiségi növekedéssel együtt jár a minőségi követelmények előtérbe kerülése. Az üzemanyag tárolása és szállítása közben hideg időben a párlat részleges megdermedése miatt szivattyúzási nehézségek léphetnek fel, míg felhasználáskor a motorok üzemanyag-rendszerében a szűrőkön és a vezetékben kiváló paraffin eltömődéseket okozhat, ami hidegindítási problémákat, a gépjármű teljesítményének csökkenését, sőt a motor leállását is okozhatja.

A kőolaj-finomító üzemek a gázolajok előírt dermedéspontját leggazdaságosabban adalék anyagok segítségével állíthatják be. Ezért kezdtünk foglalkozni a gázolajok dermedéspontját csökkentő adalék anyagok előállításával és hatásuk vizsgálatával. Olyan adalék anyagot kívántunk gyártani, amelynek hatása eléri a külföldi kereskedelmi adalék anyagok hatását, illetve amely a nyári minőségű gázolaj 0 C°-os dermedéspontját le tudja csökkenteni a téli *a* minőségre előírt —10 C°-ra. Az adalék anyag hatásának ismeretében összefüggést kerestünk a gázolaj összetétele, illetve az adalék anyag dermedéspontot és hidegszűrhetőséget javító hatása között.

Az alkalmazott vizsgálati módszer

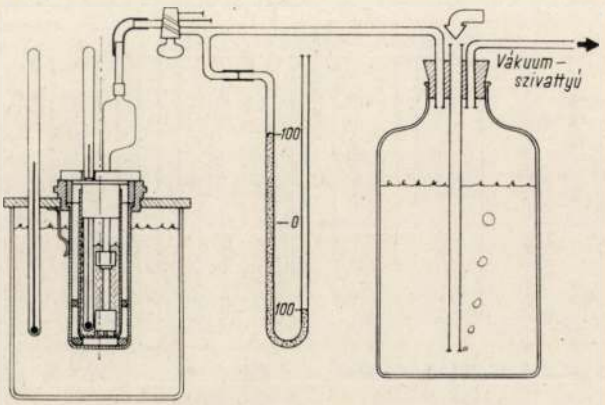
A gázolajok kis hőmérsékleten való felhasználhatóságát a zavarosodási és dermedéspont-vizsgálattal értékelik hazánkban (MSZ 11 721—71). Ezek a módszerek azonban nem megfelelőek, különösen adalék anyagok alkalmazása esetében. A zavarosodási ponttal nem lehet jellemezni a gázolajokat a felhasználhatóság szempontjából, mert az adalék anyagok nem hatnak az üzemanyag zavarosodási pontjára, ellenben a motorhajtó anyagok zavarosodási pontjainak bizonyos mértékű túllépése esetén is megnyugtatóan lehet a *Diesel*-motorokat üzemeltetni [1, 2]. A dermedéspont sem alkalmas jellemző erre a célra, mert a dermedéspontnál nagyobb hőmérsékleten is problémák léphetnek föl a gépjárműben. Ezért vált szükségessé egy gyors laboratóriumi minősítő módszer, amellyel meg lehet becsülni az üzemanyag fölhasználhatóságának hőmérséklethatárát adalékolt és adalék anyagot nem tartalmazó üzemanyagok esetében is. E feltételnek megfelelő vizsgálati módszert az ESSO cég fejlesztett ki, és CFPP- (Cold Filter Plugging Point) vizsgálatnak nevezték el [3].

A CFPP-vizsgáló készülék az *1. ábrán* látható. Fő része egy szűrőhüvely, amelyben a szűrő szitaszövetet helyezik el. A szűrőhüvelyt egy dermedéspont-kémcsőbe teszik, kivezető csövéhez pedig az üvegből készült 20 ml térfogatú mérőpipettát illesztik. Ez utóbbit egy háromágu csapon keresztül vákuumszivattyúhoz, illetőleg a légtérhez kapcsolhatjuk. A vizsgáló készüléket $-33{,}5 \pm 1{,}5$ C°-os hűtőfürdőbe helyezik, így biztosítják, hogy a különböző minták azonos idő alatt hűlnek le, és a kivált paraffin kristályok csaknem azonos méretűek.

Vizsgálatkor a háromágú csapot úgy állítják, hogy a szűrőegység 200 mm vo. nagyságú vákuumhoz kapcsolódik, így a vizsgálandó anyagot (mintát) a szűrőn át a 20 ml-es mérőpipettába szívják. Amikor a minta elérte a mérőpipettán levő jelet, a csapot a légtér felé nyitják, és a minta visszafolyik az edénybe. A CFPP-értéknek azt a hőmérsékletet tekintjük, amikor a vizsgálandó anyag átáramlása a szűrőn megszűnik, vagy olyan lassú már, hogy 30 s alatt a szívott minta nem jut el a pipettán levő jelig.

Az adalék anyagok hatásvizsgálata

Különböző típusú dermedéspont-csökkentő és folyékonyságot javító adalék anyagokat állítottunk elő, ezeket a továbbiakban *A*, *B*, *C* és *D* jellel jelöljük. Ha-



1. ábra
CFPP-vizsgáló berendezés

tásukat összehasonlítottuk néhány kereskedelmi adalék anyaggal (Paradyne—20, Paradyne—25 és ECA 5920). Az összehasonlítást a dermedéspont és a CFPP-csökkentés alapján végeztük két nyári és egy téli *a* minőségű gázolaj esetében. Az adalék anyagok hatását 0,02—1,00 s% koncentrációtartományban vizsgáltuk, de csak a 0,1 s%-os adalék anyag koncentrációk esetére adjuk meg az eredményeket, mert azt találtuk, hogy ilyen adalékolás már jelentős effektust okoz.

Az *1. táblázatban* a vizsgált gázolajok néhány fontosabb jellemzőjét tüntettük fel. A *2. ábra* az *1.* gázolajban, a *3. ábra* a *2.* gázolajban, a *4. ábra* a *3.* gázolajban mért dermedéspont- és CFPP-csökkentést mutatja, tehát az eredeti gázolaj dermedéspont-, illetőleg CFPP-értékének és az adalék anyaggal elért dermedéspont és a CFPP-értékeknek a különbségét.

1. táblázat

A vizsgált gázolajpárlatok jellemzői

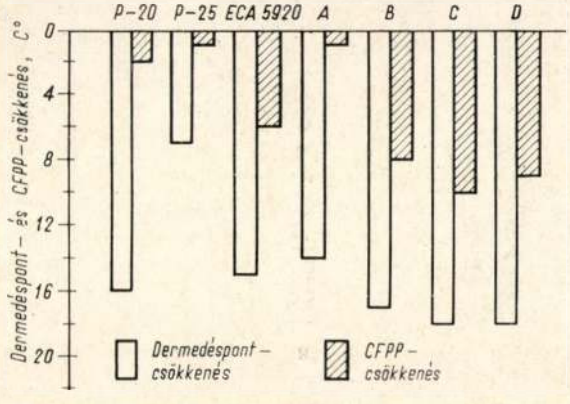
	1. gázolaj	*2.* gázolaj	*3.* gázolaj
Eredet	Magyar	Iraki	Szovjet
Sűrűség, d_4^{20}	0,8271	0,8383	0,8306
Kezdő forrpont, C°	197	174	169
Végforrpont, C°	388	402	382
Átlag-molekulasúly, $\bar{M}$	240	239	213
Zavarosodási pont, C°	+9	+9	±0
Dermedéspont, C°	±0	±0	−10
CFPP, C°	+6	+7	−2

Megállapítottuk, hogy az általunk előállított adalék anyagok dermedéspont-csökkentő hatása kis mértékben jobb, mint a vizsgált kereskedelmi termékeké, a *B, C* és *D* jelű termékünk pedig erősebben csökkenti a hidegszűrhetőség hőmérsékletét, mint a kereskedelmi termékek.

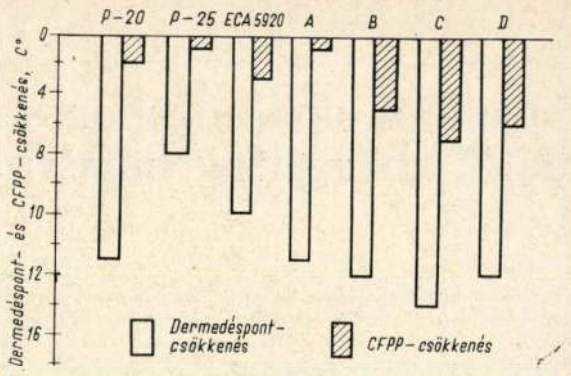
Azt is megállapítottuk, hogy a Paradyne—20 és az ECA 5920, valamint a *B, C* és *D* jelű adalék anyagok segítségével a nyári minőségű párlatokból téli *a* és téli *a* minőségűből téli *b* minőségű terméket lehet előállítani.

Összefüggés a gázolajok összetétele és az adalék anyagok hatása között

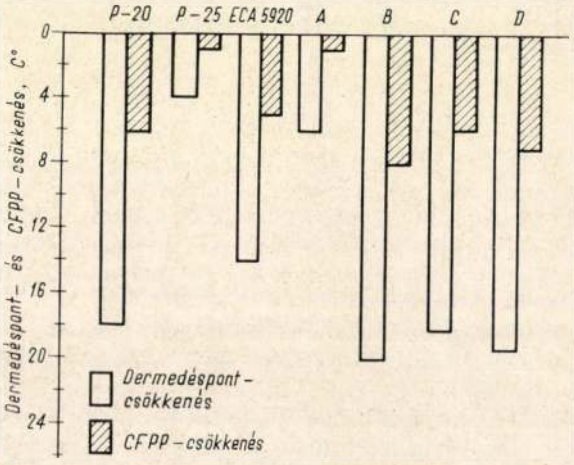
Vizsgálataink másik célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen összefüggés van a gázolaj összetétele és az adalék anyagok dermedéspont- és CFPP-csökkentő hatása között. Ennek érdekében meghatároztuk a gázolajminták szénhidrogéncsoport-összetételét infravörös és ultraibolya spektrofotometriás módszerrel. A ±1,5%-os pontossággal meghatározott értékeket a *2. táblázatban* foglaltuk össze. Az adatokból megállapítható, hogy az *1.* és *2.* sz. gázolaj szénhidrogéncsoport-összetétele csaknem azonos, míg a *3.* párlat kevesebb paraffinkötésű szénatomot tartalmaz. Ez a különbség megmutatkozik dermedéspontjukban is, az *1.* és *2.* sz. gázolaj dermedéspontja 0 C°, a *3.* gázolajé −10 C°.



2. ábra
Az **1** *jelű gázolajban mért dermedéspont- és CFPP-csökkenés*



3. ábra
A **2** *jelű gázolajban mért dermedéspont- és CFPP-csökkenés*



4. ábra
A **3** *jelű gázolajban mért dermedéspont- és CFPP-csökkenés*

A szénhidrogéncsoport összetételében nem találtuk meg az adalék anyagok által az egyes gázolajokban

2. táblázat

A gázolajminták szénhidrogéncsoport-összetétele és aromásgyűrűszám-megoszlása

	1. gázolaj	*2.* gázolaj	*3.* gázolaj
C_A, %	14,0	13,7	15,1
C_P, %	67,5	66,6	61,8
C_N, %	18,5	19,8	23,1
Aromások, % 1 gyűrűs	11,5	10,7	16,6
Aromások, % 2 gyűrűs	6,0	6,1	6,3
Aromások, % több gyűrűs	1,1	1,2	—

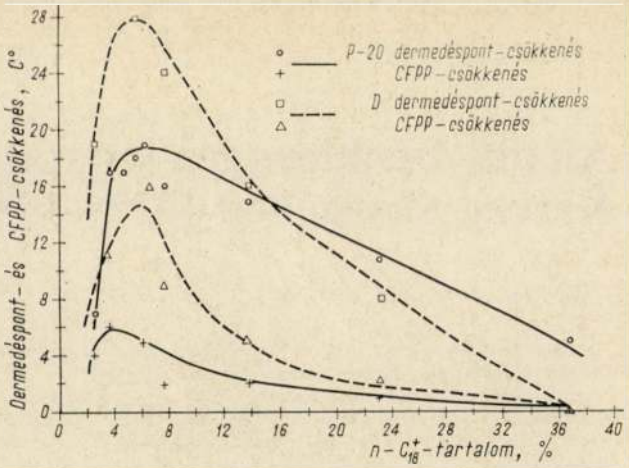
előidézett különböző mértékű változások okát. Az azonos dermedéspontú és szénhidrogéncsoport-összetételű *1.* és *2.* sz. gázolaj esetében például az adalék anyagok eltérő hatásúak. Ezért vizsgálatainkat kiterjesztettük a gázolajokban levő n-paraffin-tartalomra is *(3. táblázat)*.

3. táblázat

Normálparaffin-szénhidrogénkoncentrációk a gázolajpárlatokban

Komponens	Gázolajpárlatok		
	1.	*2.*	*3.*
$\Sigma n\text{-}C_9\text{-}n\text{-}C_{17}$	29,7	25,5	30,3
$n\text{-}C_{18}$	2,7	1,9	1,8
$n\text{-}C_{19}$	2,2	1,6	1,5
$n\text{-}C_{20}$	1,6	1,1	1,2
$n\text{-}C_{21}$	0,8	1,2	1,0
$n\text{-}C_{22}$	0,4	0,9	0,1
$n\text{-}C_{23}^{+}$	—	7,1	—

A dermedéspontot különösen a $n\text{-}C_{18}$ és magasabb n-paraffin-szénhidrogének mennyisége szabja meg [4]. Ezért összefüggést kerestünk a gázolajok $n\text{-}C_{18}^{+}$-tartalma és az adalék anyagok hatása között. Az *5. ábrán* mutatjuk be a Paradyne—20 és a *D* jelű adalék anyag dermedéspont- és CFPP-csökkentő hatását a gázolaj $n\text{-}C_{18}^{+}$-tartalma függvényében. Az eddigiekben ismertetett három gázolajon kívül az ábrán más gázolajokkal nyert adatainkat is feltüntettük. Megállapítható az ábráról, hogy mindkét adalék anyag jelentősen csökkenti a gázolajok dermedéspontját, ha azokban a $n\text{-}C_{18}^{+}$-tartalom 4 és 20% között van. A hidegszűrhetőség hőmérsékletét csak akkor javítják, ha a gázolaj $n\text{-}C_{18}^{+}$-tartalma 3 és 9% közötti érték, és erősebb effektust csak a *D* jelű adalék anyag mutatott.



5. ábra
Különböző $n\text{-}C_{18}^{+}$-tartalmú gázolajpárlatokban mért dermedéspont- és CFPP-csökkenés P—20 és D adalék anyag esetében

Eredményeink alapján így lehetővé vált, hogy bármely gázolaj n-paraffinszénhidrogén-tartalmának ismeretében megbecsülhessük, hogy a vizsgált adalék anyagok várhatóan milyen mértékben javítják a gázolaj dermedéspontját és hidegszűrhetőségi hőmérsékletét, illetőleg, hogy hogyan kell bekeveréssel megváltoztatni a gázolaj n-paraffin-tartalmát ahhoz, hogy az alkalmazott adalék anyag hatásos legyen.

IRODALOM

[1] *Krupová, O.—Runa, A.—Revus, M.:* Ropa a Uhlie 558 (1973).
[2] *Sakai, I.:* Junkatsu 331 (1970).
[3] *Coley, T.—Rutishauser, L. F.:* Erdöl u. Kohle 93 (1967).
[4] *Engel, D.—Ticac, G.:* Nafta (Zágráb) 581 (1967).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Ünnepi ülés az alföldi szénhidrogénkutatás és -feltárás 30 éves évfordulója alkalmából

Szolnok, 1976. április 2.

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Alföldi Fúrási Csoportjának rendezésében fenti tárgyban tartott MTESZ ünnepi ülésen megnyitót mondott dr. *Vándorfy Róbert* igazgató, emlékezve a 30 év alatt megtett útra, nehézségekre, eredményekre, a magyar olajkutatás történelmének nagyszerű fejezeteire.

Az ünnepi ülés elnöksége
Dr. Vándorfy Róbert elnöki megnyitóját tartja

Az ülésen a következő előadások hangzottak el:

Dr. *Vándorfy Róbert:* **Az MTESZ és az NKFÜ kapcsolata az elmúlt 30 év alatt**
Dr. *Somfai Attila:* **Az alföldi szénhidrogén-kutatás eredményei 30 év alatt**
Győry Gyula: **A fúrási technológia 30 éves fejlődése**
Dr. *Völgyi László:* **A mély- és nagymélységű szénhidrogén-kutatás múltja, jelene és jövője**
Suba Sándor—Kánnár Tibor—Kiss Bertalan: **A mélyfúrási geofizika fejlődési szakaszai és feladatai a szénhidrogén-kutatásban**
Szabó Mátyás: **A kútszerkezet-tervezés fejlődése a Nagyalföldön**
Győry Gyula—Vigh Mihály: **Fúró-, lyukbefejező és kútjavító berendezések fejlődése és a további fejlesztés perspektívái**

Zárszót *Győry Gyula* műszaki igazgatóhelyettes mondott. Az elhangzott előadások az elmúlt 30 év munkájának geológiai, fúrási, geofizikai, gépészeti vonatkozásában mutatták be a fejlődést, és mutattak rá, hogy egyre fontosabb és döntőbb a műszaki tudományos egyesületek léte, tevékenysége.

Az előadások után *Rumpf Pál,* az Olajipari Pártbizottság titkára méltatta a szerteágazó, de mégis szorosan összekapcsolódó feladatok elvégzésének nagyszerű tényeit, eredményeit, kiemelve e kapcsolatok emberi vonatkozásának fontosságát.

Barka Vilmos
műszaki tanácsadó
(NKFÜ, Szolnok)

Állami szénhidrogén-kutatások Karcag térségében 1927—1930 között

IHAROS MIKLÓS—
CSATH BÉLA

A Karcag-Berekfürdő I. és II. sz. fúrás néven ismert két kincstári kutatófúrást Pávai Vajna Ferenc telepítette.

Az I. sz. fúrásban 625 m-ben megütött kavicsos homokból 60—80 m magasra tört fel a gázos víz nagy mennyiségű homokkal. Az 1228,6 m mélységű I. sz. kút gázát az odatelepített üveggyár hasznosította.

A II. sz. kutatófúrás célja az I. sz. fúrásnál talált homokos kavicsból álló gázos szint óvatos megnyitása volt.

A karcagi kutak hévizének hasznosítására gyógyfürdőt létesítettek, ahol gyógymedence, kád- és strandfürdő épült, majd az eredményes geofizikai kutatások alapján 1957 után a tatárülési kutak üzembe helyezésével a földgázhasznosításnak új fejezete kezdődött, és megindult az Alföldön az első nagy ipari fogyasztó, a Karcagi Üveggyár földgázzal való folyamatos ellátása.

Előzmények

A két világháború közötti állami szénhidrogén-kutatás az Alföldön a hortobágyi fúrással, valamint a *Hajdúszoboszló I.* és a mentés alatt levő *II.* fúrással, melynek mélysége 1927 elején még az *I.* fúrás mélységét sem érte el, távolról sem volt elegendő a vastag pleisztocén, levantei és pannóniai kőzetek alatt feltételezett szarmata rétegek gyűrődéseinek tisztázására, feltárására.

A Pénzügyminisztérium Bányászati Osztályának geológiai munkálatai során 1926-ban dr. *Pávai Vajna Ferenc* főgeológus Karcag város határában a negyedkori rétegekben egy olyan redőzést mutatott ki, melynek boltozata a „Berek" nevű határrészben alkalmasnak látszott reményteljes szénhidrogén-kutatásra. Ennek alapján Karcag város képviselő-testülete a fúrás költségeihez 125 000 pengővel járult hozzá.

A fúrás pontos helyét *Pávai Vajna* a várostól ÉNY-i irányban 10 km-re, a tatárülési vasúti megállótól pedig kb. 2,3 km-re ÉK-re, az ún. Berek-dűlőben, a pleisztocén rétegeken mért dőlések alapján jelölte ki, vagy ahogy *Móricz Zsigmond* írta: „a mezsgyétől kétszáz méterre ÉK-i irányban, ott van egy kökénybokor, attól pontosan 3 méterre kell leütni a fúrót" *(1. ábra)*.

1927 májusában érkezett le a pénzügyminiszter felhívása a város polgármesteréhez, amelyben a várost a megszavazott összeg befizetésére hívta fel. A Karcag város polgármestere által összehívott kútfúrási bizottság a megszavazott pénz kiutalását elhatározta, de egyidejűleg szükségesnek látta a haszonrészesedés kérdéseinek tisztázását is. Ezzel kapcsolatban a Karcagi Napló (1927. május 11-én) így ír: „Ez a megállapodás nem lesz könnyű, mert hiszen nem lehet tudni sem azt, hogy mi fog feltáratni, sem pedig az, hogy milyen mennyiségben? Bizonyos percentuális megállapodás azonban megtörténhetik."

A Karcag I. fúrás

A *Fauck*—1600 típusú fúróberendezés *(2. ábra)* szállítását a „Hungarian Oil Syndicate Ltd." bajai fúrásától 1927. június első napjaiban kezdték el, s tervbe vették a tatárülési állomástól a fúrás helyéig lóvasút kiépítését. Ezen a kisvasúton kívánták a későbbiekben megoldani — egyéb fúrási szerszámokon kívül — a havi 15—16 vagon szén szállítását is a fúrási telephelyre.

A szénhidrogén-kutatás ügye ezzel a megvalósítás stádiumába jutott, és a Karcagi Napló tudósítója szerint „eredmény esetén pedig a Berek képe teljesen át fog alakulni". A cikk írója megelőzve *Móricz Zsigmond* látomását — melyet „Ömlik az arany a karcagi pusztán" című cikkében írt 1932-ben — a továbbiakban így mereng: „Kőút és vasút fog épülni a Berek-

1. ábra
A karcagi fúrások helye

2. ábra
Fauck-fúróberendezés gépháza
(balra Butor András fúrómester, jobbról dr. Schmidt E. R. bányamérnök-geológus)

beli 1. és 2. dűlő közötti úton. Házak, gyárak, raktárak épülnek, vagy fürdőtelep létesül aszerint, hogy hőforrást találunk, vagy petróleumot. A hely fürdő céljaira is alkalmas, mert a határ e részén a talaj igen jó minőségű úgy, hogy fásítani, parkírozni könnyen lehet. A földek ára a Berekben felszökik, ha a fúrás eredményes lesz".

Június hó végén kezdték a berendezés felszerelését. A Karcagi Napló 1927. augusztus 10-i számában hírt ad arról, hogy „áll már a 20 m magas fúrótorony, felállították a két gépet, melyekkel a fúrást végzik. A fúrás helye bár 10 km-re van a várostól, de azért még sincs messze a kultúrától, már fel van szerelve a rádió".

Mindezen előzmények után a fúrás 1927. augusztus 22-én indult meg.

A fúrás üzemvezetője, *Iharos Miklós* bányatiszt volt; a fúrási üzem felügyeletét a Pénzügyminisztérium gyakorolta.

A holocén humuszos és a pleisztocén felső (0—49,6 m-ig) homokos, márgás, agyagos szakaszának átfúrása után 558 mm átmérőjű béléscsőrakattal biztosították a lyukat.

A továbbfúrás alkalmával változatlan pleisztocén korú rétegeket harántolt át a véső, több helyen lignitnyomokkal. Az első gáznyomot a 113—120 m közötti szakaszban észlelték. Ezt a szakaszt 148,8 m-ig mélyítették és 508 mm-es béléscsőrakattal csövezték.

A fúrási dolgozók csoportját a *3. ábra* mutatja.

A pleisztocén korú rétegekbe a 458 mm-es béléscsőrakat saruját 221,1 m-ig vitték le. A 406, a 363, illetve 323 mm-es béléscsőrakatokkal 303,4, 458,9, illetve 592,4 m-ig csöveztek, miközben túlnyomóan agyagos, alárendelten homokos, gyakran kaviccsal, lignittel és tufával közbetelepült rétegsort harántolt a véső.

A továbbfúrás során dr. *Schmidt Eligius Róbert* anyagfeldolgozását követve, a véső az alábbi rétegeket harántolta:

592,4—594,6 m-ig szürke és világos agyag (ebbe a szakaszba ültették le a 323 mm-es béléscsőrakat saruját);
594,6—598,1 m-ig szürke, homokos agyag;
598,1—600,25 m-ig világos, kékesszürke, durva agyagos homok;
600,25—609,2 m-ig kékesszürke homokos agyag;
609,2—626,3 m-ig kékesszürke agyag;
626,3—629,0 m-ig kavicsos durva, szürke kvarchomok;
629,0—637,4 m-ig világosszürke, tufás, agyagos homok (634,6—636,4 m között gyér lignitnyomok);
637,4—641,5 m-ig apró kavicsos, kékesszürke, kissé homokos agyag.

1928. január 21-én a fúrás üzemvezetője jelentette a Pénzügyminisztérium XV. osztályának, hogy szombatra virradóra a 626-ik méternél a furadék gáztároló rétegre utalt, ennek ellenére a fúrólyukat 641,5 m-ig továbbfúrták, majd beépítették a 282 mm-es béléscsőrakatot.

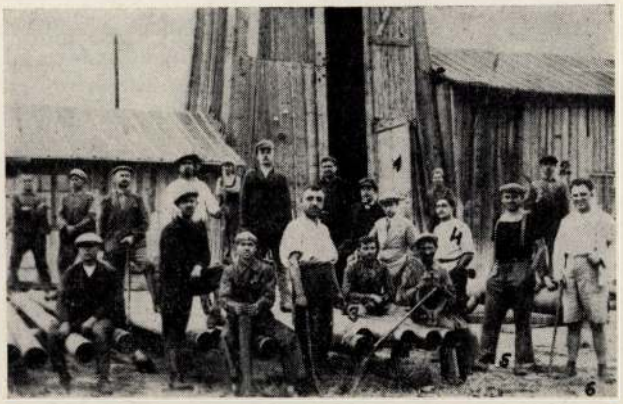
A 282 mm-es béléscsőrakatnak a 323 mm átmérőjű béléscsőrakat saruja fölé 586 m-be való visszahúzása és a „sűrű öblítésnek vízre való kicserélése után sem lehetett gáznyomokat észlelni, sőt a 20 m-ben levő nyugalmi vízszint hosszabb megfigyelési idő alatt sem mutatott emelkedést, azaz vízhozzáfolyást".

Ezt követően a Pénzügyminisztérium részéről kiküldött *Faludi Béla* bányatanácsos 1928. június 27-én a lyukban levő víz óvatos kikanalazását rendelte el. A víz nívóját 35 m-ig süllyesztve a negyedik kanál kiemelése után a víz egyre gyorsuló sebességgel kezdett emelkedni, majd túlfolyt. Az ötödik kanál kiemelése után — délelőtt 10 órakor — már a fúrótoronyba szökött fel a víz, majd alig hagyva időt a fúrási személyzet menekülésére, „mennydörgéshez hasonló robaj kíséretében több mint félezer méter mélységből tört elő a karcagi határ szenzációs értékű természeti kincse" írta a Karcagi Hírlap (1928. január 27.).

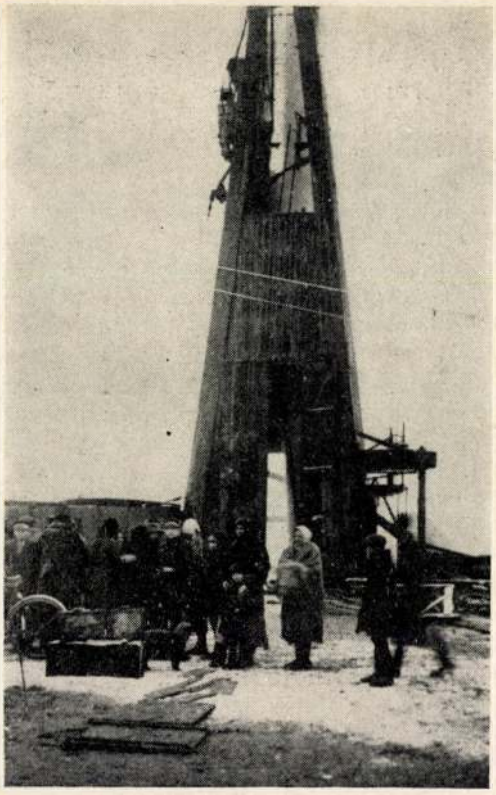
Teljes béléscsőszelvényben kb. 90 m magasba tört fel 2 órán át száraz földgáz, majd ezt követően homok és kaviccsal 45—50 C° hőmérsékletű erősen bitumenes hévíz.

A hatalmas erupció az ötsoros koronacsigát leszakította és lelökte, a torony deszkázatát pozdorjává törte, a daru és gépház fedelét szétvetette *(4. ábra)*. A gázos meleg víz kb. 10 óra múlva már csak 40—80 m magasságig lövellt fel, sötét sugárban ömlött szét a fehér havon, melyet pár száz méteres körben kékesszürkére festett pillanatok alatt a messze szétpermetezett iszapos víz, amiben bőven akadtak kavics- és márgadarabok is.

„A tanya lakossága félelemtől telt borzongással bá-



3. ábra
Fúrási dolgozók csoportja
(1 Barabás Lajos adminisztrátor; 2 Széll Kálmán fúrókovács; 3 Horváth Béla, 4 Bese Mihály, 5 Butor András fúrómesterek; 6 dr. Schmidt E. R. geológus)



4. ábra
A megsérült fúrótorony

mulja a föld őserejének ezt a megnyilatkozását" írja a Karcagi Napló helyszíni tudósítója.

Sem a víz, sem a sistergő földgáz mennyiségét megmérni nem lehetett, bár egyenesen ezért utazott a helyszínre *Böhm Ferenc* miniszteri tanácsos, *Pávai Vajna* főgeológus és *Pantó Dezső* bányatanácsos is; a feltörő gázos meleg víz mennyiségét kb. napi százezer m^3-re becsülték.

A hajdúszoboszlói első fúrás eredményének távlati perspektíváját az újságíró, a Karcagi Hírlap tudósítója így látta:

„Ha a szakembereknek ezek a reményei beválnak, Karcag város nemcsak az Alföld világító elektromos áramfejlesztés első gócpontja lesz, hanem itt fog életre kelni az első műtrágyagyár is, amely visszaadja a magyar búza acélosságát és a kopár szikek termőerejét".

A Pénzügyminisztérium XV. osztályát képviselő *Böhm Ferenc* — áttanulmányozva a fúrási napló bejegyzéseit — úgy határozott, hogy a feltört gázos víz elfojtása után a fúrási munkálatokat folytatni kell, mert a karcagi fúrásnak a száraz gáz feltárása a végcélja.

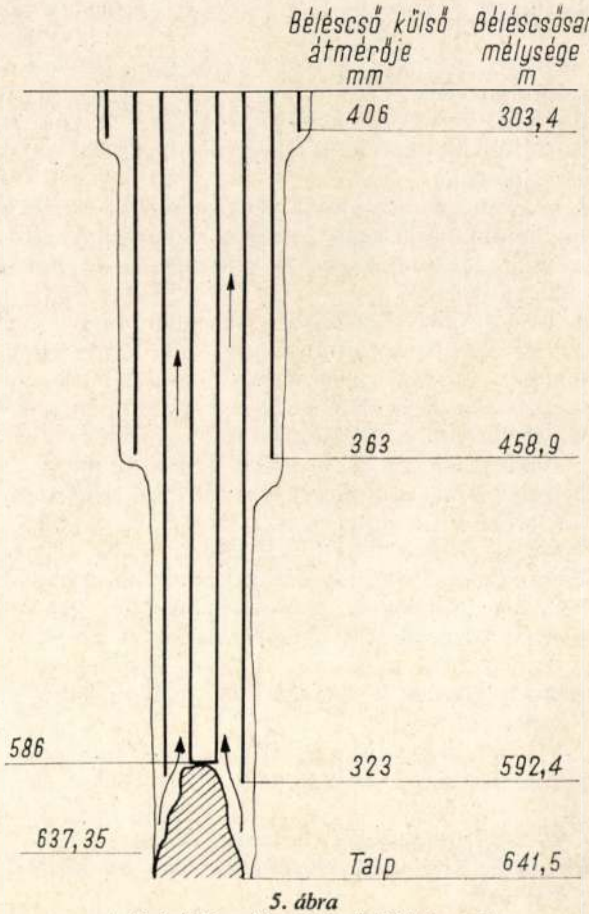
A gázos kút kitörését követő harmadik napon — pontosan a 44. órában — a lyuk magától eldugult, a víznívó 22 m-ig süllyedt le, és csend lett a Berekben. A 44 órai erupció alatt kidobott kavicsos homok és agyagtörmelék több száz köbmétert tett ki — *Schmidt E. R.* szerint 80 vagont —, s a torony körül fél méter vastagon 200—300 méter körzetben borította be a havat.

A kitörés ily hirtelen megszűnése, vagyis az eldugulás feltételezett oka az volt, hogy az az üreg, ami az 592,4 m mélyen álló béléscsősaru alatt képződött a 641,5 m-ig előfúrt csövezetlen szakaszban — ahonnan mintegy 80 vagon apró kavicsos homokot dobott ki az erupció — beomlott, és ennek közepén kúpot alkotva, elzárta a 282 mm-es béléscső saruját. Ennek következtében, a gázos meleg hévíz csak az omladékkúp és az ép kőzet határán tudott felemelkedni, de akkor már a 282—323 mm átmérőjű béléscsőrakat közötti szűk csőközön nyerhetett csak egész csekély levezetést *(5. ábra)*. Ekkor a morajló forró víz kíséretében alig 2000 m^3 földgázt mértek naponta.

A szakértők állítása szerint egyébként a két cső között feltörő gáz is teljesen elegendő a meglevő városi üzemek táplálására és a gyógyfürdő létesítésére. Ezt a megállapítást visszhangozza a Karcagi Hírlap 1928. február 18-i „Fúrjunk, vagy ne fúrjunk" című cikkében a cikkíró, amikor a gázkút kiképzését sürgeti és a továbbfúrás ellen foglal állást.

A gáz hírére kül- és belföldi ajánlatok érkeztek a polgármesterhez a gáz kihasználása céljából (üveggyár létesítése). A gázkútbizottság arra az álláspontra helyezkedett, hogy a további fúrást be kell szüntetni, és az elért eredményt hasznosítani kell.

A városi közgyűlés határozatára küldött utazott a Pénzügyminisztériumba azért, hogy „engedtessék át a földgáz és gyógyvíz kihasználásra Karcag városának". A Pénzügyminisztérium illetékese, *Böhm Ferenc* közölte, hogy kiképzik a gázkutat, s ha a víz vegyvizsgálatának megállapítása után a város továbbra is ragaszkodik a kúthoz, a minisztérium azt átengedi, s száraz gáz után másutt fúrat; „ezt a területet ugyanis kihasználatlanul nem hagyjuk, mert nem sokkal nagyobb



5. ábra
A hévíz főláramlása az omladékkúp mellett

mélységben száraz gázt remélünk feltárni" (Karcagi Hírlap 1928. március 25.).

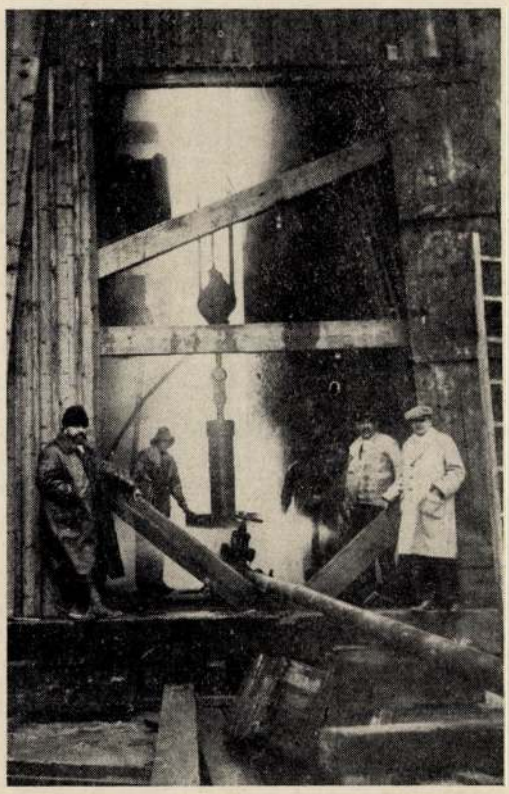
A kútkiképzés azonban nem ment olyan könnyen, mert újabb és újabb erupció lépett föl. *Böhm Ferenc* javaslatára a csőközből való termeltetés metódusát alkalmazva — mely lehetővé teszi nemcsak a víz termeltetését, hanem a fúrás folytatását is — megkezdték a csőrakatot elzáró omladék átfúrását és a 282 mm-es cső visszaépítését. 641 m-ig történt felfúrás után nyilvánvaló lett, hogy a 282 mm ∅-jű cső saruja alatt volt omladékban sem víz, sem gáz nincs, sőt több esetben még az öblítővizet is elnyelte a lyuk. A 640 m-es talpra leállított 282 mm-es csőrakatot 625,9 m-ben elvágták annak érdekében, hogy a következő béléscsőrakat (241 mm) beépítése után a 282 mm-es csőrakat kiépítését követően nagyobb szelvényű béléscsőközön lehessen termeltetni a gázos meleg vizet.

Időközben a Debreceni Egyetem Orvosi Vegytani Intézetében a föltört víz elemzését is elvégezték.

Karcag város a vegyvizsgálati eredményekkel megelégedve kérte a kút kiképzését. Eleinte a Pénzügyminisztériumban is az volt a felfogás, hogy a kút kiképzését megengedik, és egy újabb helyen, a mostani fúrástól kb. 100 m-re kezdenek egy újabb fúrást, később azonban a minisztérium ezt az álláspontot megváltoztatta, és elrendelte a fúrás továbbmélyítését.

A fenti döntés alapján *Faludi Béla* bányatanácsos fokozott felügyelete alatt a fúrási munkákat ismét folytatták; ennek során a következő 241 mm átmérőjű béléscsőrakatot 653 m-ben szilárd agyagba, saruzással ültették le.

Az előzőleg 625,9 m-ben elvágott 282 mm ∅-jű béléscsőrakat felső részét kiépítették, és amikor az elvágott béléscső alsó vége felért az 592 m-es mélység közelébe, a vízzel és gázzal együtt olyan mogyoró nagyságú és apró kavicsos homok jött fel, amilyent 626,3—629,0 m között fúrtak át, tehát kétségtelen, hogy a vizes gáz ebből a porózus rétegből jön, ahol a megbővült csőközön (323—241 mm) szabadon jöhet a víz a felszínre *(6. ábra)*, és itt a felszerelt csőelzáró szerkezeten keresztül a kút a vizet 4-5 m-nyire oldalt kivágta.



6. ábra
Dr. Pávai Vajna Ferenc főgeológus; Szabó Lajos fúrómester és Faludi Béla bányamérnök az eruptáló kút mellett

7. ábra
Biztonsági elzárószerkezet a lyukfejen
(Szabó Lajos, Bese Gábor és Butor András fúrómesterek)

A kutat változatlanul a béléscsőközről termeltették, s ezen a szelvényen át napi 5700 m^3 gázos víz ömlött ki a karcagi kútból. A földgáz mennyisége a különböző mérések szerint naponta 2900 és 3600 m^3 között ingadozott.

A termeltetési idő alatt a 241 mm ∅-jű béléscsőre biztonsági elzárószerkezetet szereltek *(7. ábra)*.

A csőközről való termeltetés közben a fúrás mélyítését terv szerint folytatták, a víztermelés és a kisebb-nagyobb erupciók a fúrási munkákat nem akadályozták, s a 207 mm-es béléscsőrakat saruját 1928. július 18-án a 882,3 m-es agyag fúrólyuktalpba állították be.

A továbbfúrás során augusztus utolsó napjaiban „átfúrták a föld mélyében az ezredik métert". Ez alkalomból *Pávai Vajna* főgeológus a Karcagi Hírlap részére többek között a következőket mondta: „A karcagi fúrást tovább folytatjuk. A cél itt újabb szintek megvizsgálása, ahol főleg száraz földgázt remélünk. Magában az a körülmény, hogy aránylag ilyen csekély mélységben, mint Karcagon olyan hatalmas gáztömeg gyülemlett össze, azt bizonyítja, hogy mélyebb szintekben ahonnan ez felszivárgott, még sokkal nagyobb gáztömegek vannak. Az újabb kutatások iránya Karcag és környéke, mint az eddigi legkiadósabbnak ígérkező terület."

(Eközben 1928-ban a Pénzügyminisztérium torziós-inga-méréseket végeztetett Kunmadaras környékén.)

Az utolsó előtti, 171 mm ∅-jű béléscsőrakat saruját 1094,4 m-ben állították be.

Az utolsó, 138 mm ∅-jű béléscsőrakat részére való előfúrás közben 1176—1185 m között újabb homokréteget harántolt a véső. *Iharos Miklós* jelentése szerint a csőben, illetve a csőközben levő víz bugyborékol. *Faludi Béla* utasítására kanalazást végeztek; a művelet eredményeképpen a kút kitört és 120 l/min 62 fokos gázos meleg vizet termelt. A talpi hőmérséklet 80 C° volt. A lyukat iszappal elfojtották, s a fúrást folytatták abban a reményben, hogy megtalálják a gáz fő fészkét.

Pávai Vajna Ferenc az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1928. október 21-én megtartott közgyűlésén az alábbiakat közölte: „Ma 1200 m felé jár a fúró, és több olyan réteget fúrtunk át, amelyekben esetleg már száraz gáz is lesz."

A karcagi berekbeli fúrás 1928. november 13-án elérte a 1224,6 m végleges talpmélységet. Tekintettel arra, hogy kőolaj jelenlétére kevés volt a nyom, a Pénzügyminisztériumban úgy döntöttek, hogy az eredetileg 1600 m-re tervezett fúrást nem folytatják.

Az utolsó rétegvizsgálat alapján felmerült a Pénzügyminisztériumban az a gondolat is, hogy 102 mm-es béléscsővel történjék a lyuk kicsövezése (0—1224,6 m-ig) és a 138 mm-es béléscsőnek megfelelő helyen való elvágása és kiépítése után a nyert 171—102 mm-es béléscsőközön lehetővé válhat a 75 C°-os gázos meleg víz termeltetése, és amellett a felső rétegekben feltárt meleg víz külön termeltetésére is sor kerülhetett volna (a 323—243 mm-es csőközön). Erre azonban a Pénzügyminisztériumnak költségvetési keret hiánya miatt nem volt lehetősége, ezért Karcag város segítségét kérte a 102 mm-es béléscső beszerzésére. A város vezetősége azonban ezt az ajánlatot nem fogadta el, a kért segítséget nem adta meg, és így hozzáfogtak a lyuknak gázos meleg víz termeltetésére való kiképzéséhez.

1929. január első napjaiban kezdetét vette a berekbeli kút kiképzése, miután a fúrás vezetősége megkapta az utasítást, miszerint „alulról kezdve kell megvizsgálni a gáz és víz jelenlétét, összetételét és a fúrás kiképzése után át kell adni a kutat a városnak használatra".

Az alsó nyitott szakaszból feltörő 200 l/min 85 C°-os vizet megkísérelték ideiglenesen elzárni iszappal, hogy nyugodtabban tudják a kijelölésre kerülő helyeken a lyukasztásokat elvégezni.

1929. január 24-én nagy fontosságú levél (4945/1929. XV. a.) érkezett *Wekerle Sándor* pénzügyminisztertől, melyben így írt: „... a város környékén lemélyített mélyfúrás további mélyítésének beszüntetése, az eddig átfúrt rétegek szakszerű kivizsgálása és megfelelő mennyiségű gázos víz esetére a kút kiképzése iránt megfelelően intézkedtem.

A kút kihasználási jogának átengedésére vonatkozó feltételeket csak akkor fogom közölni, amikor a kút kiképzése befejezést nyert."

Az 1160—1182 m közötti rétegeket 20 helyen lyukasztották meg, a feltört gáz és víz hozama azonban kevés volt, ezért újabb rétegek bekapcsolását határozták el. A 138 mm-es béléscsőszakaszt 1092 m-ben elvágták és kiépítették, majd a következő „lelőhely" megnyitását a 171 mm-es béléscsőrakatban 1055—1071 m között végezték.

A kezdeti 570 l/min szabadon kifolyt vízmennyiség csökkent, majd a szabadkifolyásos termelés megszűnt.

Az alsó tárolóhoz hozzányitották még a 1014—1037 és a 958—978 m közötti rétegszakaszokat, majd a 171 mm-es béléscsőrakatot 859 m-ben elvágva, ennek felső szakaszát kiépítették.

1929. április 9-én reggel a 207 mm-es béléscsőrakatban 768—779 m között megejtett lyukasztás nyomán 300 l/min 46 C°-os víz tört fel a lyukból napi 210 m^3 gázzal.

A következő napokban olyan „jól értesült" hírek terjedtek el a városban, hogy „a gázkút befejezése és a városnak átadása után a kincstár a próbafúráshoz közel eső helyre egykilométeres körzet valamelyik pontján új kutat kezd fúratni nagyobb átmérőjű csövekkel, hogy mélyebben hatolhassanak le a vésővel. Ez a második fúrás előnyére lesz a városnak, mert ha az olajkutatás e második kútnál is sikertelen lenne, ezt a második kutat is megkapná a város, mely kút aztán, mint tartalék kút szerepelhetne. E második kút fúrásához azonban a város már semmiféle költséggel nem járul hozzá", kommentálta a Karcagi Hírlap az április 13-i számában.

1929. április 27-én ez olvasható a fenti hírlapban: „... néhány nap, és megtudjuk, hogy az első lelőhely, a 624 m mélységbeli hatalmas gázmennyiség ömlik-e most is olyan bőven, mint a gázkút kitörésekor."

A 323 és 241 mm-es béléscsövön az 533—625,9 m között végzett lyukasztás nyomán fokozott mennyiségű víz és gáz ömlött a lyukból.

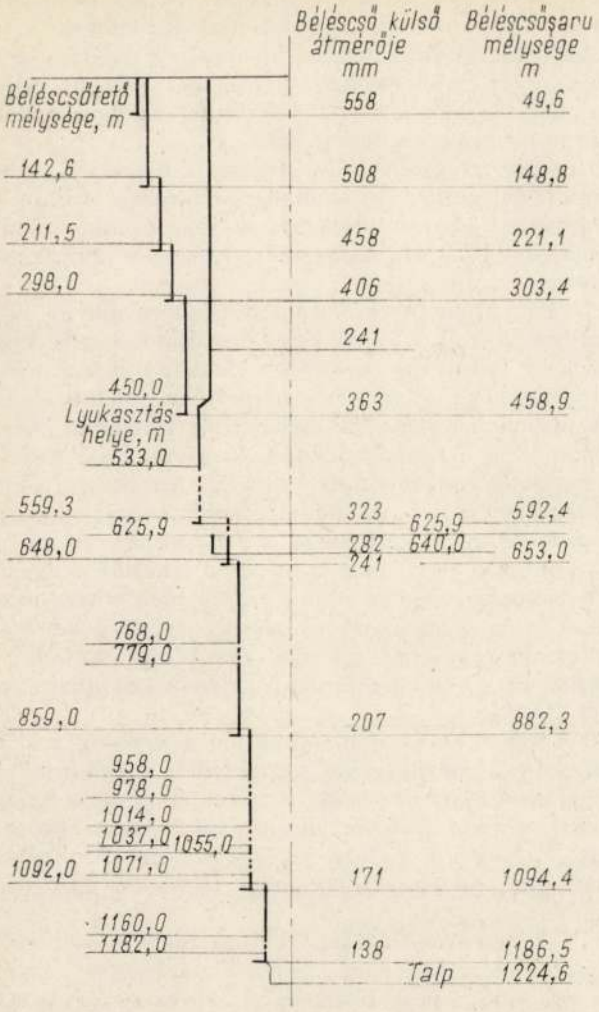
A víz hőmérsékletének emelkedését — mivel a fúrás vezetősége semmiféle adatot nem közölt — a Karcagi Hírlap tudósítója így kommentálta: „...a víz melegebb, mint eddig volt. Eddig ugyanis voltak, akik két óráig is kibírták a vízben, ma nem ül egy óránál tovább benne senki." A lyukasztásokat folytatva „percenként már 1800 liter vizet ad a gázkút". Ezzel a hatalmas víztömeggel nagy gond szakadt a város nyakába, el kell vezettetni, mielőtt bajt csinálna. A lyukasztás utáni feltörések azt mutatták, hogy szaporodott a gáz mennyisége is.

Mazalán Pál bányamérnök a 75 C°-os víz kihasználása céljából úgy vélekedett, hogy a már beépített béléscsőbe lebocsátott kisebb átmérőjű csövön át a 75 C°-os vízzel a legnagyobb valószínűség szerint nagyobb mennyiségű gáz is kerülne a felszínre. A külön beépítendő cső 16 000 pengőbe kerülne. A beépítés azonban nem valósult meg, mivel a város a cső árát nem volt hajlandó kifizetni.

A júliusi városi közgyűlésen elhatározták, hogy egy ideiglenes strandfürdőt építenek, és a Városi Közművek a strandfürdő építésével *Sütő Imre* ácsmestert bízta meg.

Ugyancsak a júliusi városi közgyűlés foglalkozott a berekbeli földgáz-villamostelep létesítésének kérdésével *Fésűs Imre* főmérnök előterjesztése alapján, majd a közgyűlés egyhangú, név szerinti szavazással a munkálatokra a felhatalmazást megadta.

A kút vizének és gázának hozama időközben állandósult, és további megfigyelésre nem lévén szükség,



8. ábra
A Karcag I. kút lyukszerkezete

a Pénzügyminisztérium elrendelte a gázos kút kiképzését. A kút névleges teleszkopikus kiképzését a *8. ábra* szemlélteti.

Mindezek befejeztével, 1929. szeptember 14-én a miniszteriális bizottság közölte a várossal a feltételeit, vagyis, hogy mit kíván a várostól évenként a hévízért, gázért, és átadta a kutat a városnak. E megbeszélést egy birkavacsora követte, azután csend ült a Berekre. Csak a víz csobogott odakint.

A kút végül is a kiképzés után a 626—1182 m között több helyen megnyitott szintekből pontos mérések alapján 2480 l/min 56 C°-os meleg vizet és napi 3576 m³ földgázt termelt.

A fúrással harántolt rétegsor kora és rövid jellemzése — *Schmidt E. R.* és társai szerint — a következőkben foglalhatók össze:

0,00—0,80 m-ig holocén, humuszos, kissé homokos agyag;

0,80—190,40 m-ig pleisztocén, homok, agyag és átmeneti tagok, helyenként kavicsos vagy márgás; gyakoriak a lignit nyomok;

190,40—1224,64 m-ig pliocén, túlnyomóan agyagos, alárendelten humuszos kőzetek, gyakran kaviccsal, lignittel és tufás közbetelepülésekkel. 1037,10 m-től márgásabb jelleggel és kavics helyett homokkővel. 1037,10 m-ig a pliocén rendkívül faunaszegény, s csak ez alatt kerültek elő felső pannonra való korjelzők.

Az *I.* sz. fúrólyukból származó víz hőfokát és a gáz elemzésének adatait a termelőszintekkel az *1. táblázat* szemlélteti.

1. táblázat

Gázelemzések adatai térf. %-ban

Mélység Hőfok	626—628 m 46 C°	1186 m 77,5 C°
CO_2	0,75	0,12—0,10
O	3,15	0,08—0,10
Nehéz szénhidrogének	0,85	
CO	0,26	
CH_4	81,70	99,60—99,70
H	0,32	
N	12,97	0,2—0,10

A leszerelt fúróberendezést a debreceni — Sámsoni úti — fúráshoz szánta a Pénzügyminisztérium, azonban a szakemberek véleménye szerint a 626—628 m mélységbeli nagy gáztárolót kiaknázatlanul hagyni nem szabad. Hosszas mérlegelés után a Pénzügyminisztérium illetékes szervei is arra az elhatározásra jutottak, hogy a bereki gázmedencében rejlő energiaforrást meg kell nyitni. *Wekerle* pénzügyminiszter az új karcagi fúráshoz *Pávai Vajna* előterjesztésére elvben hozzá is járult, és a gázkút kihasználásának jelentőségén kívül a víz hasznosítására nézve is voltak észrevételei (öntözési lehetőség, halastó-jövedelmezhetőség stb.).

Az új fúrásnak a célja az volt, hogy vele az *I.* sz. fúrásban 626 m-nél kezdődő apró kavicsos gázhomokot óvatosan megnyissák, miután attól lehetett tartani, hogy az *I.* sz. kút fúrása közben lezajlott gázerupció ott esetleges erős omlásokkal, idő előtti eltömődéssel, elapadással és vizesedéssel járhat.

Pávai Vajna 1928. október 21-én az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közgyűlésén tartott előadásában a karcagi *I.* sz. fúrás levont tapasztalatával kapcsolatban többek között az alábbiakat mondotta: „Az viszont bizonyosnak látszik, hogy újra lefúrva a 626 m-es szintre, ha ott sűrű öblítés mellett megfelelő szűrőkészüléket építünk be, s ezzel meggátoljuk a homokos erupciót és beomlásos üregképződést, akkor zavartalanul termelhetünk földgázt és annyi vizet, amely nyitott csatornában lehűlve egész nyáron nedvesen tart sok-sok karcagi szikes legelőt, tehát nem fog több kánikulában koplalni a marha, mint eddig."

A Karcag II. fúrás

A miniszteri döntést követően *Pávai Vajna Ferenc* főgeológus 1928. november 26-án kijelölte a *II.* sz. fúrás helyét a Berekben, mely az *I.* sz fúráshoz 200 m-nyire került ÉNY-i irányban a dűlőút másik oldalára a *Szabó János*-féle telken *(1. ábra)*.

A Karcagi Hírlap (1929. január 21.) már közli, hogy felszerelték a fúrótornyot és a gépeket is felállították.

A fúrási pont kitűzését követően érkezett meg *Wekerle* pénzügyminiszter levele, melyben közölte Karcag városával, hogy az előterjesztett kérelemnek megfelelően a Berekben feltárt gázkutat ötven esztendős kihasználásra átadja Karcag közönségének, jelezve azonban egyben azt is, hogy a kihasználási idő száz esztendőre automatikusan meghosszabbodik.

Amennyiben a második gázkút fúrása is sikerrel jár majd, ezt is átadja a miniszter a városnak, hacsak a feltörő energia oly nagy mennyiségű nem lesz, hogy az államnak érdeke volna külön kihasználásra.

1929. február 1-én „a Berekben ismét belevág a fúró a földbe, hogy fokról fokra haladva felszínre hozza a föld gyomrának a rejtett kincseit" olvasható a Karcagi Hírlapban.

A második fúrásban — ismerve az első fúrás adatait — a béléscsőterv is módosult; a kezdő 406 mm-es béléscsőrakatot 57,1 m-es saruállással állították le a holocén rétegek átharántolása után. A következő (323 mm-es) béléscsőrakat 271,1 m-ig biztosította a rétegeket, közben egy 250 m körüli homokból gázos meleg víz tört fel.

480 m-ben az apró kavicsos, igen durva kvarchomok átfúrásakor fellépett kis erupciót gyorsan elfojtották, majd a 243—241 mm-es béléscsőrakatot sarucementezéssel 502,25 m-es mélységig helyezték le. 532 m-ben jelentkezett az első bitumenszagú víz; 548 m-től az átharántolt réteg kavicsos durva kvarchomok, csillámos agyagos homok volt. A gáznyomok erősödésének hatására és a meglepetések elkerülése céljából a 207 mm-es béléscsőrakat saruját 591,9 m-ben állították az agyagtalpba.

A fúrási munkálatok nagy óvatossággal folytak tovább; 608 m alatt 608,1—610,2 és 634,1—640,2 m között igen durva kvarchomokot harántoltak át.

Tekintettel arra, hogy e fúrásnak kifejezetten az volt a célja, hogy vele az *I.* sz. fúrásban 626,3 m-nél megütött és erősen gáztartalmúnak bizonyult réteget megvizsgálják és megnyissák, így a feltárt porózus rétegek megvizsgálására szűrővel is ellátott 138 mm-es béléscsőrakatot építettek be a fent jelzett két porózus réteg alá 650,30 m-ig azok gondos megvizsgálása céljából. A rétegvizsgálat során — a béléscsőbe betódult homok kikanalazása közben — a kút beindult, és 320 l/min mennyiségű gázos víz tört fel.

Az *I.* sz. fúrásban 626,3—629,0 m között feltárt tárolórréteget a *II.* sz. fúrásban mélyebben 634,1 és 640,2 m között tárták fel, de mivel ez sem bizonyult szárazgáz-termelőnek, a fúrással ebben a mélységben nem álltak meg.

A továbbfúrás előtt a próba-rétegvizsgálat céljára beépített 138 mm-es — szűrővel ellátott — béléscsőrakatot ki akarták építeni, azonban az alkalmazott nagy húzásra 598,3 m-ben a szűrőcső az anyamenetéből kiszakadt. A keletkezett 6,45 m-es hosszú, nyitott szakasz kizárására 171 mm-es béléscsőrakatot építettek be a szűrőcsőhöz csatlakozóan átmenettel, majd a fúrás továbbmélyítését 102 mm-es béléscsőrakatnak megfelelő átmérővel folytatták.

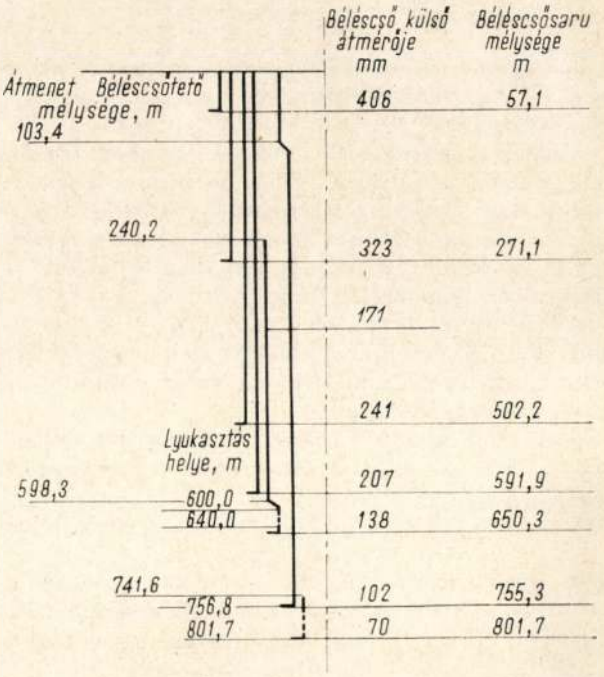
Az 1930. július 23-ról 24-re viradó éjszaka újabb fordulatot hozott a karcagi bereki gázkútfúrás történetében, amikor is a fúró 800 méterhez ért, feltört a gázos hévíz. A kút termelésre kiképezve a 756,8—801,7 m között feltárt tárolórétegből a szűrővel ellátott 70 mm-es béléscsövön keresztül 570 liter 54,5 C°-os meleg vizet adott percenként, s naponta 1100 m³ földgázt (95,1 % metánt) szolgáltatott. A víz szilárd maradéka 1,9969 g/l, kloridtartalma pedig 0,5031 g/l. A *II.* sz. kút vize már az *I.* sz. kút vízhasználatára épített fürdő betonmedencéjébe folyt.

„Véget ért a mélyfúrási munka a Berekben" adta hírül 1930. július 31-i számában a Karcagi Hírlap, és a pénzügyminiszter intézkedése folytán a fúrási munka befejeződött. A kút végleges csövezését a *9. ábra* szemlélteti.

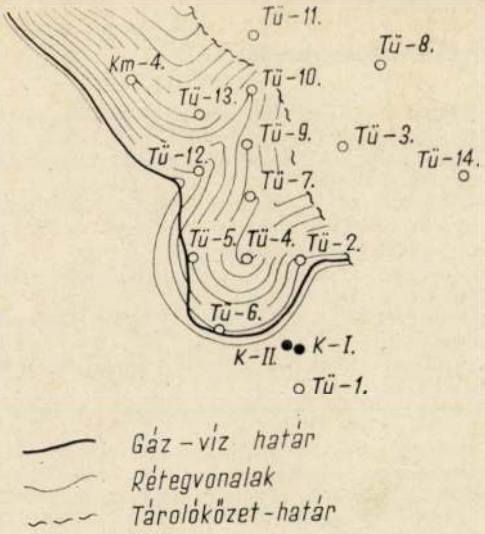
A két karcag-bereki kút kihasználására sok-sok ígéret hangzott el, a városi közgyűléseken sok határozat született, azonban, hogy 1932 tavaszáig mit nem valósítottak meg, azt *Móricz Zsigmond* így foglalta össze Az Est című újság 1932. március 30-i számában „Ömlik az arany a Karcagi pusztán" című írásában, miután kikocsikázott a két kúthoz — álmából felriadva — a következőket látta: „Ott állott a város kocsija velem a puszta közepén, kerékagyig ragadó sárban. A két jó ló alig bírta bevontatni a kocsit a töltéstől a másfél kilométeres uton a kis strandfürdőig, mely elhagyottan áll a hideg és éles szélben. Párszáz lépésre a két kút. Egyszerű vascsőből, vastagon ömlik szakadatlanul a meleg víz. Olyan meleg, hogy az ember elkapja a kezét, ha bedugja.

De sajnos abból amit álmodtam: a fürdőből, a kórházból, a melegágyakból, kertészetből, fűzhántolóból semmi sincs, az mind csak a tervek álma, itt a hideg, széles pusztán. Lehetne, de még nincs, no... Háromezer-kétszáz liter víz bugyog fel percenként és naponta háromezer-háromszáz köbméter elsőrendű gáz, más semmi.

A gázt eleresztik a levegőbe, csak éppen annyit mentenek meg belőle, hogy a telepőr sparhertjében égjen. A víz pedig elmegy az árkokon... És ez a magyar Alföld elkedvetlenítő élete. Mi minden lehetne itt és



9. ábra
A Karcag II. kút lyukszerkezete



10. ábra
A tatárülés—kunmadarasi fúrások tárolókőzeteinek produktív területe és a karcagi fúrások rétegtérképe az I. sz. homokkő tetején (Tü — Tatárülés; Km — Kunmadaras; K — Karcag)

semmi sincs! Itt a drága víz, a csodálatos gáz, napi harminc mázsa porosz szén repül a levegőbe!

Ömlik az aranyfolyam a föld áldott mélyéből a karcagi pusztán és elfolyik, elmegy az árkon a semmibe...

Majd a szebb jövőben másképp lesz ez is. Ha mi nem, fiaink majd okosabbak lesznek."

Mit csináltak az utódok?

A Bányászati és Kohászati Lapok 1939. július 15-i számában ez olvasható:

„Üveggyár épül Karcagon.

A Honi Ipar közlése szerint Karcagon a földgáz felhasználásával speciális üveggyár épül, mely főleg tűzálló üvegedényeket fog gyártani. A vállalat *Veress Zoltán és Tsa cég* név alatt fog működni és az ország idevonatkozó egész szükségletét el fogja látni. A vállalkozás ez év őszén kerül üzembe."

Az 1951-ben megalakult MASZOLAJ geofizikai kutatóbázisának fő feladata volt, hogy regionális vonalak felfektetésével vázlatos képet kell nyerni az üledékes medencék földtani felépítéséről. A mérések számos helyen szerkezeti indikációkra hívták fel a figyelmet, melyek továbbkutatása később eredménnyel járt.

A Kőolajkutató és Feltáró Vállalat Geofizikai Osztályának szeizmikus csoportja 1955-ben Kunmadaras község határában, a régi karcagi fúrások közelében adatokat szolgáltatott Tatárülés területére is. A szeizmikusan kimutatott kiemelkedésen egymás után mélyítették le a kutatófúrásokat, és ezek során az alsópannóniai képződmények felső részén több gáztároló szint mutatkozott. A *Tü-2.* jelű kút földgázát 1957 decemberétől a kút közelében fekvő Karcagi Üveggyárba vezették be, ami lehetővé tette a gyár fejlesztését.

A kutatófúrási tevékenység a tatárülési szerkezeten tovább folytatódott, ahol a *Tü-4.* jelű fúrás újabb gázos homokkőréteget talált; az eredmények alapján újabb fúrásokat telepítettek.

Az 1958-ban lemélyített fúrások szerint a miocén felszíne É felé emelkedett, és jó olajnyomokat mutatott.

A fúrások alapján kimutatott mintegy 4,5 km hosszú É—D-i és 1—2 km szélességű K—NY irányú gáztartalmú terület körülhatárolása hamarosan befejeződött *(10. ábra)*.

*

A kutak hévizét reumás mozgásszervi betegek kezelésére az egyre népszerűbbé váló, folyamatosan korszerűsített Berekfürdőn használják. A fürdőtelepen szálloda, szakszervezeti és vállalati üdülőházak sora épült a különböző hőmérsékletű gyógymedencék, kádfürdők közelében a dolgozók pihenésére és gyógyulására.

IRODALOM

[1] *Böhm F.:* Ásványolaj és földgázbányászat Magyarországon. Bányászati és Kohászati L. *9* 162—4 (1939).
[2] *Dank V.:* Az új magyar gázelőfordulások földtani alkata. Bányászati Lapok 756—61 (1962).
[3] Kőolajipari Tájékoztató *1—4* (1957); *1—4* (1958).
[4] Kőolaj- és gázipari Tájékoztató *1* (1970).
[5] *Móricz Zs.:* Folyik az arany a Karcagi pusztán. Az Est 1932. III. 30.
[6] Napilapok (Karcagi Napló, Karcagi Hírlap).
[7] Bányászati és Kohászati L. Július 15. (1939).
[8] *Pávai V. F.:* Elkészült a karcagi gázoskút. Bányászati és Kohászati L. *11* (1928).
[9] *Schmidt E. R.:* A kincstar csonkamagyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrásai. M. kir. Földtani Intézet Évkönyve XXXIV. k. 72—87 (1939).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Több gázt kap a Dunai Hőerőmű Vállalat

Az új Adony—DHV 24″-es gázvezeték üzembe helyezésével a Százhalombattára szállítható gázmennyiség biztosítja a Dunai Hőerőmű Vállalat villamosenergia-termeléshez szükséges gázigényét.

Az új vezetékhez tartozó gázátadó állomást a Kőolajvezeték Építő Vállalat a vezeték üzembe helyezésének idejére nem tudta elkészíteni, ezért szükségessé vált egy provizórikus jellegű gázátadó megépítése a megnövekedett teljesítmény biztosítására.

Az 1976 januárjában kiadott OKGT-utasítás alapján a Gáz- és Olajszállító Vállalat azonnal megkezdte a régi 140 000 gnm³/h teljesítményű gázátadó állomás kiegészítését egy nyomásszabályozó és kéziszabályozó ág megépítésével.

A kivitelezés előkészítési munkálatait az üzemviteli és üzemfenntartási főosztályok, az építési munkákat a 04. sz. Kápolnásnyéki Távvezetéki Üzem végezték el. A munkaerő- és felszerelés-hiányokkal küszködő üzemnek e népgazdasági szempontból kiemelkedő munkájához a vállalat többi üzemei adtak segítséget.

Az üzem dolgozói megfeszített munkával 1976. március 6-ra elkészítették a provizórikus gázátadót, így készen álltak a 300 000 gnm/³h mennyiségű gáznak a DHV-részére történő átadására.

A biztonságos üzemeltetéshez szükséges kézi szabályozó ágat, valamint a két gázmelegítőt március 11-re építették be.

Az üzem jó munkájának eredménye, hogy 1976. március 12-én éjjel az új 24″-es gázvezeték üzembe helyezésével megindulhatott a provizórikus gázátadó állomáson keresztül a Dunai Hőerőmű Vállalat részére az előbbiekben megjelölt mennyiségű gáz szállítása.

Marjas Kornél
okl. gázmérnök
(GOV, Siófok)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A Nagynyomású Kísérleti Intézet negyedszázados jubileuma

A Nagynyomású Kísérleti Intézet — közkeletű rövidítésével: NAKI — a kőolaj-feldolgozó ipar kutatóintézete. Létrehozását 1951. január 1-i hatállyal rendelte el az akkori főhatóság, a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium. Az Intézet a Kőolajipari Tröszt 1957-es megalakulása óta annak, illetve 1961 óta új nevén: az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) keretében működik.

A 25 éves jubileum megünnepélésére 1976. június 9-én Százhalombattán, a Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) igazgatósági épületének színháztermében került sor. Az ünnepség helye nemcsak azért szimbolikus, mert a DKV a kőolaj-feldolgozó ipar legnagyobb és vertikalitásában leginkább kiépített vállalata, amely a NAKI legtöbb kutatásának realizálásában valamilyen formában érdekelt, hanem azért is, mert a DKV területén belül épül a régóta szétszórt elhelyezésű Intézet központi telephelye (egyes, elkülönült budapesti részlegek százhalombattai elhelyezése éppen júniusban történt meg).

A jubileumi ünnepség elnöksége
Dr. Károlyi József igazgató ünnepi beszédét mondja

Az ünnepség elnökségében helyet foglalt:
dr. *Polinszky Károly* akadémikus, oktatási miniszter,
dr. *Vajta László* akadémikus, az OKGT műszaki vezérigazgató-helyettese,
dr. *Korányi György*, a Nehézipari Minisztérium (NIM) Műszaki Fejlesztési Főosztályának vezetője,
Péceli Béla, az OKGT kőolaj-feldolgozási igazgatója,
Szekeres József, a Százhalombattai Városi Tanács elnöke,
dr. *Péchy László*, a Veszprémi Vegyipari Egyetem rektorhelyettese,
dr. *Szebényi Imre*, a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológiai Tanszékének tanszékvezető docense,
Rátosi Ernő, a DKV igazgatója,
Balázs Gézáné, az MSZMP Százhalombattai Városi Bizottságának első titkára,
Kamarás Mihályné, a Vegyipari Dolgozók Szakszervezetének képviseletében,
Bencsik István, az OKGT Vegyipari Szakszervezeti Bizottságának titkára,
továbbá az Intézet állami és társadalmi szerveinek vezetői.

Az elnökség tagjait, a külföldi meghívottakat, a mintegy 200 fő vendéget és az Intézet dolgozóit dr. *Siposs Géza* tudományos osztályvezető üdvözölte, majd dr. *Vajta László* mondotta el — dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter megbízásából — a NIM, valamint az OKGT üdvözlő szavait.

Ezek után dr. *Károlyi József* igazgató tartotta meg az Intézet fejlődését, eredményeit, perspektíváit taglaló ünnepi beszédét.

Az ünnepi beszédet követően dr. *Vajta László* átadta az Intézetnek az OKGT vezérigazgatójának elismerő oklevelét, dr. *Korányi György* pedig kormány- és miniszteri kitüntetéseket nyújtott át.

A Munka Érdemrend ezüst fokozatát kapta dr. *Károlyi József* igazgató, a Nehézipar Kiváló Dolgozója címben hatan részesültek.

Kamarás Mihályné három főnek szakszervezeti kitüntetést adott át, dr. *Károlyi József* kezéből pedig 26-an vették át az Intézet Kiváló Dolgozója jelvényt és oklevelet, tizenketten pedig — az alapítástól eltelt 25 éves megszakítás nélküli intézeti munkáért — emléktárgyjutalomban részesültek.

A délelőtti ünnepség befejeztével az Intézet vezetősége állófogadást adott; az ebédszünetben a vendégeknek módjuk volt megtekinteni az Intézet történetét, működését, eredményeit szemléltető kiállítást is.

A délutáni tudományos ülésszakon az Intézet 5 szervezeti részlegének vezetője adott áttekintést egy-egy munkaterületről, így

dr. *Péter István* tudományos főosztályvezető a technológiai kutatásokról,

dr. *Vámos Endre* tudományos főosztályvezető az alkalmazástechnikai kutatásokról,

Vajta Lászlóné dr. tudományos osztályvezető a minőségellenőrzésről,

dr. *Szabados István* tudományos osztályvezető a kísérleti-eszköz-kutatásokról, végül

dr. *Siposs Géza* tudományos osztályvezető az iparági dokumentációról és iparjogvédelemről tartott előadást.

A tudományos ülésszak dr. *Zalka Lajos* tudományos igazgatóhelyettes összefoglaló zárszavával ért véget.

Dr. *Siposs Géza*
tudományos osztályvezető
(NAKI)

KÖNYVISMERTETÉS

G. R. Raszszohin: **Gáz- és gázkondenzátum-telepek művelése a termelés végső szakaszában** *(Razrabotka i ékszpluatacija gazovüh i gazokondenszatnüh mesztorozsdenij na pozdnej sztadii)*.

A Nedra kiadó terve szerint az 1976 végén megjelenő könyv a Szovjetunió gáz- és gázkondenzátum-mezőin feltárt telepek művelésének alapkérdéseivel foglalkozik, élettartamuk végső szakaszában. Kimerítően foglalkozik a művelés főbb sajátosságaival, nevezetesen a telepek energiaviszonyaival, a vízbeáramlás dinamikájával, a kondenzátum beáramló víz általi kiszorításával, a szén-dioxidos korrózió dinamikájával, a kis és nagy kútjavítások technológiájával, a termelőcsövekben végbemenő sólerakódásokkal, a kútbeli gázáram szerkezetének változásával. Taglalja a telepek művelési időszakainak és hajtóenergiáinak osztályozását, ismerteti értékelési módszereiket, továbbá vizsgálja a termeltetésre ható főbb tényezőket (kezdeti telepnyomást, áteresztőképességet, a víznyomásos tároló jellemzőit, termelési ütemet stb.). Ismerteti azt a módszert, amellyel — számítógép alkalmazásával — vizsgálható a földtani-hidrogeológiai és technológiai tényezők hatása a művelési rendszerekre. A szerző érdekes számításokat közöl a kezdeti nyomásgradiens esetére, és a számításokkal alátámasztott következtetések igen érdekesek a gyakorlati szakember számára.

(Folytatás a 287. oldalon!)

Bányászati és Kohászati Napok Freibergben

1976. június 2—4.

DR. ALLIQUANDER ÖDÖN — a Freibergi Bányászati Akadémia díszdoktora
GILICZ BÉLA — Dr.-Ing.

A más — mindenekelőtt külföldi — főiskolákkal való érintkezés megerősítésére és a bányászati-kohászati tudományok egységének minden specializálódás ellenére való fenntartására Freibergben 1949 óta évente megrendezett Berg- und Hüttenmännischer Tag-ok, BHT-k sorában a 28. került 1976. június 2—4. között megrendezésre. Az 1765-ben alapított, nagy múltú freibergi Bergakademie röviddel a második világégés után kiváló érzékkel megérezte, hogy múltjának és jövőjének egyaránt tartozik egy ilyen rendezvénysorozat megindításával, amely nemzetközi tekintélyét nagymértékben emelte, és azt azóta töretlenül fenntartja.

Az idei BHT előzményei közé tartozik az a közvetve az egész magyar olajbányászatot is ért megtiszteltetés, hogy a freibergi Bányászati Akadémia DR. ALLIQUANDER ÖDÖNT 1976. május 31-én tiszteletbeli doktorává avatta. Az avatóülés színhelye az Akadémia ősi főépületének történelmi levegőjű aulája — tanácsterme — volt. A tiszteletbeli doktori oklevél magyar nyelven következőképp hangzik:

A Freibergi Bányászati Akadémia
Tudományos Tanácsa
egyhangú határozatával
DR. ALLIQUANDER ÖDÖN *professzor úrnak,*
a műszaki tudományok kandidátusának a
miskolci Műszaki Egyetemen
a mélyfúrótechnikának, különösképpen a szénhidrogéntelepek kutatása és feltárása terén történt továbbfejlesztésében szerzett érdemeiért,
a termelékenység és a műszaki biztonság növelése, valamint a nagynyomású formációk bonyolult viszonyainak leküzdése terén a fúrófolyamat tudományos vizsgálatával elért kiemelkedő teljesítményeiért,
a Magyar Népköztársaság és a Német Demokratikus Köztársaság bányászati iparai számára magasan képzett szocialista káderek képzésében és továbbképzésében tanúsított mintaszerű és fáradhatatlan tevékenységéért és
a Freibergi Bányászati Akadémia és a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem közötti együttműködés terén kifejtett átfogó és önzetlen fáradozásáért
a tiszteletbeli doktor-mérnöki címet adományozza.

A rektor — *Prof. Dr. sc. techn. Rotter*
A dékán — *Prof. Dr. rer. nat. Nölle*

Freiberg, 1976. május 31-én

Ehhez a szép és ritka kitüntetéshez az egész magyar bányászat szívből kíván ALLIQUANDER ÖDÖNNEK jó szerencsét!

Ugyanezen nap délutánján GILICZ BÉLA okl. bányamérnök tett „Mélyfúrások gyűrűs tereiben áramló fúróiszapok reológiai paramétereinek optimalizálása" c. értekezése alapján „summa cum laude" minősítéssel doktor-mérnöki szigorlatot, élénk érdeklődés mellett.

Június 1-én az Akadémia ünnepi kollokviumon adózott egykori professzora, *Karl Kegel* emlékének születése 100. évfordulóján, aki 1918-tól 1941-ig állt a bányaművelési tanszék élén. Hat előadó méltatta *Kegel* érdemeit a bányaművelés egyes részterületeinek fejlesztésében. A BHT hagyományos, Böttgerporcelánból készült idei érmén *Kegel* képe volt látható.

Este pedig a baráti egyetemek és főiskolák képviselői számára vidám összejövetelt rendeztek a történelmi Alt-Elisabeth tanbánya aknaházának egykori imatermében, amely alkalommal néhány vendéget Ehren-Arschleder-rel — tiszteleti farbőrrel — tüntettek ki.

A Freibergi Bányászati Akadémia rektorhelyettese a díszdoktori oklevél átadása után üdvözli a magyar olajbányászat első díszdoktorát.

Az idei BHT kerettémája a Montanwissenschaft und Energiewirtschaft — a bányászati tudományok és az energiagazdaság — volt. Ebben az elnevezésben a bányászati tudományok a kohászati tudományokat is magában foglalja; a montanisztikum egykor a Habsburg-birodalomban is a bányászat-kohászat-pénzverés gazdasági egységét jelentette.

A június 2-i ünnepélyes megnyitón a plenáris előadást *Klaus Siebold* bányamérnök, az NDK szén- és energiaügyek minisztere tartotta „Az energiatermelés, -vezetés és -felhasználás folyamatának szocialista intenzifikálása mint a népesség és a gazdaság fűtőanyag- és energiaszükséglete ésszerű fedezésének fő útja" címmel.

A BHT-n négy sorozatban — 1. Telepek kutatása és értékelése, 2. Bánya- és energiagazdaság, 3. Tüzelőanyagok technológiája és 4. Energiatechnika — 245 előadás szerepelt a műsoron, ebből 86 előadás előadója külföldi — köztük 17 magyar — volt.

Szakosztályunk tagjai részéről a 2. sorozatban a következő előadások hangzottak el:

Alliquander Ö.: **A 70-es évek — új korszak kezdete a mélyfúrásban.** — Ez egyúttal a tiszteletbeli doktori beiktatáskor szokásos előadás volt.

Alliquander Ö.—Arnold, W.: **Ultramély fúrások tervezésének fő pontjai az utolsó évtized tapasztalatai alapján.**

Gyulay Z.—Alliquander Ö.—Jesch A.: **A fúrólyuk mint információforrás.**

Jesch A.: **Porózus kőzetek fluidumai nyomásanomáliái korai felismerésének lehetőségei kútgeofizikai mérésekkel ultramély fúrásokban.**

Szepesi J.: **A telepnyomás és a repesztőnyomás jelentősége ultramély fúrások kútszerkezeteinek tervezésénél.**

Hingl J.: **Mélyszintek geomechanikája és a fúrólyukfal stabilitásának kérdése szénhidrogénfúrásoknál.**

Szabó Gy.: **Fúróberendezések teljesítőképessége növelésének lehetőségei a létesített kapacitás intenzív kihasználásával.**

Gilicz B.: **Megváltoztatott reológiai iszaptulajdonságok hatása ultramély fúrások keringetési paramétereinek kialakítására és szabályozására.**

Ezzel az előadássorozattal zárult a mintaszerűen szervezett 28. BHT-n az olajos szempontból kicsit „magyar hét".

Gy. Z.

Sikló-csapágyazású, keményfém fogazatú fúrók használatának tapasztalatai az NKFÜ-nél 1975-ben

Alkalmazás

1975-ben széles körű kísérleteket végeztünk annak vizsgálatára, hogy a már nagy választékban (a *Smith* gyárnál 11 keménységi fokozatban) gyártott sikló-csapágyazású, keményfém fogazatú fúrók közül az egyes kőzettípusoknak melyik keménységi fokozat felel meg a legjobban műszakilag és gazdaságosság szempontjából.

A sikló-csapágyazású fúrókat alapvetően két céllal alkalmaztuk:

— kísérleti céllal olyan kőzetekben, amelyekre meg kívántuk állapítani, hogy melyik keménységfokozat az optimális, illetve, hogy egyáltalában van-e alkalmas fokozat az adott kőzethez;
— a fúrások lemélyítésének meggyorsítására és gazdasági megtakarítás elérésére, olyan kőzetviszonyok mellett (kemény és abrazív kőzetekben), amelyekben az előzően használt görgős fúrók elemzéséből meg lehetett becsülni gazdasági és műszaki számítással a várható eredményt.

A rendelkezésre álló fúrók három fúrógyártó cégtől származtak, százalékos megoszlásban:

Smith	82%	(4 típussal)
Hughes	12%	(2 típussal)
SMF	6%	(1 típussal).

Eredmények

A 8 $^1/_2$″-es fúrók átlagos teljesítményei az alábbiak:

IADC keménységfokozat	Gyártó cég	Típus	Fúrt méter	Fúrási idő h	Mech. seb. m/h	Darabszám
52	*Smith*	F2	143	64,75	2,21	2
53	*Smith*	F3	142,4	75,8	1,88	9
53	SMF	LM6	116	33,75	3,44	2
61	*Smith*	F4	132	116,7	1,13	3
62	*Smith*	F5	86,1	103,6	0,83	4
62	*Hughes*	J55	96	91	1,05	1
72	*Hughes*	J88	131	81,75	1,60	2

A fúrók, illetve a csapágyazás élettartamát tekintve a *Smith* és *Hughes* fúrók csaknem azonos értéket adtak; csak az SMF maradt el lényegesen:

Smith	87,5 óra	(18 db)
Hughes	84,8 óra	(3 db)
SMF	33,8 óra	(2 db)

A 8 $^1/_2$″-es fúrók legjobb teljesítményei:

IADC-keménységfokozat	Gyártó cég	Típus	Fúrt méter	Fúrási idő h	Mech. seb. m/h	Darabszám
52	*Smith*	F2	179	71,5	3,09	2
53	*Smith*	F3	291	135	2,81	9
53	SMF	LM6	188	49	3,83	2
61	*Smith*	F4	272	278	2,70	3
62	*Smith*	F5	177	211,5	1,15	4
62	*Hughes*	J55	96	91	1,05	1
72	*Hughes*	J88	245	145	1,69	2

A legnagyobb méterszámot egy F3-as fúró érte el, míg a leghosszabb élettartam egy F4-es típusú fúróhoz kapcsolódik.

A 6—5 $^7/_8$″-es fúrók átlagos és legjobb eredményei:

IADC-kód	Gyártó cég	Típus	Fúrt méter	Fúrási idő, h	F. seb. m/h	Fúrók száma	Megjegyzés
62	*Smith*	F5	41,6	56	0,74	10	átlagos
62	*Smith*	F5	65,5	80	1,36	10	legjobb
62	*Hughes*	J55	16	21	0,76	1	

Időmegtakarítás

A fúrók használatának alapvető célja az volt, hogy segítse az üzem évi fúrási méterszámának teljesítését azáltal, hogy a kisebb fúrási sebesség ellenére is a többszörös élettartam révén elmaradt fúrócserék idejét is kőzetbontásra használjuk fel.

A fajlagos megtakarítás a következőképpen alakult:

— átlagosan 3,9 nap/fúró,
— a 8 $^1/_2$″-es fúróknál 4,3 nap/fúró,
— az 5 $^7/_8$″-es fúróknál 3,1 nap/fúró.

További feladataink

— A korszerű fúrók jobb kihasználása érdekében a modern technika által megkövetelt nagyobb fajlagos fúróterhelést és maximális hidraulikus teljesítményt kell alkalmazni a nagyobb fúrási sebesség elérése érdekében.
— A fúrómenetek előzetes gazdaságossági számításának (ellenőrzésének) elvégzése alapján csak ott kell alkalmazni, ahol műszakilag és gazdaságilag is előnyös a használatuk.
— További kísérletekkel meg kell állapítani a legfontosabb kőzetfajták esetében az optimális fúrótípust.
— A már használt fúrókat központilag össze kell gyűjteni és más fúrásoknál is fel kell használni, mivel még 10—20 óra élettartam van bennük.
— Az ellátást úgy kell megszervezni, hogy mindig legyen raktáron megfelelő méretű és optimális fogazatú típus.

Hollanday József
okl. bányamérnök
(NKFÜ, Szolnok)

*

Kísérleti turbinás hozammérések

Az OKGT 1973-ban műszaki fejlesztési szerződés keretében megbízta a MKKL-t nyomás- és hőmérséklet-korrigált turbinás gázhozammérő kidolgozásával. Elérendő célként azt tűzték ki a gázipar- és műszeripar illetékes képviselői, hogy egy olyan mérőműszer-család jöjjön létre, amely rendelkezik a turbinás mérők előnyeivel, nevezetesen: digitális jelkimenettel; 1:10 méréstartománybeli kihasználtsággal; kis értékű, mért értékre vonatkozó mérési hibával, továbbá hazai gyártású legyen.

Ezenfelül a korábbi beszerzésű, gázipari igényekhez alkalmazkodó műszerekkel csereszabatos, azaz robbanásveszélyes környezetben használható legyen; fogyasztói elszámolási alapként szolgáljon; csatlakozzék a meglevő táv-adatfeldolgozási rendszerhez, valamint regisztrálja az üzemvitel nyomás- és hőmérsékletadatait a gázmennyiség adataival együtt.

A több éves fejlesztési munka lezárásaként az ellenőrző vizsgálatok után átvételre került négy mintadarab.

A zárójegyzőkönyv tanúsága szerint az alapvető igényeket sikerült kielégíteni. Egyes tulajdonságokról majd csak a próbaüzemet követő további hitelesítések után lehet újabb információhoz jutni.

Az elkészült mintadarabokból egyet a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat épít be Algyőn, hármat a Gáz- és Olajszállító Vállalat fog a budapesti körvezetéken üzemeltetni. Ennek során derül majd fény a nem mindig optimális feltételek mellett tanúsított pontossági, megbízhatósági és egyéb tulajdonságokra is. A próbák alatt a korábban épített csepeli mérőállomáson még szükséges gáztechnológiai és metrológiai módosítások elvégzésére is lesz idő.

Az egyéves időtartamra tervezett próbaüzem és az egyéb vizsgálatok tapasztalatai alapján döntenek majd az üzemeltetők a további beszerzésekről.

Az MKKL jogutódjával, az MMG Automatika Művek Fejlesztési Intézetével együttműködve kőolaj mérésére szolgáló turbinák és hitelesítő berendezések telepítését is végzi a Gáz- és Olajszállító Vállalat a fényeslitkei szivattyútelepén.

A mérőhitelesítő lehetőséget fog nyújtani a Szovjetuniónak szállítandó COR—MASS mérőrendszerek ellenőrzésére, továbbá biztosítja majd a *Barátság* kőolajvezetékhez tartozó import turbinamérők hitelesítését.

Ily módon az üzemvitel és a műszeripar is sok hasznos, rég nélkülözött tapasztalatot szerezhet az in situ mérések révén.

Molnár János
villamosmérnök
(GOV, Siófok)

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Kőolajiparunk különböző ágazatainak szakemberei gyakran igénylik munkájukhoz más — főleg rokon — szakmai és tudományágak szakirodalmát. Ezek hozzáférhetőségét kívánjuk alábbi kis rovatunkkal megkönnyíteni üzemeinek, kutató- és tervezővállalataink, valamint az irányító szervek szakemberei számára, amikor hazai szaklapjaink cikkanyagából válogatva röviden ismertetjük azokat a tanulmányokat, amelyek érdeklődésükre számot tarthatnak.

Az **Anyagmozgatás-Csomagolás** c. lap áprilisi számában *Juhász György* **A raktári felrakógépek biztonságtechnikai minősítése** c. cikkében az anyagmozgató és rakodógépek veszélyforrásaival, azok megszüntetésére alkalmas biztonsági berendezésekkel foglalkozik.

A **Bányászat** c. lap februári számában dr. *Asszonyi Csaba—dr. Richter Richárd:* **Kőzetek képlékenységi állapota és tönkremenetele** címmel cikksorozat indult, amelyben a bányatérségeket körülvevő kőzetköpeny mechanikai állapotváltozásait követik végig a rugalmas állapottól a képlékeny állapoton keresztül egészen a tönkremenetelig.

Az **Energiagazdálkodás** c. lap áprilisi száma közli *Krompaszky Csilla* **Gáznemű vegyipari hulladékok megsemmisítése fáklyázással** c. cikkét, amelyben a levegőtisztaság végelme jegyében a korszerű fáklyaégő méretezésének elveit és üzemi alkalmazásának tapasztalatait ismerteti a szerző, továbbá *Paulina András* **A Szovjetunió energiahordozó és energetikai berendezés forgalma 1973—1974-ben** c. cikkét, amely érdekes összeállítás a Szovjetunió energiahordozói és energetikai berendezései export-import forgalmáról.

A **Földtani Közlöny** 1975. 4. számában dr. *Bartha Ferenc* **A magyarországi pannon képződmények horizontális és vertikális összefüggései és problematikája** c. cikke az 1971-ben megjelent **Pannon monográfia** és az azt követő kutatások adatai alapján időbeli és térbeli taglalással foglalja össze a pannon képződményeket.

A **Földtani Kutatás** 1. száma közli *Szabó Imre* **Földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolata,** valamint az **Összefüggés telített agyagok lineáris zsugorodása és hézagtényezője között** c. cikkeit. Az első cikk az alábbi kérdésekre keres választ: a különböző korú képződmények kőzetfizikai jellemzői különböznek-e egymástól? Pusztán a kőzetfizikai jellemzők alapján tudunk-e a réteg korára következtetni, és azonosíthatók-e így a rétegek? A második cikkben mintegy 300, természetes állapotában telített, különböző korú üledékes kőzet vizsgálata alapján adja meg a hézagtényező és a zsugorodás közti összefüggést.

Dr. *Salamon Batur* **Karotázsvizsgálatok a földtani kutatás szolgálatában** c. közleménye összefoglalást és helyzetképet ad fontosabb karotázsműszerekről és -módszerekről.

A **Gép** 1975. 12. számában *Sándor József* **Korszerű gumihevederes szállítószalag** c. közleménye ismerteti a különböző hevederfajtákat, a szállítószalag-hajtásokat és a szállítószalag görgőtípusait.

A **Híradástechnika** áprilisi számában *Balogh Albert—Váradi István* **Elektronikai alkatrészek megbízhatósági adatainak közlése** címmel elektronikus berendezésekben működő áramköri egységek megbízhatósági jellemzőit tárgyalja, és módszereket ismertet az alkatrészek megbízhatósági adatainak meghatározására.

Az **Ipargazdaság** februári száma közli dr. *Trethon Ferenc* **A közgazdasági szabályozók vezetői magatartást kiváltó szerepe,** dr. *Kozmutza Pál* **A vállalati készletgazdálkodás megszervezése rendszerszemléletű alapon** c. cikkeit. A felsorolt cikkek általános jellegűek, és számos elméleti és gyakorlati kérdésben adnak útmutatást.

A **Magyar Kémikusok Lapja** 1. számában *Simon Ferencné* **Új eredmények és lehetőségek a gázkromatográfiában** c. cikkében a legújabban felvetődött problémák — elsősorban a környezetvédelem — tükrében vizsgálja az új módszereket, berendezéseket.

Dulina Tivadarné—Dobozy Ottó: **A felületaktív anyagok és gyártásuk fejlődése az utóbbi évtizedben** c. közleményükben statisztikai adatokat közölnek a mennyiségi és új felületaktív anyagokat ismertetnek a minőségi fejlődés bemutatására. Érdekes összeállítást közölnek a felületaktív anyagok új alkalmazási területeiről.

A **Munkavédelem** 1—3. számában dr. *Timár Miklós* **Eredmények és újabb feladatok a foglalkozási ártalmak megelőzésében** c. közleménye az elmúlt 25 esztendő alapján vázlatos áttekintést ad a munkaegészségügy alakulásáról és az újabb feladatokról. dr. *Kőhegyi Imre—Újlaki Gyula* **Zajexpozíció a bányászatban** c. közleménye a bányászat zajviszonyainak helyzetét, és az ennek következtében fellépő halláskárosodás mértékét méri fel. A szerzők rámutatnak a halláskárosodás kialakulása következtében elveszett információs jelek balesetvédelmi fontosságára.

A **Korróziós Figyelő** 2. számában megjelent dr. *Károlyi József* **A Nagynyomású Kísérleti Intézet szerepe korrózióvédelmi problémák megoldásában** c., *Vámos Endre—Horváthné Pantó Erika—Pappné Rigó Ildikó—Pintér Gyula—Gyöngyössy Lajos* **A Nagynyomású Kísérleti Intézet eredményei az átmeneti korrózióvédő anyagok fejlesztése területén** c., *Valasek István—Radics István* **Illesztési és súrlódási korrózió a kenőanyag hatása** c., *Bitayné Fülöp Mária—Isaákné Schramm Judit—dr. Tóthné Károly Olga* **Kőolajipari elfolyó vizek korrozív komponenseinek meghatározása coulombmetriás módszerrel** c., *Bitayné Fülöp Mária—Buday Gyula—Helvei Ferenc* **Módszer a kőolajiparban előforduló piroforos vas-kén vegyületek meghatározására** c., *Körmöczi Lajos* **A felület-előkészítés hatásának értékelése matematikai statisztikai módszerrel** c., *Hoffmann József—dr. Rónay Dezső—Tomor László* **Eredmények a felület-előkészítés és korszerű festékbevonatrendszerek alkalmazásában** c., *Falaky József—Hoffmann József—Olár Péter—Bocskai Antal—Hackl Lajos* **Korrózióérzékenység vizsgálata hegesztett próbatesteken polarizációs módszerrel** c. közlemények a NAKI korróziós kérdések vizsgálatával foglalkozó szakembereinek legújabb eredményeit ismertetik. A közlemények elsősorban a kőolaj-feldolgozó ipari berendezések korróziós problémáival foglalkoznak, és a kőolajipari termékek felhasználását ismertetik az átmeneti korrózióvédelemben, de eredményesen adaptálhatók a kőolajipar más területeire is.

A **Mérés és Automatika** februári számában *Zsom Gyula* **Mágnesszalagos-kazettás adatgyűjtő berendezés** c. közleményében egy olyan mérő-, adatgyűjtő és adat-előkészítő berendezést mutat be, amely olajkutak számítógépes vizsgálatához készült.

Budapest, 1976. május hó

Csaba József

(Folytatás a 284 oldalról!)

A könyv tárgyalja a gáz- és gáz-csapadék telepek művelésének végső szakaszában bekövetkező vizesedés kérdését is. Leírja a vízbehatolás dinamikáját, a művelési rendszerek optimálását, és feltárja a végső gáz- és kondenzátumkihozatal fontos problémáját.

A szerző a statisztikai diszperziós elemzés alkalmazásával mutatta ki a földtani-technológiai tényezők hatását a végső gázkihozatal értékére, és következtetései új megvilágításba helyezik ezt a fontos kérdést.

Az utolsó előtti fejezetben javaslatokat találhatunk a gáz- és gáz-csapadék telepek művelésének ellenőrzésére élettartamuk befejező szakaszában, s befejezésül számos technológiai probléma megoldására kapunk útmutatást.

A. H. Mirzadzsanzade akadémikus véleménye szerint *G. R. Raszszohin* könyve időszerű, és a kifejtett kérdésekben nagy elméleti értéke van.

Sz. K.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Л. Марко, геофизик—*Т. Геллерт*, геофизик: **Выявление нефтегазоносных пластов с АВПД методами промысловой геофизики** ..... **Стр. 257**

Дается краткий обзор работ, проведенных в течение двух лет с целью определения возможности выявления коллекторов с аномально высоким пластовым давлением исследованиями промысловой геофизики. В результате исследований, проведенных приблизительно в 50 скважинах, были получены сведения только о самых характерных площадях, и в одинаковой мере показывающие как возможности, так и затруднения работ. Если в 60% рассмотренных случаев показание наличия аномального давления представлялось возможным, то определение однозначной количественной связи между величиной отклонения от т. н. нормального тренда и величиной аномального давления не представлялось возможным.

Д-р *Й. Дорман*, инж.-химик—*М. Сабо*, инж.-нефтяник: **Опыт применения недисперсных промывочных жидкостей с низким содержанием твёрдой фазы** ..... **Срт. 263**

Важным элементом эффективного и современного режима бурения является применение промывочных жидкостей с низким содеражнием твердой фазы.
Описываются промысловые эксперименты, проведенные в рамках отечественных буровых работ с применением — в первую очередь с целью эксперимента — недисперсных промывочных растворов с низким содержанием твёрдой фазы. Исследованные материалы приобретены путем импорта (Ben-ex, Drillaid—420, XB—28), частью на отечественном рынке (H—Floc, XC).
Отделные материалы (реагенты) подвергались исследованию с точки зрения технологии бурения и приготовления промывочных жидкостей таким образом, что полученный опыт был сопоставлен с результатами свкажин, пробуренных вблизи места эксперимента с применением выбранной надлежащим образом обычной промывочной жидкости.

Д-р *Г. Такач*, инж.-нефтяник: **Анализ методов расчета коэффициента сжимаемости природного газа** ..... **Стр. 269**

Семь способов расчета для описания диаграммы коэффициента сжимаемости газа *Standing—Katz*, используемых специалистами свыше 30 лет, анализируются авторами с помощью ЭВМ. Исходя из 180 первоначальных величин, точность способов определяется в диапазонах $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ и $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$. На основании сопоставления приведенных результатов расчета с условиями конкретного применения, можно выбирать такой способ расчета, который в данных условиях приведет к самой большой точности и наименьшему расходу машинного времени.

Й. Продер, инж.-химик—д-р *Л. Печи*, инж.-химик, канд. хим. наук—*Дь. Дэак*, инж.-химик: **Исследование механизма действия депрессаторов для дизельных масел Стр. 273**

Разрабатывались присадки различных типов и сопоставлялась их эффективность с эффективностью товарных присадок. Согласно литературным данным, температура помутнения и застывания не является пригодной для определения граничных температур использования дизельных масел, поэтому оценка проводилась по новому методу CFPP (Cold Filter Plugging Point). Было установлено, что эффективность выпускаемых присадок не только достигает, но в некоторых случаях даже превышает эффективность исследованных коммерческих присадок. Определялась зависимость между составом дизельных масел и влиянием присадок на снижение температуры застывания и CFPP.

М. Ихарош, горный оффицер—*Б. Чат*, горный инженер: **Разведка на нефть и газ, проведенная казначейством в районе Карцаг в период 1927—1930 гг.** ..... **Стр. 276**

Точки под бурение двух казначейских разведочных скважин, известных под знакоми *Карцаг—Берекфюрдё I.* и *II.* были выделены *Ференц Паваи Вайна*. Из гравйного песка, вскрытого скважиной *I.* на глубине 624 м, фонтанировала вода до высоты 60—80 м, содержащая газ и большое количество песка. Газ из скв. *I.* с глубинсй забоя 1228,6 м был использован построенным в этом районе стекольным заводом.
Разведочная скважниа *II.* закладывалась с целью предусмотрительного вскрытия газоносного горизонта, сложенного песчаным галечником, пройденным скажиной. I
Для использования термальной воды был построен курорт с бассейнами, ваннами и плажем. На основании успешных геофизических исследований после 1957 г. вводом в эксплуатацию скражин на площади Татарюллеш начался новый этап в реализации природного газа и благодаря этому стал бесперебойно снабжаться газом первый крупный промышленный потребитель Альфёлда, стекольный завод в г. Карцаг.

*

Dipl.-Ing. *László Markó—Tamás Gellért*, Geophysiker: **Nachweis von Kohlenwasserstoff-Speichern mit Überdruck mittels tiefbohrgeophysikalischer Methoden** ..... **S. 257**

Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick über eine zweijährige Arbeit, in der die Ausweisbarkeit von Lagerstätten mit Überdruck mittels tiefbohrgeophysikalischer Profile untersucht wurde. Die an etwa 50 Sonden durchgeführten Untersuchungen legen nur die höchst charakteristischen Gebiete klar, sowohl die Möglichkeiten wie auch die Schwierigkeiten verabschaulichend. Während bei etwa 60% der untersuchten Fälle die Tatsache des Überdrucks aufgrund der Bohrprofile nachgewiesen wurden, war es nicht möglich, einen eindeutigen quantitativen Zusammenhang zwischen dem Ausmass der Abweichung vom sog. Normaltrend und der Grösse des Überdrucks zu finden.

Dr.-Chem. *József Dormán*—Dipl.-Ing. *Mátyás Szabó:* **Erfahrungen des Einsatzes von feststoffarmen, nicht-dispersen Spülungen** ..... **S. 263**

Ein wichtiges Element des wirksamen und modernen Bohrsystems ist der Einsatz feststoffarmer Spülungen.
Der Beitrag behandelt Betriebsversuche, die mittels feststoffarmer, nicht-disperser Spülungen durchgeführt wurden. Diese Spülungen wurden im Laufe der einheimischen Bohrtätigkeit in erster Linie für Versuchszwecke eingesetzt. Die angewandten Stoffe sind zum Teil ausländischer Herkunft (Ben-ex, Drillaid—420, XB—28), zum Teil einheimischer Erzeugung (H—Floc, XC).
Die einzelnen Stoffe wurden hinsichtlich der Spültechnologie und der Bohrtechnologie untersucht, u. zw. auf die Weise, dass die gesammelten Erfahrungen mit der Leistung neben dem Versuchsort entsprechend gewählter und mittels herkömmlicher Spülung niedergebrachter Bohrungen verglichen wurden.

Dr.-Ing. *Gábor Takács:* **Analyse der Berechnungsmethoden des Erdgasabweichungsfaktors** ..... **S. 269**

Der Verfasser untersucht mittels Computerprogramme 7 Berechnungsverfahren, die zur Beschreibung des seit mehr als 30 Jahren gebräulichen *Standing—Katz*schen Abweichungsfaktor-Diagramms entwickelt wurden. Bei Zugrundelegung von 180 originalen Werten wird die Genauigkeit der Methoden in den Bereichen $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ und $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$ bestimmt. Aufgrund des Vergleichs der mitgeteilten Berechnungsergebnisse und der Bedingungen einer konkreten Anwendung kann das Berechnungsverfahren ausgewählt werden, das unter den gegebenen Verhältnissen am genauesten ist, ferner den niedrigsten Maschinenzeitaufwand erfordert.

Dipl.-Ing. *József Próder*—Dr.-Ing. *László Péchy*, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Gyula Deák:* **Untersuchung der Wirkung von Zusätzen zur Senkung des Erstarrungspunktes von Gasölen** ..... **S. 273**

Zusätze verschiedenen Typs wurden angefertigt und ihre Wirkungen mit denselben der handelsüblichen Zusätze

verglichen. Anhand von Literaturangaben sind Trübungspunkt und Erstarrungspunkt zur Bestimmung der Benutzbarkeitstemperatur von Gasölen nicht geeignet. Deshalb wurde die Bewertung auch nach einer neuen Methode, der CFPP-Untersuchung (Cold Filter Plugging Point) durchgeführt. Es wurde festgestellt, dass die Wirkung der von uns hergestellten Zusätze dieselbe der untersuchten handelsüblichen Zusätze erreicht, ja sogar in einigen Fällen besser ist als die letztere. Ein Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Gasöle und der Wirkung von Zusätzen bei Senkung des Erstarrungspunktes und des CFPP wurde konstatiert.

Miklós Iharos, Bergoffizier im Ruhestand—Dipl.-Ing. *Béla Csath:* **Staatliche Kohlenwasserstoff-Erkundungen im Raum Karcag zwischen 1927—1930** ..... **S. 276**

Die beiden staatlichen Suchbohrungen *Karcag-Berekfürdő I.* und *II.* wurden durch Dr. *Ferenc Pávai Vajna* angelegt.
Bei der Bohrung *I.* brach gashaltiges Wasser mit grossen Mengen von Sand bis 60—80 m hoch aus dem bei 625 m angebrochenen kiesigen Sand aus. Das Gas der 1228,6 m tiefen Bohrung *I.* wurde durch die dort angesiedelte Glasfabrik genutzt.
Der Zweck der Suchbohrung *II.* war eine vorsichtige Eröffnung des aus sandigem Kies bestehenden gasführenden Horizontes.
Zur Nutzung des Thermalwassers der Bohrungen Karcag wurde ein Kurbad errichtet, wo Kurbecken, Wannen- und Strandbad gebaut wurden. Dann, aufgrund der erfolgreichen geophysikalischen Messungen hat nach 1957 mit der Inbetriebsetzung der Bohrungen Tatárülés ein neues Kapitel der Nutzung des Erdgases begonnen, und der erste industrielle Grossverbraucher, die Glashütte Karcag wurde kontinuierlich mit Erdgas versehen.

*

László Markó, Geophysicist—*Tamás Gellért*, Geophysicist: **Location of overpressure hydrocarbon formations by deep-drilling geophysical methods** ..... **p. 257**

The paper gives a brief survey of a work lasting two years where demonstrability of overpressure reservoirs by deep-drilling geophysical logs was examined. Such tests carried out on about 50 wells give account of the most characteristic areas only showing both the possibilities and difficulties. While in about 60 per cent of the cases examined the fact of overpressure can be proved on the basis of the logs, an unambiguous quantitative relation between the measure of deviation from the so-called normal trend and the overpressure value could not be found.

Dr. *József Dormán*, Chemist—*Mátyás Szabó*, Petroleum Eng.: **Experience gained by using low-solids, non-dispersive muds** ..... **p. 263**

An important component of efficient and modern drilling systems are low-solids drilling muds.
The paper discusses plant experiments carried out by using low-solids, non-dispersive muds primarily applied for test purposes in Hungarian drilling practice. Agents used are partly of foreign origin (Ben-ex, Drillaid—420, XB—28), partly domestic products (H—Floc, XC).
The individual agents were examined for mud and drilling technology in a way that experiences obtained were compared with the performance of wells drilled using suitably selected conventional muds. These wells were situated in the vicinity of the experimental spot.

Dr. *Gábor Takács*, Petroleum Eng.: **Analysis of computation methods of the natural gas deviation factor** ..... **p. 269**

Seven computation methods for describing the *Standing—Katz* deviation factor diagram used for more than 30 years has been examined by means of computer programmes. The accuracy of the methods has been determined in the $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ and $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$ ranges taking 180 original values as a basis. Based upon a comparison of the computation results published and of the condition of a concrete application, a computation method can be selected which, under the given conditions, is the most accurate one and requires the shortest computing time.

József Próder, Chemical Eng.—Dr. *László Péchy*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences—*Gyula Deák*, Chemical Eng.: **Efficiency tests of pour-point depressors for gas oils** ..... **p. 273**

Various types of additives have been prepared and their efficiencies compared with those of commercial additives. According to literature data, cloud points and pour-points are not suitable for determining applicability temperatures of gas oils. That is why the evaluation has also been carried out by using a new method, the CFPP-test (Cold Filter Plugging Point). It has been stated that the additives manufactured by us have the same efficiencies as that of the commercial additive examined, in some cases it is even better. A relation has been established between the composition of gas oils and the pour-point and CFPP depressing effect of the additives.

Miklós Iharos, retired Mining Officer—*Béla Csath*, Mining Eng.: **Governmental hydrocarbon exploration in the Karcag region between 1927 and 1930** ..... **p. 276**

The two governmental exploration wells *Karcag-Berekfürdő I.* and *II.* were drilled under the direction of Dr. *Ferenc Pávai Vajna.*
In well *I.*, gaseous water with high amounts of sand broke out as high as 60—80 m from gravelly sand tapped at 625 m. The gas from the 1228,6 m deep well *I.* was utilized by the glassworks built near by.
The aim of exploration well *II.* was to carefully open up the gasbearing horizon consisting of sandy gravel found at well *I.*
For utilizing the thermal water of the Karcag wells, a spa has been established with a medicinal bathing-pool, tub and open-air bath. Then, on the basis of sucessful geophysical exploration, a new era of natural gas utilization has begun by putting the Tatárülés wells into operation after 1957 and the continuous gas supply for the first big industrial consumer in the Great Hungarian Plain, Karcag Glass Works has started.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

FIATALOK A KORSZERŰ SZÉNHIDROGÉNIPARÉRT—1976

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Budapesti Csoportja

1976. november 30.—december 1. között

IFJÚSÁGI SZAKMAI NAPOKAT rendez.

(Folytatás a borítólap túlsó oldalán!)

(Folytatás az előző oldalról!)

A rendezvény helye:

TIT Természettudományi Stúdió, Budapest IX., Bocskai út 37.

A Szakmai Napok szekciói: Kutatás, Szállítás—elosztás, Termelés, Feldolgozás.

A Szakmai Napokra elsősorban a vállalati KIM—KIT-, FMKT-pályázatok (1975, 1976) dolgozataival, valamint aktuális kérdésekkel foglalkozó előadásokkal lehet pályázni.

Az egyes szekciókban az alábbi témakörökkel lehet pályázni:

1. Kutatás

Geofizikai, geodézai, fúrási technológia, fúrási berendezések, fúrások automatizálása és berendezései, fúrási biztonságtechnika és környezetvédelem, gazdaságossági kérdések.

2. Termelés

Kőolaj- és földgáztermelés technológiája, automatizálása, gépi berendezései, kőolaj és földgáz előkészítése, gépi berendezései, propán-bután termelés, műveléstervezés, másodlagos, harmadlagos termelési módszerek, kőolaj- és földgáztermelés biztonságtechnikája, környezetvédelem, gazdaságossági kérdések.

3. Szállítás—elosztás

Kőolaj, kőolajtermékek, földgáz, CO_2, egyéb anyagok csőtávvezetéki szállítása, elosztása és gépi berendezései, távvezetékek üzemének automatizálása és berendezései, csőtávvezetékek és városi gázhálózatok építése, biztonságtechnikai, környezetvédelmi kérdések, a szállítás—elosztás gazdaságossága.

4. Kőolaj-feldolgozás

Feldolgozási technológiák, automatizálás, gépi berendezések, tüzeléstechnikai, gyártási kérdések, kőolajtermékek vizsgálata, biztonságtechnikai, környezetvédelmi, gazdaságossági kérdések.

A legértékesebb pályázatokat a szakosztály vezetősége jutalmazza és publikálja.

A pályázatokat 1976. október 15-ig kell benyújtani

OMBKE KFVSZ „Ifjusági szakmai napok 1976" megjelöléssel Budapest V., Anker köz 1. címre, *5 példányban.*

A szakmai napokon való *részvételre a jelentkezést* a vállalatok személyzeti és oktatási osztályai intézik.

A részvétel kiküldetésben történik.

A részvétel jelentkezési határideje: *1976. szeptember 30.*

Azoknak a résztvevőknek, akik igénylik, és igénylésük 1976. szeptember 30-ig beérkezik, szállást biztosítunk.

A pályázók felső korhatára 35 év.

A résztvevőket a Szakmai Napok programjáról tájékoztatni fogjuk.

Jelentkezéskor kérjük közölni a jelentkező

— nevét,
— munkahelyét és pontos cjmét,
— iskolai végzettségét,
— beosztását,
— a meghallgatni kívánt szekciót,
— szállásigényt.

Az OMBKE
Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya
Budapesti Csoportjának Szervező
Bizottsága

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 289—320 oldal BUDAPEST, 1976. OKTÓBER HÓ 10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

PÁPA ALADÁR — Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen 289
MEGYERI MIHÁLY — Pulzációs vizsgálatok tervezése és értékelése ... 296
TOMOR LÁSZLÓ — Kiemelt környezetvédelmi intézkedések a TIFO I. ütem beruházásában ... 302
SZABÓ JÓZSEF — Kőolaj-bányászati csővezetékek biztonsági övezete ... 305
KASSAI FERENC — Néhány gondolat a vízről ... 315

Szakosztályi hírek
Szakmai nap Orosházán, 1976. VI. 4. ... 295
Korszerű fúrási technológiák c. előadó ülés. Orosháza, 1976. V. 13—14. ... 317
Hírek az üzemekből
Elektronikus időciklus-automaták az NKFV Egri Üzemében ... 318
Sikeres üzemi kísérletek a Kiskunhalas ÉK-i mezőben ... 318
A kőolaj-feldolgozás hírei
Új aromásgyártó üzemek a DKV-ben ... 319
Gázkromatográfiás mérési eredmények számítógépes kiértékelése a KKV-ben ... 319
Az iparág köréből
Fogyasztói gázkorlátozási besorolások módosítása ... 316
Műszaki klub az OLAJTERV-ben ... 317
Hazai műszaki lapszemle ... 301, 314
Műszaki könyvnapok ... 314
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ... 320

A SZÁM SZERZŐI:

KASSAI FERENC dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, műszaki igazgatóhelyettes (Bányászati Aknamélyítő Vállalat, Budapest); MEGYERI MIHÁLY dr. okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); PÁPA ALADÁR okl. olajmérnök, igazgató, (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); SZABÓ JÓZSEF okl. bányaipari gazdasági mérnök (Budapest); TOMOR LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, technológus (Tiszai Kőolajipari Vállalat, Leninváros).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-3554 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:
BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; KÓS ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 10. szám 1976. október

Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen*

PÁPA ALADÁR

Lakott területen a termelőkutak telepítése, kiképzése és biztonsági szerelvényeinek megválasztása a réteg, a termelt folyadék és gáz, valamint a környezet jellemző paramétereinek komplex vizsgálatát igényli. A biztonságot a kútszerkezetek és biztonsági elzáró rendszerek helyes megválasztásával kell megteremteni. A zárt rendszerű szénhidrogén-termelő, -gyűjtő és -kezelő berendezések a környezetet kismértékben veszélyeztetik. A vészjelző (alarm) és beavatkozó rendszer a biztonságot tovább fokozza. A gyűjtőállomás telepítéséhez és a termelővezetékek nyomvonalának megválasztásához a külföldi és hazai tapasztalatok is hasznosíthatók.

A véletlen szeszélye folytán egyes szénhidrogéntárolók fölött lakótelepülések, esetleg egész nagy városok épülhettek föl. E települések lakói évszázadokon keresztül mit sem sejtettek a föld mélyében levő energiahordozók jelenlétéről. A geológusok és fúrósok makacs kutatómunkája eredményeként egyszer csak a szénhidrogén valamely kutatófúrás befejező aktusa során a felszínre tör. A lakosság egy része ilyenkor szorongó várakozással figyeli a fejleményeket.

Jogosan vetődik fel a kérdés, vajon lakott területen az emberi közösség érdekeinek, biztonságának veszélyeztetése nélkül a kőolaj és földgáz kutatása, feltárása és termeltetése megvalósítható-e? Nálunk a kérdés feltevéséhez a Szeged-Móraváros mező termelésbe állításának előkészületei adták az indítékot.

Lakott területen a szénhidrogén-bányászat többletköltséggel jár. Több a szanálás, a fúrások egy hányada nem telepíthető meg a kijelölt talppont fölött, ferde lyukakat kell fúrni, a gyűjtőközpont sem építhető optimális helyre, ezért több vezetéket kell megépíteni. A normál üzemi gyakorlattól eltérő biztonsági berendezéseket kell létesíteni, és a berendezések esztétikus kialakítására is többet kell adni.

Egyfelől a biztonságos termelés lehetőségének a megteremtése, másfelől a ráfordítások ésszerű mértékének a meghatározása miatt fontos a technikai, műszaki követelményeknek, valamint az alkalmazható eszközöknek és módszereknek a felülvizsgálata. E tanulmány keretében ezeknek a kérdéseknek a részletezését adjuk annak tudatában, hogy a szénhidrogén-termeléshez fűződő fontos érdekek miatt a hatóságoknak, tervezőknek, beruházóknak és üzemeltetőknek nagyon körültekintő együttműködésére van szükség.

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya által 1975. szeptember 14—17-én Balatonfüreden rendezett XV. Vándorgyűlésen elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*

Kúttelepítés

A belterületen fúrt kutak telepítési terveinek összhangban kell lenniük a tárolóréteg jellegével, a termelés tervezett rendszerével, a termelt szénhidrogén tulajdonságai mellett a lakott terület jelenlegi beépítettségével és fejlesztési terveivel.

A kúttelepítés leglényegesebb szempontjai a következők:

— a termelőkút biztonságosan legyen lemélyíthető és termeltethető;
— az igénybe vett terület a lehető legkisebb legyen a kút fúrása és üzemeltetése során.

A kutak telepítési távolságát középülettől, lakóépületektől a különböző országok biztonsági előírásai eltérően határozzák meg. A francia előírások pl. a kút minimálisan megengedett telepítési távolságát középülettől (kórháztól, iskolától) 75 m, lakóépülettől 50 m és nagy fontosságú úttól és vasúttól 30 m-ben határozzák meg.

Hazánkban az ÉVM (Országos Építési Szabályzat) előírásai kőolaj- és földgázkutaknál egységesen 200 m-ben határozzák meg a szükséges védőtávolságot. Ettől csak egyedi felmentés esetén lehet eltérni. A 10/1970. NIM rendelet a kutak maximálisan megállapítható biztonsági övezetét 250 m-ben rögzíti le. A tényleges biztonsági övezet nagyságát a bányaműszaki hatóságoknak a használatbavételi, engedélyezési eljárás során kell meghatározniuk.

Az az általános gyakorlat, hogy a használatbavételi eljárás során a bányahatóság nagyobb biztonsági övezetet állapít meg a kút fúrására engedélyezett biztonsági övezetnél.

A biztonsági övezet meghatározásához a mindenkori veszélyforrás az irányadó. Ebből a szempontból — a külföldi gyakorlatnak is megfelelően — a legnagyobb veszélyességi zónát (biztonsági övezetet) a kutak fúrásakor kellene meghatározni.

Biztonsági szerelvényekkel kiképzett termelőkutaknál a veszélyforrás minimális, itt lehetne megállapítani a legkisebb övezetet. Mivel a kútjavítás igényével is számolni kell, a biztonsági övezet meghatározásakor a javítási műveletek veszélyforrását kell figyelembe venni. Ezért célszerű olyan termelési módot választani, aminek kútjavítási igénye minimális, és olyan kútszerkezetet megvalósítani, amely lehetővé teszi, hogy kútmunkálat közben a nyitott rétegből beáramlás ne léphessen fel.

Lakott területen tehát két biztonsági övezetet kell meghatározni: egyet a kutak mélyítésére, egyet pedig a kutak üzemeltetésére, természetesen az esetleges kútmunkálati igény figyelembevételével.

A legkisebb területfelhasználás csoportos kúttelepítés esetén van. A ferdefúrási technológia tökéletesítésével a fúrási költségeknek csak 15—30%-os emelkedésével kell számolni, melynek egy része megtérül a kisajátítási és beruházási költségek csökkenésével. Ha a létesítmények kiterjedt szanálására lenne szükség, a bokorfúrás lehet az egyedüli megvalósítható megoldás.

A jelenlegi ferdefúrási gyakorlatban 1000 m effektív mélységnél 400 m, 2000 m-nél 1000 m és 3000 m-nél 1500 m-es talpi eltérés megvalósítása nem jelent műszaki problémát, így egy bokorban viszonylag sok (6—12) kút helyezhető el.

Bokorfúrással mélyített kutak elhelyezésére, ill. a kutak egymástól való távolságára konkrét előírások nem ismeretesek. Ha fúrási, ill. kútkiképzési munkálatok párhuzamos végzését nem tervezik, akkor a távolság meghatározásához egyedüli szempont a kutak kiképzésének, ill. az utólagos kútmunkálatoknak a biztonságos végzése, úgyhogy a bokorba telepített többi kút termeltetését ne zavarja.

Összefoglalva, a bokorfúrás előnyei a következők:

— kisebb területfelhasználás, így kevesebb kisajátítási, esetleg szanálási költség a kutak fúrásakor;
— a csoportosan telepített kutak esetén — azonos kútszámot feltételezve —, csökken a lakott környezettel való érintkezési felület;
— a kútbekötési vezetékek vonalhossza lerövidül, és így csökken a vezetéképítéshez igénybe vett terület is;
— csökken a kiszolgáló létesítmények beruházási költsége (bekötő út, villamos energia, hírközlés stb.), valamint a fúrások telepítési költsége;
— azonos létszámú kezelő- és ellenőrző személyzet esetén hatékonyabb a műszaki felügyelet és ellenőrzés.

A bokorfúrások hátrányai:

— több kis bokorba tartozó kút fúrását és kiképzését vagy javítását egyidőben végezni nem lehet;
— növekszik a mélyítési idő és a fúrási költség;
— a dróthuzalos munkálatokat a lyukferdeség nehezíti.

Kútkiképzés

A kútkiképzéseket és a biztonsági rendszereket a kutak telepítési távolsága, a kutak közelében levő műtárgyak jellege, s nem utolsósorban a tárolóréteg és a termelt szénhidrogének tulajdonságai határozzák meg. E három szempontot nem elkülönítve, hanem komplexen kell vizsgálni, ezért olyan módszer kidolgozására és alkalmazására van szükség, amely segítséget adhat a kútszerkezetek és biztonsági szeleprendszerek kiválasztásához.

A különböző szempontok figyelembevétele alapján a következő kútkiképzési fokozatok javasolhatók:

— a kútkiképzés nem tér el a hagyományostól, csupán a termelőcsővel egy akasztó közdarabot kell beépíteni, ami lehetőséget ad egy biztonsági szelep későbbi, huzallal történő beépítésére;
— pakkeres kútkiképzés, huzallal beépíthető mélységi szabályozású biztonsági szelep, biztonsági tolózár a karácsonyfa részeként *(1.a) ábra);*
— pakkeres kútkiképzés, felszínről szabályozott biztonsági szelep, távolról is vezérelhető biztonsági tolózár.

Mélységi biztonsági szelepek

A kútkiképzéshez használt mélységi biztonsági szelep elsődleges feladata a veszélyforrások minimumra való csökkentése, a vagyonvédelem és a környezetvédelem. A kútfej alá a termelőcső egy kiválasztott szelvényébe elhelyezett biztonsági szelep lezárja a fluidum áramlási útját, ha a valamilyen előre nem látható esemény a kút szabályozatlan termelését, azaz kitörését idézné elő.

A mélységi biztonsági szelepek alkalmazásának elsősorban tengerben, árterületen és belterületen telepített kutaknál van nagy jelentősége, kifejlesztésüket éppen ezek az üzemeltetési körülmények tették szükségessé. Alkalmazzák igen nagy hozamú vagy réteg-nyomású, az egészségre ártalmas gázokat (H_2S, CO_2 stb.) vagy erodáló homokot is termelő szénhidrogénkutakhoz is.

A különféle követelmények a biztonsági szeleprendszerek igen nagy választékának kialakítását tették szükségessé. Működésüket tekintve a biztonsági szelepeket két nagy csoportra oszthatjuk:

— mélységi szabályozású és
— felszínről szabályozott biztonsági szelep.

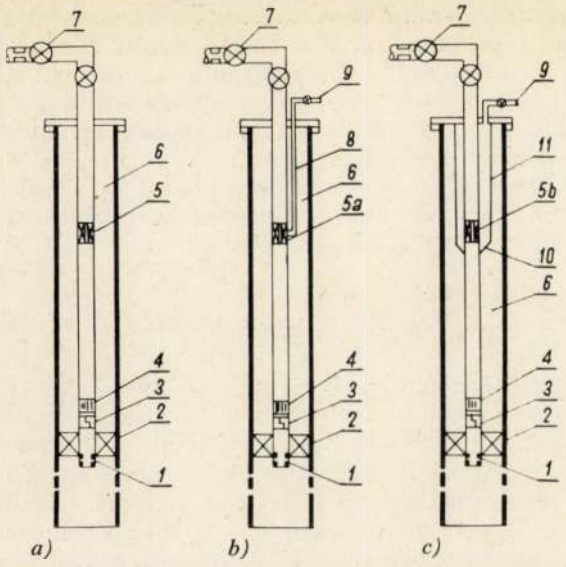
A beépítés módja szerint

— huzallal;
— termelőcsővel;
— hidraulikusan

be- és kiépíthető biztonsági szelepeket ismerünk. A huzallal cserélhető szelepek terjedtek el, mert ezek gyorsan, könnyen és kis költséggel cserélhetők. Hátrányuk, hogy a termelőcső keresztmetszetét csökkentik a beépítés helyein. A termelőcsővel beépíthető szelep teljes termelőcső belső szelvényt biztosít, ezért igen nagy hozamú kutakhoz, nagy homoktartalom, vízkő vagy paraffinlerakódás veszélye esetén alkalmazzák. Termelőcsővel együtt építhető ki és be, ezért belterületen nem célszerű alkalmazni.

Mélységi szabályozású biztonsági szelep

Előnye a kis beruházási költség, egyszerű kútszerkezet, viszont működése lassúbb, ezért nagyobb környezetszennyezésre ad lehetőséget, mint a felszínről vezérelt típus. Működési elvüket tekintve



1. ábra

1 — akasztó közdarab; 2 — hidraulikus pakker; 3 — könnyenoldó; 4 — öblítő közdarab; 5 — akasztó közdarab biztonsági szeleppel; 5a — vezérlővezeték csatlakozó közdarabja biztonsági szeleppel; 5b — oldalnyílású akasztó közdarab biztonsági szeleppel; 6 — pakkerfolyadék; 7 — biztonsági toló; 8 — $^1/_4$"-es hidraulikavezeték; 9 — vezérlőegység csatlakozása; 10 — tömítőelemes termelőcső-csatlakozó; 11 — koncentrikus csőrakat

— hozammal és
— termelőcsőnyomással vezérelt

biztonsági szelepeket fejlesztettek ki.

A hozammal vezérelt biztonsági szelepet a megnövekedett áramlás hatására fellépő nagyobb súrlódási veszteség miatt megnövő nyomáskülönbség működteti. A termelőképességük határa alatt üzemeltetett gáz- és felszálló olajkutakban alkalmazható. A termelési paraméterek pontos ismerete és nagyon gondos méretezés szükséges ahhoz, hogy a szelep a tervezettek szerint működjön

A termelőcsőnyomással vezérelt biztonsági szelepet a termelőképességük határain termelő gáz és felszálló olajkutakhoz, valamint folyamatos segédgázzal üzemelő kutaknál lehet alkalmazni. A szelep a termelőcsőnyomás csökkenése következtében zár le.

A szelep beépítési helyét olajkutaknál a paraffinlerakódás határa szabja meg. Általában a termelőcsőrakat felső harmadába kerül.

Felszínről vezérelt biztonsági szelepek

Három típusa ismeretes, éspedig

— egyedi szabályozóvezetékes *(1.b) ábra)*,
— koncentrikus termelőcsöves *(1.c) ábra)*,
— béléscsöves

szabályozású biztonsági szelep. A három típus alkalmazási területét a béléscső és termelőcső méretei határozzák meg.

Az egyedi szabályozóvezetékes rendszer helyigénye a béléscsőben kicsi. Kevés működtető folyadékot igényel az általában $^1/_4$"-es átmérőjű vezeték. Beépítés közben könnyen megsérülhet, így beépítési mélysége korlátozott. (Ajánlott max. beépítési mélység 300 m.)

A koncentrikus termelőcsöves szabályozós rendszer a legmegbízhatóbb. Tetszőleges mélységig beépíthető. Hátránya, hogy nagy béléscsőátmérőt kíván, több szintes kút esetén nem használható, nagy a beruházás igénye.

A béléscsöves szabályozás során a működtető nyomás a béléscsövet is éri, ezért csak tökéletes termelési béléscsőrakat esetén megbízható. Ott alkalmazzák, ahol a bélécső átmérője más megoldást nem tesz lehetővé.

A felszíni vezérlésű szelepek zárását a kútkörzetben elhelyezett pneumatikus vezérlésű hidraulikus működtető egységek biztosítják.

A biztonsági szelepek garantált megbízható működését a gyártási, teljesítmény- és minőségi előírások, a gyártó és üzemeltető ellenőrzési kötelezettsége biztosíthatja. Az API Spec 14 ezeket a követelményeket előírásokban rögzíti.

Kútkiképzési alapelvek

A kutat úgy kell kiképezni, hogy utólagos kútmunkálatoknál a rétegtartalom ne tudjon a kútba áramolni, ezt a pakkerral beépített akasztó közdarabba ültetett záródugóval vagy a pillangószeleppel (flapper valve) érhetjük el. Csak gáztömör zárású folyamatos belső szelvényt biztosító termelőcső építhető be. Beépítés közben a gáztömör zárásról meg kell győződni. Olajkutaknál a paraffinlerakódás megakadályozására a szükséges mélységig műanyag bevonattal ellátott termelőcsövet kell alkalmazni.

Szükség esetén a termelőcső kihajlása ellen expanziós közdarabokkal kell védekezni. A kút mélysége, a hőmérsékletviszonyok és a termelőcső-átmérő ismerete szükséges a döntéshez.

A csőköz feltöltésére csak inhibitált, fémsóoldatos pakkerfolyadék alkalmazható, mert a lebegő szilárdanyag-tartalom — bentonitos — pakkerfolyadékoknál a nemkívánatos ülepedés hosszabb idő után nem akadályozható meg. A biztonsági tolózárat a karácsonyfa részeként a kútfejhez kell csatlakoztatni, és működésének — zárási vezérlőnyomás — összhangban kell lennie a mélységi biztonsági szelep zárási jellemzőivel.

Gyűjtő—mérő központok

A kőolajtelepek gazdaságos kiaknázása, a termelés előrejelzése szükségessé teszi a termelőkutak hozamának meghatározott időközönkénti egyedi mérését, valamint az össztermelvény mennyiségének mérését és regisztrálását. A feladat ellátására általában olyan gyűjtő csomópontok létesülnek, ahol a kútáramot megfelelő edényekben gázra és folyadékra, esetleg a folyadékot olajra és vízre szétválasztják, majd az egyes fázisok hozamát megmérik. A korszerű műszerekkel, automatikai és biztonsági berendezésekkel ellátott mérőállomások berendezései ma már teljesen zárt rendszerűek, így belőlük szénhidrogén elvileg nem kerül a levegőbe. Ezeket a mérőállomásokat, ahol mód van rá, célszerű a termelőkút-hálózat középpontjába telepíteni. Lakott területen azonban a telepítésüket sok

egyéb szempont, hatósági rendelkezések és előírások is befolyásolják.

A telepítéskor biztonsági övezetet kell kijelölni. A létesítmény körül kialakított biztonsági övezet azt a célt szolgálja, hogy a létesítmény zavartalanul üzemelhessen, ill. káros hatása (légszennyeződés, tűz- és robbanásveszély) ne érvényesülhessen már a környezetben levő létesítményekre.

Nagyon lényeges szempont a gyűjtőállomások veszélyezésének megítélésében az a körülmény, hogy ott tárolnak-e kőolajat vagy sem. A korszerű termelőberendezések igyekeznek kihasználni a felszínen még rendelkezésre álló rétegenergiát, és a folyadékot szeparátornyomással továbbítani a szállítóvezetékbe. A megbízható áramlásmérő műszerek (mérőturbina) alkalmazása ezt lehetővé is teszi, mert mérés céljából sem kell az olajat, ill. folyadékot tartályokba termelni.

Ha a felszínen még rendelkezésre álló energia nem elegendő a folyadék továbbításához, úgy kis méretű kiegyenlítőtartály közbeiktatásával folyamatosan elszivattyúzzák a termelt folyadékot. Az ilyen rendszerben normál üzemben a szénhidrogén nem érintkezik az atmoszférával, ezért nem is keletkezhet a berendezést és a környezetet veszélyeztető robbanókeverék. A cél az, hogy üzemzavar esetén se jusson a szabadba kőolaj vagy földgáz. Ez az alarmrendszerrel vezérelt biztonsági elzáró tolózárakkal valósítható meg. Az edényzetben a folyadékszint emelkedése vagy a nyomás nem kívánt mértékű növekedése hatására vészjel keletkezik, mely a kezelők riasztásán túl a biztonsági tolózárak lezárására is utasítást ad.

Az egyes országok előírásai a gyűjtőállomások biztonsági övezete szempontjából is nagyon különbözőek. A francia kőolaj- és földgázkutatás és -termelés biztonsági előírásai a következő telepítési távolságokat javasolják gyűjtőállomások esetében:

— középületektől (kórháztól, iskolától)	50 m
— lakóépületektől	15 m
— nagy forgalmú utaktól és vasutaktól	10 m

Hazánkban az OÉSZ I. kötet 2. *b)* melléklete a földgáz- és kőolajkutakkal azonosan a szeparátorállomásokra is 200 m-es védőtávolságot határoz meg.

A Szovjetunióban a tűzoltóság előírásai a tankállomások biztonsági övezetét kisebbre állapítják meg, mint a kutakét. Általában nincs egységes szabályzat. A konkrét terveket egyeztetik esetenként a hatóságokkal. Sokszor a városfejlesztési tervvel igazodnak a szénhidrogénmező adottságaihoz.

Jugoszláviában a kúthozam szeparálása a lakott területek határától számított 200 m-es biztonsági távolságon túl történik.

A gyűjtőállomások telepítése előtt meg kell vizsgálni a

— város belterületén belüli telepítés lehetőségét és célszerűségét a kellő biztonság garantálása mellett;
— a külterületen történő telepítés lehetőségét, a lehetséges műszaki megoldásokat, a többletráfordítás mértékét.

Ha a város belterületén a helyi körülmények mérlegelése szerint is a lakó- és középületektől vagy más létesítményektől elfogadható biztonsági távolságra telepíthető a gyűjtőállomás, a termelés biztonsága érdekében ezt a változatot célszerű részletesen megvizsgálni. Nagyon előnyös, ha az így kijelölhető hely a kutak felszíni pontjai súlypontjának a közelében van, mert ez esetben a kútbekötő vezetékek hossza a legrövidebb, s mind műszaki, mind gazdasági szempontból előnyös.

A helyi adottságok nagyon különbözők lehetnek, ezért általános érvényű megállapítást nem lehet tenni, a telepítésről esetenként kell dönteni.

Gyűjtővezetékek

Hazánkban az olaj- és gázvezetékek biztonsági övezetének a határát a 10/1970. NIM rendelet szabályozza. A biztonsági övezet határa a veszélyeztetett környezettől és a szilárdsági méretezéshez alkalmazott biztonsági tényezőtől függ. A rendelet a lakott terület I. veszélyeztetettségű kategóriájúnak minősíti, így a gyűjtővezeték nyomásától függően a minimális biztonságiövezet-határ a szokványos vezetékátmérőknél 15—31 m.

Jugoszláviában a lakóházaktól 5 m távolságra fektetik a kútbekötő vezetékeket. Egyes esetekben ennél még kisebb távolságra is.

Nagyon fontos a vezetékek nyomásszintjének meghatározása. A kútfejre felszerelt biztonsági tolózárral biztosítani lehet, hogy egy előre beállított maximális értéknél nagyobb nyomással ne legyen a vezeték terhelve.

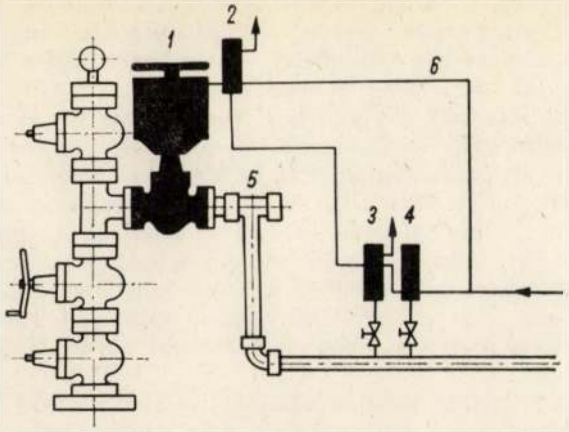
Ennek a nyomásnak nagyobbnak kell lenni a várható legnagyobb üzemi nyomásnál. A biztonság fokozása érdekében a vezeték falvastagságának megállapításakor célszerű a biztonsági tényezőt a rendeletekben előírtnál nagyobbra, 3—4 között megválasztani. A hegesztési varratokat 100%-os roncsolásmentes vizsgálatnak kell alávetni, kivéve, ahol az előírt maximális biztonságiövezet-határnál nagyobb távolság áll rendelkezésre. Nagy gondot kell fordítani a hegesztők minősítésére, a hegesztéshez megfelelő körülmények biztosítására.

A korrózióvédelem érdekében a vezetéket nagyon gondosan készített megerősített passzív védelemmel kell ellátni, s a szabványokban előírt korróziós falvastagságpótlékról is gondoskodni kell. A vezeték szigetelésének jóságát szemrevételezésen túl ellenállásméréssel is ellenőrizni kell. Szükség esetén a belső korrózió ellen védőbevonatot kell alkalmazni, vagy megfelelő inhibitor adagolására kell felkészülni.

Városon belül az aktív katódvédelem megvalósítása sok akadályba ütközne, ezért alkalmazása nem célszerű. A tervezés során a kóboráramok védelmére fel kell készülni.

Biztonsági elzárószerelvények

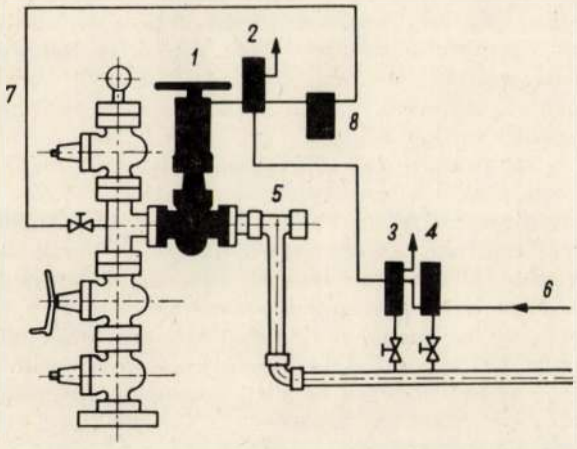
A biztonság fokozása érdekében a kútba, a karácsonyfára és a gyűjtőállomás területén a vezetékekbe biztonsági elzárószerelvényeket kell elhelyezni *(2., 3. ábra)*. A kútba épített szerelvényekkel már részletesen foglalkoztunk. A különböző nyomásfokozatú rendszerek határán fölszerelt biztonsági elzárószerelvények jó működése nagyon lényeges, ezért ezek típusaival, működésükkel célszerű bővebben foglalkozni.



2. ábra

Külső tápenergiával vezérelt és működtetett (faile safe) biztonsági tolózár

1 — biztonsági tolózár; 2 — háromútú gyors lefúvatószelep; 3 — maximális nyomáson működő vezérlőszelep; 4 — minimális nyomáson működő vezérlőszelep; 5 — fúvóka; 6 — tápgázvezeték



3. ábra

Külső tápenergiával vezérelt, termelt közeggel működtetett (faile safe) biztonsági tolózár

1 — biztonsági tolózár; 2 — háromútú gyors lefúvatószelep; 3 — maximális nyomáson működő vezérlőszelep; 4 — minimális nyomáson működő vezérlőszelep; 5 — fúvóka; 6 — tápgázvezeték; 7 — a működtető közeg vezetéke; 8 — szűrő

A biztonsági elzárószerelvények rendeltetésük szerint a termelőkút lezárására vagy a kőolaj- és földgázgyűjtés és -előkészítés folyamatának bármely szakaszában csőelzárásra szolgálnak. Működtetésük átalában akkor következik be, ha az első és felső értékekkel beállított nyomásintervallum határát az üzemi nyomás akár lefelé, akár fölfelé eléri. Csőtörés esetén a nyomás a beállított alsó határ alá esik, ekkor a biztonsági elzárószerelvény lép működésbe: lezár, s ezzel nagyobb mennyiségű szénhidrogén szabadba jutását akadályozza meg.

Felső értéknél a szerelvény lezárása lehetetlenné teszi a szerelvény utáni szakasznak a megengedettnél nagyobb nyomás alá helyezését. A csőtörés elleni védelem egyidejűleg feltételezi a vezetékszakasz végére felszerelt, biztonságosan működő visszacsapó szelepet is.

Egyes biztonsági elzárószerelvény-típusoknál a technológia más paramétereinek változása is (pl.: szeparátor vagy tartály felső folyadékszint, villamosáramkimaradás, tűz a technológiai berendezésnél stb.) előidézheti a működést.

A vezérlés módja szerint közvetlen (a szállító közeg energiájával) és külső energiával működő típusokat különböztettünk meg. A közvetlen vezérlésű biztonsági elzárószerelvények belső és külső érzékelésűek lehetnek.

A belső érzékelésű biztonsági szerelvényt a technológiai folyamat azon szakaszára kell fölszerelni, ahol üzem közben az ellenőrizendő nyomás érvényesül. A kutat és gyűjtőállomást összekötő folyóvezeték esetén tehát a fúvóka utáni vezetékszakaszba kell a direkt működésű (pl. SAFOMATIK) csőtörés-biztosító beépítési helyét kijelölni.

Az ilyen típusú szerelvény előnye, hogy nem kíván tápenergiát, és olcsóbb a beszerzési ára; hátránya, hogy a fúvóka elé közvetlenül a karácsonyfára nem szerelhető fel, így a kútkörzetben védetlen vezetékszakaszok maradnak, valamint a csőtisztító szerkezetek áthaladását nem teszi lehetővé.

A közvetlen vezérlésű, de külső érzékelésű (pl. ITIS Vx) típusnál gyakorlatilag ugyanez a helyzet; az érzékelés helye és az elzárószerelvény beépítési helye csak az esetben lehet távolabb, ha a szállított közeg elfagyásától, bedermedésétől, pontosabban a nyomást közvetítő vezeték eldugulásától nem kell tartani.

A külső tápenergiával (tápgázzal) működő vezérlőrendszerek esetén az érzékelőelem, illetve ezek párhuzamosan kötött rendszere a technológiai folyamat bármely szakaszára elhelyezhetők. Ezek központi vezérléssel is működtethetők. Ezek a vezérlőegységek általában úgy működnek, hogy a tápgáz-utánpótlást egy háromutú szeleppel vagy ezzel egyenértékű eszközzel megszüntetik és, ezzel egyidejűleg a vezérlő és beavatkozó közötti rendszerből a nyomást leengedik.

Az ilyen típusú biztonsági berendezések előnye, hogy a beavatkozó szerelvény a karácsonyfa tartozékaként (akár mint második főtolózár, akár mint válltolózár) is felszerelhető, s ugyanakkor a fúvóka utáni nyomással vezérelhető. Hátránya, hogy drágább a közvetlen működésű csőtörés-biztosítóknál, és a tápgázrendszer kiépítését is szükségessé teszi.

Működés szempontjából megkülönböztethetünk: a szállított közeggel, továbbá pneumatikusan és hidraulikusan működtetett biztonsági elzáró szerelvényeket.

A szállított közeggel közvetlenül működtetett szerelvények vezérlése az ismertetett bármely rendszerű lehet. Megkülönböztetünk teljes áramlási körkeresztmetszetet biztosító és nem biztosító szerkezeteket (AXELSON, CAMERON, CAMCO, WILLIS gyártmányok).

A pneumatikus és hidraulikus elzárószerelvények többnyire ismert gyártmányú és rendszerű (pl. WKM, OCT, McEVOY, CAMERON) tolózárakból és az ezekre felszerelt nyomáskimaradásra záró üzembiztos (faile safe) működtetőkből állnak.

Előnyük, hogy a technológiai folyamat bármely pontján felszerelhetők, nyitáskor teljes vezeték-keresztmetszetet biztosítanak. Teljesen megbízható biztonsági berendezések a tápenergia kimaradása esetén lezárnak. Járulékos szerelvényük a kézikerék és a helyzetrögzítő, speciális körülmények közötti rugalmas kezelést tesz lehetővé.

A móravárosi kutak biztonsági elzárószerelvényéül külső energiával működő, nyomáskimaradásra záró pneumatikusan működtetett tolózárakat választottunk. Ezek alsó és felső nyomáshatárértékét úgy állítják be, hogy működésük előbb következzen be, mint a kútba épített biztonsági elzáró szerelvényé.

Nagyon fontos ezen készülékek üzemképességéről rendszeresen meggyőződni: az ellenőrzés és karbantartás munkáit jól felkészült szakmunkásokkal kell elvégeztetni.

A helyesen megválasztott és üzemeltetett biztonsági elzárószerelvényeket hatóságilag is elismert nyomáshatároló szerelvényként kellene kezelni, mert a biztonsági lefúvató szelep vagy hasadótárcsa a zárt rendszer megvalósítását lehetetlenné teszi.

Felkészülés az üzemvitelre

A biztonságos üzemeltetés egyrészt a berendezések célszerű, helyes kialakításával, másrészt az üzemeltető, kezelő dolgozók jó felkészültségével valósítható meg. A berendezéseket úgy kell kialakítani, hogy azok kezelése közben minél kisebb lehetőség legyen téves emberi beavatkozásra. Azokban a rendszerekben, ahol különböző nyomású elemek kapcsolódnak egymáshoz, kerülni kell a véletlen lezárás lehetőségét, ezért a gyűjtősorokat háromjáratú, kétállású szelepekkel célszerű felszerelni, vagy más módon kell a megfelelő reteszelésről gondoskodni. A csövek paraffintalanító rendszerét úgy kell megtervezni, hogy se a görény feladásánál, se a kivételénél olajelfolyás ne legyen.

A termelőüzem dolgozóit, vezetőit a rátermettség, megbízhatóság, felelősségtudat alapján kell megválogatni. Fel kell készíteni a dolgozókat az üzemben lehetséges minden munkafolyamatra, beleértve a rendellenes üzemi problémákat is. Az egyes munkafolyamatok elvégzésének módját részletesen le kell írni, szabályzatba foglalni, előre elkészített intézkedési terveknek kell lenniük meghibásodások esetére (vezetékszakadás, szerelvénymeghibásodás, folyadék-, gázkifúvás).

A vezetékeket, szerelvényeket rendszeresen felül kell vizsgálni, a vizsgálat módját, gyakoriságát dokumentálását szabályzatban elő kell írni.

A kutak, berendezések körzetében élő lakosságot előadások keretében meg kell ismertetni a szükséges mértékig az ott folyó tevékenységgel, valamint ki kell oktatni a normál üzemállapot és baleset alkalmával tanúsítandó magatartásra. A baleset alkalmával szükségessé váló tennivalókat célszerű nyomtatásban is rögzíteni.

A lakossággal való kapcsolat megteremtésében a helyi hatóság és az üzemeltető között szoros együttműködésre van szükség.

Hazai és külföldi tapasztalatok

Hazai vonatkozásban számos lakott területen lemélyített és termelésbe vont olaj- és gázkutak hosszú üzemelési tapasztalataival rendelkezünk. A teljességre való törekvés nélkül összegyűjtött néhány adat azt igazolja, hogy ez a tevékenység eléggé kiterjedt volt. A lovászi olajmezőben Kútfej község és az olajipari lakótelep területén 59 termelő kutat mélyítettek le. Az Egri Üzemhez tartozó demjéni mezőben Andornaktálya község belterületén 29 kút lemélyítésére került sor. Az említett lakótelepüléseken kívül Gellénháza, Bocföld, Barabásszeg, Bázakerettye községek, a gellénházi, kerettyei ipartelep, lovászi alsó lakótelep belterületén vannak kutatás és feltárás céljából lemélyített kutak. Ezek a kutak hosszú időn keresztül termeltek, és közülük számos még ma is termel. A kutak termeléstörténetük során részben felszállással, részben segédgázzal, ill. mélyszivattyúval működtek. Egyes kutakat gáz-, ill. vízvisszanyomásra képeztek ki, más kutak az ipari vagy lakóépületektől egész kis távolságra vannak.

A hosszú üzemi gyakorlat alatt ezeknél a lakott területen letesült kutaknál és gyűjtő vezetékeknél személyi sérülés vagy baleset, az ingatlan vagyontárgyakban a termeltetésből kifolyólag károsodás nem következett be.

Külföldi tanulmányúti jelentésekből és publikációkból tudjuk, hogy számos helyen folytatnak lakott területen szénhidrogén-bányászatot. A Szovjetunióban szerzett tapasztalatok szerint a lakott területek alatti tevékenység még hosszú termelési ciklus után sem jelent különösebb veszélyt. Ilyen gyakorlat Bakuból, Almetyevszkből és még sok más területről ismert. Bakuban előfordul, hogy a működő himba közvetlen az épület mellett van.

A szomszédos Jugoszláviában a Kikinda-mező 7 termelő kútját a város belterületén mélyítették.

Az Egyesült Államokban a kaliforniai Los Angeles város területén 1936 óta nagy területen folytatnak olajtermelést. 1973-ban a vízelárasztásos műveléshez nagynyomású vízvisszanyomó rendszert építettek ki a város lakott területein. A felújított és modernizált olajmezőn 450 termelő és 71 vízvisszasajtoló kút van. A kutak gyűjtővezetékeit és a vízvisszanyomó vezetékeket a közművekhez hasonlóan a kevésbé forgalmas utcák alatt vezetik.

Móraváros

A Móraváros-mező termelőberendezéseinek telepítésére részletes tanulmányterv készült a beruházási program elkészítése előtt. A tanulmány vizsgálatai azt mutatták, hogy a mérőállomást mind gazdasági, mind műszaki szempontból a kellő biztonsági távolságok és egyéb előírások betarthatósága mellett célszerű a belterületen belül telepíteni. A belterületnek ezen a részén ma még nagy kiterjedésű beépítetlen, városfejlesztésre csak a távlati tervekben figyelembe vett területek vannak.

A belterületi telepítés mellett szóló tények:

— a mérőállomás telepítésére kiszemelt hely bányatelken belül, beépítetlen területre esik. A területet határoló létesítményektől az előírt 200 m-es biztonsági övezet vagy védőtávolság minden oldalról biztosítható;

— a fenti területre telepített mérőállomás a termelőkutak felszíni pontjaihoz viszonyítva gyakorlatilag a központban helyezkedik el, így a kútbekötő vezetékek összhossza az adottságoktól függően a lehető legrövidebb, ami mind műszakilag, mind gazdaságilag nagy jelentőségű;

— a mérőállomás kis volumenű ivóvíz- és villamosenergia-igénye a városi hálózatról, aránylag nem nagy ráfordítással megoldható;
— a fenti helyre telepített mérőállomás közelében (300—400 m-en belül) nagy kiterjedésű tórendszer (Sancer-tavak) terül el, mely korlátlan forrása lehet az esetleges szükségessé váló tűzivízigénynek;
— a mérőállomás belterületen belül történő telepítése ellen mindössze az szól, hogy védőterületen belül építési tilalmat, illetve korlátozást kellett elrendelni, amely bizonyos mértékű kihatással lehet Szeged város e területre vonatkozó távlati fejlesztési tervére. Ugyanis az eddigi elképzelések szerint e terület pihenőpark kialakítására szolgált volna.

A mérőállomás külterületen történő telepítése ellen szóló tények:

— a város nyugati határában a produktív terület közvetlen szomszédságában repülőtér helyezkedik el, így — az OÉSZ 1. kötetében a repülőtérre előírt védőtávolságok betartása mellett — a mérőállomás a termelő kutaktól mintegy 3—4,5 km távolságra kerülhetett volna telepítésre;
— a fenti tény mintegy 20 km-rel nagyobb összhosszúságú kútbekötő vezeték megépítését igényli, s emellett a gyűjtési technológiát hátrányosan befolyásolja (nagy GOV-val termelt kőolaj két vagy három fázisú — gáz—olaj, vagy gáz—olaj—víz — áramlása igen nagy nyomásenergiát emészt fel, az amúgy is magas dermedéspontú és nagy paraffintartalmú kőolaj nagyon hosszú szakaszon áramlik talajhőmérsékleten stb.);
— villamosenergia- és vízellátáshoz teljesen új rendszert kell kialakítani, ill. fúrt kutat kell létesíteni;
— az esetleges szükséges tűzivízigény kielégítésére víztárolót kell létesíteni.

A fentiekből látható, hogy a műszaki-technológiai hátrányokon kívül jelentős beruházási többletköltséggel lehetett volna megvalósítani a mérőállomás külterületi telepítését. A mérőállomás külterületi telepítése mellett csak az a tény szól, hogy lakott területtől több kilométer távolságban lehetne megépíteni, ami véleményünk szerint nem elsőrendű fontos tényező abban az esetben, ha a létesítmény műszaki megoldása olyan színvonalú, hogy környezetében kellő biztonságot nyújt az élet, a testi épség és a vagyon megóvására, amellyel a létesítmény káros, veszélyeztető hatása gyakorlatilag kiküszöbölhető.

A kellő biztonságot nyújtó műszaki megoldás ma már minden korszerű olajipari létesítmény természetes követelménye akár külterületen, akár belterületen kerül az telepítésre. Így a móravárosi mérőállomás berendezései is, a korszerű műszaki-biztonsági igényeknek megfelelően, zárt rendszerűek, automatikus működésűek; rendellenes működésüket ellenőrző műszerek mérik és jelzik. A berendezések szállítható, a gyors szerelést megkönnyítő szánkókra vannak elhelyezve, így a létesítmény megépítési ideje jelentősen csökken.

A létesítendő berendezések műszaki színvonala, az alkalmazott üzemeltetési módszerek, s végül — de nem utolsósorban — a kezelő és üzemeltető dolgozók felkészültsége, rátermettsége, üzemi gyakorlata, lelkiismeretes munkája a garancia az eredményes, biztonságos üzemre.

IRODALOM

[1] Chambre syndicale de la recherche et de la production du pétrole et du gaz naturel. Comité des Techniciens, Commission de la sécurité. Consignes de sécurité... Editions Technip. Párizs 1969.
[2] The institute of Petroleum: Drilling and Production Safety Code. Part 4. London 1965.
[3] NAFTAGAS Kőolajipari Vállalat, Novi-Sad: Pravilnik o radu na istraživanju i proizvodnji nafte i gasa u naseljenim nestima. Broj 12. Službeni Bilten. Codina I. BR. 2. Novi-Sad. ápr. (1975).
[4] *Kreffly G.—Laár Á.—Fekete Lászlóné—Bán Á.—Hingl J.:* OBF, EVM és OKGT közös delegációjának az 1973. október 8—19. között Szovjetunióban tett tanulmányútjáról készített beszámoló jelentés.
[5] *Touttenoui T.—Laár Á.—Fekete Lászlóné—Hingl J.:* Jelentés az 1974. jan. 16—18-ig Jugoszláviában a NAFTAGAS-nál Kikinda város alatti olajtermelés tárgyában tartott tanulmányútról.
[6] *Weeks, H. A.—Blair, G. G.:* How EXXON installed an urban waterflood. World Oil, May. 69—72. (1974).
[7] NKFV—OLAJTERV e témájú iratanyagaiból.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szakmai Nap Orosházán

Az Alföldi Termelési Szakcsoporton belül működő Ipargazdasági Üzemi Szakcsoport 1976. június 4-én tartotta szakmai napját Orosházán. Bár az időjárás vígasztalan képet mutatott, de ez sem tudta megakadályozni, hogy 44 fő részvételével élénk eszmecsere kezdődjön az NKFV Orosházi Üzemében.

A jól bevált hagyományoknak megfelelően a témaválasztás eleve meghatározta a tanácskozás aktuális jellegét. A fő hangsúly a hatékonyság eddigieknél nagyobb mérvű emelésén, a rendelkezésre álló munkaerő optimálisabb kihasználásán volt. **„Az alkalmazott létszámnormák felülvizsgálata és tapasztalatai az Orosházi Üzemben"** volt az első előadás témája, amelyről *Varga András* számolt be. Többek között kiemelte, hogy ez a folyamat, amely az alkalmazotti állományúak hatékony foglalkoztatására és ezáltal létszámuk csökkentésére irányult az elmúlt években, jelen helyzetben a létszámkorlátozással új, fokozottabb hangsúlyt kapott. Most már nem a megoldás szükségességén — az eldöntött —, hanem a megoldás módozatain lehet vitatkozni, hogy a növekvő feladatoknak hogyan és miként tegyünk eleget a meglevő, illetve csökkenő alkalmazotti létszámmal. A munkaterületek alapos feltérképezése, párhuzamosságok megszüntetése, csúcsterhelések csökkentése, mind ezt célozza. A feladat megoldásának problémáit szükségtelen hangoztatni, hiszen sok területen, pl. építkezés, beruházás stb. nem ritkán előfordul csúszás, amit aztán mindenki tudomásul is vesz, de gondoljunk csak a bérszámfejtésre: a bérfizetések elcsúszása elképzelhetetlen.

A téma közérdekűségét a hozzászólások is meggyőzően bizonyították. Alapvetően helyeselhető volt az a vélemény, hogy hosszabb távon csak jól megalapozott létszámnormák alapján lehet tervezni a létszámszükségletet, és nem a bázisszemlélet automatikus alkalmazásával.

A hatékonyság növelését más oldalról közelítette meg *Szedlák Jánosné*, aki a szocialista brigádmozgalom tudatformáló szerepét, mozgósító erejét és a mozgalomban rejlő, még kellően nem hasznosított lehetőségeket emelte ki. Meggyőzően alátámasztotta a szocialista brigádmozgalomban rejlő tartalékok feltárásának szükségességét, és külön is kiemelte az öntevékeny kezdeményezőkészség szerepét.

(Folytatás a 317. oldalon!)

Pulzációs vizsgálatok tervezése és értékelése

MEGYERI MIHÁLY

Hazai gyakorlatunkban elsősorban a nem homokkő típusú tárolók porozitásának meghatározása jelent problémát. A megoldást elősegíti a pulzációs vizsgálatok üzemszerű alkalmazása, melynek előfeltétele nagy érzékenységű nyomásmérők üzembe állítása. A tanulmány a szakirodalom alapján ismerteti a pulzációs vizsgálatok elméletét és tervezését, valamint egy hazai kifejlesztésű 10^{-4} at érzékenységű nyomásmérővel végzett mérés eredményét.

A nyomásemelkedési és -csökkenési vizsgálatok kvantitatív módon megadják a vizsgált kút hidraulikus kapcsolatának minőségét a kúttal megnyitott tárolóval, a tároló áteresztőképességét és folyadékvezető képességének változását bizonyos távolságon belül.

Az interferenciavizsgálatok adhatnak feleletet a tárolók porozitására és két vizsgált kút közötti átlagos áteresztőképességére.

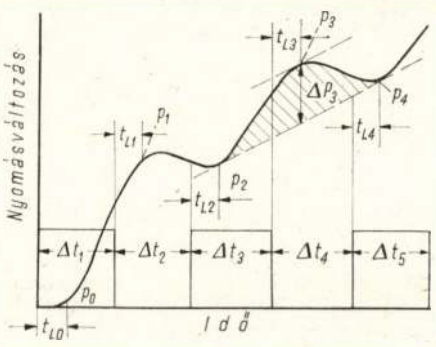
Szakirodalmi adatok szerint az interferenciavizsgálatokat kiterjedten alkalmazzák a tárolóparaméterek megismerésére, és különösen pulzációs vizsgálatokkal nyernek értékes eredményeket.

Interferenciavizsgálatok kiértékelésére pontos számítógépi módszert [7] dolgoztak ki, mellyel több esetben jól meg lehetett határozni a rétegparamétereket, mégis gyakran problémát jelentett, hogy a mérőműszerek érzékenysége nem volt elegendő az interferenciahatások egyértelmű regisztrálásához.

A pulzációs vizsgálat jól használható vizsgálati módszer; az [5] tanulmány alapján ismertetjük ezen vizsgálat elméletét, a tervezési és értékelési módszert, továbbá a kifejlesztés alatt álló, 10^{-4} at érzékenységű nyomásmérővel végzett mezőbeli vizsgálat eredményét.

A nyomásváltozás általános elmélete

A pulzációs vizsgálatok elméleti leírását *Brigham* [5] célirányosan adja a mezőbeli vizsgálatok tervezéséhez és kivitelezéséhez. A pulzációs vizsgálatok összefüggéseit ismerteti, mely vizsgálat lényege, hogy a nyomás egy lezárt kútban reagál egy másik kútban létrehozott pulzálásos termelésre vagy benyomásra. A reakció nagysága és ideje az áramlási ütemtől, a réteg áteresztőképességétől, porozitásától és vastagságától, valamint a két kút közötti folyadék kompresszibilitásától és viszkozitásától függ. Az inhomogenitások, a telep geometriája szintén befolyásolják a reagáló kút nyomásváltozását, de ismertetésünkben ezeket a hatásokat elhanyagoljuk.



1. ábra
Pulzációs nyomásváltozás zárt kútban

A nyomásváltozást leíró összefüggések a diffuzivitás egyenletének vonalforrású megoldásai. Ha a kutat például Δt időig termeltetjük, majd lezárjuk, a lezárt kútban a nyomásváltozás egyenlete a következő:

$$p = p_i + \frac{9{,}516Bq}{T}\left\{Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t-\Delta t)}\right]\right\}. \quad (1)$$

Ha pulzációs vizsgálatot végzünk, amikor több tertermelőciklust követ lezárás, és a ciklusok Δt ideig tartanak, a nyomásváltozás a következő módon adható meg:

$$p = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\sum_{n=0}^{N-1}(-1)^n Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t-n\Delta t)}\right], \quad (2)$$

ahol N az egyenlő hosszúságú termelő- és zárási periódusok száma. (Például egy termelő- és egy zárási periódus esetén $N=2$.)

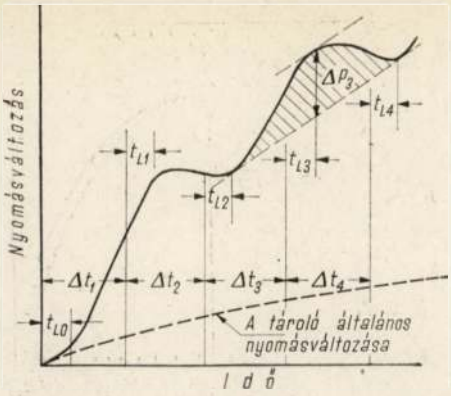
Az (1) és (2) egyenlet termelésre és besajtolásra is vonatkozik, csupán az előjelet kell értelemszerűen felcserélni.

Az *1. ábra* egy ideális nyomásváltozást mutat. A termelési és zárási ütemet Δt_1, Δt_2, ...-vel jelöltük, a görbe a termelés hatására az észlelőkútban létrejött nyomásváltozást mutatja. A termelési és zárási időket a görbe késéssel követi, ezeket a késési időket t_{L0}, t_{L1}, t_{L2} stb. jelzi.

Az *1. ábrán* látható jelleg csak teljes nyugalmi állapotban levő tároló vizsgálatakor alakulhat ki.

A zárt kutakban azonban — a tárolók megzavart nyomásviszonyai miatt — bizonyos nyomásváltozás figyelhető meg. Az általános nyomásviselkedést jobban mutatja a *2. ábra*, ahol a tároló általános nyomásváltozását szaggatott vonallal jelöltük. Erre az általános nyomásváltozásra szuperponálódik a pulzálásokból adódó nyomásváltozás.

Johnson és munkatársai [2] módszert adtak a tároló általános nyomásváltozásából adódó zavaró tényező kiküszöbölésére az amplitúdónagyság és a késési idő



2. ábra
Pulzációs nyomásváltozás zárt, tranziens változással zavart kútban

meghatározásával. Az amplitúdónagyság és a késési idő meghatározásának módját az *1.* és *2. ábra* szemlélteti.

A második termelési ütemhez tartozó $2\Delta t+t_{L2}$ idejétől a harmadik termelési ütemhez tartozó $4\Delta t+t_{L4}$ idejéhez érintőt kell húzni. Az így kapott egyenessel húzunk párhuzamost oly módon, hogy az a görbét $3\Delta t+t_{L3}$ időnél érintse. A két érintő között lehet meghatározni az amplitúdónagyságot (Δp_3) és a hozzá tartozó késési időt (t_{L3}).

Ha a fenti módon határozzuk meg a *2. ábrán* is a paramétereket, úgy függetlenül attól, hogy a tároló általános monoton nyomásváltozása zavarta a vizsgálatot, azonos amplitúdónagyságot és késési időt kapunk eredményül.

A pulzációs vizsgálatokat tervezni kell, hogy jól értelmezhető nyomásváltozásokat kapjunk eredményül. A *3. ábra* szemlélteti azt a hatást, ha a szükségesnél rövidebb időt választunk, ebben az esetben a pulzációs reakció csaknem teljes egészében elmosódik.

A *4. ábra* mutatja a túl hosszú pulzációs idő hatását. Itt a nyomásváltozás elég jól értékelhető, de az idő hosszabb, mint amekkora az információ nyeréséhez szükséges.

A *3. ábrán* szemléltetett nyomásváltozás vizsgálati ideje az *1. ábrán* szemléltetett vizsgálati időnek harmada, a *4. ábrán* háromszorosa.

A késési idő meghatározása

Az előző tárgyalás kvalitatív volt. A fentiekben ismertetett érintőszerkesztés egyenletekkel leírható. Először az első ciklus hatására létrejött nyomásváltozást vizsgáljuk. Az első termeltetés Δt_1 alatti nyomásváltozása

$$p = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\,Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t)}\right]. \qquad (3a)$$

A második időlépcső eredményeként adódik

$$p = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\left\{Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t-\Delta t)}\right]\right\}, \qquad (3b)$$

míg a harmadik időlépcső alatti nyomásváltozás

$$p = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\left\{Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t-\Delta t)}\right] + Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t-2\Delta t)}\right]\right\}. \qquad (3c)$$

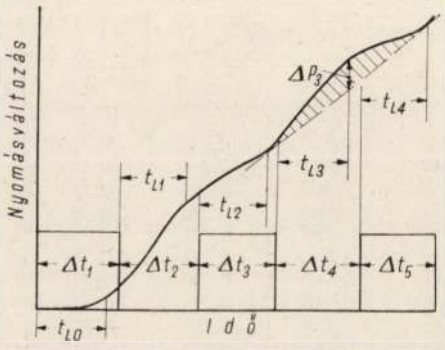
Amint a fentiekben ismertettük: ahhoz, hogy meghatározhassuk az amplitúdónagyságot, érintőt kell húznunk a t_{L0}-tól t_{L2}-ig, és az így meghatározott egyenessel húzunk érintőt a t_{L1}-en keresztül. A nyomás ezeken a pontokon a (3a), (3b) és (3c) egyenletekből:

$$p_0 = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\,Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L0})}\right], \qquad (4a)$$

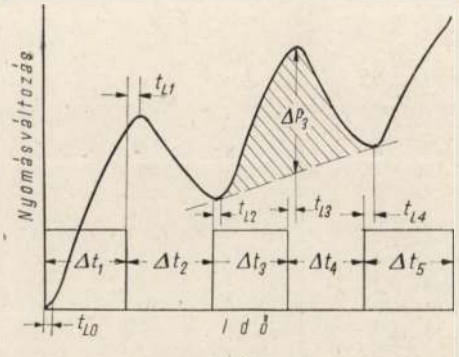
$$p_1 = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\left\{Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L1}+\Delta t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L1})}\right]\right\}, \qquad (4b)$$

$$p_2 = p_i + \frac{9{,}516\,Bq}{T}\left\{Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+2\Delta t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+\Delta t)}\right] + Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2})}\right]\right\}. \qquad (4c)$$

Érintőt rajzolunk a p_0-tól a p_2-ig t_{L0} és t_{L2} időnél. Az érintő meredekségét megkapjuk, ha az összetartozó nyomáskülönbség-értékeket osztjuk az időkülönbséggel:



3. ábra
Pulzációs vizsgálat nyomásváltozása rövid pulzációs idő esetén



4. ábra
Pulzációs vizsgálat nyomásváltozása hosszú pulzációs idő esetén

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p_2 - p_0}{(t_{L2} + 2\Delta t) - t_{L0}} = \frac{9{,}516\,Bq}{(2\Delta t + t_{L2} - t_{L0})T} \cdot$$

$$\cdot \left\{ Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+2\Delta t)}\right] - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+\Delta t)}\right] + \right.$$

$$+ Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+\Delta t)}\right] + Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2})}\right] -$$

$$\left. - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L0})}\right]\right\}. \qquad (5)$$

Ha feltételezzük, hogy t_{L2} és t_{L0} egyenlőek, akkor az (5) egyenlet egyszerűsíthető:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{9{,}516\,Bq}{(2\Delta t)T}\left\{ Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+2\Delta t)}\right] - \right.$$

$$\left. - Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+\Delta t)}\right]\right\}. \qquad (6)$$

A t_{L0} és t_{L2} értékeit egyenlőnek elfogadva elhanyagolható hibát követünk el, ugyanis az értékek az exponenciális integrál argumentumában szerepelnek, a (6) egyenlet a további számításokhoz alkalmas.

A kísérlet elemzése során érintőt szerkesztünk ugyanezzel a dőlésszöggel a t_{L1} időpont által kimetszett helyen. Ezen érintő iránytangensére vonatkozó egyenletet a (4b) egyenlet differenciálásával nyerjük.

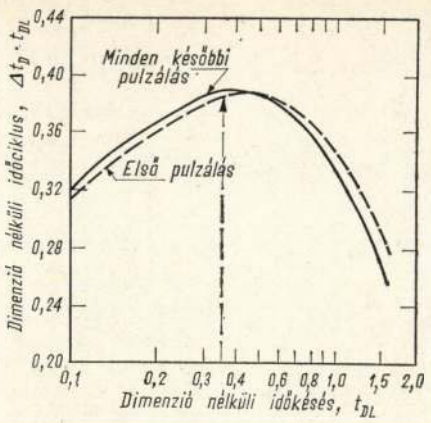
Az eredmény:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{9{,}516\,Bq}{T}\left\{ -\frac{\exp.\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t)}\right]}{t} + \right.$$

$$\left. + \frac{\exp.\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t+\Delta t)}\right]}{(t-\Delta t)}\right\}. \qquad (7)$$

A feltételeknek megfelelően a két érintő dőlésszöge ugyanaz, így a (6) és (7) egyenleteket egyenlővé tehetjük. Ha t_{L1} és t_{L2} értékeit egyenlőnek tételezzük fel, és ezt a fentiek alapján megtehetjük, az eredmény dimenzió nélküli adatokkal kifejezve az alábbi:

$$Ei\left(\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+2)}\right) - Ei\left(\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+1)}\right) =$$



5. ábra
Pulzációs vizsgálat időkésése

$$-2\left\{\frac{\exp.\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL1}+1)}\right]}{(t_{DL1}+1)} - \frac{\exp.\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL1})}\right]}{(t_{DL1})}\right\}. \qquad (8)$$

A (8) egyenlet két változót tartalmaz (Δt_D és t_{DL}), tehát kapcsolatba hozza a késés idejét a pulzációs idővel. A két változó az egyenletben explicit, és az *Ei* függvények vizsgált tartományában a logaritmikus közelítés nem érvényes. A megoldást sorozatos megközelítéssel adták meg. A számítás eredményeit mutatja az *1. táblázat* és ábrázolja az *5. ábra*. Szaggatott vonal jelzi az első pulzálást.

A nyomásváltozás ideje a későbbi ciklusoknál

Ha ugyanazt a gondolatmenetet követjük, mint az első késési idő t_{DL1} értékének számításakor, mely a (8) egyenlethez vezetett, kapjuk a t_{DL2} érték számítására alkalmas egyenletet:

$$Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+3)}\right] - Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+2)}\right] \cong$$

$$-2\left\{\frac{\exp.\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+2)}\right]}{(t_{DL2}+2)} - \frac{\exp.\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+1)}\right]}{(t_{DL2}+1)} + \right.$$

1. táblázat

A pulzációs vizsgálat időkésése

A $\Delta t_D \cdot t_{DL}$ értékei az egymás után következő pulzálások során

t_{DL}	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0,1	0,315	0,322	0,319	0,321	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
0,15	0,342	0,349	0,346	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347
0,2	0,359	0,367	0,363	0,365	0,364	0,364	0,365	0,365	0,364	0,364
0,3	0,379	0,385	0,382	0,384	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383
0,4	0,387	0,391	0,387	0,389	0,388	0,389	0,388	0,389	0,388	0,389
0,5	0,387	0,388	0,385	0,386	0,387	0,387	0,386	0,387	0,386	0,387
0,6	0,383	0,381	0,379	0,381	0,379	0,381	0,380	0,380	0,380	0,380
0,7	0,376	0,371	0,370	0,371	0,370	0,371	0,370	0,371	0,370	0,371
0,8	0,367	0,359	0,359	0,360	0,359	0,360	0,359	0,360	0,359	0,359
0,9	0,356	0,345	0,347	0,348	0,346	0,348	0,347	0,347	0,347	0,347
1,0	0,345	0,331	0,335	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,344
1,5	0,288	0,260	0,276	0,259	0,272	0,271	0,271	0,271	0,271	0,271

$$+\frac{\exp\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2})}\right]}{t_{DL2}}\Bigg\}. \qquad (9)$$

Az egyenlet formája hasonló a (8) egyenlethez. Ugyanezen az alapon kapcsolódik t_{DL3} a Δt_D-hez.

$$Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3}+4)}\right]-Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3}+3)}\right]\cong$$

$$\cong 2\Bigg\{\frac{\exp\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3}+3)}\right]}{(t_{DL3}+3)}-\frac{\exp\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3}+2)}\right]}{(t_{DL3}+2)}+$$

$$+\frac{\exp\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3}+1)}\right]}{(t_{DL3}+1)}-\frac{\exp\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL3})}\right]}{t_{DL3}}\Bigg\}. \qquad (10)$$

A második, harmadik és a rákövetkező időkésések egyenleteit a tizedikig, sorozatos megközelítéssel kell megoldani. Az eredmények az *1. táblázatban* láthatók. Az első pulzáló kísérletek után az eredmények csaknem azonosak, így egyetlen vonal adja a pulzációs idők és a reakcióidők kapcsolatát. Ezt a vonalat az *5. ábrán* „minden későbbi pulzálás" jelöléssel látták el.

Nyomásváltozási amplitúdó nagysága

A pulzációs vizsgálat teljes elemzéséhez szükséges ismerni a nyomásváltozás és a tárolójellemzők kapcsolatát.

Az *1.* és *2. ábrán* látható a Δp_3 amplitúdónagyság; matematikailag ez a felső érintés pontjában kialakult nyomás és az alsó érintő megfelelően kimetszett pontjában uralkodó nyomás különbsége, azaz $p_3-\frac{(p_2+p_4)}{2}$.

Ez általában igaz minden pulzációs nyomásváltozásra.

A (4a), (4b) és (4c) egyenletek alapján határozhatjuk meg a t_{L1} csúcsnál levő amplitúdónagyságot:

$$\Delta p_1 = p_1-0{,}5p_0-0{,}5p_2 =$$

$$=\frac{9{,}516\ Bq}{T}Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L1}+\Delta t)}\right]-Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L1})}\right]-$$

$$-0{,}5Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L0})}\right]-0{,}5Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+2\Delta t)}\right]+$$

$$+0{,}5Ei\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2}+\Delta t)}\right]-0{,}5\left[\frac{-43\,123\,Sr^2}{T(t_{L2})}\right]\Bigg\}. \qquad (11)$$

A (11) egyenlet egyszerűsíthető $t_{L0}=t_{L1}=t_{L2}$ feltételezéssel. Az eredmény, dimenzió nélküli kifejezéseket használva:

$$\Delta p_{D1}\cong -0{,}5Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL1}+2)}\right]+1{,}5Ei\cdot$$

$$\cdot\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL1}+1)}\right]-2Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL1})}\right]. \qquad (12)$$

A második dimenzió nélküli amplitúdó nagysága:

$$\Delta p_{D2}\cong -0{,}5Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+3)}\right]+$$

$$+1{,}5Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+2)}\right]-2Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2}+1)}\right]+$$

$$+2Ei\left[\frac{-1}{\Delta t_D(t_{DL2})}\right]. \qquad (13)$$

Minden további amplitúdónagyság hasonló módon határozható meg.

A (12) és (13) egyenlet és minden hasonló egyenlet a dimenzió nélküli amplitúdónagyságot adja, mint a dimenzió nélküli pulzációs idő (Δt_D) és a dimenzió nélküli időeltolás (t_{DL}) függvényét. A Δt_D és t_{DL} kölcsönösen függenek, így a Δp_D dimenzió nélküli nyomásesés kifejezhető egyedül az időeltolódás függvényeként.

A *2. táblázat* a Δp_D és a t_{DL} értékeit tartalmazza 10—10 egymást követő pulzációra. Az eredmények jobb kezelhetőségének érdekében a táblázat a $\Delta p_D\cdot t_{DL}^2$ értékeket tartalmazza.

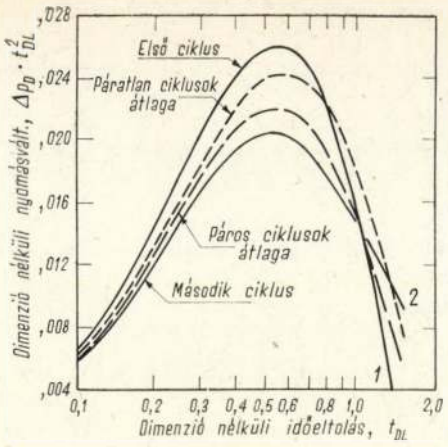
Megvizsgálva a *2. táblázatot* láthatjuk, hogy a páratlan pulzációk értékei egymás közelében állnak, és a páros számú pulzációk hasonlóan. A nyomáshullámok növekedő és csökkenő oldalán mérhető amplitúdónagyságok megegyeznek, de célszerűbb az *1—4. ábrán* feltüntetett módon a nyomáscsúcsoknál kiala-

2. táblázat

A pulzációs vizsgálat nyomásváltozása

A $\Delta p_D\cdot t_{DL}^2$ értékei az egymás utáni pulzálások során

t_{DL}	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0,10	−0,0065	+0,0057	−0,0061	+0,0059	−0,0061	+0,0060	−0,0060	+0,0060	−0,0060	+0,0060
0,15	−0,0160	+0,0091	−0,0099	+0,0094	−0,0097	+0,0095	−0,0097	+0,0095	−0,0097	+0,0095
0,2	−0,0143	+0,0121	−0,0134	+0,0126	−0,0131	+0,0127	−0,0130	+0,0128	−0,0130	+0,0128
0,3	−0,0203	+0,0166	−0,0189	+0,0174	−0,0185	+0,0177	−0,0178	+0,0178	−0,0182	+0,0179
0,4	−0,0240	+0,0193	−0,0226	+0,0202	−0,0220	+0,0207	−0,0217	+0,0209	−0,0215	+0,0210
0,5	−0,0258	+0,0203	−0,0245	+0,0214	−0,0237	+0,0219	−0,0234	+0,0222	−0,0232	+0,0224
0,6	−0,0258	+0,0202	−0,0250	+0,0212	−0,0242	+0,0218	−0,0238	+0,0222	−0,0235	+0,0224
0,7	−0,0258	+0,0193	−0,0244	+0,0201	−0,0236	+0,0208	−0,0131	+0,0212	−0,0228	+0,0214
0,8	−0,0223	+0,0180	−0,0229	+0,0185	−0,0223	+0,0191	−0,0218	+0,0195	−0,0215	+0,0197
0,9	−0,0194	+0,0164	−0,0210	+0,0164	−0,0205	+0,0170	−0,0200	+0,0174	−0,0197	+0,0177
1,0	−0,0161	+0,0148	−0,0187	+0,0143	−0,0184	+0,0147	−0,0180	+0,0151	−0,0176	+0,0154
1,5	−0,0001	+0,0095	−0,0065	+0,0061	−0,0080	+0,0054	−0,0082	+0,0053	−0,0081	+0,0054



6. ábra
Pulzációs vizsgálat nyomásváltozása

kuló amplitúdónagyságot lemérni és kezelni. A *2. táblázat* alapján szerkesztették a *6. ábrát*, amelyen a dimenzió nélküli időeltolódás függvényében láthatók az első és a második pulzációnak, valamint a páros és páratlan pulzációk átlagának $\Delta p_D \cdot t_{DL}^2$ értékei. Az ábrán látható, hogy ha a pulzációs idő olyan rövid, hogy t_{DL} nagyobb, mint 1,0 úgy az amplitúdó nagysága értékelhetetlenül kicsi lesz.

Pulzációs kísérlet tervezése és értékelése

Tervezési példa

A kőolajtároló jellemzői: $k_0 = 100$ mD, $h = 6{,}1$ m, $\mu = 2$ cP, $c = 1{,}422 \cdot 10^{-4}$ at^{-1}, $\phi = 0{,}2$, $r = 152{,}5$ m.

A sikeres pulzációs vizsgálatnak két fontos kritériuma:

— megfelelő pulzációs időt kell választani, hogy a vizsgálat a hatásos tartomány középpontjának közelébe essen;

— a várható nyomásváltozást és a nyomásmérő műszer érzékenységét összhangba kell hozni.

A vizsgálat tervezéséhez az *5.* és *6. ábrát* használjuk. A T transzmisszibilitás és az S tárolóképesség számítása:

$$T = \frac{kh}{\mu} = \frac{100 \cdot 6{,}1}{2{,}0} = 305; \qquad (14)$$

$$S = \phi \cdot c \cdot h = 0{,}2 \cdot 1{,}422 \cdot 10^{-4} \cdot 6{,}1 = 1{,}735 \cdot 10^{-4}. \qquad (15)$$

$t_{DL} \approx 0{,}35$ esetén a hatásos tartomány közepén vagyunk. Az *5. ábráról* $t_{DL} = 0{,}35$-nál leolvasható pulzációs idő $\Delta t_{D1} \cdot t_{DL1} = 0{,}385$.

Az optimális pulzálási idő a következőképpen számítható:

$$t_D \cdot t_{DL} = 0{,}385 = \frac{0{,}35 \cdot T\Delta t}{43\,123\, Sr^2} =$$

$$= \frac{0{,}35 \cdot 305 \cdot \Delta t}{43\,123 \cdot 1{,}735 \cdot 10^{-4} \cdot 152{,}4^2}, \qquad (16)$$

itt $\Delta t = 626$ perc ≈ 10 óra.

A tervezéshez az alábbi összefüggés használható:

$$\Delta t = 4{,}74 \cdot 10^4 \frac{Sr^2}{T}. \qquad (16a)$$

A vizsgálatot tehát 10 órás ciklusidővel kell megtervezni. Az *5. ábra* jellegének megfelelően a ciklusidő 8 és 12 óra között változtatható a pontosság elvesztése nélkül.

A *6. ábra* használható a várható amplitúdónagyságok előrejelzésére. A 0,35 értékű dimenzió nélküli t_{DL} időnél a nyomásváltozás a páratlan pulzációk átlaga alapján számítva:

$$\Delta p_D (t_{DL})^2 = 0{,}02 = \frac{\Delta p \cdot T}{9{,}516\, Bq} \cdot 0{,}35^2 =$$

$$= \frac{0{,}35^2 \cdot 305}{9{,}516\, Bq} \Delta p;$$

$$\Delta p = 5{,}1 \cdot 10^{-3} Bq. \qquad (17)$$

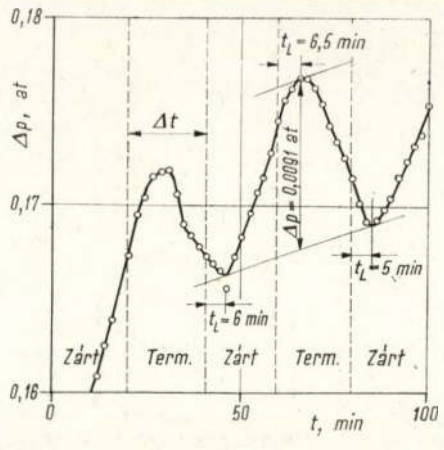
Tervezéshez célszerűen használható az alábbi összefüggés:

$$\Delta p = 1{,}55 \cdot \frac{Bq}{T}. \qquad (17a)$$

A fentiek szerint, ha a vizsgálat alatti termelési ütem 20 m^3/nap lesz, úgy $\Delta p = 0{,}1$ at nyomásváltozás várható, és ennek megfelelő felbontóképességű műszert kell alkalmazni.

Értékelési példa

A bevezetésben említett, fejlesztés alatt levő differenciális nyomásmérővel sikeres kísérleti pulzációs vizsgálatot végeztünk az *Nl-380., 57., 93., 184.* és *198.* kutak között. A vizsgálatok megbízhatóságának, reprodukálhatóságának és a zavaró körülmények hatásának kutatása a következő időszak feladata lesz. Szemléltetésül — értékelési példaként — az *Nl-380., 93.* kútpárok között mért adatokat és számítási eredményeket ismertetjük. A vizsgálat alatt az *Nl-380-as* kúttól 198 m távolságra levő *Nl-93.* kút $q = 207$ m^3/nap ütemmel gyakorlatilag vizet termelt.



7. ábra
Az Nl-380. jelű kútban az Nl-93. kút pulzálásos termeltetésének hatására kialakult nyomásváltozás

A *7. ábrán* látható az *Nl-380.* jelű kúton a differenciális nyomásmérőről az idő függvényében leolvasott változás, melyet az *Nl-93.* kút pulzációs termeltetése, ill. zárása keltett. Az ábra alapján meghatározott értékek: $\Delta t = 20$ min, $\Delta p = 0{,}0091$ at, $t_L = 5{,}83$ min.

A meghatározott adatok, valamint az *5.* és *6. ábra* alapján a következő eredmények olvashatók le, ill. számolhatók:

$$t_{DL} = \frac{5{,}83}{20} = 0{,}295,$$

$$\Delta t_D \cdot t_{DL} = 0{,}382 \text{ (az } 5. \text{ ábra alapján)},$$

$$\Delta p_D \cdot t_{DL}^2 = 0{,}0175 \text{ (a } 6. \text{ ábra alapján)},$$

$$T = 46\,590 \frac{\text{mD} \cdot \text{m}}{\text{cP}},$$

$$S = 4{,}20 \cdot 10^{-4} \text{m/at}.$$

Összefoglalás

1. Azonos termelési és zárási ciklusidőket alkalmazva az *5.* és *6. ábra* alapján lehet a pulzációs vizsgálatokat tervezni és értékelni.
2. Két változó, a transzmisszibilitás: T, és a tárolóképesség: S határozható meg a pulzáló kísérletekből. Ez a két változó öt fontos tárolójellemzőt foglal magába, ezek: c, μ, ϕ, k, h. A vizsgálat alapján ezek közül kettő meghatározható, míg a többi hármat más eszközökkel kell megkapni.
3. Hazai gyakorlatunkban elsősorban a nem homokkő típusú tárolók porozitásának meghatározása jelent problémát. Nagy érzékenységű műszerek üzembe állítása, és a fentiekben ismertetett összefüggések alkalmazása elősegítheti a probléma megoldását.

JELÖLÉSEK

B	teleptérfogati tényező	
c	a réteg és a folyadékok kompreszszibilitása	at^{-1}
h	rétegvastagság	m
k	effektív áteresztőképesség	mD
p_i	kezdeti nyomás	at
$\Delta p = p - 1_1$	nyomásváltozás, amplitúdónagyság	at
$\Delta p_D = \frac{\Delta p T}{9{,}516 Bq}$	dimenzió nélküli nyomásváltozás, amplitúdónagyság	
q	termelési ütem	m^3/nap
r	kutak közötti távolság	m
$S = \phi ch$	tárolóképesség	m/at
t	idő	min
t_L	időeltolódás	min
$t_{DL} = \frac{t_L}{\Delta t}$	dimenzió nélküli időeltolódás	
Δt	besajtolási vagy termelési idő	min
$\Delta t_D = \frac{T \Delta t}{43123 Sr^2}$	dimenzió nélküli pulzációs idő	
$T = \frac{k \cdot h}{\mu}$	transzmisszibilitás	$\frac{\text{mD} \cdot \text{m}}{\text{cP}}$
μ	viszkozitás	cP
ϕ	porozitás	

Indexek

0, 1, 2 stb.= az impulzusok száma

IRODALOM

[1] *Greekorn, R. A.—Johnson, C. R.:* Method for defining reservoir heterogeneities. U. S. patent No. 3, 285 064 (Nov. 15, 1966.).

[2] *Johnson, C. R.—Greekorn, R. A.—Woods, E. G.:* Pulse testing: a new method for determining reservoir flow properties between wells. J. Pet. Technology *12* (1966).

[3] *McKinley, R. M.—Soul, V.—Carlton, L. A.:* A field application of pulse testing for detailed reservoir description. J. Pet Technology *3* (1968).

[4] *Doleschall S.—Simon S.—Arnold L.-né:* Interferenciavizsgálatok kiértékelése több zavaró kút esetén, elektronikus számítógép felhasználásával. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, 1969. p. 131—5.

[5] *Brigham, W. E.:* Planning and analysis of pulse-test. J. Pet. Technology *5* (1970).

[6] *Vela, S.—McKinley, R. M.:* How areal heterogenities effect pulse-test results. Soc. Pet. Eng. J. *3* (1970).

[7] *Simon S.—Ács G.:* Interferenciavizsgálatok új, abszolut minimumot adó kiértékelési módszere. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei. 1972. p. 64—9.

[8] *Kou, C. H.:* Determination of reservoir properties from sinusoidal and multirate flow test in one more wells. Soc. Pet. Eng. J. *6* (1972).

[9] *Rinders, J. P.:* Application of pulse test methods in Oman. J. Pet. Technology *9* (1973).

[10] *Gyenese I.—Tóth B.:* Pulzációs vizsgálatok szimulálása integrálexponenciális függvénnyel, 1975. (Kézirat).

[11] *Lescarboura, J. A.—Walther, H. C.—Wilson, P. L.:* Design and analysis of interference tests. SPE 5314.

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Energiagazdálkodás** májusi száma közli *Pogány László* (OGIL) **Energiatakarékosság a forrásoldalon** c. cikkét, amelyben az energiaveszteség és az önfogyasztás mértékének elemzése útján az energiatakarékosság objektív lehetőségei bontakoznak ki. A szénbányászat, kőolaj- és gázipar, valamint a villamosenergia-gazdaság területén az energiamegtakarítás konkrét lehetőségeire találunk ajánlatokat.

Szendrődi Józsefné (Prometheus TV) **A fajlagos CO-, SO_2- és koromemisszió gyors kiszámítása tüzelőolajoknál** c. közleményében az olvasó összegyűjtve kapja az olajtüzeléskor keletkező, levegőt szennyező füstgázkomponensek mennyiségi meghatározására szolgáló diagramokat, összefüggéseket.

Pancsovay Rezső (Gáztechn. Kutató és Vizsg. Állomás) **Szűkítésen keresztül áramló gáznemű közeg mennyiségének közelítő számítása** c. cikke könnyen kezelhető, közelítő összefüggéseket ismertet (számpéldákkal megvilágítva) a szűkítésekben kialakuló áramlást jellemzők meghatározására.

Bálint István (Prometheus TV) **Kis teljesítményű olajégők néhány üzemelési és levegőellátási problémája** c. cikkében stabil gyújtású, jó hatásfokú égést, megfelelő füstgáz-összetételt, és minimális zajszintet biztosító olajégő beállítást tárgyalja. A füstgáz-recirkuláltatás új kutatási eredményeiről is számot ad.

A **Mérés és Automatika** márciusi számában *Eötvös Sándor* **Folyadékok és gázok áramlásmérése** c. közleményében a mérőeszközökkel szemben támasztott követelmények és a pontosságot befolyásoló tényezők tárgyalása után az alap-mérőberendezésekre áttérve, ismertet néhány megvalósított, ill. tervezett berendezést folyadékok és gázok mérésére. Adott feladat elvégzésére alkalmas áramlásmérők helyes kiválasztására ad gyakorlati szempontokat.

Budapest, 1976. július hó.

Csaba József

Kiemelt környezetvédelmi intézkedések a TIFO I. ütem beruházásában

TOMOR LÁSZLÓ

A Leninvárosban telepítés alatt álló kőolaj-finomító — környezetvédelmi vonatkozásban — több tekintetben eltér a hazaiaktól. Célfinomító jellegénél fogva a kibocsátandó termékskála szűk, s ez, valamint a kombinált üzemű telepítés a légszennyezőket is jobban lehatárolja. Ezenkívül telepítési adottságai olyanok, hogy a környező ipartelepektől erős agresszív légszennyezés éri. A cikk tömör formában bepillantást ad az új finomító azon újszerű megoldásaiba, amelyek a környezetbe kerülő szennyezők csökkentésére, ill. megsemmisítésére irányulnak. Így pl. az agyagpaplanszigetelés a talaj, a magas kémények a levegő, a korszerű több lépcsős szennyvíztisztító a vizek tisztaságának megőrzését szolgálja. Továbbá a hulladékgázok gondos összegyűjtése és a recirkulációs vízhálózat az emberi környezet természeti javaival való észszerű gazdálkodást segíti.

A Tiszai Kőolajipari Vállalat (TIFO) létét az olefinprogrammal határozták el. A beruházást előkészítő tevékenység 1970 tavaszán kezdődött. Az előkészítő szakasz lényegében 1972 novemberéig tartott, amikor a Gazdasági Bizottság határozata a beruházás anyagi forrásait megnyitotta. Célfinomító jellege egyben fő profiljait is megszabja; vegyiparibenzin- és fűtőolajtermelés.

Környezetvédelmi vonatkozásban a nagyberuházás különleges helyzetben van. Az előkészítő munkák során ugyanis a környezetvédelem jelentőségét még nem hangsúlyozták annyira, mint az utóbbi egy-két évben. Ennélfogva a környezetvédelmi beruházások tételei nem jelentek meg külön. Ez azt jelenti, hogy a környezetvédelmi ráfordítások is mértéktartóak. Másrészt viszont az is igaz, hogy a kiviteli tervekben egyre inkább dominálnak a környezetvédelem szempontjai. Ez részben szemléleti kérdés is — és ha már erről beszélhetünk, az jó —, mert az utóbbi évek fejlődését, szemléletváltozását tükrözi. Maga a műszaki előterv és a beruházási javaslat körvonalaiban és alaptendenciáiban tartalmazott környezetvédelmi elveket, és ezek a kiviteli tervekben egyre inkább realizálódnak. Nem szabad elfelejteni továbbá, hogy egy évtizedes múlttal rendelkező olajipari tervezőintézet felgyülemlett tapasztalatai jutnak kifejezésre a tervezés során. Ezenkívül már a tervezés folyamán kutatási-fejlesztési szerződéseket kötöttünk a Nagynyomású Kísérleti Intézettel korrózióvédelmi, környezetvédelmi és vízgazdálkodási témákban, és az intézettől értékes segítséget is kaptunk.

A szokásos és súlyozott környezetvédelmi problémák tárgyalási módjától eltérően most időrendben foglalkoznuk a tárgyi témával.

A célfinomító helykijelölése elég egyértelműen adódik a térség adottságaiból. Nézzük meg a *telepítés* műszaki-gazdasági, valamint környezetvédelmi előnyeit és hátrányait.

Előnyök:

— szerves egységet képez a térség ipari objektumaival;
— jó az összeköttetése a Tisza Vegyi Kombináttal, a régi és új erőművel, a Tiszával, a vasútvonallal, a közutakkal és a Barátság II. kőolajvezetékkel;
— légszennyezése, zaja a várost kevéssé veszélyezteti.

Hátrányok:

— a kiskörei víztározó közelsége hatékony intézkedéseket követel az élővizek és talajvizek védelmére, ami a beruházás költségeit növeli;
— olyan szélirányban fekszik, hogy mind a TVK, mind a két erőmű agresszív légszennyező ágensei a finomító területén együttesen és erősen jelentkeznek.

A telepítéssel együtt kell megemlíteni az üzem belső elrendezését, szerkezetét. A belső szerkezetére egyaránt jellemző a hálós, sávos és tömbös elrendezés. A hálós szerkezetet az utak teszik egyértelművé. A sávos szerkezet, az üzem (ipartelep) technológiai szerkezetét is jelenti egyben: vasútüzem, raktárak, technolgóiai üzemek (részben bővítést lehetővé tevő) sávja, segédüzemek, gázolaj-, benzin-, fűtőolaj-, kőolajtároló sáv és a szennyvíztisztító sávja.

A tömbös elrendezésre jellemző a technológiai blokk, az olajmentes (igazgatási) blokk, a segédlétesítmények elhelyezése és a pb-tárolók.

Itt kell megjegyezni, hogy a tervezés folyamán mintegy 15—20 telepítési vázlat, sőt tervséma (valamint külföldi tanulmány) készült el, míg a mai elrendezés kialakult.

Az üzem belső szervezési, telepítési célszerűségét jellemzi, hogy

— a blokkosítással koncentrál;
— a jól áttekinthető közlekedési hálózat élesen szelektált rendszerek kialakítását tette lehetővé;
— a különböző jellegű veszélyforrásokat jól elválasztja;
— nyugati irányban fejlesztési lehetőséget biztosít.

A telepítéshez szorosan kapcsolódik a terület rekultivációja. Ez nemcsak a déli irányban levő települések irányában kialakítandó erdősávokat jelenti, hanem a finomító területén létesítendő füves, zöld területeket is. Az esztétikus, kulturált terület pszichológiailag eleve kedvező hatású munkakörülményeket teremt.

Mint már az előzőekben utalás történt rá, a kiskörei víztározó közelsége fokozott felelősséget ró az üzem tervezőire, megvalósítóira. Így törekvésünk kezdettől fogva az volt, hogy *vízgazdálkodásunk* a lehető legkorszerűbb legyen. E témával nem kívánunk részleteiben foglalkozni, így itt csak a környezetvédelmi vonatkozásokra szeretnénk rámutatni.

Egy kőolaj-finomító gazdaságosságát részben az energiafajlagosok determinálják. Ezért vízgazdálkodásunk alapkoncepciója volt a vízenergiával való takarékosság. A megoldás egyszerű alapszabályból indul ki: maximális vízvisszaforgatást kell megvalósítani. Ez azonban a gyakorlatban kissé bonyolultabb. Mert

mit is teszünk ennek érdekében? Azt, hogy

— recirkulációs vízköröket tervezünk;
— a csapadékvizet felfogva, azt hasznosítani kívánjuk;
— tisztítás után a szennyvizet, ill. annak tetemes részét, vissza fogjuk vezetni a rendszerbe;
— nem utolsósorban: léghűtőket építünk be.

Mindezek megkövetelik, hogy

– csatornarendszerünk — az elfolyó vízminőség függvényében — jól szelektált legyen;
— a szennyvíz elsődleges tisztítását előkezeléssel, a keletkezés helyén végezzük el;
— kombinált szennyvízkezelést alkalmazunk, amely mechanikai, kémiai és kétlépcsős biológiai tisztításból áll majd.

Itt kell még megemlíteni, hogy a korszerű elvek kiegészítőjeként egy közös (mármint a szomszédos üzemekkel közös) beruházású, ill. telepítésű, utótározó algásnádas halastó is megvalósításra vár, mely a tisztított szennyvíz minőségének legkritikusabb próbája lesz. Az élővizek védelméhez, ill. vízgazdálkodásunkhoz szorosan kapcsolódik a *talajvédelmünk*. A TIFO telepítési területe a Tisza árterülete volt, amire a talajösszetétel is utal. A terület topográfiai viszonyára és talajrétegződésére jellemzőek a következő adatok. A terület majdnem teljesen sík. Általában 95,00—93,50 tengerszint fölötti terepmagasságok fordulnak elő. A talajrétegződés: átlagosan 0,5—08 m, vastag humuszos agyagréteg alatt mintegy 4—5 m vastag kötött, agyagiszap települt. Ez alatt sárgásszürke, sárga kavicsos homokréteget tártak fel a fúrások. A Tisza — múlt században kezdett — szabályozása és a Tiszai Hőerőmű — két évtizeddel ezelőtti — telepítése az árterület jellegét végleg megszüntette. Ám a Tisza közelségével számolni kell. A talajvíz átlagszintje a telepítési 0 szint alatt 1—5 m-re ingadozik, míg a tavaszi áradás átlagszintje a 95 m tengerszint fölötti magasságot is elérheti. Így könnyen belátható, hogy két irányú védelemről kellett gondoskodni. Egyrészt a földbe kerülő, helyesebben a TIFO 0 szint alatti objektumainak megfelelő védelmét kellett megoldani, másrészt olyan intézkedéseket kellett tenni, amelyek megakadályozzák, hogy a talajba kőolaj vagy kőolajszármazék kerülhessen. Talajszennyezés esetén ugyanis a föld alatti vízáram a Tisza vizének tisztaságát, azaz a kiskörei víztárolót veszélyezteti. Ezért a TIFO-létesítmények tervezését és építését megelőzte a gondos geológiai és hidrológiai feltárás, amelynek adatai az építészeti tervek alapjául szolgáltak. E szakvélemény alapján határozták el, hogy részben a talajadottságok fölhasználásával, részben mesterséges úton zárórétegeket kell kialakítani, amely a fent jelzett kétirányú védelmet ellátja. Zárórétegül — a tárolótéren és a kombinált üzemi blokkban — egy agyagpaplan réteg szolgál.

A 0 szint alatti acélszerkezetek — bitumen rétegek közötti üvegszövettel, végül PVC-, ill. polietilén fóliával — megfelelő szigetelést kaptak. Szerencsére a talaj agresszivitása nem mérvadó, így fokozott betonkorrózióval nem kell számolni.

Itt említhető meg érdekességként a kombinált üzem mélyépítési megoldása. Az agyagpaplan réteg fölé egy szerelőbeton-réteget alakítottak ki, s e fölött helyezkedik el a csatornahálózat, melynek betemetett rétege hordozza majd a térbetont.

Az előbbieken kívül még talajvízfigyelő kúthálózatot is létrehoztak, mely a talajvízvédelem fokozott ellenőrzését szolgálja.

Lényegében tehát az ipari környezet kialakítása révén a természetes talajt teljesen átalakítottuk az ipari terület céljának megfelelően, ugyanis

— a humuszréteget eltávolítottuk:
— tereprendezést hajtottunk végre;
— egyes talajrétegeket célszerűen megváltoztattunk;
— védőréteget alakítottunk ki részben a meglevő talajból, részben építőanyagokkal.

Mindezekkel — úgy véljük — az aktív és passzív talajvédelmet kielégítően megoldottuk.

Ahogy hazánkban 10—15 évvel ezelőtt — elsősorban hatósági intézkedések révén — a víztisztaság-védelmet kiemelten kezelték, úgy ma a levegőtisztaságvédelem lett közügy.

Ahhoz, hogy a TIFO vonatkozásában e téren egy kis körképet adjunk, szükséges a főbb létesítmények vázlatos áttekintése.

Az első ütem létesítményei az alábbiak:

— 800 em^3 befogadóképességű kőolaj- és terméktároló tér, részben merev tetős, részben úszótetős tartályokkal.
— 3 Mt/év kapacitású kőolaj-feldolgozó kombinált üzem, mely magában foglal egy atmoszferikus-vákuum lepárlóegységet, gázolaj-kénmentesítőt, *Claus*- (kénkinyerő) üzemet, valamint egy könnyűbenzin- és cseppfolyósgáz-kénmentesítőt.

Külön ki kell emelni, hogy a fűtőolaj-tároló tér két tartálya a Tiszai Hőerőmű napi fűtőolaj-tárolója is egyben. E funkciója miatt állandóan 140 C°-on kell tartani. Ezért a fűtőolaj-tároló tér kiegészül egy melegítőolajos rendszerrel és melegítőkazánnal. Kőolajfinomító lévén, természetesen a fáklya mint biztonsági tartozék elmaradhatatlan. A teljesség kedvéért említést érdemel még továbbá

— a karbantartó üzem;
— a laboratórium;
— inertgáz-fogadó és kompresszortelep;
— tűzivíztárolók;
— igazgatási és szociális blokk;
— kőolaj és -termék fogadó-indító állomás.

Már az üzem egységeinek ismertetése sejtetni enged a várható levegőszennyeződésre. Az egyes létesítményeknél, ill. létesítménycsoportoknál lényegében kétfajta légszennyező forrással számolhatunk:

— pontforrások
  a) a melegítőolajos blokk kazánjának füstgázait egy 80 m magas kéményen kívánjuk kibocsátani;
  b) a lepárló és gázolaj-kénmentesítő üzemek csőkemencéihez egy 120 m magas kémény tartozik, míg
  c) a *Claus*-üzem véggázait 100 m magas kéményen fogjuk a légtérbe engedni;
— határozatlan paraméterű, diffúz források
  a) a tárolótér (kőolaj-, benzin-, gázolajtartályok). Itt kell megjegyezni, hogy e létesítményeknél a környezetvédelmi elvek egyrészt a nagy tartályok, másrészt az úszótetős megoldás miatt érvényesülnek;
  b) a vasútüzemi töltő-lefejtő (itt a túltöltésgátló berendezések és a töltő-lefejtő kocsiállások

alatt kiképzett betontálca a környezetvédelmet szolgálják);

c) a 150×250 m-es területen elhelyezett finomító termelőüzemei, első közelítésben, egyetlen diffúz forrásnak vehetők (természetesen a zárt technológia elsősorban tömítetlenség révén válhat szennyezőforrássá).

A szennyvíztisztításból származó iszapot, valamint a tartálytisztításkor és egyéb helyeken keletkező finomítói hulladékot iszapégetőben akarjuk megsemmisíteni. Bár itt csupán szennyezőfajta minőségi változásáról van szó, azonban az égetéskor keletkező füstgázok kibocsátását a legszigorúbb levegőtisztaság-védelmi előírások szerint fogjuk szabályozni.

A pontforrásokkal kapcsolatban csak annyit kell még megjegyezni, hogy méretük messze kielégíti a levegőtisztaság védelmére hozott rendeleteket.

A határozatlan paraméterű források közül a kombinált üzem néhány megoldása érdemel említést. Természetesen a kombinált üzemen belül a szennyezőforrások meghatározásakor már jól definiált pontforrásokról beszélhetünk. Ilyen értelemben különös figyelmet fordítottunk azokra a helyekre, ahol gázok-gőzök lépnek ki a készülékekből, ha mindjárt zárt rendszerben is.

Az már egy mai finomító tervezésekor követelmény, hogy a rendszerből nyerhető maradék gázokat — már csak energiagazdálkodási szempontból is — összegyűjtsék és fűtőgázként felhasználják. A kombinált üzemi adottságok — blokkos telepítés — kihasználásával így a benzinstabilizáló toronyból származó száraz gázt, a gázolaj-kénmentesítő kisnyomású szeparátorában kiváló gázokat, valamint a gázolaj-kénmentesítő stabilizálóoszlopának fejtermékét összegyűjtve monoetanol-aminos mosásnak vetjük majd alá, és utána fűtőgázként hasznosítjuk a csőkemencékben. Ezenkívül megemlítendő, hogy a gázolaj-kénmentesítő nagynyomású szeparátorából, ill. a monoetanol-aminos abszorberből a cirkulációs gáz egy részét közvetlen fűtőgázként fogjuk használni. Mindezeken túl a cseppfolyós (propán-bután) gáz kénmentesítő regenerálásakor nyert kén-hidrogén-dús gázt, az előbbi fűtőgázokkal hígítjuk, és csőkemencefűtésre hasznosítjuk. A vákuumegység felületi kondenzátorának gáz-gőz termékét — amelyet a finomítókban általában a szabadba engednek, és amely konstans légszennyező forrást jelent — mi bevezetjük a kemence tűzterébe. Hasonlóan a vákuumberendezés kondenzgyűjtőjéből kifúvatott kén-hidrogént is ide adagoljuk.

Bár a víztisztaság-védelemnél kellett volna megemlíteni, de a kombinált üzemről adott ismertetés egysége miatt ide kívánkozik az, hogy a kombinált üzem elfolyó technológiai kondenzált vizeit a sómentesítéshez használjuk majd fel a rendszer optimális beállításához. Mindezek együttesen a kombinált üzem zárt technológiai jellegét teljessé teszik.

Még ki kell egészítenünk a kombinált üzem környezetvédelmi, ill. levegőtisztaság-védelmi vonatkozású megoldásait a *Claus*-üzem utóégetőjével, mely a *Claus*-üzemi reaktorokból kikerülő, el nem égett kén-hidrogént kén-dioxiddá égeti el. Így a légtérbe távozó füstgázok 1 % mennyiségű kén-dioxidja mindössze 100 kg/h lesz. Ugyanakkor a lepárló és gázolaj-kénmentesítő üzem kemencéiből mintegy 500 kg/h kén-dioxidot fogunk a 120 m magas kéményen kibocsátani.

A környezetvédelem fogalmába az is beletartozik, hogy a finomítóban gyártott késztermékek olyanok legyenek, hogy felhasználásuk folyamán ne okozzanak környezetszennyezést. Finomítónk e téren is ki fogja elégíteni a jelenlegi hazai kívánalmakat, a fűtőolajtermékünk kivételével. Ezt szolgálja a gázolaj-kénmentesítő, valamint a könnyűbenzin- és cseppfolyósgáz-kénmentesítő. Ugyanakkor a *Claus*-üzem kimondottan környezetvédelmi beruházás. A gázolaj-kénmentesítés melléktermékeként keletkező kén-hidrogénből nyerik itt ki a ként, mentesítve e szennyezőtől a környező atmoszférát.

Környezetvédelmi tevékenységünk azonban nem merülhet ki a fentebb vázoltakkal. Az igaz, hogy az előbbiek rávilágítottak arra, hogy igyekszünk maximálisan ügyelni környezetünk védelmére. De ugyanakkor a TIFO egy adott környezetbe települt, s a meglevő ipartelepektől DDNy-ra fekszik. A Tiszai Vegyi Kombinát és az erőművek nitrózus gázokat, kén-dioxidot, kén-hidrogént, ammóniát, ammóniumnitrát-port és -pernyét bocsátanak ki tetemes mennyiségben. E képet csak annyiban kell kiegészíteni, hogy az uralkodó széljárás — 30%-os gyakorisággal — ÉÉK-i, és az említett üzemek szennyező forrásaitól a TIFO 1—5 km távolságban települt. Így az előbb felsorolt szennyezők talaj menti maximuma a TIFO területén várható. Ezért tehát a TIFO-t mint objektumot agresszív atmoszferikus környezeti hatásoktól is körültekintően védeni kell.

Korrózióvédelmünk kétirányú. Egyrészt az erősen agresszív ipari légköri behatásoktól kell objektumainkat — és hozzátehetjük érzékeltetésül: 56 000 t acélt — védeni, másrészt hazai tapasztalatok alapján tervezzük a technológiai rendszer belső védelmét. Ugyanis a korróziós okokra visszavezethető váratlan meghibásodás a mikroklímai, biztonságtechnikai és munkavédelmi vonatkozásokon túlmenően környezeti szennyeződés okozója lehet, s mint ilyen nem választható szét az egyéb környezetvédelmi intézkedésektől.

Az eddigi felsorolás az egyes műszaki intézkedéseket foglalta össze, s ez ma már nem elég. Mindezen tevékenységet tervszerű műszaki szervezéssel kell kiegészíteni, melynek háttere a megfelelő szervezet létrehozása, és beillesztése a vállalat szervezeti rendjébe. Bár e témakört most nem kívánjuk taglalni, csupán annyit jegyeznénk meg, hogy a szervezet fogalma alatt korántsem gondolunk valami különleges és nagy apparátusra. Véleményünk szerint arra semmi szükség. Itt inkább a *környezetvédelem kialakuló társadalmi hátterét* szeretnénk hangsúlyozni. Egész egyszerűen a dolgozók és vezetők szemléletét kell egyaránt a helyes irányba alakítani. Gondos felvilágosító, meggyőző és nevelő munkával a környezetvédelmet közüggyé kell tenni.

Célunk és törekvésünk: ide kell eljutni! Ha mindenki belátja, hogy a környezetvédelem nem egy elvont fogalom, hanem mindennapi tevékenységünk szerves részének kell lennie, akkor egészséges szemléleti fejlődésről beszélhetünk. Lényegében államunk szabályozási rendszerében a sok-sok ide vonatkozó rész, a technológiai fegyelem pontos betartása, a munkavédelmi és biztonságtechnikai előírások szellemében való tevékenység az élő környezetvédelem megvalósulását jelenti.

Kőolaj-bányászati csővezetékek biztonsági övezete

SZABÓ JÓZSEF

A biztonsági övezet a kőolajbányászat mezőbeli csővezetékeinek fontos tartozéka: rendeltetése egyrészt a környezetvédelem, másrészt a csővezeték védelme.

Az úthálózat, az ipari, mezőgazdasági, lakó- és egyéb települések nagymértékben megnövekedtek. A fejlődés e téren tovább tart. Emiatt egyre nehezebbé válik a biztonsági övezetek megfelelő kialakítása.

A korszerű, vagyis a fejlődési és a biztonsági követelményeket kielégítő biztonsági övezetek létesítése nemcsak népgazdasági szempontból fontos, hanem a csővezetékek üzemeltetőnek is jól felfogott érdeke.

A szerző ismerteti a biztonsági övezetek kialakítását, felhívja a figyelmet ezen munka fontosságára. Rámutat a gyakorlat során felvetődött néhány problémára és ezek megoldási lehetőségére.

Bevezetés

A biztonsági övezet egyrészt a csővezetéket védi a környezet káros hatásaitól — ezzel elősegíti a biztonságos és zavartalan üzemeltetést —, másrészt az életet, testi épséget és a vagyont óvja a csővezeték meghibásodása esetén bekövetkezhető károsodástól.

A következők során a földbe fektetett kőolaj-bányászati csővezetékek biztonsági övezete kialakításának néhány kérdését tárgyaljuk (a teljesség igénye nélkül). Célunk egyrészt az, hogy a biztonsági övezetek kialakításáról ismertetést adjunk, felhívjuk a figyelmet ezen munka fontosságára, másrészt rá kívánunk mutatni a gyakorlat során felvetődött néhány problémára és ezeknek — az általunk megfelelőnek tartott — megoldási lehetőségeire.

1. A biztonsági övezettel kapcsolatos főbb fogalmak és rendelkezések

A biztonsági övezet fogalma. A biztonsági övezet a csővezeték egész hossza mentén, annak két oldalán levő, a környezeti veszélyeztetettségtől és a csővezeték műszaki jellemzőitől függő szélességű térség.

A gáz- és kőolajüzemi létesítmények biztonsági övezetének kialakítását a Gáztörvényben (1969. évi VII. törvény) foglalt felhatalmazás alapján a nehézipari miniszter 10/1970. (VII. 1.) NIM számú rendelete (a továbbiakban Rendelet) szabályozza.

A biztonsági övezet kialakítását a Rendelet előírásait figyelembe véve tárgyaljuk.

A tanulmány túlnyomórészt a 6 att-nál nagyobb üzemi nyomású, szénhidrogént szállító csővezetékek biztonsági övezete kérdéseivel foglalkozik. (1—4. fejezet.)

1.1. A csővezeték környezete, a környezet veszélyeztetettsége

A csővezeték környezete az a térség, amely a csővezeték elhelyezésére szolgál.

A környezet veszélyeztetettségét az szabja meg, hogy abban milyen, védelmet igénylő létesítmények vannak.

A Rendelet a veszélyeztetettséget meghatározó létesítményeket kategóriákba sorolja. Nem állapítja azonban meg azt, hogy a veszélyeztetettséget meghatározó létesítményeket a csővezeték nyomvonalától számítva milyen távolságig kell a csővezeték környezetéhez tartozónak tekinteni.

1.2. Veszélyeztetettségi kategóriák

I. veszélyeztetettségi kategóriájú a környezet, ha abban

- lakótelepülés, középület (kórház, iskola, sportlétesítmény stb.);
- közforgalmú vasút, országos közút és hídja;
- vasútállomás, kikötő és anyagraktár;
- vízmű, szennyvíztisztító és átemelőmű, valamint szivattyútelep,
- az *A)—C)* tűzveszélyességi osztályba tartozó tárolólétesítmény vagy más hasonló létesítmény helyezkedik el.

II. veszélyeztetettségi kategóriájú a környezet, ha abban

- egyedül álló egyszintes lakó-, üzemi és egyéb épület;
- saját használatú út és hídja;
- árvízvédelmi létesítmény, öntözőfőmű, fővízkivétel, nyomásközpont, egyéb vízépítési műtárgy vagy más hasonló létesítmény helyezkedik el.

III. veszélyeztetettségi kategóriájú a környezet, ha abban nincsenek *I.* és *II.* kategóriájú létesítmények (erdő, legelő, szántóföld stb.).

1.3. A minimális biztonsági tényezők

A biztonsági övezet abban az esetben alakítható ki, ha a földbe fektetett kőolaj- és kőolajtermék-vezetéket legalább 1,3-es, a gázvezetéket pedig 1,4-es biztonsági tényezővel méretezik.

1.4. A biztonsági övezet oldalirányú kiterjedésének (szélességének) megállapítása

A biztonsági övezet oldalirányú kiterjedését meghatározó távolságok az *1. táblázat 2., 3. és 4.* oszlopaiban, ill. *1., 2., 3.* és *4.* soraiban találhatók.

1.5. A biztonsági övezet csökkenthetősége

Az *1. táblázat 2.* és *3.* oszlopaiban, ill. *1., 2., 3.* és *4.* soraiban feltüntetett távolságok (*I.* és *II.* kategória) felére, illetve negyedére csökkenthetők, ha az adott vezetékszakasz falvastagságának méretezése kőolaj- és kőolajtermék-vezetéknél 1,5, ill. 1,7, a gázvezetéknél 1,7, ill. 2-es biztonsági tényezővel történt, és minden

hegesztési varratot roncsolásmentes vizsgálat alá vetnek, vagy a csővezetéket az előírásoknak megfelelő hosszúságú és anyagminőségű védőcsőbe helyezik.

A csökkentett oldalirányú távolságokat az *1. táblázat 4., 5., 6., 7.* és *8.* oszlopai, ill. *1., 2., 3.* és *4.* sorai tartalmazzák.

A *III.* veszélyeztetettségi kategóriába sorolt csővezeték (csővezetékszakasz) biztonsági övezete a Rendelet szerint nem csökkenthető.

1.6. Előírás keresztezésekre és arra az esetre, ha a csővezeték egyik oldala I. és II. kategóriájú, az ezekkel szemben levő oldalon pedig nincs védelmet igénylő létesítmény.

Keresztezéseknél a csővezeték részére a keresztező szakasz *mindkét oldalán* a megállapított veszélyeztetettségi kategóriának megfelelő biztonsági övezetet kell kijelölni. A biztonsági tényező kőolaj- és kőolajtermék-vezetékeknél 1,7, gázvezetéknél 2-es.

Ha a csővezeték egyik oldala *I.* és *II.* kategóriájú, és az ezekkel szemben levő oldalon nincsen védelmet igénylő létesítmény (vagyis *III.* kategória), úgy a biztonsági övezet szélessége ezen az oldalon 30 méter.

1.7. Tilalmak és korlátozások a biztonsági övezetben

Annak érdekében, hogy a biztonsági övezet a rendeltetésének megfelelhessen, a Rendelet a biztonsági övezetre tilalmakat és korlátozásokat ír elő. Így például tilos a biztonsági övezetben védelmet igénylő létesítmény létesítése (*I.* és *II.* létesítmények), tűz- vagy robbanásveszélyes anyagok tárolása, elégetése, a csővezeték nyomvonalától 3—3 m távolságon belül szőlő és bogyógyümölcsű bokrok telepítése stb.

1.8. A Rendelet visszamenőleges hatálya

Az üzemeltetőnek a Rendelet hatálybalépése időpontjában meglevő létesítményei biztonsági övezetét felül kell vizsgálni, és a Rendeletnek megfelelően kell kialakítania. Indokolt esetben eltérés engedélyezését kell kérni a Bányahatóságtól.

1.9. A biztonsági övezetre vonatkozó rendelkezésektől való eltérés

A biztonsági övezetre vonatkozó rendelkezésektől való eltérés (növelés, csökkentés, illetve mellőzés) engedélyezése — kőolaj-bányászati létesítményeknél — a Bányahatóság hatáskörébe tartozik. Meglevő létesítmény esetében — ha üzemeltethetőséget érintő vagy jelentős beruházási költséggel járó intézkedésekről van szó —, ha az I. fokú bányahatóság az eltérési engedélykérelmet elutasítja, a kérelmező fellebbezéssel élhet a II. fokú bányahatósághoz. Ebben az esetben a II. fokú bányahatóság az üzemeltető felügyeleti szervének bevonásával dönt a fellebbezés tárgyában.

2. A biztonsági övezet kialakítása

A biztonsági övezet kialakítása sokrétű feladat: magában foglalja a csővezeték műszaki vizsgálatát, a biztonsági övezet kijelölését, a biztonsági övezetre előírt tilalmak és korlátozások telekkönyvi bejegyeztetését, a telki szolgalmi jog megszerzését, valamint az ezekhez szükséges térképek, területkimutatások elkészítését, a földtulajdonosok hozzájárulásának megszerzését stb.

2.1. A csővezeték műszaki-biztonsági megfelelőségének vizsgálata

A műszaki-biztonsági megfelelőség alapkövetelmény a csővezeték üzemeltetésének egész folyamán. A biztonsági övezet növeli a csővezeték és környezetének biztonságát, feladatát azonban csak akkor töltheti be, ha a csővezeték műszaki-biztonsági szempontból megfelelő. Ezért szükséges a csővezetéket a biztonsági övezet kialakítása előtt felülvizsgálni.

A csővezeték felülvizsgálatát két lépcsőben célszerű végezni: először a csővezeték műszaki dokumentációját nézzük át abból a célból, hogy a csővezeték műszaki-biztonsági megfelelősége a dokumentáció alapján megállapítható-e, valamint, hogy van-e már a csővezetéknek kialakított biztonsági övezete, és az

1. táblázat

A 6 att-nál nagyobb üzemnyomású föld alatti, szénhidrogént szállító csővezeték biztonsági övezete

Sorszám	Megnevezés		Veszélyességi kategóriák						
			I.	II.	III.	I.	II.	I.	II.
			Biztonsági övezet, m						
			csökkentés nélkül			felezés		negyedelés	
	1.		*2.*	*3.*	*4.*	*5.*	*6.*	*7.*	*8.*
1.	Kőolaj- és kőolajtermék-vezeték		60	40	30	30	20	15	10
2.	Gázvezeték 6—25 att-ig	NÁ 300-ig	60	40	30	30	20	15	10
		NÁ 300 felett	80	60	30	40	30	20	15
3.	Gázvezeték 26—64 att-ig	NÁ 300-ig	100	80	30	50	40	25	20
		NÁ 300 felett	120	100	30	60	50	30	25
4.	Gázvezeték 64 att fölött	NÁ 300-ig	125	100	30	62,5	50	31,25	25
		NÁ 300 felett	175	150	30	87,5	75	43,75	37,5

megfelel-e a hatályban levő rendelkezéseknek. A dokumentációs vizsgálat eredményétől függően kerül sor a csővezeték műszaki vizsgálatára és a biztonsági övezet kialakítására.

A műszaki-biztonsági megfelelőség, valamint a biztonsági övezet megléte és megfelelőségének megállapítása szempontjából fontos bizonylatok: üzemelési engedély (hatósági vagy vállalati), a valós állapotot tükröző tervek, köztük a csővezeték szilárdsági számítása. A felhasznált vezetékcsövek, szerelvények minőségi bizonylatai. Röntgenezési bizonylatok. A csőfektetés rendjének bizonylatai (csőkiosztás, csőfektetési napló). Nyomáspróba-jegyzőkönyvek (szilárdsági és tömörségi). A tervező és kivitelező nyilatkozata. A csővezeték és szerelvényei javításának, felújításának, cseréinek, valamint műszaki felülvizsgálatának bizonylatai. Bányaüzemi (telephelyi) térképek. Ha a csővezetéknek van már hatósági szinten kialakított biztonsági övezete, a telekkönyvi bejegyzést és a telki szolgalmi jog megszerzését igazoló határozatok. Általában minden olyan dokumentáció, ami a csővezeték biztonságos üzemeltethetőségét, valamint a biztonsági övezet meglétét és annak megfelelőségét igazolja.

A csővezetéki bizonylatokat a csővezeték egyedi nyilvántartásának kell tartalmaznia.

2.1.1. A biztonsági övezet meglétének és megfelelőségének vizsgálata

Ha a csővezetéki dokumentációban megtalálhatók a biztonsági övezet kialakításának bizonylatai (a telekkönyvi bejegyzést és a telki szolgalmi jog megszerzését igazoló határozatok és ezek mellékletei), akkor azokat összehasonlítjuk a biztonsági övezet kialakítását szabályozó, hatályban levő rendelkezésekkel. Amennyiben a kialakított biztonsági övezet megfelel a hatályban levő rendelkezéseknek, úgy további vizsgálatra nincs szükség. Ha a kialakított biztonsági övezet nem felel meg a hatályban levő rendelkezéseknek, akkor megvizsgáljuk, hogy a csővezeték műszaki-biztonsági szempontból megfelelő-e. Az esetben, ha a dokumentáció vizsgálata a megfelelőséget igazolja, a biztonsági övezet e Rendelet szerint kialakítható. Ha a dokumentáció alapján a csővezeték műszaki-biztonsági megfelelősége nem igazolható, akkor el kell végezni a csővezeték műszaki vizsgálatát. Az esetben, amikor a műszaki vizsgálat igazolja a csővezeték megfelelőségét, úgy a biztonsági övezet kialakítható. Ha a műszaki vizsgálat nem igazolja a csővezeték megfelelőségét, úgy az üzemeltetőnek, gazdasági-műszaki megfontolás alapján a szükséges intézkedéseket meg kell tennie.

Ha a biztonsági övezet kialakítását igazoló bizonylatot a csővezetéki dokumentáció nem tartalmazza, akkor az üzemeltető vállalat igazgatási-jogi szervénél kell meggyőződni arról, hogy a biztonsági övezet kialakítása megtörtént-e. Az ellenőrzés után a fentebb elmondottak szerint kell eljárni.

2.1.2. A műszaki-biztonsági megfelelőség megállapítása a csővezetéki dokumentációból

A műszaki-biztonsági megfelelőséget a dokumentációból úgy állapíthatjuk meg, hogy az üzemi követelményadatokat (az üzemi nyomás, a szállítható közeg, a közeg hőmérséklete stb.) összehasonlítjuk a csővezeték igénybevehetőségi adataival. Például a szilárdsági számítással, az anyagbizonylatokkal, a röntgenezési bizonylatokkal, a nyomáspróba-jegyzőkönyvekkel stb. igazolhatjuk a csővezeték megfelelőségét. Természetesen figyelembe kell venni a korrózió és kopás okozta csőfalvastagság-csökkenést is. Ennek igazolására is bizonylatok szükségesek (például 5 évnél nem régebben végzett csővezeték-vizsgálat bizonylatai).

Amennyiben a dokumentáció vizsgálata alapján a csővezeték műszaki-biztonsági megfelelősége nem igazolható, el kell végezni a csővezeték műszaki vizsgálatát (a csővezeték reprezentatív feltárása, a feltárási helyeken végzendő mérések, megfigyelések stb.).

2.2. A csővezeték műszaki vizsgálata

A műszaki vizsgálat (a csővezeték felülvizsgálata) célja az, hogy mérések és megfigyelések alapján megállapítsuk a csővezeték műszaki-biztonsági megfelelőségét, valamint a biztonsági övezet kialakításának lehetőségeit. Meglevő biztonsági övezet esetében, amikor a műszaki vizsgálatot szükséges elvégezni, a vizsgálat során ellenőrizzük a kialakított biztonsági övezet megfelelőségét is.

A csővezeték műszaki vizsgálata összetett feladat: magában foglalja a feltárási helyek kiválasztását, a feltárási helyeken végzendő méréseket és megfigyeléseket, a feltárási helyek környezetének megfigyelését, a mérések és megfigyelések bizonylatolását, a mérések és megfigyelések eredményeinek értékelését, valamint az eredmények értékelése alapján teendő intézkedéseket.

2.2.1. A csővezetéki feltárási helyek kiválasztása

A csővezeték-feltárási helyeket oda kell telepíteni, ahol a korrózió és kopás okozta elhasználódás leginkább várható, valamint oda, ahol az élet- és vagyonvédelem elsődlegesen megköveteli a csővezeték vizsgálatát és az ennek alapján megteendő intézkedéseket (lakóhelyek közelsége, főközlekedési utak és vasútkeresztezések, vízvezeték, csatorna- és patakkeresztezések stb.). A feltárási helyek kiválasztásakor figyelembe kell venni a csővezetéken történt meghibásodásokat, azok gyakoriságát, a meghibásodás felszámolásakor a talaj korrozivitásáról szerzett tapasztalatokat, valamint a mezőben végzett talajkorrozivitás-vizsgálatok tapasztalatait.

Az elmondottak figyelembevételével annyi feltárási helyet kell telepíteni, hogy a feltárásokban végzendő mérések és megfigyelések megbízható jellemzést adjanak a csővezeték állapotáról, a talaj korrozív tulajdonságairól, valamint a csővezeték környezetéről.

2.2.2. A csővezetéki feltárásokban végzendő vizsgálatok

A csővezetéki feltárásokban az alábbi méréseket és megfigyeléseket célszerű végezni a csővezeték műszaki biztonsági megfelelősége megállapításának, valamint a biztonsági övezet megfelelő kialakítása érdekében: a csővezeték szigetelésének (passzív védelmének) vizsgálata (szemrevételezéses és méréses). A külső korrózió jelenlétének, fajtájának, kiterjedésének és maximális mélységének megállapítása. A csővezeték külső

átmérőjének mérése. A csőfalvastagság ultrahangos méréssel való megállapítása. Keménységmérés (Vikkers) a csőanyag minőségének azonosítására (a folyáshatár megállapítására). A takarási mélység megállapítása. A csővezeték takarótalaja korrozivitásának vizsgálata. Megfigyelések: védelmet igénylő létesítmények keresztezése a feltárási helyen vagy annak közelében (csővezeték, kábel, csatorna stb.), ezek veszélyeztetettségi kategóriába tartozásának megállapítása. A takarótalaj jellemzése (homokos, agyagos, meszes stb.). A feltárási hely környezetének jellemzése: a környezet domborzati viszonyai (dombtető, domboldal, sík terület vagy ezek váltakozása stb.). A talaj milyensége (száraz, nedves, lápos, homokos, agyagos, meszes stb.). A környezetben levő, védelmet igénylő létesítmények leírása és veszélyeztetettségi kategóriákba sorolása. Általában minden olyan jelenség, ami a csővezeték műszaki-biztonsági helyzete megfelelőségének megállapítását, valamint a biztonsági övezetnek a Rendelet szerinti kialakítását elősegíti.

A feltárásokban végzendő vizsgálatokat, a csővezetéki körülmények figyelembevételével meg kell tervezni (a feltárási helyek kiválasztása, a mérési-megfigyelési módszer kialakítása, a szükséges műszerek, eszközök biztosítása, a mérést és megfigyelést végző szervezet létrehozása, a munkakezdés, befejezés előirányzása stb.).

3. A biztonsági övezet kijelölése

A biztonsági övezetet a földmérési alaptérkép nyilvántartási térképeinek változatlan méretarányú vagy felnagyított hiteles másolatán (1:4000—1:500) kell kijelölni, ill. feltüntetni. A kijelölésre szolgáló térképmásolatokon szerepelnie kell a csővezeték környezetében levő minden, védelmet igénylő létesítménynek.

A biztonsági övezet kijelölésének három alapesetét az *1.*, *2.* és *3. ábrával* mutatjuk be.

A kijelöléssel kapcsolatban, a gyakorlat során felvetődött problémákkal külön fejezetben foglalkozunk.

3.1. A nem csökkenthető biztonsági övezet kijelölése

Az *1. ábra* azt az esetet mutatja, amikor a biztonsági övezet csökkentéséhez a Rendeletben előírt feltételek nincsenek meg.

Az ábrán szereplő, kőolajat szállító csővezeték környezete — a veszélyeztetettséget meghatározó létesítményektől függően, ill. azok hiányában — három veszélyességi kategóriába sorolható *(I., II., III.)*.

A csővezetéknek csak egyik oldalán vannak veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények (*2*-vel jelölve).

A Rendelet által a csővezeték méretezésekor alkalmazandó minimális biztonsági tényező (1,3) megléte igazolandó.

A veszélyességi kategóriákba sorolás alapján a Rendelet 1. számú mellékletében előírt alábbi biztonsági övezetet kell a csővezeték részére annak teljes hosszában kijelölni: azon az oldalon, ahol a veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények vannak, az I. kategóriában *(I.)* 60 m, a második kategóriában *(II.)* 40 m, a harmadik kategóriában *(III.)* 30 m szélességű sávot.

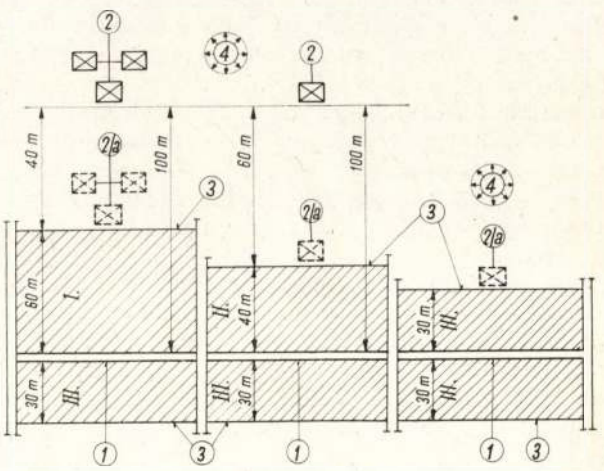
A csővezetéknek a környezet veszélyeztetettségét meghatározó létesítményekkel ellentétes oldalán a biztonsági övezet szélessége 30 méter.

A kijelölt biztonsági övezeten belül nincsenek veszélyeztetettséget meghatározó (védelmet igénylő) létesítmények.

A biztonsági övezet kialakítása után (telekkönyvi bejegyeztetés, a telki szolgalmi jog megszerzése) a biztonsági övezet határáig elhelyezhetők védelmet igénylő létesítmények *(2/a)*.

3.2. A csökkenthető biztonsági övezet kijelölése

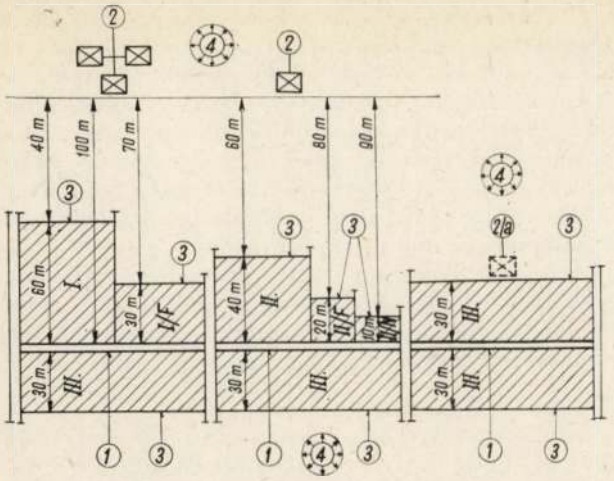
A *2. ábra* azt az esetet mutatja, amikor az *1. ábra* szerinti biztonsági övezet csökkentéséhez a feltételek adva vannak. Ennek megfelelően a biztonsági övezet az alábbiak szerint jelölhető ki a csővezeték azon oldalán, ahol a veszélyeztetettséget meghatározó (védelmet igénylő) létesítmények vannak: az első szakasz első felében *(I.)* a biztonsági övezet szélessége 60 m. A szakasz második felében *(I./F)* a biztonsági övezet 30 m-re csökkenthető, mivel a biztonsági tényező 1,5, és a csőszakaszon minden hegesztési varratot röntgeneztek. A második szakasz *(II.)* felében a biztonsági övezet szélessége 40 m, mert a II. veszélyességi kategóriába tartozik, és nincsenek meg a csökkentés feltételei. A második szakasz második felének egyik szakasza felezhető *(II./F)*, mert a csővezetékszakaszt 1,5-es biztonsági tényezővel méretezték, és minden hegesztési varratot röntgeneztek. Így ezen a szakaszon a biztonsági övezet szélessége 20 m. A második szakasz második felének másik szakasza *(II./N)* negyedelhető, mert a csővezetékszakaszt 1,7-es biztonsági tényezővel méretezték, és minden hegesztési varratot roncsolásmentes vizsgálatnak vetettek alá. A harmadik szakasz *(III.)* biztonsági övezetének szélessége 30 m, mert ezen az oldalon nincsenek ve-



1. ábra

A biztonsági övezet elvi vázlata

1 — csővezeték; 2 — veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények; 2/a — a biztonsági övezet kialakítása után épült létesítmények; 3 — a biztonsági övezet határa; 4 — a csővezeték környezete; I., II., III. — veszélyességi kategóriák szerinti biztonsági övezet



2. ábra

A biztonsági övezet csökkentése

1 — csővezeték; 2 — veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények; 2/a — a biztonsági övezet kialakítása után épült létesítmény; 3 — a biztonsági övezet határa; 4 — a csővezeték környezete; I., II., III. — veszélyességi kategóriák szerinti biztonsági övezet; I./F — felezett I. kategóriájú biztonsági övezet; II./N — negyedelt II. kategóriájú biztonsági övezet

szélyeztetettséget meghatározó létesítmények. Ez a biztonsági övezet a Rendelet szerint nem csökkenthető.

A biztonsági övezeten belül védelmet igénylő létesítmények nincsenek.

A biztonsági övezet kialakítása után, a biztonsági övezet határáig, elhelyezhetők a védelmet igénylő létesítmények *(2./a)*.

3.3. Kapcsolódó csővezetékek és kőolajtermelő kút biztonsági övezetének kijelölése

A *3. ábra* egy kőolajtermelő kút, a kút termelővezetéke és egy gyűjtővezeték kapcsolódásos biztonsági övezetét mutatja.

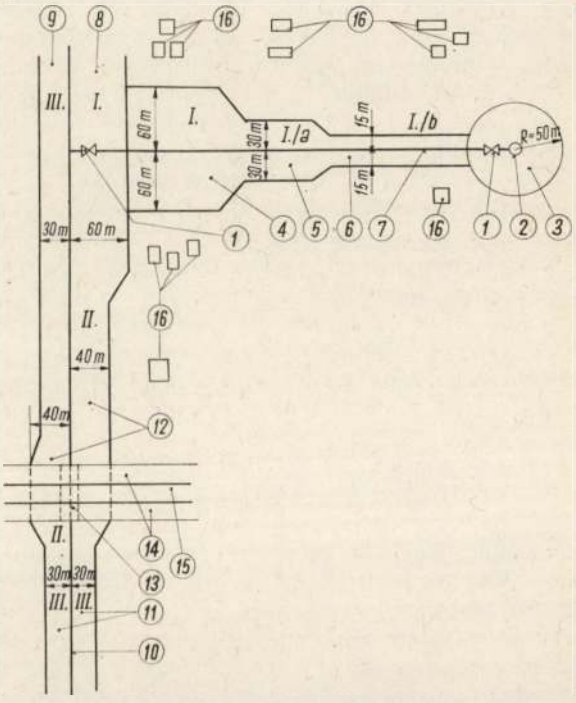
A kőolajtermelő kút biztonsági övezete, bányahatósági állásfoglalás alapján pl. R=50 méteres sugarú körterület.

A kútvezeték biztonsági övezete három szakaszban jelölhető ki: az első szakasz *(I.)* az I. veszélyességi kategóriába sorolható a csővezeték mindkét oldalán. A biztonsági övezet szélessége 60—60 m, mert a csökkentés feltételei nincsenek meg. A második szakasz *(I./a)* szintén I. veszélyeztetettségi kategóriába tartozik, azonban a biztonsági övezet felére csökkenthető, mivel a csővezetéket 1,5-es biztonsági tényezővel méretezték, és minden hegesztési varratot röntgeneztek. Így a biztonsági övezet szélessége ezen a csővezetékszakaszon, mindkét oldalon 30 m. A harmadik csővezetékszakasz *(I./b)* is az I. veszélyességi kategóriába sorolható, de a biztonsági övezet negyedelhető, mert a csővezetéket 1,7-es biztonsági tényezővel méretezték, és minden hegesztési varratot roncsolásmentes vizsgálatnak vetettek alá. Így a biztonsági övezet szélessége ezen a csővezetékszakaszon 15—15 méter.

Az ábrából látható, hogy a kútvezeték biztonsági övezete egyik végén a kőolajtermelő kút, a másik oldalon pedig a gyűjtővezeték biztonsági övezetéhez csatlakozik.

A biztonsági övezeten belül védelmet igénylő létesítmények nincsenek.

A gyűjtővezeték biztonsági övezete: a környezet, a csővezeték egyik oldalán három veszélyességi kategóriába sorolható. A csővezeték másik oldalán — saját használatú útkeresztezés kivételével — nincsen veszélyeztetettséget meghatározó létesítmény. A keresztezésnél a csővezeték védőcsőbe van helyezve. A védőcső a keresztezett saját használatú út védősávja határáig nyúlik ki. A biztonsági övezet csökkentéséhez a feltételek nincsenek meg. A Rendeletben előírt minimális biztonsági tényező (1,3) igazolható. A fentieknek megfelelően a biztonsági övezet az alábbiak szerint jelölhető ki: a veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények felé eső csővezetékoldalon, az első csőszakaszban *(I.)* 60 m, mert ez a csőszakasz az I. veszélyeztetettségi kategóriába tartozik. A második csőszakasz *(II.)* a II. veszélyeztetettségi kategóriába tartozik, így a biztonsági övezet szélessége 40 m. A harmadik csővezetékszakasz mindkét oldalán a biztonsági övezet szélessége 30 m. A veszélyeztetettséget meghatározó létesítményekkel ellentétes oldalon — a keresztezés kivételével — a biztonsági övezet szélessége 30 m. A keresztezés védősávja határain a biztonsági övezet szélessége 40 m. Innét a védősáv visszacsatlakozik a 30 m-es szélességű biztonsági övezethez (Rendelet 5. §).



3. ábra

A biztonsági övezet kijelölésének elvi vázlata

1 — tolózárak; 2 — kőolajtermelő kút; 3 — kőolajtermelő kút biztonsági övezete; 4 — kútvezeték 60 m-es biztonsági övezete; 5 — kútvezeték 30 m-es biztonsági övezete; 6 — kútvezeték 15 m-es biztonsági övezete; 7 — kútvezeték; 8 — gyűjtővezeték 60 m-es biztonsági övezete; 9 — gyűjtővezeték 30 m-es biztonsági övezete; 10 — gyűjtővezeték; 11 — gyűjtővezeték 30 m-es biztonsági övezete; 12 — gyűjtővezeték 40 m-es biztonsági övezete; 13 — gyűjtővezeték védőcsöve; 14 — saját használatú út védősávja; 15 — saját használatú út; 16 — veszélyeztetettséget meghatározó létesítmények; I., II., III. veszélyességi kategóriák szerinti biztonsági övezet

4. A biztonsági övezet kialakításának néhány, a gyakorlat során felvetődött problémája és ezek megoldásának lehetőségei

4.1. A környezet kérdése

A 6 att-nál nagyobb üzemi nyomású kőolaj-bányászati csővezeték biztonsági övezete a Rendelet szerint (3. § (1) és (2) bek.) „... az elhelyezésre szolgáló környezetnek a (2) bek.-ben meghatározott veszélyeztetettségétől függő mértékben terjed ki". A (2) bek. szerint a csővezeték környezetét veszélyeztetettségi kategóriákba kell sorolni a környezetben levő, a veszélyeztetettséget meghatározó (védelmet igénylő) létesítmények alapján (I. és II. kategória), illetve ezek hiányában (III. kategória). A veszélyességi kategóriákba sorolás után a Rendelet 1. számú mellékletében (1. táblázatában) előírt szélességű biztonsági sávokat kell kijelölni, ill. kialakítani.

A rendelet azonban nem határozza meg, hogy a csővezeték mentén elhelyezkedő, a veszélyességet meghatározó létesítményeket a csővezeték oldalirányában milyen távolságig kell a csővezeték környezetéhez tartozónak tekinteni. Ez pedig lényeges kérdés, mert nem mindegy, hogy 60 m-es vagy 30 m-es biztonsági övezetet kell-e kijelölni.

A 6 att vagy annál kisebb üzemi nyomású csővezetékekre a Rendelet (2. táblázata) egyértelműen előírja, hogy a szénhidrogént szállító csővezetéknek milyen távolságra kell lennie a veszélyeztetett (védelmet igénylő) létesítménytől (például a 3—6 att üzemnyomású, szénhidrogént szállító csővezetéknek az épülettől 9 m-re kell lennie).

Véleményünk szerint a kérdés megfelelő megoldása az volna, ha a 6 att-nál nagyobb üzemi nyomású, szénhidrogént szállító csővezetékre előírnák, hogy a csővezeték hosszában elhelyezkedő, *a veszélyeztetettséget meghatározó létesítményeket* — a csővezetékre merőleges irányban — *hány méter távolságig kell a környezethez tartozónak tekinteni.* Az is megfelelő megoldás lenne, ha a *csővezetékeket veszélyességi kategóriákba sorolnák és előírnák, hogy ezeknek hány méter széles biztonsági övezetet kell kialakítani* (*4.3.* pont).

4.2. A biztonsági övezet csökkenthetősége és szakaszos kialakíthatósága

A kőolaj-bányászati csővezetékek hosszúsága különböző. Vannak több kilométer hosszú, szénhidrogént szállító mezőbeli csővezetékek is (például a gyűjtő- vagy gerincvezetékek). A veszélyeztetettséget meghatározó (védelmet igénylő) létesítmények a csővezeték hosszában, egymástól különböző távolságban helyezkednek el. Ezen létesítmények oldalirányú (a csővezeték tengelyére merőleges) távolsága is különböző. Gyakori eset, hogy a csővezeték egy-egy szakaszán van védelmet igénylő létesítmény, más szakaszokon pedig nincs. Az is gyakori, hogy a csővezetéknek egy rövid szakaszán, és csak az egyik oldalon van I. veszélyeztetettségi kategóriába tartozó létesítmény. Mindezeket tekintve sem biztonsági, sem pedig gazdaságossági szempontból nem indokolt, hogy a csővezeték egész hosszában a maximális (I. kategória) biztonsági övezetet alakítsuk ki. Következésképpen: a *csővezeték biztonsági övezetét* a környezet veszélyeztetettségétől függően, *szakaszosan célszerű kialakítani.*

Előfordul az is, hogy a csővezeték egyes szakaszain megvannak a biztonsági övezet csökkentéséhez a feltételek, más szakaszokon pedig hiányoznak. Ha a biztonsági övezet szakaszosan nem lenne kialakítható, úgy a biztonsági övezet ilyen esetekben nem lenne csökkenthető, pedig ez a védelmet igénylő létesítmények közelsége miatt szükséges lenne.

A Rendeletet ugyan lehet úgy értelmezni, hogy a biztonsági övezet szakaszosan is kialakítható, azonban mindenképpen célszerű lenne egyértelműen így rendelkezni.

4.3. A szállított közeg megfelelőbb figyelembevétele a biztonsági övezet kiterjedésének meghatározásához

A biztonsági övezet szélességének meghatározására szolgáló *1. táblázatban* (a Rendelet 1. számú melléklete) nincs kellően figyelembe véve a csővezetékben szállított közeg (gáz, kőolaj, kőolajtermék) tulajdonságaiból eredő veszélyesség. Például egyforma a biztonsági övezet veszélyeztetettségi kategórián belül bármilyen kőolajra vagy kőolajtermékre (60 m, 40 m, 30 m).

Az *1. táblázatból* az is kitűnik, hogy bármely kőolaj és kőolajtermék részére az I. veszélyeztetettségi kategóriában ugyanúgy 60 m-es biztonsági övezetet kell kialakítani, mint az NA 300-ig terjedő átmérőjű, 6—25 att üzemnyomású gázvezetéknek.

Nem szükséges különösképpen bizonyítani, hogy a szénhidrogéngáznak és a gázos kőolajnak sokkal nagyobb a veszélyessége, mint egy erősen viszkózus, vizes kőolajnak (sokszor 80—95% víztartalom).

Következésképpen a csővezetékben szállított közeg veszélyességének különbözőségét a biztonsági övezet kiterjedésének meghatározásához jobban figyelembe kell venni. Például: *veszélyességi kategóriákba lehetne sorolni a csővezetékeket a szállított közeg veszélyességétől függően, és a biztonsági övezet szélességét az egyes kategóriákra kellene megállapítani.*

4.4. A kőolaj- és földgázbányászati mezőbeli csővezeték és tartozékainak időközönkénti felülvizsgálata

A csővezetéket időközönként szükséges felülvizsgálni, hogy műszaki-biztonsági szempontból megfelel-e az üzemi követelményeknek, valamint ellenőrizni kell a biztonsági övezetre vonatkozó rendelkezések megtartását.

A felülvizsgálat során vizsgálni kell a tényleges üzemi nyomásviszonyokat, az alkalmazott technológiai utasítások alkalmasságát, a csővezeték falvastagságát, szigetelését, a korrózióvédelem helyzetét stb.

A szállítóvezetékek időközi felülvizsgálatát a 3/1971. OBF utasítás előírja (15. §).

A biztonsági övezetek kialakítása során szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy a kőolaj- és földgázbányászati *mezőbeli csővezetékek és tartozékaik időközönkénti felülvizsgálata is indokolt*, és célszerű lenne az üzemeltetőket a felülvizsgálat elvégzésére kötelezni.

2. táblázat

A 6 att vagy annál kisebb üzemnyomású föld alatti, szénhidrogént szállító csővezeték biztonsági övezete

Sorszám	Üzemi nyomás	Épülettől	Vasúti sínpályától	Betontömb csatornában vagy csőben levő távközlő kábeltől	Távhőellátó vezetéktől	Villamossínpályától
	att	m	m	m	m	m
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Kisnyomású (0,05 att-ig)	3,6	3	1,5	1,5	2
2.	Középnyomású (0,05—3 att-ig)	5,0	4	1,5	1,5	2
3.	Nagyközépnyomású (3—6 att)	9,0	7	1,5	1,5	2
4.	Kis-, közép- és nagyközépnyomású (3—6 att)	Erősáramú kábeltől m	Ivóvízvezetéktől m	Ipari vízvezetéktől m	Szennyvízcsatornától m	Csapadékcsatornától m
		0,75	1,5	1,5	1,5	1,5

5. A 6 att vagy annál kisebb üzemi nyomású, föld alatti, szénhidrogént szállító csővezeték biztonsági övezete

A 6 att vagy annál kisebb üzemi nyomású, szénhidrogént szállító csővezeték biztonsági övezetét a *2. táblázat* szerinti szélességben kell kijelölni a csővezeték mindkét oldalán. A biztonsági övezetet a földmérési, alaptérkép-nyilvántartási térképeinek változatlan méretarányú vagy felnagyított hiteles másolatán (1:4000—1:500) kell kijelölni, ill. feltüntetni. A biztonsági övezet telekkönyvi bejegyeztetéséhez és a telki szolgalmi jog megszerzéséhez el kell készíteni a biztonsági övezet dokumentációit (térképek, területkimutatás, a földtulajdonosok, kezelők, használók hozzájárulásai stb.).

6. Csővezetékek műszaki vizsgálata a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat (DKFV) Gellénházi Üzemében

A DKFV gellénházi üzemében 1975-ben a biztonsági övezetek kialakításával kapcsolatban olajtermelő kutak csővezetékeit (termelővezetékeket) vizsgáltuk *(3. és 4. táblázat)*. A vizsgálatot a következőkben ismertetjük.

Minden csővezetéket 3 helyen tártunk fel (reprezentatív vizsgálat). A feltárásokban az alábbi méréseket és megfigyeléseket végeztük: ultrahangos csőfalvastagság-mérés, a cső külső átmérőjének mérése, a külső korróziós bemaródások maximumának méréssel való megállapítása, a takarási mélység mérése. A feltárási helyeken végzett megfigyelések az alábbiakra terjed-

3. táblázat

A csővezeték műszaki vizsgálata megfelelőségének megállapítása

A vizsgálat időpontja: 1975. május hó

Sorszám	A csővezeték megnevezése	Max. külső átmérő ($D_{k\,max}$) mm	Max. üzemnyomás ($p_{ü\,max}$) att	Minimális falvastagság (Uh-val mért) mm	Max. korróziós mélység mm	Korrigált minimális falvastagság (S_a) mm	Az elméleti falvastagság (S_0) mm	Negatív tűrési pótlék (C_1) mm	Szükséges falvastagság (S_{sz}) mm	Megengedett legnagyobb próbanyomás att	Üzemi nyomásból számított próbanyomás ($p_{ü\,pr}$) att	Próbanyomási feszültség (σ_{pr}) mkp/mm²	Megengedett próbanyomási feszültség ($\sigma_{pr\,meg}$) kp/mm²
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
1.	*Nl-2.* 3″-es olajv.	89,5	15	5,0	0,5	4,5	1,02	0,15	2,17	73,0	20,0	4,29	18,75
2.	*Nl-5.* 3″-es olajv.	88,8	15	5,5	1,0	4,5	1,01	0,15	2,16	73,7	20,0	3,40	18,75
3.	*Nl-6.* 3″-es olajv.	89,1	10	5,5	1,0	4,5	0,68	0,10	1,78	76,6	13,5	2,86	18,75
4.	*Nl-23.* 3″-es olajv.	89,6	15	5,5	0,3	5,2	1,02	0,15	2,17	108,2	20,0	2,96	18,75
5.	*Nl-28.* 3″-es olajv.	90,2	20	5,7	1,5	4,2	1,37	0,20	2,57	86,1	25,0	4,70	18,75
6.	*Nl-30.* 3″-es olajv.	89,0	25	5,6	0,3	5,3	1,69	0,25	2,94	108,9	32,3	4,74	18,75
7.	*Nl-35.* 3″-es olajv.	89,2	30	5,2	0,3	4,9	2,03	0,29	3,32	99,6	38,5	6,21	18,75
8.	*Nl-45.* 3″-es olajv.	89,4	20	4,5	1,0	3,5	1,35	0,20	2,55	72,2	25,0	5,64	18,75

4. táblázat

A vizsgálat időpontja: 1975. május hó

Sorszám	A csővezeték megnevezése	Üzemelési évek száma	Külső korrózió max. mélysége mm	Átlagos korróziós sebesség mm/év	Takarási mélység cm	A csőszigetelés állapota	A takarótalaj jellemzése
	1.	*2.*	*3.*	*4.*	*5.*	*6.*	*7.*
1.	*Nl-2.* 3″-es olajv.	23	0,5	0,022	80 70 100	Csőfestés, csak foltokban van meg	Agyagos talaj, közepesen talajvizes
2.	*Nl-5.* 3″-es olajv.	19	1,0	0,053	75 80 85	Nincs szigetelés	Agyagos talaj, közepesen száraz
3.	*Nl-6.* 3″-es olajv.	23	1,0	0,043	70	Nincs szigetelés	Agyagos talaj, enyhén talajvizes
4.	*Nl-23.* 3″-es olajv.	21	0,3	0,014	70	Nincs szigetelés	Agyagos talaj, közepesnél szárazabb
5.	*Nl-28.* 3″-es olajv.	22	1,5	0,068	110 130 140	Nincs szigetelés	Agyagos talaj. A terület közepesen vizenyős
6.	*Nl-30.* 3″-es olajv.	9	0,3	0,033	90 85 90	Csőfesték, hiányosan Nincs szigetelés Nincs szigetelés	Agyagos talaj. A terület közepesen vizenyős
7.	3″-es olajv. *Nl-35.*	8	0,3	0,038	110 110 120	Bitumen, hiányosan Bitumen, hiányosan Bitumen, hiányosan	Agyagos talaj, közepesnél szárazabb
8.	3″-es olajv. *Nl-45.*	21	1,0	0,048	115 45 85	Nincs szigetelés	Agyagos talaj. A terület enyhén vizenyős

nek ki: a csőszigetelés (passzív védelem) megléte vagy hiányának megállapítása, a csőszigetelés állapota, a korrózió jelenléte vagy hiánya, kiterjedése, fajtája, a talaj és környezet milyensége.

A mérések és megfigyelések eredményeinek felhasználásával számításokkal ellenőriztük, hogy a csővezetékek falvastagsága megfelel-e az üzemi követelményeknek, valamint következtettünk arra, hogy a csővezetékek állagának alakulására milyen okok és körülmények gyakoroltak lényeges hatást.

A számításokat az MSZ 2970—67 és MSZ 2940—67 szabványok, valamint a 10/1970. OBF számú utasítással hatályba léptetett Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzat (GMBSZ) V. fejezetében előírtak szerint végeztük.

A számításokhoz alkalmazott képletek:

$$s_0 = \frac{D_{k\,max} \cdot p_{ü\,max}}{200 \cdot \frac{\sigma_F}{Z} \cdot V}, \qquad (1)$$

ahol

S_0 az elméleti falvastagság; mm
D_{kmax} a cső külső átmérője; mm
$p_{ü\,max}$ a maximális üzemnyomás; att
σ_F a csőanyag folyáshatára, kp/mm²
Z a biztonsági tényező (általános jelölés);
V varratjóságfok (varrat nélküli csőnél: $V=1$);

$$C_1 = S_0 \cdot k, \qquad (2)$$

ahol

C_1 pótlék a falvastagság megengedett negatív eltérése miatt; mm
k szorzó a C_1 pótlék kiszámításához;

$$S_{sz} = S_0 + C_1 + C_2, \qquad (3)$$

ahol

S_{sz} a számított szükséges falvastagság; mm
C_2 pótlék korrózió és elhasználódás miatt (értéke általában 1 mm); mm

$$p_{pr\,max} = \frac{200 \cdot V \cdot \frac{\sigma_F}{Z_{min}} (S_a - C_1)}{D_{k\,max} (S_a - C_1)}, \qquad (4)$$

ahol

$p_{pr\,max}$ a megengedhető legnagyobb próbanyomás; att
Z_{min} az alkalmazható legkisebb biztonsági tényező;
S_a az alkalmazott cső falvastagsága; mm

$$p_{ü\,pr} = p_{ü\,max} \cdot \alpha, \qquad (5)$$

ahol

$p_{ü\,pr}$ a maximális üzemnyomás alapján számított próbanyomás; att
α szorzó a maximális üzemnyomásból történő próbanyomás számításához ($\alpha=1{,}25$);

$$\sigma_{pr} = \frac{D_{k\,max} \cdot p_{ü\,pr}}{200 \cdot V (S_a - C_1)}, \qquad (6)$$

ahol

σ_{pr} a vezetékben ébredő feszültség a próbanyomás alatt; kp/mm²

$$\sigma_{pr\,meg} = \sigma_F \cdot \beta, \qquad (7)$$

ahol

$\sigma_{pr\,meg}$ megengedhető feszültség a próbanyomás alatt, kp/mm²

β szorzó a megengedhető feszültség számításához ($\beta = 0{,}85$).

A számításokhoz felhasznált adatok ismertetése, a felhasználás indokolása.

A számításokhoz felhasznált adatokat a *3.* és *4.* táblázat tartalmazza. Az adatok ismertetését és felhasználásuk indokolását a táblázatok alapján végezzük. A táblázatok tartalmazzák a csőfalvastagság-számítások eredményeit is.

A D_k — *külső átmérő* értékeként minden csővezetékre vonatkozóan a vezetéken mért legnagyobb ($D_{k\,max}$) átmérőt vettük. Biztonsági szempontból, a falvastagság számításához ez adja a megfelelő értéket (*3. táblázat, 2.* oszlop).

A $p_{ü\,max}$ *maximális üzemnyomás*értékeket a termelési üzemegység adta meg, az üzemi mérések alapján (*3. táblázat, 3.* oszlop). Biztonsági szempontból a maximális üzemnyomást kell a számításkor figyelembe venni.

Az S_a *alkalmazott falvastagságot* (*3. táblázat, 6.* oszlop; értéke 4-5 mm) úgy kaptuk, hogy az adott csővezetéken ultrahanggal mért falvastagságok minimumából (*3. táblázat, 4.* oszlop) levontuk a külső korróziós bemaródás maximumát (*3. táblázat 5.* oszlop). Erre azért van szükség, mert az ultrahangos csőfalvastagság-mérés nem a korrodeált csőfelületen történik (a csőfelületet a méréshez simára le kell tisztítani). A minimumértéket pedig azért kell figyelembe venni, mert biztonsági szempontból a csővezeték legkisebb falvastagságával kell a számítást végezni.

A Z — *biztonsági tényező* értékéül *az elméleti falvastagság számításakor* $Z = 2$-t vettünk. Ez megfelel az MSZ 2970—67 szabvány 1. táblázata I. pontjában előírtaknak, valamint a 10/1970.) (VII. 1.) NIM számú rendelet 5. §-ában a keresztezésekre vonatkozó rendelkezésnek.

Az elméleti csőfalvastagság (S_0) számításához $\sigma_F = 22$ kp/mm² folyáshatárt vettünk figyelembe. Ennyi a folyáshatára az A 35.56 jelű vezetékcső anyagának. Ennél kisebb folyáshatárú vezetékcsövet (csőgyári vagy import) a vállalathoz nem szállítottak. A beépített csőanyag A 45.56-os minőségűnek valószínűsíthető, azonban műbizonylat nem volt fellelhető.

A V *varratjóságfok* értékéül 0,6-et vettünk, tekintve, hogy a csővezetékek körvarrattal készültek, hegesztési bizonylat azonban nem volt található.

A C_1 *pótlék* kiszámításához a k szorzó értékéül 0,145-et vettünk az MNOSZ 3156—62, ill. az MSZ 3156—62 és MSZ 2970—67 szabványokban előírtaknak megfelelően.

C_2 *korróziós pótlékként* 1 mm-t vettünk figyelembe, az MSZ 2970—67 szabvány 3.521 pontjában előírtak szerint.

A $p_{pr\,max}$ *megengedhető legnagyobb próbanyomást* $Z_{min} = 1{,}3$-es *biztonsági tényezővel* számítottuk, a 10/1970. (VII. 1.) NIM számú rendelet 4. § (1) bek.-ben előírtakat figyelembe véve.

A maximális üzemi nyomásból ($p_{ü\,max}$) *a próbanyomást* ($p_{üpr}$) $\alpha = 1{,}25$-dal számítottuk a GMBSZ V. fejezet 47. § (2) bek.-ben előírtakat figyelembe véve.

A próbanyomáskor ébredő feszültséget (σ_{pr}) a (6) képlettel, a megengedett feszültséget a (7) képlettel számítottuk (a GMBSZ V. fejezet 47. § (2) bek. szerint a csőanyag a folyáshatár 85%-áig vehető igénybe: $\beta = 0{,}85$).

Az előzőekben ismertetett módon elvégzett számítások eredményeit a *3. táblázat 7—13.* oszlopai tartalmazzák.

Az átlagos korróziósebességeket, a takarásimélységadatokat, valamint a csőszigetelésre és a takarótalajra vonatkozó megfigyeléseket a *4. ábra* szemlélteti.

A mérések és megfigyelések, valamint a számítási eredmények értékelése

A mérésekkel megállapított, vagyis az alkalmazott csőfalvastagságok (S_a, *3. táblázat 6.* oszlop) jelentősen nagyobbak a számított, szükséges falvastagságoknál (S_{sz}, *3. táblázat 9.* oszlop).

A megengedett legnagyobb próbanyomásértékek (*3. táblázat 10.* oszlop (2—3-szorosan nagyobbak a maximális üzemnyomásból számított próbanyomásnál (*3. táblázat 11.* oszlop).

A megengedett próbanyomási feszültség többszörösen nagyobb (*3. táblázat 13.* oszlop) a tényleges próbanyomási feszültségnél (*3. táblázat 12.* oszlop).

Mindezeket figyelembe véve a vizsgált csővezetékek megfelelnek a maximális üzemnyomás (*3. táblázat 3.* oszlop) és az üzemi hőmérséklet (max. 120 C°-ig) által támasztott követelményeknek.

A vizsgált csővezetékek biztonsági övezetei tehát kialakíthatók.

A korrózió által okozott csőfalvastagság-csökkenés: az alkalmazott 3″-es olajvezetékek szabvány szerinti névleges mérete 88,90×5,5 mm (MSZ 5135—59. és ezen szabvány elődje). A *3. táblázat 4.* oszlopában szereplő, ultrahangos mérésekkel kapott falvastagságminimumokat összehasonlítva az 5,5 mm-es eredeti falvastagsággal, arra következtethetünk, hogy a belső korrózió nagysága kicsiny. A belső korrózió kedvező alakulását minden bizonnyal a csővezetékekben szállított meleg olaj korróziógátló hatása okozta — döntő mértékben.

A külső korrózió átlagos sebessége 0,014 mm/év—0,068 mm/év között van (*4. táblázat 4.* oszlop). A falvastagság-csökkenés 0,3 mm-től 1,5 mm-ig terjed (*4. táblázat 3.* oszlop). A maximális (1,5 mm) falvastagság-csökkenés 22 év üzemelési idő alatt következett be. Mindezeket figyelembe véve a külső korrózió mértéke közepesnek és annál kisebbnek tekinthető.

A takarótalaj korrozivitása — a korrózió mértékéből, a csőszigetelés hiányosságaiból, valamint a takarótalaj jellemzése alapján — közepes vagy annál kisebb (*4. táblázat 2., 3., 4., 6.* és *7.* oszlopok).

A takarási mélység (20 feltárási helyen mérve) csak egy esetben volt kisebb a fagyhatárt jelentő 60 cm-es mélységnél (*4. táblázat 5.* oszlop).

Előzőekben megállapítottuk, hogy a csővezetékek — a reprezentatív vizsgálatból következtetve — megfelelnek a jelenlegi üzemi követelményeknek. Ez a megállapítás azonban nem zárja ki az előre nem látható okokból bekövetkező csőlyukadásokat. Figyelembe kell venni ugyanis, hogy a talaj korrozivitása változik. A talajkorrozivitás változásának főbb okai:

a csapadékkal együtt járó nedvességtartalom- és levegőtartalom-változás,

— az olvadással és fagyással együtt járó szellőzöttségváltozás;

— a talaj biológiai életében bekövetkező változások (állatok, növények megtelepedése és kipusztulása);

— a talajműveléssel okozott változások (növényvédő szerek, szerves trágyák és műtrágyák használata).

A belső korrózió is növekedhet, elsősorban a csővezetékben szállított közeg (jelenleg olaj, több-kevesebb vízzel) megváltozásával, illetve az olaj hőmérsékletének jelentősebb csökkenésével. Mindezeket figyelembe véve *indokolt a csővezetékek időszakonkénti műszaki felülvizsgálata* (általában 5 évenként).

Befejezésül: a biztonsági övezetek korszerű kialakítása nemcsak népgazdasági szempontból fontos, hanem a csővezetéket üzemeltető vállalat jól felfogott érdeke is. A biztonsági övezet csak akkor tölthető be rendeltetését, ha az üzemeltető érvényt szerez a biztonsági övezetre előírt tilalmaknak és korlátozásoknak, valamint gondoskodik arról, hogy a csővezeték az üzemelés egész folyamán megfeleljen az üzemi követelményeknek.

A biztonsági övezetek kialakítását jelenleg a hatályban levő 10/1970. (VII. 1.) NIM számú rendelet szabályozza.

IRODALOM

[1] Bányatörvény (Bt.) és végrehajtási utasítása (Vhr.). Magyar Közlöny 1961. március 30.

[2] A gáz-, kőolaj- és kőolajtermék-szállító és -elosztó vezetékek létesítéséről, üzemeltetéséről, keresztezéséről, megközelítéséről, valamint nyomvonalának megjelöléséről és nyilvántartásáról. 9/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet. Magyar Közlöny, 1970. július 1.

[3] A gáz- és kőolajüzemi létesítmények biztonsági övezetéről. 10/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet. Magyar Közlöny, 1970. júl. 1.

[4] Gázipari műszaki biztonsági szabályzat II. Földgáz- és Kőolajbányászat. 9/1970. OBF. számú utasítás. 1970. június 25.

[5] Gázipari műszaki biztonsági szabályzat V. Gáz-, kőolaj- és kőolajtermék-szállító vezetékek. 10/1970. OBF. sz. utasítás. 1970. június 25.

[6] A Gázipari műszaki biztonsági szabályzat V. Gáz-, kőolaj- és kőolajtermék-szállító vezetékek című fejezet egyes rendelkezéseinek módosításáról. 3/1971. OBF. sz. utasítás. NIM É. 31. sz.

[7] A bányahatóság létesítési és használatbavételi engedélyezési eljárásáról. 5/1970. OBF. számú szabályzat NIM. É. 6. sz. 1970. márc. 7.

[8] A kisajátítási terv elkészítéséről és felülvizsgálatáról. 523/1965. (T. 18.) ÁFTH.

[9] A nagylengyeli olajmező gyűjtővezetékeinek korrózióvédelme. NEVIKI 2590/69. sz. téma. Veszprém, 1969. június 25.

[10] *Szabó J.:* Jelentés a Gellénházai Üzem olajvezetékei reprezentatív felülvizsgálatáról. DKFV 206—457/75. sz. 1975. július 30.

[11] *Szabó J.:* Keménységmérés és statisztikai módszer csőanyagminőségek közelítő számítására. Kőolaj és Földgáz *5* (1975).

[12] *Szabó J.:* Gázvezeték meghibásodásának néhány tapasztalata. KBK *4* 76 (1974).

[13] *Szabó J.:* A Hsz mező csővezetékeinek azonosítása. KBK *2* 34 (1974).

[14] *Szabó J.:* Feladatok a biztonsági övezetek kialakítása után. KBK *3* 57 (1974).

[15] MNOSZ 3156—52.

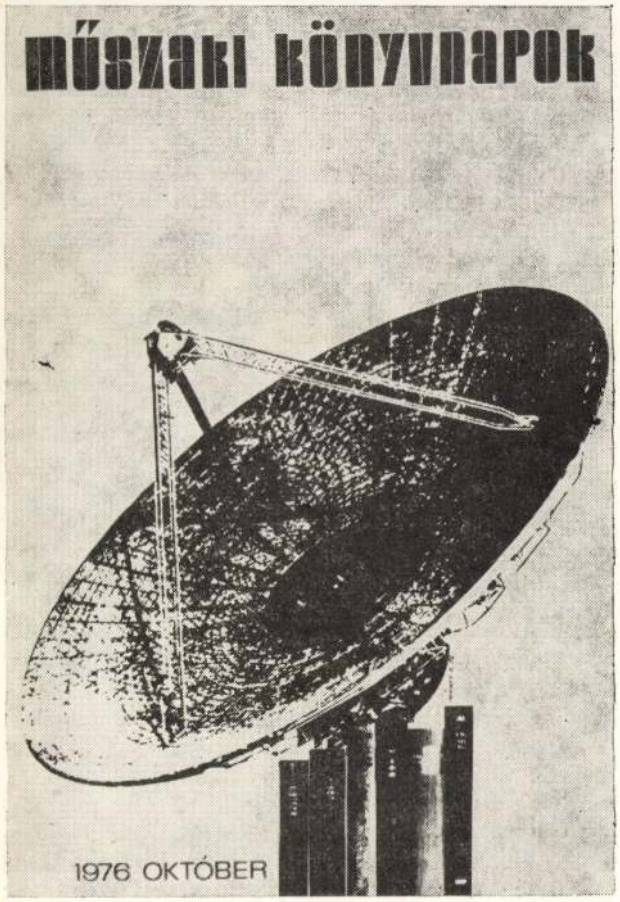
[16] MSZ 2970—67.

[17] MSZ 2940—67.

[18] MSZ 3156—62; MSZ 5135—62.

[19] MSZ 29/1—64; 29/2—64; 29/3—64; 99—65.

[20] MSZ 1757—69.



HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

A **Kohászat** márciusi számában *Bacskai Antal* és *Kuty Ákos* **Károsodott gyártmányok, szerkezeti elemek anyagvizsgálata** c. közleménye általános tapasztalatok mellett néhány ipari káreset rövid elemzésével mutatja be a vizsgálat módszereit, elméleti és vizsgálótechnikai hátterét, eszközigényét.

Az **Energiagazdálkodás** júniusi száma közli *Riba Dezső* **A gazdaságos gáztüzelés biztonságtechnikai követelményei** c. cikkét, amelyben a szerző a gáztüzelő berendezések leggyakoribb és legfontosabb biztonságtechnikai hibáit elemzi, és módszereket közöl azok kiküszöbölésére.

Dr. Bátyi Béla **Új típusú, kis jellemző fordulatszámú, torlócsöves szivattyú** c. közleménye egy olyan új típusú szivattyút mutat be, amely aránylag kis folyadékmennyiséget nagy emelőmagasságig, a hagyományos szivattyútípusokhoz képest lényegesen jobb hatásfokkal szállít.

Az **Energia és Atomtechnika** májusi számában *Szilágyi Zsombor* **A háztartási földgázfogyasztás egyik kétváltozós modellje** c. cikkében a legfontosabb befolyásoló tényezőket: a hőmérsékletet és a fogyasztói létszámot kétváltozós exponenciális regressziós függvénybe foglalja. A számítási módszerrel egyéb tényezők hatása is elemezhető.

Az **Ipargazdaság** márciusi száma az V. Vezetéstudományi Konferencián elhangzott előadások közül dr. *Iwsits Miklós* **A modern nagyvállalat vezetésének szervezetszociológiai alapelvei** c. tanulmányát közli. A szerző a vezetéssel összefüggésben vizsgál néhány olyan kérdéskomplexumot (döntés, információáramlás, kollektív vezetés stb.), amelyekben a társadalmi tényező szerepe különösen kiemelkedő.

Budapest, 1976. augusztus hó.

Csaba József

Néhány gondolat a vízről

KASSAI FERENC

Ahol élet van, ott mindig víz is van. A víz ugyan előfordulhat, sőt létezhet élet nélkül is, ezzel szemben az élet elképzelhetetlen víz nélkül. Jelenlegi ismereteink szerint az élő szervezetnek mindig és mindenütt szüksége van a jó vízre mind a tápanyagok feloldásához, mind pedig azért, mert ez az egyetlen közeg, amely alkalmas a különböző életműködési funkciók zavartalan lebonyolítására.

Minthogy a víz a földön sokféle módon minden élet bázisát képezte, és túlzás nélkül állandóan újból is teremti, az első növények is az óceánokban jöttek létre. Ezzel egyúttal az állati élet előfeltétele is megteremtődött, majd a szárazföldi élet, ezt követően az emlősállatok, míg végül maga az ember is létrejött. Bármennyire is szokatlan hangoztatni — bár tudatunkban benne van —, a növényi és állati testek és maga az ember is túlsúlyban vízből áll. Valamennyi életforma vízzel kapcsolatos sokféleségére jellemző véglet egyrészről a kb. 98%-ban vízből álló medúzák, másrészt bizonyos növényi magvak, amelyek csupán 4%-os víztartalmúak. Nincs abban semmi túlzás, hogy a víz valamennyi élő szervezetnek legfontosabb és állandó, szükséges alkatrésze. Maga az élő szervezet igen érzékeny a vízháztartás zavaraival szemben. Az emberi szervezet meghatározott mennyiségű vizet veszít el. Ezt a — napi 2—2,5 liter — veszteséget újabb víz felvételével állandóan fedezni kell, mert teljes szomjúhozás mellett is a test bizonyos mennyiségű vizet a tüdőn stb. át kiválaszt. Ha az emberi test víztartalmának 15—20%-át elveszti, beállhat a szomjhalál, ami a szövetbeszáradás következménye. Talán nem érdektelen megemlíteni, hogy ez a víz mint az anyagcsere hordozója — amelyen az élő szervezet, maga az élet nyugszik —, igen tekintélyes mennyiségű lehet. Az embernél a szomjhalál néhány nap után beállhat már, ugyanakkor viszont 40 napig is éhezhet. Egyetlen egy napraforgó szép napsütéses, nyári napon kb. 1 liter vizet párologtat el, ami egy ember minimális napi vízszükségletének felel meg.

Bizonyára meglepő, hogy 50 kg burgonya létrejöttéhez kb. 10 m^3 víz szükséges, de hasonló a helyzet a többi növényi terménynél is. Ma a világon kb. 250 millió t búzát aratnak, ennek beéréséig viszont kb. 150 milliárd m^3 víz használódik fel.

Nem is kételkedhetünk abban, hogy részben a felszíni, részben pedig a felszín alatti víz folytán ez a hatalmas vízmennyiség rendelkezésre áll, amely a vérkeringéshez hasonlóan láthatatlanul és hallhatatlanul a földkerekségen szűntelen, megállapíthatatlan körfolyamatban vesz részt. Mintegy kettős szerepet játszik az élet színpadán: egyszer magát az életet, másszor pedig a pusztulást jelenti. Minthogy az ember számára a vízen kívül alig ad valamit készen a természet, így a vizet a szükségesség és a nélkülözhetetlenség bélyegzőjével kell fémjeleznünk.

A víz sokoldalú hatása a Föld felszínének átalakulását is elősegíti. A mechanikai és kémiai hatás eredményeként pl. az alpesi Rajna évente kb. 5 millió t anyagot hord a Boden-tóba; a Duna csaknem 76 millió t lebegőanyagot és majdnem 40 millió t oldott anyagot továbbít évente a Fekete-tengerbe; az Amazon középső folyásában évente már kb. 600 millió t mennyiségű iszapot szállít. E vízzel szállított anyagok építést is jelentenek vagy jelenthetnek, végül is és ezáltal megteremtődnek az emberi letelepedés előfeltételei. Nincs csodálkozni való azon, hogy a víz ilyen módon az emberiség első ősi kultúráinak alapját a történelmi folyóvölgyekben és deltavidékeken teremtette meg (Mezopotámia, India, Egyiptom stb.). Napjaink valamennyi jelentős régi településekből származó világvárosa folyók, tavak vagy a tenger mentén fekszik: Budapest, Moszkva, Bécs stb. eredete és felfejlődése is elsősorban egy-egy nagy folyó mellettiségén alapszik.

A víz mint életfeltétel tápanyag, nyersanyag és termék útja aszerint, hogy a vízadó vagy vízhordozó réteg laza vagy szilárd; szerepe rendkívül sokoldalú, és ezzel a geológiai, hidrogeológiai, hidrológiai stb. studiumok részletesen foglalkoznak. Éppen ezért, mert a víz mindenkor termelékenységet és életet jelent, ahol hiányzik: ott sivatag és halál uralkodik; de ugyanakkor fölösleges és nem kívánatos minősége veszélyt és bajt jelent. Így érthetővé válik számunkra, hogy vele kezdettől fogva sokan foglalkoztak. Számos kutató kereste „e titokzatos anyag" lényegét, foglalkoztak eredetével, és kutatták egyre többen az egész világegyetemre kiható jelentőségét.

A forrás- és a feltalajvizek általában kiváló ivóvíz-minőségűek. Ezek jelentősége a világon szinte napról napra növekszik, és ezért nemcsak érdemli, hanem szükségeli is a legnagyobb védelmet. Hazánkban a feltalajvíz-ellátás hányada lényegesen nagyobb, mint egyebütt. Világviszonylatban a felszíni vizeket — valamennyi velük kapcsolatos hátránnyal — egyre inkább bevonják a vízellátásba. És végül, ahol ez hiányzik, ott gyakran már csak a tengervíznek édesvízzé való átalakítása marad, amely némely szárazövezetű országban már talán létkérdés is. Ha pedig már itt tartunk, ezzel a lépésével az ember első ízben vállalkozik a Föld globális vízmérlegének megjavítására. A tenger, amely eddig számtalan vízinövény és állat életterét képezte a vízmérlegben 97,8%-os részesedésével, idővel a legnagyobb és különösképpen védelemre szoruló ivó- és haszonvíztartály szerepét tudja és fogja betölteni. A világ helyenként jelentkező nyomasztó vízszegénységére, és az ezzel együtt járó magas halandóságra jellemző, hogy évente kereken 500 millió ember víz okozta gyomor- és bélfertőzéses megbetegedésével kell sajnos még napjainkban is számolni. E fertőző megbetegedések jelentős csökkenésében akkor érhető el lényeges előrelépés, ha a víznek az egészség megtartásában uralkodó szerepét teljesen megismerik és felismerik, utána pedig ennek megfelelően a cselekvés sem marad el.

A víz jóléti kihatásai a civilizációs károk növekedésével is egyre nagyobb súlyúak. Ezek közé sorolhatjuk a különböző üdülési lehetőségeket a vízen, a táborozást, a sporthorgászatot, a fürdést, vízisportot stb. Itt nyilvánul meg ismét a fellépő vízegészség-vízvédelem, amely lassan már a tengerekre is érvényes, ha az utolsó évek tartályhajó-baleseteire és az olajszennyeződésekre gondolunk. De meg kell említeni a víz balneológiai szerepét, amikor a föld alatti víz különleges fajtájáról van szó, a legkülönfélébb só- és ásványtartalommal. Ezek nagyságára a bükkszéki, az oltárci vagy pl. a karlsbadi évi $10 \cdot 10^6$ kg glaubersó- és a $6 \cdot 10^5$ kg nátriumkarbonát-mennyiség már nagyon is jellemző. A gyógy- és termálfürdők hosszú sora bizonyítja, hogy egy nép sem tudta a föld „öléből" származó tisztító, életet adó és gyógyító „vízcsodát" elhanyagolni.

Napjaink korszerű vízerőművei országok nagy területeit látják el villamos energiával, amely egy állam és nép gazdasági erejének mércéje. A nagy vízerőművek építésével szinte láncreakcióként az építő- és gépipar fejlődése is előtérbe került. Az ember mind merészebben nyúl ama erőkhöz, amelyek a földet mozgatják. A nagyarányú vízépítkezések hatalmas méreteikben (Sajan-i, Rio-Parana-i, Tabka-i, Asszuán-i stb.) az atomerő és az űrrepülés korszakában is egyesek szemében szinte a nagy kaland benyomását kelthetik. Pedig ezek az objektumok — túlzás nélkül — a jelenkor világcsodáivá válnak, és a Föld felszínének képét — az ember minden más műszaki alkotásánál jobban — megváltoztatják.

A víznek mint szállítóeszköznek a jelentősége meghatározott tömegárukra napjainkban sem alárendelt. A vízi utakban rejlő nagy előnyök eredményezték a mesterséges hajózható csatornákat és alagutakat. Gondoljunk itt elsősorban a szénszállító Bridgewater-i, de az amerikai, francia stb. alagutakra. Ma egész ipari kerületek, országrészek függnek a hajózható csatornáktól, melyek kiépítésére a legtöbb állam törekszik. Gondoljunk csak pl. a gigantikus szovjet tervekre és a folyamatban levő kivitelezésekre.

Mindig és mindenhol azonban a sok terv megvalósításának első és döntő feltételét az elegendő vízmennyiség képezte és képezi jelenleg, és fogja képezni a jövőben is!

Hogy milyen létfontosságú egy ország iparára és egyúttal gazdaságára a víz mint anyag és termelési eszköz, talán néhány jellemző adattal bizonyíthatjuk. Egy tonna acél előállítása 250 m^3 vizet igényel; a cellulózpapír- és műanyagiparban a végtermék egy tonnájára a vízfelhasználás 200—1000 m^3 között

változik; egy közepes gépkocsi gyártásához 7—10 m^3, egy tonna műgumi termeléséhez 2500 m^3, 100 l sör előállításához pedig 1000—3000 l vizet használ az ipar.

Úgy gondoljuk, hogy napjainkban senki sem vitatja és vitathatja, hogy a népgazdasági fejlődés és az ivó- és iparivíz-fogyasztás közötti igen szoros összefüggés nyilvánvaló. Hazai viszonylatban a lakosság, az ipar és a mezőgazdaság még csak évi $4{,}5 \cdot 10^9$ m^3 vizet használt fel; a vízfelhasználás vagy vízigény trendvonala emelkedik. Amíg 1970-ben a hazai vízigény $5{,}4 \cdot 10^9$ m^3 volt, addig óvatos becslések szerint 2030 körül ez a vízigény már $45 \cdot 10^9$ m^3 értékű lesz. Az USA igen jelentős vízmennyiséget fogyaszt, és a szakemberek szerint belátható időn belül a vízellátás lesz Amerika további gazdasági fejlődésének döntő problémája.

Ezek után nem is lehet vitás, hogy mind erősebben és parancsolóbban követeli meg a jövő a vízzel, e pótolhatatlan természeti anyaggal való ésszerű gazdálkodást. És bizony meg kell mondanunk azt is, bár kissé távol áll tőlünk ez a terület, nem véletlen, de nem is utópisztikus, hogy a vízinövények a jövőben — ha megfelelő megoldás születik — a burgonyához hasonló forradalmat tudnának előidézni, és a világnépesség élelmezési problémájának megoldását végeredményben a víz segítené elő.

Ami a vizet illeti — végül, de nem utolsósorban —, a felszín alatti vizek, a tengerek vize az értékes elemek (Br, Cu, Co, Mg, Na stb.) különböző vegyületeit nagy tömegben tartalmazzák. Még hiányoznak — és ez a jövő bányászatának feladata — azok a képességek, hogy a különböző elemek és anyagok a vízből gazdaságosan kinyerhetők legyenek. Megvan a reménye annak, hogy a korszerű műszaki vegyészetnek, az „új idők új bányászatának" majd sikerül eme kincseket kiemelve — ha nem is a mi életünkben — a Föld legnagyobb nyersanyagtárolójának kiaknázását is beindítani. Az iparilag hasznosítható anyagok eme hatalmas tartalékai szinte kimeríthetetlenek, mert a tengerpartok és a légköri csapadék eróziója stb. révén állandóan pótoltatnak.

A világtengereknek az energiaellátás vonatkozásában nem is jelentéktelen szerep juthat, minthogy ezek energiatartalékai kimeríthetetlenek és olcsók. Ilyen kísérletek már vannak, talán a legjelentősebb árapály „ingyenes" mozgási energiáját hasznosító franciaországi Rance folyó torkolatában létesített gátba beépített 24 turbogenerátor. Itt kellene talán a termálvizekben levő energiát is megemlítenem, amire újabban az emberiség alaposan felfigyelt (Wairake-i erőmű 192 MW-os, az automatizált Geysers-i 53 MW-os erőmű).

Nincs abban különösebb pesszimizmus, amikor egyesek részéről ama kérdés vetődik fel, mi lesz akkor, amikor egy napon a szárazföld vizei már nem lesznek elegendőek? Ebben az esetben az ivó- és haszonvízszükséglet csak a tengerekből fedezhető. Az eddigi ismeretek szerint a legelőnyösebb a hatalmas, kombinált erőmű, amelyben a fölösleges hő a tengervíz sótalanítására szolgál. Ilyen módon lehetséges lenne egyetlen egy létesítményben kb. 4 millió lakosú terület háztartása és ipara számára édesvizet előállítani, és ugyanakkor melléktermékként más értékes anyagok nagy mennyiségét, pl. kb. 3000 t kálisót, 5000 t magnéziumot és majdnem 3000 t brómot lehetne többek között termelni.

Az emberiség, a népgazdaság vízbeszerzésének, -termelésének és -szállításának igen-igen nagy kérdéskomplexumánál biztosra vehető, hogy a kisebb-nagyobb mélységekben előforduló vízdús rétegek vizének jelentősége a jövőben még inkább fokozódni fog annak ellenére, hogy világviszonylatban is olyan a vízfelhasználás trendvonala, hogy a felszíni vizek felhasználása kerül előtérbe. Az újabb feltárások (pl. Negev-sivatag alatti $200 \cdot 10^9$ m^3 vízkészlet, a Szahara alatti édesvizek stb.) mind azt igazolják, hogy a kutatás, a fejlesztés eredménnyel jár. Valószínű, hogy a kutatás és a fejlesztés, valamint a kivitelező technika a regionális tervezésen messze túlmenően a víztermelés és vízszállítás vonatkozásában is ki fogja építeni előbb kisebb területeken (hazai példák is vannak már), de minden valószínűség szerint a nemzetközi, elsősorban szomszédos országok közötti, a villamos távvezetékekhez hasonló vízvezeték-rendszert.

Itt kell hangot adni annak is, hogy a további töretlen fejlődés azzal érhető el, ha a már meglevő, ismert módszereket és eszközöket helyesen alkalmazzuk, a szakszemélyzettel fokozottabb mértékben megismertetjük annál is inkább, mivel a víztermeléssel-vízszállítással foglalkozó személyzetnek egy nagy-nagy közösség teljes bizalmát is kell élveznie.

Az emberiség magas kultúrájának alapja mindig a vízzel volt kapcsolatos. Ahol a vízzel kapcsolatos objektumokkal nem törődtek, kultúrák és birodalmak pusztultak el, hogy századokévezredek múlva ismét megteremtsék a víz segítségével a kultúra és gazdasági élet kivirágzása mellett a népek és nemzetek boldogságának az előfeltételét. A vízzel is foglalkozó, úttörő bányászat évezredek óta és a jövőben is legtöbbször névtelenül, hírnév és dicsőség nélkül alapvetően veszi ki részét a kultúra és a gazdasági élet előfeltételeinek megteremtésében.

A jövő vízellátása az ezen a területen foglalkoztatottak lelkesedésén és fejlődésén, továbbá — ami szerintünk rendkívül fontos — odaadó és lelkiismeretes munkáján is múlik. Erről pedig az élethalálharcban megfeledkezni nem szabad!

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Fogyasztói gázkorlátozási besorolások módosítása

Az 1974—75. téli gázkorlátozások tapasztalatai alapján — melyeket korábban ismertettünk — a korlátozást elrendelő GOV—OD javaslatára az OKGT kezdeményezte a jelenlegi korlátozási besorolási rend felülvizsgálatát és módosítását az OEGH-nak. A felülvizsgálat és módosítás lebonyolítására, a feladatok részletes kidolgozására munkacsoport alakult az OEGH, az OKGT, az Energiafelügyelet, a GOV és a Fővárosi Gázművek szakembereiből.

Az elhangzott OKGT-javaslat kezdeményezi a jelenlegi korlátozási sorrend III. és IV. kategóriájába tartozó fogyasztók mennyiség szerinti megbontását. A kategóriabontás alapján célszerűnek látszik III/A, III/B, IV/A, IV/B korlátozási kategóriák kialakítása.

A III/A, illetve IV/A alkategóriák tartalmazzák azokat az eredetileg III., ill. IV. kategóriába tartozó fogyasztókat, amelyek kategóriateljesítménye $q = 2000$ gnm^3/h vagy ennél nagyobb mennyiség. A III/B, illetve IV/B alkategóriák tartalmazzák azokat az eredetileg III., ill. IV. kategóriába tartozó fogyasztókat, melyek kategóriateljesítménye $q = 2000$ gnm^3/h értéknél kisebb.

A Fővárosi Gázművek rendszeréről ellátott budapesti fogyasztók esetében a kategóriamegbontást indokolt elvégezni az előzőek szerint, de a teljesítményhatárt egy alacsonyabb értékben kell meghatározni, mely alkalmazkodik a célszerűséghez. A Fővárosi Gázművek képviselőjének javaslatára a munkacsoport a kategóriahatárt $q = 500$ gnm^3/h értékben határozta meg.

A munkacsoport megvizsgálta a módosított korlátozási sorrend megvalósításának lehetőségeit, és eszerint az 1976—77. évi korlátozási sorrend összeállítása a fentiek figyelembevételével készül el.

A munkacsoport a korlátozási sorrend további finomítását, alkalmasabbá tételét látja célszerűnek, ezért az OEGH jóváhagyása alapján az Energiafelügyelet részletes felmérést végez a fogyasztók korlátozási feltételeinek felülvizsgálatával. A vizsgálat célja, hogy az egyes fogyasztók alkategóriába sorolásakor a későbbiek során figyelembe vegyék azok sajátosságait, a besorolás által okozott esetleges népgazdasági kár mértékét, és egyéb műszaki tényezőket, amelyek a reális korlátozási kategóriába sorolást teszik lehetővé.

Benkóczy Péter
okl. olajmérnök,
gázipari szakmérnök

(Folytatás a 295. oldalról!)

Az Orosházi Üzem gazdasági tevékenységét *Hargitai Józsefné* elemezte, bemutatva a IV. ötéves terviđőszak eredményeit és azok összetevőit. Az elemzés újólag felhívta a figyelmet az alkalmazotti állományúak gyorsan bővülő feladataira, amelyek végrehajtása viszont elengedhetetlen a gazdaságosság fokozása szempontjából. Az értékes előadások előtt *Hanyecz Ernő* tartott bevezetőt és dr. *Czakó Vilmos* foglalta össze az elhangzottakat.

Délután, az időjárás szeszélyeit is kivédve az Orosházi Üveggyár megtekintésére került sor; a gyár nemcsak méreteinél, modern technológiájánál fogva vívta ki az érdeklődést, hanem azért is, mert teljes mértékben az itteni alacsony és magas kalóriás földgázra épült.

Este Gyopároson, a már hagyományos vacsora melletti kötetlen eszmecserével folytatódott szakmai napunk, amely azután igen jó hangulatban ért véget.

A sikeres rendezésért az Orosházi Üzemet, élén *Hanyecz Ernő* üzemvezetőt és a jól felkészült előadókat illeti a dicséret.

Asztalos József
szakcsoporttitkár

*

Korszerű fúrási technológiák c. előadóülés

Orosháza, 1976. május 13—14.

Az OMBKE Alföldi Fúrási Szakcsoportja Orosházán, a Városi Tanács Művelődési Házának előadótermében előadóülést rendezett, melyen a következő előadások hangzottak el:

Bevezetőt mondott: dr. *Hingl József* (OKGT)

Győry Gyula (NKFÜ): **A Szovjetunióban alkalmazott mélyfúró berendezések ismertetése.**

Papp Imre (DKFÜ): **Nagymélységű fúrások gépei és eszközei az USA-ban.**

Dr. Szabó Mátyás (NKFÜ): **Nagymélységű fúrások fúrási technológiája az USA-ban.**

Buda Ernő (DKFÜ): **Kitörésvédelem és kitörésvédelem oktatása az USA-ban.**

Katona József (OGIL, Szolnok): **Korszerű iszapok és rétegkezelési módszerek az USA-ban.**

Dr. *Hingl József* bevezetőjében felvázolta az V. ötéves terv szénhidrogén-kutatási feladatait, és részletesen kitért a műszaki-technológiai fejlesztés kérdéseire.

Győry Gyula ismertette egy, a Szovjetunióban újólag kifejlesztett fúróberendezés-család műszaki jellemzőit, és műszaki-gazdasági megfontolásokra támaszkodva javaslatot tett a magyarországi alkalmazhatóság lehetőségeire.

Papp Imre számos diakép segítségével mutatta be az USA nagymélységű fúrásainak eszközeit és gépeit. Az egész előadás alapgondolata a maximális egyszerűségre és célszerűségre való törekvés bemutatása volt.

Dr. *Szabó Mátyás* a nagymélységű fúrások fúrási technológiájának az USA-ban szerzett tapasztalatairól számolt be. Az előadás alapján képet kaphattunk az USA fúrásainak szigorú technológiai fegyelméről.

A második napon *Buda Ernő* nyitotta meg az előadások sorát. Részletesen bemutatta az Egyesült Államokban elterjedt kitörésvédelmi rendszert. Hosszasan foglalkozott a kitörésgátlókkal — ezek elrendezésével, működtetőivel — és a lefúvatórendszerekkel, amelyeknek változtatható méretű fúvókáit külön kiemelte.

Az előadás utolsó harmadában megismerkedhettünk az USA kitörésvédelmi oktatóközpontjával.

Katona József az USA-ban használatos iszapokról és rétegkezelési módszerekről számolt be. Összehasonlításokat tett az ottani és a hazai viszonyok között. Előadásában részletesen foglalkozott az iszapkezelő berendezésekkel.

A jól sikerült előadássorozatot kötetlen diavetítés fejezte be, amely az USA-ban járt előadók személyes élményeiről készült.

Az ankét hasznosságának fokmérője az lesz, hogy az elhangzott javaslatok közül melyek kerülnek majd alkalmazásra az olajiparban.

Pál Zsolt
(OGIL, Budapest)

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Műszaki Klub az OLAJTERV-ben

A KISZ-szervezet és az OMBKE vállalati csoportja Műszaki Klub létrehozását kezdeményezte az OLAJTERV-ben. A Műszaki Klub megalapításával lehetőséget akarunk biztosítani a szakmával kapcsolatos, de a munkahelyi keretek között meg nem valósítható információáramlás kialakulására, a résztvevők vitakészségének fejlesztésére. Távlati tervünkben szerepel kisebb bemutatók, tapasztalatcserék, valamint nyelvgyakorlást elősegítő rendezvények szervezése is.

Reméljük, hogy a Műszaki Klub tevékenysége hozzájárul a szakmai látókör kiszélesítéséhez, a tervezői munka szintjének és minőségének javításához, és így közvetve hasznos eredményt is hoz az olajipar részére.

A Műszaki Klub első féléves tevékenysége — a kezdeti szervezési problémák és az állandó helyiséghiány miatt — néhány szakmai előadásra korlátozódott.

Az OLAJTERV számítástechnikai fejlesztéséhez kapcsolódó előadássorozatban az alábbi előadások hangzottak el.

1. **Számítástechnika alkalmazása műszaki feladatok megoldására**
   Előadó: dr. *Molnár László* (ÉTI).
2. **Technológiai rendszerek számítógépes optimalizálása**
   Előadó: *Balikó Sándor* (OLAJTERV).
3. **Csőtervezés számítógépes megoldása**
   Előadó: *Csomós Sándor* (OLAJTERV).

A témák aktualitását az előadásokat követő heves vita is bizonyította.

A nyomástartó edények méretezésének új megközelítési módját ismertette egy előadás:

4. **Törésmechanika lényege és alkalmazása a tervezési munkában**
   Előadó: *Novotny László* (OLAJTERV).

Ezen az előadáson számos külső vendég (BKG, OEGH) vett részt.

Jelenleg az alábbi fő feladatok állnak a Műszaki Klub rendezői előtt:

1. Társadalmi szervek nagyobb mértékű bevonása. A KISZ-szervezet aktivistáin és tagjain kívül kapcsolatot építünk ki a szocialista brigádmozgalommal; a Műszaki Klub programját összhangba hozzuk a brigádok szakmai továbbképzés terén folyó munkájával.
2. A dolgozók érdeklődési körének felmérése, a szakmai program megfelelő összeállítása. E célból figyelemmel kell kísérni a szakmai téren felmerült jelentősebb problémákat, hogy a Műszaki Klub programját ennek megfelelően lehessen kialakítani.
3. Kapcsolatteremtés más vállalatokkal, elsősorban az OMBKE-aktívahálózaton keresztül. Az eddigi rendezvények igazolták, hogy vállalatunk széles körű tevékenysége miatt egy-egy szűkebb szakterület problémái viszonylag kevés szakembert érdekelnek, különösen az ún. „határterületek" esetében. Ezért itt elkerülhetetlen a kooperáció az olajipar társvállalataival.

A fentieken kívül számos technikai probléma megoldásra vár, így a rendezvények megfelelő propagálása, viszonylag állandó időpont kijelölése, megfelelő helyiség és segédeszközök biztosítása.

A rendezvények programját legalább egy héttel azok időpontja előtt elküldjük az OMBKE Budapesti Szakcsoportja vezetőségi tagjainak, a vállalati csoporttitkároknak és a KISZ-szervezet vállalati megbízottainak.

Szeretnénk, ha a jövőben nagyobb mértékben vennének részt rendezvényeinken az olajipari társvállalatok szakemberei.

Béres Deák László
(OLAJTERV, Budapest)

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Elektronikus időciklus-automaták az NKFV Egri Üzemében

A megvalósítás stádiumába érkezett az időciklus-automaták fejlesztési programja keretében kidolgozott legújabb konstrukció.

Az NKFV üzemfenntartási főosztályának szakmai irányításával az NKFV Egri Üzemében 1970 óta folyik időciklus-automaták gyártása, kísérlete és üzemszerű alkalmazása.

Az időciklus-automaták feladata, hogy időközönként ismétlődő ciklusokban *beállítható* időtartamig vezérlőjelet adjanak ki. Könnyen belátható, hogy olajipari alkalmazási lehetőségük igen tág, miután jelentős számú, időprogram szerint elvégzendő feladat létezik, amelyek csak a beállítandó időtartamok nagyságrendjében különböznek. Időciklus-automatákat egyelőre csak időszakos működtetésű segédgázos kutak termeltetésére alkalmaztunk, de használhatók módosítással automatikus görényezés, mélyszivattyús kutak időszakos működtetése, automatikus mintavételek stb. vezérlésére is.

A program első lépésében kifejlesztett és üzemszerűen alkalmazott konstrukció pneumatikus segédenergiával működött.

A korszerű és a robbanásveszély miatt előírt villamos elemek hozzáférhetőségének növekedésével azonban már 1974-ben a fejlesztés következő lépéseként a villamos segédenergiával működő időciklus-automaták kifejlesztését határoztuk el. Indokolta ezt több, a pneumatikus segédenergia alkalmazásával járó korlátozó tényező is. Ezek közül a legfontosabb a megfelelően tisztított tápgáz előállításának nehézsége és a mozgó mechanikus alkatrészek elhasználódása, mert ezek terepi körülmények között már jelentős problémát okoznak.

A villamos segédenergiával működő automaták azonban előnyöket is jelentenek: a vezérlőegységek sokcsatornás egységekké kialakítva állandó kezelő felügyeletével kezelőhelyiségben telepíthetők; az automatákat hazai, ill. szocialista forrásból beszerezhető elemekből tudjuk gyártani.

A villamos időciklus-automaták első változata 1974-ben készült el. A cél az volt, hogy a kereskedelemben készen kapható elektromechanikus elemekből kialakított vezérlőegységgel a villamos működtetés rendszerét kipróbáljuk. A kísérleti üzem során (1975. január—április) a villamos működtetés előnyei igazolódtak, azonban több felhasznált elemről kiderült, hogy üzembiztonságuk nem teszi őket alkalmassá felügyelet nélküli üzemeltetésre. Felmerült egy integrált áramköri elemekből felépített vezérlőegység kialakításának gondolata.

Az Egri Üzem szakemberei (*Fodor Attila* és *Süle Ferenc*) újítás keretében vállalkoztak a mintapéldány elkészítésére, mely eredményesen üzemelt, ezért úgy döntöttünk, hogy az Egri Üzem segédgázos kútjai automatizálásának programjában a további, mintegy 40 kút automatizálását integrált áramkörös vezérlőegységgel valósítjuk meg.

A vezérlőegységek sorozatgyártását az Egri Üzem vállalta. A komoly munka eredményeként 1976. március 16-án 1 db kétcsatornás egységet, majd rövidesen egy újabb kétcsatornás egységet állítottunk üzembe. A további berendezések összeszerelése folyamatban van, várhatóan 1976. III. negyedének végére a program második szakaszára tervezett 40 csatorna üzembe állítható.

Az elektronikus, integrált áramkörös vezérlőegység felépítése, működési elve alapvetően megegyezik a pneumatikus elődjével. A különbség az, hogy a hálózatról üzemelő egységeknél az időjelgenerátor-modult nem tartottuk szükségesnek. Miután a vezérlőegységtől megkövetelt pontossághoz a hálózati frekvencia ingadozását megengedhetőnek tartottuk, az időjelet maga a hálózati feszültség szolgáltatja.

A programozás decimális választókapcsolóval történik, a periódusidő 1—999 perc, a működtetési időtartam 1—99 perc között állítható.

A beavatkozó szervek okozták az egyik legkomolyabb problémát, miután legalább NA25-ös méretben 64 att-s nyomásfokozaton kell üzemelniük. 1974-ben az akkori lehetőségek figyelembevételével elektropneumatikus megoldás mellett döntöttünk. 1976-ban azonban a Festo cég forgalomba hozott közvetlen villamos működtetésű mágnesszelepeket 120 att üzemi nyomásig, robbanásbiztos, kültéri kivitelben. Ily módon most már a teljes rendszer működtethető csak villamos segédenergiával.

A széles körű felhasználási lehetőségekre való tekintettel a 40 csatorna kiépítése igen nagy számú változatban valósul meg. Készül 1, 2, 7 és 12 csatornás egység, kültéren a helyszínen telepített és kezelőépületben elhelyezett vezérlőegység is. Készítünk továbbá akkumulátorról üzemelő egységet is, amelynek mintapéldánya már üzemel. Az időjelet itt egy 16 MHz-es, kvarckristállyal vezérelt generátor szolgáltatja.

Az időciklus-automaták pneumatikus és villamos változatai meggyőződésünk szerint korszerű, hosszabb távon üzembiztos és széles körben használható berendezések, amelyek hasonló feladatok ellátására szélesebb körben is felhasználhatók.

Major Ferenc
okl. műszermérnök
(NKFV, Szolnok)

*

Sikeres üzemi kísérletek a Kiskunhalas-ÉK-i mezőben

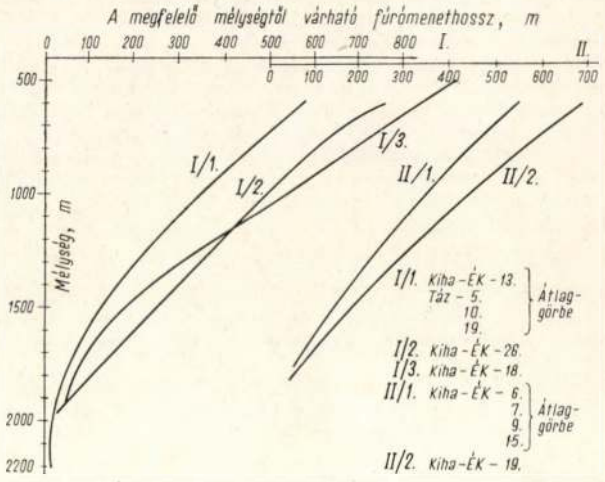
Április, május és június hónapban a Kiha-ÉK-i mező *19*-es, *26*-os és *18*-as jelű fúrásainál folytattuk az elmúlt években megkezdett optimális lyukmélyítés üzemi kísérleteit.

Elméleti oldalról új felfogásban terveztük a hidraulikai paramétereket, továbbá mind a három fúrásnál az optimális terhelésasztalfordulat párosításhoz az optimális mechanikai sebességeket határoztuk meg, amelyeket a két utolsó fúrórúd lefúrási határesetének tekintettünk.

A 8 $^1/_2$"-es szelvény felső szakaszát — az első fúrómenetet — AA jelű fúróval kezdtük. Ezekkel a fúrókkal a fent említett három fúrásnál sorrendben 683 m-es, 762 m-es és 907 m-es fúrómenethosszakat értünk el. A szakasz további részein A0 jelű fúrókat használtunk.

A Kiha-ÉK-i mező 8 $^1/_2$"-es szelvényeiben kialakult átlagos mechanikai sebesség 8,85 m/h. A *Kiha-ÉK*-i *19*-es fúrásé ezzel szemben 9,52 m/h, a 26-osé 9,8 m/h, a *18*-asé pedig 10,84 m/h.

A 8 $^1/_2$"-es lyukszakasz tervezett talpmélységéig az átlaghoz képest a *Kiha-ÉK-19*-esnél (1850 m-ig) 1 db, a *26*-osnál (2000 m-ig, itt a talpmélység nagyobb, de az optimalizálás csak eddig terjedt) 3 db, a *18*-asnál 2 db fúróval használtunk kevesebbet.



A fentiek alapján elmondhatjuk, hogy a fúrómenetek meghosszabbodtak, így a kutak mélyítési költsége csökkent. A mellékelt ábrán láthatók a fúrómenet hosszabbodásra jellemző görbék, amelyek a későbbi tervezés alapjai lehetnek.

Pál Zsolt
okl. olajmérnök
OGIL, Budapest

Tóth Márton
okl. olajmérnök
DKFÜ, kiskunmajsai üzemegység

Új aromásgyártó üzemek a DKV-ben

A Dunai Kőolajipari Vállalatnál 1970-ben helyezték üzembe a 260 t/év kapacitású, egyedi, nagy tisztaságú benzol és toluol előállítására alkalmas extrakciós üzemet, majd reformáló üzemek építésével potenciálisan előkészítették további aromások gyártását.

Ez év áprilisában jelentősen nőtt a feldolgozó aromáskinyerő kapacitása: aDKV-II beruházási ütem gyorsítási programjában megvalósult két új üzem, egy 260 000 t alapanyag/év kapacitású aromáskinyerő és egy 70 000 t xilolelegy/év kapacitású orto-xilol-kinyerő üzem. A megépült üzemek termékei jelentősen bővítik a hazai aromástermékek választékát mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt, valamint exportlehetőségek kihasználását teszik lehetővé. Másrészt az egyedi, nagy tisztaságú aromások biztonságos gyártásával a hazai aromásokon alapuló petrolkémiai fejlesztés feltételei teremtődtek meg.

Az új aromásextrakciós üzem oldószere a DKV-nél már korábban alkalmazott dietilénglikol. Az üzem műveleti körülményei annyiban térnek el az előző üzem jellemzőitől, amennyiben termelési célja toluol és xilolelegy előállítása. A bevitt kis mennyiségű benzol termékként való kinyerése a BT-aromásüzem átadásával realizálódik.

A DKV aromás-előállító kapacitását (ezer tonnában) az *1. táblázat* foglalja össze.

1. táblázat

	Aromásextrakció		o-xilol
	1	2	
Alapanyag	260	260	70
Benzol	26	—	—
Toluol	40	10	—
Xilolelegy	—	70	
C_8-frakció (o-xilol-szegény)	—	—	55
O-xilol			10
C_9+		40	5

Megjegyzés: Az üzemek tervezési adatai alapján.

Az extrakcióval kinyert és a rektifikális maradékát képező C_9 és magasabb szénatomszámú aromások továbbfeldolgozásra nem kerülnek. A céltermékek közül a toluol tisztasága megfelel a legmagasabb minősítésnek, a xilolelegy az orto-xilol-üzem alapanyagát képezi. Az orto-xilol-üzem két frakcionáló kolonnát foglal magába.

Az első, 150 szelepes tányért tartalmazó kolonna feladata az orto-xilol és a többi C_8-aromás elválasztása, míg az 50 szelepes tányért tartalmazó kolonna fejterméke az orto-xilol, fenéktermék a szennyező C_9+ aromások elegye.

A DKV aromásüzemeiben kinyert egyedi aromások átlagos minőségi mutatóit a *2. táblázat* foglalja össze.

2. táblázat

	Benzol	Toluol	Xilol-elegy	Orto-xilol-ban szegény xilolelegy	Orto-xilol
Fajsúly, 20 C°-on	0,878	0,869	0,865	0,865	0,880
Desztilláció, C°					
kezdő forrpont	79,75	110,10	137,5	137,5	143,6
végforrpont	80,25	110,90	143,0	139,5	144,4
Átdesztillálási tartomány, C°	0,5	0,8	5,5	2,0	0,8
Kristályosodási pont, C°	5,42	—	—	—	−26,5
Összetétel, %					
Összes paraffin	0,05	0,01	0,01	0,02	ny
Benzol	99,95	0,03	—	—	—
Toluol	—	99,96	ny	ny	—
Etil-benzol	—	—	17,1	21,4	—
Meta-xilol	—	—	18,0	22,6	0,1
Para-xilol	—	—	40,3	50,4	0,1
Orto-xilol	—	—	24,1	5,5	99,6
C_9 aromások	—	—	0,4	—	0,2

A két új üzem próbaüzemeltetése és rövid üzemeltetési tapasztalatai alapján nyugodtan állíthatjuk, hogy a tervezett hozamok és minőségek tarthatók. Ugyanakkor célunk az üzemek biztonságosabb, a tervezettnél előnyösebb üzemeltetése.

Kántor László
üzemcsoport-vezető

Gázkromatográfiás mérési eredmények számítógépes kiértékelése a KKV-ben

A Komáromi Kőolajipari Vállalat Kutatási főosztálya és Számítástechnikai osztálya együttes munkával kidolgozta a benzinforrpontú szénhidrogének gázkromatográfiás alapon történő vizsgálatának számítógépes kiértékelését. Egy benzinforrpontú szénhidrogénelegy tulajdonságait a benne levő egyedi komponensek minősége és ezek mennyisége határozza meg. Ezen szénhidrogénelegyek általában nagyszámú (50—400) szénhidrogénkomponensből tevődnek össze, a komponensek szétválasztása csak nagy felbontóképességű kapillároszlop alkalmazásával lehetséges. A kapillároszloppal felvett gázkromatogram ideális esetben annyi csúcsot (elektromos jelet) szolgáltat, amennyi a mintában levő komponensek száma. Ezen csúcsok azonosítása tömegspektrográffal közvetlenül vagy pedig bizonyos matematikai módszerek segítségével közvetve történhet.

Adottságainkat figyelembe véve a komponensazonosítás matematikai módszerét választottuk, melyhez *a)* holtidő-számításra CAESAR szerinti; *b)* retenciósindex-számításra *Kováts—Wehrli* szerinti; *c)* kényszerlinearizálásra pedig *Kaiser* szerinti eljárást alkalmaztunk.

Mind az említett mdószerek, mind a különböző mintajellemzők meghatározása nagy mennyiségű számítást igényel, melyek gyors és pontos elvégzése számítógép felhasználását teszi szükségessé. Az előbbiek figyelembevételével elkészítettünk egy komplex kiértékelést végző programrendszert, és létrehoztuk a rendszer működési alapjául szolgáló törzsadattárat, amelyben a komponensek adatait tároljuk (kódszám, megnevezés, szénhidrogéntípus, móltömeg, forrpont, abszolút gőznyomás, sűrűség, oktánszámok, logaritmikus és lineáris retenciós index 20 oszlopra, korrekciós tényező, izomerizációs fok, szénhidrogénszármazék-kód, szénatomszám).

A programrendszer működésének rövid ismertetése

Az azonosító program inputja néhány kiegészítő információtól eltekintve megegyezik a digitális integrátor outputjával. Az azonosító program először meghatározza a holtidőt, ezt követően kiszámítja a komponensek retenciós indexeit. Ezen adatok alapján a törzsadattár segítségével azonosítja a komponenseket. A program ugyanazon minta max. 5 különböző oszloppal történt elemzésének eredményét képes összedolgozni, és ezáltal az együtt lejövő komponenseket szétválasztani. Az eredményeket táblázatos formában közli. Számíthatók a minta komponenseire az elméleti és effektív tányérszámok, a szétválasztóképesség *Kaiser* és *Struppe* szerint. Ezen tényezők az alkalmazott oszlop minőségére utalnak.

A kiértékelő program számítja az indentifikált minta összes, szükséges jellemzőit (pl. sűrűség, oktánszámok, gőznyomás, PONA-eloszlás, komponensek terület-, térfogat-, tömeg- és mólszázalékai, szén- és hidrogéntartalom, szénhidrogének szénatomszám szerinti megoszlása, szénhidrogén-származék és izomerizációs fok szerinti megoszlás, valódi forrpontgörbék, MSZ-forrpontgörbe és egyensúlyi forrpontgörbe 1 at nyomáson).

Ezen adatok jól használhatók

1. vegyipari alapbenzin összetételének megadására;
2. benzinek keveréséhez, főleg a pirolízisbenzin autóbenzinbe történő gazdaságos elkeveréséhez;
3. desztillációs torony szétválasztásának kiméréséhez;
4. benzinreformáló, izomerizáló, katalitikus krakk, pirolízis és hasonló üzemek kiméréséhez, optimalizálásához;
5. új kőolaj benzinfrakciójának elemzéséhez;
6. külföldi motorbenzinek és motorbenzin-komponensek összetételének meghatározásához, ezek elkeverhetőségének vizsgálatához.

Az általunk kidolgozott rendszer egyik nagy előnye, hogy a törzsadattár a programrendszer változtatása nélkül módosítható, új komponensekkel kiegészíthető. Jelenleg a törzsadattárunk több mint 10 000 adatot tartalmaz. A minta feldolgozásának ideje gyakorlatilag független a törzsadattár méretétől.

Bányász Vince
villamosmérnök
(KKV, Szőny)

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

А. Папа, инж.-нефтяник: **Современные принципы конструкции скважин и вопросы расположения промыслового оборудования в населенных районах** ..... **Стр. 289**

Для расположения эксплуатационных скважин в населенных районах, для выбора их оборудования и предохранительной (противовыбросовой) арматуры необходимо проводить тщательные комплексные исследования характерных параметров пласта, продукции скважины и окружающей среды. Безопасность и надежность надо создать путем правильного выбора конструкций скважин и противовыбросовой арматуры. Закрытая система добычи, сбора и подготовки углеводородов представляет меньшую угрозу для окружающей среды. Наличие системы аварийной сигнализации и системы вмешательства еще более увеличивают безопасность. При выборе расположения сборного пункта и трассы сборных трубопроводов можно реализовать как отечественный, так и зарубежный опыт.

Д-р *М. Медьери,* инж.-нефтяник: **Проектирование и оценка результатов пульсационных испытаний** ..... **Стр. 296**

В отечественной практике затруднения вызывает в первую очередь определение пористости коллекторов не песчаного типа. Решению этого вопроса способствует промысловое применение пульсационных испытаний, предпосылкой которых является использование манометров высокой точности. На основе спецлитературы в статье приводится теория и прокетирование пульсьационных испытаний, а также результаты одного замера, проведенного манометром отечественной разработки с чувствительсностью 10^{-4} ат.

Л. Томор, инженер-химик: **Первоочередные мероприятия по охране окружающей среды в I-ой очереди капстроительства Тиссайского нефтеперерабатывающего завода** ..... **Стр. 302**

Нефтеперерабатывающий завод, строящийся в настоящее время в Ленинварош, относительно охраны окружающей среды в некоторых отношениях отличается от осталных. Благодаря целевому назначению завода, диапазон выпускаемых продуктов узок, что наряду с комплексным размещением установок ограничивает и источники загрязнения воздуха. Кроме этого, завод в связи с условиями своего размещения находится в сфере сильного агрессивного загрязнения воздуха от окружающих промышленных объектов.
В статье в сжатой форме излагаются новые мероприятия, направленные на снижение или уничтожение компонентов, загрязняющих окружающую среду. Так, например, глиняный изоляционный слой, высокие трубы и современная многоступенчатая установка для очистки сточных вод: все это служат целям охраны чистоты соответственно почвы, воздуха и вод. Далее, тщательный сбор отходящих газов и сеть рециркуляции воды способствуют рациональному хозяйствованию природными ресурсами.

Й Сабо, инж.-экономист по горной промышленности: **Зона безопасности трубопроводов в нефтегазовой промышленности** ..... **Стр. 305**

Важным фактором промысловых трубопроводов нефтегазовой промышленности является зона безопасности: ее значение с одной стороны — защита окружающей среды, с другой стороны — защита трубопроводов.
Сеть дорог, промышленные, сельскохозяйственные, жилищные и прочие поселения в значительной мере расширились. Развитие в этой области продолжается и дальше. Вследствие этого соответсвующее формирование зон безопасности становится все труднее и труднее.
Создание современных зон безопасности, удовлетворяющих требованиям развития и безопасности, считается важным не только с точки зрения народного хозяйства, но в нем кровно заинтересованы и те, кто эксплуатирует трубопроводы.
Автором статьи излагаются аспекты создания зон безопасности, обращается внимание на важность этой работы. Указывается на некоторые проблемы, диктуемые практикой и на возможность их решения.

*

Dipl.-Ing. *Aladár Pápa:* **Moderne Bohrlochkonstruktionsprinzipien und Fragen der Anlegung von Fördereinrichtungen auf bewohnten Gebieten** ..... **S. 289**

In bewohnten Gebieten beanspruchen die Anlegung von Fördersonden, die Bohrlochkonstruktionen und die Wahl von Sicherheitsausrüstungen eine komplexe Untersuchung der Formation, der geförderten Flüssigkeit und des Gases, sowie der charakteristischen Parameter der Umgebung. Die Sicherheit soll durch eine richtige Wahl der Sondenarmaturen und der Sicherheitssperrsystem hergestellt werden. Die Förder-, Sammel- und Behandlungseinrichtungen geschlossenen Systems für Kohlenwasserstoffe gefährden die Umwelt in geringem Ausmass. Die Sicherheit wird durch das Alarm- und Eingriffsystem weiter erhöht. Für das Anlegen der Sammelstation und für die Wahl der Spurlinie von Förderleitungen können auch die ausländischen und einheimischen Erfahrungen benützt werden.

Dr.-Ing. *Mihály Megyeri:* **Projektierung und Wertung von Pulsationstesten** ..... **S. 296**

In der ungarischen Praxis bedeutet in erster Linie die Bestimmung der Porosität von solchen Lagerstätten ein Problem, die nicht vom Sandstein-Typ sind. Die Lösung wird durch eine betriebsmässige Anwendung von Pulsationstesten befördert. Eine Vorbedingung dafür ist der Einsatz von Druckmessern hoher Empfindlichkeit. Anhand der Fachliteratur werden Theorie und Projektierung von Pulsationstesten dargelegt. Das Ergebnis einer mittels eines Druckmessers ungarischer Entwicklung mit einer Empfindlichkeit von 10^{-4} at durchgeführten Messung wird besprochen.

Dipl.-Ing. *László Tomor:* **Hervorgehobene Umweltschutz-Massnahmen in der Investition des Betriebs TIFO I** .. **S. 302**

Die im Bau befindliche Erdölraffinerie Leninváros weicht bezüglich des Umweltschutzes in mehreren Hinsichten von den anderen ungarischen Erdölraffinerien ab. Infolge ihres Zielraffinerie-Charakters ist ihre Produktenskala eng und diese Tatsache sowie die betrieblich kombinierte Siedlung begrenzen auch die Luftverunreiniger. Ausserdem sind ihre Siedlungsgegebenheiten so, dass sie seitens der umliegenden Industrieanlagen von einer aggressiven Luftverunreinigung betroffen wird. Der Artikel schildert kurz die neuartigen Lösungen in der neuen Raffinerie, die sich auf die Herabsetzung der in die Umwelt gelangenden Schmutzstoffe, bzw. auf die Vernichtung derselben richten. So dient z. B. die Tondichtungsdeckenisolation der Reinhaltung des Bodens, die hohen Schornsteine derselben der Luft, die moderne, mehrstufige Abwasserreinigungsanlage derselben der Wässer. Ferner unterstützen die sorgfältige Sammlung von Abgasen und das Rezirkulationswassernetz ein rationelles Wirtschaften mit den Naturgütern der menschlichen Umwelt.

Dipl.-Ökonom *József Szabó:* **Sicherheitszonen der Rohrleitungen im Erdölbergbau** ..... **S. 305**

Die Sicherheitszone ist eine wichtige Requisit von Rohrleitungen auf den Erdölfeldern; ihre Funktion ist einerseits der Umweltschutz, andererseits Schutz der Rohrleitungen.
Die Strassennetze, die industriellen, landwirtschaftlichen, Wohnungs- und sonstigen Siedlungen wurden in grossem Masse erweitert. Die Entwicklung auf diesem Gebiet dauert an. Deswegen wird es immer schwerer, die Sicherheitszonen entsprechend zu gestalten.

Die Errichtung moderner, d. h. Entwicklungs- und Sicherheitsanforderungen befriedigender Sicherheitszonen ist nicht nur vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt aus nötig, sondern sie dienen auch dem Interesse des Inbetriebhalters der Rohrleitung.
Der Verfasser erörtert die Gestaltung von Sicherheitszonen, und macht auf die Wichtigkeit dieser Arbeit aufmerksam. Er weist auf einige in der Praxis aufgeworfene Probleme, und auf die Lösungsmöglichkeiten derselben hin.

*

Aladár Pápa, Petroleum Eng.: **Modern principles of well completion and problems of locating production facilities in residential areas** ..... **p. 289**

In residential areas, location and completion of producing wells, selection of their safety devices require a complex consideration of the characteristic producing formation parameters, of fluids produced and of the environment itself. Safety is to be achieved by proper selection of well constructions and safety shut-down systems. Hydrocarbon producing, gathering and treating facilities made up in a closed system cause no considerable danger to the environment. Safety is enhanced by an alarm and safety intervention system. Foreign as well as domestic experience may be utilized in locating gathering and running well lines.

Dr. *Mihály Megyeri*, Petroleum Eng.: **Design and evaluation of pulse tests** ..... **p. 296**

In Hungarian practice the determination of the porosity of non-sandstone type reservoirs presents a problem. Field application of pulse tests helps solving this problem provided that pressure gauges of high sensitivity are used. Based upon literature, the paper discusses the theory and designing of pulse tests as well as the measuring result obtained by using a pressure gauge developed in Hungary and having a sensitivity of 10^{-4} at.

László Tomor, Chemical Eng.: **Stressed measures for environment protection in the investment of the TIFO I plant. p. 302**

The oil refinery being built at Leninváros, differs, in the environment protection relation, in many respects from other ones in Hungary. By virtue of its target refinery character, product range is limited and the air contaminators are more confined by this fact and by the combined plant location. Moreover, in consequence of its location features, a very aggressive air contamination comes from surrounding industrial plants. Characteristics of novel solutions aiming at the reduction of contaminating elements coming into the environment, and/or at the annihilation of them are discussed in detail. Thus, e.g. clay-quilt insulation serves the conservation of soil purity, high chimnies that of air purity and up-to-date, multistage sewage treatment units that of waters purity. In addition, a careful collection of waste gases and the recycling water network help manage natural resources of human environment in a reasonable way.

József Szabó, Mining Economist: **Safety zones of oil pipe systems** ..... **p. 305**

The safety zone is an important part of oilfield pipe systems and serves a double purpose: environment protection and pipe line protection.
Road-networks, industrial, agricultural, residential and other settlements have considerably been increased. Since such progress is still under way, a suitable shaping of safety zones is becoming more and more difficult.
The establishments of modern safety zones meeting the development and safety requirements is important not only from the view-points of people's economy but it is in the own of pipe line operators, too.
The author deals with the shaping of safety zones drawing attention to the importance of this work. Some problems arisen in the course of practice and possibilities of solving them are shown.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVA

Budapest XII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

ÁFOR BENZIN OLAJ

MULTISZUPER

MISE

motorolajok ezt kérje a következő olajcseréhez

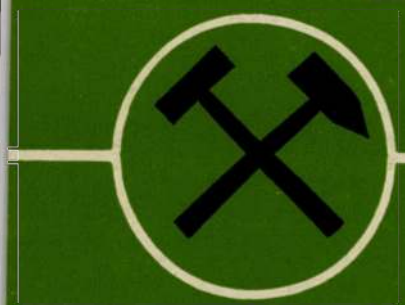
ÁFOR VEVŐSZOLGÁLAT
SZAKTANÁCSADÁS
Budapest VIII., József krt. 51.
Telefon: 143-482
Budapest IX., Közraktár u. 30.
Telefon: 337-359

ÁFOR BENZIN-OLAJ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 321—352 oldal BUDAPEST, 1976. NOVEMBER HÓ 11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

GYULAY ZOLTÁN—ALLIQUANDER ÖDÖN—JESCH ALADÁR — A fúrólyuk mint információforrás 321

SZABÓ MÁTYÁS — A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében 330

POGÁNY LÁSZLÓ—VÁGÓ ERZSÉBET — A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében 340

MÉSZÁROS IMRE — Több fokozatú motorolajalapok előállítása észterolajok felhasználásával 343

KLÁRIS LÁSZLÓ—NAGYNÉ ZENGŐ LÍVIA — Spektrofotométer a minőség ellenőrzésében 347

Személyi hírek
Köszöntjük a 80 éves dr. *Vendel Miklós* akadémikust! 351
Bélteky Lajos — aranyokleveles gépészmérnök 350
Egyesületi hírek. Emlékeztetés tagdíjfizetési kötelességre 350
Az iparág köréből. Épül a guszjatyini kompresszorállomás 342
Könyvismertetés 350
Hazai műszaki lapszemle 349
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 351

A SZÁM SZERZŐI:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr., dr. h. c., okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); GYULAY ZOLTÁN dr. okl. bányamérnök, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); KLÁRIS LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, laboratóriumvezető („ÁFOR" Ásványolajforgalmi Vállalat, Budapest); MÉSZÁROS IMRE okl. vegyészmérnök, üzemvezető (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta); NAGYNÉ ZENGŐ LÍVIA vegyészüzemmérnök, kutatómérnök („ÁFOR" Ásványforgalmi Vállalat, Budapest); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, okl. közgazdasági mérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SZABÓ MÁTYÁS okl. olajmérnök, főosztályvezető (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); VÁGÓ ERZSÉBET okl. közgazda (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 220-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-3879 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős:

BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; KÓS ÁRPÁD; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évf. 11. szám 1976. november

A fúrólyuk mint információforrás*

GYULAY ZOLTÁN—
ALLIQUANDER ÖDÖN—
JESCH ALADÁR

A tanulmány a hasznosítható fluidumkészletek hatékony kutatásához és kitermeléséhez szükséges információk megszerzésének a tudomány és technika mai szintjén rendelkezésre álló módszereit taglalva, a fúrólyukban a fúrás közben végzett mérésekkel, a fúrólyuk kőzetképenyéről mélyfúrási geofizikai módszerekkel és a kutak gyűjtőterületéről a kutakon át végzett hidrodinamikai vizsgálatokkal meghatározott információk értékelését tárgyalja.

Egyben körvonalazza az információszerzés koordinálásának és a megszerzett információk interdiszciplináris szintézisének szükségét.

Bevezetés

Az üledékes medencék formációiban rejlő és csak közvetve, fúrólyukakon át hozzáférhető természetes fluidumkincsek kutatásának és feltárásnak eszköze a mélyfúrás, kitermelésének pedig a kúttá kiképzett fúrólyuk. A hasznosítható fluidumkészletek kitermelésének optimalizálásához szükséges minden információ forrása tehát a fúrólyuk. Az információkat a formációról, annak mélységi irányában — tehát egy dimenzióban — a mélyfúrás és a lyukszelvényezés adja; területi, sőt térfogati kiterjedésében, vagyis két és három dimenzióban pedig a kutakkal kiváltható változó fluidumáramlás vizsgálata, az áramlási vizsgálatok szolgáltatják. E három módszer eddig térben és időben elkülönült, aminek megvannak a természetes okai. A következőkben arról lesz szó, hogy a három módszer nyújtotta információknak egyetlen, tágabb szemlélettel történő egységes kezelése és értékelése ma már parancsoló követelmény.

Mi teszi ezt szükségessé? A meggyorsult idő. A meg nem újuló, véges természetes nyersanyag- és energiakészletek minél hatékonyabb kitermelése maximalizálásának és a hatékony kitermeléssel együtt járó környezeti károsodás minimalizálásának a követelménye. Az emberiség öt nagy gondja közül kettőnek, az energiaellátás és a környezetvédelem gondjának az enyhítése.

Az üledékes medencék felépítéséről a legtöbb információt és a fluidumkészletek kitermeléséről a legtöbb tapasztalatot eddig az iparszerűen immár 115 éve folyó szénhidrogén-termelés gyűjtötte. Márpedig a szárazföld területének $^3/_4$-ét üledékes kőzetek borítják, amihez hozzászámítandó még a tengeri mélyfúrással feltárható ennél nagyobb üledékes terület. Ezért a szénhidrogén-termelés szemüvegén át kíséreljük meg a mélység korszerű megismeréséhez elengedhetetlen információgyűjtés új szemléletének szükségességét indokolni. Az új szemlélettel együtt jár majd egyes rokon szakkifejezések, szinonimák tartalmának tisztázása, és az eddig elterjedt „formációértékelés" helyett a „készletbecslés" használatának a javaslata.

A fúrólyukból történő információszerzés módszerei közül az 1920-as évek elején kezdődött a magfúrás és a fúrt magok vizsgálata, az 1920-as évek végén az elektromos kútszelvényezés, majd az 1950-es évek elején kezdték el az áramlási vizsgálatokat. Az első módszer a geológusok, a második a geofizikusok, a harmadik a rezervoármérnökök módszerévé vált. A módszerek bevezetésének időpontjai között is 10, illetve 20—30 év a különbség. Ezenfelül az első két módszert főként a tárolók feltárása, a harmadikat pedig annak fejlesztése — a kitermelés — időszakában alkalmazták. A három „szakosodott" módszer így időben és térben elvált, ami nem szolgált a termelés előnyére.

Értékelés — evaluation — alatt 1950 előtt a gazdaságosan kitermelhető szénhidrogének értékének a rendelkezésre álló módszerekkel történő becslését értették. Erről jó áttekintést nyújt *Vance* [1]. 1950-ben bukkan fel a formáció értékelése — formation evaluation — kifejezés, amely változó tartalommal azóta is él.

A „formációértékelés" kifejezést első ízben *Walstrom* használta 1950-ben, egy a magfúrást és a magvizsgálatokat, valamint a lyukszelvényezés értelmező módszereit összefoglaló tanulmányában [2]. Ezt a témakört *Lynch* 1962-ben már könyvvé bővítette [3]. Kereteit azonban a téma jövőjéről értekező *Jorden* még 1971-ben is megtartotta, de a formációértékelést már a mélységben előforduló természetes készletek gazdasági értékének a meghatározásaként definiálja [4]. *Walstrom*, a „formációértékelés" kifejezés atyja, 1972-ben a formációértékelés fő céljaként az átfúrt formációban a kereskedelmi mennyiségű — gazdaságosan kitermelhető — szénhidrogének jelenlétének vagy jelen nem létének az értékelését és a produktív tároló statikai és dinamikai jellemzőinek a meghatározását jelöli meg, azonban szót sem ejt dinamikai módszerekről [5]. *Jennings* és *Timur* 1973-ban még mindig csak a magfúrást és a lyukszelvényezést értik formációértékelés alatt, bár már mellésorolják az áramlási vizsgálatokat is [6].

Végül *Rudd* tartott a Society of Petroleum Engineers of AIME 1974. évi indianapolisi meetingjén „Formation evaluation — its changing role" címmel egy új szemlélet szükségét hirdető előadást [7]. Ennek az a lényege, hogy a formációértékelésnek a technikája és értelmezési módszerei az elmúlt három évtizedben elsősorban a potenciális szénhidrogén-tárolók viszonylag vékony mélységközeinek és a tároló fluidumai viszonylag rövid időtartamú és viszonylag korlátolt területen történő áramlásainak a tanulmányozására irányultak. A formációértékelésnek ez a térben és időben korlátolt szemlélete azonban ma már nem kielégítő. Legyen a jövő feladata akár a formációk mobilis vagy mobilizálható fázisainak — szénhidrogének, víz, ásványos anyagok — kitermelése a formációkból, akár fluidumok elhelyezése, tárolása a formációkba sajtolással, a föld alatti környezettel mint *egésszel* kell számolni. Itt a kitermelés mechanizmusa ma már egyre inkább kiterjed a hasznos fluidumnak a tárolóból egy vele nem elegyedő vagy elegyedő fluidummal történő kiszorítására.

Ez az új szemlélet azt jelenti, hogy vele az eddig szűkebb értelemben csak a hasznosítható fluidumot — szénhidrogéneket— tartalmazó tárolóra korlátozott föld alatti környezet fogalma kiterjed a tároló és a vele kölcsönhatásban levő egész környezetnek a kőzet-fluidum rendszerére, és a *Wyllie* által az egész táro-

* A freibergi Berg- und Hüttenmännischer Tag-on (Bányász-Kohász Napok) 1976. június 3-án elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*

lóra javasolt holisztikus szemlélet [8], amely a rendszer egyes részeinek viselkedése helyett az egész rendszer viselkedését tekinti meghatározónak, kiterjed a *tároló és környezete* rendszerre is. Számos, a föld alatti és a külszíni környezetre káros jelenség — mint föld alatti gáztárolók tömítetlensége, víztestek szénhidrogénekkel való szennyeződése, rétegek egybenyitása tökéletlenül cementezett kutakkal, talajvízszint-süllyedés, a külszín süllyedése a fluidumkitermelés következtében — arra mutat, hogy a tároló és környezete kölcsönhatásai nem elhanyagolhatók.

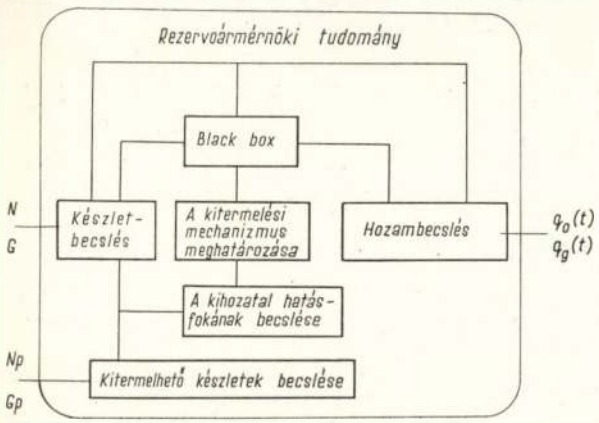
A tapasztalatok tehát azt mutatják, hogy a mélybeli műveletek gyakran nem korlátozódnak csak a művelésre fogott tárolóra, hanem kölcsönhatásként kiterjednek a tároló nagy környezetére is. Előre nem látott kölcsönhatás költséges lehet mind művelési, mind környezeti szempontból. Rendelkezésünkre állnak a módszerek a nagyobb környezet legalább előzetes tanulmányozására és a nem kívánt hatások érzékelésére. Mindenesetre képességeinken belül van megelőzni vagy legalább minimalizálni a mélységi műveleteink által okozható kiterjedt károkat.

Ahhoz, hogy a bevezetőben említett gyorsuló idő követelményeinek megfelelhessünk, hogy a hasznosítható ásványi anyagok és energiahordozók hozamát és kihozatalát növelhessük, és közben a mélységi környezet és ennek felső határa, a külszín, vagyis környezetünk védelmét biztosíthassuk, ahhoz a mainál időben és térben kiterjedtebb és érzékenyebb formációértékelési módszerek szükségesek. Az időben és térben kiterjedtebb igényben benne rejlik a kutatás folytonosságának és a tárolók viselkedése ellenőrzésének a szükségessége is.

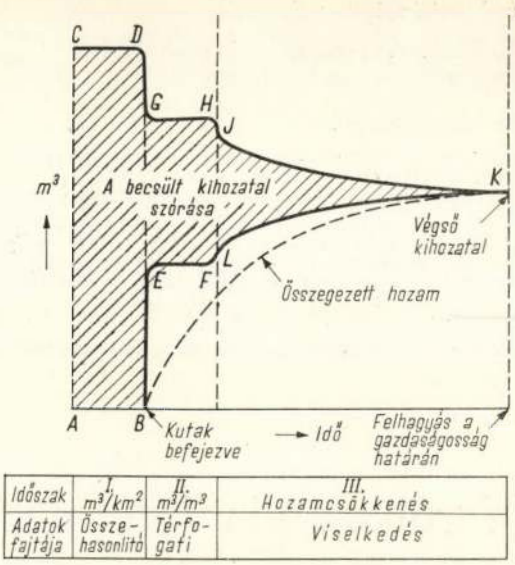
Rudd fogalmazásában a formációértékelés a kőzet-fluidum rendszer geológiai, geofizikai és rezervoármérnöki módszerekkel történő előzetes kvantitatív megértése, mielőtt a rendszer jellemzői a további fejlesztés és tapasztalat alapján meghatározhatók. Fogalmazásának gyengéje abban rejlik, hogy a formációértékelést lényegében a feltárás időszakára szűkíti le.

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy az angol nyelvű irodalomban 25 éve használt „formációértékelés" kifejezés fölött eljárt az idő. A formáció mint geológiai fogalom üledékes rétegsort jelent. Itt ennél sokkal többről, nemcsak az üledékes rétegsorokban rejlő egész anyag- és energiakészletekről van szó, hanem ezek kitermelhető hányadáról és kitermelési ütemükről is. Bizonyára hasonló meggondolások alapján ajánlja a tulsai *Exploration and Production Thesaurus* legújabb kiadása a „formációértékelés" helyett a sokkal jobban a lényegre utaló „készletbecslés" kifejezés használatát [9].

A készletbecslés részfeladatokból összetett feladat, amelyek összefüggését egy föld alatti szénhidrogén-tárolót tartva szem előtt, az *1. ábrán* vázoljuk. A szénhidrogéntelep általában ismeretlen nagyságú és jellegű, szilárd és fluidumfázisokból álló, születésénél fogva stochasztikus jellegű természetes rendszer, átvitt értelemben véve egy „black box". Erre a természetes tárolórendszerre telepítjük mesterséges rendszerként a kúthálózatot. A természetes tároló sötétkamra azért, mert belső szerkezetét, tartalmát nem ismerjük, arról és a kitermelés közbeni viselkedéséről csak a kúthálózat kútjain bemenő és kimenő hatások összefüggéseinek elemzésével nyerhetünk információkat. Ezen információk mérlegelése alapján és bizonyos fizikai alapelvek alkalmazásával kell a rezervoármérnöknek a két rendszer együttműködését irányítania (távirányítás) és a tároló kitermelését

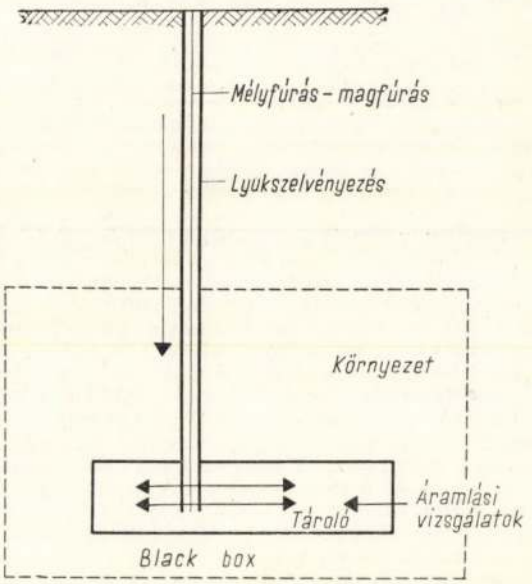


1. ábra
A rezervoármérnök feladatai és azok összefüggése



Időszak	I. m^3/km^2	II. m^3/m^3	III.
Adatok fajtája	Összehasonlító	Térfogati	Hozamcsökkenés Viselkedés

2. ábra
A készletbecslés története; periodikus megismétlésének szükségessége



3. ábra
Az információszerzés három módszere

optimalizálnia. Az egész rendszer probabilisztikus, dinamikus és önszabályozó.

A tároló primer tulajdonságait — a térbeli kiterjedést, a pórusnagyság-eloszlást, a fluidumtelítettség-eloszlást — in situ mérni még nem tudjuk, csupán a szekunder tulajdonságait — az elektromos ellenállást, nukleáris és akusztikus tulajdonságait —, amelyek a primer tulajdonságokkal korrelálhatók.

Talán egyetlen más, rendszerre orientált alkalmazott tudománynak (system energineering) sincs ilyen rosszul definiált rendszerrel dolga. Minden tároló önmagában egyetlen, egyedi példány. A természetes tárolón végzett minden kísérlet nemcsak irreverzibilis termodinamikai értelemben, hanem a rendszer kísérlet előtti paraméterei szempontjából roncsoló is. A rendszeren végzett kísérletek nem ismételhetők meg sem a reprodukálhatóság, sem az ok-okozat összefüggés tekintetében. A molekuláris fizika birodalmára korlátozott *Heisenberg*-féle határozatlansági elv (Unschärfe Relation), a megfigyelési lehetőségek tökéletlensége a rezervoármérnöki tudománynak a lényege.

A rezervoármérnöki tudomány minden analitikai és numerikus megoldása ideális rendszerekre vonatkozik, amilyenek a valóságban nincsenek. Ezért következtetései csak lehetőségek, leg-

jobb esetben valószínűségek, egy középérték körüli szórással mint pontatlansággal. A nem hozzáférhető valóságos rendszer helyett annak életfolyamatait csak egyszerűsített másain, matematikai és fizikai modelleken, a modellel utánzott folyamatnak a termelés történetével való egyeztetésével tanulmányozhatja és jelezheti — jósolhatja — előre. Ezért nincs a föld alatti tárolóra készen alkalmazható művelési terv, csak az egyedi tároló testére szabott lehetséges.

Az *1. ábra van Poollen* nyomán a rezervoármérnök részfeladatait és azok összefüggését vázolja. A részfeladatok: *1.* a tároló egész fluidumkészletének becslése (N m³ olaj és G m³ gáz); *2.* a tárolóban megvalósítható termelési mechanizmusok meghatározása, az ezekkel elérhető kihozatal becslése; *3.* a gazdaságosan kitermelhető fluidumkészlet becslése (N_p m³ olaj és G_p m³ gáz) és *4.* a kitermelés ütemének, az olaj- és gázhozamnak a becslése (q_o és q_g m³/d) [10].

A *2. ábra Arps* nyomán pedig a készletbecslés történetét, időszakonkénti megismétlésének a szükségét mutatja egy olajtárolón, a kutatás (*I*), a feltárás (*II*) és a kitermelés időszakában (*III*), az összhozam görbéjének feltüntetésével. A becslés a kutatás időszakában területi alapon nagy szórással, a kitermelés folyamán pedig a tároló viselkedésének elemzése alapján egyre csökkenő szórással történik [11].

A még fel nem fedezett készletek becslése (*I*) a matematikai extrapolálás, a genezis és a migrálás matematikai modelljével vagy a geológiai analógia módszerével történhet.

Végül a *3. ábra* a kitermelés optimalizálásához szükséges információszerzés három módszerét vázolja a térben: a fúrólyuk tengelye mentén információkat szolgáltató mélyfúrást, a fúrólyuk kőzetköpenyéről információkat nyújtó lyukszelvényezést, amelyek a paraméterek pontértékeit szolgáltatják a mélység függvényében és a tárolóban az áramlási tér átlagtulajdonságairól információkat nyújtó áramlási vizsgálatokat.

A készletbecslést — általánosabban szólva mindazt, ami a tárolóban történik — *Houpeurt* és munkatársai a következő jelképes egyenlettel írják le [12]:

$$(SP)+(LN)+(LA)+(M+T)=q(t),$$

ami azt jelenti, hogyha a tároló mint fizikai rendszer (*SP*), valamint a tároló és a határain túli környezete közti természetes kölcsönhatás (*LN*) ismeretes, akkor az általunk létesített kúthálózattal előidézett mesterséges kölcsönhatás (*LA*) ismeretében a fluidumok mechanikája és a termodinamikai törvényeinek ($M+T$) helyes alkalmazásával a tároló viselkedése, azaz a hozam az idő függvényében $q(t)$ előre becsülhető, vagy fordítva: a termelés múltjával való egyeztetéséhez szimulátor alkotható.

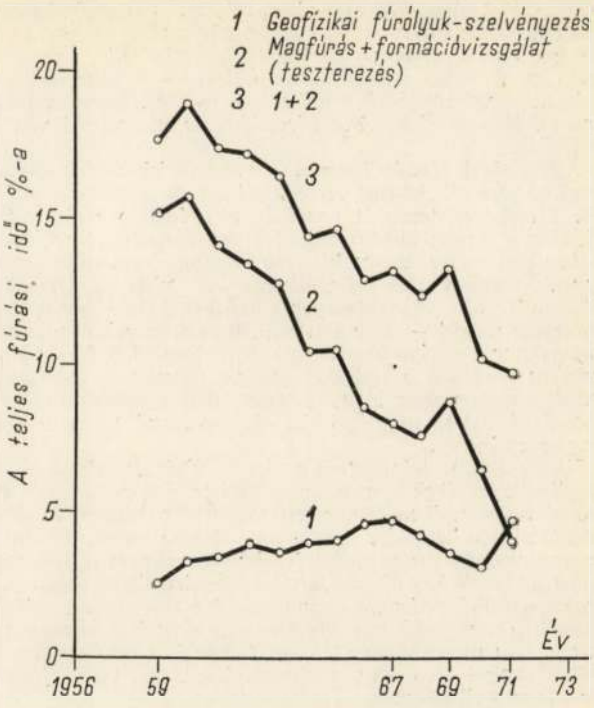
Az egyenlet tartalmazza a becslés minden módszerét; a matematikai módszereket, az anyagmérlegeket, a hozamcsökkenési görbék extrapolálását, a fizikai modelleket és a mezei próbatermelést, valamint az első tag adatai és a második értékei közti korrelációkat.

1. A fúrás közben nyerhető információk

Annak ellenére, hogy a fúrás műveletei közben a kifúrt kőzetekről nyerhető információs adatok mennyisége és minősége a múlthoz képest megtöbbszöröződött, a szénhidrogének kutatását és feltárását célzó fúrások szempontjából a magfúrás — mint a mélyfúrások klasszikus információs forrása — egyrészt jelentősen háttérbe szorult, másrészt új szerepet kapott.

Az időigényes, költséges, s a fúrólyuk épségét veszélyeztető, a fúrás kockázatát fokozó *magfúrások háttérbe szorulását* jól szemlélteti a 7. Francia Nemzeti Kőolajkongresszuson — 1973-ban, Biarritzban — rendezett „A fúrás közbeni mérések — kincs amelyet meg kell ragadni" című „panel discussio". Az ennek során *Brun* [13] által bemutatott diagram *(4. ábra)* szerint a közelmult egy bő évtizede (1959—1971) alatt a fúrásra fordított összidő 18%-áról 9,5%-ra — majdnem felére — csökkent a geológiai-geofizikai információszerzésre felhasznált idő. Megállapítható, hogy kizárólag a költséges magfúrásra fordított idő rohamos csökkenésének (16%-ról 4%-ra) volt ez a következménye, hiszen egyidejűleg a geofizikai szelvényezés és formációvizsgálat (teszterezés) időfelhasználása 2,5%-ról 4 5%-ra növekedett.

A *magfúrás szerepének változása* abból áll, hogy jelentősége a kutatófúrásoknál igen erősen csökkent, szinte alárendeltté vált, viszont a feltárófúrások esetében bizonyos mértékben nőtt. Egy-egy kutatófúrással felfedezett telep leművelési terve ugyanis a feltárófúrások egy-egy kulcsfúrásában, a kőzetfizikai paraméterek meghatározása érdekében, a szóban forgó telepből folyamatos magot kíván. A kutatófúrásokban a magfúrás indoka és célja ugyanakkor szinte kizárólag litológiai információ, mely viszont a korszerű mikropaleontológiai módszerekkel az öblítőkörrel a felszínre hozott furadékszemek elemzése útján megbízhatóan, folyamatosan és időveszteség nélkül nyerhető. Ez annál is inkább lehetséges, mert nemcsak a kőzetelemzési módszerek finomodtak, de a korszerű fúrók és fúrási technológia a hatékonyabb lyuktalpi kőzetbontás útján nagyobb furadékszemeket eredményeznek, másrészt a lassúbb forgatás a furadékszemeket kevésbé aprózza fel.



4. ábra
A geológiai-geofizikai információszerzésre fordított idő az összes fúrási idő függvényében az 1959—1971. évi franciaországi fúrásokban

Minden egyéb információt a kutatófúrások lehetséges tárolóformációiról fúrási szakaszonként a különféle *geofizikai szelvényezési módszerek* és a *formációvizsgálat*, fúrás közben folyamatosan pedig az *iszapszelvényezéssé* bővült furadékelemzés és a *fúrási szelvényezés* nyújtanak.*

Ezek szerint a magfúrással szemben a külön időt igénylő információszerzési módszerek közül a szakaszosan végzett geofizikai szelvényezések és a formációvizsgálat (teszterezés) kerültek előtérbe, de ezek mellett egyre szélesebb körben használatos az iszapszelvényezés módszere, és legújabban a reciprok fúrási sebesség szelvényezése nyomán kialakult, mind sokrétűbbé vált fúrási szelvényezés mint külön időigény nélküli, a fúrással egyidejű széles körű információt nyújtó lehetőség.

A különféle szelvényezési módszerek — beleértve most már ezek közé az iszapszelvényezést és a fúrási szelvényezést is —, valamint a formációvizsgálat együttese ma már messzemenően biztosítja azt, hogy mire a kutatófúrásban a fúró eléri a tervezett mélységet, átfúrja a kutatási célul kitűzött geológiai képződményeket, a harántolt formációk teljes értékelése lehetséges.

1.1. A külön időt igénylő, illetve szakaszos fúrási információszerzési módszerek

Az elvi szempontból az e fejezet bevezetésében már értékelt *magfúrás* eszközei — a rotari fúrásban már 1920-óta használatos — kettős magfúró készülékek, kettős magcsövek igen

* Szelvényezés (logging, diagraphie) alatt az átfúrt kőzetek valamely fizikai vagy kémiai jellemzőjének, vagy a fúrástechnika, az öblítőiszap valamely jellemzőjének, mennyiségének a mélység függvényében ábrázolt, ill. számsorral leírt változását kell érteni.

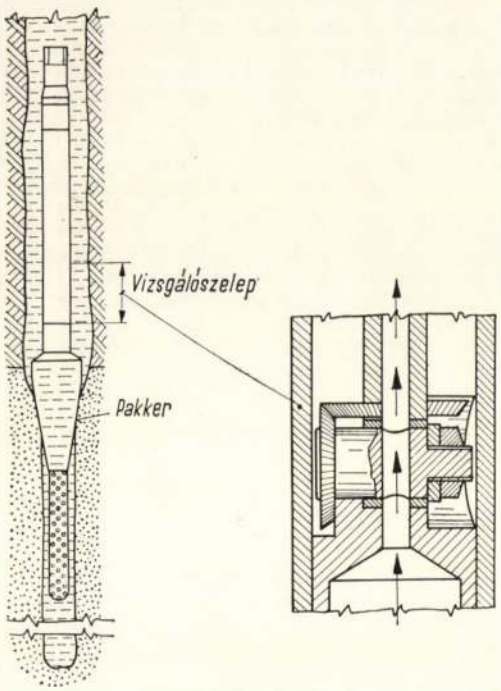
hosszú szakaszokon szinte teljes magnyereséget biztosító belső csapágyazott magcsővel megoldott, célszerűen és gazdaságosan (ma már szinte kizárólagosan) gyémántkoronával dolgozó szerszámmá tökéletesedtek; sőt a kőzetmagra ráhúzódó, arra ráfeszülő gumi belső magcsővel megoldott — a természetesen gyémánt magfúrókoronával ellátott — magfúró szerszámmal a konszolidálatlan, laza tárolókőzetekből is lehetségessé vált a magfúrás.

A 30-as évek vége óta ismeretes a rotari fúráshoz a folyamatos magfúró készülék, kötéllel kiemelhető belső magcsöves megoldással. Ennek alkalmazását azonban a gyémántkoronás, akár 36, 45 m-ig hosszabbítható magcsövű kettős magfúró készülékek kialakulása szinte teljesen háttérbe szorította. Az utóbbiakkal ugyanis keskeny ajkú gyémántkoronával, tehát kis gyémántfelhasználással — a rövid magok kötéllel való kiemelésének időveszteségе nélkül — nagy átmérőjű, hosszú magok nyerhetők, ugyanakkor a kötéllel kiemelt magcsővel megoldott, folyamatos gyémánt magfúró készülékkel végzett folyamatos magfúrást terheli a magcsőcsere ideje, s a széles ajkú gyémánt magfúrókoronával, tehát nagy gyémántfelhasználással kis átmérőjű mag az eredmény.

Kialakultak az irányított és a zárt — tehát nyomás alatti — magfúró készülékek is, azonban az öblítés túlnyomása miatt az utóbbi is lényegében szennyezett magot eredményez. A jövő magfúrási tökéletesítése éppen az előtérbe lépett, fokozott rezervoármérnöki felhasználás érdekében továbbra is szennyezetlen, a tárolókőzet folyadéktartalmát eredeti állapotában megőrző magfúrási módszerre irányul. Ennek a fejlesztésnek a tökéletesebben záró, tehát a tárolókőzet nyomását és fluidumtartalmát jobban megőrző magfúró készülékre és a nem szennyező öblítőközeggel való, tehát alulegyensúlyozottan végrehajtható fúrás útjait kell követnie.

A magelemzésnek is természetesen a lyuktalpi körülmények között végrehajtható vizsgálatok felé kell haladnia. A jövő tökéletesítésének célja az *in situ* pórusméret, pórus- és fluidumeloszlás fenntartása, illetve utánzása. Ez az igény, a nyomást, a hőmérsékletet, a nedvesíthetőséget, a fluidumösszetételt, a formáció finom kőzetanyagának hidratációját, illetve mozgását érinti. Különösen nagy feladat a konszolidálatlan homokokból vett magok ilyen igényű elemzése.

A szakaszos információt nyújtó módszerek közül a *Schlumberger* testvérek által feltalált, az 1927 óta iparszerűen (először) *Pechelbronnban* [14] alkalmazott elektromos szelvényezési módszerek — mint ezt a következő fejezet részletesen taglalni fogja — igen sokrétű olyan elektromos, indukciós, radioaktív és akusztikus elven dolgozó *geofizikai fúrólyuk-szelvényezési* rendszerré



5. ábra
A formációvizsgáló elvi rajza 1926-ból
(Johnston Testers Co.)

szélesedtek, amelyek igen sokatmondóak a fúrólyukat körülvevő kőzetgyűrűről. A geofizikai fúrólyuk-szelvényezés a radioaktív és akusztikus módszerekkel béléscsövezett fúrólyukszakaszban is lehetséges, tehát akkor is, ha valamely nyitott lyukszakasz szelvényezését a lyukfalomlás kockázata miatt elhagyják.

Ezek a kábelen leeresztett műszerekkel végzett mérési módszerek nyitották meg a lehetőségét a már lefúrt lyukszakaszból az utólagos kőzetmintavételnek a maglövés, az oldalfal-magmintavétel útján. Úgyszintén az elektromos szelvényezési módszerekkel nyílt meg a lehetősége a fúrólyuk folyamatos dőlés- és irányméréseknek, a pontonkénti és a folyamatos rétegdőlésmérésnek, valamint a fúrólyuk hőmérséklet- és kaliberszelvényezésének is.

Az akusztikus szelvényezés tette lehetővé a béléscső mögötti cementpalást kötésének ellenőrzését.

Fúrás közben a fluidumot tároló kőzetekről — bár szakaszosan, tehát a fúrás műveletét ideiglenesen, rövid időre megszakítva — kétségtelenül a leghatározottabb információt a *formációvizsgálat*, az ún. teszterezés nyújtja. Ez az üzemszerűen fél évszázada alkalmazott művelet lényegében — mint azt az 1926-ban kiadott első katalógusból kirajzolt, akkoriban homokvizsgálónak vagyis sand-testernek nevezett eszköz elvi ábrája *(5. ábra)* mutatja — vizsgálószeleppel elzárt, vagyis üres fúrószáron leeresztett kúpos — tehát patkánylyukat feltételező — pakkerből és az alatt szűrőcsőben elhelyezett nyomásmérő és -író műszerből állt. A művelet lényegében ugyanis nem más, mint a fúrószáron vagy újabban kábelen leengedett készülék segítségével valamely fúrási, ill. szelvényezési indikáció alapján kiválasztott tárolóréteg ideiglenes elszigetelése a többi nyitott formációtól, és ezt követően az esetleges fluidumbeáramlás tényének és a hozamnak meghatározása érdekében a pakkerrel elszigetelt tárolóréteg kapcsolatba hozása a felszínnel (atmoszférával), illetve a fúrólyukba kábelen leengedett teszterrel összefüggő tartállyal.

Erre a műveletsorra elvileg elegendő lenne az *5. ábrán* bemutatott teszter. A művelet kockázatmentessége, a több, és pontosabb információ érdekében azonban ma már patkánylyuk fúrását nem igénylő, horgonycsőre támaszkodó hengeres vagy közrefogó pakkerrel megoldott és fúvókasorozaton át, fokozatos depresszióval nyitó többszörös vizsgálószeleppel megoldott elrendezés szokásos. A pakker felszabadítását a pakker és a vizsgálószelep-rendszer közé iktatott kiegyenlítő szelep, ütőolló és könnyenoldó közdarab biztosítja.

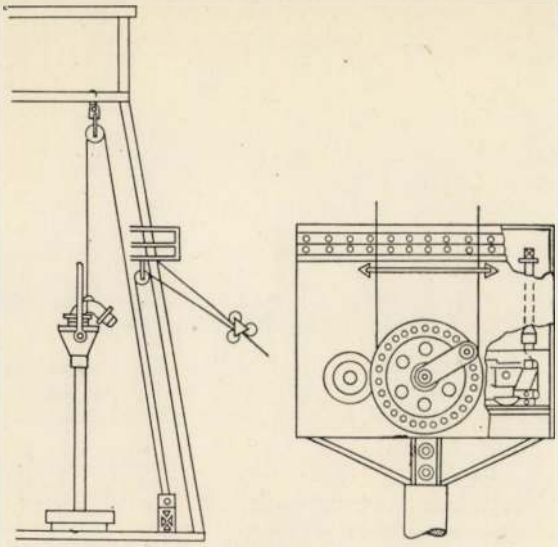
Maga a mechanikus vagy hidraulikus, ill. esetleg kombinált elven nyitó/záró vizsgálószelep-rendszer mind a többszörös vizsgálatot, mind pedig a nyomás alatti fluidum-mintavételt is lehetővé teszi. A művelet megbízható és pontos információképességét a párhuzamosan elhelyezett érzékenyebb nyomásmérő és -író műszerek (kvarcműszerek!) fokozzák. A beépítés biztonságát a kiegyenlítő szelepen kívül maximumhőmérők, az összeállítás tetején elhelyezett törőlemezes szelep, illetve a kiépítés biztonságát a kiöblítőszelep szolgálják.

A teljes teszterezési művelet, illetve hozamvizsgálat tartama alatt és azt követően a telepnyomás beállásáig felvett nyomásdiagram, valamint a hőmérséklet-mérési adatok, továbbá a fluidumból a beáramlási periódus végén vehető nyomás alatti fluidumminta a formáció szinte teljes értékelését, a tárolóréteg károsításától, vagyis annak mértékétől kezdve a tárolóréteg nagyságának becsléséig lehetővé teszi. Természetesen az erősen korlátozott, rövid idejű beáramlás és a minta esetleges szennyezettsége mérési, értékelési hibákhoz vezet. A többszörös beáramlás és a pulzációs vizsgálatok éppen az értékelés megbízhatóságát célozzák.

1.2. A fúrással egyidejű információszerzési módszerek

A fúrás műveletével egyidejű — annak folyamatosságát meg nem szakító — információs lehetőségek közül először (1922-ben) az öblítőiszappal felszínre szállított kőzettörmelék elemzésének gondolata merült fel; a tárolókőzetből származó, felszínre öblített fluidum, elsősorban gáz összegyűjtésének és elemzésének gondolatát *G. O. Suman* 1930-ban vetette fel [14]. Ezek alapján az első eszközcsoportot mint iszapszelvényező berendezést 1937-ben Texasban alkalmazták. Ez két iszapszivattyú-löketszámlálóból, centrifugából, vákuumszivattyúból és egy lapátkerekes automatikus furadék-mintavevőből állt, a lényegében még csak manuális „iszapszelvény" készítését tette lehetővé, vagyis csak a fúrószár kézi mérésével meghatározott mélységhez rendelte a felsorolt eszközök segítségével nyert jellemzőket.

A fúrással párhuzamos műszeres szelvényezési módszerek kialakulása, valamint az így nyert szelvényeknek komplex érté-



6. ábra
Reciprok fúrásisebesség-mérő műszer (Geolograph) elrendezése a fúrótoronyban

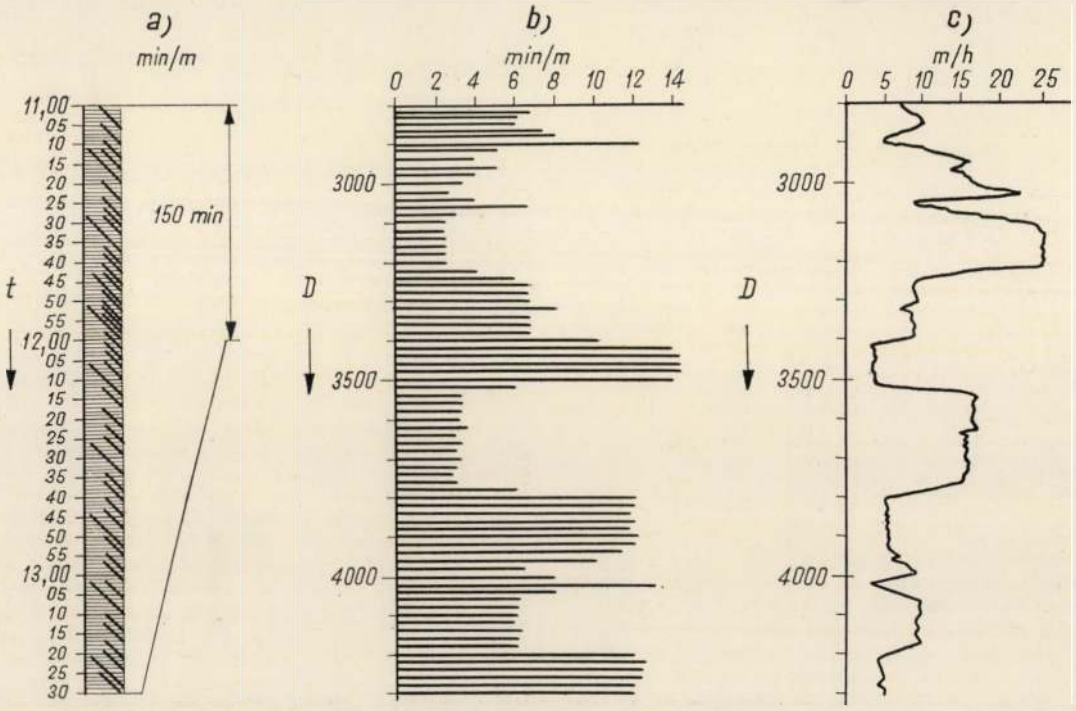
kelése, összevethetősége a geofizikai fúrólyukszelvényekkel szükségessé tette a fúró előrehaladásának műszeres mérését — az ún. „mechanikai fúrólyuk-szelvényezést" —, vagyis a fúrási sebességnek a fúrólyukmélység függvényében való automatikus regisztrálását. Ennek alapjait *F. B. Nichols* teremtette meg 1937-ben [12] az ún. Geolograph-nak, tehát a fúró előrehaladásának mérésére szerkesztett műszernek a kialakításával. Ez a műszer a fúró előrehaladását a forgatórúddal kapcsolt öblítőfej lefelé mozgásáról vezeti le, és az öblítőfejhez kötött huzallal közvetíti a regisztráló dobhoz *(6. ábra)*; az idő függvényében haladó regisztráló dobon egy-egy méter előrehaladását írómű jelzi ferde vonallal, s így lényegében a vonalak távolsága a reciprok fúrási sebességet adja *(7.a) ábra)*.

Hasonló elven, de most már az előrehaladás (mélység) függvényében a lefúrt méterhez tartozó fúrási időt egy arányos vonalhosszúsággal rögzíti a Geolograph továbbfejlesztése *(7.b) ábra)*; ennek a most már a mélység függvényében megoldott, de még mindig reciprok fúrásisebesség-szelvényezésnek regisztrátuma már közvetlenül összevethető a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés eredményeivel, pl. az elektromosellenállás-, illetve porozitásszelvénnyel, a gamma-gamma szelvénnyel, az akusztikus szelvénnyel.

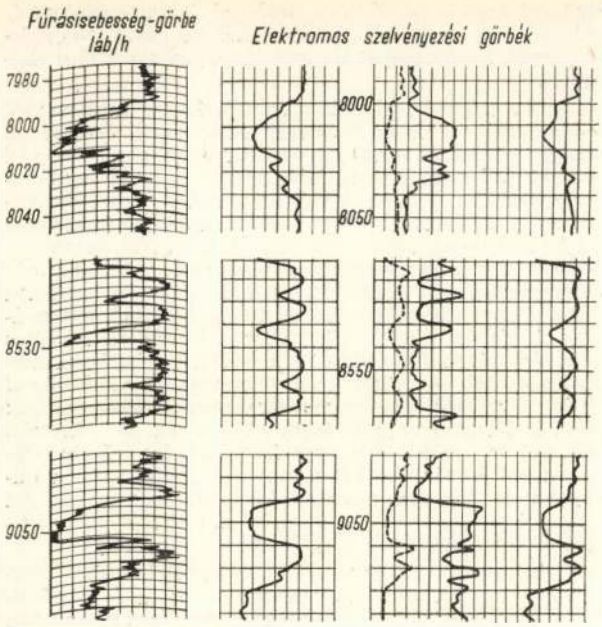
A pillanatnyi fúrási sebességnek a mélység függvényében való szelvényezését különböző mélységléptékekben és érzékenységgel megvalósító műszer *(7.c) ábra)* már olyan pontosan jelzi a kőzetek fúrhatóságának változását, hogy ez a szelvény porozitásszelvényként is elfogadható *(8. ábra)*. A fúrásisebesség-szelvény a differenciális talpi öblítési nyomás kiegyenlítése alapján fellépő fúrásisebesség-növekedés útján érzékenyen jelzi a túlnyomásos tárolórétegeket, sőt ugyanezen az alapon a fedő agyagmárgában egy zárókőzet alatt kialakult ún. átmeneti túlnyomásos zónának érzékelésével a túlnyomásos tárolóformációról előrejelzést is nyújt még akkor is, ha ez a túlnyomásos agyagmárga vékony kifejlődésű *(9. ábra)*. Ennek a jelzésnek megerősítésére több — közvetlenül mért vagy célszámítógéppel számított — további fúrási paraméter szelvényezése használható; így pl. a túlnyomásosság hatására csökkenő ún. „*d*" tényezőé, amely nem más, mint a fajlagos fúrási sebesség és a fajlagos fúróterhelés öblítési tényezőkkel normalizált értéke, vagy a túlnyomásosság hatására növekvő kőzetfúrhatóság valamilyen módon képzett együtthatója, továbbá pl. a kifolyó öblítőiszap hőmérsékletszelvénye [15].

A leírt módon érzékeny fúrásisebesség-szelvényezéssé tökéletesedett mechanikai fúrólyuk-szelvényezés kialakulásának ideje alatt természetesen az iszapszelvényezés igen széles körű, automatikus iszapszelvényezési rendszerré fejlődött az alapvető fúrási tényezők idő függvényében rögzített szokványos regisztrátuma pedig sok szempontból átalakult és kiegészült, analóg és digitális fúrásitényező-szelvénnyé bővült.

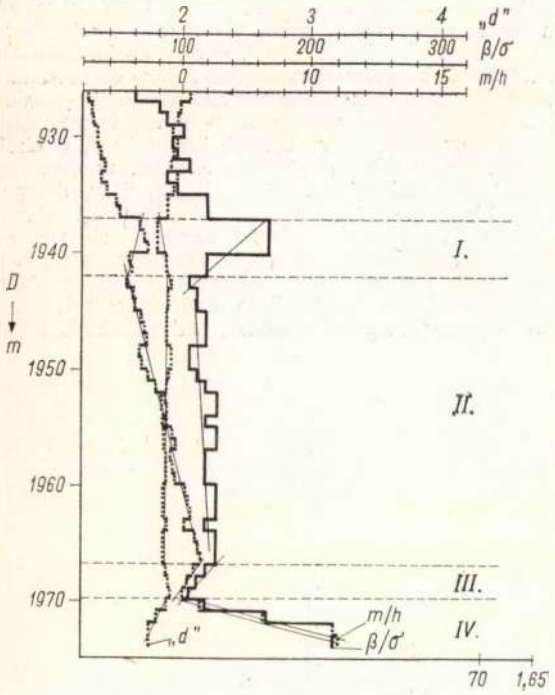
Az iszapszelvényezés a mai formájában az öblítéssel egyenletesen felszínre szállított kőzetmintákból és a tárolókőzetből származó és az öblítőfolyadékba keveredett fluidummintákból igen sokrétű és nagyrészt automatikus eszköz- és műszerállománnyal — ezek közt is elsősorban az automatikus gázmintavevő és gázkromatográf segítségével — pontos és megbízható információt nyújt az átfúrt kőzetek litológiájáról, a tárolórétegekről, azok fluidumtartalmáról. Nemcsak az összes gáz megbízható elemzését adja a mélység függvényében, de figyelmeztet a kén-hidrogén-tartalomra, a szén-dioxid-tartalomra, a furadéksűrűség, a furadék-ellenállás, az agyagosság változása alapján a túlnyomásos átmeneti zónára és a tárolórétegre. Az iszapszelvényezés regisztrátuma kiegészült továbbá az öblítőfolyadék, az öblítés — mégpedig a beszivattyúzott és kifolyó öblítés — jellemzőinek (sűrűségének, viszkozitásának, hőmér-



7. ábra
Fúrási reciproksebesség- (a, b) és fúrásisebesség- (c) diagramok



8. ábra
Fúrásisebesség-görbe és az elektromos szelvényezés görbéinek összevetése



9. ábra
A Komádi-1. fúrás szelvényezési görbéi a 70% túlnyomásos tárolóréteg (1974 m) fölött egy mindössze 3–4 m vastag „átmeneti" túlnyomásos agyagmárga-formációt, s e fölött – 1940–1970 m között – egy viszonylag vastag záró márgát („cap rock") mutatnak. Az utóbbi alsó és felső részén mindhárom (a „d"-tényező-, a fúrásisebesség- és a fúrhatósági) görbén jól megkülönböztethető egy-egy túltömörült szakasz, amelyek felül vastagabb kifejlődésűek [15]

sékletének, folyadékáramának, öblítőfolyadék-volumenének stb.) folyamatos mérési eredményeivel. Az öblítési folyadékáram változása, valamint az öblítőfolyadék fúrás közbeni és a fúrószerszám be- és kiépítése közbeni változásai rendkívül fontos információs lehetőséget nyújtanak a tárolókőzet jelenlétének, helyének, nyomásának megállapítása szempontjából, de fontosak ezek az információk a fúrástechnikai nehézségek elhárítása tekintetében is.

Az utóbbi, az öblítőfolyadékra, illetve öblítésre vonatkozó, műszeres mérési adatok szelvényezése egyben a fúrási szelvényezés alapadatait képező fúróterhelés, fúrófordulatszám, forgatóasztal-forgatónyomaték, öblítési nyomás, öblítési folyadékáram mélység szerinti változásának kiegészítése is. Egyidejűleg a mért fúrási adatokból közvetlen, helyszíni számítógépes adatfeldolgozással a fúrási szelvényre kerülnek az említett „*d*" tényező változásai, a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás, a fúróélettartam (-csapágykopás), valamint a számított fúrási költség mélység szerint változó adatai is.

A fúrásisebesség-szelvény mint alap mellé regisztrált, ill. számszerű adatokkal kinyomtatott mind jobban szélesedő iszapszelvényezési és fúrási szelvényezési görbék, illetve számadatok lehetővé teszik, hogy a fúrás műszaki irányítója, az átfúrt rétegeket értékelő geológus, rezervoármérnök egy-egy méter lefúrását követő 15 másodpercen belül választ kapjon:

— a fúrási művelet hatékonyságáról (a fúrási tényezőknek a minimális fúrási költség érdekében való összhangjáról, a fúró állapotáról, a fúrási költség várható alakulásáról stb.);
— az átfúrt kőzetek előzetes értékéről, éspedig a folyamatos porozitásszelvény, áteresztőképesség-szelvény, a teljes gáztartalmat, annak elemzését, a teljes litológiai elemzést tartalmazó szelvények alapján;
— a fúrás biztonságát érintő tényezőkről, elsősorban a kitörésveszély és az iszapveszteség elkerülése szempontjából, mégpedig a pórusnyomás, a kőzetrepesztési nyomás és öblítőiszap-paraméterek, az öblítési folyadékáram és öblítőfolyadék-volumen egyensúlya, vagyis az érzékeny beáramlás- és folyadékveszteség-indikációk, az öblítési nyomáshullámzás mélység szerinti jelzései alapján.

Mindezeket a felszíni érzékelésen alapuló iszapszelvényező és fúrási szelvényező műszereket a korszerű fúrástechnika mind szélesebb körben, mind nagyobb választékú összeállításban használja, és sok esetben egyetlen műszerkabinba egyesítve, esetleg részlegesen automatikus fúrási folyamatirányításra is alkalmazza. Egy-egy ilyen műszerkabin alkalmazása természetesen a nagy mélységkapacitású, költségesebb fúróberendezésekhez lehet indokolt, különösen ha túlnyomásos tárolókőzetekre és rendellenesen nagy kőzethőmérsékletre lehet számítani.

A felsorolt és értékelt fúrással egyidejű információs lehetőségeket felszíni érzékelésű és általános használatban levő műszerek nyújtják. A fúrás közben, lyuktalpi érzékelőkkel nyerhető, de egyelőre még kísérleti stádiumban levő információs módszerek mind fúrástechnikai, mind pedig az átfúrt formációk szempontjából sokat ígérőek.

A fúrással egyidejű információs lehetőségekről *összefoglalólag* a fentiek szerint leszögezhető, hogy önmagukban, illetve a formációvizsgálat támogatásával az átfúrt kőzetösszlet olyannyira egyértelmű értékelését teszik lehetővé, amelynek alapján eldönthető a termelési béléscsőoszlop beépítésének vagy a terület továbbkutatásának indokoltsága.

2. Geofizikai fúrólyuk-szelvényezéssel nyerhető információk

A fúrólyuk környékéről és az átfúrt kőzetek tulajdonságairól a *mélyfúrási geofizika* szolgáltatja a legtöbb információt. Ennek az információszerzési módnak célja a tároló- és egyéb kőzetek jellegzetes tulajdonságainak meghatározása a sokszor igen nehéz méréstechnikai körülmények között.

A tárolókban ugyanis az iszapelárasztás, valamint a kőzet fellazulása a fúrás következtében megváltoztatja a *lyuk közvetlen környékén* a mérhető fizikai tulajdonságokat, jóllehet a cél a réteg érintetlen részének a megismerése lenne. Ez az oka annak, hogy a szelvényezési módszerek műszaki fejlesztésének egyik legfontosabb célkitűzése az eszközök hatósugarának, behatolóképességének a növelése. A mélyfúrási geofizikai információszerzés lehetőségeit a mérések technikai körülményei és adottságai korlátozzák. A műszaki problémák (nagy hőmérséklet és nyomás, jelátviteli nehézségek stb.) okozta sokszor nagyon nehéz helyzetektől eltekintve is — a jelenlegi technikai fejlettség mellett — csak egyes fizikai tulajdonságok megmérésére van mód a fúrólyukban. A kutatással és termeléssel foglalkozó szakembereket viszont más, inkább földtani, rezervoármechanikai jellemzők érdeklik. A geofizikai szelvények interpretációjának egyik legfontosabb feladata éppen az, hogy a mért adatok és más eredetű ismeretek alapján meghatározzák a kívánt értékeket. Az ilyen célú értelmezési munka különböző alapelvekre épülhet. Alkalmazhatók elméleti fizikai megfontolásokkal levezet-

hető összefüggések a mért és a számítandó adatok között. Elterjedtek a kőzetmintamérések és a geofizikai indikációk korrelálásra alapozott metodikák. Találkozhatunk olyan irányzattal is, amelynek alkalmazása során a mért fizikai paraméterek és a tároló jellemzői közötti kapcsolatot véletlenszerűnek tételezik föl, és a számításokat a sztochasztikus folyamatok számolási módszerei szerint végzik el. A kutak szelvényezési programjának elkészítésénél a technikai lehetőségeket, tehát a rendelkezésre álló és alkalmazható műveletválasztékot, továbbá az értelmezési kívánalmakat kell figyelembe venni. Ez utóbbihoz természetesen segítséget adnak az említett kialakult irányelvek.

Az egyik legfontosabb kőzettulajdonság, a porozitás meghatározását például az úgynevezett *„porozitásérzékeny"* geofizikai mérések teszik elsősorban lehetővé. Az általában ide sorolt sűrűségmérés, a neutronmérés és a szónikus sebességmérés indikációi többé-kevésbé jól definiált kapcsolatban vannak a kőzet porozitásával. Kissé lazább az összefüggés a lyukkörnyék fajlagos elektromos ellenállása és a porozitás között, de azért itt is van kapcsolat. Általánosságban le kell azonban szögezni, hogy egyik geofizikai eljárás sem méri közvetlenül a keresett paramétert, esetünkben a porozitást, hanem csak egy azzal szorosabb-lazább kapcsolatban álló és főleg *mérhető* fizikai mennyiséget. Példánkban mindegyik említett mérési módszer más módon van kapcsolatban a porozitással, másképpen „látja" azt. Ezért azután a különböző mérésfajtákkal meghatározott porozitásértékek egymástól el fognak térni, a valódi porozitást mindegyik módszer csak kisebb-nagyobb pontossággal közelíti meg, és hogy melyik mérési és értelmezési metodika adja a legjobb eredményt, az a terület sajátságaitól függ.

Hasonló a kép a *rétegtartalom* és a *litológiai összetétel* megállapításának terén is. A kőzet mátrixának és fluidumának összetevői nem minden tárolóban hatnak ugyanolyan mértékben az egyes geofizikai mérőrendszerekre, ezért a geofizikai indikációk komplex elemzése útján nem lehet egyértelműen tisztázni az összetevők előfordulási arányát helyi ismeretek nélkül. Már pedig a termelvény összetételének előrejelzése, a leművelést befolyásoló litológiai összetétel ismerete stb. szempontjából nagy jelentősége van az ilyen „litológiai interpretációnak", amely — ezek szerint — mindig helyi érvényű lehet. Egyes kőzetfizikai paramétereket (pl. a permeabilitást) nem tudunk megbízhatóan számítani a szelvényekből. Néha ugyan megállapítható korrelációs kapcsolat egyes szelvényindikációk és az áteresztőképesség között, de ezek ismét csak egy-egy területre vagy még inkább egy-egy tárolóra érvényes összefüggések lehetnek.

Mindezek a példák azt hivatottak illusztrálni, hogy milyen nagy jelentősége lehet a geofizikai és egyéb adatok összesítő, komplex, matematikai-statisztikai feldolgozásának. Az ilyen feldolgozás egyik nehézsége az *összetartozó adatok egymás mellé rendelése.*

A geofizikai mérések eredményeit (de ugyanúgy minden más mélyfúrási észlelést) értékükön kívül pontos mélységük, származási helyük is jellemzi. A különböző mérésekből és megfigyelésekből szerzett ismeretek korrekt összevetése csak mélységük alapján történhet. A pontos mélységi korreláció azonban sokszor még azonos jellegű észlelések között sem egyszerű. Nehézségek léphetnek fel már az egyes különböző időpontokban elvégzett szelvényezések mélységazonosítása körül is, de még nehezebb pl. egy magmintamérés eredményeit vagy a furadékból, az öblítőiszapból származó megfigyeléseket a geofizikai szelvényekkel egyeztetni.

A különféle eredetű, összes rendelkezésre álló információ *együttes feldolgozása, szintézise* érdekében azonban a korrekt mélységi korrelációt mindig meg kell oldani. A lyuk egész „élete" során szerzett adatok egy sokféleképpen feldolgozható információhalmazt képeznek, amely természetesen csak akkor hozhat hasznot, ha a *valóban egy helyről származó* adatokat tekintjük összetartozóknak.

Ebben az információhalmazban találhatók a *mélyítés* során kapott észlelések: a furadék, a fluidumminták az iszapban, a fúró haladási sebessége, a veszteségek, a túlnyomásos zónák stb. Ide tartoznak az esetleges magelemzések, s a teszteres vizsgálatok is. A *mélyfúrási geofizikai mérések* eredményei az adathalmaz jelentős részét képviselik, beleértve az egyes mérésekből számított további, már értelmezési munka eredményeit jelentő értékeket (pl. neutronporozitás, sűrűségporozitás, természetes gammából számított agyagtartalom stb.) is, amelyeket szintén mélységfüggő szelvények formájában szokás ábrázolni. A kút *termelő élete során* kapott adatok már általában csak egy-egy rövid lyukszakaszból, a megnyitott termelőszintből erednek. Ebbe az adatcsoportba sorolhatók a termelvény összetétele, a hozam, a nyomásadatok, továbbá az ezekből számítható értékek, mint pl. a szkinhatás. A *termelésgeofizikai* mérések is csak az aktuális nyitott zónát jellemzik, bár vannak a nem megnyitott szakaszokról információkat szolgáltató termelési mérések is, mint pl. az egyre jobban elterjedő neutronélettartam-szelvényezés.

Valamennyi rendelkezésre álló adat összevetése és színergetikus feldolgozása ma még nem általános, elterjedt tevékenység. Egyre többet foglalkoznak azonban az információk szisztematikus gyűjtésével és rendszerezésével, feltehetően bővül majd hasznosításuk és hatékonyabb kihasználásuk köre is. Az állandóan vezetett, egységesített adatokból sokkal pontosabb következtetések vonhatók le a terület további feltárásánál, beleértve a feltárótevékenységbe az új kutak fúrását, a termelési és rezervoármérnöki paraméterek megválasztását, ill. meghatározását egyaránt. A korszerű és nagyon helyes felfogás szerint még azokat az információkat is gyűjteni és rendszerezni kell, amelyekre egyelőre, a jelen kutatási vagy termelési fázisban még nincs szükség, mert egy későbbi időpontban ezek is jelentős hasznot hozhatnak, megszerzésük viszont akkor már talán nem is lehetséges.

Meg kell azonban állapítani, hogy a gyakran nagy fáradsággal és költséggel *megszerzett információkat* sokszor *nem hasznosítják* értékük arányában. Ennek oka legtöbbször a felhasználók tájékozatlanságában keresendő. Biztos, hogy a nyers információkat általában nem lehet közvetlenül „értékesíteni", hanem csak megfelelő adaptálás, statisztikai vagy más hasonló előkészítés után, de az ezekbe a tevékenységekbe befektetett munka és költség nagyon gyorsan megtérülhet. A szerzett, illetőleg rendelkezésre álló információk feldolgozására és gyors hasznosítására példának hozhatjuk föl a *fúrási előrejelzési módszereket,* amelyek jelentősen hozzájárulhatnak a fúrás biztonságának növeléséhez és költségeinek csökkentéséhez, ugyanakkor sokszor nem alkalmazzák őket jelentőségüknek megfelelő mértékben.

A túlnyomásos szintek detektálására alkalmazott mélyfúrási geofizikai eljárások már eléggé közismertek. Tudott dolog, hogy a túlnyomásos szinteket fedő zárórétegek porozitása eltér (általában) az adott mélységhez tartozó normális porozitástól, éspedig olyan értelemben, hogy az abnormálisan nagy nyomású réteg fedőjében a porozitás nagyobb. Ezt a tényt a porozitásérzékeny geofizikai módszerek segítségével észlelni lehet, sőt megfelelő adottságok esetén és kellő számú adat ismeretében a nyomás esetleg számítható is. A szelvényekből ilyen módon számított adatokat a további fúrások tervezéséhez és mélyítése során lehet hasznosítani.

Talán még több segítséget jelenthet a geofizikai eredetű információk fúrástechnikai hasznosítása terén a *lyukfalstabilitás határfeltételeinek* számítása, ill. becslése. Ennek az eljárásnak a gondolatmenetét — újabb keletű lévén — valamivel részletesebben ismertetjük.

Egyes mérhető geofizikai paraméterek szoros kapcsolatban vannak a közeg (esetünkben a kőzet) rugalmassági állandóival. Ilyen összefüggés például:

$$\lambda+2G=\frac{\varrho_b}{\Delta t_c^2}, \tag{1}$$

amely kapcsolatot ad meg a sűrűség (ϱ_b), a nyomáshullámok terjedési ideje (Δt_c), a kőzet nyírási rugalmassági modulusa (G) és *Lamé*-állandója (λ) között.

A *Lamé*-állandó, a *Poisson*-tényező (μ) és a G modulus között viszont ismert a következő egyenlet:

$$\lambda=\frac{2\mu G}{1-2\mu}. \tag{2}$$

Az (1) és (2) egyenletből leszármaztatható:

$$G=\frac{1-2\mu}{1-\mu}\,\frac{\varrho_b}{2\Delta t_c^2}. \tag{3}$$

Itt ϱ_b és Δt_c a gamma-gamma, illetőleg szónikus sebességszelvényezés közvetlen eredményei. Ha tehát egy kőzet *Poisson*-tényezőjét ismerjük, akkor a sűrűség- és sebességmérés eredményei alapján meg lehet határozni feszültségi állapotát.

Mivel egy további összefüggés szerint:

$$G=\frac{\varrho_b}{\Delta t_s^2}, \tag{4}$$

ahol Δt_s az akusztikus nyíróhullámok sebessége, azért egy tökéletesebb akusztikus mérés bevezetése után a feszültségi állapot kizárólag szelvényezési adatokból is meghatározható lenne. Egy ilyen tökéletesebb akusztikus mérés szelvényéből azonban meg kellene határozni a nyíróhullámok sebességét. Mai eszközeink még nem alkalmasak erre, de a műszaki fejlesztés irányzatából következtetni lehet arra, hogy e kérdésnek a megoldása már nem sokat várat magára. Pillanatnyilag tehát a *Poisson*-tényező más úton való meghatározására és a (3) egyenletre kell az ilyen irányú tevékenységet alapozni.

A kőzet feszültségi állapotának ismerete azonban még nem alkalmas a lyukfalstabilitásra vonatkozó következtetések levonására. A rugalmas feszültségi állapot a kis deformációk tartományában érvényes, a stabilitás határfeltétele, a törés, a repedés, lyukfalmegbomlás pedig a folyási határt meghaladó igénybevételnél következik be. Meg kell tehát vizsgálni, milyen kapcsolatban van egymással a kőzet feszültsége és mechanikai szilárdsága. Mészköveken végzett méréseink rámutattak arra, hogy a kőzet rugalmassági modulusai és szilárdsága (folyási határa és törőszilárdsága) között az összefüggés jól korrelálható, és egy egyenessel közelíthető meg. Kellő számú vizsgálat alapján több mészkőszintünkre megállapítottuk, hogy

$$\sigma_f = 3{,}41 \cdot 10^{-3} G + 82{,}1 \qquad (5)$$

alakban felírható a folyási határ (σ_f) és a G modulus közti összefüggés jó, 0,76 értékű korrelációs együtthatóval. Az előbbieket összefoglalva a kőzet folyási határát a következő formában lehet felírni:

$$\sigma_f = A \frac{\varrho_b}{\Delta t_c^2} \cdot \frac{1-2\mu}{1-\mu} + B, \qquad (6)$$

ahol A és B a $\sigma_f(G)$ ponthalmaz regressziós egyenesének állandói. A folyási határ számításához így a statisztikai úton meghatározott A és B állandók mellett a *Poisson*-tényező ismerete is szükséges. Ha mód lenne a nyírási akusztikus sebesség közvetlen mérésére vagy egyszerű meghatározására a szelvényindikációkból, akkor a (6) egyenlet helyett a

$$\sigma_f = A \frac{\varrho_b}{\Delta t_s^2} + B \qquad (7)$$

kifejezés lenne használható, amely nyilvánvalóan lényegesen egyszerűbb és kevesebb segédadatot igényel.

A folyási határ meghatározása után a lyukfalstabilitás feltételének megfogalmazása már aránylag egyszerű: ha ugyanis a lyukfal horizontális igénybevétele nagyobb, mint a folyási határ, akkor a fal megbomlására lehet számítani.

A kőzet horizontális igénybevételét, feszültségét többféleképpen lehet számítani: Egy lehetőség:

$$\sigma_H = \frac{\mu}{1-\mu}(P-p), \qquad (8)$$

ahol σ_H a horizontális feszültség, P a függőleges fedőnyomás, μ a *Poisson*-tényező, p pedig a pórusnyomás.

Ezt elfogadva a lyuk stabilitásának határfeltételét az eddigiek összefoglalásaként a következőképpen írhatjuk fel:

$$A \frac{\varrho_b}{2\Delta t_c^2} \cdot \frac{1-2\mu}{1-\mu} + B \leqq \frac{\mu}{1-\mu}(P-p). \qquad (9)$$

Ezzel az előbbi fejtegetéssel azt akartuk igazolni, hogy a geofizikai adatok széles körben felhasználhatók lehetnek, s ha kezdetben sok előkészítés árán is, de érdemes ezeket a kérdéseket alaposabban vizsgálni, és akkor további fejlődésre is számíthatunk.

3. Áramlási vizsgálatokkal nyerhető információk

Az egyes fúrólyukakban azok tengelye irányában mélyfúrással és kútszelvényezéssel nyert információk alapján már megkísérelhető az adatok korrelációja a függőlegesben és a szomszédos kutak között, és lehet, hogy a korrelációval információk nyerhetők a tároló térbeli felépítéséről, heterogenitása mértékéről. Ezek az információk statikai jellegűek. Az egész tárolórendszerről a kitermelés optimalizálása szempontjából leghasznosabb információkat azonban az áramlási — hidrodinamikai — vizsgálatokkal nyerhetjük, amelyekkel mintegy „betekinthetünk" a „black box" belsejébe, és amelyek a *Wyllie*-féle holisztikus szemlélet szellemében *in situ* információkat szolgáltatnak a rendszer dinamikai viselkedéséről.

Az áramlási vizsgálatok egyik csoportja a fluidumtermelő és -elnyelő kutak talpnyomása és a lehetséges fluidumáram összefüggéseinek, azaz a kút — vagy szabatosabban — a kút hatásterülete termelékenységének vagy elnyelőképességének a vizsgálata. Gázkutak termelékenységi vizsgálatainak módszereit első ízben *Rawlins* és *Schellhardt* foglalta össze 1935-ben [16].

Az áramlási vizsgálatok másik csoportja a kutakban előidézett tranziens nyomásválaszok elemzése; tranziens nyomásválasz alatt a kútban a hatásterülete fluidumáramának megváltoztatására bekövetkezett nyomásváltozást értve. A tranziens nyomásviselkedés fajtái közé tartoznak a termelőkutak nyomásemelkedése és csökkenése, a besajtolókutak nyomáscsökkenése, valamint mindkét fajta kútban a többszörös — egymás után különböző — hozammal nyert nyomásválaszok.

Zárt víztárolókban a kutak nyomásviselkedésének, sőt egymásra hatásának elemzésére a hidrológus *Theis* már 1935-ben adott módszert, amellyel a víztestek vizsgálatát forradalmasította volna, ha kellő figyelemben részesül [17]. Olajkutak nyomásviselkedésének első beható, a rendszer kompresszibilitását is figyelembe vevő elemzése *Miller, Dyes* és *Hutchinson*tól [18] (1950) és *Horner*től [19] (1951) származik, az ő tanulmányaikon alapszik a nyomásviselkedés elemzésének amerikai iskolája. Azóta a tanulmányok százai finomították az elemzési módszereket, és tágították az alkalmazás lehetőségeit. Némileg másként közelítették meg a problémát, de hasonló eredményekre jutottak a szovjet és francia kutatók is. Az eredmények legjobb összefoglalása *Matthews* és *Russel* „Pressure buildup and flow tests in wells" (1967) c. SPE-monográfiája.

A nyomástranziensek elemzésének a kulcsa a *Fourier*-féle hővezetési egyenlet alkalmazása a fluidumáramlásra, a diffuzivitás egyenlete, benne a rendszer legfontosabb dinamikai jellemzőit tartalmazó $k/\phi\mu c$ hidraulikus diffuzivitási tényezővel, ahol a k/μ permeabilitás-viszkozitás arány a rendszer transzmisszivitása, a ϕc porozitás és kompresszibilitás szorzat pedig a kőzet-fluidum rendszer fajlagos rugalmas energiatartalmát, kiterjedési képességét jelenti.

A nyomáselemzés módszereit a porózus közegben történő fluidumáramlást leíró parciális differenciálegyenletek különböző határfeltételek — végtelen, véges tároló, utóbbi állandó nyomással a külső határán — melletti megoldások alapján dolgozták ki.

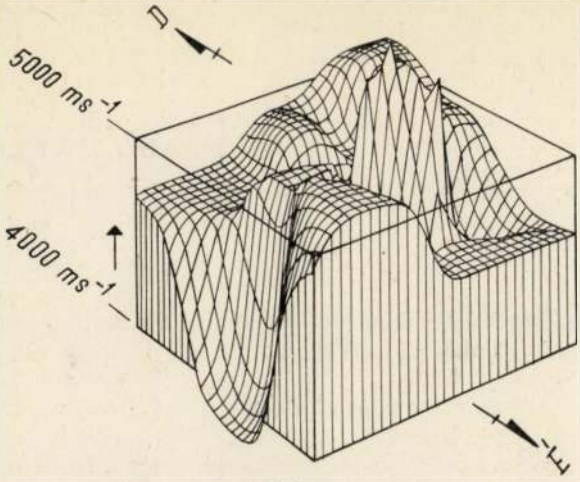
Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a kis és állandó kompresszibilitású fluidumok radiális áramlásának egyenletét, amely a nyomáselemzés elterjedt technikájának az alapja, nyolc (!) egyszerűsítő feltétellel vezették le, az tehát erősen idealizált rendszerekre vonatkozik.

Az áramlási vizsgálatok előtt nagyon fontos annak az elbírálása, hogy az áramlási rendszer állapota állandósult, állandósultnak tekinthető (kvázistacionárius) vagy változó-e, és ha változó, a megállapodás mennyi idő alatt várható, továbbá, hogy az áramlás egy- vagy több fázisú-e, és hogy kell-e gravitációs hatással, gázkutaknál turbulenciával számolni.

Kedvező körülmények közt a kvázistacionárius állapotban termelő kút lezárását követő talpnyomás-emelkedésnek elemzésével becsülhető: *1.* a közvetlen kútkörnyék formációja fúrás, kezelés és termelés okozta károsodásának a mértéke, a szkinhatás; *2.* a kút által megcsapolt, nem károsult terület átlagpermeabilitása; *3.* a lezárást követő nyomáskiegyenlítődés végén beálló telepnyomás, éspedig mind végtelen, mind különböző alakú és méretű tárolóban, továbbá mind oldottgáz-, mind vízhajtású tárolókban. Ezek a becslések az adott rendszerre önmagukban egyetlen, unikum értékek. A szkinhatást megismerve nyerhető a sérült és nem sérült formáció termelékenységének az aránya, a kúthoz tartozó áramlási rendszerben az áramlás hatásfoka.

Több kutas rendszerben abból a feltevésből kiindulva, hogy kvázistacionárius áramlás esetén a tárolóban minden kút a hozamával arányos térfogatot csapol meg, következtetni lehet a tárolóban a telepnyomás eloszlására. Hosszabb időtartamú nyomáscsökkenési görbék késői, kvázistacionárius szakaszának elemzésével pedig a tároló kiterjedésére, határára és ennek helyzetére lehet következtetni; ez a tárolóhatár vizsgálata. Ezeknél a vizsgálatoknál rendkívül pontos talpnyomásmérő műszerekre van szükség.

Nyomásemelkedési görbékkel elemezhető a kutak egymásra hatása, közelítően kitapogatható a tároló anizotrópiatrendje, az esetleges áramlást akadályozó litológiai vagy tektonikai gátak helyzete a tárolóban. Tanulmányozható a tároló rétegezettségének hatása keresztáramlással is, valamint a természetes és mesterséges hasadékainak a hatása. Sőt, helyben elégetéses termelésnél



10. ábra
Kutak közti nyomáshullám-sebességek háromdimenziós kontúrtérképe (Shuck és munkatársai után [20]*)*

az égésfront helyzete, szakaszos gőzbesajtolásnál pedig a felhevített öv kiterjedése is.

Az áramlási vizsgálatok közt az interferencia meghatározásának egy új módszere az 1966-ban ismertetett pulzusvizsgálat (pulse testing), egy a megfigyelőkútban a hozzá közeli termelőkút változó termelése és lezárása által keltett nyomáspulzussorozat észlelése és elemzése. Ehhez a megfigyelőkútban nagyon érzékeny ($7 \cdot 10^{-5}$ bar!) kvarcnyomásmérő műszer szükséges.

Nem lehet azonban eléggé hangsúlyozni, hogy a tároló megismerése és viselkedésének előrejelzése céljából végzett tranziens nyomásvizsgálat csak a mélyfúrással és a lyukszelvényezéssel nyerhető minden adattal együtt értelmezve, azokkal *integráltan* szolgáltathat megbízható eredményt.

A tranziens nyomáselemzés legnagyobb problémája a tároló heterogenitása. A különböző heterogén tárolómodellek, amelyeken eddig a nyomásviselkedést tanulmányozták, erősen idealizáltak voltak. A különböző üledékes egységek beható geológiai tanulmányozásával nyert valósághűbb geológiai modellek és gyorsabb és nagyobb memóriájú számítógépek vezetnek majd a heterogén tárolók megbízhatóbb elemzéséhez.

A tároló anizotrópiája felderítésének legtöbbet ígérő módszeréül az akusztikus- (szeizmikus-), sebesség-eloszlás vizsgálata kínálkozik [20]. A *10. ábra* az É-pennsylvaniai Bradford-mező 3. homokjának a felszín alatt 620 m mély szintjén mért irány szerinti (direkcionális) akusztikussebesség-eloszlás háromdimenziós ábrázolását — az anizotrópia kontúrtérképét — mutatja, egy 16 ötpontos elemből álló 22 ha-os termelőegység 41 repesztett, ebből 16 besajtoló és 15 termelő kútja között. Az akusztikus sebesség minden irányú átlaga 4765 m/s volt, de az akusztikus nyomáshullám K—Ny irányú átlaga 214 m/s-mal nagyobb, mint É—D irányban. Az akusztikus sebességet orientált magvizsgálatok permeabilitásadataival korrelálták.

A tároló anizotrópiája trendjének az ismerete fluidumbesajtolásos művelés irányításánál rendkívül becses, túlzás nélkül nélkülözhetelen.

Effajta „roncsolásmentes" vizsgálat már a szeizmikus holográfia körébe tartozik, segítségével a tárolóba mintegy „betekintünk".

Összefoglalás

Amit a fúrólyukról mint információforrásról elmondtunk, az csak futó áttekintés, amely újat nem tartalmaz. Erről a témáról évekkel ezelőtt már terveztünk egy előadást, amely akkor elmaradt. Most azonban a téma egyszerre időszerűvé vált. Időszerűvé tették a legutóbbi években a világban végbement gazdasági változások: a második arab—izraeli háború kiváltotta átmeneti energiahiány és olajárrobbanás, majd az ennek következményeképp hirtelen szétgyűrűző gazdasági válságjelenségek drámaian tárták a világ elé a több energiatermelés szükségét.

Az új, hatékony olajkitermelési módszereknek ma már egész választéka áll rendelkezésre, a tárolók természete és művelési állapota szerint akár elsődleges, de inkább másodlagos vagy az ezt követő harmadlagos alkalmazásra. Mivel azonban valamennyi, lényegileg elegyedésen alapuló módszer a hagyományos, nem elegyedő fluidumbasajtolásos módszereknél energia- és főként anyagigényesebb, következésképpen költségesebb, és mert sikeres alkalmazásukhoz a tároló felépítéséről és termelési múltjáról még behatóbb és megbízhatóbb információk szükségesek, alkalmazásukra — elenyészően kevés kivétellel — nem került sor. Ennek az oka az olajnak tartósan alacsony világpiaci ára volt. A hatékony módszerrel kinyert olaj nem hozta volna be a kitermelésére fordított többletköltséget. Ezért nyitott a szénhidrogén-kitermelésben új korszakot az árrobbanás.

Ahhoz azonban, hogy a mélyből több olajat és gázt termeljünk ki, és közben mind a tároló mélységi környezetét, mind a külszínt megóvjuk a károsodástól, ahhoz a mélységnek, éspedig a szűkebb és tágabb értelemben vett black boxnak az eddiginél sokkal alaposabb ismerete szükséges. A beható megismerés feltétele a vázolt új szemlélet vérré válása a szénhidrogén-bányászatban, irányításának minden szintjén és ennek szellemében mindazon információk folyamatos és integrált felhasználása, amelyek közvetlen vagy közvetett forrása a fúrólyuk.

A feladat nem könnyű. A selmeci — magyarországi — Bányászati Akadémia első ércbányász professzora, a Thüringiából Magyarországra származott *Christoph Traugott Delius* írta 1773-ban az „Anleitung zu der Bergbaukunst" című művében: „Denn ungeachtet man zwar die Bergwissenschaften immer mehr zur Vollkommenheit bringt, so ist es doch unmöglich sie dahin zu bringen, dass man von dem Eingeweide eines Gebirges etwas mit Gewissheit bestimmen könnte."

A fluidumbányász feladata a szilárd anyagok bányászáénál sokkal nehezebb, hiszen eltemetett hegységgel áll szemben, korlátolt számú fúrólyukon, kúton keresztül. Bizonyosságról tehát nem lehet „szó", de van valószínűség, és a gazdaságos kitermelés optimalizálásához minél nagyobb, indokolható valószínűségre kell törekednie. És ehhez a tárolórendszer korai és lehetőleg pontos azonosítása szükséges. Az ezt célzó minden információ forrása pedig a fúrólyuk, majd a kút.

IRODALOM

[1] History of petroleum engineering. Chapter *16. Vance, H.:* Evaluation. New York, 1961. 999–1080.
[2] *Walstrom, J. E.:* Optimum use of various testing methods in exploratory wells. Drill. a. Prod. Prac., API 1950. 79–98.
[3] *Lynch, E. J.:* Formation evaluation. Harper and Row, 1962.
[4] *Jorden, J. R.:* Goals for formation evaluation. J. Pet. Tech. 55–62. (1971).
[5] *Walstrom, J. E.:* A review of formation evaluation. SPE Preprint 4187 (1972).
[6] *Jennings, H. Y.—Timur, A.:* Significant contributions in formation evaluation and well testing. J. Pet. Tech. 1432–46 (1973).
[7] *Rudd, N.:* Formation evaluation — its changing role. SPE Preprint 4880 (1974).
[8] *Wyllie, M. R. J.:* Reservoir mechanics — stylized myth or potential science. J. Pet. Tech. 583–8 (1962).
[9] Exploration and production thesaurus. Fourth Ed., 1970. The University of Tulsa.
[10] *van Poollen, H. K.—Bixel, H. C.— Jargon, J. R.:* Reservoir modelling — 1: What it is, what is does. Oil a. Gas J. July 28 158–60 (1969).
[11] *Arps, J. J.:* Estimation of primary oil reserves. Pet. Trans. AIME 207 1956. 181–91.
[12] *Houpeurt, A. H.—Groult, J.—Mollier, M.—Salle, C. L.—Simandoux, P. R.—Thomere, R.:* Principe et méthodes de calcul des reserves d'huile et de gaz. — 9th World Petroleum Congress. 1975. Panel Discussion 6 (3).
[13] *Pommier, M. G.:* Les mesures en cours de forage — Trésor a prendre. Revue AFTP nov–dec. 56–107 (1973).
[14] History of petroleum engineering. Chapter *8. Leonardon, E. G.:* Logging, sampling, testing. New York, 1961. 493–578.
[15] *Alliquander Ö.—Csaba J.:* Drilling and well completion problems in geopressured formations of the Carpathian basin. SPE 5754 (1976).
[16] *Rawlins, E. L.—Schellhardt, M. A.:* Back-pressure data on natural-gas wells and their application to production practices. U. S. Bureau of Mines Monograph 7. 1935.
[17] *Theis, C. V.:* The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of a well using ground-water recharge. Trans. Am. Geophys. Union, 14 1935. 519–24.
[18] *Miller, C. C.—Dyes, A. B.—Hutchinson, C. A., Jr.:* The estimation of permeability and reservoir pressure from bottom-hole pressure build-up characteristics. Trans. AIME 189 1950. 91–104.
[19] *Horner, D. R.:* Pressure build-up in wells. Proc. Third World Pet. Cong. E. J. Brill, Leiden, 1951. *II.* 503–21.
[20] *Schuck, L. Z.—Frohne, K. H.—Rennick, G. E.—Evans, G. M.:* Directional acoustic-velocity distribution in a petroleum reservoir. Soc. Pet. Eng. J. *3* 234–46 (1975).

A furólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében*

SZABÓ MÁTYÁS

A mélyfúrások tervezésének feltétele a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomásvonalak ismerete. Az Endrőd térségében eddig lemélyített fúrásokból összegyűjtött információk alapján a tanulmány javaslatot tesz a furólyukszerkezet-tervezés határvonalainak meghatározási lehetőségeire, illetve a kőzetrepesztési gradiensvonal pontosítására. A kőzetrepesztési nyomás, illetve a Poisson-tényező mélység szerinti változásának meghatározása céljából végzett terepi mérések, illetve azok eredménye szerint a Poisson-tényező nagysága a kőzetkifejlődéstől függ, de a mélységgel is korrelálható. A béléscsősaru átfúrása után végzett tényleges kőzetrepesztési műveletek, ha a kőzetrepesztést kíméletesen végzik, nem károsítják a kőzetek repesztési szilárdságát, ezért alkalmasak a furólyukszerkezet-tervezés határvonalának, a kőzetrepesztési gradiensvonalnak a pontosítására.

Bevezetés

A biztonságos fúrás alapfeltétele, hogy a fúrás során fellépő nyomások — a pozitív és negatív nyomáshullámok szélső értékei — a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás közé essenek. Amennyiben a fúrás vagy az azt követő szelvényezési, béléscsövezési és cementezési műveletek során fellépő nyomáshullámok, szuperponálódva az iszaposzlop statikus nyomására, nagyobb nyomást eredményeznek, mint a nyitott szakasz leggyengébb kőzetének kőzetrepesztési nyomása, ez a kritikus kőzet felreped, részleges vagy teljes iszapveszteség következik be, ami a fúrás sikerét veszélyezteti. Hasonlóan a fúrás egészét kockáztatja, ha a negatív nyomáshullám hatására az öblítőiszap nyomása a pórusnyomás alá csökken. Ebben az esetben a már átharántolt tárolókőzetekből fluidum áramolhat be, ami a fúrólyuk öblítési egyensúlyának megbontása útján súlyos következményekkel járhat.

A pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás gradiensvonalainak — mint a fúrólyukszerkezet-tervezés két alapvonalának — minél pontosabb ismerete és meghatározása alapvető követelménye a korszerű és biztonságos fúrási tevékenységnek, a biztonságos kútszerkezet tervezésének.

A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalainak meghatározására az irodalomból számos módszer ismert [4, 5, 6, 7]. Valamennyi módszer három alapvető tényezőre vezeti vissza a kőzetrepesztési nyomást. Ezek a tényezők:

a fedőkőzetnyomás,	p_{fk};
a pórusnyomás,	p_p;
a kőzet anyagi jellemzője,	μ (*Poisson*-tényező).

A módszerek feltételezik, hogy a kőzetben az általános feszültségi állapot háromtengelyű, ahol a főfeszültségek egymással nem egyenlők; általánosan elfogadott az alábbi összefüggés:

$$p_r = (p_{fk} - p_p)\frac{\mu}{1-\mu} + p_p. \qquad (1)$$

Hubbert és *Willis* [4] feltételezte, hogy a fedőkőzetnyomás a mélységgel lineárisan változik, s a kőzet — önkényesen felvett — átlagos sűrűségének megfelelően gradiensértéke 0,23 bar/m.

A *Poisson*-tényezőt a mélységtől függetlenül állandónak tételezték fel: $\mu = 0{,}25$.

Az üledékes kőzetekre általánosan elfogadott állandókat az (1) egyenletbe helyettesítve, az egyenletet átalakítva, a kőzetrepesztési nyomásgradiens az alábbi alakban fejezhető ki:

$$\frac{p_r}{D} = \frac{1}{3}\left(0{,}23 + \frac{2p_p}{D}\right).$$

A kőzetrepesztési nyomásgradiens tehát csak a pórusnyomás függvénye, ami túlzott egyszerűsítés. *Hubbert* és *Willis* modellje tektonikailag kilazult rétegekben helyes értéket ad, azonban elsősorban a túlnyomásos formációkban felesleges és indokolatlan túlbiztosításra ösztönöz.

Matthews és *Kelly* [5] a kőzetek anyagjellemzőjét a mélységgel változónak tekintette. Bevezették a kőzetmátrix-feszültségi tényező (K_i) fogalmát:

$$K_i = \frac{\mu}{1-\mu}.$$

A K_i értékét a Mexikói-öböl partján elhelyezkedő Gulf Coast medence területén végzett nagyszámú repesztés alapján határozták meg, és azt az eredményt kapták, hogy a kőzetmátrix-feszültségi tényező a mélységgel növekvő értéket ad. Az empirikus úton meghatározott K_i ismeretében viszont már a kőzetrepesztési nyomást számítani lehet. A számításhoz a pórusnyomás-gradiens értékét a területen végzett rétegvizsgálatokból határozták meg, ugyanakkor a fedőkőzetnyomás gradiensét állandónak tételezték fel.

A módszer korlátja az, hogy a K_i értékének meghatározásához nagyszámú tapasztalati adatra van szükség, vagyis a módszer alkalmazása feltételezi a terület megkutatottságát; a másik hibája az, hogy a fedőkőzetnyomás gradiense a valóságban nem állandó.

Az Alföld területén végzett kőzetrepesztési adatok alapján számított K_i értékek az üzemi gyakorlat számára elfogadhatóan illeszthetők a [10] szerzői által közölt, Gulf Coast területén felvett, kőzetmátrix-feszültségi függvény közé.

B. A. Eaton [6] lényegében elfogadja *Hubbert* és *Willis* elméletét. Módszere annyiban tökéletesebb, hogy a három alapvető paramétert: a fedőkőzetnyo-

* A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára benyújtott doktori értekezés rövidített változata. *(A szerkesztő.)*

mást, a pórusnyomást és a *Poisson*-tényezőt is a mélységtől függőnek tekinti:

$$P_{fk} = \alpha(D) \quad (2)$$

$$p_p = \beta(D) \quad (3)$$

$$\mu = \gamma(D). \quad (4)$$

E három alapvető függvényt egy-egy területegységre — szerkezetre vagy mezőre — külön-külön meghatározva, a három alapfüggvény ismeretében a kőzetrepesztési nyomás az (1) egyenlet alapján kiszámítható.

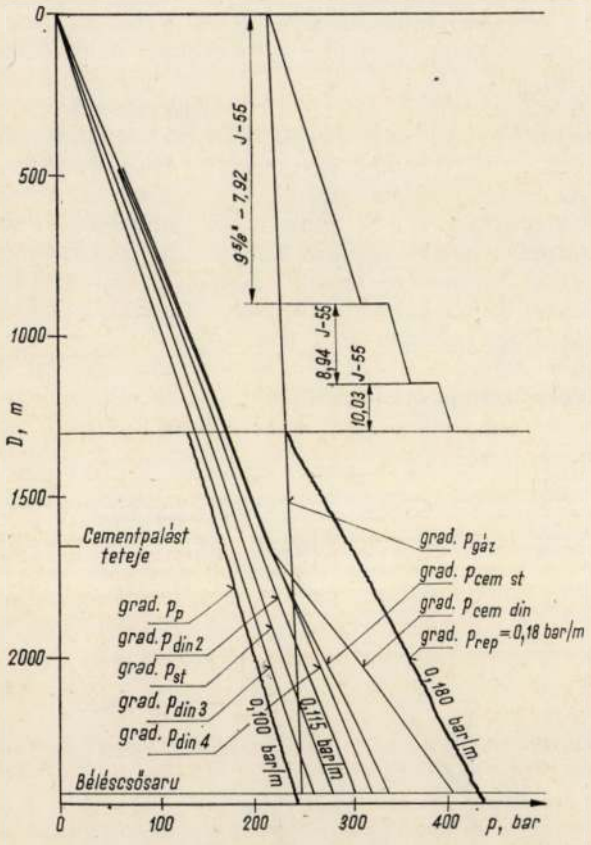
Goldsmith és *Wilson* [7] nagyszámú, elsősorban Gulf-parti adat alapján leszögezte, hogy a kőzetrepesztési nyomásgradiens a mélységgel növekszik. A kőzetrepesztési nyomás számítására igen nagy számú adat alapján empirikus egyenletet állítottak fel.

A kútszerkezet-tervezés Endrődre érvényes határvonalainak meghatározása esetleg regionálisan is kiterjeszthető.

A kőzetek általános feszültségi állapotát leíró (1) egyenletből kiindulva az egyes alapfüggvények — (2), (3), (4) egyenletek — az alábbi módon határozhatók meg:

— a fedőkőzetnyomás összefüggését a mélységgel a szóban forgó területről összegyűjtött nagyszámú fúrási magminta vizsgálatára épített korrelációs számítás segítségével;
— a pórusnyomás változását a mélység függvényében a területen elvégzett rétegvizsgálatokat követő kapacitásmérési eredmények alapján;
— a *Poisson*-tényezőnek, vagyis a kőzetek mélységi körülmények közötti anyagjellemzőjét terepi mérésekből — egy erre a célra kialakított egységgel —, illetve a kútvizsgálati napijelentések adataiból nyert kőzetrepesztési nyomásadatokból az (1) egyenlet alapján visszaszámítva.

Az alapfüggvények ismeretében már meghatározhatók például az endrődi területre a pórusnyomás- és a kőzetrepesztési nyomásvonalak, illetve nyomásgradiens-vonalak *(1. ábra)*.*



1. ábra
A fúrási művelet nyomásgradiens-vonalai a fúrólyukszerkezet tervezésének határvonalai között (En-14. terve)
$p_{din\,2}$ — a fúrószár-beépítés nyomáshulláma; $p_{din\,3}$ — a fúrószár-kiépítés nyomáshulláma; $p_{din\,4}$ — a 7"-es béléscsőoszlop beépítési nyomáshulláma; $p_{gáz}$ — metánnal feltöltött fúrólyuk nyomása; $p_{cem.}$ — cementezési művelet nyomása

A kőzetrepesztési nyomás mérése

A hazai mélyfúrási gyakorlatban 1972-ben Algyőn végzett kőzetrepesztési vizsgálatokat úgy hajtották végre, hogy a fúrólyuk csövezetlen, nyitott szakaszát pakker védelmében vagy anélkül megnyomták a kőzet felrepesztéséig. Ezeknek a méréseknek az eredményei közül azonban csak azok fogadhatók el helyesnek, amelyek során a saru alatt csak rövid nyitott szakasz volt, és a megnyomott kőzetek valóban felrepedtek. Azok a mérések, amelyek folyamán a kőzetterhelő nyomás a vizsgálni kívánt kőzet fölé ültetett tömítő alá hatott, nem megbízhatóak. Megbízható eredményt csak a béléscsősaru alatt rövid nyitott szakaszban végzett kőzetrepesztési vizsgálatok nyújtanak. Egy-egy béléscsőrakat után tehát csak egy-egy repesztés végezhető el a *2. ábra* szerint, az alábbi módon.

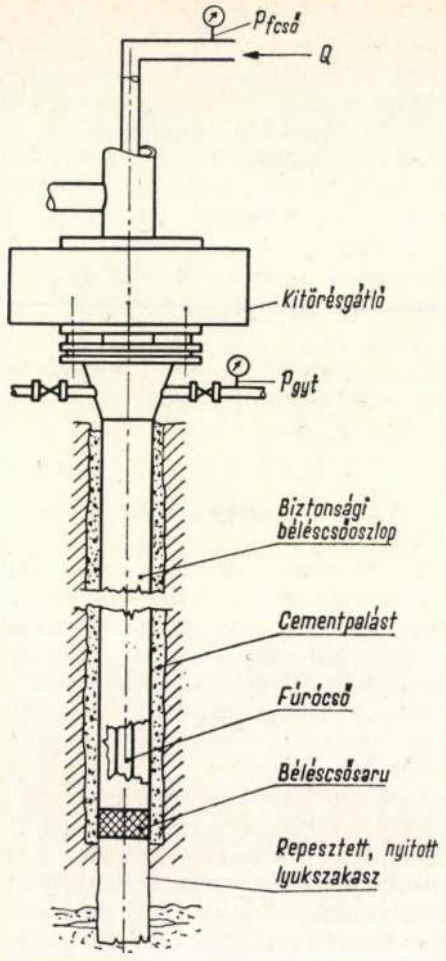
A biztonsági, illetve technikai béléscsőoszlop zárásvizsgálata és a béléscső sarujának átfúrása után homogén iszappal előfúrás az első homokkő formáció eléréséig. Ha a fúrási sebesség változása, az ún. „lelazulás" igazolja egy homokkő elérését, a fúrószerszám visszaépítése a béléscsősaruba és a kitörésgátló lezárása. A nyomásérzékelők csatlakoztatása a fúrócsőhöz, illetve a gyűrűs tér nyomásának mérése céljából a lefúvatóvezeték alkalmas helyéhez. A továbbiakban a folyadékbetáplálás a fúrócsövön keresztül történik megfelelő szivattyúval a zárt fúrólyukra, amelynek leggyengébb pontja a rövid nyitott lyukszakasz homokköve.

A folyadékbetáplálás nyomásának alakulása a következőképpen értékelhető:

A fúrócsőnyomás ($p_{fcső}$) és a gyűrűstér-nyomás (p_{gyt}) lefutása azonos, azonban a $p_{fcső} > p_{gyt}$, éspedig akkora nyomással, amekkora a fúrócsőben az áramlási ellenállás a repedés és a fúrócsőnyomás mérési helye között.

A *3. ábra* idealizált kőzetrepesztési diagramot mutat, vagyis az idő függvényében ábrázolja a besajtolt

*A nyomásgradiens elterjedt, de nem szabatos kifejezés. A gradiens a skalár-vektor függvény első deriváltja. E definíció szerint a nyomásgradiens a dp/dD differenciálhányados lenne. A nyomások esetében az adott mélységhez tartozó nyomás és a mélység hányadosát tekintik nyomásgradiensnek, szinte feltételezve a nyomások lineáris változását, ami gyakran nem helytálló.



2. ábra
A béléscsősaru alatti nyitott lyukszakaszban végrehajtott kísérleti kőzetrepesztés műveletének vázlata

folyadékáram és a nyomás változását. A folyadékáram (Q) a repesztés ideje alatt állandó. A nyomás az iszap statikus nyomásával kezdődik (p_{st}); a jellegzetes pontok a repedéskeltési nyomás ($p_{r\,kezd}$), a kőzetrepesztési nyomás (p_r) és a besajtolási nyomás (p_{inj}).

A kőzetrepesztés fontos paramétere a nyomásnövelés sebessége:

$$v_p = \frac{dp}{dt}. \qquad (5)$$

Az üzemi kísérletek során a nyomások a felszínen mérhetők. A felszíni nyomásmérés helyességének igazolására végzett lyuktalpi mérések (amikor a nyomásváltozást a fúrócsőbe beépített talpi nyomásmérő és -regisztráló műszer érzékelte és rögzítette) eredményeit a felszíni mérésekkel összehasonlítva megállapítható volt, hogy a gyakorlat számára elegendő pontosságú adatok nyerhetők a felszíni mérésekből is.

A kőzetrepesztések elvégzéséhez valamennyi szempontot mérlegelve és irodalmi utalások alapján [3, 8, 9] a kőzetrepesztéshez szükséges nyomás céljára egy 3CA-400A típusjelű — szovjet gyártmányú — cementezőegység, vagyis a tehergépkocsira épített 257 kW (350 LE) teljesítményű, 400 bar maximális üzemnyomású triplex szivattyú szolgált. Ez a szivattyúegység pillanatszerűen leállítható, tehát a szivattyúzási nyomás növekedése pillanatszerűen megszüntethető, a tartályszint változásával pedig folyamatosan és jól ellenőrizhető a szállított folyadékáram.

A mérések elvégzéséhez szükséges másik egység a műszercsoport, amely a mérőérzékelőkből, feldolgozó áramkörökből és az ezek áramellátását biztosító tápegységből áll. A műszercsoport célszerűen egy olyan modulrendszerű tartóvázra van felszerelve, hogy az egy zárt fülkés terepjáró gépkocsiban biztonságosan szállítható és könnyen kezelhető.

A műszercsoport fő részei *(4. ábra)*:

a) *Mérőérzékelők*

A nyomásmérők, nyúlásmérő bélyeges hídáramkörök a nyomástérrel érintkező membránfelületre ragasztva. Az érzékelők a mérendő térhez csatlakozó menetes dugóra kerülnek.
A szivattyú löketszámának mérése a szivattyú főtengelyével arányosan forgó tárcsa fordulatszámának mérésén alapszik.

b) *Feldolgozó áramkörök*

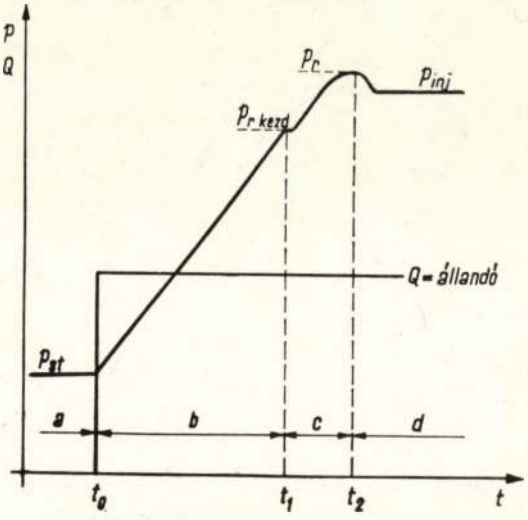
Biztosítják a mérőérzékelők táplálását, valamint az érzékelőről jövő elektromos jelek skálán leolvasható, egyenáramú jellé való alakítását.

c) *Tápegység*

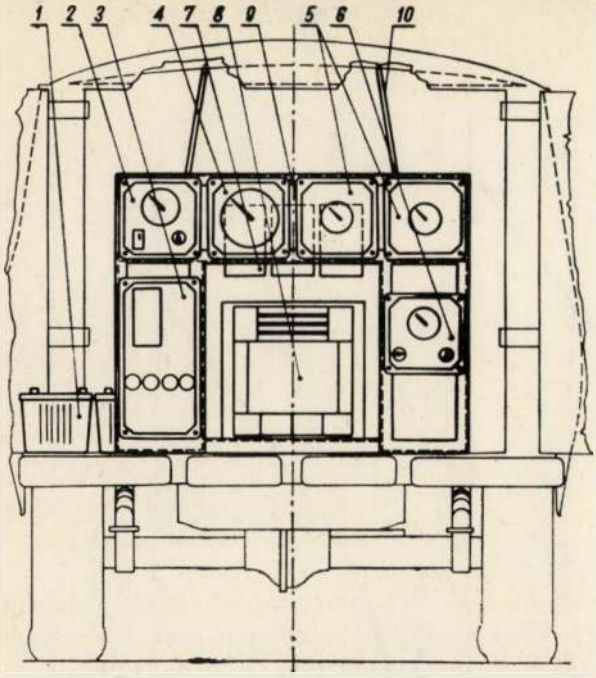
A mérőérzékelők és a feldolgozó áramkörök áramellátását biztosítja. A tápegység felépítése áramkör szempontjából úgy van kialakítva, hogy a gyújtószikramentes térbe vezető kábel-összeköttetésen keresztül gyújtóhatású energiát nem közölhet.

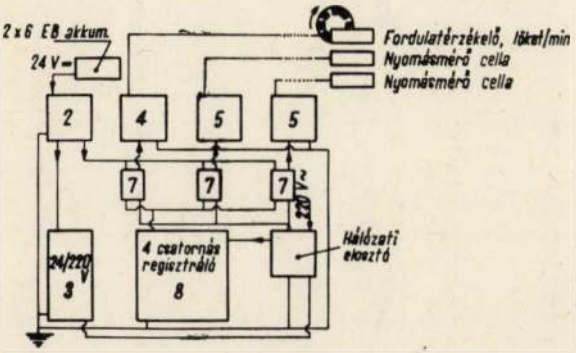
A műszercsoport tartozéka egy négycsatornás, több papírtovábbítási sebességgel járatható vonalíró készülék, amellyel a mért paraméterek regisztrálhatók.

Az endrődi kutatási területen a pannon üledékek kőzetrepesztési nyomásának minél pontosabb meghatározása céljából egyrészt felhasználható a területre jellemző valamennyi régebbi kőzetrepesztési adat és az ezzel kapcsolatos információk, másrészt a célnak megfelelően tervezett és a fent említett szivattyúegységgel végzett s a leírt műszercsoporttal ellenőrzött terepi kőzetrepesztési nyomások.



3. ábra
Idealizált kőzetrepesztési nyomásdiagram
a — nyugalmi szakasz; b — terhelési szakasz; c — repedést keltő szakasz; d — besajtolási szakasz





4. ábra
Kőzetrepesztő műszercsoport szállítási és tömbvázlata
1 — 6E8 akkumulátor; 2 — egyenáramú elosztó; 3 — inverter (MIKI); 4 — fordulatmérő áramkör (MIKI); 5 — nyomásmérő áramkör (MIKI); 6 — hálózati elosztó; 7 — tápegység; 8 — regisztráló (KUTESZ-175); 9 — tartóváz; 10 — rögzítés a gépkocsiszekrényhez

Kőzetrepesztési kísérletek a béléscsősaru alatti nyitott lyukszakaszban

A felszíni nyomásmérések helyességének ellenőrzése céljából a béléscsősaru alatti kőzetrepesztések során a fúrószerszámba beépített lyuktalpi nyomásmérő és -regisztráló eszköz M—57 típusú *Hügel*-műszer volt. Ennek az *Endrőd-15.* fúrásban végzett kísérletnek regisztrátuma *(5. ábra)* szerint a rövid nyitott szakasz — 2526—2536 m között — az alkalmazott nyomás hatására nem repedt fel. Figyelembe véve, hogy a beépített 7″-es béléscső — 1,65 g/cm³ sűrűségű iszappal volt feltöltve — nyomását 200 bar fölé fokozni nem volt megengedhető, ilyen módon a kőzetrepesztési kísérlet eredménytelen volt, de a mérési eredményeket mégis fel lehetett használni a felszíni s a mélybeli mérés közötti különbség értékelésére. A felszínen mért nyomásadatokhoz hozzáadva az iszap statikus nyomását, és az így kapott nyomásértékeket a talpon mért nyomásértékekkel összehasonlítva leszögezhető, hogy

— statikus körülmények között a két érték megközelítően azonos, az 1,2%-os hiba műszerhibának tekinthető;
— dinamikus körülmények között a felszíni nyomásokból a lyuktalpra számított érték nagyobb, mint a talpon mért érték;
— a mérés hibája azonban minden esetben 5% alatt marad.

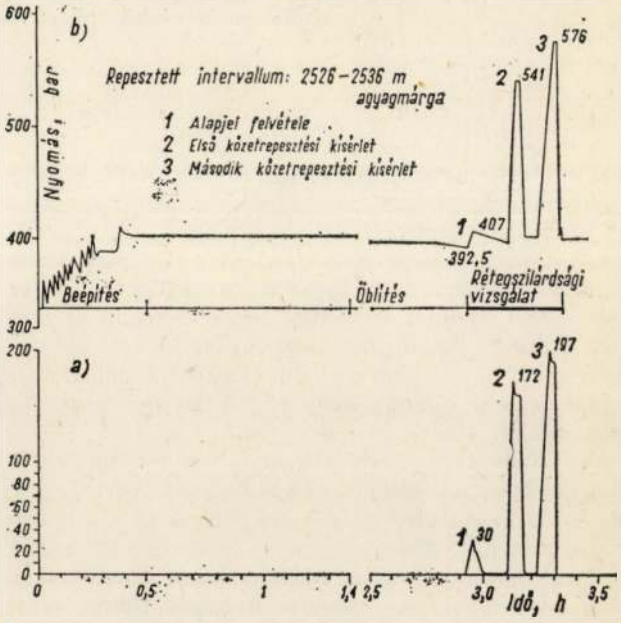
Az a tény, hogy a felszíni mérés nagyobb nyomásokat eredményezett besajtolás alatt, részben magyarázható azzal is, hogy a fúrócső áramlási ellenállása is terheli a felszíni műszert. Ez az érték — figyelembe véve a repesztéskor használt folyadékáramot — kisebb, mint amit a mérések mutatnak. A két mérés közötti eltérés döntő oka — a lyukfeltöltő folyadék — az iszap sűrűségének inhomogenitása, illetve a sűrűségmérés hibája.

Mindenesetre kimondható, hogy a felszínen mért adatok a kőzetrepesztési nyomás meghatározására az üzemi gyakorlat számára elegendő pontosságúak, ami azért fokozott jelentőségű, mert a talpi műszer beépítése jelentős időkiesést okoz a berendezés munkájában.

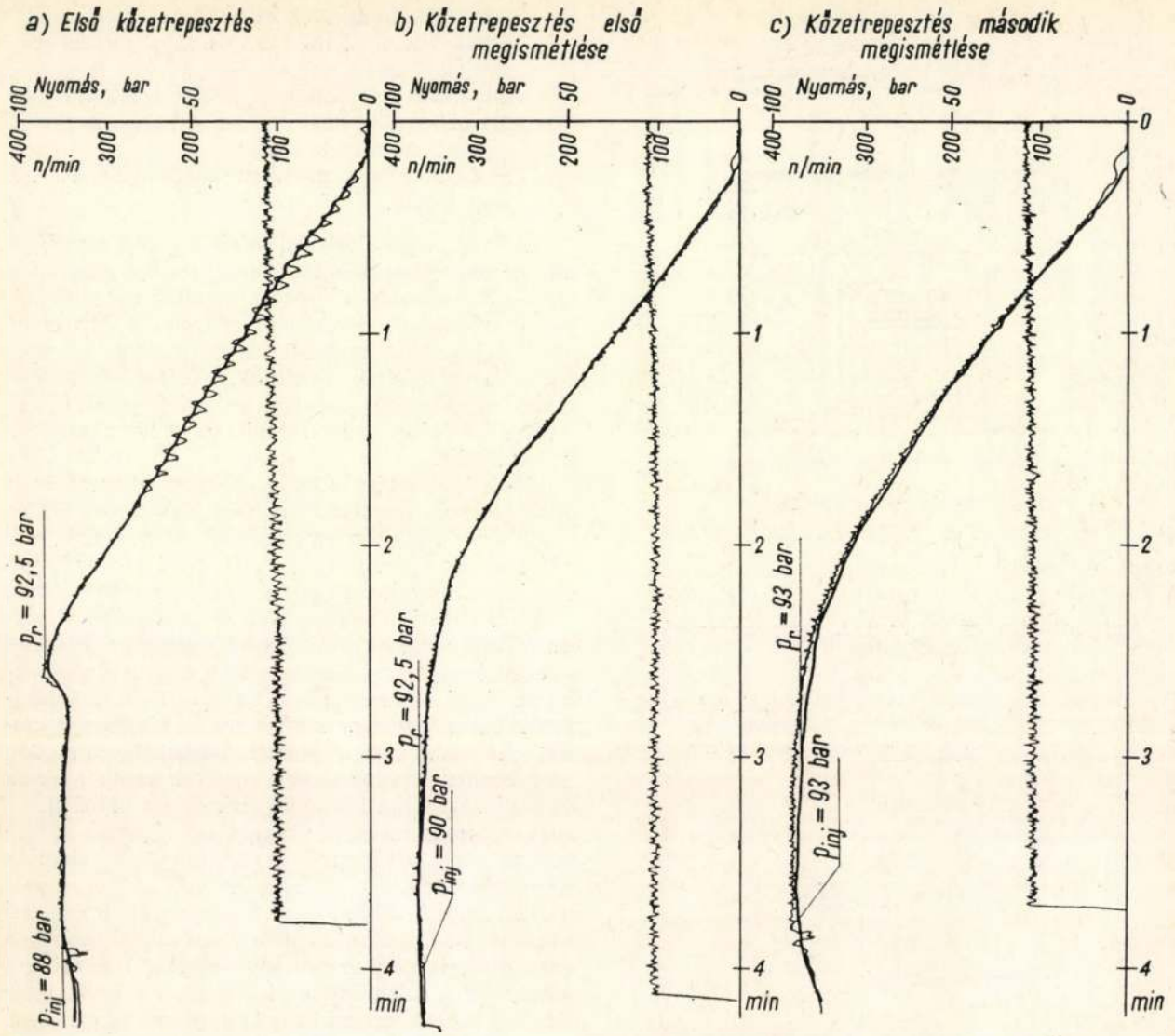
A saru alatti kőzetrepesztési, kőzetterhelési vizsgálatok elvégzését számos hazai szakember ellenezte és ellenzi ma is. Az indok az a tétel, hogy a továbbiakban a fúrási műveletek során az egyszer már felrepesztett kőzet az első repesztésnél sokkal kisebb nyomásnál felreped. A kőzetrepesztési kísérlettel ilyen módon „legyengített" lyukszakasz a fúrólyuk későbbi fúrása és kiképzése során komoly nehézségeket okozhat.

A szakirodalom [3, 8, 9] gondosan végrehajtott műveletre nézve egyértelműen túlhaladottnak tekinti a leírt álláspontot.

Az alapvető célon — a tényleges kőzetrepesztési nyomások meghatározásán — kívül a fenti probléma tisztázását is célozta néhány *ismételt*, béléscsősaru alatt végzett kőzetrepesztési kísérlet. Az egyik megismételt kőzetrepesztési kísérlet diagramsora *(6. ábra)*



5. ábra
A felszínen (a) és a fúrólyukban, 2414 m-ben (b) végzett nyomásmérések (En-15.)



6. ábra
Az Endrőd-18. fúrásban végzett kőzetrepesztési kísérlet nyomásdiagramja

azt a fontos megállapítást igazolja, hogy kis folyadékárammal végrehajtott kőzetrepesztés nem vagy alig csökkenti a kőzetrepesztési szilárdságot, vagyis a kőzetek terhelhetősége nem csökken a kőzetrepesztési kísérletek hatására. A kőzetben a repesztési, illetve besajtolási nyomás leengedése után visszaállt az eredeti helyzet. Az ismételt kőzetrepesztéseknél az eredeti repesztési nyomás reprodukálható volt annak ellenére, hogy a nyomás leengedése után mindössze 10 perc telt el.

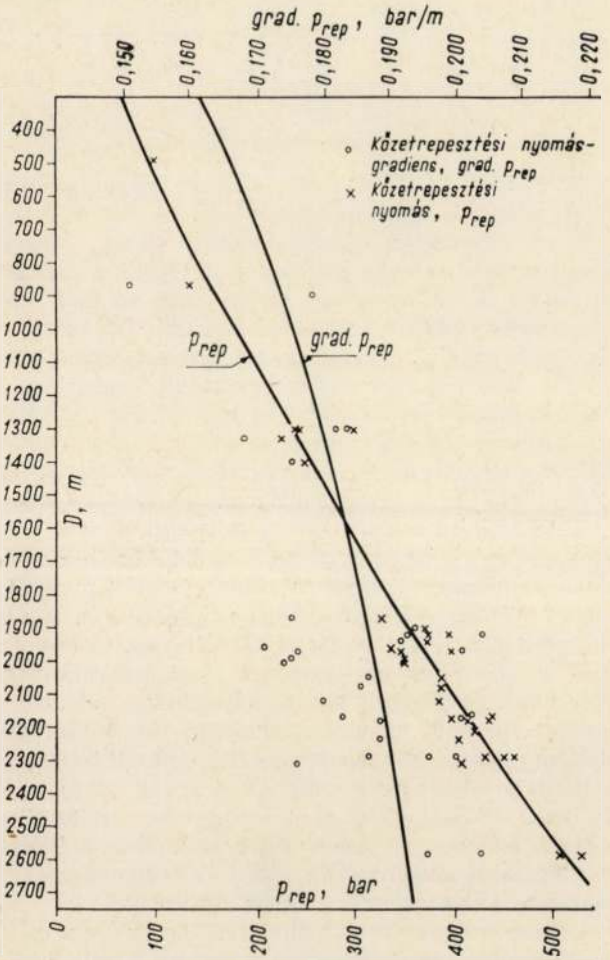
Az ismételt repesztéseknél azonban megfigyelhető, hogy a repesztési diagram alakja eltér az eredeti „első" diagramtól. Az első repesztésnél felvett nyomásgörbe *(6. a) ábra)* lefutása a terhelési szakaszban lineáris, a nyomásnövelés sebessége megközelítően állandó (v_p = =38,4 bar/min). A repesztési nyomás elérése után (p_r=92,5 bar) a nyomás lecsökken, és a besajtolási nyomás (p_{inj}=88 bar) megközelítően állandó marad. Az ismételt kőzetrepesztéseknél a nyomásnövekedés sebessége nem állandó annak ellenére, hogy a besajtolás üteme változatlan. A nyomásnövekedés sebessége anélkül, hogy a nyomásvonal a kőzetrepesztési nyomásra jellemző vonalat leírná, fokozatosan 0-ra csökken, miközben a nyomás eléri a kőzetrepesztési nyomást. A betáplálást folytatva a nyomás lassan csökken a besajtolási nyomásig *(6. b) ábra* — v_p=47 bar/min kezdetben, amely később 0-ra csökken), ugyanakkor a kőzetrepesztési nyomás 92,5 bar. A repesztési nyomás változatlan betáplálási ütem mellett nem ugrásszerűen (mint az első esetben), hanem kb. 30 s alatt csökken a besajtolási nyomásra: p_{inj}=90 bar értékre.

Ismételt kőzetrepesztéseknél a repesztési nyomás elérése előtt lassú elszivárgás van, azonban ez nem akadályozza meg azt, hogy a rendszer — a besajtolási, vagyis a folyadékáram változatlansága mellett — az eredeti kőzetrepesztési nyomásig felnyomható, és csak azután csökken a nyomás a besajtolási nyomásra.

A kőzetrepesztési nyomások, illetve a kőzetrepesztési nyomásgradiens változása a mélység függvényében

A leírt módon Endrőd térségében elvégzett, ill, kifogástalannak ítélt nyolc kőzetrepesztési kísérlet. valamint számos utólagos tárolóréteg-kezelés, hozamnövelő eljárás eredményeként rendelkezésre álló 32 kőzetrepesztési nyomásadatot felhasználva, alkalmas matematikai korrelációval meghatározott közelítő függvény alapján a kőzetrepesztési nyomás és a kőzetrepesztési nyomásgradiens változását a mélység függvényében a 7. *ábra* mutatja. Eszerint — a nagyszámú mérési adat szórása ellenére — a kőzetrepesztési nyomás a mélység függvényében egy x tengelyű parabolával, a kőzetrepesztési nyomásgradiens vonala pedig egy z tengelyű parabolával közelíthető.

A kevés nyomásadat, valamint az adatok eloszlása a viszonylag hosszú fúrólyukszakaszon nem teszi megalapozottá, hogy a függvény földtani korhatárhoz kötött ugrásszerű változására lehessen következtetni. A nagy szórás azonban arra mutat, hogy a kőzetrepesztési nyomás a kőzet ásványi összetételével, kifejlődésével is szoros kapcsolatba hozható.



7. ábra
Kőzetrepesztési nyomás- és nyomásgradiens-adatok Endrőd térségében

A kőzetrepesztési nyomás meghatározása számítással

A bevezetésben vázoltak szerint a kőzetrepesztési nyomás számításához az (1)—(4) összefüggések szerint a fedőkőzet nyomásának, a pórusnyomásnak és a *Poisson*-tényezőnek a mélység függvényében változó nagyságát kell figyelembe venni, tehát egy-egy területre — a jelen esetben Endrőd térségére — érvényesen ezt ismerni kell.

A *fedőkőzetnyomás* meghatározására nagyszámú fúrási minta vizsgálata használható fel. A mérések módja az alábbi volt.

A kiindulási adat a magminták térfogatsúlyának a meghatározása, amely a kőzet minden előkészítése nélkül megmérhető. Az effektív porozitásnak megfelelő térségben levő rétegvíz a mérés előtt eltávozott a kőzetből. Mélységi viszonyok között azonban ez a víz is része a térfogatsúlynak. Az effektív porozitásnak megfelelő térfogatú rétegvíz súlyát a felszínen mért térfogatsúlyhoz hozzáadva adódik a mélységi viszonyoknak megfelelő térfogatsúly. Ennek megfelelően:

$$v_s = v_{sl} + \phi_{eff} \varrho_v.$$

A magmintákból 15 cm-enként készült mérések átlagából adódik egy-egy magfúrási intervallum térfogatsúlya. A mérési adatok alapján a térfogatsúly változását a mélység függvényében matematikai korrelációval közelítve, az másodrendű parabolának adódik,

A korrelációs számítás eredményeként a térfogatsúlyra az alábbi egyenlet írható fel:

$$v_s = 1{,}8198 + 0{,}3354D - 0{,}0312D^2 \text{ g/cm}^3, \qquad (6)$$

ahol D — km.

Az egyenlet alapján az alsópannon feküig elhelyezkedő, metamorfózist nem szenvedett laza üledéksor térfogatsúlya monoton módon nő, és a növekedés üteme a mélységgel csökken. A függvény hibája, hogy felszínközelben a kevés alapadat miatt pontatlanul írja le a térfogatsúly mélység szerinti változását. Ennek ellensúlyozására a korrelációs számításhoz az alluviális és holocén üledékek általános jellemzői alapján felvehető, hogy $H=0$ m-ben $v_s=1{,}8$ g/cm³.

A korrelációs számítás eredményeként kapott (6) egyenletbe a felszínközeli értékeket helyettesítve reális eredmény adódik. A (6) egyenlet vizsgálataink teljes értelmezési tartományában

$$0 < D < \text{alsópannon fekü}$$

helyesnek és reálisnak fogadható el.

A térfogatsúly mélység függvényében való helyes lefutásának azért van jelentősége, mert a fedőkőzetnyomás a mélység függvényeként értelmezett térfogatsúly integrálja:

$$p_{fk}(D) = \int_0^D v_s(D)dD.$$

A (6) egyenlet helyettesítése, az integrálás elvégzése, valamint a dimenziók megfelelő átalakítása és a számítások elvégzése után eredményül adódik a fedőkőzetnyomás egyenlete:

$$p_{fk}(D) = 0{,}18198D + 0{,}01677D^2 - 0{,}00104D^3 \text{ bar}, \qquad (7)$$

ahol D — m.

A *pórusnyomás* mélység szerinti változásának minél pontosabb meghatározása két szempontból is fontos a fúrólyukszerkezet-tervezés alapvonalainak meghatározásához:

— a pórusnyomásvonal a kútszerkezet-tervezés és béléscső-méretezés egyik alapvonala;
— a pórusnyomásvonal egyik meghatározója a kőzetrepesztési nyomásvonalnak.

Az Alföldön az eddig megismert felsőpannon, valamint a negyedkori üledékek általában hidrosztatikus nyomásúak. A nyomásgradiens értékére a rétegvíz sótartalma, valamint az üledékösszlet hőmérséklete a meghatározó:

$$\text{grad}\, p_p = 0{,}100—0{,}107 \text{ bar/m}.$$

Az alsópannon fekü közelében a vastag, 2000—2500 m kőzetösszlettel fedett alsópannon és a legtöbb helyen túlnyomásos miocén közötti ún. átmeneti zónában már gyakori a túlnyomás.

Endrőd térségében az alsópannon feküig a pórusnyomás hidrosztatikus. A térségben eddig elvégzett rétegnyomás-vizsgálatok alapján a túlnyomásos miocénösszletet és az átmeneti zónát megelőző, már szintén túlnyomásos alsópannonból származó mérési eredmény nincs. A kőzetrepesztési nyomás, illetve a kútszerkezet-tervezés alapvonalainak meghatározása szempontjából a rétegvíz sótartalmának és a hőmérsékletnek a pórusnyomásra gyakorolt hatása elhanyagolható.

A kőzetrepesztési nyomás számításához szükséges (3) egyenlet, vagyis a pórusnyomás változása a mélység függvényében az Endrőd térségében végzett rétegvizsgálati eredmények alapján hidrosztatikusnak fogható fel:

$$p_p(D) = 0{,}1D. \tag{8}$$

A mélység függvényeként értelmezett kőzetrepesztési nyomás meghatározásához a kőzetanyag-jellemzőt, vagyis a *Poisson*-tényező mélység szerinti változását a terepi mérések alapján értelmezett kőzetrepesztési nyomásokból lehet visszaszámolni.

A *Poisson*-tényező az anyagra, kőzetre jellemző dimenzió nélküli szám, amely kifejezi, hogy a rugalmas alakváltozás tartományában a függőleges irányú feszültség hatására ébredő keresztirányú hosszváltozás mekkora hányada az ugyanezen feszültség hatására ébredő hosszirányú hosszváltozásnak.

Általánosan elfogadott, hogy a *Poisson*-tényező nagysága a kőzetekre

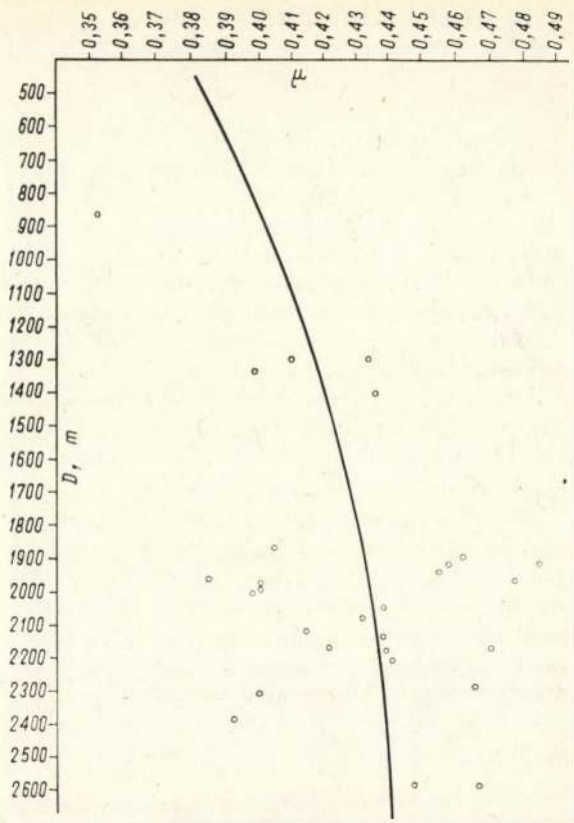
$$\mu \leqq 0{,}5. \tag{9}$$

A kőzetrepesztési nyomást leíró (1) egyenlet alapján a *Poisson*-tényező a fedőkőzet és a pórusnyomás, valamint a tényleges méréseken alapuló kőzetrepesztési nyomás alapján meghatározható. Az (1) egyenletből

$$\mu = \frac{p_r - p_p}{p_r + p_{fk} - 2p_p}, \tag{10}$$

ahol a

p_{fk} a mélység függvényében a (7) egyenletből meghatározható;
p_p a mélység függvényében a (8) egyenletből meghatározható;
p_r a kőzetrepesztési nyomás a *7. ábra* alapján.



8. ábra
A Poisson-tényező változása a mélység függvényében Endrőd térségében

A *8. ábra* a (10) egyenlet alapján meghatározott *Poisson*-tényező változását ábrázolja.

A (9) egyenlettel megfogalmazott állítást, vagyis hogy $\mu \leqq 0{,}5$, a terepi mérések nem minden esetben igazolták. A lyukbefejezési tevékenység során a hozamnövelés céljából végzett savazások, valamint rétegkizárás céljából végzett nyomásos cementdugózásoknál bekövetkezett kőzetrepesztések esetében a *Poisson*-tényező minden esetben $\mu \leqq 0{,}5$. Ezek a rétegek azonban minden esetben porózus áteresztő rétegek, hisz éppen ezeket mint lehetséges vagy biztos tárolókat jelölték ki rétegvizsgálatra.

A béléscsősaru alatti kőzetrepesztések között néhány esetben — pl. az *5. ábrán* — a fedőkőzetnyomásnál nagyobbnak bizonyult a kőzetrepesztési nyomás, vagyis a *Poisson*-tényező 0,5-nél nagyobb volt. A viszonylag csekély számú mérés között azok az esetek, ahol $\mu > 0{,}5$ értéknek adódott, a nyomás alá vett kőzet minden esetben agyag, agyagmárga, aleuritos agyagmárga volt, illetve a terhelés alá vetett intervallumban porózus kőzet nem volt. Az endrődi területen a pannon üledékekben végzett mérések alapján a *Hubbert—Willis*-elmélet nem bizonyult — a tömött márgák esetében — helyesnek, amennyiben a béléscsősaru alatti kőzetrepesztések a fedőkőzetnyomásnál nagyobb kőzetrepesztési nyomáshoz vezettek.

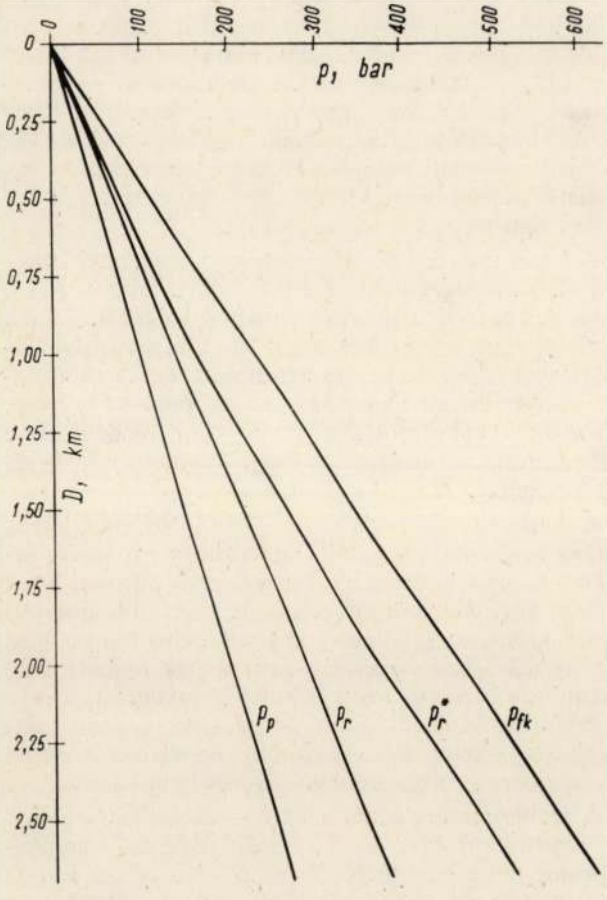
A *Poisson*-tényező a mélység függvényében erős szórást mutat, ami elsősorban az eltérő kőzetkifejlődéssel magyarázható. A szórás ellenére a *Poisson*-tényező változása a mélység függvényében jól értelmezhető és fizikai tartalommal alátámasztható korre-

lációs függvényt eredményez:

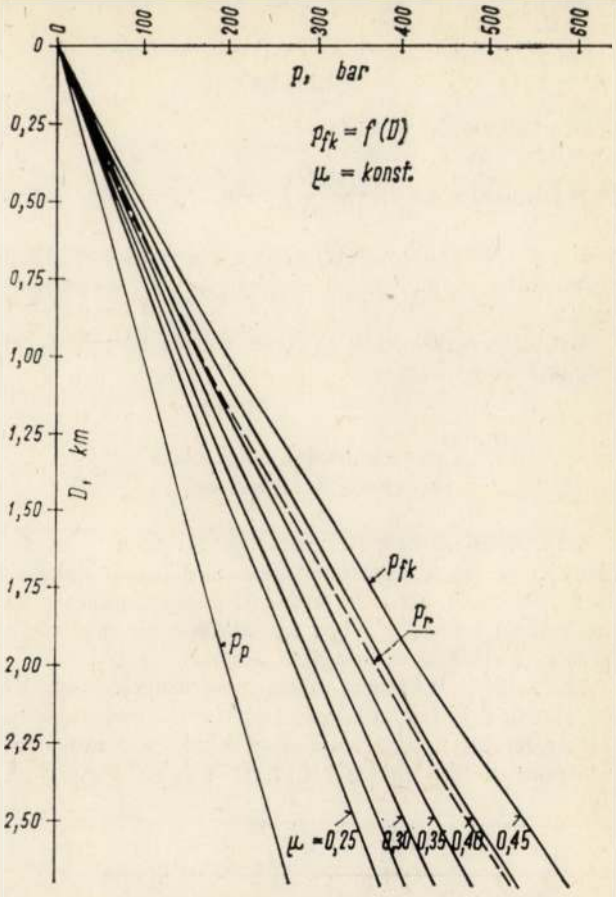
$$\mu(D) = 0{,}355224 + 0{,}063271D - 0{,}011457D^2, \quad (11)$$

ahol D — km.

A fedőkőzetnyomás, a pórusnyomás és a *Poisson*-tényező ismeretében meghatározhatók a fúrólyukszerkezet-tervezés alapvonalai. Az ÉMG—666 elektronikus asztali számítógépen az (1) egyenlet alapján végzett számítások eredményét ábrázolja a *9.* és *10. ábra.* Az ábrák feltüntetik a fedőkőzetnyomást és a hidrosztatikus pórusnyomást a mélység függvényében, valamint a szemléletes összehasonlítás céljából azt a kőzetrepesztési nyomást, amelyet a kísérletek eredményeként a (7), (8), (11) egyenletek határoznak meg; ez az ábrákon a p_r-rel jelölt görbe. A *9. ábrán* a p_r a *Hubbert* és *Willis* szerint meghatározott repesztési nyomás, vagyis állandó pórusnyomás- és fedőkőzetnyomásgradiens feltételével számított görbe, illetve egyenes. Az ábrából szemléletesen látható, hogy a *Hubbert—Willis* [4] által javasolt kőzetrepesztési nyomásvonal (p_r) kis mélységeknél megközelíti a helyi konkrét mérésekre felépített nyomásvonalat (p_r^*). A függvény teljes értelmezési tartományán a $p_r < p_r^*$, és a különbség a mélységgel fokozatosan nő, vagyis a modell a ténylegesnél kisebb kőzetrepesztési nyomásokat eredményez, mivel nehezebb kútszerkezetek tervezésére ösztönöz felesleges túlbiztosítást eredményezve. A *10. ábra* a kútszerkezet-tervezés határvonalait ábrázolja, a fedőkőzetnyomást a mélység függvényében változónak — a (7) egyenlet alapján —, a *Poisson*-tényezőt pedig állandónak tételezi fel. Az ábrából jól kitűnik, hogy a *Poisson*-tényező mélységfüggésének elhanyagolása jelentős hibát okozhat, amely a fúrólyukszerkezet-tervezést is helytelenül befolyásolhatja. Amennyiben a *Poisson*-tényező mélység szerinti lefutására semmilyen információ nincs — pl. új szerkezet első fúrásának tervezése —, akkor is célszerű mélységintervallumonként állandónak feltételezni ugyan, de növekvő értékeket figyelembe venni, illetve feltételezni.



9. ábra
A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Hubbert és Willis szerint



10. ábra
A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai;
$p_{fk} = f(D)$, μ = konst.

A *11. ábrán* a fúrólyukszerkezet tervezésének határvonalai a kísérletileg meghatározott függvények, vagyis a (7), (8), (11) egyenletek alapján készültek.

A kőzetrepesztési nyomás a három alapvető változó p_{fk}, p_p, μ mellett a harántolt kőzet ásványos összetételétől is függ. A kőzetrepesztési nyomásokat leíró függvény képe ennek a valóságos viszonyokat hűen tükröző — növekvő, csökkenő — folyton változó görbe kiegyenlítésének fogható fel.

A fúrólyukszerkezet tervezésének a fúrólyuk leggyengébb pontjára kell épülnie, vagyis — ideális esetet tételezve fel — a folyton változó görbe leggyengébb pontján keresztül a levezetett függvénnyel párhuzamos lefutású függvényt kell választani fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalául. A meghatározott p_r függvényből a megkutatottságtól függően egy biztonsági tényezőnek tekinthető értéket le kell vonni, amely lényegében a határgörbe eltolását jelenti.

Az Endrőd térségében javasolt fúrólyukszerkezet-tervezési határvonalak:

pórusnyomás

$$p_p = 0{,}1D \text{ bar},$$

kőzetrepesztési nyomás

$$p_r = [p_{fk}(D) - p_p(D)] \frac{\mu(D)}{1-\mu(D)} + p_p(D) - C(D) \quad \text{bar},$$

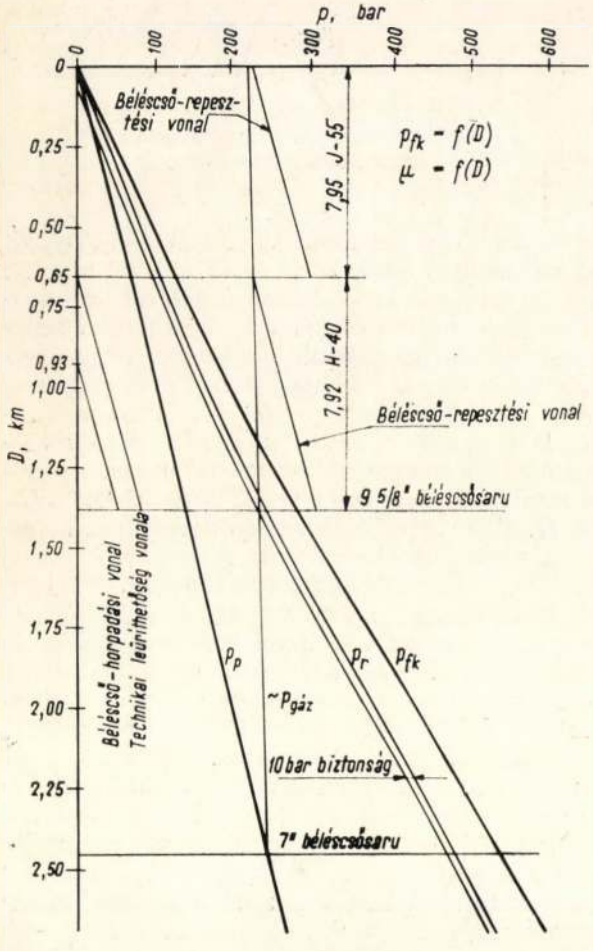
ahol a $C(D)$ biztonsági tényező a mélységtől függően választható meg. Endrőd térségében 10 bar javasolható;

A $p_{fk}(D)$, $p_p(D)$, $\mu(D)$ a (7), (8) és (11) egyenletekkel meghatározott függvény.

A nyomásvonalak kapcsolata a béléscső-méretezéssel

A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai — a pórusnyomás- és a kőzetrepesztési nyomásvonalak — meghatározzák azt a nyomástartományt, amely tartományban kell mindenkor maradnia a nyomásnak a fúrás és kútkiképzés művelete során.

Az *1. ábrán* 0,1 bar/m állandó pórusnyomás-gradiens, illetve 0,18 bar/m kőzetrepesztési nyomásgradiens alapján felvett nyomásvonalakon kívül az *Endrőd-14.* fúrásponton ténylegesen beépített $9^5/_8$″-es biztonsági



11. ábra
A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai;
$p_{fk} = f(D)$, $\mu = f(D)$

béléscsőrakat szilárdsági jellemzői szerepelnek, valamint a csőrakat kritikus belső nyomása, amely a csövezett lyukszakasz repesztési nyomásának tekinthető, és ilyen értelemben a kútszerkezet-tervezés szempontjából a kőzetrepesztési nyomásvonal folytatásának fogható fel. A $9^5/_8$″-es béléscsőrakat teljes leürítésre van méretezve.

Az *1. ábra* alapján 900—1150 m között beépített 8,94 mm J—55, illetve a 1150—1300 m között beépített 10,03 mm falvastagságú és J—55 anyagfokozatú béléscső indokolatlanul nagy túlméretezést jelent a belső túlnyomásra történő méretezés szempontjából.

Amennyiben a fúrólyuk mélyítése során egy esetleges kútbeindulás vagy bármely más kútkiképzési művelet során a belső túlnyomás a $9^5/_8$″-es saru mélységében a saru alatti rétegek kőzetrepesztési nyomásánál nagyobb értéket vesz fel, a nyitott szakasz felreped, iszapveszteség következik be. A béléscső-saru fölötti béléscsőoszlop olyan mérvű túlméretezése, mint az *1. ábra* mutatja, indokolatlan, mert a nyitott lyukszakasz ennél kisebb értéknél felreped.

Hasonlóan indokolatlan a $9^5/_8$″-es biztonsági béléscső méretezésénél a teljes leürítésre történő méretezés is, amely közvetlen okozója a béléscső túlnyomásra való túlméretezésének.

A valóságban a béléscső teljes leürítésnek soha nem lesz kitéve, hiszen amennyiben a fúrólyukban uralkodó nyomás a pórusnyomás alá csökken, a fluidumbeáramlás megindul, vagyis a béléscső nem ürülhet le.

A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalainak pontos ismerete lehetővé teszi a fúrólyukszerkezet alapadatainak meghatározását, valamint azoknak a körülményeknek a meghatározását is, amelyeknek a tervezendő — esetünkben biztonsági csőrakat — a következő lyukszakasz fúrása során ki lesz téve. Ilyen módon a biztonsági béléscsőrakat a helyi körülmények alapján pontosan körülhatárolható feltételekre méretezhető, amennyiben a fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalait megbízhatóan ismerjük.

A hazai mélyfúrási gyakorlatban valamennyi béléscsőrakat méretezését az ÁBBSZ XVII. fejezete 37. §-ának 1. bekezdése határozza meg egységesen. Ennek szellemében a tervezőnek nincs lehetősége a helyi körülmények figyelembevételére, holott egyes csőrakatok méretezésénél a nyomásvonalak pontos ismerete, bizonyos megkutatottsági szint után rendelkezésre álló információ elegendő a helyi körülmények figyelembevételére.

A béléscső-méretezéshez a következő lyukszakasz fúrása során harántolandó intervallum nyomásvonalainak ismeretében azt az elvet célszerű követni, hogy a biztonsági, illetve a tervezés alatt álló béléscsőoszlop nyomásvonalai: a béléscső kritikus belső túlnyomása (amely a béléscső-repesztési nyomásnak fogható fel), valamint a béléscső kritikus külső túlnyomása (amely a béléscső-összeroppantási nyomásnak fogható fel) megfelelő biztonsági tényezők figyelembevételével illeszkedjenek a kútszerkezet-tervezés határvonalaihoz.

A *11. ábra* az endrődi területre — ennek megfelelően — összeállított $9^5/_8$″-es biztonsági béléscső nyomásvonalait mutatja, amely elegendő biztonságot nyújt. A méretezés az *Endrőd-14.* fúráspont tervének alapján feltételezi, hogy 2420 m-ig kell a következő $8^1/_2$″-es lyukszakaszt fúrni, hidrosztatikus nyomású pannon

üledékben. Az ábra a gázzal feltöltött fúrólyuk nyomásvonalát is tartalmazza. Az ÁBBSZ előírása alapján *(1. ábra)* beépített és a javasolt *(11. ábra)* béléscsőrakatok között a különbség jelentős. A béléscső-méretezés elveinek tisztázása ugyan nem célja ennek a dolgozatnak, de a fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalainak ismerete rámutat a jelenleg érvényben levő és feltétlenül átdolgozásra szoruló béléscső-méretezési gyakorlat túlzott biztonságára, felülvizsgálatának és módosításának szükségességére.

Következtetések, a továbbfejlesztés lehetőségei

A mérések elvégzése és a mérési eredmények értékelése után — a pannóniai üledékekre regionálisan is jellemzően — megállapíthatók a következők:

— A mélyfúrási művelet során a béléscsősaru alatti nyitott szakasz kőzetrepesztési vizsgálata — a fúróberendezés jelentős időkiesése nélkül — elvégezhető a nyomások felszíni mérésével és regisztrálásával.

— A felrepesztett kőzetek a kísérlet következtében nem károsodnak, ha a nyomásnövelés sebessége a 40 bar/min kritikus határon belül marad.

— A kőzetrepesztési nyomások nagysága a kőzet kifejlődésétől, ásványos összetételétől erősen függ. A kőzetrepesztési nyomások a homokkövek aleuritosodásával, agyagosodásával növekvő értéket mutatnak. A terepi repesztések közül csak a homokkövek felrepesztési nyomásadatait szabad a tervezés alapját képező nyomásgradiens meghatározásához figyelembe venni.

— A béléscsősaru alatti kőzetrepesztések és utólagos rétegkezelések alapján nyert kőzetrepesztési adatokból a *Poisson*-tényező a mélységgel növekvő, korrelálható függvénnyel írható le. Az Endrőd térségében végzett mérések alapján a Kárpát-medence pannon üledékeiben a *Poisson*-tényező nem tekinthető állandónak.

A kőzetrepesztési nyomásgradiens meghatározásának, illetve a pontosításnak feltétele minél több mérés elvégzése lenne, elsősorban a megbízható, saru alatti kőzetrepesztés formájában. A mérések elvégzése a jelen formában nehézkes és költséges részben a terepre történő felvonulás miatt, részben pedig azért, mert a fúróberendezés idejét leköti; ha rövid időre is, de a folyamatos fúrási tevékenység ritmusát megszakítja.

Ugyanakkor csak kevés számú mérésre kerülhet sor, mert egy saru alatt csak egy repesztés végezhető el, hiszen hosszabb nyitott szakasz repesztésénél már nem dönthető el pontosan, hogy a nyitott szakasz melyik intervalluma reped fel. A kőzetrepesztési nyomásvonal pontosításának lehetőségei:

— a fúrás folyamán földtani célból vett magminták repesztését kell elvégezni egy arra alkalmas próbapadon. Ilyen módon — a fedőkőzetnyomás és a pórusnyomás modellezésével — a nehézkes terepi méréseket jól helyettesítő, nagyszámú kőzetrepesztési adat nyerhető.

— Meg kell vizsgálni a kőzetkifejlődés — ásványos összetétel — és a kőzetrepesztési nyomás összefüggését. Amennyiben a kőzetkifejlődés valamilyen jellemzője (pl. az agyagtartalom) számszerűen kapcsolatba hozható a kőzetrepesztési nyomással, vizsgálat tárgyát képezheti a geofizikai sűrűségszelvényből a kőzetrepesztési nyomás korrelálása.

Köszönetnyilávnítás

A szerző ezen a helyen is megköszöni *Győry Gyulának*, az NKFÜ műszaki igazgatóhelyettesének, hogy megteremtette a mérések elvégzésének feltételeit, továbbá *Járdány Kálmán* okl. villamosmérnöknek a műszer összeállításában, *Ónodi Tibor* okl. olajmérnöknek a számítógépes munkák elvégzésében nyújtott értékes segítségét.

JELÖLÉSEK

D	mélység	m; km
p_{fk}	fedőkőzetnyomás	bar
p_p	pórusnyomás	bar
p_{rkezd}	repedéskeltési nyomás	bar
p_r	kőzetrepesztési nyomás	bar
p_{inj}	besajtolási nyomás	bar
p_{st}	statikus talpnyomás	bar
$p_{fcső}$	a fúrócsőoldalon mért nyomás kőzetrepesztéskor	bar
p_{gyt}	a gyűrűstér-oldalon mért nyomás kőzetrepesztéskor	bar
μ	*Poisson*-tényező	
v_p	a nyomásnövekedés sebessége	bar/min
K_i	kőzetmátrix-feszültségi tényező	
ϱ_k	kőzetsűrűség	g/cm³
ϱ_v	vízsűrűség	g/cm³
v_s	a kőzet térfogatsúlya természetes állapotban	g/cm³
v_{sl}	a kőzet térfogatsúlya az effektív porozitásnak megfelelő víz nélkül	g/cm³
ϕ_{eff}	effektív porozitás	
Q	folyadékáram	m³/s

IRODALOM

[1] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968. p. 367—76.

[2] *Alliquander Ö.—Gilicz B.:* A kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei. I—III, NIMDOK Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, 1971.

[3] *Moore, P. L.:* Drilling practices manual. The Pet. Publ. Co. Tulsa, 1974. p. 286—97.

[4] *Hubbert, M. K.—Willis, D. G.:* Mechanics of hydraulic fracturing. Trans. AIME 1957. p. 153—66.

[5] *Matthews, W. R.—Kelly, J.:* How to predict formation pressure and fracture gradient from electric and sonic logs. Oil a. Gas J. Feb. 20. 92—106 (1967).

[6] *Eaton, B. A.:* Fracture gradient prediction and its application in oilfield operations. J. Pet. Technology 1353—60 (1969).

[7] *Goldsmith, R.—Willson, G.:* Staff engineers. Production Engineering Services Continental Oil Co. Houston, Texas. Private communication.

[8] *Szepesi J.—Alliquander Ö.:* A pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás szerepe a fúrólyukszerkezet tervezésében. Kőolaj és Földgáz *11* 337—41 (1975).

[9] *Moore, P. L.:* Casing-seat testing why and how. Oil a. Gas J. Aug. 6. 72—4 (1973).

[10] Mud technology. Handbook. Baroid Division, 1967. p. 110—1.

[11] Fúrástechnológiai modellkísérletek II. részjelentés. OGIL 1975 M. 75. p. 223—33.

A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében

POGÁNY LÁSZLÓ—
VÁGÓ ERZSÉBET

A közlemény a föld alatti gáztárolás területén és szemléletében nyújt rövid áttekintést a szénhidrogénipar, konkrétebben a földgázvertikum fejlesztésének tanulmányozása során elért eredményekről és a további célkitűzésekről.

1. Bevezetés

Ismertetjük a földgázipar fejlesztésére — többek között a föld alatti gáztárolók létesítésére — irányuló döntések gondolatmenetét, amely módszertani alapul szolgál a gázipari fejlesztés általános gazdaságmatematikai modelljéhez és a különböző részprogramok kidolgozásához. A logikai modellt, jobb áttekinthetőség céljából, két elkülönített, de egymással szoros kapcsolatban álló részben tárgyaljuk. Bemutatjuk.

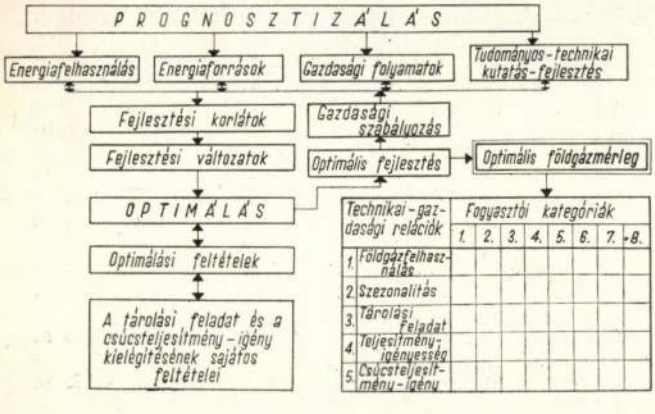
— az optimálisnak tartott belföldi földgázelosztás kialakításának menetét, majd
— a föld alatti gáztárolás és csatlakozóan a teljesítménycsúcsok kielégítésének szerepét az optimális földgázelosztás kialakításában.

2. Tárolás és teljesítménycsúcs az optimális földgázelosztás alapján

A földgázgazdaság fejlesztésének bázisa a távlati országos (komplex) *energiakoncepció*, s az azzal konform *gázkoncepció*. A koncepciók egyik legfőbb tényezője az energiaegyensúlyt kifejező mérleg. Az energiagazdaság és a földgázvertikum optimális lehetséges fejlesztését kifejező mérleg kialakításának gondolatmenetét az *1. ábra* mutatja be [4., 5., 7., 8].

A *prognosztizálás* — a modell szerint — a felhasználás, a források, a tudományos-technikai kutatás-fejlesztés és az objektív gazdasági folyamatok előrejelzésével foglalkozik.

— Energiafelhasználás vonatkozásában a fejlesztés energiaigényességének, a felhasználás növekedési ütemének van döntő szerepe. A felhasználási célok határozzák meg a felhasználás szerkezetét, vagyis a fogyasztói kategóriák részesedését az összfelhasználásban. Fontosak a rendszeres változásokat eredményező fogyasztói szokások: a szezonalitás [1, 9] és a fűtési hányad [7], valamint a rendszertelen ingadozások, amelyek a fejlesztés ütemében és az időjárásban mutatkoznak.
— Forrásoldalról a gazdaságosan megszerezhető hazai és import energiahordozók mennyisége, minősége, választéka és szállítási lehetősége a meghatározó. A behozatal növekedésével fokozódik a nemzetközi munkamegosztás szerepe. Számolni kell a forrásoldali bizonytalansággal is. A felsorolt tényezők alakítják a forrásstruktúrát, vagyis a különböző energiaforrások részesedését a felhasználásban.
— Az energia-egyensúly műszaki tartalmát a tudományos-technikai kutatás-fejlesztés határozza meg. Az energiagazdaság ágazatai új eljárások és berendezések révén fejlődnek. Hosszú távon növekszik az új felismerések és a szellemi termékek nemzetközi cseréjének szerepe. A kutatás-fejlesztés az energia- és a szénhidrogén-gazdaságban eszközigényes, az ütemet gazdasági egyensúlyi feltételek révén kialakuló naturális és időbeli korlátok szabják meg.

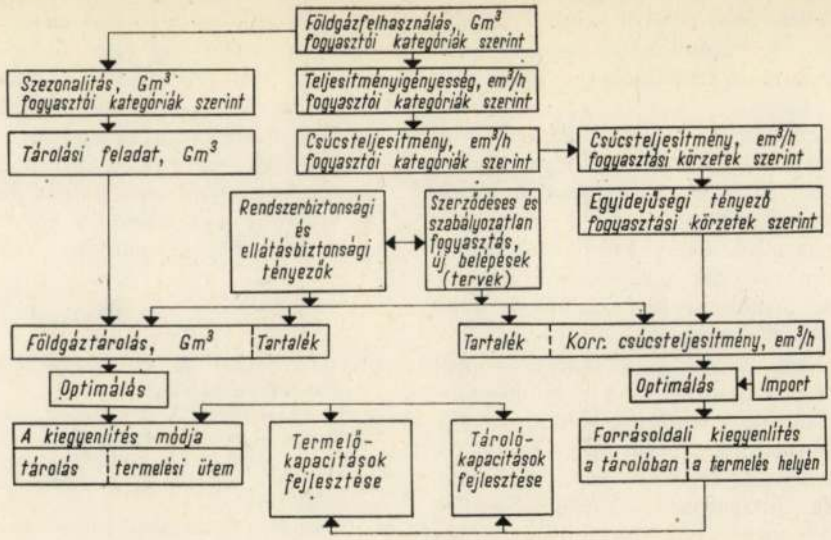


1. ábra
Az optimális földgázmérleg kialakításának logikai menete

Az *optimalizálás* a realizálható távlati fejlesztési lehetőségek összemérésén alapul, a számítástechnikai bázist az energiaegyensúly (az energiamérleg) kialakítását szimuláló modellrendszer képezi. A fejlesztési változatok differenciálásának fő ismérvei: a belföldi energiafelhasználás átlagos éves üteme, ami rendszerint a felhasználási szerkezet alakulásához kapcsolódik, és a forrásstruktúra, ami egyben a fejlesztés forrásoldali irányzatát is megszabja.

A felmérés konkrét határairól és tartalmáról a gázgazdaság területén a [2], [3], [9] és [12], az energiagazdaság vonatkozásában a [4] és [5] tájékoztat. Kiemeljük a célfüggvényeket: az energiaforrások népgazdasági ráfordításának minimumát, az energiahordozók hőhasznosításának maximumát, a veszteség és önfogyasztás minimalizálását az energiagazdaságban, valamint az energiagazdaságból származó nemzeti jövedelem (illetve költségvetési egyenleg) maximalizálását. A korlátozó tényezők közül a fejlesztési és a devizakorlátot említjük.

A modellrendszer a gázgazdaság részére az *optimális földgázelosztást* szolgáltatja. Ennek fogyasztási szerkezete összhangban van az energiagazdaság és a gázgazdaság fejlesztésének sajátos feltételeivel. A technikai-gazdasági mutatók kiinduló adatokat nyújtanak a gáztárolás és a teljesítménycsúcsok előrejelzéséhez.



2. ábra
A tárolás, a csúcsteljesítmény, a termelő- és a tárolókapacitások számításának logikai modellje

3. A tárolási feladat megoldásának és a teljesítménycsúcs kielégítésének optimális lehetősége

A gáztárolás és a teljesítménygazdálkodás fejlesztésében — az energia- és a gázkoncepció mellett — a gázipar fejlesztésének szempontjai érvényesülnek [6, 8]. Az energetikai és a gázipari feltételek közötti átmenetet és logikai kapcsolatot az optimális földgázelosztáshoz tartozó *felhasználási szerkezet*, vagyis a gázfelhasználás fogyasztói kategóriák szerinti megoszlása képezi *(2. ábra)*. A fogyasztói kategóriákhoz rendelhetők ugyanis azok a technikai-gazdasági relációk, amelyek egyrészt a tárolás, másrészt a csúcsigények előrejelzésére szolgálnak [9, 10, 11].

A *tárolási feladat* kiszámítására kialakított és alkalmazott mutató a *szezonalitás*, vagyis a téli és a nyári felhasználás különbsége. Logikai úton bizonyított és statisztikus felmérésekkel is igazolt eredmény, hogy a tárolási feladat megközelítően a szezonalitás felére tehető [1, 2]. A szezonalitás számértéke fogyasztói kategóriák szerint különböző.

A *teljesítménycsúcsok* kiszámítására szolgáló mutató a *teljesítményigényesség*, vagyis a csúcsigény és a statisztikus átlagteljesítmény hányadosa. A teljesítményigényesség fogyasztói kategóriák szerint eltérő. A fogyasztói kategóriák szerint számított csúcsigényt gyakorlati szempontból fogyasztási körzetekre kell transzformálni. A körzeti csúcsigényeket az egyidejűségi tényező helyi értékeinek megfelelően korrigálni (csökkenteni) szükséges. A körzeti egyidejűségi tényezők meghatározása és előrejelzése további megfigyeléseket igényel.

A gáztárolást és a csúcsigényt — a fogyasztói szokások mellett — a rendszerbiztonsági és ellátásbiztonsági követelmények is számottevően befolyásolják. A rendszerbiztonsági követelmények közül az irányítás- és méréstechnikai berendezések szerepét, a csőtörés, valamint a kompresszor- és szerelvénymeghibásodás káros következményeinek megelőzését, továbbá a helyi teljesítmény- és nyomástartalékok fontosságát emeljük ki. Ezen a téren jelenleg még kevés konkrét hazai tapasztalattal és ismerettel rendelkezünk. Ellátásbiztonság tekintetében számos nyitott kérdéssel találkozunk. Vizsgálandó, hogy a hazai földgáztermelés mekkora feladatot vállalhat az egyéb hazai és az import energiaforrások bizonytalanságának kiegyenlítésében [9]; továbbá milyen mértékben viselheti a szezonalitás kiegyenlítését és a teljesítményigényesség kielégítését az iparban, valamint a kisfogyasztók és a kis hőigénysűrűségű települések ellátásában [3, 9]. Foglalkozni kell végül a csúcsigények hőmérséklet-érzékenységével fogyasztókategóriánként, a szélsőséges időjárás okozta rendkívüli csúcsok kielégítésével, valamint a kulcsfontosságú fogyasztók több oldali ellátásának kérdésével. E kérdések vizsgálata elkerülhetetlenné teszi, hogy megismerjük a gázcsúcsok kiváltását célzó alternatív felhasználásra való berendezkedés lehetőségét és gazdaságosságát.

A gázfelhasználás megítélésénél figyelembe kell venni, hogy a tényleges fogyasztás számos tényező (pl. hőmérséklet, rendszertelen jelenségek, egyidejűségi tényező) közös és egyidejű hatására alakul ki. Az elemző munkát segíti a tervek szerinti számbavétel is. Ismereteket szerezhetünk az új belépések tervezett időpontjának realitásáról, a szerződéses teljesítmények igénybevételéről, valamint a szabályozatlan fogyasztók szokásairól. A felsorolt sajátos gázipari ismeretek teszik lehetővé, hogy a gáztárolás és a teljesítménycsúcs indokolt tartalékait előirányozzuk.

A felhasználás oldaláról számba vett és a biztonsági tartalékkal növelt tárolási feladat megoldására több lehetőség van. A téli és a nyári fogyasztás különbsége áthidalható a hazai földgáztermelés ütemével vagy tárolók létesítésével. A föld alatti tárolás helyét, méretét és gazdaságosságát alapvetően meghatározzák a *szénhidrogén-bányászat lehetőségei*, a tárolók kialakításának és üzemvitelének feltételei. A termelő létesítmények és a tárolók összehangolt fejlesztését optimalizálással alakíthatjuk ki.

A biztonsági tartalékkal növelt csúcsigényt részben az egyenletesnek feltételezett importteljesítmény fedezi. A csúcsigény fennmaradó részének kielégítése a termelés helyén, a tárolókhoz kapcsolódóan vagy a

fogyasztási körzetekben előirányzott kisebb létesítményekkel lehetséges. A berendezések összehangolt arányát és teljesítményét optimalizálással alakíthatjuk ki.

A tárolás és a csúcskielégítés optimalizálása számos közös, de eltérő vonást is tartalmaz. A fogyasztókörzetek szezonalitásában és teljesítményigényességében jelentős eltérések lehetségesek.

Tárolás esetén a gázbesajtoláshoz kutak, kompresszorállomás, valamint második gáztisztítás (vízleválasztás) szükségesek, továbbá több szállítás is kell. A termelés helyén való felkészülés esetén több termelőkút és nagyobb felszíni kapacitás szükséges a mezőben, de elmarad a gázbesajtolás és a második gáztisztítás a tárolónál, valamint a szállítási többlet. A távlati megoldást — elsősorban a tárolásnál — nagymértékben befolyásolja a hazai termelés és a behozatal arányainak alakulása. Új szempontok merülhetnek fel a rétegnyomással való gazdálkodás területén is. A lehetőségek megítélésekor figyelembe kell venni a szénhidrogén-bányászat és a gázipar fejlesztésének speciális anyagi-műszaki és fejlesztési (beruházási) lehetőségeit és korlátait.

4. Kapcsolódó kérdések

Befejezésül említést teszünk azokról, az előzőkben már részben érintett kérdésekről, amelyek szoros összefüggésben vannak a föld alatti gáztárolás fejlesztésével.

— A tárolás és a csúcskielégítés optimalizálása egyben kiinduló alapul szolgál az országos távvezeték-rendszer tervezéséhez és fejlesztéséhez [11, 12].
— A földgáz szerepét a tárolásban és a csúcskielégítésben nagymértékben befolyásolják a versenytárs-energiahordozókkal elérhető — elsősorban a gázolaj és fűtőolaj, egyes fogyasztói kategóriákban pedig a szén tekintetében jelentkező — lehetőségek és feltételek a szezonalitás kiegyenlítésében és a csúcsigény kielégítésében [9].
— A belföldi viszonyok ismerete lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk a szezonalitás kiegyenlítésének és a csúcsigény kielégítésének nemzetközi kooperációs lehetőségeit a gáziparban.

IRODALOM

[1] OMFB 6—403—K: A nyersolaj és a készárutermékek tárolásának vizsgálata. 1969.
[2] *Pogány—Sipőtz:* A földgázipar fejlesztésének gazdasági-műszaki környezete. Energiagazdálkodás 13 (1972).
[3] *Pogány—Sipőtz:* Kis hőigény-sűrűségű települések földgázellátásának műszaki és gazdasági kérdései. 16. Gázkonferencia, 1972.
[4] *Pogány L.:* Az energetika fejlesztéséről a prognosztika néhány tapasztalata alapján. Energiagazdálkodás 441 (1972).
[5] *Pogány L.:* Az energetika prognosztizálásának és optimálásának módszere és eredményei. Energiagazdálkodás 481 (1972).
[6] OMFB—1—7203—T: A földgáztárolás hazai megoldási lehetősége. 1973.
[7] OMFB—1—7103/3—K: A sokévi átlagtól eltérő téli fűtési igények kihatása az energiagazdálkodási tartalékokra. 1974.
[8] *Anezini A.:* A földgázipari vertikum fejlesztésének műszaki és gazdasági vizsgálata az OKGT-ben. Energiagazdálkodás 65 (1974).
[9] OKGT—OGIL: A földgázgazdaságra vonatkozó egyes fejlesztési döntések megalapozása. 1974.
[10] NIM—OGIL: Földgázellátás és -szállítás 1975—1980-ban. 1974.
[11] NIM—NIM IGÜSZI: A gáztávvezeték-hálózat működtetésével és fejlesztésével kapcsolatos döntéseket előkészítő programrendszer. NGAS program dokumentációja. 1974.
[12] NIM—OGIL: A hazai földgáztávvezeték-rendszer fejlesztésének logikai modellje. 1975.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Épül a guszjatyini kompresszorállomás

A kooperációban létesülő orenburgi gáztávvezeték „magyar szakaszának" egyik kompresszorállomása Guszjatyinban épül. A mintegy 4000 lakosú Guszjatyin község Tarnopol megye járási központja, a mi dunántúli dombvidékünkhöz hasonló környezetben fekszik a Zbrucs folyó partján. Ideiglenes lakótelepünk és maga a nyomásfokozó állomás is erdők, dombok ölében, vonzó természeti környezetben helyezkedik el. Nézzük végig, mit építettünk itt egy esztendő alatt.

Elkészült az ideiglenes lakótelep, ahol 695 dolgozót tudunk elhelyezni. Felépítettünk 11 PREMISOL szerkezetű lakóházat, továbbá szolgáltatóházat, orvosi rendelőt, gondnokságot és egy 1000 adagos, könnyűszerkezetes konyhát. Továbbra is állnak a kezdet kezdetén létesített faházak és lakókonténerek, ám ezek csak ideiglenes elhelyezésre szolgálnak. Lakótelepünk saját víztoronnyal, termokonténerekből álló kazánteleppel, szennyvíztisztítóval van felszerelve.

A konyha üzembe lépése két hónappal a kitűzött határidő előtt történhetett meg az építők munkaverseny-felajánlása eredményeként. Júniusban a sportpálya is elkészült — társadalmi munkában. Készen áll az építkezésre érkező anyagok és berendezések fogadására szolgáló vasúti kirakodó, ahol három könnyűszerkezetes raktár és nyitott tárolók épültek.

Miután ismeretessé vált, hogy a kompresszorállomás alapvető technológiai berendezéseit kisebb volumenű helyszíni szerelési munkát igénylő blokk-konténeres változatban NSZK-beli cég szállítja, a generálkivitelező vállalatokkal (22. sz. ÁÉV és GYGV) egyetértésben csökkentettük az ipari bázison felépítendő létesítmények számát. Ezzel egy időben a szovjet fél hozzájárult, hogy a kompresszorállomáson — végleges létesítményként — két MAT-szerkezetű magyar gyártmányú raktárépületet, továbbá vasbeton elemekből üzemi épületet létesítsünk.

Megkezdtük a nyomásfokozó állomáshoz vezető végleges bekötőút építését; befejeztük a kompresszorállomás 11 hektáros területén az erdőirtást, és mivel az állomás domboldalban fekszik, egyes helyeken 8—10 m-es bevágásokat, máshol 2—3 m-es feltöltést kell készíteni. A földmozgatás egyenlege nem nulla, ezért nagy tömegű földmennyiséget kell elszállítani. A terület víztelenítésének elvégzése után megkezdtük a több százezer m^3-t megmozgató földmunkákat.

Az ipari jellegű létesítmények kialakítása mellett nagy feladat vár a magyar építőkre Guszjatyin község területén belül is. Meg kell építenünk a teljes közműrendszert, összesen 17,5 km hosszban; ezenkívül víztornyot, kazánházat, artézi kutakat, szennyvíztisztító telepet és átemelő állomásokat létesítünk. Újjáépítjük a község villamos hálózatát is, öt új transzformátor-alállomással.

Az építkezés ez idő szerint leglátványosabb mozzanata a lakásépítés (140 lakás és egy 140 személyes óvoda-bölcsőde a kompresszorállomás leendő üzemeltetőinek).

A lakóépületek nagypaneles módszerrel — az alsózsolcai házgyárban gyártott és vasúton kiszállított panelekből — készülnek. A BÁÉV és az ÉGV jó munkáját dicséri, hogy már valamennyi panel megérkezett, és az épületek gombamódra nőttek ki a földből. Augusztus elejére befejeztük a panelszerelést.

Terveink szerint az óvodát már a jövő évben birtokukba vehetik az ifjú guszjatyini polgárok.

Nagy és fontos eseménye volt a munkánknak, hogy a KISZ IX. kongresszusa „KISZ építkezéssé" nyilvánította ezt a beruházást. Reméljük, hogy a fiatalok lendülete és az idősebb kollégák tapasztalata biztosítéka lesz az építkezés határidőre való, jó minőségű befejezésének.

Ivano-Frankovszk, 1976. augusztus hó.

Börcsök András

Több fokozatú motorolajalapok előállítása észterolajok felhasználásával

MÉSZÁROS IMRE

A tanulmány a SAE 10 W/50 multigrade olaj előállításának lehetőségét vizsgálja észterolajat tartalmazó, részben szintetikus alapolajok felhasználásával. Az észter számottevően csökkenti a részben szintetikus kompozíciók hidegviszkozitását. Ezzel lehetővé teszi a szokásosnál nagyobb viszkozitású ásványi olajok alkalmazását, s így csökken az alapolaj párolgási vesztesége. A részben szintetikus olajok mechanikai stabilitása jobb, mint az azonos polimertartalmú és azonos viszkozitású ásványi olajoké.

Bevezetés

A korszerű gépkocsik részéről a motorolajokkal szemben támasztott mind szigorúbb követelmények egyre nehezebben elégíthetők ki az ásványi olajokkal. A kenőolaj-finomítás és az adalékolás lehetőségei egyaránt korlátozottak: csak bizonyos szintig javíthatják az ásványi olajok tulajdonságait. A kenőolajgyártásnak így új utakat kell keresnie, hogy a fokozódó minőségi követelményeket kielégítse. Az új utak közé sorolhatjuk a hidrogénező finomítás eljárásainak tökéletesítésére s ezen keresztül a magasabb viszkozitási indexű ún. „szuperfinomítványok" előállítására irányuló törekvéseket éppúgy, mint a jelenleg ismerteknél jobb mechanikai stabilitású polimer adalék anyagok kifejlesztését célzó kísérleteket. Egy további lehetőség az ásványi olajoknak szintetikus komponensekkel való elegyítése, ún. „részben szintetikus" alapolajok felhasználása [1, 2]. Ennek kapcsán vizsgáltuk, hogy milyen változásokat eredményez a több fokozatú motorolajok viszkozitás-hőmérséklet karakterisztikájában a szintetikus komponens.

A motorolajok viszkozitásviszonyai

A korszerű motorolajok viszkozitása iránt kettős követelményt támasztunk. Egyrészt biztosítania kell a megfelelő kenést a legmagasabb üzemi hőmérsékleten is, másrészt téli időben is lehetővé kell tennie a motor hidegindítását. Az előbbi követelmény azt jelenti, hogy a viszkozitásnak a legmagasabb üzemi hőmérsékleten el kell érnie az 5 cSt értéket, az utóbbi — európai motoroknál — a hidegindítás hőfokán mintegy 5000 cSt maximális viszkozitást enged meg [3]. A jelenlegi több fokozatú olajokban e kettős követelményt viszonylag kis viszkozitású alapolajoknak polimerekkel való adalékolásával elégítik ki.

A gépkocsigyártás egyik fő célja a nagyobb teljesítményű motorok minimális költséggel való előállítása, azaz a gépkocsi súlyegységére eső teljesítmény növelése. A kenőolaj szempontjából ez elsősorban az olajteknő hőmérsékletének emelkedésében jelentkezik a viszonylag kisebb olajbefogadó képesség és hűtőkapacitás miatt. Az olajteknő hőmérsékletének növekedését okozza a tartós, nagy sebességű üzemelés is, mely az autóút-hálózat bővülésével mind gyakoribb lesz [4]. Jelenleg az *Otto*-motorok olajteknőjének hőmérséklete általában nem haladja meg a 120 C°-ot, de az autógyártó cégek véleménye szerint néhány év alatt eléri a 160 C°-ot [2]. Mivel a csapágy hőfoka 10—15 C°-kal nagyobb az olajteknő hőmérsékleténél, a közeljövő motorolajainak 170—180 C°-on kell kielégítő kenést biztosítaniuk [3].

Ez fokozott feladatokat ró a kenőolajgyártásra. A 170—180 C°-on szükséges 5 cSt viszkozitást — ha egyben a megfelelő hidegindíthatóságot is biztosítani akarjuk — csak a jelenleg használt alapolajoknál kisebb viszkozitású alapolajoknak magas polimertartalommal való adalékolásával lehet kielégíteni. A ma még leggyakoribb 10 W/30 és 10 W/40 olajok e követelményeknek már nem felelnek meg. A nagyobb hőmérsékleten is kielégítő kenés és a kisebb olajfogyasztás biztosítására az európai motorkonstruktőrök már néhány évvel ezelőtt javasolták a 10 W/30, illetve 10 W/40 olajokról a 20 W/50 minőségre való áttérést. A 20 W olajok alkalmazása azonban nem jelenthet megoldást. Egyrészt fokozza a hidegindítási nehézségeket, különösen a viszonylag kisebb teljesítményű európai motoroknál, amelyekhez amúgy is kívánatos lenne 4800—6400 cP körüli felső viszkozitáshatárral új fokozatot bevezetni, mivel a 20 W fokozat felső határa (9600 cP) eleve magas. Másrészt a 20 W olaj alkalmazása fokozza a levegőszennyezést (az indító hosszabb használata miatt) s a nagyobb súrlódási veszteségek miatt a benzinfogyasztást is főleg a városi (ún. „stop-and-go") üzemmódban [5, 6].

A 10 W/50 olajok előreláthatólag hosszabb távon is megoldanák a korszerű motorok által a kenőolajjal szemben támasztott követelményeket. Ezért érthető, hogy egyre inkább az érdeklődés középpontjába kerül ezen olajok előállításának kérdése. (Megjegyezzük, hogy általában vitatják, indokolt lehet-e a magyar időjárási viszonyok között ilyen széles viszkozitástartományú multigrade olajok használata. Véleményünk szerint részben az egyre bővülő nemzetközi kapcsolatok, részben pedig az a körülmény, hogy a kenőolajgyártásnak mindenkor igazodnia kell az autógyártó cégek igényeihez, hazánkban is szükségessé teszik e kérdés tanulmányozását.)

A 10 W/50 minőség biztosítása azonban a szokásos alapolajokkal és polimer adalékokkal számos nehézséget okoz. A kis hidegviszkozitás csak nagy párolgási veszteségű olajjal biztosítható, ami az olajfogyasztás jelentős növekedését eredményezi. A megfelelő nagy hőfokú viszkozitás pedig a szokásosnál magasabb polimerkoncentrációt igényel, s ezzel fokozott mér-

1. táblázat

Adalékolt algyői kenőolaj-finomítványok

A minta jele	Alapolaj	Reonit M s%	$V/210$ cSt	$V/0$ cP	VI_E	$V/180_0$ cSt
1.	A	0	5,28	1360	99	1,58
2.	A	2	6,48	1330	136	1,96
3.	A	5	8,78	1360	179	2,69
4.	A	8	11,56	1420	202	3,52
5.	A	12	16,06	1510	222	4,84
6.	B	0	9,46	5750	97	2,34
7.	B	2	11,42	5860	119	2,86
8.	B	5	14,80	6200	145	3,74
9.	B	8	18,80	6320	166	4,74
10.	B	12	25,31	6800	186	6,31

tékben jelentkezik a motorolaj mechanikai stabilitásának kérdése.

Az *1. táblázatban* algyői eredetű, oldószeres finomítással, paraffinmentesítéssel és utóhidrogénezéssel előállított közép- (*A* alapolaj) és nehézolaj-finomítványok (*B* alapolaj) adalékolásával nyert kompozíciók viszkozimetriás adatait ismertetjük. Adalékként Reonit M kereskedelmi nevű polialkilmetakrilát adalékot használtunk. A polimerkoncentráció mindenütt a kereskedelmi termékre vonatkozik, mely mintegy 50 s% kozmetikai vazelinolajat tartalmaz. A táblázatban a SAE-fokozat szerinti besorolás alapját képező, 98,9 C°-on mért kinematikai és a −17,8 C°-on Cold Cranking Simulator-ral mért dinamikai viszkozitás mellett feltüntettük a kiterjesztett viszkozitási indexet (ASTM D 2270), továbbá a *Walther*-egyenlet alapján extrapolált 180 C°-os kinematikai viszkozitást is. Megjegyezzük, hogy a *Walther*-egyenlet ilyen széles hőfokintervallumban való alkalmazásától csak közelítő pontosság várható, így az utóbbi adatok csak összehasonlításra alkalmasak.

Az adatokból kitűnik, hogy a középolaj-finomítvány 12 s% polimertartalomnál még nem éri el az SAE 50 fokozat viszkozitástartományának alsó határát. Bár 12% fölötti polimerkoncentrációnál várhatóan előállítható 10 W/50 multigrade olaj is, azonban ez a magas polimertartalom miatt gyenge mechanikai stabilitású, így nem fokozattartó olaj. Másrészt az alapolaj illékonysága is magas; a *Noack* szerinti párolgási veszteség (MSZ 11 714—69) értéke 16,8 s%, ami meghaladja a motorolajok esetében még elfogadhatónak tartott 15%-os értéket.

A nehézolaj-finomítvány párolgási vesztesége jó (3,5 s%), belőle azonban a 10 W minőség nem állítható elő, sőt az ebből nyert 20 W/50 olaj hidegviszkozitása 5000 cP fölött van, így az európai motoroknál már −17,8 C°-on sem indítóképes.

A táblázat adatai szemléletesen érzékeltetik azokat a nehézségeket, amelyek a 10 W/50 több fokozatú motorolajok előállításnál fellépnek. A nehézségeket új alapolajok és új polimer adalékok alkalmazásával igyekeznek megoldani.

Részben szintetikus több fokozatú olajok

A jó viszkozitás-hőmérséklet karakterisztikájú motorolajok előállításának egyik lehetősége a szintetikus alapolajok felhasználása. Napjainkban egyre több szintetikus termék jelenik meg a motorolajpiacon [7, 8]. Áruk azonban magasabb az ásványi olajokénál, elsősorban ásványi olajokkal elegyítve használhatók gazdaságosan. Az ilyen, ún. részben szintetikus olajok szintetikus komponenseként az észterolajok alkalmazhatók a legelőnyösebben. Ezek ásványi olajokkal korlátlanul elegyíthetők, és amellett, hogy számos kedvező kenéstechnikai tulajdonságot egyesítenek magukban, már elterjedten alkalmazzák őket a sugárhajtású repülőgépek kenési rendszerében, így megfelelő gyártási kapacitás áll rendelkezésre [9, 10].

Az ásványi és észterolajok keverésével előállított motorolajoknak a következő előnyeik vannak a tisztán kőolaj alapú kompozíciókkal szemben:

Az észter jelentősen csökkenti a motorolaj hidegviszkozitását, s ezzel javítja a hidegindítási viszonyokat. Mivel az észter illékonysága kisebb, mint a 98,9 C°-on azonos viszkozitású ásványi olajé, a kenőolaj párolgási vesztesége is csökken. Ehhez járul az a körülmény, hogy az észter olyan nagymértékű hidegviszkozitás-csökkenést okoz, ami a szokásos több fokozatú motorolajalapoknál lényegesen magasabb viszkozitású (s így kisebb illékonyságú) ásványolaj-komponens felhasználását is megengedi. Ez egyszersmind lehetővé teszi a viszkozitást és viszkozitási indexet növelő polimer adalék koncentrációjának bizonyos mértékű csökkentését is, ami kedvezőbb mechanikai stabilitást eredményez.

Az észterolajat tartalmazó részben szintetikus olajok használatának mindössze egyetlen hátránya van: az észterolajnak az ásványi olajhoz képest magasabb ára. Ezt azonban a kenőolaj használati értékének növekedése kompenzálhatja. (Megjegyzendő, hogy a részben szintetikus olajok adalékolása esetenként eltér a hagyományostól, ennek azonban általában nincs költségnövelő hatása.)

Vizsgálataink során tanulmányoztuk Reonit M adalékkal adalékolt, 40 s% észtert tartalmazó algyői nehézolaj-finomítvány viszkozimetriás tulajdonságait. Két észterolajat alkalmaztunk: di-2-etilhexil-szebacátot (a továbbiakban DOS), mely a CIBA—*Geigy* cég „Reolube DOS" kereskedelmi nevű terméke, továbbá a $\alpha-\omega$-dekándikarbonsavnak 2-etilhexanollal képzett diészterét (a továbbiakban DOD), mely laboratóriumi termék volt. A két észterolaj főbb jellemzőit

2. táblázat

Észterolajok jellemzői

	DOS	DOD
$V/210$, cSt	3,31	3,80
$V/100$, cSt	12,70	15,24
VI_E	149	159
Dermedéspont, C°	< −65	−61
Párolgási veszteség (*Noack*), s%	12,3	11,2

a *2. táblázat* ismerteti. Mindkettőnek lényegesen jobb a viszkozitás—hőmérséklet karakterisztikája, mint az ásványi olajoké, amit a viszkozitási index magasabb értéke mutat. Párolgási veszteségük jóval kisebb, mint a 98,9 C°-on azonos viszkozitású ásványi olajoké. Kitűnnek mély dermedéspontjukkal is.

A *3. táblázatban* foglaltuk össze a részben szintetikus kompozíciók viszkozimetriás adatait, és feltüntettük a polimert nem tartalmazó alapolajok párolgási

3. táblázat

Adalékolt, részben szintetikus és ásványi kenőolajok viszkozimetriás adatai

A minta jele	Alapolaj	Reonit M s%	V/210 cSt	V/O cP	VI_E	$V/180_e$ cSt	Noack s%
11.	C	0	5,66	980	130	1,76	6,4
12.	C	12	19,14	1340	234	5,75	
13.	D	0	6,24	1190	125	1,87	6,2
14.	D	12	20,38	1720	224	5,97	
15.	E	0	6,03	2090	98	1,72	12,9
16.	E	12	18,22	2430	210	5,20	

4. táblázat

Egységnyi polimerkoncentrációra eső százalékos viszkozitásnövekedés

A minta jele	VN/210 %	VN/100 %	$\frac{VN/210}{VN/100}$
10.	13,96	9,19	1,518
16.	16,85	12,16	1,386
12.	19,85	16,75	1,185
14.	18,88	15,69	1,203
DOS+12 s% Reonit M	24,55	25,30	0,970
DOD+12 s% Reonit M	24,43	24,93	0,980

veszteségét is. E kompozíciók észtertartalma minden esetben 40 s% volt, a *C* jelű minták DOS-t a *D* jelűek DOD-t tartalmaznak. Ugyanebben a táblázatban tüntettük fel az *1. táblázatban* ismertetett algyői közép- és nehézolaj-finomítványból kevert, a DOD-tartalmú alapolajjal csaknem azonos, 98,9 C°-os viszkozitású keverék megfelelő adatait is (*E* alapolaj).

A táblázat adataiból látható, hogy bár az ásványi olajból is előállítható a 10 W/50 minőség (eltekintve a −17,8 C°-os viszkozitáshatár kis túllépésétől), a részben szintetikus kompozíció jóval nagyobb biztonsággal teszi lehetővé annak előállítását. (A mechanikai-stabilitás-vizsgálat pedig azt is megmutatja, hogy az ásványi olajból nyert kompozíció nem fokozattartó.)

Mint a *3. táblázat* adataiból látható, a polimer — azonos koncentrációban — lényegesen nagyobb mértékben növeli a részben szintetikus alapolaj viszkozitását, mint a 98,9 C°-on azonos viszkozitású ásványi olajét. A viszkozitási indexet növelő polimer adalék anyagok hatásmechanizmusa jelenlegi ismereteink szerint a polimer molekula hőmérséklet-változás hatására bekövetkező alakváltozásán alapul. Viszonylag rossz oldószerben (amilyen az ásványi olaj kisebb hőmérsékleten) a polimer molekulák kevéssé szolvatált állapotban tömör köteget képeznek, s ekkor relatíve csak kis mértékben növelik meg az oldószer viszkozitását. Jó oldószerben (ilyen az ásványi olaj nagyobb hőmérsékleten) a molekulák erősen szolvatálva, kinyúlt állapotban vannak az oldószerben, s e konfigurációban viszonylag nagyobb mértékben növelik az oldószer viszkozitását [11]. A viszkozitási indexet javító hatása így elsősorban attól függ, milyen mértékben változik az olaj oldóképessége a viszkozitási index két referencia-hőfoka (37,8 és 98,9 C°) között.

Az a körülmény, hogy a polimer nagyobb mértékben növeli a részben szintetikus alapolaj viszkozitását, mint az ásványi olajét, arra enged következtetni, hogy az észter növeli a kompozíció polimeroldó képességét. Ezt szemlélteti a *4. táblázat*, ahol feltüntettük az ásványi, részben szintetikus és szintetikus olajokban az egységnyi polimerkoncentrációra eső százalékos viszkozitásnövekedés értékeit. Ennek definíció-egyenlete:

$$VN = \frac{V_1 - V_0}{V_0 C} \cdot 100, \ (\%).$$

A százalékos viszkozitásnövekedés értéke lényegesen emelkedik az észterolaj hatására. Különösen kifejezett ez a 37,8 C°-os viszkozitás növekedésében, azaz az észter elsősorban kisebb hőmérsékleten oldja jobban a polimert az ásványi olajnál. Ez egyébként értható, hiszen nagyobb hőmérsékleten az ásványi olaj oldóképessége is jó.

A tiszta észterolajra a százalékos viszkozitásnövekedés értéke 98,9 és 37,8 C°-on csaknem azonos, ami arra utal, hogy az észter polimeroldó képessége e hőfokintervallumban kevéssé változik. A 98,9 és 37,8 C°-on mért százalékos viszkozitásnövekedés értékének hányadosa jellemző az adott polimernek az illető oldószerben kifejtett viszkozitási index növelő hatására. Ha a hányados nagy, ez azt jelenti, hogy az oldószer oldóképessége ebben a hőfokintervallumban lényegesen változik, így a polimer ebben az oldószerben nagyobb mértékben növeli a viszkozitási indexet. A tiszta észtereknél e hányados értéke 1 körül van, és az észtertartalom a részben szintetikus kompozíciókban csökkenti e hányados értékét a tiszta ásványi olajokhoz képest. Ilyen szempontból az észterek kedvezőtlen hatásúnak tűnhetnek. Azonban eleve magas viszkozitási indexük miatt a részben szintetikus kompozíciók viszkozitás—hőmérséklet karakterisztikáját még akkor is javítják, ha egyébként csökkentik az ásványi olaj polimeroldó képességének 98,9 és 37,8 C° közötti változását.

A kompozíciók mechanikai stabilitása

A több fokozatú olajjal szemben alapvető követelmény, hogy fokozattartó legyen, azaz mechanikai igénybevétel hatására viszkozitása ne csökkenjen az adott SAE-fokozat alsó határa alá. Az *5. táblázatban* foglaltuk össze a 12 s% Reonit M adalékot tartalmazó minták mechanikaistabilitás-vizsgálatának eredményeit. A vizsgálatot *Friedmann—Mayer*-féle *Diesel*-adagolószivattyúval végeztük, 120 at porlasztónyomás mellett, 25 C°-on, 50-es ciklusszámmal.

5. táblázat

Mechanikaistabilitás-vizsgálat eredményei

A minta jele	V/210 cSt	$V/180_e$ cSt	ΔVI_E cSt	ΔLI_E	SSI/210 %
5.	13,00	3,98	3,06	9	28,39
10.	20,62	5,16	4,69	14	29,59
16.	14,76	4,28	3,46	10	28,38
12.	17,02	5,13	2,12	7	15,73
14.	18,17	5,29	2,21	7	15,63

A mechanikai igénybevétel hatására bekövetkező viszkozitáscsökkenés abszolút értéke az ásványi olajoknál csaknem kétszerese a részben szintetikus kompozíciók viszkozitáscsökkenésének. A táblázatban fel-

tüntettük a mechanikai stabilitásra jellemző nyírásstabilitási indexet is, amelynek definícióegyenlete:

$$SSI = \frac{V_1 - V_2}{V_1 - V_0} \cdot 100, \quad (\%).$$

A nyírásstabilitási index számértéke a három, különböző viszkozitású ásványi olaj esetén csaknem azonos, és jóval nagyobb, mint az észterolajat is tartalmazó keverékeknél. Ez a részben szintetikus kompozíciók nagyobb mechanikai stabilitása mellett tanúskodik.

Az 5. számú minta viszkozitása, mely eredetileg a SAE 40 fokozat felső határának (16,8 cSt) közelében volt, az alsó határra esett. A 10. számú minta viszkozitáscsökkenésének abszolút értéke is közel van a SAE 50 fokozat 5,9 cSt-os (16,8—22,7) viszkozitásintervallumához: a nnak79,5 %-a. A 16. számú minta, mely — eltekintve a −17,8 C°-os viszkozitáshatár kis túllépésétől — megfelelt a SAE 10 W/50 minőségnek, a mechanikai igénybevétel során 10 W/40 olajjá degradálódott. (Itt jegyezzük meg, hogy a Cold Cranking Simulator-ral mért hidegviszkozitás nem változik számottevően a nyírás hatására.)

Az észterolajat tartalmazó 12., illetve 14. számú kompozíciók viszkozitáscsökkenésének abszolút értéke ugyanakkor mindössze 36, illetve 37,5 %-a a SAE 50 fokozatnak megfelelő viszkozitástartománynak, s e minták a mechanikaistabilitás-vizsgálat után is kielégítik a 10 W/50 minőséget. A részben szintetikus kompozíciók mechanikai stabilitása tehát kedvezőbb, mint az ásványi olajoké. A nyírás hatására bekövetkező viszkozitás- és viszkozitásiindex-csökkenés egyaránt kisebb. A részben szintetikus olajok előnyét mutatja a 180 C°-ra extrapolált viszkozitás értéke is: ezek a mechanikai igénybevétel után is biztosítják a nagy hőfokon kielégítő kenéshez szükséges viszkozitást.

Arra vonatkozólag, hogy az alapolaj kémiai természete befolyásolja-e a polimer adalékok mechanikai stabilitását, elég kevés — és csak ásványi olajokra vonatkozó — adat van az irodalomban, s ezek is a vélemények megosztottságát tükrözik [12, 13, 14]. Bár az észter hatására megváltozott oldóképesség módosíthatja a polimermolekulák orientációját a nyírás során, s ezen keresztül befolyásolhatja a degradáció mértékét, ez legfeljebb részben magyarázhatja az észtertartalmú kompozíciók jobb mechanikai stabilitását. Valószínűbb, hogy a molekulák tényleges degradációja az ásványi és részben szintetikus olajban majdnem azonos, és az oldóképességben fennálló különbségek okozzák azt, hogy a polimermolekulák csaknem azonos mértékű lebomlása az ásványi olajban lényegesen nagyobb viszkozitáscsökkenést okoz, mint az észtertartalmú kompozícióban.

A vizsgálatok eredményeiből megállapítható, hogy megfelelően választott észterolaj bekeverésével nehézség nélkül előállítható fokozattartó 10 W/50 multigrade olaj. Az észter a hidegviszkozitás csökkentésével lehetővé teszi nagyobb viszkozitású ásványi olajok használatát, ami csökkenti az olaj párolgási veszteségét. Emellett a polimer oldódási viszonyainak megváltoztatásával számottevően javítja az adalékolt olaj mechanikai stabilitását.

*

Kísérleteimet ösztöndíjas aspiránsként a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszékén végeztem.

JELÖLÉSEK

$V/210$	kinematikai viszkozitás 98,9 C°-on,	cSt
$V/0$	dinamikai viszkozitás −17,8 C°-on,	cP
$V/180_e$	extrapolált kinematikai viszkozitás 180 C°-on,	cSt
VI_E	kiterjesztett viszkozitási index,	ASTM D 2270
$VN/210$, $VN/100$	egységnyi polimerkoncentrációra eső százalékos viszkozitásnövekedés 98,9, ill. 37,8 C°-on,	%
ΔV	nyírás hatására bekövetkező viszkozitáscsökkenés,	cSt
ΔVI_E	nyírás hatására bekövetkező viszkozitásiindex-csökkenés	
$SSI/210$	nyírásstabilitási index 98,9 C°-on,	%
V_0	az alapolaj kinematikai viszkozitása,	cSt
V_1	az adalékolt olaj kinematikai viszkozitása,	cSt
V_2	az adalékolt olaj kinematikai viszkozitása nyírás után,	cSt
c	polimerkoncentráció,	s %

IRODALOM

[1] *Imparato, L.—Berti, F.—Mancini, G.—Pusateri, G.:* Impiego dei lubrificanti sintetici negli oli motore multigradi. Giornale dell' ATA **27** 481—90 (1974).

[2] *Behling, R. D.—Eberan-Eberhorst, C. G. A.—Pike, W. C.:* Advances in theory and practice of utilisation of engine lubricants. Review Papers (Preprint of the 9th WPC) RP *13* (1975).

[3] *Rumpf, K. K.:* Teilsynthetische Hochleistungsmotorenöle. Erdöl u. Kohle **23** 736—41 (1970).

[4] *Boschma, L. G.:* Lubricants for future automotive engines. Chem. Eng. Progr. **63** *5* 99—102 (1967).

[5] *Denis, J.—Levrague, J. C.—Parc, G.:* Huiles multigrades améliorées a partir de bases hydroraffinées de haut index de viscosité. R. IFP **24** 1225—50 (1969).

[6] *Peeken, H.:* Schmierstoffe und Schmierung. Erdöl u. Kohle **21** 8—11 (1968).

[7] National fuels and lubricants meeting at Houston. Ind. Lubr. a. Trib. **27** *1* 23 (1975).

[8] Synthetic engine oils outperform conventional oils. Automotive Engineering **82** *3* 34—9 (1974).

[9] *Morris, G. J.—Snyder, C. E.:* Advanced designing with synthetic lubricants. Mechanical Engineering *11* 33—5 (1970).

[10] *Pauer, O.:* Neue Erkenntnisse über das Tieftemperaturverhalten von Schmierstoffen. Schmiertechnik **15** 139—46 (1968).

[11] *Zisman, W. A.:* Present problems and future trends in lubrication. Ind. Eng. Chem. **45** 1406—14 (1953).

[12] *Crail, I. R. H.—Neville, A. L.:* The mechanical shear stability of polymeric VI improvers. J. Inst. Pet. **55** *542* 100—8 (1969).

[13] *LeMar, R. L.:* Prediction of shear stability of fluids used in hydropneumatic recoil systems. Lubrication Engineering **24** 409—15 (1968).

[14] *Mackenzie, K.—Jemmett, A. E.:* Polymer shear stability. Wear **17** 389—98 (1971).

Spektrofotométer a minőség ellenőrzésében

KLÁRIS LÁSZLÓ—
NAGYNÉ ZENGŐ LÍVIA

A közlemény az ÁFOR-on belül az ásványolajtermékek forgalmazása és szállítása során felmerült két probléma megoldásával foglalkozik; az Arol 2T-benzinkeverék keverési arányának és a vegyipari benzin gázolaj-szennyezettségének mennyiségi meghatározásával.

Mindkét kidolgozott analitikai eljárás esetén a vizsgálati minta közvetlen spektrofotometriás mérése megvalósítható.

A vizsgálati módszerek kifejlesztését egyrészt már meglevő, de viszonylag hosszadalmas és pontatlan vizsgálati eljárás meggyorsítása és pontosítása indokolta, másrészt egy új termék minőségének gyors megállapítása tette szükségessé. Mindkét módszer alkalmazása csaknem egyéves múltra tekint vissza az ÁFOR kísérleti laboratóriumában. A szerzett tapasztalatok alapján a mérési eljárások felhasználásával az eredmények pontossága megnőtt, a vizsgálatokhoz szükséges idő jelentősen csökkent, a vizsgálati eljárás maga pedig lényegesen egyszerűbb a korábban használtaknál.

Ha az elmúlt évtizedek szakirodalmát tanulmányozzuk, láthatjuk, hogy az analitikai kémia forradalmi átalakuláson ment és megy keresztül. Ezt az átalakulást két szakaszra oszthatjuk. Egyrészt a fizikai kémiai tulajdonságok nyomon követése alapján műszeres meghatározások elvégzésére nyílt lehetőség: ennek megfelelően az analitikai műszerpark hatalmas minőségi és mennyiségi növekedése következett be. Másrészt újabban a mind bonyolultabbá váló mérési technikák megvalósíthatóságának biztosítására, illetve a mérési eredmények megfelelő interpretálására számítástechnikai és műszeres analitikai berendezésekből felépülő komplex analitikai rendszerek kidolgozásának és alkalmazásának folyamata indult meg.

A hazai analitikai gyakorlatot ismerők számára az is nyilvánvaló, hogy a kis laboratóriumi mérőeszközök alkalmazására hosszú ideig szükség lesz az előzőekben említett analitikai rendszerek mellett. Továbbá megállapítható, hogy a kisműszeres analitikai eljárások lehetőségei korántsincsenek kihasználva kellő mértékben a hazai gyakorlatban. Ennek illusztrálására elég csak azt megemlítenünk, hogy a szabványvizsgálatok nagy része a klasszikus analitikai mérőeljárásokon alapszik.

A közleményben beszámolunk kísérleti munkánkról, mely néhány újonnan felmerülő probléma megoldására irányult.

Elöljáróban azonban meg kell jegyeznünk, hogy vállalatunk az ásványolajtermékek forgalmazásával foglalkozik, és a forgalmazás kapcsán merültek fel azok az analitikai kérdések, amelyekre eljárást dolgoztunk ki. Ennek megfelelően lényeges volt, hogy olyan analitikai eljárásokat vezessünk be a gyakorlatba, melyek nemcsak az ÁFOR kísérleti vagy meó-laboratóriumaiban, hanem a nagyszámú, egymástól nagy távolságban elhelyezkedő ellenőrzési pontokat felkereső mozgó laboratóriumban is elvégezhetők legyenek.

A mérési eljárások kidolgozásakor minden esetben szem előtt tartottuk, hogy olyan módszereket alkalmazzunk, amelyek segítségével a lehető legrövidebb időn belül biztos döntést hozhatunk.

Az itt ismertetni kívánt, munkánk során kidolgozott két analitikai eljárás közül az első az Arol 2T—benzin keverék keverési arányának, a második a vegyipari benzin gázolajtartalmának meghatározása. Mindkét vizsgálatot spektrofotometriás mérési módszerrel végeztük. Vizsgálatainkhoz az UV és látható fény tartományában is működő MOM 201 típusú spektrofotométert használtuk.

Jól ismert, hogy a zárt ciklusú kenéssel nem rendelkező kétütemű motorok üzemanyagában a dugattyúút kenésének biztosítására a járműtípusoknak megfelelően, különböző mennyiségű olajat adagolnak.

A kétütemű motorok üzemanyagában olajkomponensként az Arol 2T motorolaj használatos, mely az ÁFOR kezelésében levő kútoszlopokon keresztül kerül forgalomba. A kútoszlopokon a kívánt mértékű olaj—benzin keverési arány beállítható.

A vállalaton belüli rendszeres minőségi ellenőrzés, illetve a reklamációkkal kapcsolatos vizsgálatok esetén gyakran előforduló probléma a benzinben levő Arol 2T mennyiségi meghatározása.

A benzinek Arol 2T olajtartalmának meghatározására hosszadalmas, nagy mintamennyiséget igénylő mérőeljárást alkalmazunk meó-laboratóriumunkban, amely szabványos körülmények között végzett lepárláson alapszik (MSZ 11 737—70). Az olajtartalomra a lepárlási maradék mennyiségének mérése alapján következtetnek. A módszer hátránya, hogy a tiszta benzin bepárlási maradékát csak becsülni lehet, így az szisztematikus hibát visz a minősítésbe.

A műszeres úton végzett módszer elve a következő: a látható fény 360—550 nm hullámhossztartományában vizsgálva a keverék spektrumát, néhány jellemző hullámhosszértékhez jutunk. Az egyiket az E—86 benzin piros színű színezéke 500—520 nm hullámhossztartományban levő adszorpciós maximuma adja, a másodikat pedig a 400 nm hullámhossznál a háromgyűrűs aromás vegyületek adják. A három- és több gyűrűs aromásokat az Arol 2T—benzinkeverékekben csak az olajkomponens tartalmazza. Az E—86-os benzin színezékének 400 nm hullámhossznál interferáló hatása nincsen. Az olajkomponens mennyiségi meghatározása esetén azonban lényeges az olajkomponens összetételbeli állandósága.

Különböző időszakokból származó Arol 2T mintákat vizsgáltunk összetételbeli állandóság szempontjából. A mintegy kétéves időtartam alatt forgalmazott Arol 2T mintákat megvizsgáltuk, s azokból különböző arányú benzin—olaj keverékeket készítettünk. A mé-

1. táblázat

Különböző Arol 2T-ből készült benzin—Arol 2T keverékek összehasonlító vizsgálatának adatai

Minta jele	E_{400}	Műszerrel	Lepárlási próba alapján
		mért keverési arány	
245	0,420	1:51	1:49
249	0,050	—	—
250	0,065	—	—
Drávavölgyi	0,670	1:33	1:34
Füzesabony V/72	0,680	1:32	1:34
Nagykőrös I/10	1,02	1:20	1:19
Kőbányai út	0,560	1:42	1:41

rési eredmények szerint az Arol 2T összetétele nem változott.

Az *1. táblázat* különböző Arol 2T-ből készült benzin—Arol 2T keverékek vizsgálati eredményeit tartalmazza, melyeket a hagyományos lepárlási próba és műszeres vizsgálatok alapján kaptunk.

A vizsgált minták szennyeződéseket nem tartalmaztak, a két módszer között jó az egyezés.

A vizsgálati eredményeket összevetve tehát a kívánalmaknak megfelelő pontossággal mérhető mindkét módszerrel a keverék Arol 2T-tartalma.

Gyakran felmerülő kérdés azonban, hogy a keverék olajtartalma Arol 2T eredetű-e? Ez a klasszikus desztillációs mérőmódszerrel nem dönthető el, mivel mind az Arol 2T, mind a gázolaj a benzinnél magasabb lepárlási frakcióba tartozik.

Megvizsgáltuk azt, hogyha a keverék gázolajjal szennyezett, alkalmazható-e a kidolgozott módszer az Arol 2T-tartalom meghatározására, vagyis megvizsgáltuk, hogy a keverék esetleges gázolaj-szennyezettsége mennyire zavarja az Arol 2T mennyiségi meghatározását.

Gázolajjal szennyezett Arol 2T-ből készült benzin—Arol 2T keverék keverési arányának vizsgálatára irányuló kísérleteinkhez 1:33 arányú modellkeverékeket készítettünk, melyekben az Arol 2T mennyiségének egy részét gázolajjal helyettesítettük. A mérések eredményei a *2. táblázatban* tekinthetők át.

A vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy az Arol 2T-ből készült keverékek keverési arányát meghatározó spektrofotometriás módszer jól alkalmazható az ellenőrző analitikai gyakorlatban.

A módszer egyszerűsége és gyorsasága mellett a desztilláción alapuló módszerrel szemben az az előnye is megvan, hogy gázolajjal szennyezett keverékek esetében is alkalmazható, továbbá a bizonytalan mennyiségű lepárlási maradék becslése által bevitt szisztematikus hiba nem rontja a módszer pontosságát.

A második probléma a nemzetgazdaságilag fontos „olefinprogrammal" kapcsolatos, nevezetesen a vegyipari benzin szennyezettségének vizsgálatára kidolgozott spektrofotometriás eljárás.

A probléma onnan adódik, hogy a finomítóban előállított, az előírásoknak megfelelő tisztaságú vegyipari benzin a szállítás során szennyeződhet. A szállítási adottságokból eredően ez a szennyeződés legtöbb esetben gázolajjal történő keveredés következtében jön létre. Szükséges volt olyan gyors vizsgálati módszer kidolgozása, amelynek segítségével a tizedszázaléknyi nagyságrendben előforduló gázolaj-szennyeződés is kielégítő pontossággal meghatározható.

A mozgó laboratóriumban használatos desztilláción alapuló vizsgálati eljárás igen kis mennyiségben jelenlevő szennyeződés meghatározására csak rendkívül durva becsléssel ad lehetőséget.

Ennek illusztrálására a *3. táblázat* adatai alkalmasak; a táblázat különböző gázolajtartalmú vegyipari benzin és tiszta vegyipari benzin lepárlási próba alapján és spektrofotometriás úton kapott mérési eredményeit tünteti fel.

Látható, hogy a viszonylag nagy gázolajtartalom esetében is a gázolajat nem tartalmazó vegyipari benzin jellemzőitől az eltérés nem jelentős, illetve az eltérések alapján pontos mérésekre nem kínálkozik lehetőség az 1% alatti gázolajtartalom-tartományban. Spektrofotometriás mérés során a 0,3% feletti gáz-

2. táblázat

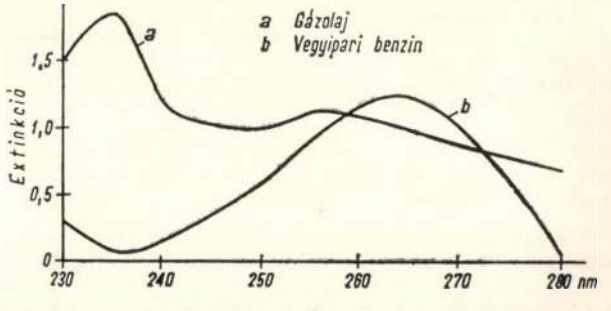
Szennyezett benzin—Arol 2T keverék vizsgálata

Névleges keverési arány	Tényleges keverési arány	Műszerrel	Lepárlási próba alapján
		mért keverési arány	
1:33	1:33	1:33	1:34
11% gázolajtart. Arol 2T-ből készült 1:33 arányú keverék	1:37	1:36	1:36
11% gázolajtart. Arol 2T-ből készült 1:33 arányú keverék	1:37	1:36,2	1:34
22% gázolajtart. Arol 2T-ből készült 1:33 arányú keverék	1:42,5	1:40,6	1:35
22% gázolajtart. Arol 2T-ből készült 1:33 arányú keverék	1:42,5	1:41	1:33

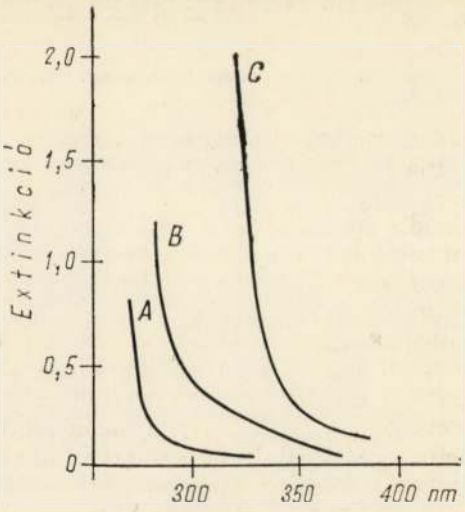
3. táblázat

Tiszta és szennyezett vegyipari benzin vizsgálati eredményei

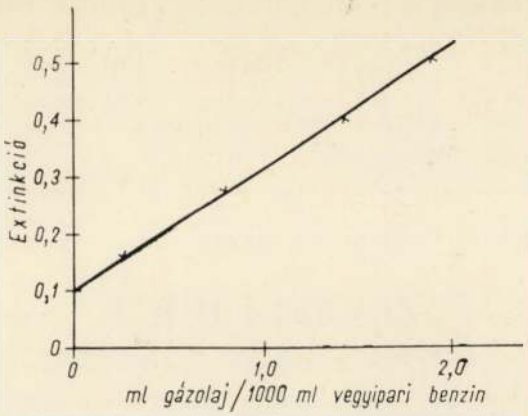
Jellemzők	Vegyipari benzin	Vegyipari benzin +0,3% gázolaj	Vegyipari benzin +1% gázolaj
90 tf% átdeszt., C°	154	156	157
95 tf% átdeszt., C°	167	168	173
Végforrpont, C°	176	183	192
Maradék, tf%	0,6	0,9	1,3
Spektrofotometriás gázolajtart., tf%	0,00	0,295	0,993



1. ábra
Gázolaj és vegyipari benzin spektruma 230—380 nm tartományban



2. ábra
Gázolaj és vegyipari benzin spektruma 270—370 nm tartományban



3. ábra
Gázolajjal szennyezett vegyipari benzin extinkció-koncentráció összefüggése

olajtartalom esetében a mérendő mintát hígítani kell, vagy a követta rétegvastagságát kell csökkenteni.

A meghatározás gyorsaságának és pontosságának növelése érdekében dolgoztuk ki a spektrofotometriás módszert. A vegyipari benzin és a gázolaj spektrumát két lépésben vizsgáltuk az ultraibolya-tartományban. A hígításhoz és referenciaként izooktánt alkalmaztunk.

Vizsgáltuk az ezerszeresére hígított gázolaj és a 10-szeresére hígított vegyipari benzin abszorpcióját a 230—280 nm hullámhossztartományban. Gázolaj esetén 235 nm-en tapasztaltunk elnyelési maximumot, míg vegyipari benzin esetén 265 nm-en *(1. ábra)*.

A vegyipari benzin és a gázolaj spektrumát ultraibolya-tartományban tovább vizsgáltuk 270—370 nm között *(2. ábra)*.

A „B" görbe a tiszta vegyipari benzin, az „A" görbe izooktánnal tízszeresére hígított vegyipari benzin, a „C" görbe pedig az izooktánnal 100-szorosára hígított gázolaj abszorpciós spektruma.

325 nm hullámhossz még alkalmasnak látszik arra, hogy a vegyipari benzinben igen kis koncentrációban jelenlevő gázolajat mennyiségileg mérni tudjuk.

Gázolajjal szennyezett vegyiparibenzin-minta oldatait vizsgáltuk izooktán összehasonlítóval szemben 0,06—0,16 tf%-os koncentrációtartományban *(3. ábra)*.

Vizsgálataink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a módszer alkalmas vegyipari benzin igen kis mértékű gázolaj-szennyezettségének mennyiségi kimutatására. Ezenfelül 4-5 ml anyagmennyiséggel a vizsgálat nem időigényes.

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Anyagmozgatás—Csomagolás** júniusi száma közli *Budaházy Gy.:* **Raktározási rendszerek tervezésére alkalmas szimulációs modell** c. közleményét. A modell célja, hogy a számítógép alkalmazása révén, a tervezés hatékonyságának növelésén kívül, megkímélje a tervezőt a variációk teljes körének kidolgozásától és tételes elemzésétől, lehetőséget és időt engedve a kiindulási feltételek pontos megfogalmazására. A modell a tárolási elemek egymásba épített láncolataként összegezi a raktározás technológiai megoldásainak variánsait, az azokhoz tartozó anyagmozgatási megoldásokkal együtt.

A **BKL Bányászat** májusi számában találjuk dr. *Asszonyi Cs.*—dr. *Richter R.:* **A kőzetek képlékenységi állapota és tönkremenetele** c. cikksorozata harmadik, befejező részét, mely a kőzetek tönkremenetelének határfeltételeivel foglalkozik. Vázlatosan áttekinti a klasszikus törési határfeltételeket, majd felírja az összes lehetséges energiafeltételt. A tanulmánysorozat az egységes kőzetmechanikai rendszer alapjait rakta le, amely az anyag mechanikai változásait végigköveti a rugalmas állapottól a képlékeny állapoton át a tönkremenetelig.

A **Földtani Kutatás 1.** számában *Szabó I.:* **Földtani kor és a kőzetfizikai jellemzők kapcsolata** címmel elemzi a különböző korú képződmények kőzetfizikai jellemzőit. Választ ad arra a kérdésre, hogy pusztán kőzetfizikai jellemzők alapján tudunk-e a rétegek korára következtetni, továbbá azonosíthatók-e a rétegek fizikai jellemzők alapján. — A folyóirat *3.* száma közli az Országos Földtani Ankét (Bp. 1976. március 29—31.) főbb elő adásait. Ezek közül ajánljuk olvasóinknak dr. *Simon P.:* **A földtani kutatás az iparfejlesztés szolgálatában;** dr. *Fülöp J.:* **Ásványi nyersanyagforrásaink kutatása a IV. és az V. ötéves tervidőszakban;** dr. *Bán Á.:* **Szénhidrogén-kutatásunk helyzete és feladatai;** *Seregi J.:* **A vállalati geológusok szerepe a távlati tervezés és a termelés vonatkozásában;** dr. *Bognár J.:* **Energiahordozók és ásványi nyersanyagok világgazdasági kérdései** c. írásait.

A **Korróziós Figyelő** *3.* számában *Bacskai A.—Hirsek I.:* **A roncsolásmentes falvastagság-ellenőrzés néhány kérdéséről** címmel csővezetékek, készülékek üzemmenet közbeni falvastagság-ellenőrzési módszereit ismertetik.

A **Magyar Geofizika** *3.* száma közli *Feir, G. D.:* **Számológéprendszer a geofizikai adatok értelmezése számára** c. cikkét, melyben szerző a kiértékelő geofizikusra háruló feladatok megoldásában jelentős segítséget nyújtó számolóberendezések új családját ismerteti. A berendezések basic english nyelv alkalmazásával programozhatók, és a memóriakapacitás megközelíti a kisebb számológépek memóriakapacitását.

A **Mérés és Automatika** májusi száma közli dr. *Telkes Z.:* **Szabályozók és végrehajtó szervek számítógépes folyamatirányító rendszerekben I.** tanulmányát: a számítógépes folyamatirányítási rendszerekben alkalmazott irányítástechnikai készülékek (érzékelő, szabályzó, végrehajtó) és a számítógép közötti kapcsolat megvalósíthatóságának módjait mutatva be.

A **Műanyag és Gumi** májusi számában jelent meg *Szabó I.* **PVC-szigetelésű kábelek tűz elleni védelme** c. cikke. A szerző áttekintést ad a PVC-szigetelésű villamos kábelek tűzveszélyességéről és a veszélyesség megítélési módszereiről. Bemutatja a kábelek tűz elleni védelmére kialakított átmeneti módszereket, majd vázolja a végleges megoldás lehetőségét.

Budapest, 1976. augusztus 30.

Csaba József

SZEMÉLYI HÍREK

Bélteky Lajos — aranyokleveles gépészmérnök

A Budapesti Műszaki Egyetem legutóbb tartott diplomakiosztó ünnepélyén *Bélteky Lajos* okl. gépészmérnök — Szakosztályunk Vízfúrási Szakcsoportjának agilis tagja — aranyoklevelet kapott. A félévszázadon át kifejtett értékes szakmai tevékenységéhez szívből gratulálunk!

B. B.

EGYESÜLETI HÍREK

Tagdíjfizetés — tagnyilvántartás

Egyesületünk tagnyilvántartójának kérésére ismertetjük az OMBKE Alapszabályának 5. § (3) pontját: „Azt a rendes tagot, aki egy fél éven át tagdíjfizetési kötelezettségének külön felhívás ellenére sem tesz eleget, az illetékes szakosztály vezetősége a tagok sorából törölheti. A törlésről az érintett személyt értesíteni kell. Ha a tagok sorából törölt személy egy éven belül visszavételét kéri, és az e közben eltelt időre tagdíját megfizeti, őt a szakosztály vezetősége folyamatos tagságának elismerésével az Egyesületbe visszaveheti."

Az OMBKE Titkársága

KÖNYVISMERTETÉS

MAYER-GÜRR, A.: **Petroleum Engineering.** *Ferdinand Enke* Publishers, Stuttgart, 1976. 208 oldal.

A Geology of Petroleum sorozat 3. köteteként megjelent zseb alakú könyvecske témaköre tulajdonképpen az amerikai szóhasználat szerint a rezervoármérnöki tudomány — Reservoir Engineering. Előszava szerint a szerző, Prof. Dr. *Alfred Mayer-Gürr,* akinek a *Grundfragen der Erdölförderung* című, 1944-ben megjelent kitűnő könyvét a magyar olajtermelés úttörői annak idején nagy haszonnal forgatták, e kis művét nem a rezervoármérnöki tudomány specialistái, hanem az olajbányászat dolgozói, érdeklődő belső és külső barátai, valamint fiatal hallgatók tájékoztatására szánta.

Úgy érezzük, hogy az effajta tájékoztatás igen nagy jelentőségű, mert a föld alatti „láthatatlan" tárolóban létesített termelőfolyamatok fizikai természetéről az olajbányászat dolgozóinak csupán a legszűkebb létszámú csoportja tájékozott, márpedig az olajbányászatnak mégiscsak a tároló a legfontosabb rendszere, a „méhe". A szűkebb és tágabb szakmai közvélemény formálásának az eszköze tehát a mű.

A könyv négy fő fejezete: *1.* a tároló; *2.* a fluidumok áramlása a tárolóban; *3.* a kút, mint a megfigyelés és a kitermelés szabályozásának az eszköze és *4.* az olaj- és gázmezők fejlesztése, bányászkifejezéssel a feltárása. Függelékében hasznos számpéldákat közöl az elmondottak hasznosítására. A mű a specialisták számára is hasznos.

A nagy témakört átfogó, de minden lényegesre kiterjedő könyv erénye a szabatosság és tömörség, a rendelkezésre állt terjedelem optimális kitöltése. A nagy gonddal összeállított ábraanyag pedig vizuális élmény.

A könyvnek kedves, s az egész magyar olajbányászatot megtisztelő magyar vonatkozása is van: a szerző művét *Binder Bélának,* a nyomásfenntartásos művelés egyik európai úttörőjének ajánlotta, aki *Mayer-Gürr* első könyvét — *1949-ben* — magyar nyelvre lefordította.

Gyulay Zoltán

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 290-020

SZEMÉLYI HÍREK

Köszöntjük a 80 éves Dr. Vendel Miklós akadémikust!

A magyar tudomány fellegvárában, a Magyar Tudományos Akadémián, egy osztályban — a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályában — tömörülnek e tudományágak legnagyobb kvalitású képviselői, mintegy bizonyítva a geológia és a bányászat szinte sorsszerű összetartozását. Mióta tudományosan megalapozott bányászat folyik égitestünkön, a bányász nem nélkülözheti az alapos ásványtani és földtani ismereteket, ám a geológus is csak akkor látja igazi értelmét kutatásának, ha az műre való nyersanyagkincset eredményezett.

Így hát minden igazi bányász kicsit geológus is, és minden vérbeli geológus egyben bányászati babérokra is vágyik.

A millennium évében született, s alig 28 évesen Sopronban főiskolai tanári katedrát kapott Dr. Vendel Miklós szemünk előtt vált kiváló mineralógusból a mind nagyobb összefüggéseket kereső és felismerő, az ásványtant, kőzettant átfogóan szintetizáló, hasznosítható telepeket felkutató — bányásszá.

Ha nem is tartoztunk legméltatlanabb tanítványai közé, mégsem merjük még csak megkísérelni sem, hogy szakmai munkásságát, a magyar és az egyetemes földtan tudományában elért — tudjuk — maradandó eredményeit méltassuk. A *Mente et malleo* jeligét választott, immár 128 éves Magyarhoni Földtani Társulat és ennek patinás folyóirata most is bizonyára méltó szavakat talál tiszteleti tagjának köszöntésére.

Mi csak szerényen oda óhajtunk sorakozni a nyolcvanadik életévét nemrég betöltött volt Professzorunkat ünneplők és tisztelők sorába, hogy elmondjuk: ha néha *kalapáccsal* súlykolta is belénk — érdekünkben — kedvenc tudományát, a szigorú számonkérő mögött mindig ott éreztük — a *lélek* melegét.

Ezt a melegséget szeretnénk tisztelettel visszasugározni a magyar olajbányászatban dolgozó minden volt tanítványa nevében, akik még sok, változatlanul termékeny és derűs évet kívánnak jó erőben Dr. Vendel Miklós akadémikusnak, az *alma mater* volt professzorának és immár atyai barátunknak!

B. B.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *З. Дьюлаи*, горный инж.—д-р *Ё. Алликвандер*, горный инж., канд. тех. наук—*А. Еш*, инж. механик: **Буряшаяся скважина как источник информации** ..... **Стр. 321**

В статье рассматриваются современные методы получения информации, необходимой для эффективной разведки и разработки извлекаемых запасов флюидов, далее приводится оценка информации, получаемой в результате измерений в бурящихся скважинах, промысловых геофизических исследований пород, слагающих стенки скважин и гидродинамических исследований скважин с целью определения их контуров питания.
Одновременно оконтуриваются возможности координации и интердисциплинарного (межпредметного) синтеза получаемой информации.

М. Сабо, инж.-нефтяник: **Пограничные линии проектирования конструкции скважин в районе Эндрёд** ..... **Стр. 330**

Условием проектирования глубокого бурения является знание давлений пор и разрыва пород. На основе информации, полученной до сих пор в результате проводки скважин в районе Эндрёд, в статье дается рекомендация по возможности определения пограничных линий проектирования конструкции скважин и по уточнению линии градиента разрыва пород. Согласно результатам промысловых исследований, проведенных для определения изменения с глубиной давления разрыва пород, т. е. коэффициента *Пуассона* установлено, что величина этого коэффициента зависит от развития пластов, но коррелируется и с глубиной. Операции по гидравлическому разрыву пласта, проводимые после разбуривания цементной пробки в башмаке, если они проводятся рационально, не оказывают вредного влияния на прочность на разрыв пород, поэтому они могут быть использованы для уточнения пограничной линии проектирования конструкции скважин, линии градиента разрыва пород.

Л. Погань, инж.-химик, инж.-экономист—*З. Варо*, экономист: **Роль подземного хранения природного раза в развитии газового хозяйства** ..... **Стр. 340**

В статье приводится краткий обзор результатов, достигнутых при изучении возможностей развития нефтегазовой промышленности, в т. ч. газовой, уделяя особое внимание вопросам подземного хранения газа. Намечаются также дальнейшие цели.

И. Месарош, инж.-химик: **Получение сырья для производства универсальных моторных масел с использованием эфирных масел** ..... **Стр. 343**

В сатье рассматривается возможность получения универсального масла SAE 10W/50 с использованием исходых, частично синтетических масел, содержащих эфирные масла. Эфир значительно снижает величину холодной вязкости частью синтетических композиций. Этим становится возможным применение минеральных масел с вязкостью, отличающейся от обычной, в результате которого снижаются потери испарения исходного масла. Частью синтетитетические масла обладают лучшей механической стабильностью, чем минеральные масла с одинаковым содержанием полимеров и одинаковой вязкостью.

Л. Кларии, инж.-нимик—д-р *Надьне, Ливия Зенгё*, инж.-химик: **Контроль качества нефтепродуктов спектрофотометром** ..... **Стр. 347**

В статье рассматривается решение двух проблем, возникших в организации АФОР при сбыте и транспортировке нефтепродуктов, а именно: определение отношений смешивания для бензина Арол 2Т и количественное определение загрязненности нафты газойлем.
Разработка методов исследования обосновывается с одной стороны требованием ускорения и уточнения уже имеющихся, но относительно длительных и неточных способов исследования, с другой стороны быстрого определения качества нового нефтепродукта. Указанные два метода применяются уже почти год в экспериментальном лаборатории АФОР. Опыт показал, что в результате применения указанных способов измерения точность результатов увеличилась и время, необходимое для проведения исследования значительно снизилось, а сам способ исследования стал значительно проще по сравнению с применявшимся до этого:

Dr.-Ing. *Zoltán Gyulay*—Dr.-Ing., Dr. h. c. *Ödön Alliquander*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Aladár Jesch;* **Das Bohrloch als Informationsquelle** .... **S. 321**

Es werden die dem gegenwärtigen Entwicklungsstand entsprechenden Methoden zur Bereitstellung von solchen Informationen dargestellt, die für eine optimale Erkundung und Gewinnung von flüssigen und gasförmigen Rohstoffen erforderlich sind.

Im einzelnen werden solche Methoden zur Informationsgewinnung diskutiert, die bei der Durchführung eines wissenschaftlich fundierten Bohrprozesses; im Rahmen geophysikalischer Bohrlochmessungen; bei hydrodynamischen Untersuchungen an Fördersonden angewandt werden.

Auf die Notwendigkeit einer komplexen Auswertung und einer interdisziplinären Synthese aller ermittelten Informationen wird nachdrücklich hingewiesen.

Dipl.-Ing. *Mátyás Szabó:* **Grenzlinien der Bohrlochkonstruktionsprojektierung im Raum Endrőd** ..... **S. 330**

Eine Bedingung der Projektierung von Tiefbohrungen ist die Kenntnis des Porendrucks und der Rissbildungsdrucklinien. Aufgrund von aus den im Raum Endrőd bisher niedergebrachten Bohrungen gesammelten Informationen macht der Beitrag einen Vorschlag zur Bestimmung der Grenzlinien der Bohrlochkonstruktionsprojektierung, bzw. zur Präzisierung der Rissbildungsgradientenlinie. Zwecks Bestimmung der Änderung des Rissbildungsdrucks, bzw. des *Poisson*schen Faktors in Abhängigkeit der Teufe wurden Feldsmessungen durchgeführt. Nach den Ergebnissen dieser Messungen hängt der Grösse des *Poisson*schen Faktors von der Gesteinsentwicklung ab, aber er kann auch mit der Teufe korreliert werden. Die nach dem Durchbohren des Futterrohrschuhes durchgeführten tatsächlichen Rissbildungsoperationen, falls die Rissbildung nachsichtig vorgenommen wird, beschädigen die Rissbildungsfestigkeit der Gesteine nicht. Deshalb sind sie zur Präzisierung der Grenzlinie der Bohrlochkonstruktionsprojektierung und der Gradientenlinie der Rissbildung geeignet.

Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *László Pogány*—Dipl.-Ökonom *Erzsébet Vágó:* **Über die Rolle der unterirdischen Gasspeicherung in der Entwicklung der Erdgaswirtschaft** ..... **S. 340**

Der Beitrag gibt auf dem Gebiet und in der Betrachtung der unterirdischen Gasspeicherung einen kurzen Überblick über die Ergebnisse, die im Laufe des Studiums der Kohlenwasserstoffindustrie und in konkreterer Form der vertikalen Erdgasindustrie erzielt wurden. Weitere Zielsetzungen werden durchblickt.

Dipl.-Ing. *Imre Mészáros:* **Herstellung mehrstufiger Motorenölbasen durch den Einsatz von Esterölen** ..... **S. 343**

Der Beitrag untersucht die Möglichkeiten der Herstellung des Öles SAE 10W/50 multigrade durch den Einsatz von Esteröl enthaltenden, z. T. synthetischen Grundölen. Der Ester mindert die Kaltviskosität der z. T. synthetischen Kompositionen beträchtlich. Dadurch wird die Anwendung von Mineralölen ermöglicht, die eine höhere Viskosität aufweisen als die üblichen, und so nimmt der Verdampfungsverlust des Grundöls ab. Die mechanische Stabilität z. T. synthetischer Öle ist besser, als die von Mineralölen gleichen Polymerengehalts und gleicher Viskosität.

Dipl.-Ing. *László Kláris*—Dipl.-Ing. Frau *Livia Nagy:* **Spektrophotometer in der Qualitätskontrolle** ..... **S. 347**

Der Beitrag behandelt die Lösung zweier Problemen, die sich beim Vertrieb und Transport von Erdölprodukten im Betrieb ÁFOR erhoben: eine quantitative Bestimmung des Mischverhältnisses des Benzingemisches Arol 2T und der Gasöl-Verunreinigung des Benzins für die Chemieindustrie.

Die Entwicklung der Prüfmethoden wurden einerseits durch die Beschleunigung und Präzisierung des bereits vorhandenen aber verhältnismässig langwierigen und ungenauen Prüfverfahrens, andererseits durch die schnelle Feststellung der Qualität eines neuen Produktes gerechtfertigt. Beide Methoden haben eine Vergangenheit von beinahe 1 Jahr im ÁFOR-Versuchslaboratorium. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen wurde durch Anwendung der Messverfahren die Genauigkeit der Resultate erhöht, und die für Prüfungen erforderliche Zeit bedeutend abgekürzt. Das Prüfverfahren selbst ist wesentlich einfacher als die früher angewandten.

Dr. *Zoltán Gyulay,* Mining Eng.—Dr., dr. h. c. *Ödön Alliquander,* Mining Eng., Candidate of Technical Sciences—*Aladár Jesch,* Mechanical Eng.: **The well as a source of informations** ..... **S. 321**

Analyzing methods available at the present level of science and technique of obtaining information about the reservoir system required for efficient prospecting and recovery of fluid reserves the study deals with the evaluation of information obtained by means of drilling log, on the rock mantle of boreholes using logging methods and by hydrodynamic survey of the reservoir system carried out through wells.

At the same time need of a co-ordination of obtaining information and of an interdisciplinal synthesis of information obtained are also outlined.

Mátyás Szabó, Petroleum Eng.: **Boundaries of bore-hole structure planning in the Endrőd region** ..... **p. 330**

A prerequisite of deep-well planning is the knowledge of pore pressure and fracturing pressure lines. Based on informations collected from wells drilled so far in the Endrőd region, a suggestion is made for determining the boundary lines of bore-hole structure planning, and/or for rendering fracturing gradient lines more accurate. According to field measurements carried out for determining the changes of fracturing pressure and/or of the *Poisson* factor as a function of depth and according to measurement results, the value of the *Poisson* factor depends on rock evolution but it also can be correlated with depth. The actual fracturing operations performed after having drilled through the casing shoe, in case fracturing is done damage the fracturing strength of the rocks, that is why they are suitable for rendering the boundary lines of borehole structure planning and fracturing gradient lines more accurate.

László Pogány, Chemical Eng., Economist—*Erzsébet Vágó,* Economist: **On the role of underground gas storage in the development of natural gas economy** ..... **p. 340**

In the sphere and aspect of underground gas storage the paper gives a brief survey of the results attained in a study of the development of the hydrocarbon industry, more closely, of the vertically integrated natural gas industry. Further objectives are outlined, too.

Imre Mészáros, Chemical Eng.: **Production of multigrade motor-oil bases by using ester oils** ..... **p. 343**

Possibilities of producing SAE 10W/50 multigrade oil using partly synthetic base oils containing ester oils are discussed. The ester considerably reduces the cold viscosity of partly synthetic compositions. By doing so, it permits the use of mineral oils having higher viscosities than the usual ones. Thus, evaporation losses of the base oil are diminished. The mechanical stability of partly synthetic oils is higher than that of mineral oils of the same polymer content and of the same viscosity.

László Kláris, Chemical Eng.—Mrs. *Livia Nagy,* Chemical Eng.: **On the use of spectrophotometers in quality control** ..... **p. 347**

The solution of two problems arisen when marketing and transporting petroleum products by the firm ÁFOR is dealt with, such as quantitative determination of the mixing ratio of the Arol 2T gasoline compound and of the gas oil contamination of gasoline used by the chemical industry.

The development of the test methods was justified by the acceleration of the available but relatively lengthy and unaccurate test methods and by rendering them more accurate on the one hand and by the quick determination of the quality of new products on the other. The use of both methods was started almost one year ago at the ÁFOR experimental laboratory. On the basis of the experience gained by using these measuring methods, the accuracy of the results has been increased and test times considerably reduced. The test method itself is essentially simpler than those used earlier.

Sok jó módszer van, a miénk azonban még jobb!

Centrifugálkompresszoraink

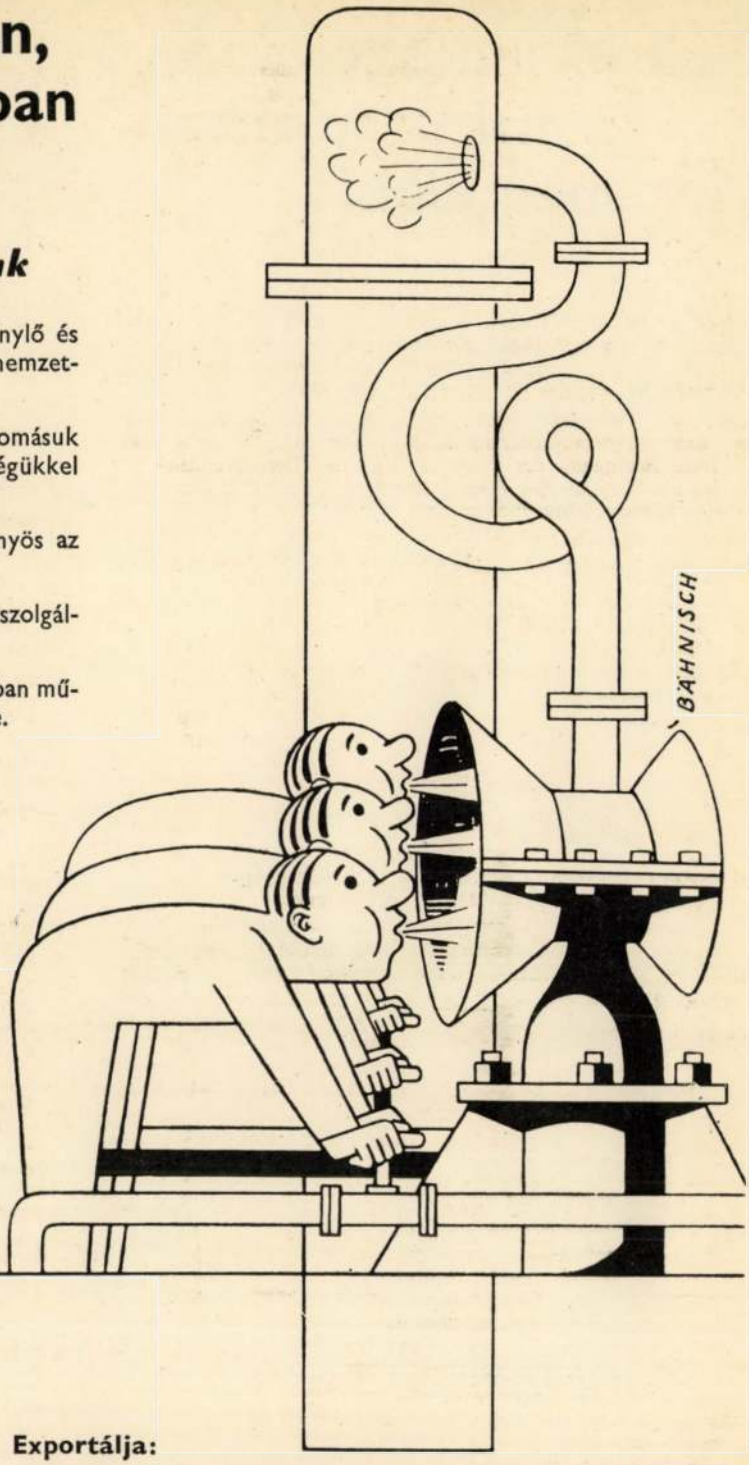
jó alkalmazási tulajdonságaikról, kis helyet igénylő és kiváló műszaki konstrukciójukról ismertek a nemzetközi piacon.

Teljesítményük 6300—500 000 nm^3/h, végnyomásuk max. 60 kp/cm^2. Valamennyi iparágban minőségükkel és megbízhatóságukkal tünnek ki.

Sokoldalúságunk, alkalmazkodókészségünk előnyös az Önök számára.

A beruházásokhoz mindig bizalom kell — mi rászolgáltunk vevőink bizalmára.

Centrifugálkompresszoraink Európa 12 országában működnek — a vevők legnagyobb megelégedésére.



Forduljon hozzánk;

az Ön problémája — a mi feladatunk.

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER

DDR — 402 Halle/Saale

Exportálja:

TechnoCommerz GmbH
DDR-108 Berlin
Johannes-Dieckmann-Straße 11/13
Telefon: 2240 Telex: 011-4861

Kérem, küldjenek tájékoztatást a centrifugális kompresszorokról

Cég .....
Cim .....
Név .....

Sok jó módszer van, a miénk azonban még jobb!

Csak jó teljesítmények és jó érvek győzhetik meg a szakembert arról hogy szakítson a hagyománnyal.

Céltudatos kutató és fejlesztő munkával létrehoztuk a 350—1250 nm^3/h és 11 kp/cm^2 teljesítményű

kettős dugattyús kompresszorokat.

Megtakarításaink az eddigi konstrukciókkal szemben:

alapterület	70 %-ig
térfogat	75 %-ig
tömeg	55 %-ig
tengelykapcsoló-teljesítmény	10 %-ig

Forduljon hozzánk ajánlatért és műszaki dokumentációért!

A leggazdaságosabb üzemeltetés valamennyi kérdésében készséggel állunk rendelkezésére.

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER

DDR — 402 Halle/Saale

Exportálja:

TechnoCommerz GmbH
DDR-108 Berlin
Johannes-Dieckmann-Straße 11/13
Telefon: 2240 Telex: 011-4861

Kérem küldjenek tájékoztatást a kettős dugattyús kompresszorokról

Cég .....
Cim .....
Név .....

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
9. (109.) évfolyam 353—384 oldal
BUDAPEST, 1976. DECEMBER HÓ
12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

Tudományos konferencia a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kara Olajtermelési és Geofizikai Tanszékeinek 25 éves fennállása alkalmából. Miskolc, 1976. IX. 6—7. 353

GYULAY ZOLTÁN — Az olajtermelési és Geofizikai Tanszékek megalakulásának előzményei ... 354

CSÓKÁS JÁNOS — Negyedszázados a geofizikusmérnök-képzés ... 357

SZILAS A. PÁL — Az olajmérnökképzés 25 éve ... 358

ALLIQUANDER ÖDÖN — Mérnöktovábbképzés a kőolaj- és földgázbányászatban ... 360

TÓTH JÁNOS — Az egyetemi (tanszéki) kutatások lehetőségei és eredményei ... 363

GYŐRY GYULA—HINGL JÓZSEF—SZABÓ GYÖRGY — A műszaki színvonal alakulása a hazai mélyfúrásos szénhidrogén-kutatás és -feltárás elmúlt negyedszázada során ... 365

ANTAL LAJOS—TROMBITÁS ISTVÁN — A hazai szénhidrogén-termelés és -szállítás 25 éves fejlődése ... 368

LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA — Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata ... 370

Kiegészítések *Jesch Aladár* „A kőzetfeszültség a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai" című cikkhez (dr. *Gálos Miklós*) ... 374

Válasz *Gálos Miklós* hozzászólására (*Jesch Aladár*) ... 375

HERWIG RIETSCH | HANS-GEORG NEUMANN ... 373

Személyi hírek. Üdvözöljük 70 éves érdemes kartársainkat, *Rosta Ferencet* és *Csigó Józsefet* 377

Egyesületi és szakosztályi hírek

Elnökségi ülés ... 378

Szakosztály-vezetőségi ülés. A történeti pályázatok eredményei ... 378

Felhívás a bányász-kohász szak régi és ma is élő szokásainak és hagyományainak felkutatására és összegyűjtésére ... 384

Jubileumi emlékülés Nagylengyelben ... 381

Egyetemi hírek. Új olaj- és gázmérnökök ... 379

Az iparág köréből

Vegyészkonferencia ... 369

Békés-szinti nagy szén-dioxid-tartalmú gázok fűtőérték-változásának vizsgálata ... 376

Irányított ferdefúrások automatikus tervezése ... 380

Mélyszivattyúzási problémák a Földvár-alsó szintben ... 381

Gáztávvezetékek csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróbája ... 382

A Magyar Geofizikusok Egyesületének előadóülése ... 382

Hazai műszaki lapszemle ... 379

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ... 383

A SZÁM SZERZŐI:
ALLIQUANDER ÖDÖN dr., dr. h. c., okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); ANTAL LAJOS okl. gépészmérnök, főosztályvezető (OKGT, Budapest); CSÓKÁS JÁNOS dr. okl. fizikus, a műszaki tudományok kandidátusa, tv. egyetemi tanár (NME Geofizikai Tanszék, Miskolc); GYŐRY GYULA okl. olajmérnök, műszaki igazgatóhelyettes (Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szolnok); GYULAY ZOLTÁN dr. okl. bányamérnök, egyetemi tanár (NME Olajtermelési Tanszék, Miskolc); HINGL JÓZSEF dr. okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, főosztályvezető (OKGT, Budapest); LAKATOSNÉ SZABÓ JULIANNA dr. okl. vegyészmérnök, tudományos munkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); SZABÓ GYÖRGY dr. okl. olajmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (OKGT, Budapest); SZILAS A. PÁL dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, tv. egyetemi tanár (NME Olajtermelési Tanszék, Miskolc); TÓTH JÁNOS dr. okl. olajmérnök, egyetemi docens (NME Olajtermelési Tanszék, Miskolc); TROMBITÁS ISTVÁN okl. olajmérnök, igazgató (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza).
Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.
Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

MINDEN KEDVES OLVASÓNKNAK KELLEMES KARÁCSONYI ÜNNEPEKET ÉS BOLDOG ÚJ ÉVET KÍVÁN

A SZERKESZTŐSÉG

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: BINDER BÉLA
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
76-3879 — Szegedi Nyomda — Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a „Kultúra" Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, G—1839 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A szerkesztésért felelős;
BINDER BÉLA (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁLINT VALÉR dr.; BÁN ÁKOS dr.; BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENKÓCZY PÉTER; CSABA JÓZSEF (szerkesztő); CSÁKÓ DÉNES; FALUCSKAI LAJOS; FECSER PÉTER; GYULAY ZOLTÁN dr.; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI LAJOS; MUNKÁCSI ZOLTÁN (szerkesztő); NÉMETH EDE; KÓS ÁRPÁD; PATAKI NÁNDOR dr.; PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SCHALL ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZÍJJ VINCE; SZILAS A. PÁL dr.; TILESCH LEÓ (szerkesztő); VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

9. (109.) évfolyam 12. szám 1976. december

Tudományos konferencia a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kara Olajtermelési és Geofizikai Tanszékeinek 25 éves fennállása alkalmából

Miskolc, 1976. szeptember 6—7.

Nem kétséges, hogy a világ eddigi legnagyobb kataklizmája, a második világháború — és annak mérhetetlen erkölcsi-anyagi pusztításai — nélkül a jövő esztendőben 40 éves magyar kőolajbányászat tudománya egyetemi szintű oktatásának ma nem csupán negyedszázados jubileumáról emlékeznénk meg.

Hiszen szinte az évszázadunkkal egyidős magyarországi szénhidrogén-kutatások nyomán a harmincas évek elejének ilyen irányú, tapogatódzó kísérletei után alig három és fél esztendővel a dél-zalai olaj felfedezését követően újból — és most már megalapozottan — elhangzott az óhaj egy olajtanszék felállítását illetően. Ha az olajipar már akkor is megnyilvánult áldozatkészsége lehetővé tette is az olajtudomány egy szektorának egyetemi előadását, ez tiszavirág életű volt. Átfogó, a kor követelményeinek nemzetközi mércével mérve is magas szintű szakmai felsőoktatásról 1951 ősze óta beszélhetünk.

A Sopronban alapított Geofizikai és Olajtermelési Tanszékek ma az egyre jobban beérő miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán képezik ki a geofizikus-, olaj- és gázmérnököket, felvértezve őket a hazánk energia- és nyersanyagellátás terén semmiképpen nem lebecsülendő szénhidrogének kutatásának, feltárásának és racionális leművelésének korszerű gyakorlására.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya, valamint Egyetemi Osztálya, továbbá a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának vezetőségei rendezésében 1976. szeptember 6-án 10.30 órakor a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen tartott plenáris ülés nyitotta meg a tanszékek negyedszázados alapítása alkalmával rendezett jubileumi konferencia programját.

Az elnöklő dr. *Gózon József* egyetemi docens, az Egyetemi Osztály alelnöke megnyitó szavai után a másik két rendező szerv képviselője, az elnökségben helyet foglaló dr. *Vándorfi Róbert*, az Alföldi Csoport elnöke, valamint *Rácz Dániel*, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály alelnöke köszöntötte a jubiláló tanszékeket, kidomborítva azok áldásos tevékenységét. Dr. *Simon Sándor* akadémikus, az NME rektora üdvözölte ezután a konferenciát, majd a Miskolci Filharmonikusok vonósnégyese játszotta el művészi ihlettséggel *Boccherini* egy kvartettjét.

A Freibergi Bányászati Akadémia (NDK) rektorának jókívánságait Dr.-Ing. *W. Arnold* professzor, míg a moszkvai *Gubkin* Egyetem rektoráét dr. *V. N. Scselkacsov* professzor tolmácsolta; ezt követően dr. *Takács Ernő* professzor, a Bányamérnöki Kar dékánja, *Bese Vilmos* ny. vezérigazgató, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke, végül dr. *Kiss Ervin* professzor, az OMBKE alelnöke méltatta a két tanszék munkásságát, kívánva a második negyedszázadhoz további sikereket.

Jubileumi plakett az olajmérnökképzés 25 éves évfordulójára

Jubileumi plakett a geofizikusmérnök-képzés 25 éves évfordulójára

Dr. Gózon József elnöki megnyitóját tartja. Mellette balról dr. Vándorfi Róbert, jobbról Rácz Dániel

Dr. V. N. Scselkacsov professzor, a moszkvai Gubkin Egyetem rektorának üdvözletét fejezi ki, dr. Tóth János tolmácsolásával

A délelőtti programot dr. *Gyulay Zoltán*, dr. *Csókás János* és dr. *Szilas A. Pál* professzoroknak e számunkban közölt előadásai zárták le.

*

Délután szekcióülésekkel folytatódott a konferencia.

A **Geofizikai szekcióban** (vitavezető: *Kiss Bertalan* osztályvezető-helyettes, OKGT NKFÜ, az MGE Alföldi Csoportjának vezetőségi tagja) tartott előadás összefoglaló címe: **A geofizikus-mérnökök 25 év alatt elért eredményei a hazai geofizikai intézmények munkájában** volt.

Az egyes intézmények részéről a témát

dr. *Somogyi József* igazgató (MTA Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron);

Honfi Ferenc igazgatóhelyettes (M. Áll. *Eötvös Loránd* Geofizikai Intézet, Budapest), továbbá

Molnár Károly igazgató (OKGT Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest) ismertette.

Az **Olajbányászati szekció** ülésén (vitavezető: dr. *Szilas A. Pál* tv. egyetemi tanár, Miskolc, NME) dr. *Alliquander Ödön* egyetemi tanár, valamint dr. *Tóth János* egyetemi docens (Miskolc, NME) által tartott előadásokat e számunk ugyancsak tartalmazza.

Ez utóbbi előadásokhoz dr. *V. N. Scselkacsov* professzor, valamint dr. *Szabó György*, az OKGT műszaki-gazdasági tanácsadója fűzött reflexiókat; előbbi részletesen ismertette a Szovjetunió olajbányászati továbbképzését.

*

Este az egyetem díszudvarában rendezett állófogadáson — dr. *Gyulay Zoltán* szellemes köszöntője után —, majd ezt követően az egyetemi menza előcsarnokában tartott mintegy 300 személyes, a régi selmeci—soproni diákélményeket felelevenítő, de a miskolci aktualitásokat is humorosan tálaló jókedvű szakestélyen közvetlen baráti hangulatban voltak együtt a 25 év tanítómesterei, régebben és újabban végzett hallgatói, megint csak érezve és élvezve az *alma mater* melengető erejét.

*

Szeptember 7-én 9.30 órakor folytatódtak a szekcióülések.

A **Geofizikai szekcióban** (vitavezető: dr. *Gózon József*) az előző napi témát

Márhoffer József üzemvezető (Mecseki Ércbányászati Vállalat, Pécs), továbbá

Papp Jenő főosztályvezető (Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat, Várpalota) egészítették ki.

Az **Olajbányászati szekcióban** (dr. *Szilas A. Pál* vitavezetése mellett) először *Győry Gyula*, az NKFÜ műszaki igazgatóhelyettese (társszerzők: dr. *Hingl József* főosztályvezető és dr. *Szabó György* műszaki-gazdasági tanácsadó, OKGT, Budapest) ismertette a mélyfúrás műszaki színvonalának alakulását az elmúlt negyedszázad alatt, majd *Trombitás Istvánnak*, a DKFV igazgatójának (társszerző: *Antal Lajos* főosztályvezető, OKGT, Budapest) előadása hangzott el; mindkét előadást e számunkban megtalálja az olvasó.

*

Méltó kiegészítője volt a másfélnapos konferenciának az egyetem korszerű könyvtárának — annak csemegéjeként a selmeci műemlékkönyvtárnak —, a tanszéki műhelycsarnoknak és laboratóriumoknak, nem utolsósorban annak a szemléltető kiállításnak a megtekintése, mely az Olajtermelési Tanszék számos külföldi felsőfokú intézménnyel eredményesen folytatott kooperációját mutatta be.

B. B.

Az Olajtermelési és Geofizikai Tanszékek megalakulásának előzményei

GYULAY ZOLTÁN

Az én feladatom a megemlékezés a 25 éves olaj- és geofizikus-mérnök-képzés előzményeiről. Kezdhetném a megemlékezést — mint annak résztvevője — 1935-től, a hazai olajbányászat megindulásától, az összefüggések azonban főként a fiatal mérnöknemzedék előtt világosabbak lesznek, ha visszapillantunk a kissé távolabbi múltba is.

Hazánkban a rendszeres kőolajkutatás 1893-ban indult meg, *Böckh János*, a Magyar Földtani Intézet igazgatója javaslatára, állami szubvencióval. A kincstár *Réz Géza* bányamérnököt 1896-ban Galíciába küldi a kőolajipar, a mélyfúrás és a lembergi Politechnikán már akkor bevezetett petróleummérnök-képzés tanulmányozására. Lengyelország ezekben az években az Amerikai Egyesült Államok és Oroszország után, Romániával együtt, a harmadik-negyedik helyen osztozik a világ olajtermelési statisztikájában. *Réz Géza* 1902—1904 között előadó a Pénzügyminisztérium XIV. ügyosztályában, ahol főként az állami szubvencióval folyó olajkutatással foglalkozik, és már ekkor sürgeti ennek állami kezelésbevételét. 1904-ben őt állítják az újjászervezett selmeci akadémia bányaműveléstani tanszéke élére.

Erdélyben, ahol természetes gázömléseket századok óta ismertek, az 1907-ben megindult kincstári kálisókutatás során 1908-ban, az Erdélyi medence közepén telepített *Kissármás-2.* fúrással felfedezik Erdély hatalmas földgázkincsét. Mivel az ekkor érvényben volt 1854. évi általános osztrák bányatörvény a

földgázokat is az archaikus elnevezésű „földszurkok" gyűjtőnevű fönntartott ásványok közé sorolta, és így nem volt alkalmas arra, hogy gondoskodjék ennek a hatalmas földgázkincsnek a korszerű hasznosításáról, a magyar törvényhozás megalkotta az 1911. VII. tc.-et az ásványolajfélékről és a földgázokról; e törvény utóbbiak kutatásának és bányaművelésének a jogát az állam részére tartotta fenn — monopólium tárgyává tette — azzal a kiegészítéssel, hogy az állam e kizárólagos jogát — az országgyűlés tudomásulvételével — másra is átruházhatja. És ezzel kaput tárt a magántőkének. A törvény azonban a maga korában kiváló alkotás volt, mert benne rejlett a szénhidrogénkészletek ésszerű — egységenkénti — lemővelésének alapgondolata. Sőt a természetes készletek megóvásának a gondolata is, amikor előírta, hogy a szénhidrogéneket úgy kell kutatni, feltárni és kitermelni, hogy azok közben kárba ne vesszenek. A törvény megalkotását *Mály Sándor* pénzügyminisztériumi osztályfőnök, korábban alma materünk fémkohászati tanszékének professzora irányította.

A kincstári szénhidrogén-kutatás, amelyet 1911-től már *Böckh Hugó*, alma materünk geológusprofesszora irányít, következő sikere az egbelli olajmező feltárása volt 1914-ben. Egbell az 1. világháború alatt átlag havi 1000 t olajat termelt. *Böckh Hugó* itt alkalmazta a szénhidrogén-tároló szerkezet kimutatására első ízben az *Eötvös*-ingát — alkotója intenciói ellenére —, amely a húszas évek elején hazánkból indult el diadalútjára szerte a világon, és ezzel kezdődik a geofizikai módszerek alkalmazása a szénhidrogén-kutatásban. *Böckh Hugó* kezdeményezi 1917-ben azokat a geológiai kutatásokat is, amelyek két évtized múltán a zalai olajmezők felfedezéséhez vezetnek

Az 1. világháború végével Erdély is, Egbell is az utódállamoknak jut. A Magyar Tanácsköztársaság Szociális Termelés Népbizottsága Bányászati Szakosztályának bányászati kutatási főcsoportja — melynek vezetői *Böckh Hugó* és *Böhm Ferenc* bányamérnök voltak — első rendeletében a legsürgősebb feladatai közé sorolta a „túl a dunai részeken ... az ott megállapított földgázt és ásványolajat tartalmazó boltozatok megfúrását. Úgy a Dunántúl, mint az Alföldön a földgáz és ásványolaj jelenléte várható és így ezeknek a kutatásoknak gyorsítása a lakosság tüzelő- és világítóanyaggal való ellátása szempontjából elsőrendű fontosságú kérdés, amelyet minden rendelkezésre álló eszközzel szorgalmazni kell ... kívánja ezt a vegyi ipar érdeke is, mert hiszen a földgáz egy rendkívül kiterjedt vegyi iparnak szolgálhat alapanyagul" — olvassuk a Bányászati és Kohászati Lapok 1919. május 1-i számában. E legsürgősebb feladatok megoldására azonban a Tanácsköztársaság idejéből már nem futotta.

Az 1911. VII. tc. alapján először 1921-ben angol tőke, a D'Arcy Anglo Persian Oil Co. jelentkezett koncesszióért, de három sikertelen kutatófúrás után visszavonult. Tíz évi szünet után, amely alatt csak a kincstár folytatott kutatást szerény keretek között az Alföldön, 1931-ben jelentkezett az amerikai tőke, az akkor Bécsben székelt European Gas and Electric Co., az EUROGASCO, amelynek ügyvezető alelnöke, *Paul Ruedemann*, az „1933 év Közép-Európában" című jelentésében a Standard Oil of New Jersey-nek a következőket írta: „Júniusban, egy év és nyolc hónapos erőfeszítések után egy parlamenti törvénnyel koncessziót nyertünk minden olaj- és gázjogra Magyarországon a Dunától délre és nyugatra fekvő részen. Ez valójában az ország területének a fele, 32 500 km², és egy rendkívül értékes tulajdon. A feltételek szokatlanul kedvezőek, különösképp abban, hogy 15 évre mentességet adtak minden adó alól."

A magyar kormány és az EUROGASCO között kötött Egyezményt és Szerződést a magyar országgyűlés 1933. június 28-án hagyta jóvá. A vállalat a dunántúli geológiai és geofizikai kutatások — amely utóbbi kiterjedt a nehézségi, mágneses, szeizmikus és graviméteres kutatásokra is — irányításával a *Böckh Hugó* iskolájából kikerült, és akkor már az Újvilágot és a Távol-Keletet is megjárt olajgeológust, *Papp Simont* bízta meg. És ütemes, mindössze 20 hónapos kutatás eredményei alapján 1935. február 10-én perdült meg először a halfarkú fúró Mihályiban. Ezután Görgeteg, majd Inke következett, míg végül a negyedik kutatófúrás, a *B-1.* jelű 1937. február 9-én megnyitotta a Budafa-mező gázát, az ötödik, a *B-2.* jelű fúrás pedig 1937. november 26-án a mező olaját. Ez volt a felfedezés napja, az évente megünnepelt *Discovery Day* (DD). Megszületett a zalai olajbányászat. A történelmi hűség azonban megkívánja annak a megállapítását, hogy a kincstár jóval szerényebb méretű recski olajmezőjén az olajtermelés már 1937 tavaszán megindult.

A budafai olajmező felfedezésével négy év alatt lezárult az Egyezményben öt évre előirányzott kutatási időszak, és megkezdődött a kitermelés, az olajbányászat időszaka, amely a vállalat dolgozói számára immár létbizonyosságot, jövőt jelentett. És ezzel *József Attila* halhatatlan szavaival „a szén-vas és olaj országa" lettünk.

Közben az EUROGASCO, amely 1935 nyarán már teljesen a Standard Oil of New Jersey tulajdonába került, 1936 szeptemberében már annyira biztatónak találta a magyarországi kutatásait, hogy székhelyét Budapestere tette át. A *B-2.* és *B-3.* jelű fúrások eredményes befejezése után pedig, élve az Egyezményben biztosított jogával, 1938. július 15-én megalakította magyar vállalatát, a Magyar—Amerikai Olajipari Rt-ot, a MAORT-ot.

A *B-2.* után a hazai viszonyokhoz képest páratlan fellendülés következett. Budafa után 1940 augusztusában termelni kezd a lovászi, 1942 tavaszán pedig a hahóti olajmező. Sorjában kiépülnek az olajmezők külszíni létesítményei, gazolintelepei, lakótelepei, megváltozik a göcseji táj képe, és kiművelődik egy kiváló szakmunkásgárda. Megépül a zala—budapesti olajtávvezeték, Mezőszentgyörgy—Pétfürdő és Kápolnásnyék—Almásfüzitő leágazásaival. Nem magyar szem, hanem az amerikai anyavállalat tartotta a magyar olajmezőket mintamezőknek, és értékelte többre, mint romániai tulajdonát, a ROMANO AMERICANA-t.

A szépen fejlődő olajbányászat fölött azonban csakhamar beborul az ég. Már az Egyezmény megkötése évében hatalomra jut Németországban a fasizmus, a Szerződés megkötése évében pedig Németország elfoglalja Ausztriát, a következő év elején Csehországot, és még abban az évben, 1939. szeptember 1-én kitör a 2. világháború, hadba lép Anglia, 1941 végén pedig az USA. A MAORT-ot a m. kir. Kincstár veszi használatába. Ezzel az amerikai anyavállalattal mindössze szűken öt éven át tartott zavartalan kapcsolat megszakad.

Ez után a bevezetés után közelítsünk a mai témánkhoz, ahhoz, miként elégítette ki értelmiségi szakemberszükségletét ez a legfiatalabb bányászati ágazat, az olajbányászat, amely termelési értékben 1943-ban már megközelítette a szénbányászatot.

A Szerződés értelmében az új magyar társaságnak magyar állampolgárokat kellett alkalmaznia, külföldieket a magyar hatóságok hozzájárulásával csak olyan munkakörben és addig, ahol és ameddig a munka magyar honosokkal nem látható el megfelelően. Felelős üzemvezető csak magyar állampolgár lehetett. Az EUROGASCO az első mélyfúrás üzemvezetőjéül a Dél-Afrikából éppen hazatért dr. *Gotthard Károly* bányamérnököt választotta, aki első két munkatársául az alma mater két bányászsegédoktatóját, *Gyulay Zoltánt* és *Pulay Ferencet* hívta a vállalathoz azzal a kötelezettséggel, hogy fúrómunkásként kell elsajátítaniuk a rotari fúrást. Ezt a szokást a vállalat évekig fenntartotta, és nem volt később se olyan, aki ezt ne érezte volna nagyon hasznosnak mind szakmai, mind emberi — a fúróstársadalomba való beilleszkedés — szempontjából.

A fiatal olajbányászatnak — mint nevéből is következik — elsősorban bányamérnökökre volt szüksége, hiszen ezek tanult mestersége volt a mélyfúrás. A bányászati kutatás és benne a mélység kutatásának legfontosabb módszere, a mélyfúrás, a múlt század közepe óta a bányaműveléstannak lényeges fejezete. Így volt ez *Zsigmondy Vilmos* óta *Litschauer Lajoson* át *Réz Gézának* 1910-ben megjelent Bányaműveléstanáig, amely egyúttal az 1910-es színvonalat jelentette. A harmincas évek közepén azonban, az amerikai vállalat megjelenésekor, már sokkal többről volt szó: egy gazdag világvállalat hozta magával az akkor a legjobb, legfejlettebb technikát és berendezéseit, gépeit, eszközeit. Megjelent a rotari fúrás és a korszerű kútbefejezés, az elektromos szelvényezés, teszterezés, golyós perforálás, majd már a termelés periódusában a termelés korszerű gépei, eszközei. És volt már a termelés periódusában még egy hazánkban teljesen új területe az olajbányászatnak: a szénhidrogéntelepek fizikai tulajdonságainak vizsgálata alapján a telepfizika, a fluidummozgatás mechanikája. 1932-ben definiálják a permeabilitás egységéül a darcy-t; az 1933. évi 1. Kőolaj-Világkongresszus már egy egész új világot tár fel, egy-egy telep egységként történő kitermelésének alapelveit, a gáz—olaj arány szerepét a kitermelésben: 1936-ban megjelenik az anyagmérleg-egyenlet; 1937-ben, a 2. Kőolaj-Világkongresszus évében a talpnyomásváltozás elemzése, *Muskat* első könyve; 1939-ben a szénhidrogének termodinamikájának első összefoglalása.

1940-ben még elért hozzánk a Standard Oil of New Jersey Co. és a Humble Oil and Refining Co.: „Joint progress on reservoir efficiency and well spacing", később könyv alakban is megjelent, az ésszerű olajkitermelés alapjait összefoglaló jelentése.

Röviddel a budafai mező megnyitása után először Keretytyén, majd Nagykanizsán telepfizikai laboratórium létesült folyadék-mintavevő, nyomás- és hőmérsékletmérő műszerekkel,

pvT-cellával felszerelve; a kőzetfizikai laboratóriumban pedig porozitás- és permeabilitásméréseket, folyadéktelítettségi méréseket végeztek.

Az egykorú szovjet irodalom csak a felszabadulás után vált hozzáférhetővé.

Összefoglalóan: mindazt, ami új volt az olajbányászatban, a bányamérnököknek maguknak kellett elsajátítaniuk, a gyakorlat volt a tanítómesterük az önképzésben. És volt még valami szokatlan új vonás ebben a dinamikus folyamatban: a találkozás a kutatással és fejlesztéssel. Az anyavállalat gondoskodott a továbbképzésről: a munkálatok kezdetétől rendelkezésre állt a hiánytalan angol nyelvű folyóirat-irodalom — köztük hetilapok is —, amelyeket köröztek az érdekeltek között, de ezeken túl rendelkezésre álltak az American Petroleum Institute és az American Institution of Mining and Metallurgical Engineers kőolajosztályának munkálatairól készült kiadványok (Transactions), sőt az anyavállalat kutatóintézetének „Bizalmas. Csak vállalati használatra" felülnyomású tudományos és ipari kutatási jelentései is. Ez volt az alapja az egyéni továbbképzésnek, amelynek során életszükségletté vált az új információk iránti érdeklődés: lépéstartás a haladással.

Az olajmérnöki munkakörök sokrétűségében viszonylag korán kialakult bizonyos belső szakosodás: a mélyfúrás, a telepfizika és a fluidumok szállítása-kezelése a kúttalptól a felhasználás vagy fogyasztás helyéig. Ezek az ismeretek már akkor egy-egy vaskos szaktantárgyat jelentettek. És amikor odáig fejlődtek a dolgok, hogy az OMBKE keretében 1941. április 17-én Nagykanizsán megalakul a Dunántúli Olajvidéki Osztály, annak titkára: *Gaál Antal* kifejezi annak szükségét, hogy e tárgyakat az alma materen külön tanszék vagy tanszékek oktassák.

Korai volt az a felismerés is, hogy az olajbányászat bonyolult feladatait csak csoportmunkával lehet megoldani. A természetes szükség és lehetőségek diktálta mértékben és ütemben alakult ki, fejlődött az olajbányászat mérnöklétszámának összetétele. A felszabadulást megelőzően a MAORT üzemek a m. kir. Kincstár használatában 58 mérnöke közül 32 volt bányamérnök, 9 gépészmérnök, 5 általános mérnök, 4 vegyészmérnök, 4 kohómérnök, 3 erdőmérnök és 1 építészmérnök. A 25 tudományegyetemet végzett között pedig 13 volt geofizikus, 9 geológus és 3 vegyész, ez összesen 83 fő.

És nézzük meg most, mit tett az alma mater az élet követelményeihez alkalmazkodás terén a bányamérnökképzésben. 1930-ban *Vitális István* geológusprofesszor javasolja, hogy a gáz- és olajkutatás ajánlott, de nem kötelező tárgyként előadassék, és avval a Távol-Keletről akkor visszatért *Papp Simont* bízzák meg. — 1928-ban a főiskola bányamérnöki osztálya *Finkey József* professzor kezdeményezésére kidolgozza egy geológus-mélyfúrómérnöki képzés teljes tervezetét, ez azonban az ország akkori szükségletének csekélysége — évente egy fő — miatt lekerült a napirendről. — 1942-ben a Magyar Mérnök és Építész Egylet által a mérnökképzés reformjáról rendezett vita során *Pethe Lajos* bányamérnök javasolja egy földgáz—kőolaj-kutatási és termelési tanszék felállítását. Ezután az OMBKE és a Magyar Bánya- és Kohóvállalatok Egyesülete együttesen javasolják több tanszék, köztük egy olajkutatási és olajbányászati tanszék létesítését a soproni Bánya- és Kohómérnöki Osztályon. — 1943 tavaszán a MAORT — akkor már a m. kir. Kincstár kezelésében — bejelenti, hogy vállalja egy olajkutatási és olajbányászati alapítványi tanszék létesítését. Az új tanszék alapítását a főhatóság jóváhagyja, az osztály a tanszék élére *Papp Simont*, a MAORT főgeológusát és vezérigazgatóját hívja meg, aki kinevezését 1944. szeptember 23-án kapja meg. A háború ekkor már hazánk területén folyt, a tanszék működését a felszabadulás előtt már nem kezdhette meg.

A hazai olajmérnökképzés csak a felszabadulás után vált lehetővé. A soproni kar 1946. július 5-én a Köznevelési Tanácsnak a mérnökképzés reformja ügyében intézett megkeresésére bejelenti, hogy a kar a bányamérnökképzés keretén belül egy mélyfúrómérnöki tagozat felállításával foglalkozik. A mélyfúrómérnöki képesítés magában foglalná a bányamérnöki osztály régebbi tervezetének, a geológusmérnöki képesítésnek a feladatkörét is. Ebben nyer először megfogalmazást, hogy az olajmérnökképzés mellett geológusmérnök- és geofizikusmérnök-képzésre is szükség van, mivel „az ehhez szükséges nem egy lényeges műszaki tárgy tanszéke a tudományegyetemeken a dolog természeténél fogva hiányzik. Ezek nélkül gyakorlati geológusképzés ma már elképzelhetetlen." Ezt a javaslatot *Esztó Péter, Szádeczky-Kardoss Elemér, Tárczy-Hornoch Antal* és *Vendel Miklós* professzorok készítették. Ennek folyományaképp indul meg a Műegyetem soproni karán az 1947—48. tanévben a bányakutató-mérnöki tagozat a geológiai, geofizikai és geodéziai, tehát a földtudományi szolgálat, továbbá az olajbányászat mérnökszükségletének a kielégítésére. Ennek a tanévnek a 2. felében kezdi meg előadásait Sopronban *Papp Simon* „Olajbányászat I., Geológiai és geofizikai kutató módszerek" címmel, heti 3+3 órában. Őt azonban az ún. MAORT-per eltávolítja az oktatásból is, ezért az Olajbányászat II. előadásait az 1948—49. tanévben *Esztó Péter*, a bányaműveléstan professzora veszi át.

Közben a Kar 1947. november 6-án *Kántás Károlyt*, 1937 tavaszától a MAORT geofizikusát, az alkalmazott geofizika tárgyköréből magántanárrá habilitálja.

A MAORT-ot 1948. szeptember 25-én állami kezelésbe veszik, majd 1948. december 28-án államosítják. Mérnök- és tudományegyetemet végzett alkalmazottainak létszáma ekkorára a felszabadulás előtti 83 főről 51 főre, köztük a bányamérnököké, tehát az olajbányászat szakmérnökeié 32-ről 18-ra apad — apasztják. Ez az olajbányászat helyzetét rendkívül nehézzé teszi. Az öregedő mezők hozama feltarthatalanul csökken — egy olajmező sem kiapadhatatlan bibliai olajoskorsó —, a munka velük egyre szaporodik, és a légkör is mérgezett. Az amerikai anyavállalatnak a felszabadulás óta inkább jelképes, mint cselekvő jelenléte egyre inkább anakronizmus a szocializmus útján járó országban. Kikapcsolása megrázkódtatásokkal jár.

A légkör tisztulását, az értelem felülkerekedését *Osztrovszky Györgynek*, az Országos Tervhivatal elnökhelyettesének 1949. május 14-i, majd ennek következményeként *Vas Zoltán* miniszternek, az OT elnökének május 27-i zalai látogatása indítja meg. Hogy a felszabadulás óta idáig eltelt idő alatt és e látogatás alkalmával mi történt a zalai olaj körül, arról egyetlen, forráskutatói gondossággal írt könyv ad számot. Egy alföldi származású és az alföldi olajostársadalom szociográfiájával foglalkozó író, *Mocsár Gábor*, érezte úgy, hogy pillantást kell vetnie a dimbes-hullámos Zalába, ahol a dolgok eredtek, és ahol a magyar kőolajbányászat megszületett. Műve, az Égő arany első fejezete majdnem hiteles története a zalai olaj körül lezajlott politikai-társadalmi erkölcsdrámának, amelynek mint minden drámának, áldozatai is voltak.

Vas Zoltán veti fel először az olajmérnökképzés Nagykanizsán, az olajbányászat akkori központjában történő megszervezésének a gondolatát, az egyre súlyosbodó szakemberhiány felszámolására. Hiszen az Alföldön is folyik a szénhidrogén-kutatás. *Osztrovszky György* 1950. április 28-án felhívja a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Titkárságát, hogy dolgozzon ki egy tervezetet a soproni műegyetem olajbányászati tanszékének Nagykanizsán leendő felállítására, azon célból, hogy az olajbányászatra specializálódó bányamérnök-hallgatók utolsó tanévüket Nagykanizsán hallgathassák. A tanszéknek 1950 őszén kellene megindulnia.

Az OT-ban 1950. május 20-án értekezletet tartanak, amely úgy határoz, hogy a szakkáderek képzésére 1950. június 15-ig tervet kell kidolgozni, és azt a Népgazdasági Tanács elé kell terjeszteni. *Gyulay Zoltán* elkészíti és 1950. július 7-én benyújtja az oktatás tervezetét, az oktatás helyéül azonban Nagykanizsa helyett az egyetemet, tehát Sopront ajánlja, amit később az 1949. augusztus 20-án alapított Nehézipari Műszaki Egyetem székhelye, Miskolc válthat fel. Elgondolkodtató, hogy a soproni bányamérnöki osztály állásfoglalása az olajmérnökképzés eme tervével szemben egyhangúlag elutasító, a kar professzorai a bányakutatómérnöki tagozatot tartják megoldásnak, mert a hazai olajbányászat fejlődését nem látják biztosítottnak. Az első bányakutatómérnöki évfolyam IV. éves hallgatóinak az 1950—51. tanévben az Olajbányászatot első ízben *Gyulay Zoltán* adja elő.

Az OT az ötéves terv olajszükségletének biztosítására 1950. november 21-én értekezletet tart, ennek határozatai közt *1.* javaslat készítendő ideiglenes olajtanszék szervezésére és megindítására Sopronban; *2.* olajtagozat szervezésére a miskolci műegyetemen és *3.* gondoskodni kell magyar nyelvű egyetemi tananyagról. 1950. december 12-én a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium tart értekezletet a miskolci olajtagozat szervezéséről. Erről a javaslatot *Gyulay Zoltán* a VKM-ben 1951. január 10-én tartott értekezleten terjeszti elő, majd 1951. január 19-ére elkészíti az olajtagozat — tanterv, tananyag, néhány szaktanszék (mélyfúrási, olajtermelési, olajgépészeti és olajvegyészeti) felállítása, oktatók, előadók — végleges tervezetét. 1951. február 7-én a miskolci olajtagozat helyszükségletéről tárgyalnak a KTI-ben.

Az OT 1951. február 27-én megbeszélést tart a Sopronban felállítandó olajtermelési tanszékkel kapcsolatos teendőkről: helyiségek biztosításáról, tanszékvezető kinevezéséről, *Falk Richárd* főmérnök kikéréséről az olajbányászattól, jegyzetek készítéséről.

A Magyar Dolgozók Pártja Központja ÁG Osztályán 1951. április 12-én értekezletet tartanak, amelyen közlik a meghívot-

takkal, hogy a bányamérnökképzést — szovjet minták nyomán — bányaművelő, bányagépész, olajbányász, geológusmérnöki és geofizikusmérnöki szakokra szakosítják, és hogy dunántúli székhellyel, valószínűleg Tatán, önálló bányászegyetem létesül. Ez a a közlés a következő esztendőkre meghatározta a bányamérnöki kar sorsát: a bányamérnöki kar a korábban Sopronban megindított földmérnöki karral együtt önálló szervezeti egységként, 1951. szeptember 1-től 1955. március 24-ig mint Műszaki Egyetemi Karok, Sopron működik tovább.

A Népgazdasági Tanács egy 1951 tavaszán tartott ülésén *Vadász Elemér* javaslatára úgy határozott, hogy szeptember 1-ig felállítandó a Geofizikai Tanszék.

Végül a minisztertanács *Gyulay Zoltánt* 1951. június 1-én kinevezi a miskolci műszaki egyetem soproni bányamérnöki karának olajtermelési tanszékére tanszékvezető egyetemi nyilvános rendes tanárrá, majd október 23-án *Kántás Károlyt* a földmérőmérnöki kar geofizikai tanszékére tanszékvezető egyetemi tanárrá. Így érkeztünk el hosszú úton a tanszékalapításokhoz.

Negyedszázados a geofizikusmérnök-képzés

CSÓKÁS JÁNOS

Hazánk háború utáni talpra állása során a párt és a kormány szükségesnek látta az ország ásványinyersanyag-kutatásának megszervezését és fejlesztését, ezen belül megfelelő szakemberek képzését is. Az energia- és a nyersanyag-, valamint a vízellátás fokozása érdekében sürgős volt a folyékony és a szilárd ásványi nyersanyagok kutatása, az ország földtani felépítésének pontosabb megismerése, ezért született az az elhatározás, hogy minél előbb meg kell szervezni a geofizikusmérnök-képzést.

Nagyon hasznosnak bizonyult a *Tárczy-Hornoch Antal* akadémikustól származó gondolat, hogy a Műszaki Egyetem Soproni Földmérőmérnöki Karán az 1949—50. tanévet kezdő földmérőmérnök-hallgatók egy részét az alaptárgyak elsajátítása után az 1951—52. tanévtől kezdődően geofizikusmérnökké képezzék ki, ezzel két év időnyereségre lehetett szert tenni. A hazai geofizikusmérnök-oktatás tehát 1951 szeptemberében kezdődött, most 25 éve.

A tanulmányi idő akkor négy év volt; az első 14 geofizikusmérnöki oklevelet már 1953-ban át lehetett nyújtani.

Az első években a Geofizikai Tanszék látta el a Bánya-, a Földmérő- és az Erdőmérnöki Karokra beíratkozott hallgatók Fizika c. tárgyának, továbbá a földmérő- és a bányakutatómérnök-hallgatók Alkalmazott geofizika c. tárgyának oktatását is.

A geofizikusmérnök-képzés első fontosabb szaktárgyai az 5. félévben Ásvány- és kőzettan, Bevezetés az őslénytanba, Hidrológia, Alkalmazott geofizika; a 6. félévben Matematika V., Elméleti fizika I., Geokémia, Robbantástechnika, Geofizikai mechanika és Alkalmazott geofizika voltak. A 7. és 8. félévben szerepelt az Elméleti fizika II., Teleptan, Szerkezeti földtan, Magyarország földtana, Mélyfúrás és kutatás, valamint az Országos geofizikai mérések és az Alkalmazott geofizika c. tárgy.

Az eltelt 25 év során az alkalmazott geofizika tudományág gyors fejlődése és a tantervi reformok több fokozatán át jutott el az oktatás a jelenlegi formához. Ez idő szerint a geofizikai szaktárgyak alaptárgyakra és műszaki alapozó szaktárgyakra épülnek. Ezek közül a fontosabbak a következők: Geofizika négy féléven át, Geofizikai adatfeldolgozás, Gefizikai értelmezés, Geofizikai praktikum, Magyarország geofizikája, Geofizikai kutatások gazdaságtana, A Föld fizikája. Ezek egészülnek ki a nyári üzemi termelési gyakorlatokkal és a diplomaterv elkészítésével, melyeket a hallgatók az ipar támogatásával végeznek.

Az alkalmazott geofizika időközben a geológusmérnökök, az olajbányász- és a bányaművelő mérnökök tanrendjébe is bekerült és egyik szaktárgyukká vált. Ebből az is következik, hogy az elmúlt negyedszázad alatt nemcsak a hazai műszeres földtani és mérnökföldtani kutatás emelkedett korszerű színvonalra, hanem az energiahordozókat és az ásványi nyersanyagokat feltáró termelő mérnökök szakmai tudása, technikai látóköre és így munkájuk gazdaságossága is nagymértékben fejlődött.

A 25 éves geofizikusmérnök-képzés eredményeképpen 149 geofizikusmérnök nyert diplomát és mintegy 99 olyan bányageológus-mérnök kapott olyan ipari geofizikai oktatást, amely alapján geofizikusmérnöki munkakör ellátására is alkalmasak, ez összesen 248 oklevél. Ezeken kívül több évfolyam szakmérnököt, több száz olajmérnököt, bányaművelő mérnököt, hidrogeológus- és geológusmérnököt részesített a Geofizikai Tanszék szaktárgyi szinten az alkalmazott geofizika elméleti és gyakorlati kiképzésében.

Az említettek között számos külföldi állampolgár is volt különböző országokból. Mindezekhez járult még több mérnöktovábbképző tanfolyam is.

Műszaki egyetemeken az oktatást szervesen egészíti ki az ipari kutatómunka. A Geofizikai Tanszék kutatómunkája eredményeképpen több geofizikai módszert vezettek be hazánkban. Ezek között felsorolható a tellurikus és magnetotellurikus eljárás elsősorban a szénhidrogén-kutatásban; robbantások szeizmikus hatásainak szabatos meghatározása épület- és egyéb károk megelőzése céljából.

Ilyen a széntelepek tektonikai zavarainak felderítése bányavágatokban végzett geoelektromos mérések útján, vagy a rádiófrekvenciás eljárás hazai alkalmazása és a gravitációs és mágneses terek transzformációja mennyiségi számítások céljaira. Ilyenek még a felhagyott üregek, pincék talajfellazulások felderítésére kidolgozott és alkalmazott eljárás, archeológiai objektumok helyének meghatározása geofizikai módszerekkel és még mások. Mindezekről több tudományos fokozat, több száz tudományos publikáció tanúskodik hazai és külföldi szaklapokban.

A tudományos és szakmai közéleti tevékenység is további lendületet vett a geofizikusmérnök-képzés következtében. Az MTA tudományos bizottságaiban és az MTESZ földtudományi szakcsoportjaiban sok itt képzett mérnök és itt oktató működött közre számos előadással és a vezetőségekben tisztség betöltésével. Kiemelkedő a Magyar Goefizikusok Egyesületével való együttműködés, mely egyrészt abban nyilvánult meg, hogy az egyesület mindig élénk figyelemmel kísérte a Geofizikai Tanszék életét. Véleményt nyilvánított és tanácsokat adott mind az oktatást, mind a tantervi reformokat illetően, mind a tudományos és kutató munkánkról. Másrészt a Geofizikai Tanszék szervezésében alakult meg a Magyar Geofizikusok Alföldi Csoportja, magába foglalva a Nagyalföldön és Észak-Magyarországon működő geofizikus társadalmat. Az anyaegyesület ezen keresztül is számos utat talált az itt folyó oktatás és tudományos kutatás elősegítésére.

Vándorgyűlések — közöttük nemzetközi is — zajlottak le itt, fémjelezve a tanszék oktató-nevelő és tudományos eredményeit. Tudatosan szoros együttműködés folyik a rokon és felhasználó szakmák művelőivel egyesületi és ipari vonalon is.

Ma már korszerű geofizikai műszerek és számítástechnikai eszközök vannak a tanszék leltárában az oktatás és a tudományos munka céljaira. A negyedszázad alatt az egyetem beruházási és beszerzési keretei mellett az olajipar és több geofizikai intézmény is messzemenő anyagi támogatást nyújtott a geofizikusmérnökképzéshez, és számos társadalmi ösztöndíjjal kötötte magához hallgatóinkat.

Az elmúlt 25 év alatt geofizikusmérnökeink képzettségük és rátermettségük által sok nemzetközi elismerést vívtak ki hazai és nemzetközi plénumok előtt elhangzott előadásaikkal, valamint szakcikkeikkel, sőt ezeken túlmenően itthon és külföldön ásványinyersanyag-lelőhelyek felkutatásával is.

Az elmondott rövid áttekintés csupán megemlékezés kíván lenni a magyar geofizikusmérnök-képzés 25 éves jubileuma alkalmával, és tiszteletadás mindazok előtt, akik ezt a felsőoktatási formát és intézményt segítették, fejlesztették és eredményeihez juttatták.

Az olajmérnökképzés 25 éve

SZILAS A. PÁL

A hazai olajmérnökképzés születésnapja 1951. szeptember 1. Ekkor alakult meg az Olajtermelési Tanszék Sopronban, a hazai olajipar kimagasló elméleti felkészültségű szaktekintélyének, *Gyulay Zoltánnak* vezetésével. A kezdeti tervek szerint ez a tanszék csak egyike, elsője lett volna négy „olajos szaktanszéknek". Később azonban a tervek megváltoztak, az egyetlen szaktanszék az Olajtermelési Tanszék maradt. Így az olajbányászati oktatás és az Olajtermelési Tanszék története szorosan egybefonódik.

A szaktárgyi oktatás gerincét kezdettől fogva három tárgykör képezte: mélyfúrás, rezervoármechanika, továbbá a szénhidrogének termelése és szállítása. Ezen tárgyak előadói az elmúlt első negyedszázadban végig ugyanazok voltak, a tárgyak sorrendjében *Alliquander Ödön, Gyulay Zoltán* és *Szilas A. Pál*. Az oktatás megindításához nagy segítséget jelentett az, hogy *Gyulay Zoltán* javaslatára és patronálásával magyarra fordították és kiadták az akkori legnevesebb szovjet szakkönyveket, az azóta minden olajbányász által jól ismert nagy tekintélyű professzorok: *Csarnij, Glogovszkij, Krülov, Lapuk, Mircsink, Muravjev, Nikolajevszkij, Sacov* és *Scselkacsov* műveit.

Az oktatás alaptárgyi és alapozó szaktárgyi feltételeit egyetemünk többi tanszékei látták el. Alig túlértékelhető az igen nagy oktatási és gyakorlati tapasztalattal rendelkező *Falk Richárd* professzor segítsége, aki mint a Bányagéptani Tanszék vezetője az olajbányászatra orientált gépészeti oktatást tette lehetővé, valamint a *Kántás Károly*, majd *Csókás János* professzorok vezette Geofizikai Tanszék oktatói tevékenysége. Egyes szaktárgyak oktatására az ipar kiváló szakembereit hívtuk meg. A kezdeti, soproni időszakban különösen nagy segítséget jelentett *Binder Béla, Gráf László, Halmágyi Károly, Tomor János, Purman Jenő* és *Zoltán Győző* közreműködése, akik kitűnő elméleti felkészültségük mellett nagy gyakorlati tapasztalatukat is igyekeztek átültetni hallgatóikba. A miskolci 17 év alatt további kimagasló szaktekintélyű ipari előadók is segítették munkánkat, akiknek szakmai jelentőségét mindannyian jól ismerjük. Az olajbányászati oktatásban *Bán Ákos, Doleschall Sándor* és *Zachemski Ferenc* nevét kell elsősorban kiemelnünk. — Nézzék el nekem az érdekeltek, ha az oktatás terheinek jelentős részét vállaló adjunktusokat és tanársegédeket név szerint mind nem sorolom fel (közülük minden bizonnyal többről, mint neves professzorról emlékezik majd a második jubileum). Kiemelem azonban a tanszék megalakításától minden hálás és háládatlan feladatból nagy részt vállaló *Bognár János* és az immár két évtizede oktató és laboratóriumi munkánk megindításában jelentős szerepet vivő *Mating Béla* odaadó munkáját.

Az oktatás tanterve, az oktatott anyag jelentősen változott, fejlődött az elmúlt időben. Elsősorban *Gyulay Zoltán* érdeme az, hogy a tanszék oktatói már a fennállás kezdete óta arra törekedtek, hogy nemcsak provinciális jelentőségű ismereteket tanítsanak. Az volt a cél, hogy Föld fejlett szénhidrogén-bányászattal rendelkező államainak minden hozzáférhető és időt állónak látszó tapasztalata az oktatási anyagba szűrődjön, s ezzel is elősegítsük a hazai ipar műszaki fejlődését.

Az oktatás az első években 8 féléves volt. Az 1951—52. tanévben beiratkozottak már kilenc féléves tanmenetet hallgattak. Az 1956—57. tanévtől az oktatás 10 félévessé vált. A korszerűsítésnek talán legfontosabb lépése az 1961-ben megindított Tanügyi Reform során kialakított új tanterv volt, amely 1963-ban lépett érvénybe. Korszerűsítése főként ismét *Gyulay Zoltán* érdeme. Ekkor indult meg a 9 féléves matematikai oktatás, de a többi alaptárgyak is jelentősen megerősödtek a hagyományos bányászati oktatástól örökölt és szempontunkból kevésbé fontosnak látszó egyéb tárgyak rovására. Az akkor merész, kezdeményező lépésnek számító matematikai oktatás bevezetését, feltételeinek biztosítását *Gáspár Gyula* professzor irányításával a Matematikai Tanszék lelkesen vállalta. Azóta ezt az oktatási anyagot több más egyetemi szak is átvette. — 1968 decemberétől *Boldizsár Tibor* professzor is az Olajtermelési Tanszék oktatója lett. Neki köszönhető, hogy képzésünk a geotermikus energia és vízbányászat tárgykörökkel bővült, s a fluidumok bányászata szempontjából teljesebbé vált.

A hazai földgázkészletek a hajdúszoboszlói gázmezők felfedezésével jelentősen nőni kezdtek, és azóta is növekednek. Hazánkban ekkor nem volt olyan egyetemi oktatási szakirány, amely a gázipar részére a földgáz elosztásával és tüzelésével kapcsolatos ismeretekkel rendelkező mérnököket kiképezte volna. Ezért indítottuk meg az 1966—67. tanév II. félévében az olajbányászati szakból a VII. félévben elágazó gázipari mérnökképzést. Fő szaktárgyai a Földgáz- és gazolintermelés, Tüzeléstan, Gázellátó rendszerek, Energiagazdálkodás, Gázgyártás, Csőtávvezetékek. Oktatási segítséget a szaktárgyak terén elsősorban a Tüzeléstani Tanszék adott *Farkas Ottóné* vezetésével, de döntő fontosságú volt a színvonalas oktatás lehetősége szempontjából nagy tekintélyű külső szakemberek előadói segítsége is. Elsősorban *Laklia Tiborra, Pápay Józsefre, Péchy László* professzorra és *Vida Miklós* c. egyetemi tanárra gondolok. — Azt, hogy a vállalkozásunk szükséges és a kívánalmaknak megfelelő irányú volt, az azóta elmúlt 10 év igazolni látszik. Gázmérnökeinknek mind nagyobb szerep jut az ipari vezetésben, s lényegileg ugyanezen tananyag oktatásával képezzük át a gáziparban foglalkoztatott, de más előképzettséggel rendelkező mérnököket gázszakmérnökökké.

S most néhány adat Önökről, olaj- és gázmérnökökről. A hazai szénhidrogén-bányászat államosításakor, 1948. december 28-án az iparágban a gyakorlati ismeretek és önművelés alapján olajbányásznak tekinthető bányamérnökök száma 18 volt. Azóta 374 hallgatónk kapott olajbányász vagy gázipari oklevelet. Az első, tágabb értelemben vett olajmérnökök az 1947-ben beíratkozott bányakutató mérnökök, akik tanulmányaik utolsó évében hallgattak olajbányászatot. 1952-ben íratkoztak be először olyan hallgatók, akik már akkor tudták, hogy (ha minden jól megy) olajmérnök lesz belőlük. Ez azonban még távolról sem jelenti azt, hogy mindegyikük eredetileg is olajmérnök akart volna lenni. A legtöbbjük máshová jelentkezett, olajbányásznak csak átirányították. Az 1956-ban végzett olajmérnökeink közül például négyen eredetileg orvosok akartak lenni, volt aki külügyi akadémiára jelentkezett, de olyan is volt, aki balett-táncos szeretett volna lenni. Aztán hovatovább, fokozatosan mind nagyobb rangot jelentett olajosnak lenni. Hosszú éveken át mind a jelentkezők viszonylagos száma, mind a felvételi pontszámok, mind pedig a tanulmányi eredmények alapján az olajosok, gázosok, Önök voltak a Nehézipari Műszaki Egyetem egyik legjobb vagy éppen a legjobb tanulócsoportjai. Nemcsak tanulmányi, hanem a társadalmi munkában is élenjáró szerepet vállaltak. A kari KISZ-szervezet titkára számos évben Önök közül került ki. — Biztos vagyok benne, hogy az átlagot jóval meghaladó szellemi kapacitás beáramlása az iparba olajbányászatunknak és ezen keresztül a népgazdaságnak alig felmérhető hasznára vált és válik. (Talán nem leszek ünneprontó azzal, ha megemlítem, hogy az utolsó 2 évben csökkenni kezd a beiskolázott olajos, gázos hallgatók átlagos tanulmányi színvonala és viszonylagos száma. Szükség lenne az Önök hatékony segítségére, propagandájára, hogy a tehetséges jelentkezők száma ismét nagyobb legyen, s iparunk következő generációjának képességei, adottságai ne legyenek kisebbek az Önökénél.)

A tanszék és az oktatás életében igen jelentős változást jelent a Sopronból Miskolcra való átköltözés. A 8 évi soproni tartózkodás alatt a kellő ütemű fejlesztést állandóan gátolta, hogy az átköltözés lehetősége mindig ott lebegett fölöttünk. 1959 nyarán azután bekövetkezett a költözés. Az elmenetelnek nem nagyon örültünk, hiszen a soproni környezet igen kedvező, vonzó volt, s a miskolci egyetem ebben az időben még messze volt a befejezéstől. Viszont fejlesztéséhez s kívánatos kialakításához éppen mi is szükségesek voltunk, ezért indokoltan határoztak úgy az illetékesek, hogy ideköltözzünk. — A gyökéreresztés sok nehézséggel járt. A tanszéknek minden nem oktató dolgozója Sopronban maradt. Miskolcra összesen négy oktató jött át. A tanszék által oktatott tárgyak száma viszont fokozatosan elérte a 20-at. A személyi feltételek megteremtése s a korlátozott anyagi lehetőségek komoly gondot okoztak. A saját erőnk kevés volt. Nagy szerencse, hogy annak idején az ipar ahol tudott

segített. Műszereket, kutatói státusokat, tanszéki berendezéseket, oktatói lakásokat kaptunk részben természetben, részben pénz formájában. Az ipar számos vezetője világosan látta, hogy az az ipari méretekhez viszonyítva nem nagy ráfordítás, amit a mérnökoktatásnak juttat, többszörösen megtérül azzal, hogy mind kedvezőbb feltételek mellett képzett mérnökök kerülnek az iparba. Sok nevet említhetnék, talán a teljes névsort össze sem lehetne állítani. Ki kell emelnem azonban *Bese Vilmosnak*, az OKGT akkori vezérigazgatójának nevét. Tág látókörű és önzetlen segítségére, kooperációs készségére csak a legnagyobb tisztelet és nagyrabecsülés hangján emlékezhetünk. Mindent adott, amit tudott, s a maga részére soha semmit nem kért. — Mi joggal éreztük magunkat a szénhidrogén-bányászat egy részének, amelynek céljai az ipar céljaival közösek, csak éppen szervezetileg más minisztériumhoz tartozunk, és más a közvetlen feladatunk.

A tanszék szellemi kapacitásának mind nagyobb részét foglalta le a kutatási tevékenység. A kutatómunka az egyetemi oktatás nélkülözhetetlen velejárója. Ez biztosítja azt, hogy az oktatás nem válik íróasztalszagúvá, hogy az oktatás és az ipar kapcsolata közvetlen marad, hogy a tanszék laboratóriumi felszerelése viszonylag színvonalas és kihasznált, s nem utolsósorban az, hogy a népgazdaság viszonylag csekély áldozattal jól tájékozott kutatóhelyet kap. Az első feladat volt a követelményeknek megfelelő kutatási témák megválasztása, s az eredményes kutatás feltételeinek biztosítása. A 60-as évek közepén szinte a semmiből indultunk ki. Azóta beszámolhatunk már eredményekről is, az ezzel kapcsolatos tájékoztatást *Tóth János* docens fogja elmondani. Néhány eredményt azonban e helyütt is megemlítenék. Az elmúlt időszakban a tanszék oktatói közül 5-en kandidátusi és 6-an ezen túlmenően egyetemi doktori címet szereztek. A disszertációk a mélyfúrás és a termelés különböző szakterületeihez kapcsolódnak. Témáik a kiegyensúlyozott fúrás, gáztalan olajat termelő kutak üzemviszonyai, víznyomásos gáztároló telepek működési dinamikája, szénhidrogén-tároló kőzetek szerkezeti jellemzése, az optimális függőleges kétfázisú áramlási összefüggések kiválasztása, gázelosztó hálózatokban végbemenő állandósult és tranziens áramlás szimulációja, vízkutak korszerű kiképzése, nagy viszkozitású kőolaj nem izotermikus szállítása.

Néhány szó a további kutatómunkáról. 1973-ban adtuk át az iparnak azt az Európában először készített kitörésvédelmi szimulátort, amelynek segítségével hazánkban is megindult a szakemberek oktatása a kutak kitörését megelőző tevékenység elsajátítására. Jelentős erőfeszítéseket tettünk a nem newtoni kőolajok nem izotermikus áramlási jellemzőinek meghatározása és ennek alapján az algyői olaj várható szállítási viszonyai tervezési módszereinek kidolgozása érdekében.

Eljárást dolgoztunk ki az optimális termelőberendezés és az optimális távvezeték-nyomvonal meghatározására. — Több kutatási témában született meg kutatási szolgáltatás, illetőleg együttműködés külföldi partnerekkel (szovjet, csehszlovák, NDK-beli, olasz). A kutatómunkák jelentőségének értékelése nem lehet a mi feladatunk, lehetőségeinknek több minden mellett a kutatásban részt vevő oktatók alig egy tucatnyi száma eleve határt szab. Azt szerettem volna azonban érzékeltetni, hogy az oktatás ezen háttértevékenységének kialakítása érdekében viszonylag sokat fáradoztunk.

Bese elvtárs felkérésére az Olajtermelési Tanszék 1960-ban megindította a szénhidrogén-bányászat mérnöktovábbképzését, és ennek később is gazdája maradt. *Alliquander* professzor előadásában részletesen fog erről szólni. Itt röviden csak annyit, hogy 1960-ban és 1962-ben a szénhidrogén-bányászatnak szinte minden, műszaki diplomával rendelkező dolgozója részt vett az egyetemünkön szervezett olyan továbbképzőn, amelynek célja az volt, hogy elméleti tudásukat a három alaptárgy (Matematika, Hidraulika és Fizikai kémia), valamint a három szaktárgy (Mélyfúrás, Rezervoármechanika, Kőolajtermelés) szakterületén az akkori egyetemi oktatás szintjére hozzuk. Ezt a tanfolyamot igen jelentős számú céltanfolyam követte, amelyek általában 1—2 heti időtartamú bentlakással jártak, s a hazai ipar szempontjából aktuális kérdésekben adtak továbbképzést az egyetem és az ipar kimagasló tudású szakemberei.

Jólesik megemlítenem, hogy tanszékünk oktató- és kutatómunkája több külföldi intézményben is figyelmet keltett. Először az NDK-beli Freiberg világhírű bányászati akadémiája fordította le és adta ki sokszorosított formában három fő szaktárgyunk oktatási anyagát. Az első előadások megtartására *W. Arnold* professzor, a kar dékánja tanszékünk tanárait hívta meg, s előadott tananyagukat kötelezőként írta elő. — *Gyulay Zoltán* professzort tiszteletbeli szenátornak, *Alliquander Ödön* professzort éppen ebben az évben tiszteletbeli doktornak választották meg. — A tanszék oktatóinak több szakkönyve jelent meg magyar és idegen nyelven. *Alliquander* professzor mélyfúrással foglalkozó könyvét két kiadásban az NDK-ban, majd a Szovjetunióban is kiadták. *Szilas A. Pálnak* a kőolaj és földgáz termelésével és szállításával foglalkozó könyve az Akadémiai Kiadó és az Elsevier Scientific PC. kooperációban jelent meg, az utóbbi a „Fejlődés a kőolajtudományokban" sorozatának harmadik köteteként adta ki. Előadás-sorozatok tartására tanszékünk oktatói több országból kaptak meghívást (Ausztria, Hollandia, India, Líbia, a Német Demokratikus Köztársaság, a Német Szövetségi Köztársaság, Norvégia, Olaszország, USA). Az elmúlt 5 év ilyen irányú aktivitására jellemző, hogy oktatóink szájából 8 országban mintegy 22 előadás, illetőleg előadás-sorozat hangzott el.

Tanszékünk oktatói mindig nagy jelentőséget tulajdonítottak annak, hogy hallgatóink érezzék, a társadalomnak nem független egyedei, hanem szerves alkotó részei. A közéleti aktivitásra való nevelés egyik leghatásosabb módja a személyes példamutatás. Ez is oka, hogy oktatóink jelentős szerepet vállaltak és vállalnak hazánk tudományos és társadalmi szervezeteiben. Talán nincsen is hazánkban olyan — szakterületünkkel, hivatásunkkal kapcsolatban álló — szervezet, amelyben tanszékünk egy vagy több oktatója állandóan vagy időszakosan nem vállalt volna aktív részvételt, esetenként vezető feladatokat. Jólesően látjuk volt hallgatóink jelentős részének társadalmi aktivitását és szeretnők hinni, hogy ebben az elmondottaknak is részük van.

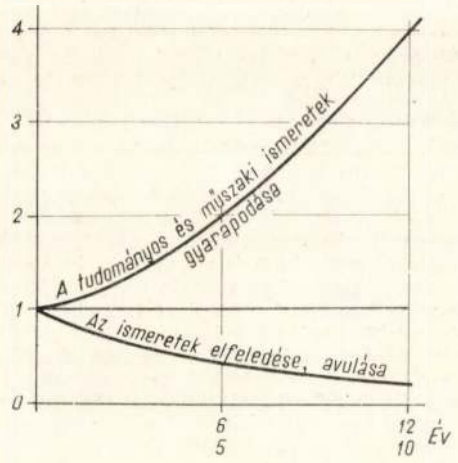
Egy rövid beszámoló keretében nem lehet teljes képet adni 25 év minden fontos törekvéséről, mozzanatáról. Őszintén remélem azonban, hogy oktatói, nevelői munkánknak legalább főbb vonásairól hű képet sikerült felvillantanom. A kép persze egy szempontból teljesen egyoldalú: eredményekről beszél és sikertelenségekről nem. Azok is voltak, mást is akartunk, ami nem valósult meg. Ez azonban gondolom másutt is általában így van, kár volna kesergéssel rontani az ünnepi hangulatot. — Ismertetésemet beszámolónak szántam az Önök, volt hallgatóink részére, akik elsősorban voltak részesei oktatói, nevelői tevékenységünknek. Önök tudnak és Önöknek van joguk elsősorban véleményt mondani arról, hogy azt eredményesnek tartják-e, hiszen ezt a munkát korábban belülről s most kívülről is szemlélhetik. Biztosan dolgozhattunk volna jobban, hatásosabban is. Ez azonban rajtunk kívül az Önökkel, az ipari intézmények képviselőivel való kapcsolatnak is függvénye. A kritikus, de segítőkész együttműködés hatékonyságunk növelésének fontos feltétele. Kérem legyenek ebben nemcsak partnerek, hanem kezdeményezők is, különösen ha azt látják, hogy a mi törekvéseink nem elegendőek. Legyenek még aktívabb részesei a hatékonyabb olaj- és gázmérnökoktatásnak. Meg vagyok győződve, hogy ezzel nemcsak az iparba kerülő ifjú mérnökök tudásszínvonalának emelésében működnek közre, hanem tovább erősítik olyan együttműködési atmoszféra kialakulását, mely a következő 25 évben az eddigieknél még több és jelentősebb, szocialista népgazdaságunkat erősítő eredmény megszületését biztosítja.

Mérnöktovábbképzés a kőolaj- és földgázbányászatban

ALLIQUANDER ÖDÖN

A mérnöktovábbképzés, illetve a ma mind általánosabban használt kifejezéssel élve: a „posztgraduális" képzés, vagyis az oklevél utáni képzés — mint közismert — ma már nemcsak a haladó, haladni kívánó mérnök számára parancsoló szükségesség, hanem minden mérnök kötelező tevékenységévé vált.

Élesen rámutat erre a megállapításra *Stockmann* és szerzőtársainak [1] hazai publikációkban már többször bemutatott [2, 3] diagramja *(1. ábra)*, amely az optimálisnak feltételezett egyetemi képzés végén elért ismeretszintet jelző vízszintes kezdőpontjából kiindulva egy, az ismereteknek az idő függvényében rohamos gyarapodását jelző és exponenciálisan emelkedő meredek görbéből és egy, az egyetemen szerzett ismeretanyagnak feledéssel és avulással való csökkenését mutató, s ugyancsak a kezdőpontból kiinduló, de lefelé hajló, kevésbé meredek görbéből áll. Az egyenest közrefogó görbepár döbbenetesen szemlélteti milyen rohamosan növekszik az elérhető tudományos és műszaki ismeretanyag, valamint a felfrissítés és folyamatos utánképzéssel való kiegészítés nélküli, tehát a feledéssel és avulással csökkenő egyéni ismeretkészlet közötti távolság, vagyis az idő függvényében milyen tágra nyílik az „ismeretolló".



1. ábra

exponenciális összefüggést tételezett fel. Ennek alapján *Sellers* szerint a munkaidő 15%-át igényli egy mérnök egyetemen szerzett tudásának szinten tartása.

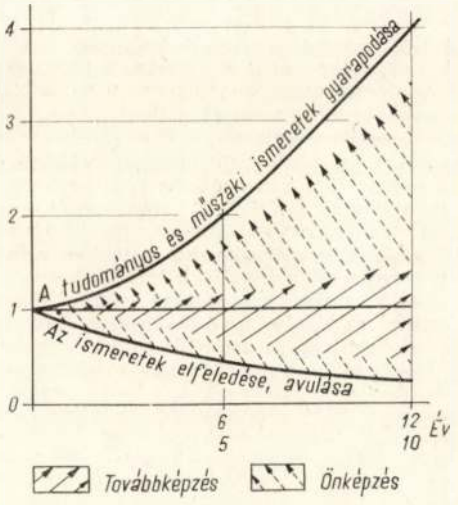
A szinten tartás azt önképzésen kívül elsősorban szervezett továbbképzéssel lehet és célszerű, sőt kell biztosítani *(2. ábra)*.

Az egyetemi tudásszint fokozása — eltekintve a gyakorlati munkában a tapasztalattal szerzett tudástól, amely azonban csak részben pótolja az elméleti ismeretanyag hiányát — az exponenciálisan növekvő ismeretanyagig már csak folyamatos, fokozott önképzéssel, szervezett speciális szakmérnökképzéssel közelíthető meg.

Hogy alakult a mérnöktovábbképzés a régmúltban, a közelmúltban, hogy áll a fluidumbányászat posztgraduális képzése ma és mik a jövő teendői?

1. A hazai mérnöktovábbképzés első évszázada

Az elmondottak szerint a ma nélkülözhetetlen, s éppen ezért világszerte mindinkább kötelezővé váló mérnöktovábbképzés,



2. ábra

Az ismeretolló nyílásának mértékét a két görbe lefutásának számszerű becslésével a következő elgondolással lehet megközelíteni. Az ismeretanyag rohamos növekedése ijesztő méreteket ölt ugyan, s bár a hatvanas évek elején sokat hangoztatott „információrobbanás" nem következett be, a növekedés változatlanul exponenciális, és minden bizonnyal az is marad az ezredfordulóig. Az ismeretanyag megkétszereződése a fluidumbányászat körében ma 5—6 évre becsülhető (ugyanezt a gépiparban ma 10 évre, a vegyiparban 8 évre, az elektronikában 5 évre, az űrkutatásban 3 évre, az atommagtechnikában $2^1/_2$ a lézertechnikában 2 évre teszik [4]). Egyidejűleg — mivel az emberi agy befogadóképessége nem nőtt, s mivel 5-6 év alatt az ismeretek avulása és feledése 50%-ra becsülhető —, mindez azt jelenti, hogy az általános képességű mérnök szakmai tudása 8 év alatt ¼-ére csökken, 10 év alatt pedig az eredetinek mindössze 5-6%-ára zsugorodik.

A feledési-avulási mértéket *Sellers* [3] még rohamosabbnak ítéli, amikor az egyetemi képzés végén elért tudásszint tartásához szükséges idő meghatározása érdekében egyszerű matematikai modellel közelítette meg az ismeretek elévülését, amelyben — a radioaktív izotópok intenzitáscsökkenéséhez hasonlóan — sőt a szakmérnökképzés terén is a bányászat hazánkban, sőt talán Európában is úttörő volt. A selmeci Bányászati Akadémia végzett hallgatói számára a bányászabszolvensek továbbképzésére már a múlt század közepén — 1843 és 1849 között — behívott és önkéntes résztvevőkkel 7 geológiai tanfolyam folyt le Bécsben, majd 1859-ben egy bánya- és kohógépészeti Příbramban [4].

Az előbbi, a geológiai továbbképző előadás-sorozat 75 behívott és 166 önkéntes hallgatója között ott van a fiatal bányászok színe-java, a későbbi selmeci professzorok közül *Faller Gusztáv, Pöschl Ede, Litschauer Lajos, Pettko János*, de köztük van a mélyfúrás később európai hírűvé vált atyamestere, *Zsigmondy Vilmos* is, vagy a bánya- és kohógépészeti tanfolyamon *Sóltz Vilmos*, a kohászat későbbi selmeci professzora, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület alapításának kezdeményezője.

Míg a geológiai tanfolyamok mérnöktovábbképző tanfolyamoknak tekinthetők, a bánya- és kohógépészeti tanfolyam már mai értelemben vett szakmérnökképzés volt, hiszen *Gustav Schmidtet* olyan gyakorlattal egybekötött előadások megtartásával bízzák meg, amelyek a bánya- és kohómérnökök számára

különösen fontosak, de amelyeket nyilvános műszaki tanintézetekben nem, vagy nem a kívánt mértékben tanítanak. A tanfolyam befejeztével minden hallgatónak előadást kellett tartani a bányagépészet valamely szabadon választott témájáról és a tanfolyam elvégzéséről bizonyítványt kaptak. Erre a „szakmérnökképzésre" a továbbiakban nem volt szükség, mert a bányászati akadémiák következő évi tantervébe az általános géptan, a bánya- és kohógéptan már megfelelő óraszámmal beépült.

2. *A közelmúlt és a jelen mérnöki továbbképzése*

A selmeci kezdeményezés után egy évszázaddal került szervezetileg napirendre a mérnöktovábbképzés ügye. 1931 áprilisában ugyanis az Országos Mérnökkongresszuson *Pattantyús Á. Géza* műegyetemi ny. r. tanár felszólalására a kongresszus határozatai között szerepel a *Mérnökök nevelése és továbbképzése* c. két alpont a következő szöveggel: „A mérnökkongresszus szükségesnek tartja, hogy a magyar mérnökök később is lépést tartsanak a technikai tudományok haladásával, és összefoglalóan megszerezhessék a nemzeti mérnöki feladatok eredményes elvégzéséhez szükséges speciális részletismereteket is, beleértve a fontosabb hazai műszaki alkotások munkálatain szerzett tapasztalatokat is.

Szükségesnek tartja ezért a Műegyetemen továbbképző előadás-sorozatok és tanfolyamok szervezését, és azok szövegének műegyetemi kiadványok alakjában való időszakos közzétételét, valamint azt is, hogy a hazai építkezések és a fontosabb technikai alkotások szakszerű ismertetésének különben sem számottevő költségeire a szükséges fedezet már az építési hitel keretén belül biztosíttassék."

Ezt követően, mivel hosszú éveken át a határozat végrehajtása elmaradt, *Mihailich Győző* műegyetemi ny. r. tanár 1936 decemberében — éppen 40 éve — az Országos Felsőoktatási Kongresszuson, a „Mérnöktovábbképzés" című előadásában, konkrét javaslatot tett arra, hogy „a gyakorlatban működő mérnökök továbbképzése céljából létesítessék a Műegyetemmel kapcsolatban egy *Mérnöki Továbbképző Intézet*". A sok tárgyalás, vita után az előkészítő bizottság *Fülei Szántó Endre* műegyetemi professzor vezetésével megszövegezett szervezeti szabályzata hosszú ideig elfeküdt az akkori Vallás- és Közoktatásügyi Minisztériumban, s azt csak 1939-ben hagyták jóvá, s ennek nyomán a szervezett mérnöktovábbképzés 1941-ben indult meg.

A bürokratikus akadályokat azonban az élet áttörte, s az 1937-ben életre hívott *Soproni Nyári Egyetem* keretében — amelyet az akkori József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem összes karának nyári egyeteméül szerveztek — már 1938-ben *Erdőmérnöki Továbbképző Tanfolyamot* alakítottak ki az Országos Erdészeti Egyesület (18 előadó 24 előadását 65 résztvevő hallgatta). Ennek a kezdeményezésnek sikerét az az elhatározás igazolja, hogy az erdészeti mérnöktovábbképző tanfolyamok kétévenkénti megismétlését határozták el. Az 1938. évi nyári egyetem záróünnepségén *Czettler Jenő* akkori rektor hangoztatta, hogy ez volt Magyarországon az első mérnöktovábbképző tanfolyam. Ezzel kapcsolatban azonban megjegyezhető, hogy egyes források [6] szerint, legalábbis kezdeményezésként, felmerült a mérnöktovábbképzés ügye az 1900-as években is; 1914 tavaszán pedig a Magyar Mérnök és Építész Egylet szegedi osztálya tartott egy matematikai továbbképző tanfolyamot; a további tervezett tanfolyamok a háború kitörése miatt azonban már nem valósultak meg. A Mérnök Egylet kérésére az első világháború alatt *Wittman* professzor elektrotechnikából, a háború után pedig a műegyetem közgazdasági osztálya rendezett továbbképző előadásokat mérnökök számára. 1934-ben a Magyar Racionalizálási Bizottság a korszerű üzemvezetésről tartott sorozatos előadásokat. 1936-ban a Magyar Mérnök és Építész Egylet 10 napos, főleg építészeti és általános mérnöki tárgyú tanfolyama keltett nagy érdeklődést. Ebben az időben a „Mérnökpolitikusok" csoportja is behatóan foglalkozott a mérnöktovábbképzés feladataival. 1937-ben *Jáky* professzor tartott útépítő mérnökök számára 10 napos talajmechanikai továbbképző tanfolyamot.

Ugyancsak az 1938. évi Soproni Nyári Egyetemen határozták el a bányászati és kohászati tárgyú előadásra érkezettek, hogy a jövőben a bányahatóság közreműködésével három napon keresztül bánya- és kohómérnök-továbbképző tanfolyamokat tartanak a *Soproni Nyári Egyetemek* keretében. Ennek a határozatnak értelmében 1939. augusztus 7—11-e között 27 előadással valóban be is iktatták a nyári egyetem programjába a *Bánya- és Kohómérnöki Továbbképző Tanfolyamot*. 1941-ben sor került a második ilyen mérnöktovábbképző tanfolyamra is, azonban már az 1939-ben jóváhagyott Szervezeti Szabályzat alapján megalakult Mérnöki Továbbképző Intézet szervezésében, éspedig 16 bányász- és 11 kohászelőadással. Itt kapcsolódik első ízben az olajbányász mérnöktovábbképzés ügye a Mérnöki Továbbképző Intézethez. Ez a második nyári egyetem keretébe illesztett bányászati mérnöktovábbképző tanfolyam már egy kicsit a fiatal, de igen eredményes olajbányászat jegyében zajlott le. Az előadások között nagy sikerű beszámolók hangzottak el — s ezek nyomtatásban is megjelentek [7, 8, 9] — a magyar szénhidrogén-kutatás eredményeiről és kilátásairól, az olajkutak cementezéséről, valamint az olajtávvezeték tervezéséről és építéséről.

A Mérnöki Továbbképző Intézet első decenniumára, tehát gyakorlatilag a negyvenes évekre esik még egy, az olajbányászatot érintő tárgykörbe eső előadás-sorozat. Ennek az 1948-ban Budapesten szervezett 6 órás, rotari furásról szóló tanfolyamnak kikövített anyagát az Intézet könyv alakban meg is jelentette [10].

Az olajbányászat továbbképzési igénye tehát azonnal jelentkezett az országosan szervezett továbbképzés vonalán is, azonban ettől függetlenül, vagy talán helyesebben szólva, ezzel párhuzamosan is azok, akik magukat az olajbányászattal eljegyezték, minden lehetséges módszert felhasználtak a mélyfúrás, a kőolaj- és földgáztermelés tudományosodásának, a kialakuló új, rendkívül nagy matematikai, fiziko-kémiai felkészültséget igénylő tudományágnak: a rezervoármérnöki tudomány fejlődésének követésére, a szükséges ismereteknek elsajátítására, éspedig szinte az összes járható továbbképzési úton.

Ez annál is inkább érthető, mivel az 1933-ban a Dunántúlon megindult intenzív szénhidrogén-kutatással 1937-ben elért kőolajtermelés úttörői általános képzettségű bányamérnökök voltak, akiknek elméleti és gyakorlati szakképzettségüket a fergeteges ütemű gyakorlati tevékenységükkel párhuzamosan kellett megszervezniük, s akik ezeken az utakon, tehát egyéni és szervezett, vagyis elsősorban egyesületi önképzéssel, szervezett továbbképzéssel váltak olajmérnökökké, illetve mindinkább specializálódva fúrómérnökökké, termelési, illetve rezervoármérnökökké, gázipari mérnökökké, sőt később ezek professzoraivá.

Az egyéni önképzés — rendszeres irodalmi tanulmányok — mellett hamarosan jelentkezett a szervezett önképzés igénye, sőt annak megoldása is.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület keretében az éppen most 35 éve „Dunántúli Olajvidéki Osztály" formájában alakult szakosztályunk, a mai Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály alakuló ülésén [11] olajiparunk egyik kiváló úttörője, a nemrég elhunyt *Gaál Antal* [12] az osztály célkitűzéseiről szólva a *magyar kőolaj-irodalom megalapozását, művelését* jelölte meg fő feladatul, de célul tűzte ki többek közt a *szakmai aktuális kérdések tárgyalását is*, és úgy fejezi be az osztály programját vázoló szavait, hogy *„azt kívánom, hogy munkánk olyan eredménnyel járjon, hogy idővel egyik egyetemünkön külön tanszék vagy tanszékek adják elő az olajjal összefüggő tárgyakat."*

Nos *Gaál Antalnak* az alakuló közgyűlésen a szakosztályi programot kifejtő mondatai közül nemcsak az „olaj magyar irodalmának megteremtésére" buzdító szavai, nemcsak a „szakmai aktuális kérdések tárgyalását" célul tűző kitétele miatt időszerűek, s mielőtt éppen az utóbbi célkitűzés megvalósításánál folytatnám, közbevetőleg hadd térjek ki az idézet második felére, hadd ismételjem az idézett program befejező mondatát: „azt kívánom, hogy idővel egyik egyetemünkön külön tanszék vagy tanszékek adják elő az olajjal összefüggő tárgyakat." Ez a nemes óhaj csakhamar teljesült, hiszen ennek negyedszázada valósággá válását ünnepelni hívott bennünket a mind területileg, mind tartalmilag kiszélesedett tevékenységű szakosztályunk: a „35 éves", most már a *Dunántúli Olajvidéki Osztály*-ból országos szintűvé vált előbb *Olajbányászati Szakosztály*, illetve a ma már az egész fluidumbányászatot felölelő *Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály*. Azt hiszem, nem köszönhetjük méltóbban a 35 éves szakosztályunkat, mint a 35 évvel ezelőtt kitűzött program megvalósulásának számbavételével: a 25 éves egyetemi oktatással, a mind jobban kiterebélyesedő hazai szakirodalommal, a hamarosan tizedik évfolyamába forduló igényes és sok elismerést arató szaklapunkkal, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ-zal és a szakmai képzés minden lehetőségét, az egyéni és szervezett önképzést, az aktív előadói és irodalmi tevékenységet, a legkülönbözőbb szervezésű tanfolyamok útjait kihasználó, szerteágazóan megvalósult folytonos posztgraduális képzéssel.

Visszatérve a kitűzött témához, a továbbképzés kérdéséhez, annak 35 éves történetét, jelenét és jövőjét, problémáit az alábbi módon lehet összefoglalni és értékelni.

3. A hazai kőolaj- és földgázbányászati mérnöktovábbképzés útjai

A *Dunántúli Olajvidéki Osztály* alapításakor fogant elhatározásokat hamarosan tettek követték. Az első konkrétum a szakmai továbbképzés terén a már említett aktív bekapcsolódás a Soproni Nyári Egyetemmel kapcsolatos második, 1941. évi bányászati továbbképző tanfolyamba.

Az olajbányászat mérnökeinek szakmai továbbképzése azonban aktívan folyt a második világháború éveiben is, éspedig a *Dunántúli Olajvidéki Osztály* előadóüléseinek keretében. Az 1941 közepétől 1944 végéig tartott 14 előadóülésen elhangzott szakmai előadások nagyrészt azonban sajnos csak kéziratban maradtak.

Eltekintve a már említett, 1948-ban Budapesten, a *Mérnöki Továbbképző Intézet* által szervezett 6 órás „Korszerű forgó (rotari) fúrás" c. előadás-sorozattól [10], 1951-ig szervezett mérnöktovábbképző tanfolyam az olajbányászat körében nem volt.

Jelentős önképzést kívánt azonban a szakma úttörő mérnökeitől a középkáderek, elsősorban a fúrómesterek kiképzéséhez 1940—41-ben szervezett első, majd az 1943—44-ben szervezett második és harmadik, most már bentlakásos fúrómesteri iskolák, továbbá a később 1948—49-ben tartott további fúrómesteri, főfúrómesteri, termelőmesteri, illetve művezetői iskolák előadásaira való felkészülés.

Ennek a fokozott önképzést kívánó előadói felkészülésnek eredménye nyomtatásban a budapesti *Műszaki és Gazdasági Akadémia*, az ún. „Vörös Akadémia" céljaira kiadott Nehézipar Könyvei sorozatban csapódott le [13, 14, 15, 16, 17, 18].

A 40-es évek végén az olajipar szervezeti változásai okozta megrázkódtatások nem kedveztek a mérnöktovábbképzés ügyének, de 1951-ben a *Bánya- és Energiaügyi Minisztérium* a *Mélyfúrás* és a *Kőolajtermelés* tárgykörében Budapesten és Nagykanizsán 2-2 konzultációs mérnöktovábbképző tanfolyamot tervez, amely két, illetve négy tanfolyam 1952 első felében 7-7 konzultációval le is folyik.

1953—54-ben már a *Mérnöki Továbbképző Intézet* veszi át a szervezett továbbképzést, és a *Geológia* tárgykörében 8 előadással (25 órában), a *Kőolajfúrás* [19, 20, 21] tárgykörében 6 előadással (54 órában) és a *Kőolajtermelés* tárgykörében 6 előadással (32 órában) álló, 1954—55-ben pedig ismét a *Kőolajfúrás* tárgykörében 7 előadással (32 órában) tanfolyamot bonyolít le.

1956—57-re a *Vegyipari és Energiaügyi Minisztérium* termelési, fúrási és gépészeti tárgykörökben Nagykanizsán, Budapesten és Szolnokon tervez előadás-sorozatokat, amelyek közül azonban csak az 1956 első felére tervezett tanfolyamok bonyolódnak le.

1959 végén, illetve 1960 elején az *Olajbányászati Szakosztály* tagjaiból és egyben a *Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékének* oktatóiból alakult munkabizottság átgondolt tervet dolgozott ki a *Kőolajipari Tröszt* és az *OMBKE Olajbányászati Szakosztályának* közös rendezésében és támogatásával lebonyolítandó mérnöktovábbképző rendszerre. A rendszer fő feladatát a kidolgozott tervezet úgy foglalta össze: lehetőséget kíván egyrészt nyújtani a kőolajbányászat mérnökeinek, hogy az elméleti tudásukat az *alaptárgyakból* (matematikából, fizikai kémiából és hidraulikából), valamint a *három szaktárgyból* (*mélyfúrásból*, *rezervoármechanikából* és *kőolajtermelésből*) az egyetemi oktatás legfrissebb szintjére hozzák, másrészt, hogy a kőolajipar érdekelt mérnökeit megfelelő *céltanfolyamokkal* a hazai kőolajipar mindenkor legaktuálisabb témaköreiben az egyetem és az ipar adott kérdésben legjáratosabb specialistái segítségével továbbképezze.

E továbbképző rendszer bevezetéseként 1960 tavaszán az olajbányászat összes mérnökei, geológusai, geofizikusai, vegyészei számára ún. bevezető előadások (később ezek az enciklopédikus előadás címet viselték) formájában összefoglaló szakelőadások is elhangzottak Nagykanizsán és Szolnokon a *Mélyfúrás* [22], a *Rezervoármechanika* és a *Kőolajtermelés* tárgyköreiben. Ezek az előadások nagy vonalakban mintegy rögzítették az egyes szakterületek jelenét, és rámutattak a jövő várható fejlődésére.

A továbbképzés e rendszerének megfogalmazása előirányozta mind az alaptárgyi, mind pedig a szaktárgyi képzés anyagának publikálását is. Az alaptárgyak [23, 24, 25], valamint a *Kőolajtermelés* [26] előadási anyagai a *Mérnöki Továbbképző Intézet* által kiadott vaskos jegyzetek formájában hamarosan meg is jelentek; a mélyfúrási előadások anyaga azonban csak évekkel később — 1968-ban — könyvvé kibővített alakban [27].

Az alaptárgyi továbbképző előadások közül a Hidraulikára 1960 júniusában és júliusában két alkalommal került sor 60-60 órában, míg a *Matematika* és *Fizikai kémia* előadásai 1961 tavaszán folytak le 4-4 alkalommal 40-40 órában.

A szaktárgyak közül a *Mélyfúrás* és a *Rezervoármechanika* szinttartó, illetve szintre hozó előadásai Miskolcon 1961 nyarán 2-2 alkalommal 60-60 órában folytak le. A *Kőolajtermelés és -szállítás* 40-40 órás előadására pedig ugyancsak Miskolcon, 1961 tavaszán került sor.

Sajnos, ezekre az eredetileg 5 évenként minden, a szakmában dolgozó olajmérnök részére kötelezően meghallgatandónak, sőt vizsgakötelesnek tervezett szakmai előadás-sorozatra többé nem került sor.

1960-ban a *Mérnöki Továbbképző Intézet* a bányászati tudományok mérnöktovábbképzését a miskolci *Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára* ruházta. Ennek megfelelően 1962—63-tól valamennyi olajbányászati előadás, s ezek közt az 1960-ban kialakított olajbányászati mérnöktovábbképzés hármas tagozódású rendszeréből a *céltanfolyamok* már ismét a Mérnöki Továbbképző Intézet égisze alatt folytak. Ezekből a céltanfolyamokból 1963 és 1968 között évenként 5-6 tanfolyamot szervezett az Intézet az ipar mindenkor felmerülő igényének megfelelő tematikával. Ezek közül számos tanfolyam anyagát publikálta is a Mérnöki Továbbképző Intézet.

1964-ben a céltanfolyamokon kívül, illetve azok mellett az előzőekben említett és 1960-ban lefolyt ún. „bevezető előadások" helyett az iparba kerülő, s nem olajmérnöki képesítéssel rendelkező mérnökök, geológusok, geofizikusok, vegyészek részére ún. *Enciklopedikus olajbányász-tanfolyamot* szervezett a Mérnöki Továbbképző Intézet.

Ezeken a geofizikai, geológiai kutatástól a mélyfúráson és rezervoármechanikán át a szénhidrogének felszínre hozataláig és felszíni kezeléséig, valamint a szállításáig a teljes olajbányászati spektrumot átölelő tematikával szervezett 60 órás tanfolyamokon résztvevők teljes képet kaptak az egyes tárgykörök lényegéről, műszaki színvonaláról a különböző tárgykörök összefüggéseiről.

A céltanfolyamok 1968 és 1973 között szüneteltek. 1972-ben a *Mérnöki Továbbképző Tanács* megalakulása után az *NME* újból gondozásba vette az olajmérnökök és gázipari mérnökök továbbképzését, és ismét megindultak a céltanfolyamok. 1973 óta félévenként 3-4 ilyen tanfolyam folyt le, éspedig ezek közül félévenként egy-egy átfogóbb, több ágazatot együttesen érdeklő, határterületi témakörben.

A 60-as évek közepén és második felében a szervezett tanfolyamokon kívül a továbbképzés más hatékony módszerei is kialakulnak, és azóta is gyümölcsözően folynak.

1964 óta folyik az *OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályában* a „vándorgyűlések" és a helyi csoportokban a kisebb ankétok, konferenciák rendszere, mégpedig mindig egy-egy témakörre irányítva. Kezdetben évenként két vándorgyűlésre került sor, majd az évenkénti, s jelenleg a kétévenkénti periódusra tért rá a szakosztály. 1964 és 1975 között ily módon 16 vándorgyűlés volt élénk nemzetközi érdeklődéssel [28]. Mind a vándorgyűlések, mind pedig a helyi csoportok által rendezett egy-egy témakörre irányított konferenciák természetesen a továbbképzés magasiskoláinak tekinthetők, amelyek az igen széles körű továbbképzésen kívül az önképzés, a specialistanevelés, az előadó-nevelés fontos módszerének bizonyultak.

Az ismeretolló *(1. ábra)* szűkítésében különösen fontos szerepe van az *OKGT*, a *Freibergi Bányászati Akadémia* és az *NME Olajtermelési Tanszék* együttműködésével 1969 óta megjelenő *A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése* c. tájékoztatónak, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ a napokban immár hetedszer megjelenő ún. *Különszám*-ának amely a megelőző év világirodalmi termésének tükrében mutatja be a haladást, az új ismeretanyagot. Ez a műszaki fejlődési tájékoztató a megjelenést megelőző egy esztendő nyomdai termékként megjelent, de ami fontosabb, előnyomott, tehát *preprint* termését tárja az olvasó elé válogatott és értékelt formában, azzal az igénnyel, hogy a válogatás során számba vett periodikákból, preprint-kötetekből (kötegekből) minden lényegest feldolgoz azzal, hogy a hivatkozott tételeken kívül a nyomtatott, előnyomott periodikákban nincs más újat mondó, s az ismeretet újszerűen bemutató, összefoglaló. Ezekhez a műszaki fejlődési tájékoztatókhoz — amelyek első 7 kötete mintegy 10 000 hivatkozást tartalmaz — a másodiktól, tehát az 1970. évi különszámtól kezdődően tárgy-, név- és helynévmutató is tartozik, s ennek segítségével ez az ágazati válogató, értékelő és leíró bibliográfiai tanulmány nemcsak az avulást kívánja pótolni, hanem messzemenően segít az ismeretanyag exponenciálisan felfutó ágának kitöltésében,

hiszen ezen a nehéz feladaton éppen a válogatással kíván könnyíteni.

Az 1977-ben megjelentetni tervezett, s az 1976. évről beszámoló 9. füzettel ez a maga nemében egyedülálló értékelésű bibliográfiai tanulmánygyűjtemény — hasonló tudomásom szerint csak a vegyészet körében ismert — 10 év (1967—1976) kőolaj- és földgázbányászati műszaki fejlődéséről ad számot. Rendkívül elősegítené egy-egy kérdéskomplexumban az ismeretanyag pótlását, ha a 9 megjelent füzetről, vagyis 10 év újat mondó irodalmi terméséről összefoglaló név- és tárgymutató készülne. Úgyszintén alapvető fontosságú volna, és a szakmai egynyelvűség szempontjából elengedhetetlen a magyar kőolaj- és földgázbányászati *thesaurus*, vagyis a fogalomgyűjtemény kiadása, amelyre kiváló külföldi minták állnak rendelkezésre [29, 30].

A fejlődő, mind jobban specializálódó kőolaj- és földgázipar — igényeinek megfelelően — a mérnöki továbbképzésen, az önképzés vázolt formáin túl a szakmérnökképzést is igényelte. Ennek megfelelően az Olajtermelési Tanszék diplomát is nyújtó gázszakmérnökök és csővezeték-építő szakmérnökök képzését is megindította. Ez azt jelenti, hogy a specializálódás igényének megfelelő, szakmérnöki diplomát nyújtó alkalomszerű posztgraduálás is megindult.

Lényeges a vázolt mérnök-továbbképzési, önképzési formákon túl a szakképzett olajmérnökök, gázipari mérnökök ismeretanyagának nem alkalomszerű, hanem szervezett szinten tartása, a folytonos posztgraduálás kérdése. Ennek elgondolt formája lehetne az az 1960-ban javasolt és 1961-ben egyszer lefolyt három szaktárgyi szinten tartó tanfolyamoknak periodikus rendszeresítése, és ezeknek a folytonos tanulást jelentő, valóban posztgraduálást nyújtó tanfolyamoknak a számonkérése is.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a mérnöki továbbképzés sok formája alakult ki, és hatott gyümölcsözően az elmúlt 35—40 esztendőben a kőolaj- és földgázbányászat terén; de igen sok is a teendő a specialistanevelés, az oklevél megszerzése utáni folytonos képzés, a posztgraduálás terén.

Nem fejezhetem be találóbban mondanivalómat, mint „nesztorunknak" a bemutatott ismeretolló-ábrához 1969-ben [2] fűzött megjegyzésével: „Az ábra bibliai MENE TEKEL-ként kitörölhetetlenül emlékezetünkbe vési, hogy oktatók, mérnökök, fizikusok, kémikusok, geológusok, menedzserek, orvosok és így tovább, valamennyien életfogytiglani információszerzésre — magyarul tanulásra — vagyunk ítélve. Ez az ítélet kemény. Mivel társadalomban élünk, kollektív munkaviszonyok közt, elmaradásunk, tudatlanságunk nem magánügyünk, hanem közügy; egészséges társadalom ezt nem is tűrheti."

IRODALOM

[1] *Stockman, F. D.—Dempsey, J. R.—Preston, F. W.:* Professional contemporizing: a personal Challenge. J. of Petr. Technology p. 1113—7 (1967).
[2] *Gyulay Z.:* Az információ szerepe a műszaki fejlesztésben. Kőolaj és Földgáz p. 23—5 (1970).
[3] *Petrik O.—Szebényi I.:* A mérnökök folyamatos továbbképzése. Mérnöki Továbbképző Tanács Közleményei 2. 53—94 (1974).
[4] *Gyulay Z.:* Bányamérnök-továbbképzés a XIX. században. BKL. Bányászat 2 Különszám K 194—K197.
[5] *Terplán Z.—Hadfi I.:* A Mérnöki Továbbképző Intézet 10 éve — 1939—1949. Kiadatlan tanulmány 1950. 142 p.
[6] *Hiller I.:* Adatok a Soproni Nyári Egyetem történetéből. TIT Győr-Sopron megyei Szervezete, Sopron 1966. 84 p.
[7] *Papp S.:* A magyar földolaj és földgázkutatások mai állása. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1942. 16 p.
[8] *Dinda J.:* Rotary fúrásoknál alkalmazott vízzárások. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1942. 24 p.
[9] *Gyulay Z.:* Olajtávvezetékek tervezése és építése. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest 1942. 48 p.
[10] *Szurovy G.:* A korszerű forgó (rotary) fúrás. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1949. 212 p.
[11] Jegyzőkönyv, készült az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Dunántúli Olajvidéki Osztályának 1941. április 17-én Nagykanizsán tartott alakuló közgyűlésén. Bányászati és Kohászati Lapok p. 275—6. (1941).
[12] *Binder B.:* Gaál Antal 1905—1975. Kőolaj és Földgáz p. 123 (1976).
[13] *Kertai Gy.:* Kőolaj-földtani alapismeretek. Nehézipar Könyvei 17., Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. Budapest, 1951. 128 p.
[14] *Scheffer V.:* Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipar Könyvei 26., Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. Budapest, 1951. 217 p.
[15] *Alliquander Ö.:* Olajkutak fúrása. Nehézipar Könyvei 46., Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. Budapest 1951. 322 p.
[16] *Gráf L.:* Olajbányászati kémia. Nehézipar Könyvei. 24., Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. Budapest, 1951.
[17] *Falk R.:* Olajbányászati gépészeti ismeretek. Nehézipar Könyvei 45., Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. Budapest, 1951. 267 p.
[18] *Purman J.:* Gazolinleválasztás. Nehézipar Könyvei. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. 1952. 132 p.
[19] *Alliquander Ö.:* A rotary-fúrás időszerű kérdései. Mérnöki Továbbképző Intézet 2396 Budapest 1954. 131 p.
[20] *Ajtay L.:* Mentési munkák a mélyfúrás köréből. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1954.
[21] *Hegedüs F.:* A turbinás mélyfúrás. Mérnöki Továbbképző Intézet 2234 Budapest 1954. 92 p.
[22] *Alliquander Ö.:* Az olajkútfúrás múltja, jelene és jövője. Mérnöki Továbbképző Intézet 4104 Budapest 1960. 60 p.
[23] *Berecz E.:* Alkalmazott fizikai kémia. Mérnöki Továbbképző Intézet 4013 Budapest 1962. 417 p.
[24] *Gáspár Gy.—Raisz I.:* Alkalmazott matematika olajmérnökök részére. Mérnöki Továbbképző Intézet 3999 Budapest, 1962. 490 p.
[25] *Szilas A. P.:* Hidraulika. Mérnöki Továbbképző Intézet. Olajmérnök-továbbképző előadások. Budapest—Miskolc 1961. 256 p.
[26] *Szilas A. P.:* Kőolajtermelés. Tankönyvkiadó Budapest 1963. 509 p.
[27] *Alliquander Ö.:* Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó Budapest. 1968 575 p.
[28] *Csath B.:* Miért XV. a XVI. Vándorgyűlés? Kőolaj és Földgáz 271—5. (1975).
[29] Exploration and Production Thesaurus. Univ. Tulsa (1970). 430 p.
[30] Thesaurus Pétrole, Exploration—Production. Éd. Technip, Paris (1971) 209 p.

Az egyetemi (tanszéki) kutatások lehetőségei és eredményei

TÓTH JÁNOS

Az utóbbi években nagyon sok szó esik a tudományos kutatások problematikájáról. Ez a tény azonnal érthetővé válik, ha napjaink technikai forradalmából indulunk ki. A tudományok rendkívüli gyors fejlődése és társadalmi szerepük megnövekedése jellemzi korunkat. A tudomány eredményeinek hatását érezzük nap nap után az oktatás, a művelődés, az élet- és munkakörülmények, a politika és nemzetközi kapcsolatok, valamint a technikai élet szinte minden területén. Mindezen tényezők vissza is hatnak a tudomány fejlődésére, és ezért mondható el, hogy a tudomány fejlődése, a tudományos kutatás, annak egész rendszere életünk állandó velejárója.

Az egész kérdéskomplexumból emeljük ki ezúttal a tudományos kutatás és az egyetemek, ill. tanszékek jelenleg nem problémamentes kapcsolatát. Néhány, az utóbbi időben mindjobban kikristályosodó gondolatot fejtünk ki részletesebben.

Valamely egyetem akkor lehet a tudomány fellegvára, ha nemcsak oktatja a tudományt, hanem műveli is. Mindenekelőtt idéznénk *Eötvös Lorándnak* a múlt század végén mondott rektori székfoglalójából:

„Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy tudósnak nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem."

Úgy véljük, az egyetemi, tanszéki kutatások szükségességét és alapvető jellegét nem lehetne szebben megfogalmazni. A fenti jellemzővel bíró iskola képes korszerű képzettségű szakembereket nevelni, akik nemcsak a ma gyakorlatához rendelkeznek megfelelő tudással és készséggel, hanem tudományos gondolkodásmódjuk és szellemi rugalmasságuk birtokában képesek és készek követni a szakadatlan és rohamos fejlődést. Mindezeken túl a szakember olyan színvonalas általános műveltséggel is rendelkezzen, amelynek birtokában tájékozódni tud a közéletben, és tevékenységével aktívan részt vesz a társadalom mozgásainak alakításában, sőt irányításában is.

Tudományos gondolkodásra nemcsak a tudósnak van szüksége, aki újat alkot, hanem minden művelt szakembernek, aki szakterületén eredményesen akar tevékenykedni. Minden szakember kerülhet ui. napról napra olyan helyzetbe, amelyben többé-kevésbé önállóan kell döntenie és cselekednie, tehát szub-

jektíve újat kell alkotnia. Ezt pedig csak tudományosan gondolkodó szakember képes megtenni, még akkor is, ha ilyen objektív, ún. új dolgokat mások és másutt már számtalanszor alkottak.

Ilyen tudományos vagy tudományos jellegű gondolkodásra a tapasztalat szerint általában csak olyanok nevelhetnek sikerrel, akiknek közvetlen tapasztalataik, egyéni élményeik vannak az alkotó gondolkodásban, vagyis akik maguk is kutatnak, vagy újat létrehozó önálló tevékenységet folytatnak.

Mindebből világosan következik, hogy a kutatás, illetve egyéb újat alkotó tevékenység nélkülözhetetlen az egyetemeken, tanszékeken.

Talán e helyütt is hangsúlyozni kell, hogy kutatás alatt nemcsak az alapkutatásokat értjük, hanem az ún. alkalmazott kutatásokat is, amelyek az alapkutatások eredményeinek gyakorlati felhasználására irányuló munkák: műszaki tervezések és alkotások, technológiai módszerek kidolgozása, külföldi eljárások hazai viszonyok közé való adaptálása stb.; ezeknek társadalmi jelentőségük is nagy, ha megfelelő színvonalúak.

Az előbbiek adják meg a tanszéki kutatások egyik fő indokát és szükségességét.

Az ország általános tudományos bázisának létrehozása és fenntartása

A tartós és folyamatos társadalmi haladás érdekében gondoskodni kell arról, hogy úgyszólván minden tudományágazatban folyjék kutatás, még ha ez a dolgok természete következtében nem is mindig érheti el a nemzetközi színvonalat.

Ilyen széles tudományos bázist indokolt létrehozni és fenntartani, mert nélküle nem érhető el és nem tartható fenn az ország általános kultúrájának magas színvonala. Korunk gyors fejlődése során viszonylag rövid idő alatt változnak azok a tudományágazatok, amelyek eredményeire és módszereire leginkább támaszkodik a gyakorlat, illetve amelyek az adott periódusban leginkább előrelendítik a haladást. A változás során kulcsfontosságúvá váló tudományágazatok csak akkor fejleszthetők ki a társadalom által megkívánt gyors ütemben, ha az ország általános tudományos bázisa széles és jól megalapozott, ha elegendő számban vannak olyan, a tudományos gondolkodásban és alkotó munkában jártas szakemberek, akik rövid idő alatt specializálhatják magukat a tágabb szakterületük valamely szűk ágazatában, továbbá megfelelő határok között képesek specializálódásuk megváltoztatására is.

Ilyen széles tudományos bázishoz nélkülözhetetlenek az egyetemi tanszékek, illetve az ott folyó szerteágazó kutatómunka, amely a teljes tudományágazatot lefedi. Ide tartoznak az ún. szinttartó (nyomon követő) kutatások, amelyek a külföldi kutatásokat ismétlik meg. Ilyen kutatások szükségesek, ha külföldi eljárásokat kívánunk átvenni, adaptálni vagy továbbfejleszteni, továbbá új vizsgálati módszerek kidolgozásához és kipróbálásához.

A kutatóintézetekben nagy összegeket és káderet összpontosítanak a koncentrált kutatás elvégzésére egy-egy szűkebb tudományágazatban vagy tudományterületen; a kutatók itt erősen specializálódnak, hogy világszínvonalat elérő eredményeket érjenek el.

Úgy véljük, hogy az egyetemeken oktató szakember — a dolog lényegéből fakadóan — egész tudományágazat eredményeit szinte naprakészen ismerve, hasznosan tud közreműködni komplex kutatási témákban, továbbá a tudomány fejlődési irányvonalának, centrális kérdéseinek felvázolásában.

A kutatóintézetek monopolhelyzete gátolná az egészséges tudományos kontrollt, a tudományos iskolák kialakulását is.

Tudományos továbbképzés

Az egyetemek, ill. tanszékek igen jelentős feladata a gyakorlati szakemberek posztgraduális képzése, illetve továbbképzése. Az egyik ága a kutatói utánpótlás nevelése, amelyben a tanszéki kutatások szerepe nyilvánvaló. A másik ága a gyakorlati szakemberek posztgraduális továbbképzése, amely ma már szorosan összefügg a tudományos kutatással. A képzés egyik fő célja a tudományos gondolkodásmód erősítése és továbbfejlesztése. Egyik formája a kutatói utánpótlás nevelésének a tudományos diákkörökben tevékenykedő hallgatók irányítása és példát mutató kutatói munkavégzés.

Egy másik, jelenleg meglevő formája a mérnöktovábbképző előadás-sorozatok tartása. E téren még sok a tennivaló egyrészt szervezeti, másrészt tematikai téren.

A tanszéki kutatások támogatása

Mint ahogy az MSZMP tudománypolitikai irányelvei is megállapítják, az egyetemek kevés támogatást kapnak a kutatáshoz, holott az egyetemeken jelentős, kihasználatlan tudományos kapacitás áll rendelkezésre. Ezért — részben a tanszékeknek adott szerződéses megbízásokkal, részben a felszereltség javítását célzó beruházások fokozásával — az egyetemek összkutatási ráfordítását növelni szükséges.

A fentieket tekintve szem előtt, emeljünk ki néhány jellegzetességet az Olajtermelési Tanszék kutatómunkájából.

A tanszék az olajbányászati és gázipari mérnökképzésnek gyakorlatilag egyetlen szaktanszéke hazánkban. Ebből következik, hogy tevékenységének a szénhidrogén-bányászat, tágabb értelemben a fluidumbányászat egész területére kell kiterjednie.

Így szükségképpen az alábbi tudomány-szakterületeken végez alap-, alkalmazott és fejlesztési, valamint szinttartó kutatásokat:

a) Mélyfúrás,
b) Rezervoármechanika,
c) Kőolaj- és földgáztermelés,
d) Kőolaj- és földgázszállítás,
e) Földgázelosztás,
f) Geotermikusenergia-termelés.

A tanszéki költségvetés terhére végzett kutatások mellett az OM által nyújtott szerényebb anyagi támogatással végezzük és végeztük a kutatások egy részét. Emellett az ipari megbízások alapján végzett kutatómunka volt jelentős.

Miután a tanszék oktatói létszáma megfelelően emelkedett — kiemelnénk, hogy kutatói létszámmal nem rendelkezünk —, lehetővé vált a kutatások intenzívebbé tétele és volumenének emelése. Ezt a tényt mutatja például az, hogy 1971-ben 8, 1972-ben 14, 1973-ban 7, 1974-ben 12, 1975-ben 8, jelenleg 14 ipari megbízás keretében a fenti tudományterületek egy-egy, a hazai ipari gyakorlat számára fontos témában végeztünk kutatómunkát. Hangsúlyozni szükséges, hogy ezen megbízások teljesítése tette lehetővé nagyrészt a szinttartó kutatásokhoz feltétlenül szükséges műszerbeszerzések növelését is.

E kutatómunkák keretében is előtérbe került a fluidumbányászat azon jellegzetessége, hogy az elsősorban nem egyedi „szerkesztő"-munkát igényel, hanem komplex rendszerek felépítését, illetve azok helyes működtetését, üzemeltetését. Az egész komplex rendszernek vagy egy kiemelt részének helyes működését megismerni, leírni, majd az optimális üzemet megvalósítani csak a rendszer modelljein történő vizsgálat segítségével lehet. Ez indokolja, hogy a tanszék egyik kutatási iránya a megfelelő modellek létrehozása, elsősorban a matematikai modelleké, amelyekkel a kőolaj- és földgáztermelés és -szállítás, -elosztás területén oldottunk meg feladatokat. Itt említenénk meg, hogy a tanszék kezdeményező szerepet vállalt a számítógépek alkalmazása területén mind az oktatásban, mind a gyakorlati feladatok megoldásában.

Egyéb modellek kidolgozása, azoknak alkalmazása — például a kitörésvédelmi szimulátor — hozzásegít egy-egy folyamat megismerése mellett a helyes beavatkozás módszereinek elsajátításához.

A kidolgozott vagy kidolgozandó modellek a gyakorlat számára természetesen csak akkor alkalmazhatók, ha a szükséges paramétereket megfelelő pontossággal, megbízhatóan tudjuk meghatározni. A paramétermeghatározás problémaköre a másik kutatási iránya tanszékünknek. Itt utalni kell a szénhidrogéntároló kőzet és a telepfolyadékok, a szállított kőolaj, a mélyfúrás, a kőzetek egyes paramétereinek méréseire, illetve a meghatározás módszereinek kidolgozására és műszerek megépítésére. Ezen a területen a továbbiakban még intenzívebben tervezzük kutatásainkat.

Oktatóink egyéni kutatási eredményei voltak az alapjai az egyetemi doktori disszertációknak, illetve a kandidátusi disszertációknak. Oktatóink

a települések kisnyomású gázelosztó hálózatának elemzése;
a függőleges áramlási elméletek alkalmazása;
gáztávvezeték-rendszerek tranziens működésének digitális szimulációja;
a nem izotermikus olajszállítás csőtávvezetékben;
az iszaplepény keletkezésének mechanizmusa és eltávolításának lehetőségei a nagymélységű vízkutakban

témakörökben egyetemi doktori fokozatot;
a szénhidrogén-tároló kőzetek tekervényességének meghatá-

rozása és összefüggése egyéb kőzetfizikai paraméterekkel;
a mélyfúrás hidraulikai kérdései, továbbá
a föld alatti gáztárolók és a kőolajtermelés témakörökben kandidátusi minősítést kaptak.

Oktatóink előadást tartottak a „Fiatal szakemberek a korszerű szénhidrogéniparért", az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya vándorgyűlésein, a Freibergi Bányász-Kohász Napokon, valamint számos hazai és nemzetközi konferencián, ülésen. Mindezeken túl gazdag irodalmi tevékenységet folytattak.

Úgy véljük, hogy a fentiekben összefoglalt tevékenység a szakterület fejlődéséhez aktív hozzájárulást tükröz. Meggyőződésünk, hogy a meglevő kutatóintézetek munkáját hasznosan egészíti ki tanszékünk kutatómunkája, és továbbra is gyümölcsözőek lesznek kapcsolataink mind velük, mind az ipar szakembereivel. Az oktatás megkívánta kutatómunka mellett a jövőben is — adottságaink keretei között — készek vagyunk az iparág megkívánta kutatásokat végezni a szénhidrogén-bányászat még eredményesebb felvirágoztatására.

A műszaki színvonal alakulása a hazai mélyfúrásos szénhidrogén-kutatás és -feltárás elmúlt negyedszázada során

GYŐRY GYULA—
HINGL JÓZSEF—
SZABÓ GYÖRGY

A szénhidrogén-kutatási és -feltárási fúrási ipar képviseletében köszöntjük az ülésszak résztvevőit, mindenekelőtt a Nehézipari Műszaki Egyetem, ennek keretén belül az Olajtermelési Tanszék professzorait és oktatóit, akiknek 25 éves oktató-nevelő munkája kiemelkedő jelentőségű a hazai szénhidrogén-kutatás és -bányászat elmúlt negyedszázados periódusában, ugyanakkor nemzetközi szinten is a személy szerinti kitüntetésekkel további szakmai megbecsülést és elismerést vívtak ki minden magyar olajos szakember részére.

Az olajmérnökképzés 25 éves mérföldköve adja az aktualitást ahhoz az elemzéshez, amelynek feladata a műszaki színvonal alakulásának a vizsgálata olyan szempontból, hogy az egyetemi oktató-nevelő munka mennyiben szolgálta az ipar előtt álló feladatok végrehajtását. Nem ok nélkül kell hangsúlyoznunk az elméletnek a gyakorlatban történő hasznosítását, mert — mint a további okfejtésekből megállapítható — az Olajtermelési Tanszék vezetői erre mindig külön gondot fordítottak, és az iparral való közvetlen kapcsolat a tanszéki kutatómunka mellett is állandóan élő maradt. Érdekes párhuzam vonható le általánosságban a felsőfokú oktatás és az ipar kapcsolata között, amely általában érvényes a bányászatra, ezen belül a szénhidrogén-kutatás és -feltárás egészére is. A Nehézipari Műszaki Egyetem őse, a selmecbányai Bányászati Akadémia a létét az elmúlt évszázadokban annak köszönhette, hogy bánvászata Európában nemcsak nagy jelentőségű, hanem műszaki feladatai is súlyosak voltak. Az aknák mélysége az akkori átlagnál nagyobb volt; maga a bányászat, a jövesztés, a szállítás, a vízgazdálkodás is különleges feladatokat jelentett.

A harmincas évek közepén megindult hazai szénhidrogén-kutatáshoz az olajmérnökök kezdetben a budapesti József Nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem soproni Bányamérnöki Karán szerzett bányamérnöki oklevéllel kerültek az iparba. Rövid idő után világossá vált, hogy a bányamérnökképzés intenzív szakosítása elengedhetetlen az egyre bonyolultabb és sajátságos műszaki-termelési feladatok megoldásához.

A hazai szénhidrogén-kutatás 40 éves — ezen belül a 25 éves — időszakot vizsgálva megállapítható, hogy a fúrási tevékenységet jellemző legfontosabb mutatókban jelentkezett változó irányú tendenciák mellett az átlagmélység-növekedés — figyelmen kívül hagyva az 1959—1963. évi alacsonyabb értékeket — állandónak mondható; 1975-ben eléri a csaknem 2200 m-es szintet, az összes fúrásra érvényes átlagon belül a kutatófúrások átlagmélysége viszont 2360 m. A fúrások mélységének növekedésével fokozatosan előtérbe kerültek a magyarországi mélyfúrási technológiának az általánostól eltérő vonásai, a szélsőségesen nagy nyomás- és hőmérsékletgradiens-értékekből adódó nehézségek. Az 1950-es években a 3000 m-es mélységhatár túllépése olyan mélyfúrási technológiák kidolgozását tette szükségessé, melyekkel a kérdéses mélységek megbízható, gazdaságos elérése és a fúrások kúttá való kiképzése lehetővé vált. Éppen az Olajtermelési Tanszék oktatói által végzett nemzetközi felmérés adatai szolgáltattak megfelelő kiindulást a 200 C° és ezt meghaladó hőmérsékletek melletti fúrástechnikai feladatok megoldásához. Így vált lehetővé, hogy 1957-ben átléptük a 4000 m-es, 1970-ben az 5000 m-es mélységhatárt, és 1971-ben a jelenleg is hazai rekordot jelentő 5842,5 m mélységet sikerült elérnünk.

Egyébként ez a hőmérsékleti rendellenesség gyakorlatilag azt jelenti, hogy a hazai 3000 m mélységű fúrásban a világ egyéb normális geotermikus gradiensű területein mélyített 4600 m-es fúrás hőmérséklete, illetve az ezzel járó nehézségek jelentkeznek, vagy pl. a hazai legmélyebb, 5842,5 m mély hódmezővásárhelyi fúrás talphőmérséklete a világ egyéb részén csak 7250 m-ben várható. Miután a mélyfúrási technika legnagyobb nehézségét a nagy hőmérséklet okozza, ez egyben meghatározza a mélyfúrási feladatok megoldásához nélkülözhetetlen technológia színvonalát, amelynek meg kell haladnia a mindenkori világszínvonalat. Az ipar a jövőben is támaszkodik az Olajtermelési Tanszék ez irányú kutatási tevékenységének eredményeire.

A környező európai országokban a kutatófúrások legnagyobb mélységei — igaz, előnyösebb feltételek között — a hazait lényegesen meghaladják. Ismert az európai rekord, a szovjetunióbeli *Sevcsenko-1.* jelű fúrás 7500 m-es talpmélysége. A második és harmadik az NDK-ban mélyült: *Loissin-1.* 7100 m (1974), *Parchim-1.* 7030 m (1972). Franciaországban 1972-ben a *Lannemezan-1.* 6900 m-t ért el, de már 1968-ban megütötték a 6650 m-es mélységet *(Ger-1.)*. Olaszországban 1973-ban a *Castelnuovo-1.* 6513 m mélységgel fejeződött be. Csehszlovákiában a *Novaves-7.* talpmélysége 6405 m (1974). Az NSZK rekordja 6276 m *(Arstenz-1.* 1966), *Ausztriáé* 6122 m *(Schönkirchen T-90.*, 1974). Ez ideig Európában összesen 21 fúrást mélyítettek 6000 m alá.

Az elkövetkező időszak egyik jellegzetessége várhatóan hazánkban is az átlagos fúrólyukmélység jelentős növekedése lesz, változatlan összes fúrási méterszám mellett, ami egyidejűleg az olajmérnökképzéssel szemben támasztott követelményeket is determinálja.

Az ország területén végzett kutatásokkal feltárt szénhidrogénkincs és a mindenkori műszaki-tudományos igény volt tehát az Olajtermelési Tanszék létrejöttének alapvető indoka, és egyben meghatározója a tanszékre háruló, egyre fontosabb feladatoknak. Mindez érvényes a tanszéken folyó kutatómunkára, amely ugyan lényegesen fiatalabb múltra tekint vissza, jelentősége azonban nem vitatható.

A rendszeres, általában az adott időszakban korszerű fúrási-kutatási, illetve feltárási tevékenység kezdete óta hazánkban 1975. december 31-ig 8 691 692 m fúrás mélyült kutatási és feltárási célzattal, amelyből tehát a tanszék alapítása óta eltelt időszakra (1951—1975 között) 7 877 154 m jut, ami a teljes tevékenység 91%-át teszi ki. Erre esnek a legjelentősebb kutatási eredmények, így a salomvári nagy gravitációs anomália szárnyán feltárt és az *NI-2.* jelű kúttal 1952. május 1-én termelésbe állított Nagylengyel környéki felsőkréta mészkőben, triász dolomitban levő olajtelepek felfedezése. A továbbiak időrend szerint: Babócsa (1955), Pusztaföldvár (1958), Barabásszeg (1958),

Battonya (1959), Pusztaszőlős (1961), Üllés (1962), Szank (1964), majd az eddigi legnagyobb: Algyő (1965), Tázlár (1966), Ortaháza (1969), Ferencszállás (1969).

Az éves fúrási teljesítmény vonatkozásában is jelentős növekedés mutatható ki. Az 1951 előtti időszak átlagos fúrási teljesítménye 83 ezer m/év; az azt követően ennek csaknem négyszerese volt: 315 ezer m/év.

A háború előtti időszak legnagyobb évi fúróberendezésszáma 12,2 volt, döntő hányaduk gőzüzemű, azonban ezek rendkívül nagy, 14 400 m/ber/év fajlagos teljesítmény elérését biztosították az akkori átlagmélységnél. A felszabadulást követő éveket a fúróberendezésszám állandó növekedése jellemezte, úgyhogy a maximum a vizsgált 1951 utáni időszakra esik; 1953-ban 51 fúróberendezés üzemelt, amely számot azóta sem haladott meg a berendezésállomány.

1951-ben jelent meg hazánkban az első szovjet UZTM gyártmányú fúróberendezés, amelyet követtek a BU sorozat egységei. 1954-ben kezdett fúrni az első URALMAS-5D berendezés. Ez az a berendezéstípus, amelyik megfelelő módosításokkal és kiegészítésekkel fokozatosan kiszorította a gőzüzeműeket, majd a kis teljesítményű TRAUZL gyártmányú Diesel-berendezéseket, és az elmúlt 25 éves időszak uralkodó típusaivá vált.

A hidraulikus energiának hatásos lyuktalpi hasznosításán kívül az előző eredmények egyéb intézkedéseket is szükségessé tettek (IF, majd XH fúrócsövek alkalmazása; rátoldási idők csökkentése stb).

Az 1951—52-es évekre esik a hazai fúrási technológia egyik legfigyelemreméltóbb eredménye: a jet fúrási rendszer kikísérletezése, majd bevezetése. Eredményeként a mechanikai sebesség megkétszereződött; a felszíni rakat beépítése után az első 24 órai előhaladás 500—800 m/nap közötti értéken volt tartható. A csúcsteljesítményt az jelentette, amikor egy 1150 m mély fúrás két béléscsövezéssel, a berendezés fel- és leszerelésével összesen 7,4 nap alatt befejeződött.

Az ötvenes évekre jellemző volt még a lyukbefejező berendezéspark radikális korszerűsítése: áttérés a gépkocsira szerelt, saját tornyú, hidraulikus hajtású berendezésekre. Elkezdődött a szállítópark felfejlesztése és megerősítése új 20 és 30 t tömegű egységek szállítására alkalmas terepjáró, önrakodó járművekkel, továbbá az alapozási munkák gépesítése, az alapok készítésére az előre gyártott vasbeton elemek bevezetése.

Az ötvenes évek derekán lezárult a fúrási tevékenység útkeresésének időszaka, amelyet követett a berendezések számának lehetőség szerint állandó szinten tartását, a teljesítmények rendszeres és általános növelését, a fúróberendezés-állomány lehető egységesítését, a lyukbefejező park teljes rekonstrukcióját, a tervszerű mélyfúrási tevékenység elkezdését célul kitűző időszak.

Az iparban működő fúróberendezések száma 1968-ig 33 és 38 között ingadozott, de egymást követő két évben a maximális eltérés 2,6 berendezés volt. Az eltérés százalékosan a legkisebb berendezésszámhoz viszonyítva sem volt több 8%-nál. 1968 végén a technológiai fejlődés és a berendezésállomány lehetővé tette az összteljesítmény szinten tartása mellett a fúróberendezésszám jelentős csökkentését. A következő évben 30 berendezéssel — változatlan fúrási körülmények között — a lemélyített méterszám 3%-kal növekedett, az egy berendezésre eső fajlagos teljesítmény 12 600 m/ber/év értékre emelkedett.

Visszatérve az ötvenes évek végére: az utolsó gőzüzemű fúróberendezést 1961-ben váltottuk ki, így a dieselesítési program befejeződött. A 60-as évek elején leállították az UZTM és a román gyártmányú URALMAS típusú berendezéseket. 1964-ben kiváltottuk az utolsó TRAUZL egységet is, ezzel a 125 Mp horogteherbírású fúróberendezések csoportja egységesen URALMAS-5D típusúvá vált.

A tervszerű mély- és nagymélységű fúrási tevékenységre való felkészülés 1964-ben kezdődött; ez időtől fokozatosan üzembe álltak a román 3DH—200 típusú berendezések. Így 1969-ben ez a berendezéscsoport is egységessé vált az URALMAS—3D berendezések kiváltásának eredményeként. A 60-as évtized második felében már két 300 Mp horogkapacitású berendezés végezte a nagymélységű kutatási tevékenységet.

A sekélyfúrási tevékenység fokozatosan háttérbe szorult; a berendezések fajlagos teljesítménye tervszerűen növekedett: 1962-ben érte el a 14 168 m/ber/év csúcsot, és ebben az évben mélyítette le az ipar 1953-tól számítva a legnagyobb összméterszámot: 487 000 m-t. Ugyancsak ebben az évben az alföldi fúrási üzem fajlagos csúcsteljesítménye 15 970 m/ber/év volt. Az ezt követő években a kutatótevékenység előtérbe kerülése miatt a fúróberendezések átlagteljesítménye 10 500 m/ber/év érték alá csökkent, majd a hatvanas évek végén ismét emelkedő tendenciát mutatott, amelyet elsősorban az algyői nagy volumenű feltárási tevékenység eredményezett.

A hazai olajmérnökképzés negyedszázados periódusához kapcsolódó ipari tevékenység elemzéséből összefoglalólag megállapítható az, hogy a legfontosabb paraméterek egészében véve folyamatos teljesítménynövekedést mutattak. Az átlageredmények a rendkívül nehéz fúrástechnológiai viszonyok ellenére állják az összehasonlítást a külföldi teljesítményekkel. A jetfúrás következetes továbbfejlesztése, a berendezéspark egységes elvek szerinti korszerűsítése, és nem utolsósorban a szakgárdautánpótlásról való gondoskodás a kulcstényezője a teljesítmények és eredményesség javulásának.

Érdemes kiragadni az elmúlt negyedszázad utolsó 5 évét, és előre tekinteni az elkövetkező 5 évre részint a tanulságok levonása, részint a feladatok vázolása céljából.

Az elmúlt 5 éves tervidőszak során 23,6 átlagos fúróberendezésszámmal 1 391 512 m mélyült, amelyből 871 446,5 m a kutató- és 520 065,5 m a feltárótevékenységre esett. 1972-ben igen jelentős visszaesés következett be. A csökkenés elsősorban a kutatási volument érintette, amely 196 000 m-ről egy év alatt 142 000 m-re csökkent.

Ennek a tendenciának a megszüntetésére — melynek hatása a hazai iparizénhidrogén-vagyon természetszerű csökkenését jelentette volna — 1973-ban a minisztertanács határozatot hozott, és rendelkezésre bocsátotta azokat a pénzügyi fedezeteket, amelyek hivatottak voltak a tervidőszak végére a 200 000 m/éves kutatófúrási volumenre való felfejlődést biztosítani.

Az említett teljesítménycsökkenés pénzügyi kihatása igen jelentős volt. Az 1971. évi 4612 Ft/m-es fajlagos költség 1972-ben 5659 Ft/m-re növekedett a fix költséghányad változatlan értéke miatt. 1973-ban a fajlagos teljesítmény 10 685 m/ber/évről 12 043 m/ber/év értékre történő növelésének hatására — amely a teljes fúrási volumenben 8000 m teljesítménynövekedést eredményezett — a fajlagos költség 85 Ft/m-rel csökkent.

Az 1974. évi fúrási tevékenységet vizsgálva is megállapítható az, hogy a fajlagos teljesítmény további növekedése az időközben bekövetkezett igen jelentős áremelkedések ellenére további 172 Ft/m fajlagosköltség-csökkentést eredményezett.

Az elmúlt évben annak ellenére, hogy a kutatási és feltárási arány a 200 000 m kutatófúrásra való fejlesztés miatt eltolódott, továbbá a fúrások átlagmélysége 150 m-rel nőtt, a fajlagos teljesítményt sikerült az 1974. évi szinten tartani.

A minisztertanács a következő 5 éves tervciklusra csaknem 30 millió tonna ipari szénhidrogénvagyon felkutatását írta elő, amelyhez 1 000 000 m kutatófúrás lemélyítése szükséges. A termelési igények, valamint a tervezett föld alatti gáztárolás megvalósításához 750 000 m feltáró- és segédfúrás lemélyítését kell végrehajtani.

Figyelembe véve a kutató- és feltárófúrásoknál jelentkező átlagmélység-növekedést, a szükséges fajlagosteljesítmény-növelés értékét, az előírás szerint 11 750 m/ber/év értékkel szemben 13 650 m/ber/évet kell elérni. E fúrási terv megvalósításához átlagosan 26 fúróberendezés üzemével kell számolni.

A lyukbefejező berendezésparkot a fúrási tevékenység határozza meg úgy, hogy a kivizsgálatlan kutak száma évente ne haladjon meg egy megengedhető számot. Ennek figyelembevételével 25 berendezés üzemben tartását terveztük.

A kútkezelő-kútjavító berendezésállomány a meghatározott igényeknek megfelelően évi 28-as értéken tartandó.

Az elmúlt 5 év során a fúrási sebesség növelésére irányítottan a legjelentősebb technológiai fejlesztés a szabályozott talpi nyomású fúrásmód alkalmazásának a kiszélesítése volt. A fúróberendezések egy részénél a kisebb felszereltség miatt csak a „mérsékelt túlegyensúlyozásra" lehetett törekedni, de a fúrási-sebesség-növekedés itt is észlelhető volt. Az öblítőiszaptartály-rendszerrel és szilárdanyag-szabályozó eszközökkel ellátott berendezéseknél azonban elérhető volt a kis, 1,06—1,08 g/cm³ sűrűségű iszap is. Teljes kiegyensúlyozást, illetve alulegyensúlyozást is sikerült megvalósítani az öblítőkör aerizálásával két dorozsmai és egy ferencszállási fúrásban. Bajcsán földgázöblítéssel mélyült egy termelőfúrás.

A szabályozott nyomású fúrásmód üzemi alkalmazásának további kiszélesítése a fúrási eszközök és felszerelések beszerzésének a függvénye. Az eddig elért eredményekben nagy szerepe van az Olajtermelési Tanszékhez kapcsolódó kutatómunkának. Meg kell azonban jegyezni azt, hogy az olajmérnökképzésre vagy pontosabban a mérnöktovábbképzésre ezen a téren igen nagy feladat hárul.

Az 1971—75-ös évekre esik a fúrási folyamatok optimalizálásának kutatása is. Az első üzemi kísérletek végrehajtása az endrődi és a pusztaapáti területeken történt. Megkezdődött a

nagynyomású rétegek előrejelzését, detektálását célzó módszerek adaptálhatóságának elméleti vizsgálata, az üzemi alkalmazás bevezetése. A komádi kutatási területen mélyülő fúrások kútszerkezetét már ennek alapján terveztük, továbbá a komplett jelzőegységkészlet beszerzése, illetve importja folyamatban van.

A szabályozott nyomású fúrásmód kis szilárdanyag-tartalmú, kis sűrűségű öblítőfolyadék-igényét legjobban a nem diszperz rendszerű polimer iszapok elégítik ki. Ennek érdekében indult meg a szelektív flokkuláltató szerek kutatása.

Az első üzemi kísérletekre 1974-ben került sor. Háromfajta polimer iszap: a Syn-CMC, a Dextrid és a Floconit közül a legmegfelelőbbnek az utóbbi adalék mutatkozik. Tény azonban, hogy a kis sűrűségű, pontosabban kis szilárdanyag-tartalmú iszap alkalmazásának jelenleg a legnagyobb akadálya a megfelelő szilárdanyag-szabályozó vagyis -kiválasztó berendezések hiánya, és a meglevők fogyatékosságai. Ezek hiányában a polimer iszapok előnyeit sem lehet teljes mértékben kihasználni.

A nagymélységű fúrásokban fellépő — gyakran 200 C° hőmérsékletet meghaladó — hőviszonyoknak legmegfelelőbb az invert emulziós iszap. Az import útján beszerzett Baroid-termék az igényeket kielégítette, azonban tekintettel költséges voltára (10 000 Ft/m³) széles körű vizsgálat indult hazai alapanyagból történő előállítására. A kutatólaboratóriumok két típust, úgynevezett „fekete" és „fehér" invert emulziós iszaptípust alakítottak ki. A fekete fordított emulziós iszap üzemi kipróbálására Szeged térségében került sor. Az iszap reológiai tulajdonságai megfelelőnek bizonyultak.

Az algyői mező feltárása és a Szeged—Móraváros alatti szénhidrogén-tárolók kutatása előtérbe helyezte az irányított ferdefúrási technológia alkalmazását, fejlesztését.

Az algyői területen legnagyobb talpi eltéréssel az *Algyő-400.* jelű fúrás mélyült, amelynél 2237 m-es lyuktengely szerinti mélységhez 738 m vízszintes eltérés tartozik. A *Szeged-4.* jelű fúrásban legnagyobb az eltérés: 3150 m lyuktengely szerinti mélységnél 1295 m a vízszintes távolság. A maximális ferdeség értéke 44—45° a nagyobb talpi eltérésű irányított ferdefúrásokban. Ez idő szerint a 12¼"-es szelvényben a problémát a megfelelő 9"-es ferdítőturbina hiánya okozza, amely a jelenleg kényszerűségből alkalmazott, ferdítőátmenethez csatlakozó turbinával szemben lényegesen jobb irányítási lehetőséget biztosítana. Az irányított ferdefúrások esetében a lyukfalra való fekvésből adódó megszorulási veszélyt az invert emulziós iszap használatával jelentős mértékben le lehetett csökkenteni.

Az irányított ferdefúrással mélyülő kutak lefúrásához szükséges idő a technológia tökéletesítésének eredményeként évről évre csökken. Az algyői mezőben egy 2000—2200 m-es kút 1969-ben 35 nap alatt, jelenleg 20-22 nap alatt mélyül.

A tárolókőzetek átharántolásakor az elárasztás elkerülése, illetve csökkentése érdekében a kísérletképpen alkalmazott felületaktív anyagokkal adalékolt iszap jó eredményt hozott. A tárolók védelmére irányuló módszerek kútjavítási műveletek során is használatosak. A teljes tárolóvédelmet az utalt gázöblítéses fúrás biztosította, amelynek elsősorban a rossz kifejlődésű, gyenge áteresztőképességű kőzetek esetében van jelentősége.

A lyukbefejezési műveletek meggyorsítására széles körben alkalmaztuk a habbal végzett és kompresszoros leürítést. Bevezetése üzemi méretű, gazdaságossága vitathatlanul egyértelmű.

A különböző termelési rendeltetésű hazai előállítású kútszerelvények terén kedvező eredmények születtek. Az OGIL által kifejlesztett DKG gyártmányú hidraulikus műveleti és a fúrható permanens pakkercsaládok, továbbá a különböző öblítő közdarabok és egyéb szerelvények jól beváltak, jelentős importmegtakarítást nyújtanak.

Az ismertetett termelési feladatok végrehajtása érdekében az előbbi fejlesztési irányok folytatásán túl alapvető fontosságú a fúróberendezés-állomány megkezdett egységesítő rekonstrukciójának befejezése.

A fúróberendezés-teljesítmény növelésének potenciális tartaléka a korszerű zárt, csúszócsapágyas, keményfém betétes görgősfúrók általános használata, amelyet a jövőben fokozott mértékben kell alkalmazni.

A pontos földtani- és műszakiinformáció-szerzés feltételeit maradéktalanul biztosítani kell a megnövekedett teljesítmények mellett is. A különböző fúrási paraméterek műszeres mérése és regisztrálása a berendezésfelügyelet minőségének javítása mellett ezt a célt szolgálja.

Az elmúlt negyedszázad során folytatott ipari tevékenység vázlatos áttekintése kapcsán — amely sikerében az Olajtermelési Tanszék osztozik — nem lehet közömbös a távoli jövő prognosztizálása.

Ma már bizonyos az, hogy az energiaipar eddigi legemlékezetesebb éve, az 1973-as esztendő, azaz a szénhidrogének ár- és energiakrízisének esztendeje új korszak hajnalát jelentette. Ezt a maival szemben az jellemzi, hogy a szénhidrogén-kutatás és -termelés folyamataira a jövőben sokkal nagyobb gondot kell fordítani. A föld alatti készletek megismerését és feltárását a nyomasztó energiahiány miatt hatékonyabban kell végezni; ez szabja meg az elkövetkező időszak fejlődési irányát.

Az energiakrízis reakciója az egész világ fúrási iparában érezteti hatását: a tevékenység tartósan fellendült, és a gazdaságosság a technológia rohamos fejlesztését követeli meg.

A fellendülés tartósságának prognózisa kapcsán utalni kell arra a tényre, hogy jelenleg a világ végső kinyerhető kőolajkészletét 300 milliárd metrikus tonnára becsülik, amelyből mintegy 90 milliárd tonna ismert, 40 milliárd tonna az eddigi kumulatív termelés, és csaknem 170 milliárd metrikus tonna az a kőolajvagyon, amelynek felfedezése a jövő feladata. A számok egyszerű összehasonlításából következik az, hogy az elkövetkező évtizedeknek a szénhidrogénipar fénykorát kell jelenteniük.

A jövőben felfedezendő szénhidrogénvagyon $^1/_3$-a, illetve fele várhatóan tengeri, a fennmaradó rész pedig elsősorban távoli lakatlan területekről származik majd a becslések szerint. Hogy ennek a még ismeretlen vagyonnak a felkutatása és kitermelése a jövőben milyen ütemben és mi módon történik, nagymértékben gazdasági és politikai tényezőktől függ. Az azonban bizonyos, hogy a világ gyors ütemben fokozódó energiaigénye az eddiginél sokkal jelentősebben növekvő intenzitást követel meg mind a kutatás, mind a feltárás terén. Úgy látszik, hogy ez a fellendülés tartós lesz, és mértéktartó előrejelzések szerint is az ezredfordulóig még jelentősen nő is.

Az elkövetkező 25 év energiatermelése szempontjából az irányzatokat tekintve az elmúlt évekre eső energiakrízis meglepő módon valószínűleg nem okoz jelentős változást a nukleáris és egyéb források fejlesztését vagy a fogyasztási struktúrákban való százalékos részvételét tekintve. Vitathatatlan, hogy a kutatásban és feltárásban bekövetkezett visszaesést pótolni kell, ami a közeli évek feladata, és 1980-tól ismét biznyosra vehető a kiegyensúlyozott iparfejlődés. A szénhidrogén-termelés tehát az ezredfordulóig biztosan növekedni fog, mégpedig függetlenül más energiaforrások termelésétől. A 2000-es évek után is várhatóan tovább fokozódnak a szénhidrogéniparral szemben támasztott követelmények. Az energiahordozóként való hasznosítással szemben — az elégetés helyett — fokozódni fog a petrolkémiai termékek iránti igény, amely hasznosítási mód napjainkban is tulajdonképpen célszerűbb. A vázolt tények összességeként azt kell tehát hangoztatnunk, hogy a XXI. sz. első fele változatlanul intenzív szénhidrogén-kutatással és -feltárással lesz jellemezhető.

A jubileumi ülésszak alkalmával vázolt elemzésünk súlypontjában a negyedszázados olajmérnökképzés állt. A hazai olajmérnökképzés és a magyar olajipar csaknem egyidős múltjának tanulságai, továbbá a jövő feladatai alapján a közös követelmények és feladatok körülhatároltak, s az igények nagysága miatt nem kevésbé nagy erőfeszítések szükségességére figyelmeztetnek.

A fejlődés ütemét azonban mindig a követelmények határozzák meg. A közös múlt eredményei garanciát nyújtanak mind az olajmérnökképzés sikerére, mind a szénhidrogén-igények kielégítésére.

Befejezésül az olajipar, azon belül a mélyfúrásos kutatás és feltárás terén tevékenykedők táborának köszönetét szeretnénk tolmácsolni az egyetem professzorainak, oktatóinak eddigi gyümölcsöző munkájukért és további sikeres tevékenységükhöz — amely előzetes becslések szerint nemcsak a következő negyedszázados, hanem a centenáriumi ülésszakot is biztosítani látszik — jó szerencsét kívánunk!

A hazai szénhidrogén-termelés és -szállítás 25 éves fejlődése

ANTAL LAJOS—
TROMBITÁS ISTVÁN

A magyarországi olajmérnök- és geofizikusmérnök-képzés megindításának 25. évfordulóján jó alkalom adódik arra, hogy a szénhidrogén-termelés és -szállítás fejlődésének néhány fontos állomását felidézzük. Ezzel párhuzamosan célszerű a jövő már körvonalazott útját is bemutatni. A legutóbbi 25 év alatt végbement termelésnövekedés, a műszaki színvonal szakadatlan emelkedése, a szénhidrogénipar bányászati ágának bármely területén történt fejlődés mind-mind igazolja a magyar szakemberek szakmai felkészültségét, alkalmasságát a sokszor bonyolult és nehéz feladatok megoldására. A szakemberek között vannak azok is, akik a Nehézipari Műszaki Egyetem falai között ismerték meg az általános műszaki és a sajátos szénhidrogén-bányászati tudományokat. Éppen ezért — a jubileumi alkalom adta lehetőséggel élve — köszönetet kell mondanunk az egyetem — közöttük külön is az Olajtermelési Tanszék — oktatóinak, nevelőinek, mindazoknak, akik a 25 év során munkájukkal segítették a szénhidrogén-bányászat szakembergárdájának képzését. Köszönet illeti mindazokat, akik becsülettel dolgoztak és dolgoznak az ipar különböző területein, köztük azokat is, akik a Nehézipari Műszaki Egyetemen megszerzett tudás birtokában teljesítik feladataikat.

Az NME viszonylag fiatal intézmény, és benne az Olajtermelési Tanszék fiatal tanszék. Ennek ellenére működésének 25 éve alatt jelentős szerepet tudott betölteni hazánk szénhidrogéniparának fejlődésében, a magyar népgazdaság energiaszerkezetének átalakításában. Ez azért volt lehetséges, mert oktatói munkájában támaszkodott a selmeci, majd a soproni akadémia, illetve főiskola, majd egyetem gazdag hagyományaira, a szaktudományok fejlesztését, korszerűsítését pedig mindig fontos feladatának tekintette. Az Olajtermelési Tanszék — a szakemberképzés mellett, hasonlóan az egyetem más tanszékeihez — számos ipari fejlesztési, üzemi gyakorlati feladat megoldásában is részt vett.

A Nehézipari Műszaki Egyetem, az Olajtermelési Tanszék és iparunk kapcsolata kölcsönös. Amint ez a fentiekből is látható, az itt folyó oktató-nevelő és kutató munka szerves része az ipar tágabb értelemben vett tevékenységének. Része van abban, hogy a magyar szénhidrogén-bányászat a 25 év alatt állandóan és fokozatosan fejlődött. A kőolaj- és földgáztermelés, valamint -szállítás tényadatai ezt egyértelműen igazolják.

Szénhidrogén-bányászatunk főbb eredményei a termelés és szállítás terén

Az 1937-ben Budafapusztán megindult termelés óta ez ideig mintegy 44 Mt kőolajat és 52 Gm^3 földgázt termeltünk ki. A szénhidrogének aránya az ország energiamérlegében az 1975. évben 57%-ot tett ki. A 25 éves időszak első 5 évéhez (1951—1955) képest a kőolajtermelés több mint kétszeresre (4,78-ról 9,9 Mt értékre) emelkedett az utolsó öt évben. Ugyanezen időszak alatt a földgáztermelés 8,5-szeresre (2,84 Gm^3-ről 23,92 Gm^3-re) nőtt.

A termelés növekedésének során jelentős fordulópontokat jelentettek a kutatás eredményeiként megtalált legnagyobb előfordulások (így pl. az ötvenes években az 1951-ben felfedezett nagylengyeli mező a kőolajtermelés, az 1959-ben fellelt hajdúszoboszlói mező a földgáztermelés növelése miatt nagy jelentőségű, míg az 1965-ben talált algyői mező mind a kőolaj-, mind a földgáztermelés szempontjából kiemelkedő szerepet játszott).

A termelés fokozatos növekedéséhez — a gazdasági lehetőségek mellett — döntően hozzájárult a helyes gazdaságpolitikai koncepció, amelyet a MSZMP IX. kongresszusa határozott meg. Ennek alapján indult meg az energiaszerkezet népgazdasági átalakítása a szénhidrogének javára. Ehhez — a növekvő hazai lehetőségek mellett — főleg a Szovjetunió által biztosított kőolaj-, majd földgázimport járult hozzá. A magyar szénhidrogénipar akkor indult el a világgazdaságban is lejátszódó energiaszerkezet-átalakítás útján, amikor a Barátság I. vezetéken megindult a szovjet kőolaj szállítása.

Tekintettel arra, hogy hazánkban mindig meghaladta a kőolajigény a hazai termelési lehetőségeket, az import mellett is nagy jelentősége van a geológiai készletek minél jobb hatásfokú kiaknázásának. A magyar kőolajtermelés eddigi története során a szakemberek mindig a korszerű művelési eljárások alkalmazására törekedtek. A bevezetés idején dicséretes előrelépésnek számított a földgáz-, majd a vízbesajtolás alkalmazása. Ma is úttörő munkának számít az újabb másodlagos-harmadlagos módszerek bevezetése, mint pl. a szén-dioxidos eljárás, az adalékos vízbesajtolás. Az előbbi eljárás nagyüzemi alkalmazásának bevezetése a dél-zalai olajmezőkön nagy jelentőségű nemcsak az ottani tárolók kihozatali tényezőjének növelése, hanem az egész magyar kőolajbányászat szempontjából.

Legnagyobb szénhidrogén-előfordulásunk, az algyői mező olajtelepeibe — szinte a mező termelésének megindulásával egy időben — megkezdtük a vízbesajtolást, a nyomásfenntartás, végső soron a jobb kihozatal elérése érdekében. A művelési mód kidolgozásához, bevezetéséhez nagy segítséget kaptunk a Szovjetuniótól.

Az algyői mező a beruházás volumene (6,5 milliárd Ft) és a korszerű technika alkalmazása szempontjából is kiemelkedően a legnagyobb magyar szénhidrogén-bányászati objektum.

Földgáztelepeink jelentős része víznyomásos. Ezeknél a megcsapolási ütem növelésével kedvezőbb gázkihozatal érhető el. Ezt az elvet hazánkban ismerték fel és alkalmazták a gyakorlatban először szakembereink.

A gáztermeléssel kapcsolatban nem kis problémát jelentett műszaki-biztonsági szempontból, hogy a termelt gázok 1-2% szén-dioxidot, nyomokban kén-hidrogént, valamint sok csapadékot tartalmaznak.

A vezetékes kőolajszállítás legnagyobb eredménye a Barátság II. távvezeték 1972. évi üzembe helyezése volt; e vezetéken 1975-ben már 6,4 Mt kőolajat szállítottunk.

1975-ben helyeztük üzembe a Testvériség II. nemzetközi gáztávvezetéket, amely mostani kiépítettségében évi 3 milliárd m^3 gáz szállítását teszi lehetővé.

A földgázfelhasználásban egyre növekszik a szezonális fogyasztás jelentősége. Emiatt a IV. ötéves terv végén megkezdtük a föld alatti gáztárolók kiépítését.

Feladatok az V. ötéves tervben

Az V. ötéves terv időszakában tovább folytatódik a hazai szénhidrogén-termelés növekedése. Kőolajból 10,4 megatonnát, földgázból 31,4 Gm^3-t kell 5 év alatt termelnünk. (Így a kőolajtermelés 2,17-szorosa lesz az I. ötéves terv [1951—1955] termelésének, a termelt földgáz pedig 11-szeresre növekszik a bázisidőszakhoz képest.) Ebben az esztendőben várhatóan 2,1 Mt kőolajat és 6,2 Gm^3 földgázt termelünk. Távvezetéken csaknem 9 Mt kőolajat és 6,9 Gm^3 földgázt forgalmazunk 1976-ban. Az ötéves terv utolsó évében ezek a számok 11,5 Mt-ra, illetve 10 Gm^3-re növekszenek.

Az V. ötéves tervben meghatározott feladatok teljesítéséhez számtalan műszaki, termelési és egyéb feladat megoldása szükséges.

A kőolajtermelés szintjének tartása érdekében további erőfeszítések szükségesek a jobb kihozatalt biztosító művelési eljárások előkészítése és bevezetése érdekében. Különösen a már üzemben is alkalmazott szén-dioxid-besajtolásos műveléssel és a kísérleti stádiumban levő adalékos vízbesajtolásos módszerek alkalmazásával kívánjuk növelni a tárolók kihozatali tényezőjét.

Algyőn és Szeged környékén további kőolajtermelő szintek, illetve új mezők termelésbe állítását kell elvégezni. Algyőn bővíteni kell a vízbesajtoló rendszert és meg kell építeni a segédgázrendszert. Előkészületek történnek a polimeres, illetve micellás oldattal való kiszorítás bevezetésére.

A Dunántúlon elő kell készíteni a nagylengyeli mezőben eredményesen alkalmazható másodlagos művelési módszer bevezetését. A szén-dioxidos művelést újabb szintekre kell kiterjesz-

teni, olyanokra is, amelyeket a másodlagos termelés folyamán már vízzel elárasztottunk.

A földgáz és gáztermékek termelésének növelése érdekében Algyőn üzembe kell helyezni a második gázfeldolgozó üzemet, termelésbe kell kapcsolni az új gázmezőket.

A földgáz felhasználásában jelentkező szezonális és csúcsigények kielégítésére föld alatti gáztároló rendszert építünk ki Pusztaedericsen, Kardoskúton és Hajdúszoboszlón. A tervidőszak végén a hazai föld alatti gáztárolók együttesen 450 Em^3/h gázkivételi csúcskapacitást biztosítanak.

A kőolajszállítás bővítését teszi lehetővé az V. ötéves tervben belépő Adria kőolaj-távvezeték. A nemzetközi összefogással épülő objektum évente 10 Mt kőolaj szállítására lesz alkalmas.

A vezetékes gázszállítási feladatok teljesítése érdekében növeljük a Testvériség földgáztávvezeték kapacitását nyomásfokozó kompresszortelep építésével. Hajdúszoboszló és Leninváros között újabb távvezetéket építünk a hajdúszoboszlói föld alatti gáztároló bekötésére. Budapest gázellátása érdekében kiépül a második körvezeték egy része.

A vázolt feladatok megoldása csak hozzáértő és áldozatkész szakemberek munkájával valósítható meg. Támaszkodunk a szénhidrogénipar valamennyi dolgozójának munkájára, szakértelmére, lelkesedésére. Számítunk a KGST-tagállamokkal kialakított eredményes gazdasági kapcsolatokra, a Szovjetunióval és a többi szocialista országgal folytatott tudományos-műszaki együttműködésre. Munkánkhoz igényeljük minden közreműködő vállalat, intézmény és szervezet segítségét.

Műszaki és gazdasági eredményeink jórészt eddig is azoknak a szakembereknek köszönhetők, akik az olajipar területén dolgoznak. Közülük sokan a Nehézipari Műszaki Egyetem oktatóitól tanulták meg a szakma elméletét, a legtöbb esetben a szénhidrogén-bányászat és az ott dolgozó emberek hűséges és kitartó szeretetét is. Itt tettek szert bővebb elméleti tudásra azok a szakmérnökök, akik valamely területen alaposabb ismereteket kívántak szerezni. Nagyon sokan vettek részt — mint hallgatók vagy előadók — azokon a mérnöktovábbképző tanfolyamokon, melyeket szintén itt az egyetemen tartottak meg, az egyetem oktatóinak lelkes segítségével.

Az olajmérnök- és geofizikusmérnök-képzésnek ma már hazánkban is tiszteletre méltó múltja van. Ezt a tényt a 25 éves jubileummal kapcsolatos megemlékezés is bizonyítja. Biztosak lehetünk abban, hogy a jövő még gyümölcsözőbb lesz. Meggyőződésünk, hogy sikereink egyik fontos záloga a jövőben is műszaki szakembereink alkotókészsége, szakmaszeretete lesz. Ezt a tudást és szakmaszeretetet plántálják itt az egyetem oktatói, nevelői a fiatalokba. S ha az innen kikerülő ifjú szakemberek az itt tanultakat alkalmazni, érvényesíteni fogják — közös munkával más, hazai és külföldi egyetemeken végzett kollégákkal —, akkor a szénhidrogén-bányászat, ezen belül a termelés és szállítás legnehezebb feladatait is meg tudjuk oldani.

Kérjük a Nehézipari Műszaki Egyetem, benne különösen a most 25 éves Olajtermelési Tanszék oktatóit, hogy neveljenek még nagyon sok jó szakembert az iparnak, s ehhez a munkához kívánunk jó egészséget és sok sikert!

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Vegyészkonferencia

Miskolc, 1976. augusztus 31.—szeptember 3.

A Magyar Kémikusok Egyesülete rendezésében megtartott konferencia házigazdája a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem volt. A megnyitóban dr. *Simon Pál* nehézipari miniszter rámutatott a vegyipar kiemelkedő jelentőségére a belföldi fejlesztés és a nemzetközi együttműködés terén. A plenáris előadáson dr. *Vajta László*, az OKGT műszaki vezérigazgatóhelyettese ismertette a szénhidrogénipar és a vegyipar fejlesztésének kapcsolatát, majd megjelölte az együttműködés további lehetőségeit és a soron következő kutatási feladatot.

A konferencia három szekcióban végezte munkáját.

A petrolkémiai szekcióban rámutattak a szénhidrogének pirolízise és sugárkémiai oxidációja terén elért eredményekre, valamint az olefinekből kiinduló észter- és keton-előállítás tapasztalataira. Beszámoltak a benzinpirolízis és az aromásgyártás technológiai, üzemviteli, fejlesztési és gazdasági kérdéseiről. Foglalkoztak a C_3—C_4-frakció felhasználásának lehetőségeivel. Több eredményes vizsgálatról tájékoztattak a benzinpirolízis melléktermékeinek hasznosítása terén. Javasolták a metil-terc. butil-éter felhasználását motorbenzin-komponensként.

Az *intermedier szekció* referátumai növényvédő, gyomirtó és rovarirtó szerek gyártására szolgáló termékek előállításával, olefinek és származékaik aminálásával, paraffinoxidálással, zsírsavtisztítással, gyártási melléktermékek hasznosításával és az intermediergyártás fejlesztési kérdéseivel foglalkoztak.

A *műanyagszekcióban* a poliolefinek és a PVC gyártási, technológiai és piaci problémáiról, a műanyag csövek gázipari alkalmazásáról, a műanyagipari segédanyag gyártásról, a propilénpolimerizációról, a PVC és a poliolefinek vizsgálatáról, továbbá alkalmazástechnikai minősítéséről, a műanyag-feldolgozás fejlesztéséről, valamint a vegyipari földgázfelhasználással kapcsolatos minőségi kérdésekről tartottak előadást.

A szekcióülések munkáját félnapos kerekasztal-konferenciák foglalták össze. Ismertetjük a pertolkémiai szekció záró-konferenciájának vitája során kialakított, a szénhidrogénipar egyes területeit közvetlenül is érintő, főbb határozatokat:

— foglalkozni kell az olefincélú pirolízis és a földgázbontás távlati nyersanyagellátásával. Pirolízisnél a pébé- és etánfelhasználás lehetőségét, földgázbontásnál az egyenletes minőség, valamint a kis karbonszám (nagy metántartalom) elérésének feltételeit célszerű vizsgálni;
— a pirolízisbenzint TVK—DKV együttműködés formájában aromásforrásként dolgozzák fel. A pirolízis-melléktermékek hasznosítására irányuló vizsgálatokat különösen a nehezebb frakcióknál tovább kell folytatni;
— javaslatot kell tenni KGST-szinten a távlati etilénmérleg kidolgozására. A mérleg alapján időszerű megvizsgálni a közös etilénvezeték-rendszer létesítésének kérdését az összehangolt fejlesztés és az ellátásbiztonság kölcsönös előnyeinek figyelembevételével.

A konferencián kereken 300 fő vett részt, a résztvevők több mint $^2/_3$ része előadóként vagy a kerekasztal-konferenciákon vette ki részét a munkában. Kiemelkedett a MÁFKI és az MTA kutatóintézetek szakembereinek aktivitása.

Pogány László
(OGIL, Budapest)

Magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálata

LAKATOSNÉ
SZABÓ JULIANNA

A tanulmány eltérő tulajdonságú, jellegzetes magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálatával foglalkozik, ezen belül ismerteti a porfirinek kőolajból történő elválasztását, mennyiségi meghatározását és szerkezeti azonosítását.

A kísérleti eredmények szerint a vizsgált kőolajminták kizárólag nikkel- és vanadilkomplexeket tartalmaznak igen eltérő koncentrációban (1—125 ppm). A legnagyobb porfirintartalma a nagylengyeli kőolajmintának van (125 ppm); a hazai ún. könnyű kőolajok porfirintartalma igen alacsony (1—10 ppm). Az elválasztott porfirinek között mind etio-, mind filo- típusúak előfordulnak, míg klorinok, illetve a fentieken kívül más fémkomplexek jelenléte nem mutatható ki.

Bevezetés

A szénhidrogének biológiai eredetének vizsgálatában jelentős szerep jut a biogenetikai nyomokat hordozó anyagoknak, így többek között a porfirinszármazékoknak, hormonoknak, nagymolekulájú szteroidoknak és izoprenoidoknak. Ezek a nyomjelző vegyületek azért válhattak az eredet és a feltételezett átalakulási folyamat helyességének bizonyítékául, mert

a) jellemző szerkezetük van,
b) hosszú geológiai időn keresztül ellenálltak a degradációval szemben, és
c) jelenlétük a kőolajban csak bioszintetikus reakciókon keresztül magyarázható meg.

A geokémiai nyomjelző vegyületek közül kiemelkedő jelentőségűek a klorofill és a hemin bomlástermékei, a különböző porfirinek [1, 2]. A kőolajokban és bitumenekben jelenleg megtalálható porfirineket a kiindulási szerves anyag stabil végtermékeinek vagy részlegesen lebomlott köztitermékeinek tekintjük, amelyek igen eltérő koncentrációban, de általában jellemző típusokban fordulnak elő. A kőolajokból elválasztott porfirinek típusából nagy valószínűséggel megállapítható a növényi vagy állati eredet [3, 4], illetve rekonstruálható az a bomlási folyamat, amely a végtermékeket eredményezte. Ebben az átalakulási folyamatban fontos szerepet játszanak azok a környezeti körülmények, amelyek között a szerves anyag felgyülemlett, illetve a lebomlás végbement [5]. A bomlási sor utolsó tagjai adják tulajdonképpen a kőolajokban ma megtalálható és leggyakrabban előforduló porfirineket: az etioporfirin-III-at, a γ-filoporfirint és a dezoxofilo-eritro-etioporfirint [6, 7].

A magyar kőolajok porfirintartalmának vizsgálatával az MTA Olajbányászati Kutató-Laboratóriuma foglalkozott. A kísérleti program elején a vizsgálatok rutinelemzésre alkalmas és a hazai kőolajokra eredményes elválasztási rendszer kidolgozására irányultak [8]. Az utóbbi években végzett vizsgálatok eredményeit röviden a jelen tanulmány foglalja össze. E munka során több hazai kőolajmintából választottunk el fém—porfirin komplexeket, azonosítottuk azokat, így végső soron meghatároztuk ezen kőolajminták porfirintartalmát minőségi és mennyiségi vonatkozásban egyaránt.

* A Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1975-ben *summa cum laude* eredménnyel megvédett műszaki doktori értekezés részlete. *(A szerkesztő.)*

A vizsgált kőolajok

A vizsgálandó kőolajok kiválasztásában az elsődleges szempontot az képezte, hogy a hazai, jellegzetes kőolajok közül a különböző korú tárolókban elhelyezkedő, különböző geokémiai környezetből származó, eltérő kémiai összetételű és fizikai sajátságú kőolajminták kerüljenek elemzésre.

A vizsgált kőolajminták jelét és a tárolók korát az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

1. táblázat

A vizsgált kőolajminták jelölése és a tárolók kora

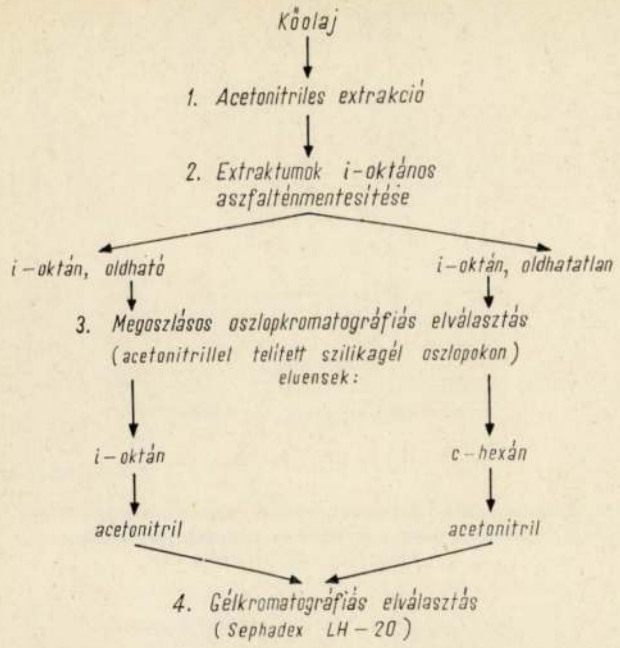
A kőolaj jele		A tároló kora
Algyő-1.	*Alg-1.*	alsópannon
Algyő-3.	*Alg-3.*	alsópannon
Ásotthalom-20.	*Ás-20.*	alsópannon
Demjén-Dél	*DD*	oligocén
Lovászi-143.	*L-143.*	alsópannon
Nagylengyel-296.	*Nl-296.*	mezozóos
Ortaháza-29.	*Oh-29.*	alsópannon
Ortaháza-31.	*Oh-31.*	mezozóos
Pusztaföldvár-53.	*Pf-53.*	alsópannon
Szank-71.	*Szk-71.*	torton

A porfirinek elválasztása

A kőolajokban levő porfirinek kis koncentrációja nem teszi lehetővé közvetlen minőségi és mennyiségi meghatározásukat, így elválasztásuk, illetve dúsításuk szükségszerű. Az optimális elválasztás elérése érdekében elővizsgálataink során [8] tanulmányoztuk az irodalmi adatok alapján standard módszerré vált elválasztási eljárások [9—14] magyar kőolajokra történő alkalmazhatóságát. A megfelelő módszer kiválasztásának alapját az képezte, hogy megvizsgáltuk az elválasztás élességét, a porfirinkihozatalt, az elválasztási művelet alapvető kísérleti körülményeit. További szempontként jött számításba, hogy az elválasztási rendszer — szénhidrogénekről lévén szó — bizonyos mértékig csoportelválasztást (aszfaltének, gyanták telített és telítetlen szénhidrogének) is biztosítson.

Az egyes kőolajmintákat végül az *1. ábrán* látható, *Berti* [15] és munkatársai által kidolgozott és általunk továbbfejlesztett [16] elválasztási rendszerben dolgoztuk fel.

Az egyes elválasztási műveletek részletes ismertetésétől a jelen tanulmány eltekint, de a legfontosabb eredmények az alábbiakban foglalhatók össze:



1. ábra
A porfirinek kinyerésére alkalmazott elválasztási rendszer

a) A magyar kőolajokban levő porfirinek elválasztására az acetonitriles extrakció — i-oktános aszfalténmentesítés — megoszlásos és adszorpciós oszlopkromatográfia — gélkromatográfiából álló elválasztási rendszer minden szempontot kielégítően alkalmas.

b) Az acetonitril extraháló-, megosztó- és eluálószerként egyaránt szelektívnek bizonyult a petroporfirinekre.

c) Az alkalmazott elválasztási műveletek eredményeként kapott szénhidrogén-frakciók porfirintartalma elégséges, és lehetővé teszi a komplexek későbbi fémmentesítését, valamint a jellemző szerkezeti felépítés abszorpciós spektrofotometriás meghatározását.

A kőolajokból elválasztott fém—porfirin komplexek minőségi és mennyiségi meghatározása

A porfirinek és fémkomplexeik minőségi és mennyiségi meghatározása csaknem kizárólagosan abszorpciós spektrometriával történik. Ezt *Soret* [17] felfedezése tette lehetővé, aki először mutatta ki hemoglobinnál a tetrapirrol gyűrűs vegyületekre jellemző, 400 nm-nél jelentkező intenzív abszorpciós sávot.

A különböző típusú porfirinvegyületek az abszorpciós spektrum látható tartományában (500—700 nm) szerkezeti felépítésüknek megfelelően viszonylag egyszerű és igen jellemző spektrumot adnak. Így a kétvegyértékű fémekkel alkotott komplexek spektruma két sávból áll (α, β), amelyek megjelenési helye a porfiringyűrűben koordinálódott fém minőségétől is függ [6, 18]. Ezzel szemben a szabad porfirineknek ugyanebben a tartományban négyes sávrendszerük van, amelyben a csúcsok helye, illetve a csúcsmagasság-sorrend jellemző az egyes porfirinekre, főleg azok periferikus csoportjaira.

Az elválasztási rendszerben kapott valamennyi szénhidrogén-frakció abszorpciós spektrumát felvettük 190—800 nm hullámhossztartományban. Ezek képezték az alapját a kőolajból elválasztott porfirinek minőségi és mennyiségi meghatározásának. Példaként a *2.* és *3. ábra* az *Nl-296, Oh-29., Ás-20.* és *DD* kőolajmintákra kapott spektrumokat mutatja be.

A magyar kőolajokban kimutatható porfirinek spektrumának a látható tartományban kivétel nélkül kettős sávrendszere van. A sávok maximumának hullámhosszértékei, valamint intenzitásarányai alapján egyértelműen megállapítható, hogy a vizsgált kőolajokban csak fém—porfirin komplexek vannak. A spektrumokon minden esetben az α-sáv intenzitása a nagyobb, ami stabil komplexek jelenlétére utal.

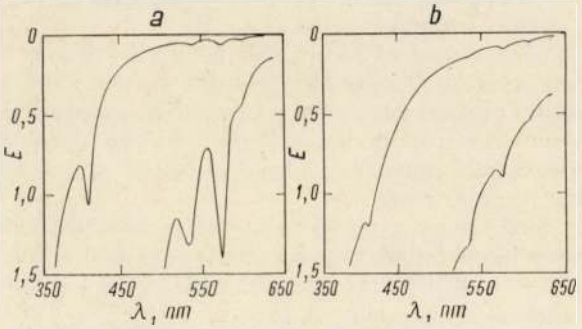
Összefoglalva: a *2. táblázat* adja meg a vizsgált kőolajokban kimutatott fém—porfirin komplexek α-sávjának hullámhosszértékeit és a komplexekben koordinálódott fém minőségét.

Néhány kőolajmintánál a különböző frakciókra kapott spektrumokon a sávok eltérő (két-két) hullámhosszértékeknél jelentkeznek. Ezekben két különböző fém képezett komplexet a porfirinekkel. A vizsgált kőolajok többségénél azonban valamennyi frakcióban azonos fém koordinálódott a porfirinekhez.

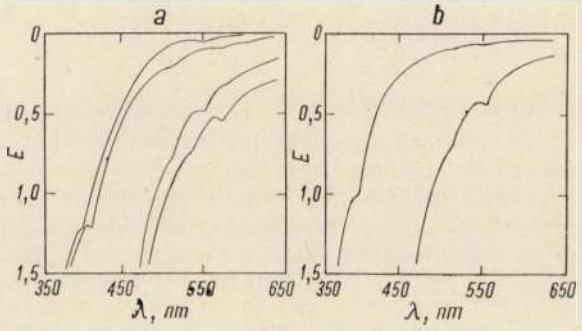
Az eredményeket összefoglalva megállapíthatjuk:

a) A vizsgált kőolajminták kizárólag stabil vanadil— és nikkel—porfirin komplexeket tartalmaznak. Más fémekkel képezett komplexek és szabad porfirinek jelenléte nem volt kimutatható.

b) A nagylengyeli és ortaházi kőolajok csak vanadilkomplexeket, a demjéni és lovászi kőolajok csak nikkelkomplexeket tartalmaznak. A többi



2. ábra
Az Nl-296. (a) és az Oh-29 (b) kőolajokban talált fém—porfirin komplexek abszorpciós spektruma



3. ábra
Az Ás-20. (a) és a DD (b) kőolajokban talált fém—porfirin komplexek abszorpciós spektruma

2. táblázat

A vizsgált kőolajokban található fém—porfirin komplexek jellemző adatai

A kőolaj jele	Az α-sáv maximumához tartozó hullámhossz-érték, nm	A koordinálódott fém
Alg-1.	555, 574	Ni, V
Alg-3.	555, 574	Ni, V
Ás-20.	555, 573	Ni, V
DD	554	Ni
L-143.	555	Ni
Nl-296.	573	V
Oh-29.	573	V
Oh-31.	572	V
Pf-53.	555, 573	Ni, V
Szk-71.	555, 574	Ni, V

3. táblázat

A vizsgált kőolajok fém—porfirin komplex tartalma

A kőolaj jele	porfirintartalma, mól $kg^{-1}\ 10^{-4}$
Alg-1.	0,12
Alg-3.	0,10
Ás-20.	0,20
DD	0,32
L-143.	0,03
Nl-296.	2,28
Oh-29.	0,19
Oh-31.	0,10
Pf-53.	0,09
Szk-71.	0,04

kőolajban vanadil- és nikkelkomplexek egyaránt előfordulnak.

A fémkomplexek mennyiségi meghatározása az α-sávok csúcsmagasságértékei alapján történt, a standardokkal mért extinkciós koefficiensek ismeretében. A porfirintartalom így mól porfirin kg^{-1} · kőolaj-egységekben adható meg. Ezeket az adatokat a *3. táblázat* foglalja össze.

Ahhoz, hogy a porfirintartalmat a szokásos ppm egységekben tudjuk megadni, ismernünk kell a kimutatott petroporfirinek molekulasúlyát, vagy ami azzal egyenértékű: spektrális típusát, szerkezeti felépítését. Ennek érdekében a fém—porfirin komplexeket fémmentesíteni kell, illetve szabad porfirinekké kell átalakítani.

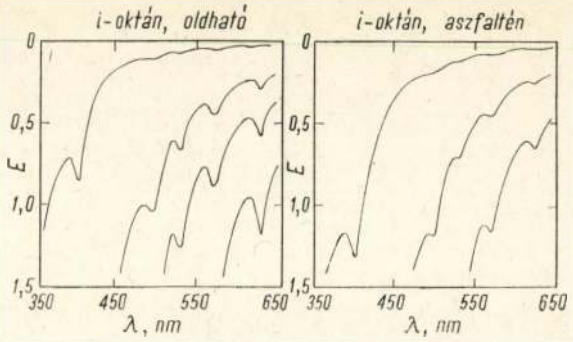
A porfirinkomplexek fémmentesítését alkalikus közegben, lítiumcserével oldottuk meg [19]. A folyamat a következő reakciók szerint játszódik le:

$$MP + 2\,Li^+ \rightleftharpoons Li_2P + M^{2+}$$
$$Li_2P + 2\,H_2O = 2\,LiOH + PH_2$$

Az első lépésben kapott lítiumkomplex vízzel megbontható, és a fémmentes, szabad porfirin kinyerhető.

A fémmentesítést nem lehetett végrehajtani minden kőolajból nyert porfirindús szénhidrogén-frakción. A kapott szabad porfirinek spektrumai közül a *4. ábra* az *Nl-296.* kőolajmintára jellemzőket mutatja be.

Az elválasztott és fémmentesített porfirinek spektrumai alapján meghatározható azok spektrális típusa, ezt öt kőolajmintára a *4. táblázat* foglalja össze.



4. ábra
Az Nl-296. kőolajmintából elválasztott és fémmentesített szabad porfirinek abszorpciós spektruma

4. táblázat

A fémmentesített petroporfirinekkel mért abszorpciós sávok csúcsmagasság-sorrendje és az ennek megfelelő spektrális porfirintípusok

Kőolajfrakció		Csúcsmagasság-sorrend	Spektrális típus
Ás-20.	i-oktán oldható	IV > III > II > I	etio-
DD	i-oktán oldható	IV > I > II > III	DPEP
	i-oktán aszfaltén	IV > I > II > III	DPEP
Nl-296.	i-oktán oldható	IV > III > II > I	etio-
	i-oktán aszfaltén	IV > II > III > I	filo-
Oh-29.	i-oktán oldható	IV > III > II > I	etio-
	i-oktán aszfaltén	IV > II > III > I	filo-
Oh-31.	i-oktán oldható	IV > III > II > I	etio-
	i-oktán aszfaltén	IV > II > III > I	filo-

A kőolajokban levő porfirinek etio- típusa etioporfirin III-nak, a filo- típus γ-filoporfirin XV-nek felel meg, ezért a mennyiségi meghatározásnál ezek molekulasúly-adatait használtuk fel. A demjéni kőolajmintákban egyértelműen dezoxofilo-eritro-etioporfirint (DPEP) azonosítottunk. Ennek a típusnak jellegzetessége, hogy a négy pirrolgyűrűn kívül egy ötödik izociklikus gyűrűt is tartalmaz. Ez a szerkezet növényi eredetet feltételez, illetve arra utal, hogy a klorofill bomlása a tároló kis nyomás- és hőmérsékletviszonyai között megrekedt.

A nagylengyeli és ortaházi kőolajok porfirintartalma mind a koordinálódott fém, mind a szerkezeti felépítés tekintetében teljesen azonos. Ez közös eredetet feltételez, bár az olajok között egyéb tekintetben nagy a különbség.

A mennyiségi eredmények összefoglalását az *5. táblázat* tartalmazza.

Az *5. táblázat* adatai alapján tehát megállapítható, hogy:

a) 100 ppm-nél nagyobb mennyiségben csak az *Nl-296.* kőolajminta tartalmaz porfirineket;

b) 10—20 ppm közötti a porfirintartalma az *Ás-20., DD és Oh-29.* kőolajoknak, és

c) 10 ppm-nél kisebb porfirintartalmú a többi vizsgált magyar kőolaj.

Ezek az eredmények összességükben egyeznek az irodalomban közölt általános tapasztalatokkal [6, 7]. Nevezetesen a vizsgált magyar kőolajminták porfirintartalma is tág határok között (1—125 ppm) változik. Kizárólag fém—porfirin komplexeket sikerült azonosítani, amelyekben a koordinálódott fém vanádium

5. táblázat

Jellegzetes magyar kőolajok porfirintartalma

A kőolaj	
jele	porfirintartalma, ppm
Alg-1.	6,5
Alg-3.	5,4
Ás-20.	11,3
DD	16,9
L-143.	1,4
Nl-296.	124,4
Oh-29.	10,5
Oh-31.	5,6
Pf-53.	5,1
Szk-71.	2,0

és nikkel. Szabad porfirinek, klorinok és a fentieken kívül más fémek komplexeinek jelenléte nem volt kimutatható. A vizsgált kőolajok közül a nagylengyeli minta aszfalténtartalma a legnagyobb, és egyben ennek van a legmagasabb porfirintartalma. Továbbá a kénben leggazdagabb nagylengyeli kőolajok kizárólag vanadilkomplexeket tartalmaznak, ami ugyancsak fedi a kén- és porfirintartalom közötti összefüggést [20].

IRODALOM

[1] *Treibs A.:* Über das Vorkommen von Chlorophyllderivaten in einem Ölscheifer aus der oberen Trias. Ann. Chem. 103—14 (1934).

[2] *Thomas, D. W.—Blumer, M.:* Porphyrin pigments of a triassic sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 1147—54 (1964).

[3] *Dodd, C. G.—Moore, J. W.—Denekas, M. O.:* Metallferous substances adsorbed at crude petroleum—water interfaces. Ind. Eng. Chem. 2585—90 (1952).

[4] *Dunning, H. N.—Rabon, N. A.:* Porphyrin-metal complexes in petroleum stocks. Ind. Eng. Chem 951—5 (1956).

[5] *Vallentyne, J. R.:* Fossil pigments, In: *Alien, M. B.:* Comparative biochemistry of photoreactive systems. Acad. Press, New York, 1960.

[6] *Hodgson, G. W.—Baker, B. L.—Peake, E.:* Geochemistry of porphyrins, In: *Nagy, B.—Colombo, U.:* Fundamental aspects of petroleum geochemistry. Elsevier P. C., New York, 1967.

[7] *Baker, E. W.:* Porphyrins, In: *Eglinton, G.—Murphy, M. T. J.:* Organic geochemistry. Springer Verlag New York, 1969.

[8] *Lakatos I.—Lakatosné Szabó J.—Wagner O.:* Magyar kőolajok porfirintartalmának meghatározása. Kőolaj és Földgáz 5 184—7 (1972).

[9] *Groennings, S.:* Determination of the porphyrin aggregate in petroleum. Anal. Chem. 938—41 (1953).

[10] *Costantinides, G.—Arich, G.—Lomi, C.:* Detection and behaviour of porphyrin aggregates in petroleum residues and bitumens. 5th World Pet. Cong., Paper V—11, New York, 1959.

[11] *Hodgson, G. W.—Peake, C. L.:* Metal chlorin complexes in recent sediments as initial precursors to petroleum porphyrin pigments. Nature *191* 766 (1961).

[12] *Costantinides, G.—Arich, G.:* Research on metal complexes in petroleumresidues. 6th World Pet. Cong. Paper V—11, Frankfurt, 1963.

[13] *Berti, V.—Padovani, C.—Todesca, F.:* De-asphaltizing and hydrodesulphurization of crudes or asphaltic residues. 6th World Pet. Cong. Paper 8. Frankfurt, 1963.

[14] *Corvin, A. H.—Coughey, W. S.—Leone, A. M.—Danieky, J. E.—Bagli, J. F.:* Petroporphyrins. Div. Petr. Chem., Ann Chem. Soc. Prepr. A 35-A 39 (1957).

[15] *Berti, V.—Ilardi, A. M.—Nuzzi, M.:* Extraction of metalporphyrin complexs from petroleum crude and derivates, 7th World Pet. Cong., Paper V. 149—64. Mexico City. 1967.

[16] *Lakatosné Szabó J.:* Magyar kőolajokban található porfirinek vizsgálata. Műszaki doktori értekezés, VVE Veszprém, 1975.

[17] *Soret, J. L.:* Sur le spectre d'absorption du sang dans la partie violette et ultra-violette. Compt. Rendus *97* 1267 (1883).

[18] *Falk, J. E.:* Porhpyrins and Metalloporphyrins. Elsevier P. C., Amsterdam, 1964.

[19] *Eisner, U.—Harding, M. J. C.:* Metalloporphyrins, Part I. Some novel demetallation reactions. J. Chem. Soc. 4089 (1964).

[20] *Radcsenko, O. A.:* Dokladü Akademii Nauk *182* 193 (1968).

Dipl.-Ing. HERWIG RIETSCH

75. életévében ez év júliusában elhunyt Dipl.-Ing HERWIG RIETSCH, a patinás bécsi volt *Trauzl* furóberendezés-gyár — ma *Böhler—Trauzl* gyár — nyugalmazott főkonstruktőre. HERWIG RIETSCH jelentős segítséget nyújtott a felszabadulás után szénhidrogén-fúrási teljesítményeink fejlesztéséhez. Hazai szakemberekkel együttműködve, az Európában általa elsőként kialakított jet öblítésű görgős-fúrók gyártása alapján alakulhatott ki és vált általánossá az a görgős—jet-fúrási technológia, amely ma is fúrási technológiánk alapja. Tervező talentumának csúcsteljesítménye azonban az a zseniális fúróárboc-konstrukció, amelyet a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár licencszerződés alapján jelenleg is — mint Kanizsa fúróárboc-sorozatot — gyárt. Ma már ilyen típusú fúróárboc alatt dolgozik minden hazai olajipari fúróberendezés. E konstrukció egyedülálló felállítási rendszere, kiegyensúlyozott felállítási módja teszi lehetővé 50 m-nél magassabb — tehát négyes fúrócsőrakatok kiépítésére alkalmas — fúróárbocok létesítését. Megvalósított prototípusa ennek az a világon talán egyetlen 53 m-es fúróárboca — melyet minden bizonnyal több ilyen hazai gyártmányú árboc fog követni — jelenleg a *B—IX.* jelű nagymélységű kutatófúrásunkon áll. Mind ez, mind pedig valamennyi konstrukciója alapján készült W típusú — Kanizsa sorozatú — árbocok hosszú időn át maradandóan hirdetik Dipl.-Ing. HERWIG RIETSCH kiváló tervezői képességét.

A. Ö.

Dr.-Ing. HANS-GEORG NEUMANN

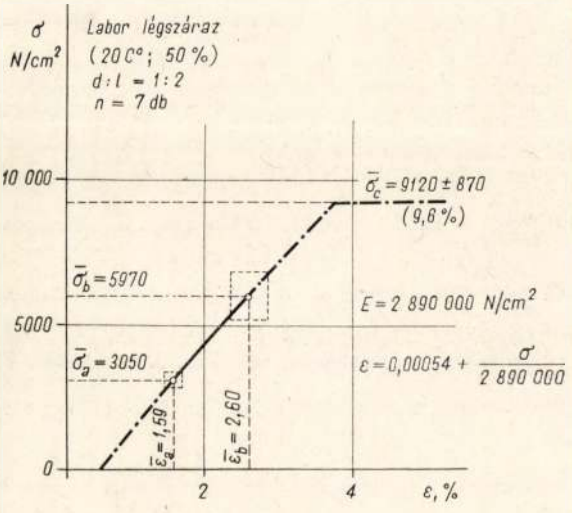
Fiatalon — 43 éves korában —, váratlanul ragadta el a halál Dr.-Ing. HANS-GEORG NEUMANN-t, a Bergakademie Freiberg docensét, az Akadémia Mélyfúrási és Kőolajtermelési Intézet igazgatójának helyettesét, az újonnan alapított Földtani Kutatási Szakiskolájának kiszemelt, éppen kinevezés előtt álló igazgatóját, Egyesületünk és Szakosztályunk régi, hűséges barátját. HANS-GEORG NEUMANN elsőként vette fel a kapcsolatot Szakosztályunkkal; az 1960. évi Bányászati Kongresszus óta rendezvényeinknek, vándorgyűléseinknek rendszeres látogatója volt. A freibergi „Bányász—Kohász Napok"-on mindig nagy szeretettel fogadta és segítette tagtársainkat, s szinte hagyományossá vált ez alkalmakkor a vendégszerető házában avatott kézzel gondozott kertjében rendezett baráti „magyar találkozó". Rendszeres munkatársa volt lapunk, a *Kőolaj és Földgáz* könyv alakban, német nyelven is megjelenő Különszámának. HANS-GEORG NEUMANN-ban Szakosztályunk sok tagja jó barátot, a szakma kiváló fúrási szakembert, nagyszerű pedagógust vesztett el.

A. Ö.

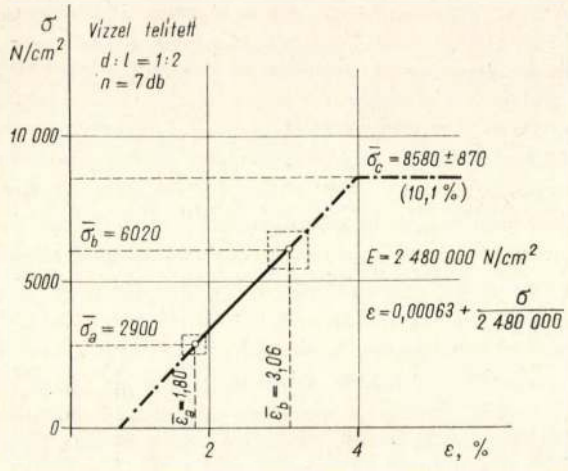
KIEGÉSZÍTÉSEK *JESCH ALADÁR* „A KŐZETSZILÁRDSÁG ÉS A MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKA KAPCSOLATAI" C. CIKKÉHEZ

Lapunk 9. (109.) évfolyamának 6. számában megjelent tanulmány a geofizikai és mechanikai paraméterek közötti kapcsolatokat elemzi. A szerző — a szilárdságtani alapok rögzítése után — az alakváltozásokat, majd a kőzetek mechanikai viselkedését tárgyalja. A mélyfúrási geofizikai paraméterek bemutatása és az összefüggések ismertetése zárja a nagyon érdekes fejtegetéseket.

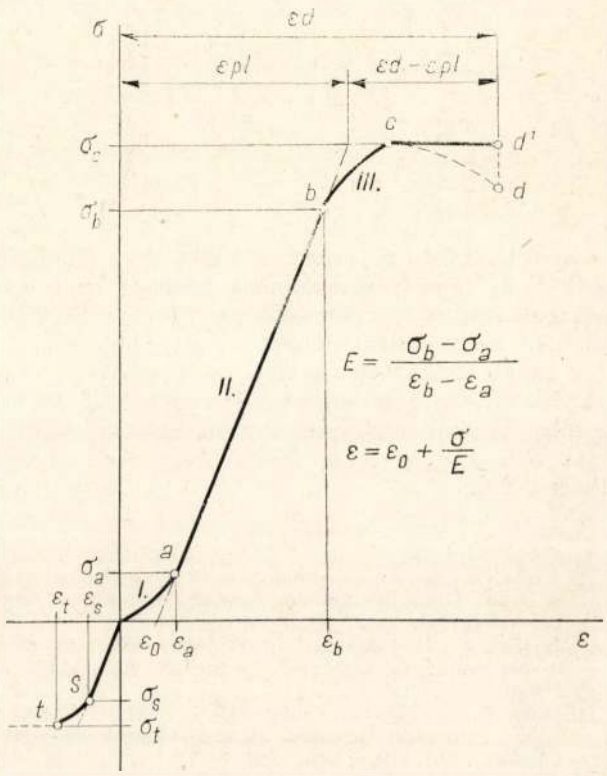
A tanulmány azonban adós marad a laboratóriumi kőzetszilárdsági, illetve kőzetfizikai vizsgálatok eredményeinek elemzésével. Pedig, szerte a világon, az ezekből nyert minősítő értékek képezik a kőzetszilárdsági vizsgálatok alapját. Ezen vizsgálatok nagy része nemzetközi előírások, szabványok, illetve egységesített elvek alapján készül, tehát az eredmények valóban minősítő értékűek. Vonatkozik ez a megállapítás a próbatest kialakításától kezdve a fizikai állapot megnevezésén, jelölésén és megadásán keresztül a vizsgálattechnikai lebonyolításig, az eredmények megadási módjáig és az alkalmazott jelölésrendszerig [7, 10].



1. ábra
Alakváltozási görbe légszáraz állapotban (permi vörös homokkő, Balatonrendes)



2. ábra
Alakváltozási görbe vízzel telített állapotban (permi vörös homokkő, Balatonrendes)



3. ábra
Teljes alakváltozási görbe

Az alakváltozási vizsgálattal kiegészített egy irányú nyomószilárdsági vizsgálatot 1967 óta használjuk minősítő vizsgálatnak [5]. A vizsgálattal meghatározott kőzetfizikai rugalmassági moduluson (E) kívül a törőszilárdsági érték (σ_c), az arányos szakaszhoz tartozó feszültségi és alakváltozási értékek (σ_a, ε_a, σ_b, ε_b), a tömörödési — arányos — és törési szakasz hosszának aránya, valamint a szórási értékek mind, mind minősítő jellemzők (*1.* és *2. ábra*).

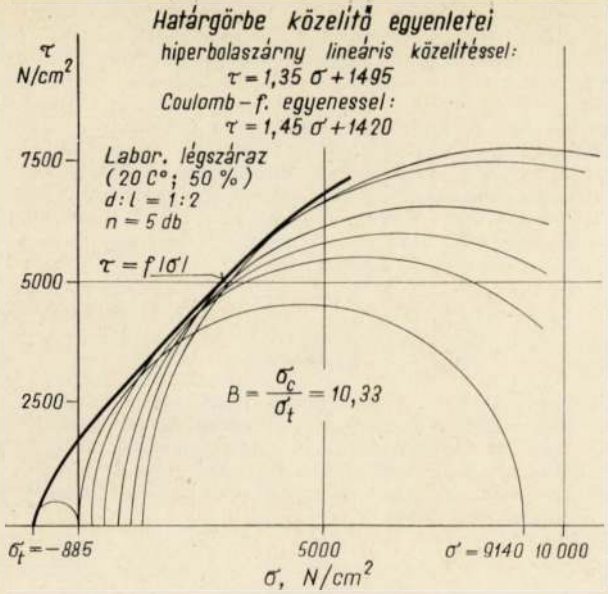
A *3. ábrán* az általánosított teljes feszültség—alakváltozási görbét mutatom be. Az alakváltozási görbe részletes elemzésével a [3] és [11] foglalkozik.

A görbe húzott zónába eső szakaszát alakváltozási vizsgálattal kiegészített összetett húzóvizsgálattal (ún. brazil vizsgálat [2]) határozzuk meg, melynek szabványosítása az egy irányú nyomóvizsgálattal és a triaxiális vizsgálattal együtt hazánkban is folyamatban van. Várható megjelenési évük 1977.

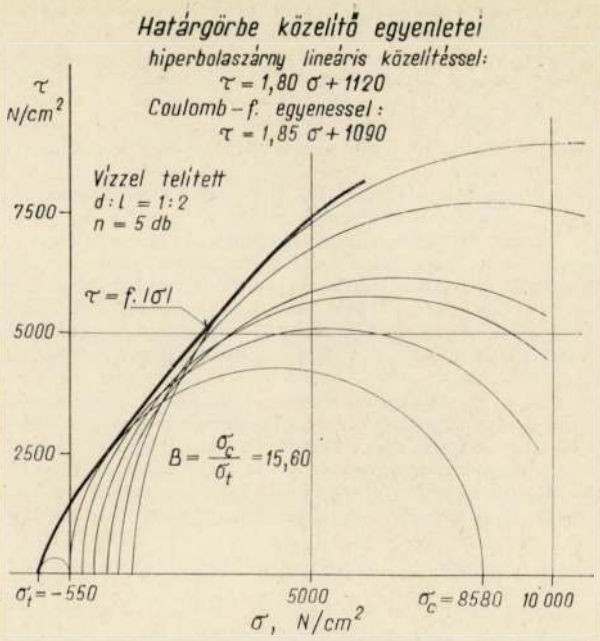
Az „egy irányú" szilárdsági vizsgálatok alkalmasak a *Poisson*-tényező (ν) meghatározására és így az ismert összefüggések alapján a nyírási (torzulási) modulus (G) meghatározására. A *Poisson*-tényező vizsgálati eredményeit [1] elemzi, rámutatva annak terhelési értékektől függő voltára.

Úgy érzem, néhány kiegészítő mondat hasznos lesz a tanulmány „Több irányú igénybevételek" című részéhez is.

A kőzetmechanikában alkalmazott *Mohr*-féle elmélettel és a határgörbék analitikus leírásával részletesen [4] és [14] foglalkozott. A Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén 1968 óta folynak triaxiális törési, illetve alakváltozási vizsgálatokkal kiegészített törési vizsgálatok.



4. ábra
Törési határgörbe légszáraz állapotban
(permi vörös homokkő, Balatonrendes)



5. ábra
Törési határgörbe vízzel telített állapotban
(permi vörös homokkő, Balatonrendes)

A vizsgálati eredmények elemzését [6], [8] és [9] tartalmazza. Példaként törési határgörbére a *4.* és *5. ábrán* permi vörös homokkő (Balatonrendes) légszáraz és vízzel telített vizsgálati eredményeit mutatom be, feltüntetve a határgörbe [13] szerinti analitikus meghatározását az egy irányú szilárdsági értékekből is.

Véleményem szerint mind az egy irányú szilárdsági vizsgálatok eredményeit, mind a triaxiális vizsgálatok eredményeit analitikusan meg lehet úgy adni, hogy azok a geofizikai paraméterekkel kiegészítve alkalmasak legyenek a kőzet feszültségi és alakváltozási, tehát szilárdsági állapotának megadására (lásd az *1., 2., 3.* és *4. ábrát.*)

Reméljük, hogy az itt közöltek a szerzőt vizsgálati és megfigyelési eredményeinek egy újabb feldolgozására fogják ösztönözni, melynek hasznát a tudományág látja, és amelyhez eredményeink egyeztetésével készségesen mi is hozzájárulunk.

Dr. Gálos Miklós
okl. mérnök, szakmérnök

IRODALOM

[1] *Bodonyi J.:* Bericht über das 8. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik. Diskussionen. Akademieverlag, Berlin, 1967.

[2] *Carnerio:* Une nouvelle méthode d'essai pour déterminer la résistance a a traction du béton. Institut de Technologie du Brézil. RILEM Bul. 10. 1947

[3] *Farmer, I. W.:* Engineering properties of rocks. Spon Ltd. London, 1968.

[4] *Heinz—Heyne:* Zur Darstellung des Spannungstandes bei echten Triaxialversuchen. Bergakademie *2* (1968).

[5] *Gálos—Kertész—Kürti:* Összeálló kőzetek műszaki megítélése alakváltozási vizsgálattal. Mélyépítéstudományi Szemle **19** *2* (1969).

[6] *Gálos—Kertész—Kürti:* Kőzetvizsgálat triaxiális nyomócellában. Építőanyag **21** *11* (1969).

[7] *Gálos—Kertész—Kürti—Marck:* Korszerű kőzetszilárdsági minősítő vizsgálati módszerek. Építőanyag **23** *12* (1971).

[8] *Gálos M.—Kürti I.:* Kőzetszilárdsági tulajdonságok műszaki megítélése többtengelyű feszültségi állapot alapján. XI. Szilikátipari Konferencia Budapest, 1973.

[9] *Gálos—Kertész—Kürti:* Triaxial test of solid rocks in Hungary. I. Balti Alapozási és Talajmechanikai Konferencia Gdansk, 1975.

[10] *Kertész P.:* Static rock modell based on petrological fundamentals 3. Alapozási és Talajmechanikai Konferencia Budapest, 1968.

[11] *Kertész P.:* Kőzetfizika. A Budapesti Műszaki Egyetem Továbbképző Intézetének Kiadványa M. 229. Tankönyvkiadó, Budapest, 1970.

[12] *Protodjakonov, M. M.:* Iszszledovanie fiziko-mehanicseszkih szvojsztv gornüh porod. Moszkva, 1962.

[13] *Richter R.:* A Mohr-féle határgörbéről. Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc (69—1307), 1969.

[14] *Richter R.:* A törési határgörbe analitikájáról. Bányászati L. **95** *6* (1962)

VÁLASZ *GÁLOS MIKLÓS* HOZZÁSZÓLÁSÁRA

Köszönettel tartozom dr. *Gálos Miklósnak* cikkem kiegészítéséért. Egy szakmai közlemény szerzője számára mindenképpen öröm, ha munkája érdeklődést kelt, de különösen jól esik, ha ilyen rövid idővel a megjelenés után már olyan hozzászólást olvashat, amely elősegítheti a fejtegetések és elképzelések továbbvitelét. Ehhez pedig a *Gálos* által bemutatott vizsgálatok lehetőséget sejtetnek.

Tanulmányom végső konklúziója ugyanis az *Összefoglalás* szerint az: *lehetőség látszik arra,* „hogy a mélyfúrási tevékenység során gyakran észlelt (vagy olykor kívánatos) egyensúlymegbomlások geofizikai úton is előre jelezhetők". Ez a cikk (27), (28) és (29) sz. összefüggéseinek alkalmazásával lehetséges.

Az egyenletek alkalmazása azonban bizonyos feltételektől függ, amelyeket részben előzetes kőzetfizikai vizsgálatok hivatottak teljesíteni. Ilyen elsősorban az A és B állandók, továbbá a *Poisson*-szám meghatározása az egyes, a fúrás által harántolt kőzettípusokra. Az ezeket az összefüggéseket meghatározó vizsgálatokkal a tanulmány valóban „adós maradt", de nem is volt célom ezeknek az ismertetése. A geofizikai mérések ilyen jellegű felhasználásakor e vizsgálatok eredményei a számításokhoz szükségesek, de elvégzésük természetesen nem a mélyfúrási geofizika feladatát képezi. Ezért kell örömmel fogadni, hogy ilyen gyorsan értesülünk rendszeres hazai kőzetvizsgálatokról, amelyeknek körét feltehetően könnyen bővíteni lehet, ha a mélyfúrási geofizikai alkalmazásnak valamilyen bővítésre szüksége lenne. Az idézett (28) és (29) összefüggések használata ugyanis a $\sigma_f(G)$ vagy $\sigma_f(E)$ összefüggések ismeretét követeli meg azokra a kőzettípusokra, amelyeket a mélyfúrás harántol. Ilyen összefüggéseket bizonyára meg lehet majd határozni a már rendelkezésre álló kőzetvizsgálati eredményekből, amelyeket a hozzászólás idéz. A meglevő vizsgálati eredményekből számított A és B állandók ismeretében — remélhetőleg — lehetségessé

válik *kizárólag a mélyfúrási geofizikai mérések adataiból* a kőzet szilárdsági állapotának, közvetve a lyukfal stabilitásának a meghatározása. A mélyfúrási geofizikai mérések alapján általában megállapítható az átfúrt rétegsor litológiája, általában számítható a kőzet rugalmassági mutatói közül néhány; ha tehát ismeretes az adott kőzetfajtára a $\sigma_f(G)$ vagy $\sigma_f(E)$ kapcsolat, továbbá μ is, akkor a (29) egyenlőtlenség alapján az instabil helyek kimutathatók.

A geofizikai mérések egy újabb, elsősorban mélyfúrás-technológiai jelentőségű alkalmazási kísérletéről van tehát szó. Ezért nem teljesen helytálló a hozzászólásnak az a megállapítása, hogy: „... a ... vizsgálatok eredményeit analitikusan meg lehet úgy adni, hogy azok a geofizikai paraméterekkel kiegészítve alkalmasak legyenek a kőzet feszültségi és alakváltozási, tehát szilárdsági állapotának megadására." Nem a geofizikai paraméterekkel egészítjük ki a szilárdsági számításokat, hiszen csak egyedül ezek állnak a szelvényezés után rendelkezésre, hanem a *geofizikai paramétereket dolgozzuk fel* bizonyos, főleg statisztikai alapon meghatározott összefüggések alkalmazása útján. De ez természetesen csak részletkérdés, a hozzászólás lényege az, hogy vannak már kőzetvizsgálatok, amelyek eredményei felhasználhatók, egyelőre természetesen csak kísérleti jellegű számításokhoz. A geofizikai mérések ilyen felhasználása azonban — ajánlatos ezt előre jelezni — valószínűleg a laboratóriumi mérésektől eltérő eredményeket fog szolgáltatni, mert a mélyfúrási mérések az in situ állapotot tükrözik, amelynek előállítása a felszíni vizsgálatoknál általában komplikált vagy olykor lehetetlen. Ez egyben azt is jelenti, hogy a geofizikai mérésekből kapott eredmények jobban megközelítik a valóságos, a lyukban uralkodó állapotokat. De ez csak akkor állhat fenn, ha az elvileg helyes gondolatmenetet kifogástalan alapadatokkal, jó és pontos mérésekkel, valamint kifogástalan értelmezési metodikával járjuk végig. Ehhez pedig elengedhetetlen a *Gálos Miklós* hozzászólásában világosan kifejezett kőzetvizsgálat-sorozat, amelyért ismételten is köszönet jár.

Jesch Aladár
okl. gépészmérnök

IRODALOM

[1] *Lohrisch, F. W.:* What's optimum exchanger pressure drop? Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner **43** *6* (1964).
[2] *Lohrisch, F. W.:* What are optimum conditions for air-cooled exchangers? Hydrocarbon Processing **45** *6* (1966).
[3] *Jennsen, S. K.:* Heat exchange optimization. Chem. Eng. Progress **65** *7* (1969).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Békés-szinti nagy szén-dioxid-tartalmú gázok fűtőérték-változásának vizsgálata*

A Békés-szint nagy szén-dioxid-tartalmú olajkísérő gázának hasznosítása 1965-től oldódott meg az Orosházi Üveggyárnak mint célfogyasztónak a telepítésével.

Az üveggyár minimálisan 3900 kcal/nm³ fűtőértékű gázt igényel tüzelőberendezései számára. Ezért a szolgáltatott gáz fűtőértékét 1971-ig az NKFV kardoskúti keverőkörén állítottuk be 8200 kcal/nm³ fűtőértékű gáz bekeverésével. Ettől az időponttól kezdve pedig mindenkor az adott olajkísérő gázt szolgáltatjuk; a fűtőérték beállítását az üveggyár végzi 7400 kcal/nm³-es gázzal.

Az olajkísérő gáz összetételét és fűtőértékét 1967-től rendszeresen ellenőrzi az üzemi laboratórium. A mérési adatok alapján 1971-ben fűtőérték-növekedés mutatkozott. Ez irányította a figyelmet a probléma részletes vizsgálatára.

A vizsgált tároló nagy gázsapkájú, telített olajat tartalmazó, részleges vízbeáramlással, gázkiszorítással és kimerüléssel működő telep. Az olaj termelése felszálló, mélyszivattyús és segédgázos kutak segítségével történik. Ez utóbbiak segédgázellátását a gázsapka megcsapolásával nyert és gyakorlatilag az olajban oldott gáz összetételével megegyező CO_2-os gáz szolgáltatja. A felhasznált segédgáz átlagos összetétele:

C_1	29,42 mól%
C_2	1,84 mól%
C_3	1,09 mól%
C_4	0,55 mól%
C_5	0,23 mól%
C_6	0,12 mól%
C_7	0,07 mól%
CO_2	63,80 mól%
N_2	2,88 mól%

Fűtőérték: 3193 kcal/gnm³.

Az elemzési adatokat 1967-től a vizsgálat kezdetéig (1974. december) ellenőrizve az adódott, hogy a fűtőértékben hosszabb távon emelkedés, az összetételben tendenciális változás nem tapasztalható. Az 1971. évi átmeneti emelkedés a segédgázos termelés beindulásának idejére esik, rövid időszak elteltével azonban a termelt gáz összetétele ismét az eredeti megoszlást mutatta.

Az olajtermelő kutak gázát egyedileg, illetve tankállomásonként vizsgálva megállapítható, hogy területileg fűtőértékváltozás nincs. További megállapítás, hogy a rétegmegnyitás mélységének változtatása átlagos GOV-val termelő kutak esetében nem okoz változást a fűtőértékben (8 kúton történt ismételt rétegmegnyitás; a perforáció szintjének átlagos emelkedése 9 m). A nagyszámú laboratóriumi gázösszetétel-vizsgálatból kitűnik, hogy a segédgázos olajkutak gáza minden esetben kisebb fűtőértékű, mint az előkészített segédgáz.

Különösen jól látszik az ún. „átforduló" segédgáz kalóriacsökkenése a kevés szabad gázt termelő kutaknál. A fűtőérték csökkenése 2—300 kcal/m³ értékű.

A szénhidrogének és a szén-dioxid olajban és vízben mérhető oldhatósági viszonyait a rétegparaméterek és a szeparálási körülmények között megvizsgálva az adódott, hogy a fűtőérték-csökkenést az olajjal együtt termelt nagy mennyiségű rétegvízből felszabaduló CO_2 okozza.

A rétegvíztároló 150 ata nyomásán és 125 C° hőmérsékletén CO_2-dal telített. A szénhidrogének csak kismértékben oldódnak a vízben. A 15 ata-s és 40 C°-os szeparálási paraméterek mellett a felszabaduló gáz mennyisége 15,5 gnm³/m³ víz.

A gáz összetétele:		
	C_1	4,00 mól%
	C_2	0,28 mól%
	C_3	0,02 mól%
	CO_2	95,50 mól%
	N_2	0,20 mól%

Fűtőérték: 373 kcal/gnm³.

A kalóriaváltozás okára vonatkozó magyarázat helyességét kalóriamérleg felállításával igazoltuk.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a regionális Békés gázrendszeren szolgáltatott gáz fűtőértékét csak szén-dioxid-mentesítő eljárás alkalmazásával lehetne javítani.

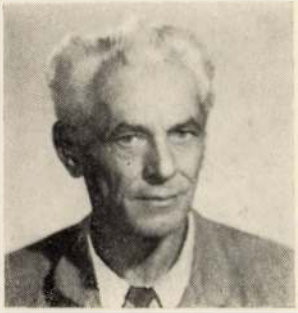
Imre Mihály
okl. vegyészmérnök
(NKFV, Orosházi Üzem)

* Az „Alkotó Ifjúság '76" pályázatra benyújtott dolgozat kivonata.

SZEMÉLYI HÍREK

Üdvözöljük 70 éves érdemes szaktársainkat!

E számunk vezető helyén olvashatunk arról, hogy a négy évtizeddel ezelőtt Pannóniában megindított — végül is igen eredményes — szénhidrogénfúrások első felelős magyar vezetői a soproni főiskoláról — egyetemről — kikerült bányamérnökök voltak. A „fúróslegényként" kezdő mérnökök közül két — soproni származású, s szinte azonos „előéletű" — kollégánk töltötte be a közelmúltban 70. életévét. Mindketten jelentősen hozzájárultak ahhoz, hogy a magyar „fúrósok" szakértelmét és teljesítményeit „idegen szem" (az akkor amerikai szakmai felsőbbség), de az eredményeikre igencsak rátarti, kritikus német szakemberek is nagyra, Európa élvonalába tartozónak értékelték. Rosta Ferenc és Csigó József megbízható, lelkiismeretes, odaadó és invenciózus munkássága, keményen férfias, mégis munkatársaikkal bensőségesen együttérző embersége, a vezetésre példamutatással felvértezett egyénisége a *genius loci* erejét sugározza. Ha érdemeik méltatásánál tollunkat visszafogja is a hozzájuk fűződő félévszázados barátság, melyre büszkék vagyunk, az utókor számára mégis kedves kötelességünk megörökíteni életútjuk, munkásságuk csak főbb állomásait, hogy az ifjabb nemzedék példát meríthessen a legkülönbözőbb őrhelyeken tanúsított helytállásukból. A jól végzett munka érzésével élvezzék még sokáig — unokáik napsugarától bearanyozva — az életősz éveit jó kedvvel, erőben, egészségben!



Rosta Ferenc oklevele megszerzése előtt gyakornokként a Műegyetem soproni karának Geodéziai és Bányaméréstani Tanszékén dolgozott, ezt követően a Magyar—Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) szeizmikus kutatócsoportja tagjaként már 1939-ben eljegyezte magát az olajiparral. 1941-től végigjárta a fúrómérnöki hivatás minden viszontagságát és hányattatását a lovászi mező kezdő fúrásaitól Erdőszentgyörgy (Erdély), Csokonyavisonta, Lábod kutatófúrásaiig; majd nagykanizsai székhellyel a Somogy és Zala megyei fúrási üzemek, illetve kutatófúrások műszaki irányítását végezte Inkétől Hahót—Edericsig. Közben három és fél évig a pusztaszentlászlói (hahóti) és pusztaedericsi olaj- és gázcsapadékmezők üzemét, később a nagylengyeli fúrási munkálatokat vezette. Mint főtechnológus és üzemcsoport-vezető részt vett majdnem minden mélykutató fúrás mentési munkálataiban, kitörések sikeres leküzdésében. E két területen országos szaktekintélynek számított; szavának súlyát elméleti felkészültsége és mérhetetlen gyakorlati tapasztalata adta meg.

Átmeneti kikapcsolás és soproni félreállás után 1961 közepétől újra az olajbányászatban kamatoztatta tudását: az NKV kútjavító üzemét szervezte Szolnokon; a hatalmas iramban fejlődő, később Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat Rosta Ferenc megfeszített munkássága révén jutott ütőképes kútjavító szervezethez.

1967 elején — felkérésre — átvette a Bauxitkutató Vállalat aknafúrási üzemének vezetését, tapolcai székhellyel. Aki tudja, mit jelent a karsztvízveszély bauxitbányászatunkban, értékeli igazán a vízszintsüllyesztésnek fúrt aknák segítségével történő sikeres megoldását. Rosta Ferenc itt is öregbítette a magyar bányamérnökök jó hírnevét. 1972 szeptemberében innen vonult nyugalomba.

Számos szakmai tanulmánya jelent meg; ezek, továbbá hazai és külföldi (freibergi) előadásai elsősorban a kisnyomású rétegek átfúrásáról, továbbá a nagy átmérőjű fúrólyukak mélyítéséről keltettek nemzetközi visszhangot is. Nem kisebb lelkesedéssel vett részt a szakmunkások, valamint középkáderek képzésében és továbbképzésében.

Munkája elismeréséül 1952-ben a Magyar Munkaérdemérem ezüst fokozatát, 1956 szeptemberében a Szocialista Munkáért Érdemérmet kapta meg.

Csigó József már mint a Geodéziai és Bányaméréstani Tanszék kinevezett tanársegéde, 1941 februárjában meghívással került a MAORT-hoz. Ő is fúrómérnöki beosztásba. Bázakeretytye, Lovászi, Pusztaszentlászló voltak az első állomásai pályájának, majd a kincstár részére a nagyalföldi *Tiszakürt-1.* jelű bérfúrás üzemvezetésével bízták meg. A berendezéssel vándorolva a mosonszentjánosi és a répcelaki fúrásokat mélyítette, az utóbbiakkal jelentősen kibővítve a mihályi szerkezet addig ismert szén-dioxid-előfordulását.

A felsőbbség 1946-ban újabb fontos posztra állította: Ő lett a vállalat első biztonsági mérnöke, és e jelentőségében egyre fokozódó reszort vezetője.

Az államosítás után az újra megindított budafai fúrási tevékenységet irányította, 1955-től pedig nagykanizsai székhellyel a dunántúli fúrások költségvetési és beruházási osztályának élére került. Fúrómérnöki működésébe még belefért a bajcsai kutatófúrás vezetése, valamint a fúrási üzem fődiszpécseri teendőinek ellátása.

E bokros üzemi tevékenysége mellett — kitűnő pedagógiai képességét kamatoztatva — számos fúrószakmunkás-tanfolyamot szervezett és vezetett, s mert közben kezét a műszaki dokumentáció pulzusán is tartotta, szinte természetes volt, hogy a nagykanizsai *Zsigmondy Vilmos* Kőolaj-bányászati és Mélyfúróipari Technikumban 1970-től a mélyfúrás tanára és a technikum műhelyének főnöke lett. Mint ilyen több tankönyvet — részben társszerzőként — írt és szerkesztett, sajtó alá rendezve az API Kőolajipari Csőszabványok magyar nyelvű kiadását is. Szaklapunkban ugyancsak nem egy értékes tanulmánya jelent meg.

1973 szeptemberében kérte felmentését; addig Egyesületünkben és Szakosztályunkban is példásan tevékenykedett: hosszú éveken át volt a nagykanizsai helyi csoport alelnöke; lelkesedésével jelentősen fellendítve a Szakosztály életét.

Csigó József eredményes munkásságát a felsőbbség ismételten elismerte: sztahanovista oklevéllel, a Tűzrendészeti Érem, a Magyar Népköztársasági Érdemérem, a Bányász Szolgálati Érdemérem arany fokozataival, továbbá a Nehézipar Kiváló Dolgozója kitüntetéssel.

B. B.

EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége 1976. október 19-i kibővített ülését — amelyen dr. *Kapolyi László* nehézipari miniszterhelyettes, *Menyhárth László*, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elnöke, dr. *Kovács Sándor*, az MTESZ főtitkára, *Bese Vilmos*, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke, dr. *Dózsa Lajos*, a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatója, dr. *Gagyi-Pálffy András*, az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat műszaki igazgatója, *Seregi János*, a Magyar Szénbányászati Tröszt vezérigazgatója, valamint több más vállalati vezető is részt vett — a Magyar Alumíniumipari Tröszt székházában tartotta.

Kreffly Gábor elnök pár szavas megnyitója után dr. *Dózsa Lajos* házigazdai minőségében üdvözölte a nagy múltú egyesület megjelent vezetőségét, majd

1. napirendi pontként dr. *Kapolyi László* miniszterhelyettes tartotta meg előadását

Az Egyesület feladatai a bányászat ötéves tervének megvalósításában címmel.

Az egyetemes magyar bányászat feladatait — elsősorban is a szilárdanyag-bányászattal kapcsolatos célkitűzéseket, megoldandó problémákat — felvázoló, érdekfeszítő megnyilatkozást 1977. évi 1. számunkban maradéktalanul közöljük annál is inkább, mert Egyesületünk tevékenysége irányvonalának egyik sarkalatos pontja, hogy a tagság összességét informálja az Egyesület teljes profilját érintő kérdésekről.

Az élénk érdeklődést kiváltott előadáshoz sorrendben dr. *Vörös Árpád* (öntödei kérdésekben); *Karlik Nándor* (a bányászkohász együttműködés szükségességét bizonyítva); *Stubnyán István* (a Bányászati Szakosztály tevékeny hozzáállását ígérve); *Várhelyi Endre* (fémkohászati aspektusból); *Éles László* (az acélgyártáshoz szükséges adalék anyagok vonatkozásában); dr. *Gózon József* (az Egyetemi Osztály képviseletében); dr. *Gagyi-Pálffy András* (a vertikalitás szükségességét aláhúzva); *Binder Béla* (az Egyesület lapjainak szerepét és segítőkészségét hangsúlyozva); dr. *Talabér József* (a SZIKKTI-vel való kooperációról szólva); *Monos János* (a szénbányászattal kapcsolatos szemléletváltozást üdvözölve), végül dr. *Kovács Sándor* (az előadás publikálását indítványozva) szóltak hozzá.

Dr. *Kapolyi László* frappáns válaszainak summája az volt, hogy a szakmai főhatóság örömmel vesz minden, a népgazdaság érdekeit szem előtt tartó indítványt, megjegyzést, sőt kritikát is, mert a törekvés közös: minél szélesebb és biztosabb alapokra helyezni az ötéves és a távlati tervek épületét. Munkásságának elsődleges célja: elősegíteni az életrevaló elképzelések megvalósítását.

Kreffly Gábor elnök köszönte meg ezután az értékes előadást, valamint az építő hozzászólásokat.

2. Szünet után került sor a résztvevőknek előzetesen írásban szétküldött **Az OMBKE középtávú munkaprogramjának** megvitatására.

Az előzőleg valamennyi szakosztály, helyi és szakcsoport által már megtaglalt, többszörösen megszűrt, legújabban még elnök-titkári értekezleten megtárgyalt tervezethez a jelenlevők mindazonáltal még számos reflexiót fűztek. *Stubnyán István, Seregi János, Horváth Gyula, Lajer László, Török Frigyes, Beke Imre, Tiborcz Lászlóné,* dr. *Simon Kálmán, Böszörményi Béla,* dr. *Károlyi Gyula, Óvári Antal, Heinrich József,* dr. *Vörös Árpád* közül többen minden változtatás nélkül elfogadásra ajánlották a tervezetet, mások viszont kisebb módosításokkal javasolták azt kiegészíteni. Megnyugtató volt dr. *Kovács Sándor*nak, az MTESZ főtitkárának hozzászólása, aki a tervezetet igen pozitívnek ítélte; szerinte a meglevő és gyümölcsöző külföldi kapcsolatokat nem szűkítve, azokat egybe kell hangolni az MTESZ vonalvezetésével.

Kreffly Gábor elnök indítványára az ülés résztvevői úgy határoztak, hogy a bemutatott programot az ülésen elhangzott megszívlelendő kiegészítésekkel az ez évi utolsó elnökségi ülésen fogják véglegesen elfogadni.

B. B.

Szakosztály-vezetőségi ülés

A történeti pályázatok eredményei

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának 1976. szeptember 30-án, az MTESZ Anker-közi székházában tartott vezetőségi ülését — az elnök és az alelnök akadályoztatása miatt — dr. *Szabó György* szakosztálytitkár vezette. Rajta kívül jelen voltak: *Antal Lajos, Binder Béla* (felelős szerkesztő), *Dallos Ferencné, Darás István, Götz Tibor, Jeney Zsigmondné,* dr. *Kókai János,* dr. *Láposi Sándor, Németh Géza,* dr. *Pataki Nándor, Pollok László, Solti Károlyné, Süveges Károly, Tóth Ferenc és Zábrák Sándor.*

1. Szakosztályunk soron következő, **XVI. Vándorgyűlését** minden valószínűség szerint 1977. szeptember 24—27-én Balatonfüreden, az Annabella Szállóban tartja, mint azt a szervező bizottság elnöke, *Pollok László* ismertette. A mintegy 500 résztvevő elhelyezése, a négy előadóterem a többi lehetőség közül csupán Balatonfüreden biztosítható. Az ágazati programokhoz kapcsolódik még a hazai energiaigények biztosítása az energiahordozók kutatása és feltárása révén. Az eddigi szekciók köre a Vízszakosztály bevonásával, a termikus energiával foglalkozó kérdések megvitatására eggyel bővül. Az OKGT vezérigazgatójával egyeztetett program szerint a szeptember 24-én du. plenáris megnyitóval kezdődő vándorgyűlés 25-én de. plenáris (Fejlődési tájékoztatói), 26- és 27-én szekcióelőadásokkal folytatódva, 27-én délben plenáris záróüléssel fejeződne be. A védnökök és a plenáris megnyitó előadójának felkérése folyamatban van. Az egyes szekciók és azok valószínű elnökei: *a)* Fúrási szekció (dr. *Hingl József*); *b)* Rezervoármérnöki szekció (dr. *Doleschall Sándor*); *c)* Termelési szekció *(Trombitás István); d)* Szállítási szekció *(Szakonyi Géza); e)* Vízbányászati szekció (dr. *Pataki Nándor*); *f)* Tervezési, beruházási szekció *(Láng Tivadar)*. Szekciónként két-két (egy-egy magyar és külföldi) fölkért előadó mellett számos korreferátum hangzik majd el. A költségek a legutóbbi vándorgyűlés költségeihez hasonlók lesznek.

2. Pályázatok elbírálása. A Szakosztály által kiírt pályázatok értékelése a bírálók késése miatt későbbre halasztódott. *Tóth Ferenc* viszont ismertette, hogy a **Történeti pályázatra** 10 tanulmány érkezett. A bíráló bizottság *(Bándi József,* dr. *Bencze Géza,* dr. *Gyulay Zoltán* és *Tóth Ferenc)* javaslata szerint **felemelt II. díjat** (4000 Ft-ot) kapott a **10 éve termelnek szénhidrogént az NKFV egri üzemében** c. pályamű (szerzők: *Csajtai Géza, Dienes Mihály, Domján Károly, Pintér Sándor, Püski Imre*). **II. díjat** (3500 Ft) kapott még *Herczeg Mátyás* az ütve működő **Fauck-fúróberendezés** 1 :10 méretarányú **modelljének elkészítéséért. Felemelt III. díjban** (3000 Ft) részesült *Szabó József:* **Biztonsági kérdések a szén-dioxidos olajkiszorítási eljárás üzemi kísérletei kezdetén,** s 2500 Ft-os **III. díjban** *Hegyi István* és *Berkes József:* **A MAORT építési osztályának története** c. pályamű; **III. díjat** (2000 Ft) kapott még *Farkas Zoltán* **Egy kazánszerelő-mester visszaemlékezései** c. munkája. — 1000—1000 Ft-os **jutalomban** részesültek *Kovács János:* **...csepp volt a tengerben,** továbbá *Szegedi Nándor:* **Olajbányászok emlékeznek** c. dolgozata. Valamennyi pályázó jutalomként megkapja a Magyar Olajipari Múzeum Évkönyve I. kötetét. Az ünnepélyes eredményhirdetés és a pályadíjak átadása 1976. október 22-én Zalaegerszegen volt.

3. A soron következő rendezvényekről („III. Rezervoármérnöki tudományos vitaülés", Hajdúszoboszló, 1976. október 7—8; „Gáz—2. vitaülés", Siófok, 1976. október 31.—november 1—2.; „Fiatalok a korszerű szénhidrogéniparért", Budapest, 1976. november 30.—december 1.) *Jeney Zsigmondné, Darás István* és *Süveges Károly* informálták a vezetőséget.

4. Dr. *Szabó György* ismertette a részben külföldi előadók (*Koleszinyikov* professzor, a Nuovo Pignone cég képviselői és mások) által **a közeljövőben megtartandó előadásokat.**

5. Dr. *Kókai Jónos* a **külföldi utaztatásokról** beszámolva a Brünni Vásáron részt vett, valamint az 1976. október 17—18-án a jugoszláviai Cavtatban rendezendő konferenciára kiküldendőkről számolt be.

B. B.

EGYETEMI HÍREK

Új olaj- és gázmérnökök

Ez évben hét olajbányász és nyolc gázipari ágazatos hallgató készített diplomatervet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékén.

Katona Ferenc a hazai gázkitörések okait elemezte, és vizsgálta, hogy hasonló esetekben miként kerülhető el a kitörés. A helyes kútszerkezet tervezésével, valamint a béléscsősaru mélységének megállapításával foglalkozó fejezetekben kiválóan hasznosította a hazai és külföldi kutatások legújabb eredményeit. — A másik mélyfúrási témájú diplomatervet *Császár Béla* készítette: a fúrási folyamat optimalizálásához feltétlenül szükséges műszerezést határozta meg, és kutatta a hazai berendezésekre történő kiépítés lehetőségeit. A jelölt helyesen választotta ki az optimalizáláshoz legszükségesebb paramétereket, és jól határozta meg a megvalósítás feltételeit.

Drágossy Richárd feladata a dr. *Heinemann Zoltán* által az Olajtermelési Tanszék rendelkezésére bocsátott gázanyagmérleg számítógépi programrendszerének adaptálása volt ODRA 1304. típusú számítógépre. El kellett végeznie a programrendszer tesztelését, a géptípusnak megfelelő módosítást, valamint a program segítségével a hajdúszoboszlói Felső Hajdú dúsgáz-telep termelési múltjának elemzését és termelés-előrejelzését. A jelölt sikeresen végezte el az adaptációt, és bizonyította, hogy teljes mértékben ismeri és alkalmazni tudja a vonatkozó elméleti alapokat. Külön kiemelendő számítástechnikai felkészültsége: a termelési múlt elemzése a rezervoárfolyamatok alapos ismeretét, mértéktartó következtetései ígéretes mérnöki érzékét bizonyítják. — Az Algyő 2. rétegből vízkiszorítással elérhető kihozatali tényező meghatározásának módjaival *Mohamed Ghazi Sunbuli* foglalkozott. Számításokkal igazolta, hogy az erősen heterogén tárolókőzeteknél nagyon körültekintően kell eljárni a módszerek alkalmazásánál, illetve a kihozatali tényező becslésénél. — *Lékó Lajos* az orosházi olajipari vízbesajtolás üzemi tapasztalatai alapján készítette el a szentesi geotermikus mező elméleti vízbesajtolási tervét. A processzust a hőenergiát vesztett, viszonylag nagy sótartalmú hévízek likvidálására és a rétegenergia fenntartására tervezte meg, megbízható alapossággal. — *Farkas Tamás* a vízgazdálkodás és a szénhidrogén-bányászat határterületére eső igen aktuális feladatot oldott meg jó színvonalon: diplomamunkájában a különféle vizek gázmentesítésének technológiai folyamatával és a célszerű berendezések kiválasztásának műszaki-gazdasági kérdéseivel foglalkozott.

Saját üzemi méréseit felhasználva vizsgálta *Szűcs Károly* a demjéni mező időszakos segédgázos kútjai gazdaságosabb működtetésének lehetőségeit. Részletesen tárgyalta a jelenlegi üzemviszonyok javításának módjait, és konkrét javaslatot tett a termelés korszerűsítésére. — *Papp István* feladata volt, hogy kettős kiképzésű folyamatos segédgázos kutak esetében a teljes termelési élet alatti minimális költségű, az előírt termelést biztosító segédgázszelep-beépítési séma meghatározására módszereket dolgozzon ki. Munkája során egyszintű kútszerkezetekre használható és az OGIL által kidolgozott módszert fejlesztette tovább a rendelkezésére bocsátott számos számítógépi szubrutin segítségével. A műszaki-gazdasági optimum meghatározására kidolgozott elvi és számítástechnikai megoldásai, valamint a komplex számítógépi program összeállítása elmélyült szakmai ismereteket tükröznek. A jelölt az algyői olajmező termeltetése során hamarosan aktuálissá váló problémát mintapélda megoldásával illusztrálta, és bebizonyította, hogy a kidolgozott módszer üzemi feladatok megoldására közvetlenül használható.

Diplomamunkájukban *Komornoki László* olaj-, *Reményi István* pedig gázszállítással foglalkozott. *Komornoki* aktuális, gazdasági szempontból is jelentős problémát vizsgált. Nagy mennyiségű laboratóriumi mérést végzett annak tanulmányozására, hogyan változnak a nem newtoni folyási tulajdonságú algyői kőolaj reológiai tulajdonságai és nyomásgradiense a hőkezelés, gazolinbekeverés és inhibitoradagolás (ECA 841) hatására. Az idevágó szakirodalom feldolgozása és a precízen elvégzett mérések bizonyítják, hogy a jelölt jó érzékekkel alkalmazza az elméleti ismereteket a mérnöki gyakorlatban. — *Reményi* feladata az országos gázvezeték-rendszer számítógépes üzemzavar-analízise volt. Megvizsgálta a fővezetékeken bekövetkező vezetéktörések hatását és a szállítási irányok módosításának lehetőségét. Munkájához az érvényben levő korlátozási menetrendet használta fel, az üzemviteli tapasztalatokat a GOV-OD-ban gyűjtötte össze. A komplex feladat megoldása során kitűnt jó elméleti és számítástechnikai felkészültsége.

Sok változatban dolgozta ki *Kiss Oszkár* diplomatervében Győr város Kun Béla lakótelepe gázelosztó rendszerének tervét. Meghatározta az egyes változatok nyomásfokozatát, a vezetékek optimális átmérőjét, és gazdasági szempontok alapján választotta ki a legkedvezőbb megoldást. Alapos munkáját azzal tette teljessé, hogy számítógépi program segítségével elvégezte a megvalósításra javasolt hálózat hidraulikai elemzését is. — *Zsán Zsuzsanna* az egri középnyomású gázelosztó rendszer áramlási paramétereit az Olajtermelési Tanszék két számítógépi programjával számította ki, és vizsgálta a programok alkalmazhatóságát az adott feladatra. Megvizsgálta továbbá, hogy miként alakul a rendszer szállítóképessége 1980-ig, s ezt hogyan befolyásolja a nagyobb üzemnyomásra történő átállás.

A racionális energiagazdálkodás egyik kérdése állt *Juhász Borbála* diplomatervének középpontjában. Gondosan elkészített munkájában a kisújszállási—nagykörüi nagy inerttartalmú földgáznak a *Gagarin* hőerőműben történő hasznosítását tárgyalta. A nagy inerttartalmú földgáz az erőmű importolaj-felhasználását csökkentené. Bírálója szerint feladatát a diplomamunka követelményeinél magasabb színvonalon oldotta meg, javaslatai műszaki és gazdasági szempontból is helytállóak.

Kovásznay László a Barátság II. kőolajvezeték fényeslitkei fogadóállomásán épült CKS—65. típusú olajtüzelésű kazán tüzelési és biztonságtechnikai rendszerét elemezte mérések és számítások útján. Diplomamunkájában környezetvédelmi kérdésekre is kitért.

1976. június 22—23-án sikeres államvizsgát tett és így **olajmérnöki oklevelet szerzett:** *Császár Béla, Drágossy Richárd, Katona Ferenc, Lékó Lajos, Mohamed Ghazi Sumbuli, Papp István* és *Szücs Károly*. **Gázmérnöki oklevelet kapott:** *Farkas Tamás, Juhász Borbála, Kiss Oszkár, Komornoki László, Kovásznay László, Péntek Lajos, Reményi István* és *Zsán Zsuzsanna*.

Miskolc, 1976. szeptember hó.

Dr. *Csete Jenő*
adjunktus
(NME Olajtermelési Tanszék)

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Az **Anyagmozgatás—Csomagolás** júliusi száma közli dr. *Prezenszki J.*—dr. *Tarnai Júlia*—dr. *Molnár L.* **Számítógépi modellek raktári folyamatok tervezéséhez** c. cikkét. A raktári folyamatok tervezésekor számítógépes eljárással célszerű megoldani azokat a részfeladatokat, amelyek számításigényesek, vagy az optimális variáns kiválasztásához több változat kidolgozását igénylik. Ilyen részfeladatok megoldásához kidolgozott számítógépi modelleket mutatnak be a szerzők.

Az **Energiagazdálkodás** augusztusi számában *Pancsovay R.*: **Két párhuzamos ággal rendelkező gáznyomás-szabályozó állomások beállítása** c. közleményét találhatjuk. A szerző olyan beállítási módokra hívja fel a figyelmet, amelyek segítségével — üzemzavar esetén — a tartalékág üzembe lép, átvéve a teljes terhelést, illetve nagy gázigény esetén a főággal párhuzamosan dolgozik. *Németh I.*: **Energetikai beruházások vállalati szintű döntés-előkészítése** c. cikke konkrét példával magyarázza a döntés-előkészítés fázisait, elméletét. A jelenlegi gazdaságirányítás indirekt rendszerében a gazdasági szabályozók segítségével biztosítják, hogy a vállalati döntések a néppgazdasági optimum irányába konvergáljanak. A vállalat döntési mechanizmusában jelentős szerepe van a döntés-előkészítési módszerek ismeretének és alkalmazásának.

A **Magyar Kémikusok Lapja** májusi száma a Nagynyomású Kísérleti Intézet alapításának 25. évfordulója alkalmával közli *Károlyi J.*: **A Nagynyomású Kísérleti Intézet 25 éve**; *Vámos E.—Adonyi Z.—Kőrösi G.—Valasek I.*: **Összefüggés E. P. adalékok hőbomlása és tribológiai tulajdonságai között**; *Jakob K.—Sasvári M.—Wéber G.*: **Optimalizáló számítások kőolaj-feldolgozás programozásához**; *Vámos E.—Valasek I.—Tóth J.*: **Gördülőcsapágyak kenéselmélete és a hazai gépzsírválaszték kialakításának elméleti és gyakorlati alapjai**; *Szabados I.*: **Kísérleti reaktorrendszerek automatizálása a Nagynyomású Kísérleti Intézetben**; *Vámos E.—Valasek I.*: **A motorolajok fejlesztésének lépései és az alkalmazástechnikai kutatások**; *Heiner Klotzsche—Schmidt F.—Dieter Sachse:* **A technológiai változatok fejlődése szénhidrogének hidrokrakkolásakor**; *Tóth L.—Péter I.—Hevesi J.*: **Kétfémes reformáló katalizátorok vizsgálata laboratóriumi méretű reaktorberendezéssel**; *Kriza D.—Forstner J.*: **Kutatások szerves intermedierek előállítására** c. írásait. A felsorolt közlemények az Intézet kőolaj-feldolgozó ipari kutató-fejlesztő tevékenységének aktuális problémáit tárgyalják.

A **Mérés és Automatika** júliusi száma közli *Kemény T.—Molnár Cs.—Singer Gy.*: **Az EMG—333 típusú mérésadatgyűjtő berendezés és alkalmazástechnikai lehetőségei** c. cikkét, amelyben a szerzők a mérésadatgyűjtő berendezéseket mint az ipari méréstechnika hatásos és gazdaságos eszközeit általánosan tárgyalják. Ezután kitérnek a berendezések alkalmazási lehetőségeire, külön ismertetve az MKKL-ben kidolgozott olajipari ellenőrző mérőrendszereket. *Antos Gy.—Kőrösi I.—Zimányi I.*: **MINIDATA II. asztali számológépes mérésadatgyűjtő rendszer** c. közleményük első részében a hardware, a második részben a mérésadatgyűjtő rendszer software felépítését tárgyalják. A rendszer a MINIDATA I. mérésadatgyűjtő egyes elemeiből és az EMG—666 asztali számológépből épül fel. A felhasználónak csak a saját rendszere nem standard adatfeldolgozó részét, illetve a teljes feladatot vezérlő programot kell elkészítenie. *Nier. E.* (Drezda): **Piezoelektromos mérőberendezések** c. cikke a modern piezoelektromos készülékek méréstechnikáját mutatja be tipikus példák segítségével. *Telkes Z.*: **Szabályozók és végrehajtó szervek számítógépes folyamatirányító rendszerekben II.** tanulmányában a számítógép által távvezérelt paraméterű, adaptív szabályozót mutatja be, majd a közvetlen számítgépes irányítás (DDC) esetén szükséges villamos és pneumatikus háttérszabályozók követelményeit és főbb műszaki megoldásait foglalja össze.

A **Műszaki Élet** OMBF-tanulmányai közül figyelemre méltó *Déri T.*: **Az anyagmozgatás és a szervezés fejlesztésének kölcsönös összefüggései** c. (júl. 2-i szám), valamint *Pikler, F.*: **Az energiagazdálkodási folyamatok szorosabb figyelésének feltételei és megszervezésének módja** c. (szept. 10-i szám) összeállítása.

Budapest, 1976. szeptember hó

Csaba József

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Irányított ferdefúrások automatikus tervezése*

A mélyfúrások során egyre gyakrabban alkalmazzák az irányított ferdefúrásokat pl. mentési munkálatokhoz, lakott területek alatt elhelyezkedő mezők feltárásakor stb. Az irányított ferdefúrások tervezése hagyományos módon eléggé hosszadalmas és fáradságos feladat, ugyanakkor az előkészített terv pontossága és részletessége nem felel meg a fúrási követelményeknek. Ezen okok miatt került sor arra, hogy automatikusan, előzetesen megadott paraméterek alapján futtatható tervezési programokat készítsünk. Ennek pontossága és gyorsasága azt is lehetővé teszi, hogy egy feladat megoldásához a tervek több változatát is ki lehet dolgozni.

Az irányított ferdefúrások lyuktengelyének bármelyik pontját a következő értékekkel lehet jellemezni:

a) Az adott P pontbeli ferdeség; *I* (inklináció), amely a ferde lyuktengely *P* pontbeli képzeletbeli érintője és az elméleti függőleges által bezárt szög.
b) Az adott *P* pontbeli irányszög, azimut: *A*, amely a ferde lyuktengely *P* pontjához tartozó képzeletbeli érintő vízszintes vetületének a földrajzi mágneses északi iránnyal alkotott szöge az óramutató járásával megegyezően számítva.
c) Az adott *P* pont térbeli helyzetét leíró koordináták: *x*, *y* és *z*.

Az irányított ferdefúrásnak az alábbi eseteit különböztetjük meg:

1. Egyenes vonalú ferdefúrás: $I = \text{konst.}$, $A = \text{konst.}$
2. Egy függőleges síkban levő görbült tengelyű ferdefúrás: $I \neq \text{konst.}$, $A = \text{konst.}$
3. Térbeli görbe vonal mentén ferdített fúrás: $I \neq \text{konst.}$, $A \neq \text{konst.}$

Ezen típusok közül gyakorlatilag hazánkban csak a *2.* típus használatos.

A tervezés során az alábbi lyukszakaszokat vettük figyelembe:

1. A lyuk ferdeségnövelésének szakasza, ahol a 10 m-enként alkalmazott ferdeségnövelés mértékét kell megadni. Szükség szerint két különböző ferdeségű szakaszban is számolható.
2. Állandósított ferdeséggel és azimuttal mélyített ún. stabilizált szakasz. Végpontjait automatikusan megkapjuk.
3. Ferdeségcsökkentési szakasz, ahol csak bizonyos szög alatti harántolást vettünk figyelembe, mivel a gyakorlatban a függőleges befejezést nem szokták alkalmazni.

A program alkalmas egy további szakasz tervezésére is: ez a ferdeségcsökkentés további szakasza. Vannak ugyanis olyan esetek is, amelyeknél a tervezett lyuktalp elérése után is bizonyos mélységig tovább kell folytatni a fúrást. Ebben a szakaszban a ferdeség csökkentésének mértéke természetesen megegyezik az előző szakasz ferdeségcsökkentésének mértékével.

Ennek alapján a program a következő bemenő adatokat használja:

1. Ferdeség növelésének kezdete, m.
2. Tervezett lyukmélység, m.
3. Tervezett továbbfúrási mélység, m.
4. Lyuktalpi kitérés tervezett mértéke, m.
5. Ferdeségnövelés mértéke 10 m-enként, °/10 m.
6. Ezzel elérhető maximális ferdeség, °.
7. További ferdeségnövelés mértéke, szükség szerint, °/10 m.
8. A ferdeségcsökkentés empirikus állandója (1 és 2 közötti).
9. Rétegmegnyitási szög, °.

A programban a kimenő adatok adatszalagon jelennek meg, amelyek grafikusan is megjeleníthetők rajzgép segítségével. A rajz ebben az esetben nem méretarányos, csupán a tervezés vizuális segédeszközeként használjuk. A kimenő adatok tömbönként tartalmazzák az egyes ferdeségi szakaszokra vonatkozó adatokat, a ferdítési szakaszokban 10 m-enként, a stabilizált szakaszban kerek 100 m-enként. Minden adattömb tartalmazza az adott pontbeli lyuktengely hosszát, a pont mélységét, vízszintes kitérését és a pontbeli érintő szögét. Emellett természetesen megadjuk a stabilizált szakasz határait, a lyuktengely teljes fúrási hosszát, valamint a továbbfúrás szükséges adatait.

Az adatok alapján a szokásos fúrási táblázat állítható össze, azzal az előnnyel, hogy az adatok 10 m-enként tetszőleges pontossággal a rendelkezésünkre állnak, ugyanakkor egy tervezés ideje az adatok bevitelével, kinyomtatásával, a rajz elkészítésével együtt az általunk alkalmazott *Hewlett—Packard* asztali elektronikus számítógépen kevesebb, mint 3—4 perc. Kézi tervezésnél ezzel szemben egy gyakorlott tervező is napokig számol, hogy egy feladatot megoldjon.

Az elektronikus számítógépek által biztosítható gyorsaság és pontosság nagyon fontos segédeszköz lehet további feladataink ellátásánál, azért úgy véljük, hogy az ilyen típusú programok készítése nagy hasznára lehet olajiparunknak.

Kassay Árpád
okl. vegyészmérnök
(OGIL, Nagykanizsa)

* Az „Alkotó Ifjúság '76." pályázatra benyújtott dolgozat kivonata.

Mélyszivattyúzási problémák a Földvár-alsó szintben*

A Földvár-alsó szint a pusztaföldvári szénhidrogénmező olajtároló telepe. A telep áteresztőképessége igen rossz, a termelt kőolaj oldottgáz-tartalma elég jelentős. A mélyszivattyús termeltetés kezdete (1967) óta igen sok nehézség adódott a mélyszivattyúk üzemeltetésével. Az alábbiakban e nehézségek egy részét, illetve az ezek kiküszöbölését célzó kísérleteket, eljárásokat ismertetjük.

A 15 üzemelő mélyszivattyú átlagos volumetrikus hatásfoka kezdettől fogva 20—40% között változik. A rossz szivattyúzási hatásfokot elsősorban a termelt folyadék oldottgáz-tartalma okozza. (Egyes kutak folyadéka sűrű habként érkezik a felszínre.) A gázzavarok kialakulásához nagymértékben hozzájárul az 1973 óta üzemelő CO_2-os gázvisszanyomás is. A gázzavarokat kezdetben a himbák löketszámának változtatásával próbáltuk csökkenteni, majd a szivattyúk átmérőjének, löketszámának változtatásával. Később különböző típusú gázszeparátorokat építettünk be. E próbálkozásokkal kimutatható eredményt nem értünk el. (A beépített szeparátorok is csak a szabad gázt választották ki.) Jelentősebb eredményt értünk el a káros tér csökkentésével és a kettős lábszelepek együttes alkalmazásával. A mélyszivattyúk mélyebbre való építésével nem foglalkoztunk, mivel a 140 cm felszíni lökethosszú, 8 tonnás DKG-himbák miatt a dugattyúk tényleges lökethossza így is csak 70—100 cm.

Az 1967—73 közötti időszakban gyakoriak voltak a dugattyúszorulások, amit általában a rétegből beáramló réteghomok, iszap okozott. A megszorult dugattyúkat megpróbáltuk kútjavító berendezés nélkül felszabadítani. Ezt kezdetben vizes öblítés mellett daruval végeztük, később aggregátos termelőcső-nyomatással. Eddig kb. 20 megszorult mélyszivattyút helyeztünk ismét üzembe kútjavítás nélkül.

Gyakran előfordult, hogy mélyszivattyúcsere alkalmával a dugattyú nem ment be a hengerbe, mivel beépítés közben a dugattyú alsó pereme megsérült. Ezért több esetben a dugattyút a hengerrel együtt építettük be, majd a himbarúddal egy akasztó segítségével kapcsoltuk össze. A himbarúdakasztó jól működött, egyetlen esetben sem volt üzemzavar.

Különösen rétegrepesztés, eróziós perforálás után gyakran kellett megszorult dugattyúkat a termelőcsővel együtt párhuzamosan kiépíteni. E költséges és időigényes munkát számos esetben sikerült elkerülni szakító közdarab alkalmazásával. A szakító közdarab a dugattyú fölé van beépítve, és úgy van méretezve, hogy a dugattyúszorulás esetén 6—7 t húzóerő hatására elszakadjon. (Alkalmazott himbarúdjaink 13—16 t húzóerőnél szakadnak.) Szakító közdarab alkalmazásakor a „fröccs nélküli" kiépítés érdekében ablakos közdarabot építünk be, melyet a himbarúd szakító közdarabja a kiépítés kezdetekor nyit ki.

Pakkeres kútkiképzés vagy dugattyúzásos rétegvizsgálat után a lábszelepeket gyakran tömítették el vagy támasztották ki a lyuk talpáról beáramló gumidarabok és egyéb szennyeződések. Az ilyen lábszelep-meghibásodások megelőzésére hosszú, rézszitaszövettel bevont szűrőt alkalmaztunk. A Földvár-alsó szinti mélyszivattyús kutak kezdetben segédgázosak voltak, így minden kúthoz ki volt építve az 1"-es segédgázvezeték. E vezetékrendszert összekötöttük a mezőn végig húzódó rétegvíz-likvidáló gerincvezetékkel, amely 60 att-os, 60 C°-os rétegvizet szállít. A kútkörzetekben úgy végeztük el a bekötéseket, hogy egy szelep nyitásával meleg vízzel tudunk vezetéket görényezni, kutat öblíteni, illetve mélyszivattyút vizsgálni. A melegvizes öblítést eredményesen alkalmazzuk a termelőcsövek paraffintalanítására is.

A felsorolt meghibásodások csak egy részét képezik a jellemző pusztaföldvári problémáknak. Érdemes, és kell is foglalkozni a mélyszivattyúk meghibásodásaival, azok javításával, mert minden egyszerű hibaelhárítás jelentős költségmegtakarítást jelent, minden — saját erőből megjavított — szivattyú hasznos, új tapasztalatot nyújthat nagyobb volumetrikus hatásfok eléréséhez.

Gyivicsán Pál
okl. olajipari technikus
(NKFV, Orosházi Üzem)

* Az „Alkotó Ifjúság '76" pályázatra benyújtott dolgozat kivonata.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Jubileumi emlékülés Nagylengyelben

1976. szeptember 16.

1976. szeptember 16-án az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Dunántúli Termelési Szakcsoportja a nagylengyeli mező termelésbe állításának 25. évfordulója alkalmából a gellénházi művelődési házban emlékünnepélyt rendezett. Az ünnepségen az iparág számos képviselője, valamint az OMBKE jugoszláv társegyesületének, a DIT—NAFTAPLIN-nak a vezetői vettek részt.

Trombitás István, a DKVF igazgatójának, a szakcsoport elnökének üdvözlő szavai után *Hangyál János*, az OKGT Bányászati Igazgatója méltatta a jubileumot a meghívott vendégek részéről.

Az emlékülésen a következő előadások hangzottak el:

A nagylengyeli mező szénhidrogén-tárolóinak geológiai értékelése és hidrodinamikai viszonyai: *Bíró Ernő* geológus, igazgatóhelyettes (DKFÜ) és *Molnár János* osztályvezető (DKFV).

Olajkihozatalt növelő eljárások alkalmazhatóságának vizsgálata a nagylengyeli mezőben: Dr. *Bálint Valér* igazgató (OLAJTERV), *Németh Géza* műszaki igazgatóhelyettes (DKFV), *Szittár Antal* főosztályvezető (DKFV) és *Pach Ferenc* osztályvezető (DKFV).

Feladatok a nagylengyeli mező másodlagos műveléséhez szükséges felszíni berendezések tervezésével és kivitelezésével kapcsolatban: *Udvardi Géza*, *Bacsinszky Tibor*, *Hencz László* főosztályvezetők (DKFV).

A szén-dioxidos másodlagos műveléshez alkalmas korszerű kútszerkezetek kialakítása a nagylengyeli mezőben: *Barabás László* műszaki igazgatóhelyettes (DKFÜ), *Papp Imre* főosztályvezető (DKFÜ), *Kelemen Miklós* üzemegység-vezető (DKFÜ), *Cziczlavicz Lajos* osztályvezető (DKFV).

A nagylengyeli mező másodlagos módszerekkel történő lemű velésének gazdasági kérdései: *Barta Endre* gazd. igazgatóhelyettes (DKFV) és *Zácsfalvi Ferenc* osztályvezető (DKFV).

Az előadásokhoz értékes kiegészítő hozzászólások hagzottak el.

Az emlékülés *Trombitás István* zárszavával ért véget.

Dallos Ferencné
okl. gépészmérnök
(DKFV, Nagylengyel)

Gáztávvezetékek csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróbája

1. A csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba bevezetésének szükségessége

Gáztávvezetékek tömörségi nyomáspróbájakor a gyakorlatban a legnagyobb problémát az jelenti, hogy nem áll rendelkezésre sem elegendő nyomáson földgáz, sem megfelelő teljesítményű kompresszor, amivel a szükséges nyomás levegővel előállítható lenne. Ilyen kompresszorok beszerzése rendkívül költséges.

A fent említett okok miatt a gázvezetékek tömörségi nyomáspróbája a tervezett nyomáson általában nem végezhető el, viszont nem engedhető meg, hogy gázvezetékeknek a tervezett nyomásnál kisebbre legyen üzemengedélyük.

Indokolt volt egy olyan, a jelenlegi tömörségvizsgálati módszerrel egyenrangú eljárás kidolgozása, amellyel a tervezett nyomásra megfelelő tömörségi vizsgálat elvégezhető. Feltétel volt az új módszer kidolgozásához, hogy a jelenlegi gyakorlat szerinti tömörségi nyomáspróba érzékenysége a lyukadások kimutatása szempontjából ne csökkenjen.

A javasolt új módszer lényege az, hogy a tömörségi vizsgálat a tervezett nyomásnál kisebb nyomáson is elvégezhető, ha a tömörségi nyomáspróba idejét megfelelő mértékben növeljük. Ilyen vizsgálat után a vezeték a tervezett nyomáson üzemeltethető. A módosítási javaslat a szilárdsági nyomáspróba előírásait nem érinti, és feltétel, hogy a csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba csak szilárdságilag ellenőrzött és teljes mértékben megfelelt vezetéken végezhető el.

Gyakorlati tapasztalat alapján — a biztonságosság figyelembevételével — a csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba alsó határát a tervezett nyomás $^2/_3$-ával határoztuk meg.

A javasolt módszer helyességét elvi megfontolásokkal és gyakorlati kísérletekkel bizonyítottuk.

2. A csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba elmélete

A tömörségi nyomáspróba célja a távvezetéken esetlegesen előforduló lyukadások, szivárgások felderítése azáltal, hogy a nyílásokon kiáramló gázmennyiségnek megfelelően csökken a távvezeték nyomása.

A gáz kiáramlására egy nagynyomású tartályból nyíláson keresztül, a *De Saint Venant*- és *Vantzer*-összefüggések érvényesek.

A gyakorlatban használatos mértékegységekben:

$$Q = 1{,}26\mu d_f^2 p_1 \sqrt{\frac{T_0}{p_0}\frac{\varkappa}{T_1\gamma_0(\varkappa-1)}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}}\right]}\ \text{nm}^3/\text{h}, \qquad (1)$$

ahol

μ	a kiáramlási tényező,	0,7—0,85;
d_f	a kör alakú nyílás átmérője,	mm;
p_1	a vezetékben levő nyomás,	ata;
T_1	gázhőmérséklet a vezetékben,	K;
p_0	abszolút nyomás,	1,033 ata;
T_0	abszolút hőmérséklet,	273 K;
$\varkappa$	adiabatikus gázkitevő, metánra	=1,38;
p_2	jelen esetben a barometrikus nyomás,	1 ata;
γ_0	a gáz abszolút fajsúlya,	kp/nm³.

A kritikus nyomásviszonyra érvényes az alábbi összefüggés:

$$\left|\frac{p_2}{p_1}\right|_{kr} = \left|\frac{2}{\varkappa+1}\right|^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}}, \text{ s ez metánra } 0{,}53. \qquad (2)$$

Jelen esetben ez azt jelenti, hogy a vezetékben levő 0,9 att túlnyomásnál már kritikus nyomásviszony alakul ki, s mivel a csökkentett tömörségi nyomáspróba értéke is jóval a 0,9 att fölött van, a továbbiakban mindenütt a kritikus nyomásviszonnyal számolhatunk.

Ez az (1) képlet szempontjából annyit jelent, hogy a négyzetgyök alatti kifejezésben minden konstans; $T_1=278°$ és $\gamma_0=$ $=0{,}81$ kp/nm³ átlagos értékeket felvéve a négyzetgyök értéke 0,52, így végeredményben az (1) kifejezés az alábbi egyszerű formát ölti:

$$Q=0{,}655\, d_f^2\, p_1\ \text{nm}^3/\text{h}. \qquad (3)$$

Tehát a nyíláson kiáramló gázmennyiség egyenesen arányos a vezeték nyomásával (ata-ban kifejezve). Ezt figyelembe véve a csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba megnövelt ideje az alábbi:

$$t_n = t_t \frac{p_t+1}{p_{cs}+1}\ \text{h}, \qquad (4)$$

ahol

$p_{cs}/p_t \geqq {}^2/_3$

t_n	a csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba megnövelt ideje, h;
t_t	a tervezett nyomáson végzett tömörségi nyomáspróba ideje, $t_t=6$ h;
p_t	a vezeték tervezett nyomása, att;
p_{cs}	a csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba nyomása, att.

A csökkentett nyomású, de megnövelt idejű nyomáspróba előírása, hogy csak hőmérséklet-változásból adódó nyomásváltozás lehet, ami földbe fektetett távvezeték esetén elhanyagolható, tehát gyakorlatilag nyomásváltozás nem engedhető meg.

Az előzőek szerinti szigorított csökkentett nyomású tömörségi nyomáspróba a biztonságot és az érzékenységet a hagyományos módszerhez képest növeli, azonban a gyakorlati alkalmazásnál magasabb műszaki színvonalú (pontosságú, érzékenységű) nyomásmérést kell megvalósítani.

Szerényi Béla
okl. gázipari mérnök
(GOV, Siófok)

*

A Magyar Geofizikusok Egyesületének előadóülése

A magyar földtani kutatás hagyományos értelemben vett „romantikája" hozta lázba azokat, akik a Magyar Geofizikusok Egyesületének 1976. október 21-i előadóülésén az 1974—75. években Mongóliában járt magyar geofizikai expedíció ottani tevékenységéről és eredményeiről meghallgatták *Bognár Ernő* és *Nemesi László* gondosan összeállított úti beszámolóját (társszerzők: *Dobrovolni Károly, Majkuth Tamás* és *Tóth Csaba*).

Az előadók kitértek Mongólia általános földrajzi sajátosságaira, a Góbi-medencében a kutatás tárgyát képező mintegy 4500 km² nagyságú terület geológiai felépítésére, geofizikai feltérképezésének munkafolyamataira, valamint a kapott geofizikai, földtani adatokra, amelyeket az azóta mélyített néhány fúrás is igazolt.

Az elsősorban vízkutatásra irányuló geológiai vizsgálatok, gravitációs, mágneses, tellurikus, szeizmikus mérések, geoelektromos szondázások adatainak komplex értelmezéséből származó eredményekről szóló beszámolót az expedíció életéről bemutatott néhány diakép tovább színesítette.

Berkes Zoltán
okl. geofizikus
(Geofizikai Kutatási Üzem)

Д-р З. Дьюлаи, горный инженер, профессор—д-р *Я. Чокаш*, физик, канд. тех. наук, профессор с кафедрой — д-р *А. П. Силаш*, горный инженер, д-р тех. наук, профессор с кафедрой—д-р *Ё. Алликвандер*, горный инженер, канд. тех. наук, профессор—д-р *Я. Том*, инж. -нефтяник, ассистент: **Доклады конференции, организованной по случаю 25-летия основания факультетов добычи нефти и геофизики Технического университета тяжелой промышленности г. Мишкольц** ..... **Стр. 354**

Преподаватели, частью сами юбиляры, делают обзор в прошлое разведки на нефть и газ в Венгрии, а также на обстоятельства основания факультета нефтеразведки путем дарения впервые в 1946 г., а осенью 1951 г. — факультетов добычи нефти и геофизики, необходимость основания которых заключалась в результативности поисково-разведочных работ. Приводятся тематический круг деятельности факультетов и — частью приглашенные — преподаватели, а также дальнейшее развитие учебных программ, разработанных в соответствии с требованиями современности. Авторы приводят отчет о динамике также не менее важного вопроса как повышение квалификации инженеров, далее о результатах исследовательских работ, проведенных на факультетах в целях службы интересам промышленности.

Лакатошне, д-р *Юлианна Сабо*, инж.-химик: **Исследование содержания порфиринов в нефтях венгерских месторождений** ..... **Стр. 370**

В статье излагаются результаты исследования содержания порфирина в характерных венгерских нефтях с различными свойствами. Описывается выделение порфиринов из нефтей, их количественное определение и идентификация по структуре.
Согласно результатам экспериментов, в исследованных образцах содержатся исключительно комплексы никеля и ванадия в весьма различных концентрациях (1—125 частей на миллион). Самое большое содержание порфирина отмечалось в образцах нефти месторождения Надьлендел (125 частей на миллион); содержание порфирина в так называемых легких нефтях очень низкое (1—10) частей на миллион). Среди выделенных порфиринов встречаются как этио-, так и филового типа, в то время как присутствие хлоринов и металловых комплексов кроме вышеуказанных не обнаружилось.

*

Dr.-Ing. *Zoltán Gyulay*, Universitätsprofessor—Dr.-Phys. *János Csókás*, Kandidat der technischen Wissenschaften, Universitätsprofessor mit Lehrtstuhl—Dr.-Ing *A. Pál Szilas*, Doktor der technischen Wissenschaften, Universitätsprofessor mit Lehrstuhl—Dr., dr. h. c. Ing. *Ödön Alliquander*, Doktor der technischen Wissenschaften, Universitätsprofessor—Dr.-Ing *János Tóth*, Dozent: **Vorträge an der Konferenz gelegentlich der 25-jährigen Jahreswende des Bestehens der Lehrstühle Erdölförderung und Geophysik der Technischen Universität für Schwerindustrie Miskolc p.** **354**

Die Vortragenden, die z. T. auch selbst Jubilare sind, werfen einen Rückblick auf die Vergangenheit des Kohlenwasserstoff-Bergbaues in Ungarn, dann auf die Umstände der Gründung zuerst des Stiftungslehrstuhls Erdölerkundung in 1944 und dann der Lehrstühle Erdölförderung und Geopsysik im Herbst 1951. Die an den Lehrstühlen vorgelesenen Lehrgegenstände, die z. T. eingeladenen Vortragenden, sowie die mit der Zeit Schritt haltende Entwicklung der Lehrpläne werden geschildert. Die Gestaltung der bedeutenden Ingenieur-Fortbildung, ferner die Ergebnisse der den Interesse der Industrie dienenden Forschungsarbeit werden umrissen.

Frau Dr.-Ing *Julianna Lakatos:* **Untersuchung des Porphyringehalts ungarischer Erdöle** ..... **S. 370**

Der Beitrag behandelt die Untersuchung des Porphyringehalts charakteristischer ungarischer Erdöle mit abweichenden Eigenschaften. Darüber hinaus wird die Abscheidung der Porphyrine vom Erdöl, die quantitative Bestimmung und die strukturelle Identifizierung derselben geschildert.
Nach den Versuchsergebnissen enthalten die untersuchten Erdölproben ausschliesslich Nickel- und Vanadiumkomplexe in sehr unterschiedlichen Konzentrationen (1—125 ppm). Den höchsten Porphyringehalt weist die Erdölprobe von Nagylengyel auf (125 ppm); der Porphyringehalt der einheimischen, sog. leichten Erdöle liegt sehr niedrig (1—10 ppm). Unter den abgeschiedenen Porphyrinen kommen sowohl solche vom Etio- wie auch vom Filotyp vor, während die Anwesenheit von Chlorinen, bzw. von sonstigen Metallkomplexen nicht nachgewiesen werden kann.

*

Dr. *Zoltán Gyulay*, Mining Eng., University Professor—Dr. *János Csókás*, Physicist, Candidate of Technical Sciences, University Professor and Head of Department—Dr. *A. Pál Szilas*, Mining Eng., Doctor of Technical Sciences, University Professor and Head of Department — Dr., dr. h. c. *Ödön Alliquander*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences, University Professor—Dr. *János Tóth*, Petroleum Eng., Assistant University Professor: **Lectures delivered at the Conference held on the occasion of the 25th anniversary of the Departments for Petroleum Production and Geophysics at Miskolc Technical University of Heavy Industries** ..... **S. 354**

The lecturers, some of them celebrating their own jubilee, too, cast a retrospectiv glance at the past of Hungary's hydrocarbon exploration and at the conditions of founding first the fund department for petroleum exploration in 1944 and then the departments for petroleum production and geophysics from the fall of 1951 rendered necessary by the successes of hydrocarbon exploration. Subjects of the departments, lecturers partly invited and progress of curricula keeping abreast with the times are reviewed. Trends of extension training for engineers none the less important and results of university department research activities serving the industry are outlined.

Mrs. Dr. *Julianna Lakatos*, Chemical Eng.: **Examination of the porphyrine content of Hungarian crudes** ..... **p. 370**

The paper deals with the examination of the porphyrine content of characteristic Hungarian crude oils. Within this, separation of porphyrines from crude oils, quantitative determination and structural identification of porphyrines are outlined.
According to experimental results, the oil samples examined contain exclusively nickel and vanadium complexes in strongly different concentrations (1—125 ppm). The Nagylengyel oil sample has the highest porphyrine content (125 ppm); the domestic, so-called light oils show very low porphyrine contents (1—10 ppm). Among the porphyrines separated both etio and filo types can be found, while the presence of chlorines, and/or that of metal complexes other than the above-mentioned cannot be detected.

FELHÍVÁS

a bányász-kohász szak régi és ma is élő szokásainak és hagyományainak felkutatására és összegyűjtésére

A Művelődésügyi Minisztérium és a KISZ Központi Bizottsága országos pályázati felhívást adott ki a felsőoktatási intézmények régi, valamint ma is élő diákszokásainak és hagyományainak felkutatására és összegyűjtésére. A felhívás a BÁNYÁSZAT 1974. évi 5. számában is megjelent.

A pályázati felhívás — kedves meglepetésként — a legsikeresebb ösztönzést a bányász-kohász és erdész diákhagyományok felkutatására és összegyűjtésére adta, amint erről a BÁNYÁSZAT 1975. évi 4. számában röviden megemlékeztünk. A BÁNYÁSZAT 1976. évi 3. számában kivonatosan megjelent egyik díjnyertes pályamű — dr. *Kiss László* aranydiplomás bányamérnök: **Bányász-kohász és erdész diákhagyományok** — a bányász-kohász társadalomban széles körű érdeklődést és igen kedvező visszhangot keltett.

Az Egyesületnek — az Oktatási Minisztérium előzékenysége folytán — módjában van az értékes pályázati anyagból, az érdekeltek hozzájárulásával, a bányász-kohász és erdész diákhagyományokkal foglalkozó pályaműveket — a bányász-kohász szak régi és ma is élő más értékes szokásaival és hagyományaival kiegészítve — külön kötetben közkinccsé tenni.

A bányász-kohász szokások és hagyományok könyve így — a haladó hagyományok nevelő értékét, közösségformáló erejét felhasználva — a ma diákéletének szerves részévé válhat, és egyben a bányász-kohász társadalom épülésére, gyönyörűségére és hasznára is szolgálhat.

A dr. *Kiss László* felelős szerkesztésében tervezett kiadvánnyal kapcsolatos véleményt, észrevételt, javaslatot, közleményt, kiegészítést és bármilyen közlésre alkalmas anyagot, különösen pedig régi selmeci, soproni és újabb miskolci újságot, folyóiratot, lapot, nyomtatványt, képet, rajzot kérem az Egyesület OMBKE Titkársága (dr. *Kiss László*) címére — 1061 Budapest VI., Anker köz 1. — beküldeni. A beküldött anyagot betekintés és esetleges felhasználás után — a beküldő kívánsága szerint — visszaküldjük, vagy az Egyesület könyvtárában helyezzük el.

Ugyancsak a Titkárság címére, levélben kérem bejelenteni, hogy a könyvárusi forgalomba nem kerülő mintegy 12 ív terjedelmű kötetből — kb. 200 Ft-os önköltségi áron — megjelenése esetén hány példány megrendelésével és átvételével számolhatunk.

Jó szerencsét!
Kreffly Gábor
elnök

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

GKVÁ

Budapest XIII., Révész u. 27—31.
Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.
Telefon: 290-020

Sok jó módszer van, a miénk azonban még jobb!

Centrifugálkompresszoraink

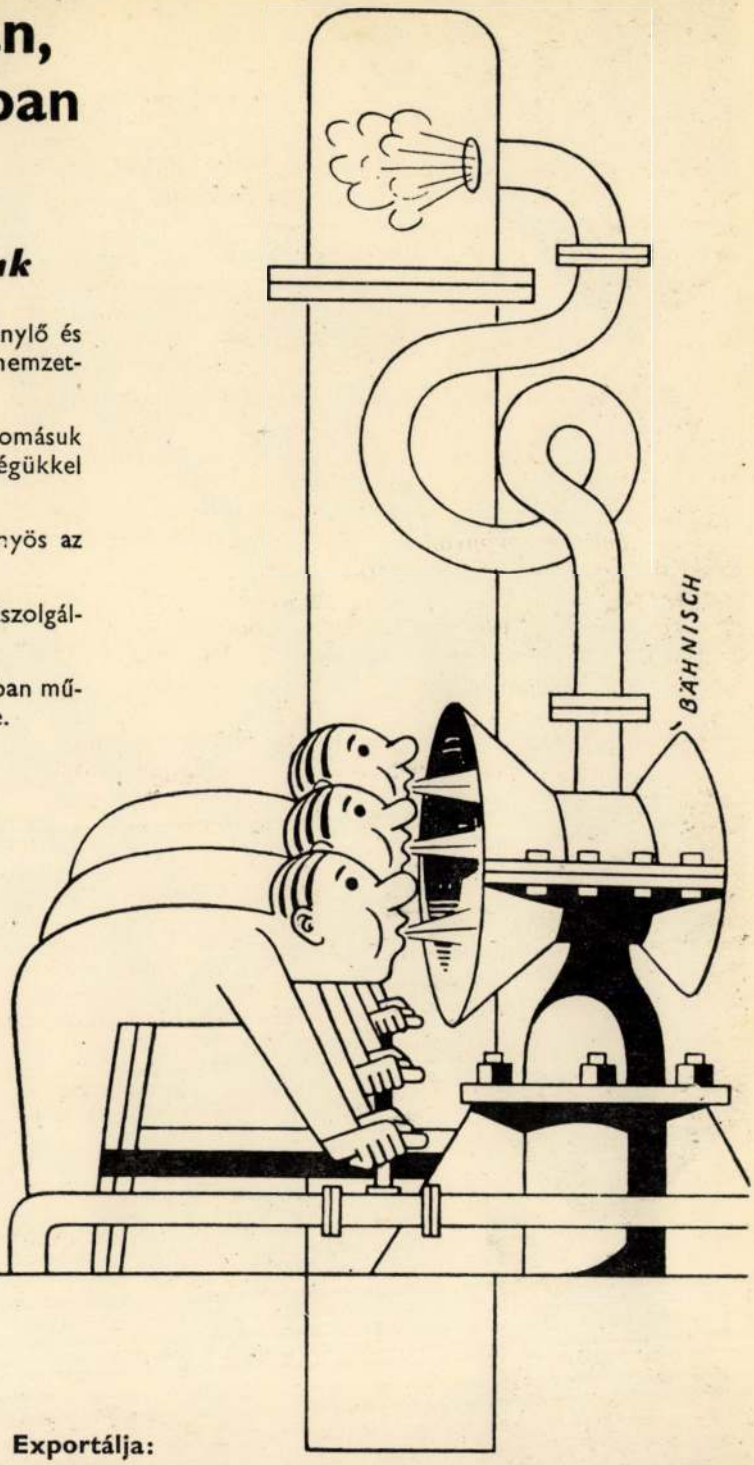
jó alkalmazási tulajdonságaikról, kis helyet igénylő és kiváló műszaki konstrukciójukról ismertek a nemzetközi piacon.

Teljesítményük 6300—500 000 nm^3/h, végnyomásuk max. 60 kp/cm^2. Valamennyi iparágban minőségükkel és megbízhatóságukkal tünnek ki.

Sokoldalúságunk, alkalmazkodókészségünk előnyös az Önök számára.

A beruházásokhoz mindig bizalom kell — mi rászolgáltunk vevőink bizalmára.

Centrifugálkompresszoraink Európa 12 országában működnek — a vevők legnagyobb megelégedésére.



Forduljon hozzánk;

az Ön problémája — a mi feladatunk.

Exportálja:

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER

DDR — 402 Halle/Saale

TechnoCommerz GmbH
DDR-108 Berlin
Johannes-Dieckmann-Straße 11/13
Telefon: 2240 Telex: 011-4861

Kérem, küldjenek tájékoztatást a centrifugális kompresszorokról

Cég .....
Cim .....
Név .....

AFOR BENZIN OLAJ

MULTISZUPER

MISE

motorolajok ezt kérje a következő olajcseréhez

AFOR VEVŐSZOLGÁLAT
SZAKTANÁCSADÁS
Budapest VIII., József krt. 51.
Telefon: 143-482
Budapest IX., Közraktár u. 30.
Telefon: 337-359

AFOR BENZIN-OLAJ

Hegedüs L.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1976

KÜLÖNSZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1977. DECEMBER HÓ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Tagjának lapja.

Szerkesztőség: 1061 Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. Telefon: 229-870, 229-876, 423-943.

Felelős szerkesztő:
MUNKÁCSI ZOLTÁN
BINDER BÉLA

Szerkesztők:
SZEGESI KÁROLY
TILESCH LEÓ

НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS — OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ

TARTALOM

Előszó 3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel 4
1. Mélyfúrás 5
2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás 49
3. Mélyfúrási geofizika 59
4. Rezervoármérnöki tudomány 78
5. Kőolaj- és földgáztermelés 127
6. Kőolaj- és földgázszállítás 134
7. Általános információk 148
Névmutató 154
Tárgymutató 166
Helynévmutató 174
Részletes tartalomjegyzék B-3

A FŐ FEJEZETEK SZERZŐI:

Dr., dr. h. c. ALLIQUANDER ÖDÖN okl. bányamérnök, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc).. 1. fejezet
Dr.-Ing. ARNOLD WERNER tszv. egyetemi tanár (Bergakademie Freiberg, NDK) ..... 2. fejezet
JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa) ..... 3. fejezet
Dr. GYULAY ZOLTÁN okl. bányamérnök, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) ..... 4., 7. fejezet
Dr. TAKÁCS GÁBOR okl. olajmérnök, egyetemi tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) ..... 5. fejezet
Dr. BÁLINT VALÉR okl. olajmérnök, igazgató (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest) ..... 6. fejezet

MUNKATÁRSAK:

Dr.-Ing. ARNOLD, W. tszv. egyetemi tanár (Freiberg, NDK); ÁRPÁSI MIKLÓS okl. olajmérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); Dr.-Ing. HÄFNER, F. (Freiberg, NDK); Dipl.-Ing. HORN, D. (Freiberg, NDK); LŐKE MÁTÉ okl. gépészmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); MARKÓ LÁSZLÓ okl. geofizikusmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); Dr.-habil. OELSNER, CHR. (Freiberg, NDK); PAULIK DEZSŐ okl. geofizikusmérnök (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); Dr. rer. nat. PÄTZ, H. (Freiberg, NDK); Dipl.-Ing. POHL, A. (Freiberg, NDK); Dr.-Ing. SCHÖN, J. (Freiberg, NDK); Dr.-habil PORSTENDORFER, G. (Freiberg, NDK); SZEGESI KÁROLY dokumentátor (NIMDOK, Budapest); TÖRÖK ATTILA okl. olajmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); TURKOVICH GYÖRGY okl. bányamérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); Dipl.-Geophys. THIEME, N. (Leipzig, NDK); Dipl.-Ing. WERNECKE, R. (Freiberg, NDK).

Műszaki szerkesztők: Dr. SZABÓ GYÖRGY okl. olajmérnök és TIHANYI GÁBOR okl. olajmérnök (OKGT, Budapest).

A párhuzamosan Freibergben (NDK) megjelenő német nyelvű kiadás szerkesztője: REICHEL, W. (Freiberg, NDK).

Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ KÜLÖNZSÁM
A szerkesztésért felelős: MUNKÁCSI ZOLTÁN
A szerkesztőség címe: 1061 Budapest, Anker köz 1.
Telefon: 229-870, 229-876, 423-943
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11.
Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
77-130 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat
H — 1389 Budapest, Postafiók 149.

Index: 25 154

A KŐOLAJ- ÉS FÖLDGÁZBÁNYÁSZAT MŰSZAKI FEJLŐDÉSE 1975

Bibliográfiai tanulmány

ELŐSZÓ

Ez a nyolcadik, a szénhidrogén-bányászat 1975-ben világszerte nyomtatásban publikált szakirodalmában tükröződő, műszaki tökéletesedését bemutató tájékoztatónk viszonylag gyorsan követi az 1974. év kőolaj- és földgázbányászatának műszaki fejlődéséről szóló beszámolónkat, a késve megjelent 1975. évi különszámunkat. Ezzel igyekeztünk legalább részben csökkenteni azt a hátrányt, amit az okozott, hogy az idejében elkészült 1974. évi tájékoztatónkat adminisztrációs huzavona miatt csak késedelmesen lehetett kinyomtatni, és közkézre adni. Ez megszakította ugyan tájékoztatósorozatunk hagyományos frisseségét, de változatlanul igyekszünk eleget tenni azon kezdeti célkitűzésünknek, hogy minél hamarabb jusson kőolajbányászatunk mérnökei, geológusai, geofizikusai és technikusai kezébe ez a megszokott s az egyéni továbbképzésükhöz — úgy véljük — szilárd alapot nyújtó összefoglalás.

Tájékoztatónknak, ennek a tömörített és értékelt információesszenciának fent említett eredeti célkitűzése: a frisseség annál is inkább fölöttébb aktuális, mert az 1973—74. évi kőolaj- és gázárrobbanást követően rendkívül felgyorsult a szénhidrogének fúrással való kutatása, előtérbe kerültek az ún. fejlett (harmadlagos) kitermelési módszerek, és természetesen a világ egyes részein fellépő helyi energiahiány enyhítése a jobb elosztást képező csővezetéki szállítóhálózat kiépítését indokolta, ami viszont a csővezeték-építési és csővezeték-üzemi technológia rohamos tökéletesítéséhez vezetett.

Mindezek a szempontok természetesen arra késztetnek: mindent megtegyünk annak érdekében, hogy kőolajiparunk vezetőinek megértő segítségével sikerüljön még 1978 első felében az érdekelteknek kezébe adnunk az 1976. évi információrengetegből az értékelő bibliográfiai tanulmánysorozatunk 9. füzetét, és ezzel minden érdekeltnek, új iránt érdeklődőnek, most már a kőolaj- és földgázbányászat 10 évi műszaki fejlődését tükröző, értékelt bibliográfiai tanulmánysorozat álljon rendelkezésére.

1976. november hó

DR. ALLIQUANDER ÖDÖN DR. ARNOLD WERNER
DR. GYULAY ZOLTÁN

AZ IRODALOMJEGYZÉKBEN SZEREPLŐ FOLYÓIRATOK ÉS ELŐNYOMATOK CÍME ÉS RÖVIDÍTÉSE*

Folyóiratok

American Association of Petroleum Geologists Bulletin	AAPG B.	Tulsa
Azerbajdzsanszkoe Neftjanoe Hozjajsztvo	ANH	Baku
Bohrtechnik, Brunnenbau, Rohrleitungsbau	BBR	Köln
Burenie	Bur.	Moszkva
Drilling	Drllg.	Dallas
Drilling Contractor	Drllg. Contr.	Dallas
Erdoel Erdgas Zeitschrift	EEZ	Hamburg—Wien
Erdöl und Kohle Erdgas Petrochemie	EK	Hamburg
Forages		Paris
Földtani Kutatás	FK	Budapest
Gas und Wasserfach — Gas Erdgas	GWF GE	München
Gazovaja Promüslennoszt'	GP	Moszkva
Geofizicseszkaja Apparatura	Geof. App.	Leningrad, Nedra
Geologija i Geofizika	Geol. i Geof.	Novoszibirszk, Nauka
Geologija Nefti i Gaza	GNG	Moszkva
Geophysics	G	Tulsa
L'industrie du Pétrole dans le Monde Gaz—Chimie	IPM	Paris
Izvesztija Vüszsih Ucsebnüh Zavedenij Geologija i Razvedka	Izv. VUZ GR (IGR)	Baku
Izvesztija Vüszsih Ucsebnüh Zavedenij Neft'i Gaz	Izv. VUZ NG	Baku
Journal of Canadian Petroleum Technology	JCPT	Calgary
Journal of Japanese Association Petroleum Technology	JJAPT	Tokyo
Journal of Petroleum Technology	JPT	Houston
Kőolaj és Földgáz (Bányászati és Kohászai Lapok)	KF	Budapest
Log Analyst	LA	Houston
Magyar Geofizika	Magy. Geof.	Budapest
Masinü i Neftjanoe Oborudovanie	Mas. Neft. Oborud., MNO	Moszkva
Mine, Petrol şi Gaze	MPG	Bucuresti
Nafta	N (jug.)	Zagreb
Nafta	N (pol.)	Katowice
Neftegazovaja Geologija i Geofizika	NGG	Moszkva
Neftepromüszlovoe Delo	ND	Moszkva
Neftjanaja i Gazovaja Promüslennoszt'	NGP	Kijev
Neftjanoe Hozjajsztvo	NH	Moszkva
Neue Bergbautechnik	NBT	Leipzig
Oil and Gas Journal	OGJ	Tulsa
Petroleum Engineer	PE	Dallas
Petroleum International	PI	London
Pipe Line Industry	PLI	Houston
Pipeline and Gas Journal	PGJ	Dallas
Pipe Line Management	PLM	Bayonne, N. J.
Pipes and Pipelines International	PPI	London
Prikladnaja Geofizika	Prikl. Geof.	Moszkva, Nedra
Razvedka i Ohrana Nedr	RON	Moszkva
Razvedocsnaja Geofizika	Razv. Geof.	Moszkva, Nedra
Revue de l'Association Française des Techniciens du Pétrole	R. AFTP	Paris
Revue de l'Institut du Pétrole	R. IFP	Paris
SPE (Society of Petroleum Engineers) Journal	SPEJ	Houston
World Oil	WO	Houston
Zeitschrift für angewandte Geologie	ZAG	Leipzig

Előnyomatok, jelentések

American Petroleum Institute Specification, Bulletin, Recommended Practice	API Spec. Bull. RP és a sorszám	Houston
American Society of Mechanical Engineers, Preprints	ASME és a kiadványszám	New York
Berg- und Hüttenmännische Tagung — Vorträge des Kolloquiums Modellierung unterirdischer Strömungvorgänge Komplex A, B — I; Komplex C — II. Bergakademie, Freiberg 1975	BHT	Freiberg
Colloque international sur les techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures ARTEP Paris, 10—12 décembre 1975	CI ARTEP	Paris
Colloque international sur les techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures, Comité d'études petrolieres marines, Forage et production en mers profondes, Éditions Technip	CEPM	Paris
Erdöl und Kohle Compendium 74/75, Vorträge der 24. Haupttagung der Deutschen Gesellschaft für Mineralölwissenschaft und Kohlechemie e. V., 30. 9.—3. 10. 1974 in Hamburg. Band 1, 2	EKC	Leienfeld bei Stuttgart
Fiziko-technicseszkie problemü razrabotki poleznüh iszkopaemüh	FTP	Novoszibirszk
Offshore Technology Conference, Preprints	OTC és a kiadványszám	Houston
Práce Výzkumnèho Ústavu Geologického Inženýrstvi	Práce VUGI	Brno
Proceedings of the ninth World Petroleum Congress (Applied Science Publishers Ltd.)	WPC	Barking, Essex
Society of Petroleum Engineers of AIME, Preprints	SPE és a kiadványszám	Dallas
Society of Professional Well Log Analysts XVI. Annual Logging Symposium, June 4—7 1975, New Orleans	SPWLA	Houston
Szbornik naucsnüh trudov VNII „Metodika i technika razvedki"	SZMTR	Leningrád
United States Bureau of Mines, Report on Investigation	USBM RI és a kiadványszám	Washington
United States Bureau of Mines, Technical Progress Report	USBM TPR és a kiadványszám	Washington

* A felsorolt folyóiratokat, periodikákat a szerzők teljes mértékben feldolgozták; ezeken kívül a tájékoztató szövegében számos hivatkozás található egyéb folyóiratokra is.

Az irodalmi felsorolásban valamennyi mű megjelenési éve 1975.

A szövegben csillaggal jelölt irodalmi hivatkozási számok olyan végleges nyomtatott publikációt jelölnek, amely az előző évek egyikében már előnyomatként megjelent, és fejlődési tájékoztatónkban már szerepelt.

A szövegben előforduló mennyiségek a „Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége" című szabványnak (MSZ 4900/1—11—70) megfelelően szerepelnek. Ez gyakorlatilag azt jelenti, pl., hogy az *erő, súly* newtonban (1 kp = 9,806 N, 1 Mp = 9806 N ≈ 10 kN); az *erőnyomaték* Nm-ben (1 Nm = 0,102 kpm; 1 kpm ≈ 10 Nm); a *nyomás* pascalban, barban (1 at ≈ 1 kp/cm² = 98 066 Pa; 1 at ≈ 1 bar ≈ 0,1 MPa); a teljesitmény LE helyett kW-ban (1 LE = 0,736 kW) szerepel. *(A szerkesztő.)*

1. Mélyfúrás

1.1. A fejlődés általános irányai

A fúrási tevékenységre és a fúrási technológia fejlődésére 1975-ben továbbra is serkentőleg hatott a fokozódó kőolaj- és gázigény, s az 1973—74. évi kőolaj- és gázárrobbanás. A szénhidrogéncélú fúrások mennyisége és az ezeket mélyítő aktív fúróberendezések száma világszerte tovább növekedett.

Az USA kőolajjal és földgázzal való 75%-os önellátását célzó fúrásitevékenység-fokozódás előrejelzése [1] szerint az 1971. évi mélyponttól kezdve az aktív fúróberendezések száma és az ezekkel lefúrt összes fúrási volumen fokozatosan növekedett, és ez az irányzat 1975-ben sem tört meg (OGJ 1976 *1* p. 125). A közeli és a távolabbi jövő fúrási tevékenységét előre jelző [1] adatai szerint az egy fúróberendezéssel elért évi fúrási teljesítmények mind az USA-ban, mind pedig világszerte — a többi kapitalista ország átlagában — 1970-től csökkentek, bár ez a csökkenés 1974-ről 1975-re már igen kis mérvű volt. [1] szerint az 1974—75. évhez képest — a várhatóan növekvő nagyobb átlagos fúrólyukmélységekre és rohamosan rosszabbodó környezeti viszonyokra számítva — csak valamivel növelt fúróberendezésenkénti átlagos évi teljesítményt figyelembe véve az USA fúrási tevékenységének volumene 1985-re megkétszereződne, és jóval meghaladná az évi 100 millió m-es szintet *(1. táblázat)*.

A fúróberendezésenkénti fúrási teljesítményeknek az USA-ban 1970—1974 között tapasztalható rohamos mértékű csökkenését *Kastrop* [2] a gyakorlott fúrási személyzet hiányával és azzal magyarázza, hogy az aktív fúróberendezések rohamosan növekvő igényét nagyrészt csak a régebben leállított, de időközben elavult fúróberendezésekből tudták kielégíteni. Az első fúrási teljesítménycsökkentő ok kiküszöbölésére *Langston* [3] gondosan átgondolt gyakorlati képzés sürgős megszervezését javasolja az API-nek és a fúrási vállalkozók szervezeteinek. *Sheffer* [4] az elkövetkező évben üzembe állítandó 120 úszó tengeri fúróberendezés mintegy 13 000 fős személyzetszükségletének kielégítésére szervezett és szervezendő különleges kiképzési módszereket (tényleges tengeri félig merülő fúrófedélzeten való kiképzés, levelezéses, videokazettás oktatás) ismerteti.

Gyakorlatilag ugyancsak az aktív fúróberendezések számának gyors növekedésével, valamint a mind kedvezőtlenebb környezeti viszonyok közé kerülő fúráspontokkal magyarázható a világszerte is tapasztalható fúróberendezésenkénti teljesítménycsökkenés.

A Szovjetuniónak a Kőolajipari Minisztériumához tartozó fúrási vállalatai által 1975-ben lefúrt kereken 11 millió m-t kitevő fúrási volumene 6,2%-kal volt több (Burenie 1976, *9* 3—5), mint 1974-ben; ezen belül a feltárófúrások terén növekedett, a kutatófúrások terén stagnált a fúróberendezésenkénti évi fúrási teljesítmény [5].

A kőolaj- és gázkutak fúrása tehát világszerte to-

1. táblázat

Év	Aktív fúróberendezések átlagos száma			A fúrás mennyisége 1000 m			Fúróberendezésenkénti átlagos méterteljesítmény m/fúróber./év		
	USA	Világ többi összes nem szocialista országa	Összesen	USA	Világ többi összes nem szocialista országa	Összesen	USA	Világ többi összes nem szocialista országa	Összesen
1970	1028	800	1828	43 282	13 411	56 693	42 102	16 764	31 013
1971	976	788	1764	39 014	13 411	52 425	39 973	17 019	29 720
1972	1107	881	1988	42 062	14 326	56 388	37 996	16 260	28 364
1973	1194	961	2155	42 672	15 545	58 217	35 738	16 175	27 014
1974	1473	1044	2517	48 158	16 459	64 617	32 694	15 765	25 672
1975	1662*			53 157			31 984		
1980	2500**			85 250**			34 100		
1985	3450**			115 575**			33 500		

* OGJ 1975 *52*
** [1] szerint előre jelzett adatok

vábbra is [6, 7] erősen emelkedő irányzatot mutat, sőt [1] előrejelzése szerint az USA-ban a növekedés rohamosabbá válik. Ennek a fokozódó ütemű tevékenységigénynek kielégítésére egyrészt a rotari fúrási technológia még közel sem kihasznált lehetőségeinek érvényesítésére, másrészt az ezeknek a módszereknek hatékony alkalmazására, tökéletesedő fúrási eszközökre, fúróberendezésekre, továbbá — és nem utolsósorban — sokkal jobban képzett fúrási személyzetre van szükség. Az utóbbi igénnyel kapcsolatban jellemző a követelmények növekedésére [4] kiemelt megállapítása, miszerint „a kollégiumi képzettségűek a legjobb fúrómunkások".

1.1.1. Kőzetfúrás a mélyben

A tényleges fúrólyukkészítés, a mélybeli kőzetfúrás terén sem a fúrásisebesség-növelés, sem pedig a fúrásiköltség-csökkentés lehetőségei nincsenek kimerítve.

A kiegyensúlyozott fúrás elve szerint a lyuktalpon minél kisebb differenciális nyomással kedvezőbbé tett kőzetbontási feltételek mellett a ma már minden kőzet fúrására rendelkezésre álló hatékonyabb, hosszú élettartamú fúrók (a keményfém fogazású zárt siklócsapágyas görgős fúrók, gyémántfúrók) a jobb furadékelsodrást nyújtó kis szilárdanyag-tartalmú vagy szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékokkal a fúrási sebesség többszörösére alkalmasak.

Lényegében ezeket az utakat: a kiegyensúlyozott fúrást s ezzel kapcsolatosan a kőzetek pórusnyomásának meghatározására alkalmas módszerek egymás melletti, kiterjedt alkalmazását, a keményfém fogazású, zárt sikló-csapágyazású görgős fúrók széles körű használatát nagy fúróterheléssel és kis fordulatszámmal, továbbá a fokozott szilárdanyag-kiválasztást az öblítőfolyadékból jelölte meg a poltavai szovjet fúrástechnikai tanácskozás követendő útként [8], de így körvonalazta *Miscsevics* [9] is a fúrástechnológia műszaki fejlesztési feladatait.

Ezeket az irányzatokat jól tükrözi a fúrástechnikai világirodalom is, amelynek homlokterében a hosszú élettartamú fúrókkal végzett kiegyensúlyozott fúrás, az ennek feltételét képező pórusnyomás-előrejelzés, a fúrással párhuzamos jelzés, az azt segítő műszerezés, az iszaptisztítás komplex megoldása, illetve a kiegyensúlyozott fúrást, a fokozott lyukfalvédelmet kielégítő jellemzőkkel rendelkező öblítőfolyadékok állnak.

A görgősfúró-gyártás terén egyrészt tovább bővült, tökéletesedett a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas fúrók fogazásválasztéka, másrészt egyszerűsödött, szűkült a méretválaszték [10]. A publikált tanulmányok szerint a Szovjetunióban a kutatás figyelme a fúrók öblítésének tökéletesítése felé fordult [11]; ugyanakkor az Egyesült Államokban további törekvések tapasztalhatók újszerű, hosszú élettartamú görgősfúró-megoldások, kőzetbontást segítő módszerekkel, eszközökkel kombinált görgős fúrók útján a fúrási sebesség növelésére [12].

A keményfém fogazású görgős fúrók kiválasztása, legkedvezőbb terhelése és fordulatszáma és az ezzel összhangban álló lyuktalptisztítás, vagyis az ilyen fúrókkal végzett fúrási művelet optimalizálása szintén az érdeklődés középpontjában állt; mindez természetesen a kiegyensúlyozott öblítésű, vagyis szabályozott nyomású fúrás elveinek megfelelően. A kiegyensúlyozott fúrás módszerének terjedését egyébként a legélesebben a fúrási tényezők mind szélesebb körének szelvényezését, vagyis ezeknek a mélység függvényében való regisztrálását megvalósító műszercsoportokat ismertető leírások, az erről tartott keretvita a Fúrási Vállalkozók Nemzetközi Egyesületében — az IADC-ben — [13] mutatják. Ugyancsak a kiegyensúlyozott fúrási technológia terjedését igazolja az az igen nagy számú közlemény, amely egyrészt az öblítőfolyadékok szilárdanyag-szabályozó rendszeréről, másrészt a kis szilárdanyag-tartalmú vagy nem diszpergált, sőt szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékokról szól.

Természetesen az így kialakult és mind jobban terjedő kiegyensúlyozott fúrási technológia kedvezőbb fúrólyukszerkezethez, a nagymélységű fúrások kockázatát és költségét csökkentő mind általánosabb, sőt egyedül gazdaságos fúrási technológiához vezet.

A fúrási paraméterek, elsősorban a fúrási sebesség, a „d" tényező szelvényezése — számos esetleírás szerint — érzékeny jelzése a pórusnyomás változásának, s mint ilyen mind a kiegyensúlyozott fúrás, ezen keresztül a nagymélységű fúrás, mind pedig a kitörésvédelem egyre inkább elengedhetetlen módszerévé válik.

A tökéletesebb kőzetbontó szerszámok, vagyis a hosszú élettartamú görgős fúrók, gyémántfúrók a kiegyensúlyozott lyuktalpi öblítéssel, a kedvezőbb öblítőfolyadékok segítségével hatékonyabbá váló lyuktalpi (mélybeli) kőzetfúrás alkalmassá teszi a rotari fúrást a vázolt növekvő — s egy évtized alatt minden bizonnyal megkétszereződő — fúrási igények gazdaságos kielégítésére.

1.1.2. A mélyfúrás fejlődésének tárgyi feltételei

A fúrási eszközök közül természetesen éppen a hatékonyabb kőzetbontást eredményező új típusú, hosszú élettartamú görgős fúrókkal végzett kiegyensúlyozott fúrást szolgáló fúróberendezés-elemek, tartozékok tökéletesedését tükrözi legélesebben a szakirodalom.

Magáról a fúróberendezés egészéről szóló közlemények főleg a különleges környezeti körülményeknek, szállítási viszonyoknak megfelelő kialakítású berendezésekről szólnak. Így számos közlemény számol be homoksivatagi, dzsungelkörülmények közti vagy arktikus területen való szállításra kialakított berendezésekről. A nagymélységű szárazföldi és tengeri fúrások igényeit kielégítő fúróberendezések előtérbe helyezték a villamos hajtásmódok elemzését is.

Berzsec professzor [14] a fúróberendezések mélységkapacitásának jelölésére a névleges emelőmű-teljesítmény szabványosítását sürgeti, ugyanakkor [15] a hazai sajátosságoknak megfelelően e fúróberendezés mélységkapacitásának komplex módon való értelmezését javasolja.

Az öblítőszivattyúk típusváltása a kéthatású kettős ikerszivattyúkról az egyhatású hármas iker dugattyús iszapszivattyúkra lezárultnak látszik. Egyidejűleg a felszíni öblítőrendszer szilárdanyag- és gázkiválasztó eszközei, annak optimális kialakítása felé továbbra is igen nagy figyelem fordult, ami érthető, hiszen az éppúgy alapvető követelménye a kiegyensúlyozott fúrási rendszernek, mint az egyedileg drága, hosszú élettartamú, keményfém fogazású és gyémántfúrók gazdaságos alkalmazásának.

Kapcsolódva a fúrószerszámhoz s az azon belül mind jobban terjedő hosszú élettartamú fúrófajtákhoz, a szovjet kutatók figyelme a keményfém fogazású fúrókkal kapcsolatban a kis fordulatszámú fúróturbinák [16], a térfogat-kiszorítású talpi fúrómotorok [17] felé fordult. *Fontenot* [18] viszont tényleges üzemi kísérletek alapján a fúróturbina és a gyémántfúró együttes hatékonyságát állapította meg; kiemelte azonban a megbízható, egyszerű turbótachométer kifejlesztésének, továbbá a gyémántfúró, fúróturbina együttese stabilizálásának szükségességét.

A fúrószár stabilizálása, továbbá a súlyosbítórudak végeinek kifáradásos törésekkel szembeni nagyobb szilárdsága a nagyobb terhelést igénylő keményfém fogazású zárt csúszócsapágyas görgős fúrók és a gyémántfúrók terjedésével természetesen fokozottan előtérbe került [19]. A nagyobb fúrási mélységekkel indokolható viszont a fúrószerszám, illetve a béléscső kopásvédelmét érintő tanulmányok, beszámolók nagy száma [20]*, [21]*.

A kitörésgátló-szerelvények leírásaiból kitűnik, hogy a nagy mélységkapacitású szárazföldi, valamint a tengeri fúróberendezésekhez mind gyakrabban egyetlen kitörésgátló-egységet alkalmaznak, amelynek névleges mérete a legnagyobb használatos fúrómérethez, névleges nyomása pedig a legnagyobb mélység megkívánta nyomáshoz igazodik.

Változatlanul rohamos a fejlődés a kiegyensúlyozott fúrás, a nagyobb sebességű fúrás, az optimalizált fúrási művelet alapját képező műszerezésben mind a fúróberendezés, mind pedig a fúrási művelet ellenőrzéséhez. Ez kitűnik a fúrási műszerezést érintő publikációk, de különösen a műszerek igényes katalógusirodalmának igen nagy számából. Feltűnő az elektronikus műszereket, valamint a lyuktalpi érzékelők lehetőségeit, megoldásait ismertető publikációk viszonylag nagy száma. Mindez természetesen a fúrási műveletnek mind jobban az automatizálás felé való gyors haladását is jelzi. A műszerek köre elsősorban az öblítési és az öblítőfolyadék-paraméterek mérésére szolgálókkal bővült, de jelentős a fejlődés az érzékenyebb fúróterhelés és főleg a forgatónyomaték mérése szempontjából.

A forgatónyomaték-mérés tökéletesítésének hajtóereje a fúrókopással való összefüggése, ami a fúrási optimalizálás szempontjából fontos tényező, valamint a forgatónyomaték-szelvény nyújtotta információ a kőzetfúrhatóságra, a kőzethatárokra.

A mind szélesebb körű fúrási műszerezés és a mért adatok mélység függvényében való regisztrálási elvének érvényesítése elvezetett a „fúrási szelvényezés"-hez, vagyis az átfúrt kőzetekről és a fúrás műveletéről a fúrással egyidejű, illetve közel egyidejű információs adatok mélység függvényében való rögzítéséhez. A mért adatokból „célszámítógéppel" — akár helyben a fúrótoronynál, akár az alapadatok távközlésével, egy távoli fúrási központban, vagy a két rendszert kombinálva — képezhetők a porozitási szelvénnyel egybevethető fúrási sebesség, fúrhatósági szilárdság, pórusnyomás (ebből a kőzetrepesztési nyomás), fúrókopás, fajlagos fúrási költség stb. szelvényei [22]. Mindezek alapját képezik a fúrási optimalizálásnak, s a pórusnyomás jelzése révén a kiegyensúlyozott fúrásnak s a hatékony kitörésvédelemnek.

1.1.3. Fúrási technológia

Mind a nagy terhelést igénylő keményfém fogazású zárt sikló-csapágyazású görgős fúrók, mind pedig a mind szélesebb körben használatos másik hosszú élettartamú fúró, a gyémántfúró, továbbá a kiegyensúlyozott fúrási elv terjedése újból előtérbe helyezte a kőzetfúrhatóság lyuktalpi körülmények közötti vizsgálatát és a fúrási tényezők egyenkénti és együttes hatását a fúrási sebességre, ezek optimalizálását.

A kiegyensúlyozott öblítési elv terjedését, illetve — úgy is megfogalmazható — a pórusnyomás túlegyensúlyozásának mérséklési irányzatát számos tanulmány igazolja. Ezek egy része a pórusnyomás előrejelzésének, fúrással párhuzamos vagy azt követő jelzésére vonatkozik [23, 24, 25], mások az ezek alapján lehetséges fúrólyukszerkezet egyszerűsödési lehetőségeiről szólnak.

A kiegyensúlyozott, illetve szabályozott nyomású fúrás azonban nemcsak a gyorsabb, olcsóbb fúrás módszere, hanem kulcsfontosságú fúrástechnológiai elve a nagymélységű fúrások gazdaságos mélyítésének, mint azt pl. a Pó-völgyi nagymélységű fúrások tanulságos esetleírása igazolja [26].

A rotari fúrás éppen a kiegyensúlyozott, illetve esetenként kiegyensúlyozatlan öblítés útján, a korszerű hosszú élettartamú fúrók segítségével, illetve az ehhez alkalmazott szilárdanyag-szegény vagy szilárdanyagmentes, tehát jól szabályozható sűrűségű és reológiai tulajdonságú [27], valamint a tárolórétegeket kevéssé károsító [28] öblítőfolyadékokkal nemcsak a közepesen mély és mély fúrások gyorsabb és olcsóbb, mind elterjedtebb technológiája, hanem a nagymélységű fúrások, kutak mind gazdaságosabb mélyítésére is alkalmassá válik. Ezt tükrözte a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus ultramély fúrásokról tartott keretvitája [29] és annak konzultációja. Eszerint rendelkezésre áll az ún. ultra- és szupermélységekre, de kifejleszthető az ennél nagyobb mélységek elérésére is alkalmas fúróberendezés, fúrási szerszám. Az elérhető mélységet elhatároló tényező nem is annyira a várható nagy nyomás, mint inkább a várható nagy hőmérséklet; vagyis az egy-egy területen elérhető fúrási mélységet a területen fennálló geotermikus gradiens szabja meg. A fúrási mélységhatár növelése a fúrási folyadékok hőtűrésének, valamint a nagy szilárdságú csőacélok szulfidos korrózióállóságának jelentős fokozását feltételezi. A keretvita vezéreladójának: *Postgate*nek [30] szinte nem eléggé hangsúlyozható megállapítása továbbá az, hogy a nagymélységű fúrások sikeres gazdaságos mélyítéséhez a közvetlenül végrehajtókon kívül az ilyen fúrásokat tervező és irányító technikai vezetőknek folyamatos továbbképzése is elengedhetetlen feltétel.

A cementezés — mint a tágabb értelemben vett lyukbefejezési műveletek sikerének alapja — továbbra is nagy figyelmet keltett főleg a nagymélységű, nagy hőmérsékletű termelési béléscsőoszlopok, beakasztott béléscsőoszlopok és különleges feltételek mellett.

Ezt igazolja többek közt az is, hogy szinte egyidejűleg jelent meg a Szovjetunióban és az USA-ban egy-egy monográfia e témakörről. Az USA-ban ugyan még csak közleményekben jelezték *D. K. Smith* cementezésről szóló monográfiájának megjelenését, de a Szovjetunióban *Mirzadzsanzade* és szerzőtársai már közreadták művüket [31], amely elsősorban a béléscső-cementezés áram-

lástani viszonyait elemzi, és a cementkő szilárdulását, elérhető jellemzőit tárgyalja.

A kútkiképzési műveletek tökéletesítése terén a homokbeáramlás megakadályozása kavicságyas szűrők, szilárdítási módszerek segítségével [32, 33, 34, 35] éppúgy előtérbe álltak, mint a savanyúgáz-kutak korrózió okozta nehézségeinek leküzdése [36, 37], vagy mint a tárolókőzetet minél kevésbé károsító hatékony tárolókőzet-megnyitás [38]*, vagy a tárolórétegek serkentési eljárásai: a kőzetrepesztés és a savazás. Az utóbbiak terén előtérbe került az ún. masszív — vagyis nagyméretű — kőzetrepesztési eljárás [39, 40], valamint a nagy viszkozitású térhálósított gélekkel végzett kőzetrepesztési eljárás [41].

Az irányított ferdefúrási műveletek tökéletesedésére a tengeri és az arktikus területeken végzett műveletek mértékének növekedése továbbra is serkentőleg hatott. Az irányított ferdefúrási műveletek fejlődését a folyamatos irányító műszerek [42, 43], a tökéletesedő stabilizálási eljárások, valamint az ultramélységekben is sikeres ferdítési műveletek [44] jelzik. A mind nagyobb vízmélységek és kedvezőtlenebb idő- és tengerjárási viszonyok közé kerülő tengeri és tengeri-arktikus felderítő kutató- és feltárófúrási tevékenység változatlanul a legerősebb hajtóereje a rotari fúrás műszaki fejlődésének és automatizálásának. Ezt mutatja a tengeri fúrási technológiáról szóló publikációk számának és terjedelmének nagymérvű növekedése is, továbbá az a tény, hogy a VIII. Tengeri Technológiai Konferencia regisztrált résztvevőinek száma 60 000 fölé — tehát a megelőző évhez képest csaknem 10 000 fővel — emelkedett, és az elhangzott előadások száma 258 volt (JPT 1976. 779).

A tengeri fúrások várható rohamos továbbfejlődésének konkrét jele az, hogy az 1975 első negyedévében meglevő, ill. aktív 344 úszó fúróberendezésen kívül 158 (62 félig merülő, 59 lábakra emelhető fúrófedélzet, 34 fúróhajó és 3 egyéb) állt építés, ill. rendelés alatt [45]. A 344 meglevő fúróberendezés közül 270-et minősítettek felderítő kutatófúrásra, illetve 223-at a világtengereken való munkára alkalmasnak.

Úgyszintén a tengeri fúrási technológia rohamos fejlődésére mutatnak az északi-tengeri, mexikói-öbölbeli óriás mezők hatalmas méretű rácsos szerkezetű, gravitációs, feszített betonból készült fúrási-termelési fedélzeteiről mélyített nagyszámú feltárófúrás, vagy a dinamikus helyben tartású arktikus tengereken fúróhajókról mélyített felderítő kutatófúrások is.

A tengeri fúrási technológia lehetőségeit bővítő legbiztatóbb eredmény a mélytengerkutatás ún. JOIDES-tervének végrehajtása során kifejlesztett mélytengeri fúrószár-visszavezérlő rendszer [46]. Ennek alapján a mélytengerkutatás IV. kutatási fázisában, az elkövetkező 3 évben az Atlanti-óceán törésvonala mentén kijelölt fúrást 1800 m vízen át 3600 m mélyre kívánnak — mintegy 5500 m-es fúrószárral — fúrni a tengerfenék alá. Mivel egy 2000 m mélységű fúráshoz 20 fúró-visszatérítési műveletet terveznek, a tervezett fúrásban csaknem 40 fúrónak a tengerfenéken levő lyukfejszerelvénybe való visszavezérlési műveletére kell számítani [47].

1.1.4. Újszerű fúrásmódok

A megvalósulás, az üzemi kísérlet állapotába került, újszerű kőzetbontáson alapuló fúrásmódok mindegyike — kivéve a „szikrafúrás"-t — lényegében megtartotta az öblítéses forgófúrás, vagyis a rotari fúrás elvét, s azt igyekszik hatékonyabbá tenni.

Lényegében a konvencionális rotari fúrás görgős fúróval végbemenő kőzetbontását igyekszik könnyebbé tenni a New Mexikó-i *Sandia Laboratorium* „terrafúrás"-nak elneveze ttfúrásmódja. A terrafúrás a görgős fúrók 3 görgője között egymástól 120°-nyira elhelyezett tárból szilárd részecskék kilövellésével kívánja repedezetté s ezzel jobban fúrhatóvá tenni a fúró görgői előtt a kőzetet [48]. Ugyancsak a *Sandia Laboratórium* — régebbi szovjet kísérletek nyomán — foglalkozott a „szikrafúrás"-sal, vagyis a fúrófejen elhelyezett elektródapárok között nagyfeszültségű árammal gerjesztett szikrákkal az öblítőfolyadékban keltett ütőhullámok kőzetbontására alapított fúrású kísérletekkel.

Az eróziós, illetve eróziós rotari fúrás újabb üzemi eredményeiről nem jelent meg más közlemény, viszont a tulsai egyetem laboratóriumi kísérletei megerősítették azt a tényt, hogy a lyuktalpi hidraulikus nyomás jelentősen csökkenti a nagy sebességű folyadéksugár kőzetbontó hatását, továbbá, hogy a folyadékkal telített porózus kőzet hatékonyabban bontható, mint az azonos száraz kőzet. Ugyanennek a tanulmánynak, illetve kísérleti beszámolónak [49] szerzői az eróziós sugár kőzetbontását eredményező küszöbnyomás meghatározására háromféle változatot javasolnak.

A talpi fúrómotorral dolgozó *flexofúrás* hollandiai nagyüzemi kísérletének (a groningeni gázmező 10 csoportos fúrásának felső 1500 m-es szakasza fúrásának) csak leírását adta *Van Lingen* [50], a lemélyített fúrások műszaki-gazdasági értékeléséről nem jelent meg beszámoló.

1.2. Fúrási felszerelés

1.2.1. Fúróberendezések

A világ rotari fúróberendezés-állománya — mint az 1.1. fejezetben közölt táblázatból világosan kitűnik — szám szerint rohamosan növekszik, egyidejűleg a fúróberendezés-állomány összetétele eltolódik a nagyobb mélységkapacitásúak felé. Az utóbbi megállapítást igazolja az USA fúróberendezés-gyártásának előrejelzése, miszerint az USA gyáraiban 1975-ben épülő 234 fúróberendezésből 107, az 1976-ban gyártandó 245 közül pedig 125 berendezés 5000 m-nél nagyobb mélységű fúrásokra lesz alkalmas [51]; a nagyobb mélységkapacitású fúróberendezésekre való törekvésre mutat az a két szovjet tanulmány, amelyek a fúróberendezések mélységkapacitásának célszerűbb meghatározását javasolják, igaz hogy bizonyos mértékben ellentétesen. *Berzsec* [52] ugyanis azt javasolja, hogy a fúróberendezések mélységkapacitását a névleges fúróárboc-teherbírás és emelőmű-teljesítmény, illetve ezek fizikai fogalmának pontosítása, szabványosítása alapján határozzák meg; ezzel szemben *Antonov* [53] a fúróárboc névleges horogterhelése helyett a maximális bevezetését javasolja. *Szabó* [54] a hazai sajátosságoknak — vagyis a fúrási időmérleg kedvezőtlen irányú torzulásának (be- és kiépítésre fordított túl nagy időhányadnak) a kőzethőmérséklet- és információigény-anomália következtében — megfelelően a fúróberendezés mélységkapacitását komplex módon javasolja értelmezni; ez azt jelenti, hogy az emelőrendszer, a fúrási tényezőket kialakító gépegységek, a tartályrendszer, a kitörésgátlószerelvények, műszerezettség stb. együttesét kell vizsgálni. Mindenesetre azonban a fúróberendezéshez a szokásosnál nagyobb teljesítményű emelőművet javasol választani.

McNally [55] a meglevő fúróberendezések mélységkapacitásának növelési lehetőségeire tesz javaslatot.

A nagy mélységkapacitású fúróberendezések igényének, számának növekedésével előtérbe kerültek a tirisztoros, a szilíciumos egyenirányítású dízel—elektromos hajtás gazdaságosságát, rugalmasságát és hatásfokát mérlegelő tanulmányok. [56] szerint az elmúlt 4 évben 200 szilícium-egyenirányítású, villamos hajtású fúróberendezést — nagyrészt tengeri fúróberendezést — helyeztek üzembe; a szilícium-egyenirányítás nemcsak a fúróberendezés szempontjából, hanem a propulziós egységek, horgonyzó vitlák szempontjából is rendkívül előnyös. A szilícium-egyenirányítású szárazföldi dízel—elektromos fúróberendezéseknél elérhető üzemanyag-megtakarítás és az átszerelésenként mutatkozó idő-, illetve költségmegtakarítás lehetőségeit taglalja *West* [57]. *Lomakin* és *Mamedov* [58] az automatizált tirisztoros meghajtás kísérleti eredményeiről számol be, *Peligrad* [59] pedig a dízel—hidraulikus és az elektrohidraulikus meghajtás összehasonlítását adja azzal a végkövetkeztetéssel, hogy igen gazdaságos a nagy fordulatszámú (1400—1500 min^{-1}) dízelmotoros hajtás csoportos láncáttételű hajtóművel, éspedig úgy, hogy szükség szerint maga az erőgép — pl. a dízelmotor — cserélhető váltóáramú villamos motorral és fordítva. Lengyel gyártmányú hidrodinamikus erőátvitelű fúróberendezés-sorozat első egységének kinematikus viszonyait elemzi, és azt beváltnak minősítve a sorozatgyártásra alkalmasnak ítéli *Slys* [60]. *Bory* és *Kondor* [61] viszont a hazai fúróberendezés erőátviteli elemeit s ezen belül a hidrodinamikus hajtóműveket és a 2×677 kW teljesítményt felvevő, illetve átvivő láncáttételű csoportos hajtóművet írják le, és azok kedvező üzemi tapasztalatai alapján a továbbfejlesztési lehetőségeket mérlegelik.

A nehezen megközelíthető és kedvezőtlen környezeti viszonyok közé telepített fúrások mélyítésére szánt különleges fúróberendezések közül [62] a perui dzsungelbe, Amazonia mocsaras területére tervezett, helikopterrel szállítható, 5500 m mélységkapacitású, modulokra osztott, cölöplábakra emelhető „mocsári fúrófedélzetek"-re szerelt fúróberendezést írja le. *Hollis* [63] viszont homoksivatag magas dűnéi közötti csörlős nehéz gépkocsikkal való szállításra tervezett 30—40 t tömegű, sőt kivételesen 70 t tömegű egységekre osztott és ilyen egységekben szállítószánkóra szerelt fúróberendezéseket ír le; ugyanakkor [65] nyolc egységbe foglalt, arktikus viszonyokra tervezett 7500—8000 m mélységkapacitású fúróberendezés részleteit írja le. A berendezés szerkesztésekor a cél a berendezés minél kevesebb szállítási egységbe foglalása, és ezeknek az egységeknek a hideggel szembeni szigetelése, burkolása, valamint az energiakonzerválás volt. A nehéz fúróberendezések szerelésében a vitlával, földgyaluval és emelőárboccal felszerelt nehéz lánctalpas traktorral végezhető munkát [65] egy 29 szállítási egységből álló nehéz fúróberendezés gyors átszerelésének (24 km távolságra $2^1/_2$ műszak alatt) esetleírása kapcsán ismerteti.

A kiegyensúlyozott fúrással fontossá vált szilárdanyag-szabályozással, a nem diszpergált és szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékok alkalmazásával mind nagyobb figyelem fordul az iszaptisztító berendezések felé. Ennek kapcsán [66] szerzői az NDK-ban kialakított felszíni öblítőrendszert ismertetik; *Liljestrand* [67] az öblítőfolyadék gázosodásának és gáztalanításának folyamatát elemezve, illetve az utóbbinak fontosságát hangsúlyozva a gáztalanítás négy lépcsőjét különbözteti meg, és a harmadik lépcsőnek tekintett „gáztalanító gép", a „Degaser" vákuumos és atmoszferikus típusait mutatja be. *Galan* [68] a szilárdanyag-kiválasztás legfontosabb eszközének, a rázószitának jellemzőit és ennek alapján kialakult típusváltozatait mutatja be. *Reznicsenko* és szerzőtársai [69] hidroturbóciklonnak nevezett, lényegében függőleges tengelyű centrifuga és hidrociklon kombinációját a nehezített öblítőiszap hatékony szilárdanyag-szabályozó eszközeként ismertetik, amely viszonylag kismérvű vízzel való hígítással, mellékáramkörben dolgozik.

Egy közepes mélységű kutak fúrására, illetve mély, nagy hozamú, túlnyomásos tárolókból termelő kutak átalakítására, javítására alkalmas iráni fúróberendezés leírásából [70] is kitűnik, hogy mennyire előtérbe került a felszíni öblítőrendszer; ez esetben egy több mint 200 m^3 űrtartalmú iszaptartály-rendszerrel és a nehezített öblítőiszapból is lehetséges szilárdanyag-kiválasztó rendszerrel ellátott fúróberendezésről van szó. A felszíni öblítőrendszer és a kitörésgátló-rendszer

együttese lehetővé teszi egyrészt a különleges lyukbefejező folyadékok tiszta kezelését, másrészt a tárolórétegekből bekövetkező fluidumbeáramlásokkal megbomlott egyensúly, a fenyegető kitörések leküzdését, az ehhez szükséges nyomás alatti műveleteket.

1.2.2. A fúrószerszám

A fúrócső- és béléscsőméret választékának csökkentési javaslatát az API és az IADC (Fúrási Vállalkozók Nemzetközi Szöv.) közös szakértő bizottsága az 1972—73. évi felhasználások alapján kidolgozta, és az IADC plénuma elé tárta [71]. A közös javaslat a szabványos fúróméretek számát 42-ről 18-ra, a béléscsövek méretek szerinti fajtáit 67-ről 54-re csökkenti, de további 5 méret megszüntetését is tervezi; a hosszú időn át legelterjedtebb béléscsőfajtát, a 6 5/8″ névleges méretűt teljesen törli a szabványos méretek közül.

A keményfém fogazású zárt sikló-csapágyazású görgős fúrók megfelelő típusának kiválasztásához *Moerbe* [72] a szomszédos fúrások szelvényezési adatainak és fúróteljesítményeinek értékelését — éppen az ilyen fúrók nagy beszerzési költségére való tekintettel — elengedhetetlennek tartja. További fontos lépések az ilyen fúrók jó teljesítményének eléréséhez a gondos beépítés és a fúró terhelésének fokozatos növelése az előírt mértékre. [73] szerzői 1967—71 között a SZU-ban felhasznált 1358 keményfém fogazású görgős fúróval elért eredményeket értékelve 33%-kal növekvő fúrónkénti előrehaladást és 29%-kal nagyobb fúrási sebességet állapítottak meg a keményfém fogazás kedvezőbb elrendezése következtében. *Allen* [74] rámutat a keményfém fogazású, zárt sikló-csapágyazású fúrókkal elérhető azon előnyre, hogy a béléscső-cementezés után a saru átfúrása és a továbbfúrás azonos fúróval lehetséges, szemben a mart fogú fúróval, amelyik fúrócsere útján való típusváltást igényel.

Szimonov és *Vüszkrebcov* [75] „A görgős fúrók üzeme és tökéletesítésük" c. könyvükben a *Gubkin* intézetben felállított nyomás alatti fúrhatóságvizsgáló készülékben végzett kísérletek alapján a görgők fogazása helyett folyamatos vágóélekkel kiképzett fúró kőzetrombolási folyamatát írják le, és a görgőkiképzés tökéletesítési irányait vázolják. A szerzők szerint a nyitott görgőcsapágyazás a görgő forgásának egyenetlensége következtében sajátos térfogat-kiszorítású szivattyúként működik, és az öblítőiszapot szinte beszivattyúzza a csapágytérbe. [76]-ban a folytonos vágóélekkel kiképzett tárcsás görgős fúrókkal elért üzemi eredmények szerint a görgők külső felületére elhelyezett kereszt alakú keményfém betétek a kemény kőzetekben mind a fúrónkénti előhaladást, mind a fúrási sebességet növelték. A tökéletesítés további lépéseként a belső vágóélek (vágókoszorúk) kopásállóságának fokozását tervezik. Ugyancsak a *Gubkin* intézet laboratóriumaiban kialakított készülékeken vizsgálták a fúrófogaknak abrazív felületre való felütése során fellépő kopás mértékét, s ennek alapján a legcélszerűbb keményfém vértezési megoldásokra tettek javaslatot [77].

A mart fogú görgős fúrók tökéletesítését érintő számos tanulmány között *Sterba* [78] kísérleti fúrhatóságvizsgáló készüléken tisztázta, hogy a két- és háromgörgős fúrók ismert fog alatti kráterképződéssel végbemenő kőzetbontási folyamatával szemben az egygörgős furó fogai köröző mozgással vágják a kőzetet. *Mihaiescu* [79] a görgők kúposságának és legördülésének (csúszásának) összefüggéseit elemezte, és az egyenletes kopás érdekében egyenletes fogelosztás szükségességét hangsúlyozta. [80] szerzői viszont az egyenletes fogelosztás helyett a véletlenszerű fogelosztást javasolták, és az Azerbajdzsánban kifejlesztett ilyen fúrókkal 25%-kal nagyobb fúrási sebességet értek, de a fúrók kopásának mértéke 10%-kal nagyobb volt. [81] és [82] szerzői a fúrófogak keményfém vértezésének és a kőzetnek kölcsönhatását vizsgálva az utóbbi tanulmányban az abrazív kőzetszemek pályáját írják le, és az összefüggést kísérleti úton ellenőrizték. *Posztas* és *Kaszincev* [83] a háromgörgős fúró csapágyaiban ébredő terheléseket mérték egy erre a célra kialakított fúróban azzal a végeredménnyel, hogy az egyes görgőkben a terhelés elérheti a statikus fúróterhelés nagyságát, és a három görgőben — a fogak elhelyezésétől függően — igen különböző nagyságú lehet. Az egyenletes görgőcsapágy-élettartam elérése érdekében a fogazások, illetve vértezésük és a csapágy összhangját figyelembe kell venni. Ugyancsak *Posztas* [84] szerzőtársaival a grafitos kenőanyag helyett kaucsukbázisú kenőanyagot javasol a görgősfúrók csapágyaiba; szerintük ez 25%-kal kisebb kopást és 13%-kal hosszabb élettartamot eredményez.

Guszman és *Mitel'man* [85] gyorsfényképezéssel laboratóriumi vizsgálókészüléken vizsgálták a fúrólyuk talpán, a görgős fúró alatt a furadékleválasztás és -kihordás folyamatát, melyet két részre bontottak: a kőzetszilánk elszakadására a talpról és elsodrására a talpról a gyűrűs térbe. Megállapításuk szerint a tökéletesebb elsodrást az aszimmetrikus elhelyezésű, talphoz közelített fúvókaelrendezés biztosítja. Ugyanezek a szerzők további szerzőtársakkal [86] a forgatóasztalos rotari fúrás fordulatszám-tartományában a háromfúvókás elrendezés helyett a kétfúvókás öblítési rendszert javasolják. A fúró belső terében elhelyezett acélgolyóval — amely időlegesen mindig más és más fúvókát zár el — megvalósított aszimmetrikus öblítésű jet-fúró és fúróturbina együttesekkel a mangüslaki mezőben a felső lyukszakaszon (200—900 m között) elért 100—120 m/h fúrási sebességről számol be [87]. [88] szerzői viszont háromfúvókás olyan különleges fúvókaelrendezésű fúrót mutatnak be, amelyik egy függőleges fúvókával — a felütési nyomáshullám segítségével — a lyuktalp peremi zónájába sodorja a furadékot; a másik fúvókát az egyik görgő tengelyén át vezetett öblítőcsatorna végébe helyezve az azon át kiáramló öblítőfolyadék a lyuktalpat érintve, annak felületéről szinte leválasztásuk pillanatában elsodorja a furadékszemeket; a harmadik, függőlegesen felfelé irányított fúvóka pedig ejektorként a felfelé áramlást segíti elő. A tanulmány a lyuktalpi nyomásviszonyokat háromdimenziós ábrákon mutatja be. A leírt fúvókaelrendezéssel üzemi viszonyok közt csaknem 50%-os fúrónkénti előhaladást és fúrásisebesség-növekedést sikerült elérni. [89] szerzői a görgős fúró fúvókáiból kilövellő folyadéksugár kőzetbontó (hidromonitoros) hatását vizsgálva kimutatták, hogy a fúvóka nyomásesésének kritikus, vagyis folyamatos kőzetbontást eredményező nagysága a kőzet szemcseösszetételétől és a homokkövek agyagos kötésétől függ. A kísérleti

eredmények szerint a 100 bar alatti kritikus fúvókanyomás-esés csak igen kis százalékos agyagtartalmú kőzetekben volt kimutatható.

A fúrószerszám tervezéséről kiadott API-ajánlás legújabb kiadása [90] is tartalmazza az IADC—API által elfogadott görgősfúró-kódjelzési rendszert a hozzá tartozó táblázattal az adott fúró helyes besorolására. Eszerint a három számjegyből álló jelzés első számjegye a sorozatszám, amely azt a formációcsoportot jelzi, amelynek fúrására a fúró készült (az 1, 2, 3, számjegyek a mart fogú fúrók lágy, közepes és kemény kőzetek, az 5, 6, 7, 8 számjegyek a keményfém fogazású fúrók lágy, közepes, kemény és igen kemény kőzetek fúrására készült fúrók csoportjait jelölik, a 4 jelzés egy később meghatározandó fúrósorozatnak van fenntartva); a második — 1—4-ig változó — számjegy a keménységfokozaton belüli alfokozatot jelzi; a harmadik szám adja meg a fúró képzésének jellegét 1—9-ig terjedő számjeggyel.

Az egygörgős fúrók tökéletesítését célzó tanulmányok közül [91] szerzői az egygörgős fúró csapágyaiban fellépő tangenciális hőfeszültségek okozta kifáradásos törések feltételeit, *Sterba* [92] pedig az egygörgős fúró fogainak köröző mozgását s az ezzel elért kőzetvágás folyamatát írja le. [93] szerzői alsó öblítésű, keményfém fogazású egygörgős fúrók üzemi kísérleteiről számolnak be. *Vinogradov* szerzőtársaival [94] egy gömb- és egy nagy csúszási szögű kúpfelülettel kiképzett egygörgős fúrót mutat be; a görgő szferikus felülete a fúrólyuk kalibrálását és a fúró központosítását, a kúposan kiképzett felület a lyuktalpi kőzetbontás feladatát látja el, amely egyszerre csak egy alkotó mentén fekszik fel, s ütések sorozatával és csúszással rombolja a kőzetet.

Az ERDA (Energy Research and Development Administration) egyik kutatási intézményében, a New Mexikó-i *Sandia Laboratórium*ban a görgős fúrók élettartamának meghosszabbítására, illetve a fúrócserék számának csökkentésére egy 40 szegmensből álló, 6 m hosszú vég nélküli fogazott, gyémántszemekkel kirakott lánccal (PE 1976. 11. 108 113—5 117) dolgozó „folyamatos láncfúró"-t és egy a fúró fölött elhelyezett, s 10—12 fúró görgőit tartalmazó tárból cserélhető görgőkkel dolgozó fúrót fejlesztettek ki. A kísérletek az újszerű fúrók különleges „görgőivel" olyannyira biztatóak, hogy 1977 első felében a fúrók prototípusainak kipróbálására is sor kerülhet [95].

A gyémántfúróknak a nagy mélységben fekvő kőzetek fúrásával kapcsolatos gazdaságossága a magyarázata annak, hogy a gyémántfúrók alkalmazásáról két előadása is szerepelt a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus ultramély fúrásokról tartott keretvitájában. Az egyik [96] egy francia szerzőkollektíva munkája a gyémánt-turbófúrás útján bővülő gyémántfúrási lehetőségekre mutatott rá, és az e célra szerkesztett impregnált szárnyas gyémántfúrókkal elért eredményekről számolt be. A másik előadásban *Marx* [97] igen nagy számú, nagymélységű fúrásban elhasznált görgős fúró és gyémántfúró értékelése alapján informatív statisztikai módszert ismertetett a görgős fúró és a gyémántfúró között a gazdaságosság alapján való választás eldöntésére. A két tanulmány szerzői a vitában a gyémántfúró legkedvezőbb fordulatszámára feltett kérdésekre válaszolva *Tricot* a 800 percfordulatot, *Marx* a 200—400 közötti percfordulatot ítélte a legkedvezőbbnek [98]. Mindkét szerző kiemelte a gyémántfúró fölött alkalmazott stabilizáló jelentőségét, amelynek számítógépes programozását, illetve annak eredményeit *Appl* [99] ismertette, kiemelve nemcsak a gyémántfúró fölötti stabilizáló elemek elhelyezési magasságának, de különösen a stabilizálók minél nagyobb — vagyis a fúróátmérőhöz minél közelebb álló — átmérőjének fontosságát.

Primm [100]* az utahi Altamont-mezőben felhasznált 385 gyémántfúró adatait értékelve lineáris összefüggést állapított meg a fúrófordulatszám és nem egészen lineárist a fúróterhelés és a fúrási sebesség között. Értékelése szerint a nagyobb befektetett kőzetbontó energia és a nagyobb szemű, kevesebb gyémántszem — különösen kemény kőzetekben — fokozza a gyémántfúró teljesítményét. A kiértékelt fúrók alapján a carbonado bizonyult a legjobb gyémántfajtának. A 200 percfordulatszám és 300—450 N/gyémántszem fúróterhelésnek megfelelő energiaszint jelentősen növelte a fúrási sebességet. Szerzőtársaival a műgyémánt sikeres alkalmazásáról ad számot *Eaton* [101]* a fúró felületén befoglalt, műgyémánt lapkákkal vértezett keményfém betétekkel (fogakkal) ellátott fúróval végzett laboratóriumi és üzemi kísérletek részletes értékelő leírásában. A tanulmány végkövetkeztetése az, hogy a „Compax" műgyémánt lapkákkal vértezett keményfém fogazású fúró alkalmazása gazdaságos. Az optimális fúróformát még közel sem érték el; a tökéletesítésnek az ilyen fúrók hidraulikájának javítására, abrázióállóságának fokozására és a műgyémánttal vértezett keményfém tüskék töréssel szembeni ellenállásának javítására kell irányulnia. Az eddig kifejlesztett fúrók még nem alkalmasak az igen kemény és repedezett kőzetek fúrására. Az egyik felén szintetikus gyémántszemekkel kirakott, másik felén szintetikus gyémántszemekkel impregnált kísérleti fúróval elért eredményekről számol be a VNIIBT (Szovjet Össz-szövetségi Fúrástechnikai Tud. Kut. Int.) kutatócsoportja [102]. Ennek a fúrónak a munkáját természetes gyémántszemekkel, illetve keményfém fogakkal kiképzett fúrókkal hasonlították össze. A mesterséges gyémántszemekkel készített fúróval nagyobb fúrási sebességet értek el ugyan, mint a természetes gyémánttal készülttel, de a mesterséges gyémánt kisebb hőtűrése miatt a mesterséges gyémánttal kirakott, illetve impregnált fúró matricája kevésbé kopásálló lévén, ez a fúró hamarabb tönkrement.

Bár az API-csövek új kiadású teljesítményadatgyűjteményének [103] táblázataiban a fúrócsövek horpadási és felrepedési szilárdsági adatai változatlanok, a fúrószár tervezési és alkalmazási határainak API-ajánlásában [104] szereplő táblázatoknak nagy része kiegészült. Így kiegészültek mind a fúrócsövek, mind pedig a fúrócsövek és fúrócsőkapcsolók különböző kombinációjú együttesének szilárdsági adatait összefoglaló táblázatok. Ugyanennek a tervezési ajánlásnak a fúrószárelemek vizsgálata és osztályozása című fejezetében a fúrócsőkapcsolók vizsgálatát és jelölését érintő paragrafusok is bővültek.

Az API jelzésű fúrócsőkapcsolók terhelhetőségének számítási módszerét mutatja be *Rulisek* [105]; az eredményeket táblázatosan és nomogramokban is összefoglalja.

Számos szovjet szerző figyelme a fúrócsövek kifáradási határának alakulására, az azt befolyásoló ténye-

zőkre irányult. Így [106] szerzői a fúrócsőátmérő és a kifáradási határ összefüggését vizsgálva megállapították, hogy levegőben a kifáradási határ az átmérő növekedésével csökken, viszont korrozív öblítőfolyadékban a kisebb átmérők felé csökken a kifáradási határ; [107] szerzői a fúrócsőacél-minták kifáradási határának gyors meghatározási módszerét mutatják be, *Szücsev* [108] pedig a maradó feszültségeknek a fúrócsövek kifáradási határát csökkentő hatását elemzi.

Kromek és *Tocan* [109] a fúrószár nyomott szakaszának *Lubinski* által leírt csigavonalú kihajlásából kiindulva, attól eltérően a kihajlott fúrószárat olyan egyenlettel írják le, amely szerint a fúrószár nem folytonosan érintkezik a lyukfallal. [110] szerzői az elferdült fúrólyuk falán fekvő fúrószár esetét elemezve megállapítják, hogy a horogterhelés csökkenésére a fúrószárban ébredő radiális összetevőnek nincs befolyása.

Kerimov [111] a fúrószárban, a fúrás közben fellépő tengelyirányú lengéseket elemezve azt az optimális fordulatszámot határozza meg, amely esetben a fúrógörgő fogainak lyuktalpra való felütése és a súlyosbítók összehúzódásának periódusa megegyezik. Ebben az esetben a lengés segíti a fúró munkáját. Ennek elérése érdekében a fúró fölé meghatározott merevségű, keresztmetszeti tényezőjű rugalmas elem beépítése kívánatos. [112] a fúrószerszám lengési viszonyait a fúrószárba épített regisztráló műszerrel mért adatokból kiindulva elemzi, és leszögezi, hogy a fúrólyuk ovalitása következtében a fúrószárban longitudinális lengések ébrednek, amelyek keletkezésének valószínűsége a lyukfal és a fúrócső közötti gyűrűs tér csökkentésével kisebb lesz. A gazdaságosabb és biztosabb védekezés azonban a kritikus fordulatszámok kerülése.

A fúrócsövek meghibásodási lehetőségei: a korrózió, a mechanikai sérülés és a kopás közül *Rogers* [113] a korróziót, illetve a korróziós kifáradásos törést tartja a legjelentősebbnek. A hibák elemzésén kívül rámutat a megelőzés lehetőségeire és ezen belül statisztikai adatokkal világít rá a roncsolásmentes csővizsgálati módszerek jelentőségére. *Cox* [114] különböző területekről származó üzemi esetek leírásával, illetve az azokból levont tanulságok alapján felhívja a figyelmet a korszerű öblítőfolyadékok alkalmazásával járó fokozott korróziós veszélyekre, és kijelöli a veszélyek mérséklésének útjait, vagyis azt a napról napra végrehajtandó vizsgálati, regisztrálási, tisztítási programot, amelyet követni kell. *Azar* és *Lummus* [115] az *E* és a *D* fokozatú acélból készült fúrócsövek korróziós kifáradásos törésének az öblítőfolyadék pH-jával való összefüggésére irányuló laboratóriumi kísérleteiről számoltak be azzal a következtetéssel, hogy 8,0—10 pH érték között a nem diszpergált bentonitos iszapok és 9,0—11,0 pH-jú diszpergált lignoszulfonátos kezelésű öblítőiszapok alkalmazásakor nem tapasztaltak korróziós hatást.

A fúrócsőkapcsolók kopásvédelmének a legújabb megoldása közönséges keményfém szemcséket hegeszt fel a kissé leesztergált kapcsolóövre, de e fölé egy ötvözöttacél-réteget is rak föl. Ez a megoldás egyrészt kisebb mérvű kopást okoz a béléscsőben, de ugyanakkor azonos védelmet nyújt a fúrócsőkapcsolónak, mint a finomszemcsés keményfém védőgyűrűk [116]. Megerősítették ezt a megállapítást *True* és *Weiner* [117] üzemi és laboratóriumi kísérletei, melyek szerint a fúrócsőkapcsolók sima felületű keményfém védőgyűrűi hatásos védelmet nyújtanak a fúrócsőkapcsolónak, és a béléscsövet sem sértik.

A súlyosbítórúdak végei jellemző törésének elkerülésére a menetes kapcsolat ma már szabványos belső feszültségmentesítő hornyokat is javasol, és természetesen az API RP 7G [119] 3.2. táblázatban felsorolt 649 súlyosbítóméret- és menettípus-kombináció mindegyikéhez az optimális meghúzónyomaték alkalmazását elengedhetetlennek tartja. *Bradley* és szerzőtársai [120] tanulmányukban kimerült urániumötvözetből készült merev súlyosbítót javasolnak a ferdefúrás irányításának szabályozására, illetve az irány stabilizálására.

A könnyűfém ötvözetű fúrócsövek alkalmazása, 293 000 m ukrajnai fúrás értékeléséből leszűrt tapasztalatai szerint, 33-34%-kal növelte a fúrócserék idejét is figyelembe vevő fúrási menetsebességet, és jelentős költségmegtakarítást eredményezett [121]. A könnyűfém fúrócsövek határterhelési diagramjait [122] közli; [123] szerint a középen duzzasztott védőgyűrűvel gyártott könnyűfém fúrócsövek kopása felére csökkent.

A tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus nagymélységű fúrások keretvitájában *Ju. R. Ioaneszjan* és *M. T. Guszman* [124] számoltak be a fúróturbinák és a talpi hidrosztatikus fúrómotorok SZU-ban elért legújabb fejlesztési eredményeiről, így a hidraulikus fékkel felszerelt forgórésszel dolgozó AGT, és az osztott folyadékáramú, tehát jet-öblítéses turbinás fúrásra alkalmas BGT típusú fúróturbináról. Részletesen ismertették a pozitív folyadékkiszorítású, több bekezdési spirális tengellyel megoldott talpi hidraulikus motort, amely kis fordulatszámon (50—250 min^{-1}) viszonylag nagy nyomatékot nyújt a kőzetbontáshoz.

Az utóbbi pozitív folyadékkiszorítású fúrómotorok sikeres alkalmazásáról számos szovjet szerző számolt be, így [125] szerzői 18—21 Mp fúróterheléssel és 31—35 l/s öblítőfolyadék-árammal ilyen a talpi hidraulikus fúrómotorral a fúróturbinákkal szemben elért 20—22%-kal nagyobb fúrónkénti előhaladásról, de 10—40%-kal kisebb fúrási sebességről. [126] szerzői szerint a VNIIBT-ben kidolgozott háromfokozatú pozitív folyadékkiszorítású talpi fúrómotorral 1,8—3-szoros fúrónkénti előrehaladást értek el, s ez a fúrómotor olajközegű öblítéssel nagy lyuktalpi hőmérsékleten is kifogástalanul működött. *Vadeckij* és szerzőtársai [127] a percenkénti 150 fordulatszámig a pozitív folyadékkiszorítású talpi fúrómotort, nagy mélységben azonban a fordulatcsökkentő fogaskerék-hajtóművel dolgozó ún. reduktoros turbinát javasolják, amelynek megbízható üzemideje 100—120 órát ér el. Ilyen kétszekciós, reduktoros fúróturbinákkal [128] szerint 55—250 percfordulatszám-határok között sikeresen fúrtak zárt siklócsapágyas, keményfém fogazású fúrókkal. *Benson* [129] az amerikai pozitív folyadékkiszorítású talpi fúrómotor, a Dyna-Drill sokoldalúságáról, széles méretválasztékáról ($1^7/_8''$—$17^1/_2''$) számol be; hangsúlyozza, hogy bár elsősorban az irányított ferdefúrás szerszáma, de sikerrel alkalmazható a felszíni nagy átmérőjű fúrólyukszakaszok mélyítésére, éppúgy, mint a makaróni-csőméretekkel fúrólyuktisztítási műveletekre.

Talpi fúrómotorok fordulatszámának regisztrált mérésére [130] szerzői írnak le egy az eddigi turbótachométereknél megbízhatóbb műszert. [131] és [132] a fúráshoz szükséges forgatónyomaték talpi villamos fú-

róval megoldott automatikus mérési lehetőségeit mutatják be.

A talpi fúrómotorokhoz csatlakozó új típusú magfúrócsővel elért jó eredményekről [133] szerzői számolnak be.

Fontenot [134] részletes tanulmányban számol be a Shell Társaságnak arról a kísérletsorozatáról, amelynek célja a turbinás fúrás technológiai vizsgálata, lehetőségeinek értékelése volt. A vizsgálatok során abból indultak ki, hogy a fúróturbina nagyobb talpi kőzetbontó energiájának hasznosítására kétségtelenül a gyémántfúró a legalkalmasabb. A gyémántfúró és a fúróturbina együttesének sikeres alkalmazásához a tanulmány szerint egyrészt ismerni kell a fúróturbina teljesítményjellemzőit, másrészt a gyémántfúró nyomatékigényének, fordulatszámának összefüggését a fúrási sebességgel. A bemutatott széles körű turbinás fúrási kísérletek alapján *Fontenot* leszögezte, hogy egyrészt sokkal nagyobb erőfeszítéseket kell tenni a fúróturbina fordulatszámának megbízható mérésére, mert enélkül a gyémántfúró és fúróturbina együttesében rejlő lehetőségek reális értékelése nem lehetséges; másrészt, hogy az együttes hatékony alkalmazásának kulcskérdése a megfelelő stabilizálás.

A fúrószár stabilizálása, egyrészt az egyenes fúrás technológiájában, a nagyobb fúróterhelést igénylő keményfém fogazású csúszócsapágyas görgős fúrók, továbbá a fokozott stabilizálást igénylő gyémántfúrók alkalmazásának terjedése, másrészt a bővülő irányított ferdefúrási technológia követelményei miatt mind nagyobb jelentőségű feladat. Ezt a tényt és a megoldás követelményeit tükrözik a stabilizálást érintő tanulmányok [135, 136, 137*]; a stabilizálás megoldására pedig — elsősorban éppen a gyémántfúrók céljaira — számos új megoldású stabilizáló eszköz került forgalomba. Ezek közt figyelemreméltó az a súlyosbítóoszlop bármely pontján a súlyosbítótestre ékesen rögzíthető spirális szárnyú stabilizáló [138], amellyel pontosan kielégíthető pl. a számítógépes programmal adott esetre kidolgozható többszörös (5 stabilizátort alkalmazó) stabilizálási terv; márpedig *Rohde* [136] 14 fúrást érintő értékelése szerint az így megoldott rendszer a 3 stabilizáló alkalmazásával szemben 33%-kal nagyobb fúrási sebességet és 27%-kal kisebb fúrási költséget eredményezett. A gyémántfúró pontos és megbízható stabilizálására dolgozták ki azt a hidraulikus rögzítésű és oldású, spirális szárnyú stabilizáló rendszert is, amely mind a fúró, ill. fúróturbina, mind pedig a súlyosbító stabilizálására alkalmazható [139].

A fúrószár kíméletes kezelését szolgáló eszközök közt említhető az a menettisztító és -kenő szerkezet, amely a munkapad fölött célszerűen felfüggesztve, mindössze 5 másodperc időigénnyel, messzemenően segíti a fúrócsőkapcsoló-menetek tömör zárását és hosszabb élettartamát biztosítja [139]. A fúrócső, illetve a fúrócsőkapcsolók leggyakrabban előforduló, s a bepörgető lánc okozta sérüléseit küszöböli ki a *Boyadjieff* [140] által leírt görgős bepörgető kulcs [1355 Nm nyomaték, min. 100 fordulatszám percenként, $3^1/_2''$—$5^1/_2''$ átmérő).

1.2.3. Fúrási műszerek

A fúróberendezés üzeme ellenőrzésének és vezérlésének, valamint a fúrási művelet irányításának mind szélesebb körű műszeres megoldására kitűnő példát nyújt *Pouget* [141]* ismertetése a *Pentagone-84* félig merülő fúrófedélzet fúrómesteri állását is képező műszerkabinjáról, arról a 270°-nyi körszegmensben szabad látást, s a pilótafülke kényelmét nyújtó, légkondicionált műszerközpontról, amelyik a fúrómester jobb munkakörülményei útján a biztonságot is messzemenően szolgálja. A műszerközpontban 6+2 műszerpanelon a teljes fúrási műveletirányítás, a kiegyensúlyozott fúrás alapját képező pórusnyomás-előrejelzést szolgáló fúrási szelvényezési módszerek, ezek közt is elsősorban a fúrási sebességszelvényezés műszerei, a fúróberendezés és a lyukfejszerelvényt ellenőrző műszerek, a kitörésgátló és ellennyomás-szabályozó rendszert ellenőrző és működtető, illetve félautomatikus szabályozó rendszere el van helyezve. A műszerek által mért adatokat az idő és/vagy a mélység függvényében regisztráló műszerek, valamint az öblítőiszap-szelvényezés műszerei egy külön információs központban vannak elhelyezve [141]. A fúrási sebességszelvényező műszer ma már elismerten a pórusnyomás — vagy talán helyesebb kifejezéssel a fluidumnyomás — fúrással párhuzamos jelzésének műszere, amely a [141]-ben leírt műszercsoportban a fúrószár nyúlását, az úszó fúróberendezés mozgását a tengerfenéki lyukfejhez és a fúrószárterhelés-kiegyenlítő eszközhöz képest kompenzáló rendszerrel van ellátva [142]. A *Pentagone-84*-en alkalmazott pilótafülke-szerű műszerkabin újonnan kialakított univerzális — arktikus, sivatagi, dzsungeli fúróberendezéshez is alkalmas — típusát ismerteti [143]. Mindez ékesen bizonyítja, míly nagy mértékben viszi előre a rotari fúrási technológia, a rotari fúróberendezés fejlődését a tengeri fúrási technológia. A vázolt esetben pl. olyan megdönthetetlennek tartott szigorú szabályt tört át a műszerek fejlődése, miszerint a fúrómesteri állás csak a fúróberendezés munkapadján helyezhető el.

A fúrási tényezők pontosabb és megbízhatóbb mérésének követelményét a biztonság és/vagy az optimalizáció szabja meg. A fúrási változók szélesedő körének mérése lehetővé teszi a számítógépes optimalizációt. A számítógépes optimalizáció, illetve folyamatirányítás megbízhatóságát viszont a mind pontosabb bemenőadatok, a mind pontosabban, megbízhatóbban mérő felszíni és mélybeli érzékelésű műszerek növelik [144].

A mért fúrási tényezők köre tehát szélesedik, s egyrészt segíti a munkapadon vagy — most már elmondható — a fúrás irányítófülkéjében a fúrómester munkáját, s mind több és több adattal táplálja a számítógépet a fúrási művelet optimalizálása céljából; hiszen *Lummus* szerint (JPT 1970 p. 1379—89) a fúrási művelet optimalizálása nem más, mint „a lényeges — s hozzá tehető: mind jobban bővülő — fúrási tényezők matematikai számbavétele egy átfogó minimális költségű fúrási program kifejlesztésére". Az optimalizálás tehát a jövőben mind több és több adatra támaszkodva tökéletesedhet. Az alapvető fúrási tényezők optimalizálásán kívül azonban számos más fúrási művelet optimalizálását szolgálják a mind jobban terjedő fúrási adatgyűjtő és adatelemző rendszerek; az ezeknek megfelelő fúrási programkönyvtár is rohamosan bővül [145].

A mért fúrási változók regisztrálásának terén [146] szerzői szerint a következő 10 esztendőben nagyobb fejlődés várható, mint 1930 óta, vagyis az első fúrási-

terhelés-regisztráló készülék megjelenése óta. Az összes felszíni és mélybeli érzékelő jelei egyetlen fúrási mérésközpontba, adatgyűjtő rendszerbe futnak majd be. A mért adatoknak nemcsak gyűjtését, hanem szintézisét is szolgálni fogják a közeljövő adatközpontjai. [147] a „szkvázsin" földtani és fúrási adat- és információrendszert ismerteti, és leszögezi, hogy a rendszer bevezetéséhez az alapdokumentáció egységesítése és lyukszalagra való vitele szükséges; [148] szerzői fúróberendezés-csoportok telemetrikus ellenőrzési rendszerére, illetve azok szintéziskritériumaira tesznek javaslatot.

A fúrási tényezők folyamatos lyuktalpi mérése és felszínre továbbítása továbbra is, sőt fokozott mértékben a fejlesztési törekvések középpontjában áll. *McDonald* és *Ward* [149] foglalják össze a kérdéskomplexum mai állását, s leszögezik, hogy a nehézség nem a lyuktalpi jelek (fúróterhelés, forgatónyomaték, fordulatszám, fúrókopás, fúrócsapágy-kopás, külső és belső folyadéknyomás, fúrólyuk iránya, beáramlás ténye stb.) érzékelésében rejlik, hanem azok felszínre való továbbításában. A felszínre való jelközvetítés a kábeles közvetítés különböző megoldásain kívül az öblítőfolyadékon át közvetített nyomásimpulzusok, akusztikus módszerek, elektromágneses jelek és különleges megoldásokkal lehetséges, illetve lényegében a felsorolt 12 kísérleti rendszer ilyen csoportokba sorolható. Az egyes rendszerekben elért eredményeket összegezve a szerzők leszögezik, hogy üzemszerűen alkalmazható telemetrikus jeltovábbítási rendszer egyelőre nincs, de várható, hogy 2-3 év múlva telemetrikus fúrólyuk-irányítási műszerek már kereskedelmi forgalomba kerülnek. Ezzel a megállapítással szemben [150] beszámol egy öblítőfolyadékon át nyomáshullámokkal való jeltovábbítással dolgozó francia lyuktalpi irányító műszer 1500 órán át való sikeres üzemi alkalmazásáról, és arról, hogy ez a műszer 1976 végén kereskedelmi forgalomba kerül; [151] a lyuktalpi hidromotorral végezhető irányított ferdefúrási lehetőségekről szóló összefoglalásban a Teleorienterről (lásd KF Különszám 1975 I. [127, 387]), vagyis ugyancsak egy az öblítőfolyadék-oszlopon át közvetített nyomásimpulzusokkal való jeltovábbításon alapuló műszer rutinszerű alkalmazásáról ír, és egy másik talpi érzékelőn és kábeles jeltovábbításon alapuló folyamatos irányító műszerről is megemlékezik. Ezt a műszert részletesen ismerteti, és nagymélységű fúrásokban való sikeres alkalmazásáról számol be *Marshall* [152].

Visszatérve a felszíni érzékelésű fúrási műszerekre, a fúrási művelet alapvető paraméterei közül a forgatónyomaték mérése, illetve ennek alkalmazása felé fordult a figyelem. *Vyslouzil* [153] a fúrószár felső közdarabján alkalmazott, s félvezető nyúlásmérő bélyeges érzékelés elvén a brnói kutatóintézetben kifejlesztett műszert írja le. [154] szerzői a turbinás fúrás céljaira a görgős fúró csapágyának meghibásodásának jelzésére rugalmas felszíni érzékelő elemből és induktoros átalakítóból álló műszert ismertetnek.

A fúrási művelet automatizálásáról szóló közlemények közt [155] szerzői a turbinás fúrással kombinált automatikus furó-utánengedés lehetőségét elemzik. *Noran* [156] teljesen hidraulikus hajtású és működtetésű fúróberendezés automatikus konstans fúróterhelési rendszerét, valamint a hidromotoros hajtású forgatóöblítőfejjel megoldott nyomatékhatárolását ismerteti.

A fúróhajókhoz, illetve úszó fúróberendezésekhez kialakított tökéletesített számítógép irányítású fúrószerszámbe- és -kiépítő rendszer [157] szerint kiküszöböli a fúrótoronyban az emberi munkát, mindössze a fúrómester nyomógombokkal való irányítását feltételezi. A rendszer digitálisan jelzi a mindenkori lyukmélységet, a fúrószerszám állását a furólyukban. A rendszer a számítógép meghibásodása esetén kézi irányításra is átállítható.

A csőkezelés további jelentős automatizálását oldja meg az a mindössze egy kezelőt igénylő, kereken 10 t tömegű, portábilis (15—20 perc alatt fel- és leszerelhető) berendezés, amellyel óránként 90—100 a csőpadon fekvő, max. 1,8 t tömegű és 15 m hosszú, 1 $^{5}/_{8}$″—13 $^{3}/_{8}$″ átmérőjű csőszálat a V kapun keresztül a fúrótoronyba, illetve annak munkapadjára lehet emelni [158]. Az ivano-frankovszki egyetemen kifejlesztett fúrásifolyamat-ellenőrző műszerekről, illetve az automatizálás eszközeiről számolnak be, valamint egy fúrási adatközlő, feldolgozó és visszajelző rendszert ismertetnek [159] szerzői.

Mears [160] az északi-tengeri fúrási-termelési fedélzetekhez alkalmazandó automatizálási rendszer lehetőségeit mérlegeli, amely komplex rendszerben helyet kap a fúrási tényezők jelzése és az öblítőfolyadék elemzése is.

1.2.4. Lyukbefejező berendezések

Noran [161] a kútjavító és kútkezelő berendezések körében tapasztalható nagyarányú gépesítés hatásáról, az ilyen berendezések kisebb személyzetigényéről számol be, továbbá arról, hogy terjednek az újszerű kútkiképzési módszerekkel kapcsolatban a különleges lyukbefejező berendezések, eszközök (fúróárboc nélküli megoldások, a „snubber", a leszivattyúzható szerszámok, a felcsévélhető termelőcsöves vitlák); nem is szólva az acélhuzallal ültethető és kiemelhető mélybeli kútszerelvények alkalmazásáról, az ún. wire-line rendszerű kútkiképzésről és az ehhez szükséges felszíni berendezésről: a lubrikátorcsőről és acélhuzalvitlárol. [156] a hidraulikus kútjavító berendezések, illetve könnyű fúróberendezések hidraulikus elosztó rendszerét és a hidraulika nyújtotta automatizálási lehetőségeket ismerteti.

Nagy hozamú, túlnyomásos tárolókőzetekből termelő kutak kiképzésére, de főleg átalakítására és kútjavítási műveleteire alkalmas lyukbefejező berendezés leírásából [162] kitűnik, hogy a berendezés szerkesztése, szerelvényeinek kiválasztása során a nehéz terepviszonyoknak is megfelelő portabilitást, a fokozott szilárdanyag-kiválasztásra, nehezített öblítőfolyadék kezelésére is alkalmas felszíni öblítőrendszert és az ellennyomás-szabályozásos kútelfojtásra alkalmas kitörésgátló-rendszert tartották szem előtt. Az 1000 kN horog-teherbírású berendezés nemcsak 3000 m-nél mélyebb, nagy hozamú, nagynyomású kutak átalakítására, javítására, hanem 2500—3000 m-es fúrások mélyítésére is alkalmas.

1.3.1. A kőzetfúrhatóság és a fúrókiválasztás szempontjai

A kőzetfúrhatóság fogalmáról [163] szerzői leszögezik, hogy a kőzetek mechanikai, fizikai kémiai tulajdonságai önmagukban nem alkalmasak a fúrhatóság kritériumaként, mert azok csak a kőzetroncsolás objektumát és nem a fúrás technológiai folyamatát jellemzik. *Tanaka* és *Sato* [164] 9 kőzetminta hengeres benyomódásvizsgálattal megállapított fizikai jellemzőit korrelálják a kőzetek összenyomó szilárdságával és háromgörgős fúróval elért fúrási teljesítményekkel.

Ilyen értelemben, vagyis szimulált lyuktalpi körülmények közt vizsgálja a képlékeny kőzetek fúrhatóságát, azaz a kőzet viselkedését a fúrófog alatt *Nguyen-minh* [165]. Részleteiben elemzi a fúrófog alakjának, az érintkezési felület érdességének és az anyag képlékenységének hatását a kőzetfúrhatóságra. Az elemzés szerint a kőzetrombolás vagy a *Coulomb*-féle nyírás alapján, azaz a súrlódás legyőzése, vagy a látszólagos képlékenység legyőzése útján megy végbe.

Slawomirski [166] a viszkoelasztikus kőzetek fúrófog alatti viselkedését vizsgálva megállapította, illetve megerősítette, hogy a fúrófog terhelésének van a legnagyobb szerepe a kőzetrombolásban. *Tatu* [167] mikrofúróval, szimulált lyuktalpi körülmények közt végzett kőzetfúrhatósági vizsgálatai alapján leszögezte, hogy a kedvezőbb fúrhatóság érdekében a lyuktalpi hidrosztatikus nyomás csökkentése szükséges. *Sterba* és *Niederle* [168] a brnói VUGI-kutatóintézetben felállított, lyuktalpi körülményeket szimuláló furhatóságvizsgáló készülékben — szintén mikrofúróval — végzett kísérleteikkel többek közt elemezték a triaxiális feszültség hatását a kőzetek fúrhatóságára, valamint a lyuktalpi hidrosztatikus (hidraulikus) nyomás és az öblítőfolyadék-jellemzők befolyását a kőzetfúrhatóság változása alapján a fúrási sebességre.

[169] olyan új „fúrási laboratórium"-ot, vagyis olyan fúrólyuk-szimulátort mutat be, amellyel 9000 m mélységi körülményei közt természetes méretű fúrókkal és 12 000 m fúrási körülményei közt mikrofúrókkal végezhetők a fúrhatósági vizsgálatok. A „fúrási laboratórium"-hoz nagynyomású öblítőszivattyú és a tényleges fúrási tényezőket biztosító fúróberendezés tartozik. A berendezéssel mind a geotermikus fúrás, mind pedig a permafrost kőzetek fúrási, vagyis öblítési körülményei is szimulálhatók.

A kőzetek fúrhatósága helyett már a kőzetek „fúrhatósági szilárdságát" elemzi *Boone* [170], mégpedig tényleges fúrási adatok alapján. A fúrásoknál felállított kis számítógép a formáció egy-egy méterének lefúrása után azonnal kiszámítja és regisztrálja a kőzefúrhatósági szilárdságát, vagyis a kőzetbontással szembeni ellenállását. Ez viszont kijelöli a kőzetbontáshoz legkedvezőbb fúró fajtáját, terhelését, fordulatszámáz és a szükséges öblítési paramétereket. Az alapot a fúrhatósági szilárdság meghatározásához a folyamatosan felvett fúrásisebesség-szelvényből levezetett porozitás- és pórusnyomásszelvény adja, amelynek korrigálására a számítógépes rendszer 13 változó mért nagyságát veszi figyelembe.

A folyadékkal való kőzetbontás természetesen változatlanul az érdeklődés középpontjában állt, s bár eróziós vagy abráziós fúrás tényleges üzemi kísérleti eredményeiről nem jelent meg újabb közlemény, de a tulsai egyetem laboratóriumi kísérletei megerősítették azt a tényt, hogy a lyuktalpi hidraulikus nyomás lényegesen csökkenti a nagy sebességű folyadéksugár kőzetbontó hatását. Ezek a kísérletek azt is igazolták, hogy a folyadékkal telített porózus kőzet hatékonyabban bontható, mint a száraz kőzet [171].

Szovjet szerzők [172] a görgős fúró fuvókáiból kilövellő öblítősugár hidromonitor elvén való kőzetbontó hatását vizsgálva kimutatták, hogy a fúvókában érvényesített nyomásesés kritikus, vagyis folyamatos kőzetbontást eredményező nagysága a kőzet szemcseösszetételétől és a szemcséket összetartó agyagos kötés mértékétől függ. A kísérleti eredmények szerint 100 barnál kisebb kritikus nyomásesés csak igen kis százalékos agyagtartalmú szemcsés kőzetekben volt kimutatható.

Az egzotikus fúrásmódok közül a Szovjetunióban folytatott régebbi kísérletek nyomán a „szikrafúrás" újból előtérbe került; a New Mexikó-i *Sandia Laboratórium* foglalkozik vele [173]. Lényege, hogy a fúrófejen, a fúró kerületén kialakított elektródapárok között nagyfeszültségű árammal gerjesztett szikrák az öblítőfolyadékban nagynyomású hullámokat keltenek. A hullámot feszültségcsökkenés (buborék képződése), majd gravitáció (buborék elpattanása) követi. Azt feltételezik, hogy a buborék elpattanása nagynyomású jetsugarat kelt, és ennek hatása a kőzetbontás. Másodpercenként 40 pulzussal számolnak, annak ellenére, hogy egyelőre csak viszonylag kis kapacitású laboratóriumi modellt alakítottak ki, ezen is 100—200 joule (1,1—2,2 kW) szikraenergiát és 2000—10 000 bar nyomású hullámokat mértek. A laboratóriumi kísérletek során kőzet- és cementtömbökben 9 m/h fúrási sebességet értek el, de a tervezett 110 kW-os szikrafúrótól 30 m/h fúrási sebességet várnak. Az ugyancsak a *Sandia Laboratórium* kutatási programjában szereplő „terrafúrás" már kimondottan a görgős fúró munkájának könnyítésére szolgáló, azzal kombinált fúrási módszer. Lényege, hogy a görgős fúró 3 görgője között, vagyis egymástól 120°-nyira elhelyezett „tár"-ból lövedékekkel bombázza, s teszi repedezetté — könnyebben fúrhatóvá — a görgők fogai előtt a kőzetet.

A legkedvezőbb görgős fúró kiválasztásához kíván segítséget nyújtani *Prazsky* [174]; továbbfejlesztve a *Lubinski*-féle „drill-off" módszert leszögezi, hogy az nemcsak a helyes fúrási tényezők beállítására, a viszonylagos fúrhatóság megállapítására, hanem a helyes fúrótípus kiválasztására is használható. *Moerbe* [175] kiemeli a zárt csúszócsapágyas, keményfém fogazású görgős fúrók legmegfelelőbb típusa kiválasztásának fontosságát, amihez csak a szomszédos fúrások elektromos fúrólyukszelvényeinek, a szomszédos fúrásokban felhasznált fúrók teljesítményeinek elemzése nyújthat eléggé szilárd alapot. Egy ilyen részletes elemzést mutatnak be [176] szerzői a tatáriai fúrásokon felhasznált több mint 2500 fúró értékelése alapján, s javaslatot tesznek az elkövetkező fúrásokban legcélszerűbb fúróválasztékra. [177] a háromgörgős fúró átmérőre vo-

natkozott fajlagos törési energiáját elemezve megállapítja, hogy a fúróátmérő csökkentése 190 mm-ig kedvező, de mivel az ennél kisebb átmérőjű fúrók fajlagos kőzetbontási energiaigénye a csapágyaiban fellépő teljesítményveszteségük miatt növekszik, a 190 mm-nél kisebb átmérőjű fúrók alkalmazása a fúrási sebesség szempontjából nem kedvező.

1.3.2. Fúrási tényezők

Mivel az öblítéssel elért lyuktalptisztítás mértéke közismerten a fúrási sebességet elhatároló tényező, érthető, hogy a három alapvető fúrási tényező közül továbbra is nem a két aktív kőzetbontó tényezőre: fúróterhelésre és a fúrófordulatszámra, hanem a lényegében passzív fúrási tényezőre, az öblítésre irányult a nagyobb figyelem; ezzel kapcsolatosan jelentek meg újat mondó vagy az adott feltételek közt optimális lyuktalptisztítást célzó publikációk. Ezek közt számos a lyuktalpra — pontosabban a fúró elé — juttatott hidraulikus energiának a fúró fúvókáiban a lyuktalptisztításra való jobb hasznosítását célozza. [178]-ban *Zsidovcev* szerzőtársaival, a fúrókonstrukcióknál már említett publikációban, olyan különleges háromfúvókás elrendezést mutat be, amelyik egy függőleges lefelé irányú fúvókával a felütési nyomáshullám segítségével a lyuktalp peremi zónájába sodorja a furadékot; a második fúvóka az egyik görgő tengelyén át vezetett öblítőcsatorna végébe helyezve, az azon át kiáramló öblítősugárral a lyuktalpat érintve, annak felületéről szinte leválasztásának pillanatában elsodorja a furadékszemet; a harmadik függőlegesen felfelé irányított fúvóka pedig ejektorként a felfelé áramlást segíti elő.

A szimmetrikus háromfúvókással szemben az aszimmetrikus kétfúvókás öblítési rendszert tartja [179] előnyösnek, mégpedig olyan megoldással, amelyik a fúró testében elhelyezett acélgolyóval véletlenszerűen és időlegesen más és más fúvókát zár el. Ezzel [180] esetleírása szerint a mangüslaki mezőben kiugró fúrási sebességeket értek el. [181]* szerzői leszögezik, hogy a rendelkezésre álló szivattyúzási teljesítmény sokkal hatékonyabb kihasználása lehetséges egyrészt, ha a háromgörgős fúróhoz a 3 fúvóka helyett 2 fúvókát alkalmaznak, másrészt ha bizonyos reológiai feltételek teljesítése mellett csökkentik az öblítőáram nagyságát, illetve a felfelé áramlási sebességet a gyűrűs térben. Ezeket az elveket ülteti át a gyakorlatba a *Randall* [182] által ismertetett tervezési eljárás, kiemelve, hogy a leghatékonyabb furadékelsodrás az impulzusmaximumra és a hidraulikusteljesítmény-maximumra tervezett hidraulikus programmal érhető el. [183] a jet-fúró optimalizálására szerkesztett új hidraulikus számolólécet mutat be.

Az öblítés lyuktalpi differenciális nyomásának a kőzetek fúrhatóságára gyakorolt hatását számos tanulmány, illetve esettanulmány érinti, így pl. *Zseleznjakov* [184] 110 fúrómenet adataiból szűrte le azt a tapasztalatot, hogy ha a differenciális nyomás 40 bar fölé emelkedik, a fúrási sebesség 5-7-edére csökken. [185] szerzői viszont a pórusok közti nyomás, vagyis a fluidumnyomás pontos kiegyensúlyozása érdekében szükségesnek tartják, hogy a kiegyensúlyozó öblítőiszap-gradienst ne a pórusnyomás-gradienshez, hanem a pontosabban meghatározott formációegyensúly-gradienshez alakítsák. A formációegyensúly-gradiens nem más, mint a formációban levő fluidum nyomása osztva a formációnak az öblítőiszap felszíni kifolyásától mért vertikális távolságával.

Az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának összefüggését a fúrási sebességgel új megvilágításba helyezi *Nelson* [186], aki szerint az öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának befolyása a fúrási sebességre két tényezőtől, a fajlagos fúrási akadályozás tényezőjétől és a szilárdanyag-koncentrációtól, illetve e két tényező szorzatától függ. A fajlagos fúrási akadályozás tényezője a szilárd anyag és a folyadék olyan egymásra hatása, amely a fúrást akadályozza, és ez természetesen a szilárd anyag milyenségétől függ.

Az aktív fúrási tényezők és a fúró fúvókáiban a kellő mértékű lyuktalptisztításhoz hasznosítandó hidraulikus teljesítmény meghatározására *Allen* [187] három diagramot mutat be, és azok alkalmazását két példa keretében szemlélteti. [188] szerzői viszont a maximális fúrási sebességnek és az optimális fajlagos kőzetbontó energiának megfelelő fúróterhelés összefüggéseit elemzik. *Grace* [189] leszögezi, hogy mivel az optimális fúrás, vagyis elsősorban nem a gyorsabb, hanem a legkisebb költségű fúrás a cél, ezért csakis a tényleges fúrási teljesítményekre alapított költségadatok képezhetik a szilárd alapot a fúró terhelésének és fordulatszámának megválasztására. Különösen érvényes ez a megállapítás, ha a kis fordulatszámot igénylő, nagy beruházási költségű keményfém fogazású fúrók optimális fúrási tényezőinek és használati, vagyis kiépítési idejének megállapítása a feladat. *Lawrence* [190] egy dimenzió nélküli fúrási költségváltozási tényezőre kidolgozott összefüggéssel, amely a folyóméterköltségnek, a fúrási sebességnek és a fúróberendezés költségének változását tartalmazza, két példán kimutatja, hogy a fúrási sebesség jobban befolyásolja a fúrási költséget, mint a fúró élettartama. Ezt a megállapítást támasztja alá *Haszaev* is szerzőtársaival [191]; [192] szerzői szerint a sűrűn váltakozó, a különböző fúrhatóságú kőzetek turbinás fúrásához maximális pillanatnyi fúrási sebességet eredményező fúróterhelés biztosítja a minimális fúrási költséget.

A legkisebb költségű fúrást — tehát az optimalizált fúrást — tárgyaló tanulmányok közül *Walczak* [193] egyszerűsített grafikus módszert dolgozott ki a fúró terhelésének és fordulatszámának optimális beállítására, éspedig azzal a feltételezéssel, hogy a fúrófogak kopása szabja meg a fúró élettartamát. A módszer *Galle* és *Woods* módosított összefüggéseire és a fúrási tényezők módosított hatványkitevőire épül. *Aliev* és szerzőtársai [194] a globális, vagyis a teljes fúrólyukra számított folyóméterköltség minimumára, és a lokális, vagyis egy-egy fúrómenetre számított minimális folyóméterköltség elérésére tervezett optimalizálás összefüggéseit dolgozták ki. *Tóth B.* [195] mind a lokális, mind a globális optimalizáció esetét az egy fúrómenetre és az egy lyukszakaszra vonatkoztatottan különbözteti meg, vagyis úgy, hogy a vizsgált fúrómeneten vagy a vizsgált szakaszon belül a fúrhatóság jellemzői állandók. *Tóth* megállapítja, hogy az alkalmazandó optimalizációs elv kiválasztása a számítástechnikai lehetőségektől, a kőzetek tulajdonságainak ismertségi fokától, valamint a kívánt pontossági követelményektől függ.

Az optimalizálási esetleírások közül *Babock* és *Ro-*

gers [196] az oklahomai Sholem Alechem-mező kútjain fokozatosan előbb csak a fúrókiválasztásra, fúrási hidraulikára, majd a fúróterhelésre, fúrófordulatszámra irányított optimalizációt vezették be, de végül a „hajlítónyomaték-elv" alapján kiterjesztették az optimalizációt a lyukelferdülés megakadályozására is. Az ötödik 2400 m mélységű fúrás kiterjesztett program alapján végzett optimalizációja az első nem optimalizált tényezőkkel mélyítetthez képest kereken 40 000 $ megtakarítást eredményezett. *Wood* [197] az Északitengeren úszó fúróberendezéssel fúrt öt 3100—4000 m mélységű fúrás optimalizálásának eredményeit mutatja be, amelyek szerint a fúrási sebesség növekedését, a felhasznált fúrók számának és a fúrási időnek jelentős csökkenését érték el.

1.3.3. Öblítés, öblítőiszap

A kiegyensúlyozott fúrási technológia mind szélesebb körű elterjedésének, sikerének kulcskérdése az öblítőfolyadékba került szilárd anyag minél hatékonyabb kiválasztása. Ez a követelmény egyébként döntően befolyásolja a kiegyensúlyozott fúrási technológia alapvető követelményét, az öblítőiszap sűrűségének és reológiai jellemzőinek megfelelő szinten tartását.

A fenti megállapításokat támasztja alá *Wells* háromrészes tanulmánya [198], amely elöljáróban leszögezi, hogy a szilárd anyag felhalmozódása az öblítőiszapban igen nagy költséget — minden hordó (160 l) az öblítőiszapba került kőzetanyag több mint 250 $-t — okozó tényezője a fúrásnak. A felhalmozódás megelőzése, a felhalmozódott felesleges kőzetanyag kiválasztása ezért alapvető öblítéstechnikai feladat. A szilárdanyag-felhalmozódás okozta nehézségeket, a kiválasztás eszközeit, azok együttesét elemző tanulmány azzal zárul, hogy a szilárdanyag-kiválasztásra fordított erőfeszítések jobb fúrási teljesítményekben és jelentősen kisebb öblítőfolyadék-költségekben gyümölcsöznek.

[199] szerzői az öblítőiszapból való szilárdanyag-kiválasztás Szovjetunióban rendelkezésre álló eszközeinek rendszerét ismertetik, és a rendszer kiegészítésére tesznek javaslatot. [200] az NDK-ban kialakított felszíni öblítő-, illetve iszaptisztító rendszerről számol be.

Az öblítőiszapban diszpergált szilárd anyag szemnagyság szerinti összetétele, az öblítőfolyadék jellege — elsősorban nehezített vagy nehezítőanyag-mentes volta —, valamint az alapközegének milyensége döntő tényezők a felszíni öblítőrendszer hatékony szilárdanyag-kiválasztó egységeinek összeállítása szempontjából.

A szemnagyság szerinti eloszlás közelítő meghatározásához *Youens* [201] az API homoktartalom-vizsgáló készülék egyszerű kiegészítését javasolja. Ezzel a kiegészítéssel eldönthető, hogy szükség van-e homoktalanító hidrociklonra a kőzetliszt-kiválasztó hidrociklon előtt vagy sem, valamint az is, hogy a rázószitára milyen nyílásméretű szitákat kell szerelni. A szitaméretek kiválasztásának, a rázószita táprendszerének és rezgésszámának, illetve a helyes rázószitaegység típusának alkalmazása szempontjait *Galan* [202] foglalja össze. Hasonlóan a megfelelő típus érdekében rendszerezi a gáztalanító készülékeket *Liljestrand* [203].

A nehezített öblítőiszapból való szilárdanyag-kiválasztásra szerkesztett koncentrikus hengeres „iszapszeparátor"-t, az azzal mellékáramkörben elérhető (max. folyadékáram 100 l/min) pontos baritkiválasztás lehetőségét *Bingham* [204] mutatja be.

Ugyancsak nehezített öblítőiszapból választja ki a felesleges szilárd anyagot az a kombinált rázószita—desilter egység, amely a teljes folyadékáramból elkülöníti a fúradékfelaprózódásból eredő szilárd anyagot, de megtartja a baritot és az értékes folyadékfázist. E jellemzők kiválóan alkalmassá teszik a készüléket nehezített olajközegű vagy költséges vegyszerekkel adalékolt vízközegű öblítőiszap-áram kezelésére. A tanulmány [205] egy dél-louisianiai fúrás példáján mutatja be az eszköz rendkívüli hatásosságát, és kiemeli, hogy alkalmazása nem teszi szükségtelenné a centrifugát, mert az a baritnál kisebb szemnagyság kiválasztására való, ez a „mud cleaner"-nek nevezett egység pedig a baritnál nagyobb szemnagyságú kőzetanyag kiválasztását oldja meg.

Darley [206] leszögezi, hogy az öblítőfolyadékból kiszűrődő folyadék tárolóréteget károsító hatásával sokat foglalkoztak ugyan, de alig vizsgálták a pórusok közé beszűrődő szilárd anyag áteresztőképességet csökkentő hatását. Ezt a károsító hatást elemző tanulmányában *Darley* úgy véli, hogy a helyes értelmezéshez a szilárdanyag-szemcséknek a tárolóréteg pórusai közé való besodródási, illetve az ezekből való gátképződési folyamatból az a paradox következtetés vonható le, hogy a nagy szilárdanyag-tartalmú öblítőiszappal való tárolóréteg-átfúrásból a szilárdanyag-beszűrődés okozta gáthatás kisebb lesz, mint a kis szilárdanyag-tartalmú iszapból származó. Ennek magyarázata az, hogy a nagy szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékban nagyobb az aránya a fennakadó, hidat képző szemnagyságú szilárd anyagnak, aminek következménye a kisebb pillanatnyi vízkiszűrődés; ennek folytán kevésbé mély lesz a folyadék okozta tárolókőzet-károsítás is. Ezért a tárolóréteg átfúrása során kedvezőbb lehet a károsítás megelőzése érdekében a megfelelő szemnagyság-tartományú (2—10 mikron) szilárd anyagot tartalmazó öblítőiszap, ha például a tárolókőzet permeabilitása 1 darcy körül van.

Jelentős szerepe lehet a károsítás leküzdésében az oldható, savazható szilárdanyag- illetve nehezítőanyag-tartalmú öblítőfolyadékoknak is, mint azt [207] szerzői javasolják.

Az öblítőfolyadék, illetve a cementtej reológiai jellemzésére — miután azok géles pszeudoplasztikus folyadékok — *Robertson* és *Stiff* [208] a Bingham- és a hatványkitevős modell helyett a nyírási sebességhez pontosabb nyírási feszültségeket rendelő, vagyis effektív viszkozitásokat eredményező modellt javasol, amely amellett egyszerű számításaikhoz vezet. [209] viszont módosított hatványkitevős modellt javasol az olajbázisú öblítőiszap nyomás és a hőmérséklet hatására bekövetkező viszkozitásváltozásának matematikai leírására, és ezzel a pontosabb nyomásveszteségek számítására. A számított értékek és a valóságos öblítési nyomásveszteségek összehasonlítása a módosított modell helyességét igazolja. A hatványkitevős modell állandóit viszont az erre a célra kifejlesztett 1400 bar nyomású és 345 C° hőmérsékletig fűthető rotációs viszkoziméterrel kell meghatározni. *Esterka* és *Stelzer* [210] 200 C°-ig fűthető és 100 bar max. nyomásig

használható rotációs viszkozimétert mutatnak be, amelynek pontossága ±1%; a [211] által leírt, továbbfejlesztett szovjet rotációs viszkoziméter (VSZN-2M) szintén 200 C°-ig fűthető, de nyomáshatára nagyobb, 150 bar. Az öblítőiszapok termostabilitásának vizsgálatához az iszapminták melegítésére [212] dinamikus módszert és erre alkalmas készüléket javasol.

Walker és *Mayes* [213]* a gyűrűs térből az adott reológiai tényezőjű öblítőfolyadékkal és tényleges felfelé áramlási módhoz tartozó furadékkiszállítás előrejelzésére matematikai módszert dolgozott ki. Az egyszerű és üzemi használatra szánt módszer természetesen alkalmas a kívánt furadékkiszállítási ütem tervezéséhez megfelelő reológiai tényezők, illetve a szükséges folyadékáram beállítására is.

A reológiai tényezők alakulásának részleteit igyekeznek pontosítani [214] szerzői a tixotrop öblítőiszapok turbulens áramlásának számításához szükséges helyi sebességingadozás meghatározására szerkesztett kondukciós áramlásmérővel; *Bulatov* szerzőtársaival [215] viszont a tixotrop megmerevedés okozta hidrosztatikus nyomáscsökkenést mélységi manométerrel igyekezett tisztázni.

Vüsztorop [216] félempirikus módszerrel levezetett egyszerű számítási módszert dolgozott ki a nagymélységű fúrásokban fellépő nyomáshullámzások előrejelzésére; [217] pedig a koncentrikus csövek gyűrűs terében fellépő hidraulikus nyomáshullámok terjedésének és csillapodásának számítási módszerét mutatja be.

A lyukfalon kialakuló iszaplepény és a fúrócsőoszlop közötti tapadás intenzitását vizsgálva [218] leszögezi, hogy az az iszaplepény nyírással szembeni ellenállásának függvénye, amely a keletkezés idején fennálló vastagságon és differenciális nyomáson kívül természetesen az öblítőiszap fajtájától, reológiai jellemzőitől és az alkalmazott adalék anyagoktól függ. [219] kísérletekből leszűrt adatokkal támasztja alá súrlódáscsökkentő adalékok optimális arányát.

A reológiai számítások, illletve a fúrás hidraulikai tervének vagy tervrészletének gyors kidolgozására mágneskártyával vezérelhető, zsebszámítógépekkel elvégezhető programokat mutat be *Ordronneau* [220]. A kidolgozott programok alapján szinte az összes fúrási hidraulikai probléma (eltérés a Bingham- és a hatványkitevős modell között, az *n* és *K* tényező meghatározása, kritikus folyadékáramok, súrlódási ellenállás stb.) gyors megoldására mód van. Például a legkedvezőbb folyadékáram meghatározása két mágneskártyával mindössze 45 s-ot igényel.

A legtöbb öblítésről, öblítőfolyadékról szóló tanulmányban, esetleírásban a mértékegységek, éspedig az angolszász és metrikus mértékegységek különös keveréke fordul elő. Pl. a leggyakrabban használatos öblítőfolyadék-jellemző, a sűrűség esetében a font/gallon mellett gyakran font/köbláb, másutt fajsúly szerepel sűrűséggel vegyesen. A számítógépek fokozott alkalmazása parancsolólag követeli az öblítőfolyadékok, illetve egyéb fúrási folyadékok (cementtejek, repesztő folyadékok stb.) jellemzőihez az egységes metrikus mértékegységek használatát, ahogy [221] szerzői mondják, a fúrási folyadékok metrifikálását; véleményük szerint természetesen csakis az IS-rendszer szerinti mértékegységek általános alkalmazásával.

A mind nehezebbé váló s differenciálódó mélyfúrási feladatok, valamint a gazdaságosság, elsősorban a nagymélységű és tengeri fúrások gazdaságossága érdekében nagyobb fúrási sebességet követelő fúrási technológia természetesen az öblítőfajták bővülő választéka felé vezetett. A gyorsabb és a fúrás folyamatosságát megszakító üzemzavarok (kitörés, teljes iszapveszteség, megszorulás) szempontjából kisebb kockázatot jelentő kiegyensúlyozott fúrási technológia terjedése természetesen a szilárdanyag-szegény vagy szilárdanyag-mentes öblítésfajták terjedését siettette. További hatótényezők az öblítésfajták választékának bővülésére a nagymélységű, túlnyomásos fúrások, a nagy hőmérsékletű kőzetek átfúrása (geotermikus fúrások), a fúrólyukfal bomlásának megakadályozása, a savanyú gázt, ként tároló kőzeteket harántoló fúrásokban a korrózióvédelem, a gáthatásra érzékeny tárolórétegek átfúrása. Mindezek a tényezők igen sok, az öblítőiszap-féleségről szóló tanulmánynak, esetleírásnak nyújtottak indítékot.

Átfogó képet ad az öblítésfajtákról és rendszerezi azokat *Ivacsev*nek [222] az elsősorban a geológiai szolgálat dolgozói számára írt könyve, amelyben a nem agyagos és a bonyolult kőzetviszonyok közötti fúrásokhoz alkalmazott különleges öblítőfolyadékok előállítását, kezelését is tárgyalja. [223] átfogó képet ad az öblítőfolyadékokról, az adalékok hatásáról, és közli az API és IADC (Fúrási Vállalkozók Nemzetközi Egyesülete) által is elfogadott fúrási folyadékokra és adalékaikra vonatkozó értelmező definíciókat; ugyanez az összefoglalás a különféle öblítőfolyadék-adalékok, reagensek ajánlott alkalmazási körét, hatását (szerepét) és kereskedelmi elnevezését táblázatosan is összefoglalja. A Szovjetunióban alkalmazott reagensek közül [224] az Igetan elnevezésű hidrolizált ligninről mint a szulfitszennylúggal kezelt öblítőiszapok hatékony viszkozitáscsökkentő adalékáról; [225] a Szmaszról, vagyis a maleinsav-származékokból és Na-, K-kopolimerekből álló adalékról mint igen erőteljes vízleadás-csökkentőről szól. [226] az M-14 elnevezésű (metil-akrilsav—metil-metakrilát kopolimer) adalékról, illetve annak 250 C°-ig stabil vízleadás-csökkentő tulajdonságairól számol be. [227] az M-14, vagyis a Metasz hőstabilitását az ugyancsak stabilizálóként, vízleadás-csökkentőként használt, s poliakril-nitril hidrolízis termékeként előállított gipánénál jobbnak ítéli. [228] az öblítőiszap kenőképességének javítására különösen alkalmasnak tartja az 1%-os arányban alkalmazott orsóolaj—szulfátszappan keveréket.

A továbbiakban az öblítőfolyadék-féleségekről, azok adalékolásáról szóló tanulmányokat a hatásjellegük, a szennyező hatással való ellenálló képességük, alkalmazási céljuk szerint csoportosítva célszerű áttekinteni.

Kitűnő összefoglalást ad *az inhibitált* — éspedig az agyagok duzzadása és diszpergálódása ellen inhibitált —, valamint *a kis szilárdanyag-tartalmú öblítőiszapok*ról *Ricard* [229]. Az inhibitált iszapokról szóló fejezetben táblázatos összeállítás mutatja be a kialakult típusokat, és értékeli hatásukat az agyagok duzzadásának, illetve a diszpergálódásnak megakadályozása szempontjából. A kis szilárdanyag-tartalmú öblítésfajtákról szóló fejezetben *Ricard* törzsfaszerűen foglalja össze a szilárdanyag-tartalom felhalmozódását megelőző és a felhalmozódást korrigáló lehetőségeket és ugyan-

csak törzsfaszerűen a flokkuláló polimerek hatását.

A fúrólyukfal stabilitását elsősorban az agyag duzzadása szempontjából tárgyalják [230] szerzői. A könyv alakú publikáció elsősorban az agyag duzzadásának mechanizmusát tárgyalja, majd beszámol a moszkvai Gubkin Intézetben végzett vizsgálatokról és az ezek eredményeként kidolgozott azon új reagensekről (cellulóz-éterekről, új CMC-változatokról), amelyek segítségével az agyagfal duzzadása megelőzhető. Számos részletes tanulmány a káliumalapú öblítőiszapot javasolja mint az agyag fúrólyukfal épségét legjobban megőrző, vízközegű öblítőiszapot. Ezek közt említhető *Trenque* [231] részletes elemzése, amely a KCl-os öblítőiszap hatását az öt főcsoportba és két alcsoportba sorolt agyagmárga stabilitására vizsgálja, és sikeres alkalmazását írja le az északi-tengeri fúrásokban a ragadós agyagból álló és a Zechstein-formációkra. [232] a vízzel való érintkezésre egyébként érzékeny agyagmárga és ragadós agyag vízbázisú KCl + poliakril-amid adalékos öblítőiszappal lehetséges zavarmentes fúrását, stabilizálását nemcsak laboratóriumi vizsgálatok, hanem üzemi alkalmazásának esetleírásával is alátámasztja. *Geron* [233] a krakkói Kőolaj Intézetben kifejlesztett és a Kárpátok előterében sikerrel alkalmazott káliumközegű öblítőiszapról számol be. [234] az öblítőiszap vegyszeres kezelésének, a viszkozitáscsökkentés, diszpergálás céljából alkalmazott vegyszerkombinációk hatását az agyagmárga lyukfalra, annak bomlására vizsgálta; [235] pedig az öblítőiszap olajtartalma és az agyag lyukfal kavernásodása közötti összefüggésről megállapította, hogy 13%-nál nagyobb olajtartalommal a kavernaképződés minimumra csökkenthető. [236] szerzői az agyagösszletek átfúrására kifejezetten az olajbázisú öblítőiszapot ítélik a legkedvezőbbnek, és empirikus képletet közölnek a lyukfal stabilitására legkedvezőbb iszapsűrűség meghatározására. Bár elsősorban a nagymélységű fúrások lyukfalstabilitásáról szólt ugyan *Gray* és *Tschirley* [237] a 9. Kőolaj-Világkongresszuson, azonban megállapításaik általános érvényűek. Összefoglalólag úgy értékelik a lyukfalstabilitás megőrzésének lehetőségét, hogy erre a legalkalmasabb a szabályozott szalinitású olajközegű öblítés, alkalmas a káliumalapú vízközegű öblítőiszap [230—232] és legkevésbé alkalmas a diszpergált édesvízközegű öblítőiszap. Ezeket a megállapításokat, illetve az olajközegű, pontosabban a fordított emulziós öblítőfolyadék elektrolittartalmának beállításával elérhető, kitűnő lyukfalstabilitást eredményező hatásáról számol be két nagymélységű, nagy hőmérsékletű hazai fúrás márgaszakaszaiban *Dormán* [238] esetleírása.

Az olajközegű öblítést elsősorban a tárolórétegek termelőképessége szempontjából értékeli [239] a nagy permeabilitású, nagy nyomású mészkőtároló kőzetek átfúrásához használt 2,1 sűrűségű iszappal mélyített, vízmentes-meszes-bitumenes öblítésű fúrások leírásában. Az olajközegű öblítőiszapban alkalmazandó barit hidrofóbizálásának technológiáját, s ezzel a nehezített olajbázisú iszap készítésének egyszerűsítését hangsúlyozza [240]. Az olajközegű öblítés hatékony alkalmazhatóságát sótömzs duzzadásmentes átfúrására [241] írja le, de felhívja a figyelmet az olajközegű öblítőiszap szilárdanyag-szabályozásának fontosságára és a só szennyező hatásának ellensúlyozására.

Határozottan a nagymélységű fúrások öblítőiszapjának problémáiról szól *Gray* és *Tschirley* a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszuson bemutatott s már idézett tanulmánya [237]. Ebben a nagymélységű túlnyomásos fúrólyukak instabilitásának megoldására fizikai lehetőségként a pórusnyomás, az iszapsűrűség és a lyukátmérő-változás összefüggésének folyamatos figyelemmel kísérését és indirekt módon ezek alkalmazását említik a lyukfal instabilitásának leküzdésére. A kémiai lehetőségként a szabályozott szalinitású olajközegű öblítés kétségtelenül legmegbízhatóbb lyukfalstabilitást megőrző módja mellé második lehetőségként kínálkozik a káliumionnak és az agyagásványok reakciójának lyukfalszilárdító lehetősége, vagyis a kálium-klorid-kezelésű öblítőiszapok alkalmazása. A tanulmány szerzői hangsúlyozzák azonban, hogy az öblítőiszap-kémia — különösen a kiegyensúlyozatlan öblítési körülmények között — önmagában nem biztosíthatja a sokféle, különböző jellegű agyagból álló lyukfal stabilitását. A lyukfalstabilitás problémakörének megoldása csakis a fúrás öblítési programjának — vagy ahogy ezt *Gray* és *Tschirley* kifejezi: „a fúrási folyadékok programjának" — tökéletesítéséről, számos tudományos és mérnöki lehetőség összeegyeztetésétől várható. Ezek közt említhető az öblítési program és a fúrólyukszerkezet összeegyeztetése, ami viszont pontosabb pórusnyomás-előrejelzést, az ebből levezetett kőzetrepesztési nyomás előrejelzését és ezek összehangolását kívánja az öblítőfolyadék reológiai jellemzőivel. A lyukfal állékonyságának időbeli korlátai mindenesetre a gyorsabb fúrást követelik, ami viszont az öblítőfolyadék-jellemzők s a kőzetfúrhatóság összefüggéseinek jobb megismerésére mint fontos kutatási területre ösztönöznek. A lyukfalstabilitás problémakörének megoldását messzemenően segítik az agyagfélék mineralógiai és felületi kémiai tanulmányai. Miután a lyukfalstabilitás megoldásának kulcskérdése a gyorsabb fúrás, annak viszont a szabályozott nyomású fúrás, a lyukfalstabilitás elérését messzemenően segíti az öblítőfolyadékból való szilárdanyag-kiválasztás minél tökéletesebb megoldása, éspedig mind a pontosabb szemnagyságelemzés, mind pedig a jobb szilárdanyag-kiválasztó elemek, ezek kedvezőbb kombinálása útján. Természetesen továbbra is fennáll az öblítőfolyadék-reagenseknek és ezzel magának az öblítőfolyadéknak fokozott hőstabilitási követelménye. *Gray* és *Tschirley* azzal az érdekes utópisztikus gondolattal zárják az öblítőfolyadékok tökéletesítésének jelenlegi és jövőbeli fejlesztési programját érintő fejtegetésüket, hogy az öblítőfolyadék programjának felsorolt problémái talán elesnek, ha ilyen mélységben is megoldódik a lyukfalnak a fúrás előrehaladásával párhuzamos „üvegbélelése" (l. *D. L. Sims* beszámolóját a sekélyfúrások mélyítésével párhuzamos üvegszerű bélelésről PE 1974 7 80, 84, 88, 92).

A nagymélységű fúrások túlnyomásos kőzeteinek átfúrásához szükséges 2,2 g/cm³-nél nagyobb sűrűségű öblítőiszapok előállításának, kezelésének kitűnő összefoglalását adja [242]. Tartalmazza ez az összeállítás a különleges, nagy sűrűségű öblítőfolyadékhoz számba vehető nehezítőanyagok és alapközegek jellemzőit, és nomogramokat is közöl az édesvízközegű, sósvíz-közegű és invert emulziós öblítőfolyadékok sűrűsége, szilárdanyag-tartalma és szilárd anyagának sűrűsége között.

Továbbra is nagy figyelmet keltett az *öblítőiszap korrozív hatásának,* elsősorban a kén-hidrogénes szennye-

zés okozta korrózió ellensúlyozása. Az ellensúlyozás mértéke és milyensége érdekében alapvető fontosságú az öblítőfolyadék kén-hidrogén-tartalmának kvalitatív és kvantitatív kimutatása, amelyre [243] jodometrikus módszert javasol. A kén-hidrogén mennyiségének semlegesítése az öblítőiszapban annak alakításától függ, ezért *Whitfill* [244] számítási módszert dolgozott ki arra, hogy mekkora kén-hidrogén-koncentrációt bír el az öblítőiszap a fúrási személyzet és a fúrási felszerelés (az öblítőrendszer elemeinek) veszélyeztetése nélkül. A cink-karbonátot mint hatékony szulfidközömbösítő adalékot mutatja be *Bettge* [245], amely előnyös, mert az öblítőiszapban nem korrozív; nem mérgező hatása folytán sikerrel alkalmazható a kén-hidrogén okozta nehézségek leküzdésére annál is inkább, mert igen reakcióképes, alig befolyásolja az öblítőiszap tulajdonságait, és használata gazdaságos. *Cox* [246] üzemi esetleírásokkal illusztrálja a korszerű öblítőfolyadékok alkalmazásával járó korróziós veszélyeket, és az inhibitáláson kívül fokozott jelentőséget tulajdonít a napról napra végrehajtandó vizsgálati, regisztrálási és tisztítási programnak. *Gorodnov* szerzőtársaival [247] a kén-hidrogén okozta korróziót 120 C°-ig egyszerű alkalikus adalékokkal elkerülhetőnek ítéli; 120 C°-nál nagyobb hőmérsékleten borax adalékolást javasolja. [248] szerzői acélcsöveken és könnyűfémötvözetű csöveken végzett, sós víz okozta korróziós vizsgálatok szerint a piridinszármazékok kiváló korrózióvédelmet nyújtanak. [249] az öblítőkörbe jutó kén-hidrogén kezelésére, illetve leválasztására — a világszerte előtérbe került szigorú élet- és környezetvédelmi előírásoknak megfelelő — teljesen zárt folyadék-gáz szeparátort és kezelő rendszert ismertet. Az előírások messzemenően érintik a fluidumbeáramlás detektálását és az ellennyomás-szabályozásos kitörésvédelmi rendszert. A rendszert vészjelző és vizsgáló rendszernek kell kiegészítenie.

A légnemű öblítésfajtákat érintő publikációk közül kiemelhető *Higgins* [250] megállapítása, miszerint a módosított (igen erős habképző reagensekkel készített) stabil hab mint öblítőközeg új lehetőséget nyit az iszapveszteséges területeken telepített fúrások, valamint a permafrost és a rendellenesen nagy hőmérsékletű kőzetek fúrási technológiájában. A stabil hab alkalmas igen kis felfelé áramlási sebességekkel (0,15—0,75 m/s) a maradéktalan furadékkiszállításra, vékony impermeábilis film képzésére a fúrólyuk falán és a szinte tökéletes talptisztításra. Ezek a tulajdonságok alkalmassá teszik az ilyen haböblítést a korszerű fúrási technológiára ott, ahol a pórusnyomás ellensúlyozására nincs szükség. Haböblítéses fúrás esetleírása [251] szerint W-OF jelű tenzid és CMC adagolásával képzett habbal számos esetben (2500 m-ig terjedő mélységekben) sikeresen növelték többszörösére a fúrási sebességet. *Cretu* [252] a légöblítéses fúrás levegőáram-szükségletének meghatározására mutat be számítógépes módszert.

A lyukbefejezéshez, utólagos kútátalakításhoz, a packer mögötti tér kitöltéséhez *kedvező folyadék* kiválasztásának, kialakításának szempontjait *Rike* [253] foglalja össze, és egyben rendszerezi is az ilyen „fúrási folyadékok"-at. [254] olajban oldható műgyantakeveréket javasol a vízközegű lyukbefejezési folyadékok stabilitásának fokozására. [255] szerzői a tárolóréteg károsítása nélküli rétegmegnyitás céljaira kifejlesztett és a tatáriai olajmezőkön sikerrel alkalmazott hozamnövelő és költségcsökkentő hatását tényadatokkal bizonyítják. *Prykril* és *Fáber* [256] emulgeált agyagiszapok pakkerfolyadékként való sikeres alkalmazását és átgázosodásának hatását ismerteti. A gázosodás koaguláló hatásának megelőzésére az emulgeált agyagszuszpenzió dikálium-dikromát- ($K_2Cr_2O_7$-)tal való adalékolását javasolják. *Ng* [257] az arktikus fúrások hőszigetelési problémáinak megoldásához szükséges béléscső-béléscső és béléscső-termelőcső közébe való olajbázisú gél beszivattyúzási módszerét mutatja be, és ennek kapcsán a lényegében „pakkerfolyadék" összetételét és hőszigetelő hatását is bemutatja.

Az öblítőfolyadékok, illetve általában a „fúrási folyadékok" nem kellő hőstabilitása *Postgate* szerint [258] is az egyik legnagyobb akadálya a fúrások nagyobb mélységek felé való kiterjesztésének. Ennek a megállapításnak értelmében igen nagy jelentőségű és úttörő *Proszelkov* [259] könyve, amely monográfiaszerűen dolgozza fel a fúrólyukban végzett műveletek közben fellépő hőátadás folyamatát és az erre vonatkozó irodalmat. Az elméleti eredményeket a SZU-ban és az USA-ban végzett hőmérséklet-mérési adatokkal illusztrálja. Értékes fejezete az idézett könyvnek a fúrások, illetve kutak hűthetőségének vizsgálata. *Lea* [260] egy csőhálózati hőáramlási számítógépes programot alkalmaz a fúrólyukban keringő öblítőfolyadékban és a fúrólyukat körülvevő kőzetköpenyben kialakuló hőmérséklet-eloszlás meghatározására, [261] szerzői pedig matematikai statisztikai módszert javasolnak a fúrólyukban keringő öblítőfolyadék hőfizikai jellemzőinek — elsősorban a hővezető képességének — a kifolyócsőnél mért adatok alapján való meghatározására.

1.3.4. Fúrólyukszerkezet, kiegyensúlyozott — szabályozott nyomású — fúrás

A zavarmentes, gyors mélyfúráshoz, vagyis az ezzel egyértelmű kiegyensúlyozott fúrási technológiához, valamint a gazdaságos fúrólyukszerkezet tervezéséhez, a béléscsőterv elkészítéséhez a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás gradiensvonalainak ismerete elengedhetetlen. Ezt hangsúlyozzák [262] szerzői, és a hazai kőzetviszonyok (kilazult fedőkőzetek, túlnyomásos, sőt szupertúlnyomásos kőzetek az alsó pannóniai formációkban, illetve ezek alján, rendellenesen nagy geotermikus gradiens) közt fokozott fontosságot tulajdonítanak annak, hogy az összes, mélyfúrási művelettel a fúrólyukban keltett nyomásnak megbízhatóan a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás gradiense között kell maradnia. Ennek érdekében a hazai kutatási, feltárási területekre érvényes, s tényleges adatokkal ellenőrzött nyomásgradiensek, az ezekből levezetett kőzetrepesztési nyomásgradiensek megbízható meghatározása a mélyfúrások gazdaságos tervezésének és végrehajtásának sürgős és kulcsfontosságú feladata. [263] szerzői szerint a pórusnyomás kiegyensúlyozásához szükséges öblítőfolyadék-sűrűség helytelen számítása költséges, időt rabló műveleteket okoz a mély- és ultramély fúrásokban. A pórusnyomás keletkezésének földfizikai értelmezése vezet a helyes pórusnyomás-meghatározáshoz, vagyis az ún. formáció-egyensúly gradienshez, ami nem más, mint a formációban levő fluidum

nyomásának és az öblítőiszap felszíni kifolyási helye és a formáció közötti vertikális távolság hányadosa.

A túlnyomás keletkezése részletkérdéseinek tisztázását célzó részlettanulmányok közt [264] szerzői 1500 bar nyomású és 150 C°-ig fűthető triaxiális készülékben vizsgálták a Na-montmorillonit és a kaolinit tömörülési folyamatát, és megállapították, hogy a montmorillonit víztartalma a nyomás növelésével lineárisan, a kaolinité gyorsan csökken. *Gudok* [265] a pórusnyomás geosztatikus összetevőjének szerepét vizsgálta a túlnyomás keletkezésében. [266] szerzői kőzetmagokon az eredeti települési mélységnek megfelelő kőzetvázfeszültség felszíni mérésére, az alakváltozási görbe felvételére alapított pórusnyomás-számítási módszert dolgoztak ki.

A pórusnyomás-gradiens és az ebből levezethető repesztésinyomás-gradiens ismeretének kulcsfontosságára mutat a meghatározásukról szóló publikációk igen nagy száma. A formációk túlnyomása keletkezésének kitűnő összefoglalását adja, és az előrejelzés, fúrással párhuzamos jelzés (fúrásisebesség-szelvényezés, iszapszelvényezés), valamint a geofizikai szelvényezés útján meghatározható szakaszonkénti túlnyomás-detektálás — lényegében utólagos — lehetőségeit értékeli *Parigot* [267]; a tanulmány a védő béléscsőoszlop helyének megválasztására kidolgozott példával zárul.

Az anomális formációnyomás fúrási és geofizikai szelvényezésének módszereit, az ezek nyújtotta lehetőségeket foglalja össze és értékeli *Fertl* [268]. *Goldsmith* [269] a fúrásisebesség-szelvényezés fontosságára és az abból levezethető, vagyis korrigálható optimális iszapsűrűségből fakadó előnyökre mutat rá. *Fontenot* és *Berry* [270] szintén a fúrási sebesség változásából levezethető formációnyomás előrejelzésének fontosságára és pontosítási lehetőségeire figyelmeztetnek, és kijelölik a módszer tökéletesítésének lehetőségeit. [271] szerzői ugyanezt — tehát a „d" tényező szelvényezésének pontosítási lehetőségeit — hangsúlyozzák, és bemutatják a pontosított „d" tényező szelvényének alkalmazási lehetőségét képlékeny kőzetek túlnyomásosságának kimutatására. A [272]-ben *Goldsmith* figyelmeztet arra, hogy — különösen felderítő kutatófúrások esetében — a fúrólyukszerkezet-tervet mindig csak előzetesnek, hozzávetőlegesnek kell tekinteni, s a pontos béléscsősaru-állásokat a fúrás folyamán a fúrási és geofizikai fúrólyuk-szelvényezési módszerek széles köréből nyert információk alapján kell pontosítani.

A túlnyomásos fúrások előrejelzésének számos esetleírása közt [273] a Pó völgyében mélyített ultramély (6000—6500 m közötti talpmélységű) fúrások gazdaságos mélyítése kulcskérdésének a túlnyomásos kőzetek minél pontosabb előrejelzését és ennek alapján a megbízható ellennyomás-szabályozásos fúrási rendszert tekinti. *Conrad* [274] szerint az Anadarko-medencében telepített ultramély fúrások igazolták, hogy az akusztikus és az elektromos fúrólyukszelvények alkalmasak a kiegyensúlyozatlan öblítési technikával fúrható fúrólyukszakaszok kijelölésére. Ha az erősen kiegyensúlyozatlanul fúrt szakaszokból nem kaptak jelentős beáramlást az öblítés, vagyis fúrás közben, ez a tény egyúttal azt a fontos információt is nyújtotta, hogy abból a szakaszból gazdaságos termelés sem várható. *Gill* és *Gregg* [275] az északi-tengeri fúrásokban felvett pórusnyomásszelvények értelmezési, vagyis a normális tömörülési irányzat kijelölésének nehézségeiről értekeznek, és az agyagtényező szelvényét alkalmasnak ítélik a törések, áttolódások kimutatására. Rámutatnak arra a tapasztalatra is, hogy a túlnyomásos tercier — ún. ragadós — agyagok kiegyensúlyozatlan nyomású öblítéssel való fúrása nem tanácsos, célravezetőbb a pontos iszapsűrűség betartásával megoldott kiegyensúlyozott, vagyis szabályozott fúrási technológia. [276] a Csecsen-Ingus Autonóm Terület nagymélységű fúrásainak túlnyomás-előrejelzése, illetve túlnyomásjelzése (geofizikai fúrólyuk-szelvényezés és furadékszelvényezés) alapján megvalósított kiegyensúlyozott — sőt helyenként kiegyensúlyozatlan — öblítéses fúrási technológia alapján az 5600 m végmélységű fúrások szerkezetét az előzetes 5 oszlopos megoldás helyett 4 béléscsőoszlopos szerkezetre sikerült egyszerűsíteni.

1.3.5. Nagymélységű fúrások

Bár az USA és ezzel a világ nagymélységű, illetve ultramély fúrási tevékenysége mind 1974-ben [277, 278], mind pedig 1975-ben (PE 1976 *3* 19—22 25—30 32, 34) — az 1972—73. évi csúcshoz képest — tovább csökkent; az érdeklődés a nagymélységű fúrások, illetve a nagymélységű fúrások technológiája iránt töretlenül fennáll, sőt fokozódni látszik. Ennek a megállapításnak legékesebb bizonyítéka az, hogy a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus ismét programba iktatta egy keretvita formájában az ultramély — tehát a 20 000 lábnál, vagyis kereken 6100 m-nél mélyebb — fúrások problémakörét [279]. A keretvita vezérelőadója *Postgate* [280] rámutatott arra, hogy a világ számos reményteljes, igen vastag — helyenként a 9000 m-t is meghaladó vastagságú — üledékkel kitöltött medencéjében folyik szénhidrogén-kutatás. Megállapítja, hogy bár az ultramély fúrásokat igen nagy nehézségek elé állítja a savanyú gáz okozta korrózió és a nagy hőmérséklet, mégis megvan a lehetőség a 9000 m-nél is mélyebb fúrásokra. *Postgate* kimondja, hogy a legnagyobb nehézséget nem a fúróberendezések teherbírásának korlátai, hanem a kőzetek mélységbeli jellemzői és a tárolóformációkban levő fluidum jelentik. Az elérhető mélységet korlátozó tényezők ugyan egyelőre még talán ismeretlenek, de jelenleg kétségtelenül a legnagyobb nehézséget az ultra- és szupermély fúrások technológiája szempontjából a mélybeli nagy hőmérséklet okozza. Ez a megállapítás érvényes a fúrási folyadékok (öblítőfolyadékok, cementtej és a repesztő, kezelő folyadékok) hőtűrésére, az acélok szilárdságának, korrózióállóságának csökkenésére és a mélybeli eszközök, műszerek hőállóságára. Az biztos, hogy jelentős fejlődést kell elérni a szulfidos korrózió leküzdésében, a fúrólyuk-szelvényezés, a perforáló eszközök és a rugalmas tömítések és nem kevésbé az olcsóbb fúrási technológia kifejlesztése terén. További fontos követelmény az ultramély fúrások gazdaságos és biztonságos fúrása érdekében az irányító és végrehajtó személyzet folytonos és igen intenzív továbbképzése.

Éppen a mélyben várható hőmérsékletek, vagyis a szénhidrogének hőstabilitása szemszögéből vizsgálja és a világszerte eddig publikált kutatási eredményeket szintetizálja *Hunt* [281]. A megvalósult, s a földkéregbe közel 10 km-ig hatoló fúrások és a 12 km-es fúrási tervek jogosan vetik fel ugyanis a kérdést, mekkora mély-

ségig lehet számítani a szénhidrogének és milyen szénhidrogének előfordulására. A kérdést *Hunt* a szénhidrogének keletkezése és elbomlása szemszögéből, tehát geokémiai szemszögből vizsgálja. A geokémiai kutatási eredményeket összefoglaló diagram a mélység és a hozzárendelt hőmérséklet függvényében tünteti fel az előfordulás valószínűségét, illetve lehetőségét. [282] *Hunt* összefoglaló diagramját a hazai rendellenesen nagy kőzethőmérsékletnek megfelelő mélységskálához koordinálja, és ennek alapján leszögezi, hogy nemcsak a szénhidrogén-előfordulás lehetőségét kell e szerint a skála szerint értékelni, hanem ennek megfelelően a 4000—5000 m mélységű hazai fúrásoknál a normális hőmérséklet-gradiensű területen fekvő 7000—8000 m-es fúrásoknak megfelelő hőmérséklet esetén várható nehézségekre kell számítani.

Egyébként az ultramély fúrások esetleírásai közül számos foglalkozik a rendellenesen nagy nyomás és hőmérséklet okozta fúrástechnológiai nehézségekkel, amelyek fokozzák a kén-hidrogénes szennyezésű gázok amúgy is nagy korróziós veszélyét.

A 9000 m-nél mélyebb két világrekordfúrás összehasonlító fúrástechnikai összefoglalása [283] is azzal a következtetéssel zárul, hogy a 9000 m-nél mélyebb fúrások lemélyítése mechanikai szempontból lehetséges. A fellépő igen nagy nyomás és a savanyúgáz-előfordulás különlegesen nagy követelményeket állít a felszíni lyukfejszerelvények nyomás- és korrózióállósága szempontjából. Egyébként a világ legmélyebb (Bertha Rogers-1, 9583 m) fúrásában lefolytatott világrekord-mélységű (9159 m) mentési műveletről (fúrócsőtörést követő mentőszerszám-megszorulás, majd annak felszabadítása után a lent maradt mintegy 1200 m fúrószerszám kimentése) számol be [284].

A rendellenesen nagy nyomás, nagy hőmérséklet (6800 m-ben 1540 bar, 180—190 C°) és az igen súlyos korróziós körülmények (metán, 27—46% H_2S- és 3—10% CO_2-szennyezéssel) teszik rendkívül nehézzé a Mississippi állambeli Piney Woods-mező 6800 m mélységű fúrásait. *Hamby* és *Tuttle* [285] a Shell Társaság $2^1/_2$ éves fúrási tapasztalatai alapján leszögezik, hogy az ilyen nehéz körülmények között a kutak mélyítése a jelenleg szabványosnál nagyobb szilárdságú és szulfidos korrózionak ellenálló kútfejszerelvényeket (2100 bar üzemnyomású korrózióálló kútfejszerelvény kifejlesztése folyamatban van) béléscsöveket és termelőcsöveket igényel. A kutak kiképzéséhez, kezeléséhez ugyancsak a szulfidos korrózionak ellenálló, mélybeli kútszerelvényekre, nagynyomású műveletekre alkalmas acélhuzalos eszközökre van szükség. Igen fontos továbbá az ilyen kutakat fúró és kezelő személyzet fokozott balesetvédelmi kiképzése.

A kiegyensúlyozott és szakaszonként kiegyensúlyozatlan fúrási technológia, a gondos tervezés eredményeként könyvelhető el a nyugat-texasi Menton-mezőben kereken 6500 m mélységre 144 nap alatt 24 fúróval lemélyített kút, amelynek öblítőiszap-költsége a 2 millió $-os összes fúrási költségnek mindössze 7%-a volt [286].

Úgyszintén a kiegyensúlyozott és a kiegyensúlyozatlan öblítésű, vagyis szabályozott nyomású fúrási technológia és az invert emulziós öblítőiszap alkalmazása az alapja az itáliai ultramély Malossa-mező fúrásainak, amelyekben 4000 m-től erősen (50—60%-osan) túlnyomásosak a formációk. A 6170 m mély felfedező fúrás nyomán további 3 fúrás folyamatban van. Összesen 20—30 ultramély fúrás telepítését tervezik [287].

[288] szerzői a várhatóan szintén rendellenesen nagy nyomású (7200 m-ben 825—850 bar) és nagy hőmérsékletű formációkat harántoló kaukázusi, 7500 m-re tervezett s 1974 végéig ténylegesen 7020 m-ig lemélyített *Bur-1* fúrásról számolnak be. Ezt a fúrást azóta 7198 m végleges mélységgel be is fejezték (NH 1976 *9* 13—7), s 7198 m-ben 228 C° tényleges hőmérsékletet mértek.

Uhlman [289] úgy értékeli a kanadai Melville arktikus szigeten sikeresen mélyített 5415 m-es kutatófúrást, mint amelyik új fejezetet nyit az arktikus fúrások terén. Ez a Calgary-tól 2880 km-re É-ra fekvő fúrás összesen 8 millió $-ba került, és 274 napot vett igénybe, s ebből 119 nap volt a rotációs idő. A fúrás egyik súlyos üzemzavara a 3500 kN teherbírású rotari horog hideg okozta rideg törése volt. További nehézségeket okozott a $9^5/_8$″-es béléscső beépítés közbeni szakadása és egy kitörés a $13^3/_8$″-es béléscsőoszlop cementezésekor.

A nagymélységű fúrások technológiáját érintő közlemények közül kiemelhető [290], amely könyv alakjában foglalja össze a felső, nagy átmérőjű lyukszakaszok kialakult technológiai módszereit, különös tekintettel a fúrólyukak egyenességére és függőlegességére, s az ezt biztosító szerszám-összeállításra. *Lechler* [291] a nagymélységű gázkutak termelő béléscsőoszlopainak cementezésekor — különösen ha savanyúgáz-tároló rétegeket átfedő béléscsőoszlopok cementezése a feladat — fellépő cementezési hibák elkerülésének lehetőségeit mérlegeli; külön szól a beakasztott termelési béléscsőoszlopok cementezéséről. [292] a beakasztott termelési béléscsőoszloppal kiképzett nagynyomású gázkutak kiképzésének négy megoldását mutatja be, amelyek közül az első a beakasztott béléscsőoszlopban, közvetlenül a perforáció fölé helyezi a termelési pakkert; a másodikban a pakker a beakasztott béléscsőoszlop tetejére, annak megnövelt átmérőjű toldatába kerül; a harmadik és negyedik kútkiképzési változat a nagynyomású és nagy hőmérsékletű gázkutak céljaira a termelőcső hosszváltozására számítva hosszú csúszóhüvelyes közdarabot alkalmaz, és ebben egyenlítődhet ki a termelőcső nyúlása, természetesen megfelelő tömítőgyűrűs végződéssel.

1.3.6. Béléscsövezés, cementezés

A béléscsőoszlopok méretezésekor megengedhető maximális igénybevételek pontosítása szempontjából a legnagyobb figyelem a külső nyomás okozta horpadási szilárdságra irányult. *Mehdizadeh* [293] a gyártási eljárás egyes fázisainak, így elsősorban az enyhe megeresztéses edzés, a hideg egyengetés okozta maradó feszültségek hatását vizsgálva megállapítja, hogy a tökéletes megeresztéssel szemben az enyhe megeresztéses eljárás 10—40%-kal kisebb horpadási szilárdságot eredményez, a forgatásos hidegegyengetés 0,15—0,20 bar maradó feszültsége ugyancsak 10—40%-kal csökkenti a horpadási szilárdságot. *Mehdizadeh* a horpadási szilárdság vizsgálatára módszert dolgozott ki. *Reynolds* [294] rámutat arra, hogy a hőkezelés nélküli béléscsövek nem alkalmasak a kis hőmérséklet körül-

ményei között az igénybevételek elviselésére, s ezért a kis hőmérséklettel szembeni hőtűrés fokozására a normalizált vagy hőkezelt csövek alkalmazását javasolja. A ferdefúrás követelményei a Buttress-menetes kapcsolatot, az arktikus körülmények a zárt kivitelű menetvédők alkalmazását indokolják. [295] a béléscsövek falvastagság-egyenetlensége következtében fellépő kritikus külső túlnyomásának csökkenésére mutat rá; *Viszlobickij* [296] a maximális lehetséges elmozdulások elve alapján analitikai úton levezetett és a kísérletileg meghatározott kritikus külső túlnyomások között jó egyezőséget talált. *Szel'vascsuk* [297] a kritikus külső és belső nyomás növelése érdekében, a nagymélységű fúrások céljaira üvegszálas műanyaggal erősített béléscsöveket javasol, amelyek kritikus külső nyomása négyszer, kritikus belső túlnyomása pedig háromszor nagyobb, mint az erősítés nélkülieké. [298] szerzői az API-béléscsövek menetes kapcsolatainak tömör zárását vizsgálták, és megállapították, hogy a dinamikus hatások jelentősen befolyásolják a menetes kapcsolatok tömör zárását, ezért a csőoszlopok félüzemi felülvizsgálatát javasolják.

Az API-béléscsövek teljesítményadatait összefoglaló 5C2 Bulletin legújabb kiadása [299] már tartalmazza a módosított N-80 acélanyagból készült, vagyis az L-80 anyagfokozatú csövek kritikus szilárdsági adatait is. Japán szerzők [300] a nedves kén-hidrogén okozta, korrózionak, vagyis rideg törésnek ellenálló acél kifejlesztéséről, [301] szerzői pedig az SAE 4135 acél módosított változatának (0,75% Mo és 0,035% Cb) a kén-hidrogén okozta korrózióval szembeni nagyobb ellenállására mutatnak rá.

Elsősorban a korrózióállóság lehet az indoka annak, hogy az API kísérletképpen —5 $^1/_2$″—10 $^3/_4$″ méthatárok közt — 560 bar gyűrűszilárdságú (CT-80 anyagminőség) üvegszállal erősített műanyagból (epoxigyanta, poliészter) készített béléscsöveket és termelőcsöveket szabványosított [302]. A csövek menetes-karmantyús és integrál menetes változatban készülhetnek.

A beépített béléscsövek tényleges meghibásodását, elsősorban összeroppanását számos tanulmány tárgyalja. Ezek között [303] szerint a fúrólyuk körül a kőzetgyűrű hőmérsékletének változása a béléscső beépítése után járulékos radiális feszültséget vált ki, ami a matematikai elemzés szerint összeroppanást okozhat. [304] szerzői rámutatnak arra, hogy a fúrólyukfalra fekvő béléscső mögött elcementezetlen szakasz — öblítőiszap-zárvány — marad, és a változó hőmérséklet miatt ez az így csak részben becementezett csőoszlop az öblítőiszappal töltött gyűrűs tér irányába mozdul el, és különösen akkor, ha a kőzetek a cső mögött kemények, a béléscső fokozatosan elveszti stabilitását, s először a körkeresztmetszet oválissá, majd nyolcas formájúvá deformálódik. [305] és [306] szerzői a képlékeny kőzetek horpasztó hatását a kőzetek effektív viszkozitásával és a fúrólyuk-keresztmetszet szűkülésének sebességével hozzák összefüggésbe. Az utóbbi kőzetmagokon végzett felszíni vizsgálatok alapján előre jelezhető, bár a felszínen mért szűkülés sebessége a valóságban a fúrólyukban mértnél valamivel kisebb.

A ferde fúrólyukba beépítendő béléscsőoszlop méretezésére a *Woodlan* és *Powell* [307] által kidolgozott módszer mindazt a tényezőt figyelembe veszi, ami az irányított ferdefúrásokban többlet-igénybevételként felléphet az egyenes fúrólyukakhoz képest.

A béléscsőoszlop beépítését érintő tanulmányok közt [308] szerzői, figyelembe véve az átfúrt kőzetek felrepesztési szilárdságát, példán mutatják be: mely szakaszokon milyen sebesség engedhető meg a béléscsőoszlop beépítésekor. *Pirverdjan* [309] a visszacsapó szelepes béléscsőoszlopok beépítésekor ébredő nyomáshullámok számításakor a rétegbe való folyadékkiszűrődés figyelembevételét is javasolja.

Darcsuk [310] a béléscsőrakatok és a kitörésgátlók zárásának (belső nyomással szembeni ellenállásának) vizsgálatára kifejlesztett pakkert írja le. A béléscsőoszlop belső nyomáspróbájára vonatkozó előírásokat bírálja [311].

[312] szerzői a nagy átmérőjű béléscsövek perforálás okozta alakváltozásáról megállapítják, hogy az helyi jellegű képlékeny alakváltozás. *Nelson* [313] a termikus kitermelési módszer és a homokkitermelés együttes hatását elemezve megoldásokat javasol a kihajlás, illetve a béléscsősérülés elkerülésére.

A fúrólyukak átlagos mélységének folyamatos növekedése világszerte tovább tartott; ezzel magyarázható, hogy nem lanyhult az érdeklődés a béléscsőkopás okainak vizsgálata és mérséklési lehetőségei iránt. A fúrócső forgatása okozta kopás értékelésére szerkesztett kísérleti készülékben végzett vizsgálatok [314] megerősítették a védő gumigyűrűk alkalmazásának indokoltságát, éspedig mind az abrazív, mind pedig a nem abrazív hatású öblítőiszap esetében. A [315]* által leírt, a fúrószerszám ki-és beépítése és a kötél mozgatása által okozott kopás szimulálására szerkesztett, kísérleti készülékben végzett vizsgálatok alapján *Bradley* és *McEwer* leszögezik, hogy a fúrószerszám ki- és beépítése következtében a legjelentősebb a kopás, ha a béléscső vízzel van feltöltve, mérsékeltebb nem nehezített öblítőiszapban és a legkisebb, ha nehezített öblítőiszappal van feltöltve a béléscsövezett fúrólyuk. Általában a nagyobb szilárdságú acélcsőben nagyobb mérvű kopás tapasztalható, mint a kisebb szilárdságúban; a kopás maximális mélysége $^1/_3$-dal nagyobb, mint az átlagos kopási mérték. A béléscsőben mozgó drótkötél (acélhuzal) okozta kopás a végrehajtott vizsgálatok eredményei szerint a béléscsövet feltöltő vízbe adott barit és furadék hatására fokozódik; öblítőiszapban ez a hatás mérsékeltebb. Homok jelenléte viszont fokozza a kötél mozgása okozta béléscsőkopást. A koptatás mértéke nagyobb a K-55 anyagfokozatú béléscsőben, mint a P-110-ben.

A kérdéskomplexumot tovább érlelve *Bradley* és *Fontenot* [316]* úgy foglalják össze kísérleteik eredményét, hogy: 1. a fúrószár forgatása a legjelentősebb kopást okozó tényező, amelyen — különösen nagy érintkezési nyomás esetén — segít a védő gumigyűrű; 2. új keményfém védőgyűrűs tool-jointokat sohasem szabad béléscsőben forgatni; 3. a drótkötél, kábel okozta kopás nem jelentős; 4. a könyökök okozta veszély nagyobb, mint azt az irányított ferdefúrásokkal kapcsolatban figyelembe szokták venni; 5. mindegyik kopási esetben az érintkezési nyomás és a kopás mértéke közötti összefüggés nem lineáris; 6. gélesítő anyagok, barit vagy egyéb nem abrazív szilárd anyag csökkenti a fúrócső mozgása okozta, de növeli a kötél mozgása okozta kopást; 7. a béléscső acélanyagának fokozata a kötél okozta kopás mértékét nem befolyásolja.

Bradley és *Fontenot* összefoglalását a fúrószár ki- és beépítése okozta kopás vizsgálatáról *Lubinski* kiterjesztette a lyukkönyökökben elhelyezkedő béléscsőszakaszokra. *Bradley* egy további kétrészes tanulmányban [317] elemezte a béléscsőkopás hatását a béléscsőkapcsolat és a kopott, valamint az ép béléscső belső nyomás okozta felrepedésére. Az első tanulmány szerint a béléscső menetes kapcsolatát a belsőnyomásállóság szempontjából nem érinti a kopás, a második tanulmány szerint jelentős mértékű béléscsőkopás tolerálható a belső nyomás okozta felrepedés szempontjából.

Montague [318] hangsúlyozza, hogy a régebben elsősorban a fúrócső védelmére felhúzott gumigyűrű a béléscső védelmét is szolgálja, s mint ilyen a kitörésvédelemnek is jelentős tényezője. Hatásosságát a védő gumigyűrűk átmérőjének folyamatos ellenőrzése fokozza. [319] szerzői a védő gumigyűrűk jelentőségét nemcsak a béléscső kopásvédelme, hanem a kedvezőbb súrlódási tényező biztosítása szempontjából is értékelik.

A cementezés problémakörét több monográfiaszerű könyv érinti, illetve foglalja össze. Így *Mirzadzsanzade* [320] szerzőtársaival a cementtejeknek legmegfelelőbb reológiai modellből kiindulva a turbulens áramlás során fellépő súrlódási nyomásveszteségek csökkentésének lehetőségeit vizsgálja (adalékolás, mágneses tér alkalmazása stb.). [320] szerzői modellt állítanak fel a cementtej és az iszapféleségek közötti keveredő és nem keveredő kiszorításra. Az elválasztásra viszkózus-rugalmas, szivattyúzható közeget (formaldehidet, rezorcingyantát) javasolnak. Könyvükben a cementkő jellemzőinek vizsgálatán kívül kitérnek a cementkövön keresztül fellépő gázszivárgás okainak elemzésére, kísérleti vizsgálatára, mérésére. A könyv foglalkozik a béléscső-cementezés során fellépő nehézségekkel (kőzetrepesztés, folyadékelnyelés, hidraulikus ütés okozta béléscső-felrepedés stb.) is. *Sadrin* [321] könyvében a béléscső-cementezést elsősorban a végrehajtás szemszögéből tárgyalja. Kitér a lyukfal végleges biztosításának feltételeire, az ezeket befolyásoló földtani és műszaki tényezőkre, a folyamat főbb szakaszaira. A cementtejek főbb fajtáinak összefoglalása után részletesen értékeli a cementtej jellemzőit befolyásoló adalékokat, azok alkalmazási lehetőségeit; bőséges fejezeteket szentel *Sadrin* a cement tárolásának, szállításának, elosztásának, valamint a cementezés műveletéhez szükséges felszíni és mélybeli eszközöknek, szerszámoknak.

A cementezéshez használt szabványos cementfajták körét az API-szabvány nem bővítette ugyan, de egy kiegészítés [322] táblázatosan osztályokba sorolja az API-jogosítású cementgyárak kereskedelmi elnevezésű cementféleségeit. Igen bőséges irodalom foglalkozik viszont a különleges cement-, illetve cementtejféleségekkel. Ezek sorában *Tarnavszkij* [323] a kén-hidrogénes fluidumot tároló formációkat harántoló fúrólyukak cementezéséhez különleges klinkerásvány-összetételű cementet ismertet; [324] szerzői pedig a mangüslaki mezőben alkalmazott diatomeaföld-adalékos cementről, az abból készített 1,42—1,45 sűrűségű cementtejjel végrehajtott igen nagy számú sikeres cementezési műveletről számolnak be. Különleges célokra (folyadékveszteség elkerülésére, homokbeáramlás meggátlására, kőzetrepesztéssel kombinálva nagy áteresztőképesség biztosítására stb.) kis sűrűségű cement előállítását habcement formájában [325] szerzői írják le; ez lényegében nem más, mint API G típusú tenziddel adalékolt cementből vízzel és levegővel készített cementtej. Ha a habcementből megszilárdult cementkő porozitása 52%-nál nagyobb, akkor nagy az áteresztőképessége; ez alatti porozitáshoz kis permeabilitás is tartozik. A habcementnek mikroszkopikus pórusai ugyanis részben érintkeznek egymással, részben függetlenek egymástól. Másrészről *Klügl* és szerzőtársai [326] a cementtejek habzásának meggátlására nem iogén tenzideket, szilikonokat javasolnak. [327] szerzői polimer-(0,6—5,0% furfurol-) adalékolású cementtej jó szivattyúzhatóságára, és a belőle képződött cementkő igen kis áteresztőképességére mutatnak rá. [328] fordított emulziós cementtejet ír le, amelynek egyik fázisa zsírsavak szappanjaival dúsított dízelolaj, a másik vízzel nedvesített cementpor. Az így készített cementtej elsősorban nagynyomású gázkutak cementezéséhez ajánlható, annál is inkább, mert a belőle képződött cementkő áteresztőképessége mindössze 0,05—0,06 mD. [329] kromátadagolású duzzadó cementek tulajdonságát, viselkedését nagy nyomáson és hőmérsékleten írja le. [330]* szerzői lényegében különleges cementről, illetve cementtejről számolnak be, amikor a tengeri fúrás adottságai következtében mind jobban terjedő sósvíz-közegű cementtej jellemzőit és az azzal végzett műveletet elemzik. Kiemelik, hogy a sósvíz-közegű cementtej egyébként előnyös a rövidebb sűrűsödési, kötési ideje és így rövidebb cementkötési szükségessége, valamint a duzzadó jellege következtében.

A cement és cementtej vizsgálatára ajánlott API-gyakorlat kiegészítése [331] — a nagynyomású konzisztométerben végzendő szimulált sűrűsödési vizsgálatok céljaira — tökéletesített és nagyobb fúrólyukmélységekbe beépített béléscsőoszlopok cementezéséhez tartozó nyomás- és hőmérséklet-emelkedési sémákat közöl.

A cementtej kedvezőbb reológiai és kötési tulajdonságainak beállítása változatlanul az érdeklődés előterében állt, amit számos publikáció bizonyít. [332] a hidraulikus áramlási ellenállások csökkentésére alkalmas reagenseket javasol; a kötésidő borkősavval való késleltetésének nehézségeiről [333] értekezik.

A béléscső-cementezési művelet sikerének valószínűségét [334] az elválasztó folyadékok minőségének (sűrűségének) és mennyiségének helyes megválasztása fokozza. [335] szerzői a sikeres cementezés érdekében — különösen akkor, ha a cementtejjel folyadékveszteséget okozó repedések, kavernák elzárása is a cél — elengedhetetlennek tartják a cementtej előtt és után az elválasztó dugók alkalmazását. [336] a béléscső-cementezés hidrodinamikai viszonyai és a megbízható tárolóréteg-elkülönítés közötti kapcsolatot — az elvégzett műveletek eredményei alapján — matematikai statisztikai úton vizsgálja; ennek alapján meghatározhatónak tartja a cementtej helyes mennyiségét és a kőzetek felrepedését elkerülő, de jó iszapkiszorítást eredményező felfelé áramlási sebességet a gyűrűs térben.

Visszatérve az elválasztó folyadékokra, azok alkalmazását *Bulatov* és szerzőtársai [337] minden esetben elengedhetetlennek tartják, és a folyadékok minimális és kritikus mennyiségének meghatározására összefüggéseket dolgoztak ki. [338] abráziós elválasztó folyadék sikeres alkalmazásáról számol be; [339] szerzői

pedig poliakril-amid vizes oldatából viszkózus-rugalmas elválasztó folyadékdugó alkalmazását javasolják. *Tschirley* [340] az olajközegű öblítőiszappal fúrt ultramély fúrások céljaira olajközegű elválasztó folyadék összetételét és sikeres alkalmazását írja le. *Carney* [341] invert emulziós „egylépcsős" elválasztó folyadékot javasol a nagymélységű beakasztott béléscsőoszlopok sikeres cementezéséhez.

A béléscső mögött megszilárdult cementkő hővezető képességéről *Titkov* és *Potapov* [342] ír, a béléscső mögötti cementpalást kölcsönhatását, illetve a cementpalást szilárdságát [343] szerzői elemzik. A hidrosztatikus nyomás csökkenését a kötés alatt, illetve az ennek következtében lehetséges gázbeáramlás elemzése során [344] szerzői ezt a jelenséget a víz-cement tényezővel, a hőmérséklettel és a nyomással hozzák kapcsolatba. [345] a gázosodást a cementpalástban — a megfelelő kiszorításon kívül — elsősorban a cementtej minél jobb víztartó képességével látja megakadályozhatónak.

A cementezési művelet eszközei közül [346] új rendszerű cementezőfejet ismertet; [347] a cementezőegységek közötti nyomáseloszlást műszeres mérések alapján elemzi. *Paroulek* és *Smolik* [348] a tárolóréteg szennyezésének elkerülésére új rendszerű külső béléscsőpakkerrel végezhető műveletet írnak le.

Beirute [349] a béléscső-cementezés tervezéséhez és végrehajtásához rendelkezésre álló számítógépes részprogramokból integrált teljes program alapján kidolgozható béléscső-cementezési tervről számol be. [350] a cementezés végrehajtásához választható felszíni berendezések optimumának kiválasztására számítógépes módszert mutat be.

A béléscső-cementezés jóságát vizsgáló módszerek között [351] az északi-tengeri fúrások cementkötési szelvényezési műveleteit, azok megbízhatóságát értékeli. *Holm* és *Kleinegger* [352] motorizált szondával megoldott orientált cementsűrűségi szelvényezési módszerről tájékoztat. [353] az excentrikus gyűrűs tér cementtejjel való kitöltésének fokáról akusztikus szelvényezéssel lehetséges információiról tudósít. *Schaumberg* [354] a becementezett béléscsőoszlop nyomáspróbájának veszélyeire figyelmeztet, és kiemelten elemzi a cement szilárdulása előtti nyomáspróbával járó mikro-gyűrűstér keletkezésének folyamatát.

A nagy hőmérsékletű, nagymélységű kutak cementezésére a Szovjetunióban változatlanul a kohósalakcementet használják. A kohósalak alapú cementekről és ezek alkalmazásáról nagy hőmérsékletű, nagymélységű kutak béléscső-cementezésekor *Bulatov* és *Novohatszkij* [355] könyv alakban adnak áttekintést. [356] a kohósalak alapú cement furfurollal való stabilizálását javasolja. *Crinkelmeyer* [357] különböző összetételű cementek számítógépes elemzése alapján leszögezi, hogy elkülöníthetők azok a kémiai tényezők, amelyeknek a legnagyobb befolyásuk van a nagymélységű és nagy hőmérsékletű fúrások béléscső-cementezésekor a gyors kötésre. Ezen az alapon egyenleteket állít a várható fúrólyukviszonyok között a cement kötési, illetve sűrűsödési idejelének előrejelzésére, néhány cementjellemző feltétele mellett. *Pertik* [358] a hazai mély és nagymélységű, de mindenképpen rendellenesen nagy hőmérsékletű fúrások béléscsőoszlopainak cementezéséhez normális, könnyített és nehezített cementtejek összetételére tesz javaslatot, éspedig 180 C°-ig kvarclisztadalékos, borkősavval késleltetett portlandcementet, 220 C°-ig kohósalakcementet; a sűrűséget kovaföld-, illetve hematinadalékolással beállítva.

A mély és az ultramély fúrások szerkezetében mind elterjedtebb beakasztott béléscsőoszlopokhoz kialakult beépítési és cementezési technológiát *Lindsey* foglalta össze [359]. Összefoglalása első két — 1974-ben megjelent — részében ismertette a különféle célú és megoldású beakasztott béléscsőoszlopok fajtáit, a beakasztott béléscsőoszlop ültetéséhez, illetve akasztásához szükséges szerelvényeket; kiemeli a beakasztott béléscsőoszlop cementezési művelete gondos reológiai tervezésének követelményét, a cementezés előtti alapos öblítés, a cementtejkeverés és a homogenizálás együttesének, a pontos kiszorítás, valamint a művelet befejezése után a fúrólyuk nyomás alatti lezárásának szükségességét. A tanulmány harmadik részében *Lindsey* kitér a beakasztott és cementezett béléscsőoszlop cementkötés utáni műveleteinek: a tisztításnak, az esetleges béléscsőtoldásnak részleteire. Elsősorban a béléscsőoszlop beakasztásának szempontjait emeli ki, és a Lengyelországban használatos eszközöket ismerteti *Uliasz* [360].

Az irányított ferde gázkutak cementezésének követelményeit elemezve *Cook* és *Carter* [361] az alábbi tényezők helyes beállítását, illetve az alábbi szempontok figyelembevételét tartja fontosnak a béléscső mögött gázmigráció elkerülésére: 1. az öblítőiszap és cementtej sűrűségének beállítását; 2. a cementtej kis vízleadását; 3. a cementtej viszkozitásának és gélerősségének beállítását; 4. az iszaplepény eltávolítását; 5. a központosítást; 6. a béléscsőoszlop mozgatását; 7. a kötési idő helyes beállítását a várható hőmérsékletnek megfelelően. Az utóbbi szempont fontosságára mutat az a tény, hogy az API Szabványosítási Bizottsága a beakasztott béléscsőoszlop cementezéséhez kevert cementtej nagynyomású konzisztométeres vizsgálatához — a különböző hőmérsékleti gradiensekre érvényes — új szimulációs jegyzékeket dolgozott ki [362]. — 245 kujbisevi ferde-, illetve elferdült fúrás sikeres és sikertelen béléscső-cementezésének értékelése alapján [363] kimondja, hogyha a fúrólyuk dölésszöge 6°-nál nagyobb, akkor a cementezéskor a csőoszlop mozgatásától nem szabad eltekinteni, feltétlenül előmosó folyadékot kell alkalmazni, és a cementtejet a viszkozitás és vízleadás csökkentésére adalékolni kell. [364] szerzői a nagy dőlésű fúrások sikeres cementezése érdekében új, merev béléscső-központosítót javasolnak. *Pierrot* [365] gaboni irányított ferdefúrások sikeres cementezési műveleteinek részletesen elemzett esetleírása során bemutatja a 45°-ig terjedő dőlésű kutak béléscső-központosítókkal és béléscső-kaparókkal való felszerelésének tervét.

A másodlagos cementezési műveletek leglényegesebbjének, a nyomásos cementezésnek felülvizsgált összefoglalásában *Rike* [366]* leszögezi, hogy bár a nyomásos cementezés technológiája jól kidolgozott és bőségesen publikált, de gyakorlatilag még mindig sok a sikertelen nyomásos cementezési művelet. *Rike* három téves begyökeresedett elképzeléssel (a cementtej behatol a formáció pórusaiba; a perforációk mindegyike eleve nyitott, tiszta; a cement egy horizontális lepény formájában helyezkedik el a formációban) magyarázza a sikertelenséget, amelyet a nyomásos cementezések sikere érdekében helyes szemlélettel kell felcserélni.

[367] szerzői a másodlagos cementezés eredményeinek előrejelzésére diagnosztikai módszert mutatnak be.

A béléscső-cementezés ideiglenes helyettesítését gélesített vízzel írja le *Henry* [368]; ez a megoldás lehetővé teszi a termelési béléscsőoszlop becementezése után a technikai béléscsőoszlop kiépítését, és így lényegileg egy rövid vezető béléscsőoszloppal és a termelési béléscsőoszloppal az egyszerű és olcsó kútkiképzést.

1.3.7. Fúrási üzemzavarok, mentés

A fúrás műveletét megszakító üzemzavarokat érintő publikációk közül a legtöbb *a kitörés leküzdésére, illetve megelőzésére*, vagyis — és főleg — a szabályozott nyomású fúrásra, az ennek előfeltételét képező pórusnyomás- és kőzetrepesztésinyomás-előrejelzésre vonatkozik.

A túlnyomás keletkezéséről, előrejelzéséről, valamint a fúrással párhuzamos jelzéséről világszerte megjelent 311 publikáció értékelt összefoglalását [369] adta közre a VINITI (*Szovjet Össz-szövetségi Tudományos és Technikai Információs Intézet*). Ugyancsak a formációk túlnyomásosságának keletkezéséről kialakult elméleteket foglalta össze *Parigot* [370], aki amellett, hogy tanulmányában értékeli a túlnyomásos formációk előrejelzésének, fúrással párhuzamos jelzésének, valamint lefúrt szakaszonként geofizikai fúrólyuk-szelvényezéssel utólagosan végezhető detektálási módszereit, összefoglalását — e módszerek alkalmazásaként — a védő béléscsőoszlop helyének kiválasztására és pontosítására kidolgozott példával zárja le. [371] kimutatja, hogy ahol a gyors szedimentációból ered a formációk túlnyomásossága, ott a digitalizált geofizikai szelvények felhasználásával előre jelezhető a nem tömörült, vagyis a túlnyomásos formációk jelenléte; kétféle számítógépes módszert mutat be az értelmezésre, és leszögezi, hogy ezek az eljárások alkalmasak a litológiai változások és a hibás adatokból adódó értelmezési tévedések kiküszöbölésére. A túlnyomás előrejelzésének, és ezzel a kitörések megelőzésének egy-egy területre alkalmazott példái között *Gill* és *Gregg* [372] az északi-tengeri fúrások példáival bizonyítják, hogy az agyagtényező mélység szerinti változása, illetve az agyagformációk sűrűségszelvényei nemcsak a túlnyomásosság, hanem a törések, áttolódások kimutatására is alkalmasak. [373] dél-kínai-tengeri fúrások esetleírásai alapján kiemeli a különféle túlnyomás-előrejelzési és jelzési módszerek egymás mellett való értékelésének fontosságát; külön szól a kifolyó öblítőiszap hőmérsékletszelvénye nyújtotta lehetőségről a védő béléscsőoszlopok saruja helyének pontosítására. *Csaba* [374] magyarországi (dél-alföldi) túlnyomás-előrejelzési példák bemutatása alapján leszögezi, hogy a zárt tárolókőzetek különféle kialakulási módjai miatt az előrejelzési módszerek komplex rendszerét célszerű alkalmazni.

A hirtelen gázbeáramlásból kialakulható kitörés tanulmányozására épített készülékben végzett modellkísérletek alapján *Rader* és szerzőtársai [375]* megállapították, hogy a beáramlott gázdugó féloldalasan áramlik felfelé, és egyidejűleg a gyűrűs tér másik oldalán folyadék-visszaáramlás tapasztalható. Számos tényező (átmérők, sűrűségkülönbség a folyadék és gáz között, a folyadék reológiai jellemzői, folyadékáramlási sebesség) figyelembevételével a szerzők empirikus formulát állítottak fel a gázdugó felemelkedési sebességének meghatározására; megállapították továbbá, hogy a gázdugó állandó talpnyomás feltételével való kiöblítéséhez szükséges gyűrűstér-ellennyomás görbe a valóságban jelentősen eltérő lesz, mint az elméletileg számítható forma (a tényleges nyomáshullám maximuma kisebb, a hullám elnyújtottabb). *Barrios* és *Mahony* [376] a tárolóréteg lehetséges hozamának a beáramlott gázdugóból való kiszámítására mutatnak be módszert. *Pilkington* és *Niehaus* [377] egy adott védő csőoszloppal, illetve annak saruja alatt legkönnyebben felrepeszthető kőzettel tolerálható, hirtelen beáramlásból eredő felszíni lezárt gyűrűstér-nyomás nagyságát elemzik; kimondják, hogy a kőzetrepesztési nyomás a védő béléscső saruja alatt a kritikus meghatározó tényező ugyan, de ebből le kell vonni a felrepeszthető formáció mélységének megfelelő feltöltő folyadék hidrosztatikus nyomását.

A hirtelen beáramlással megbomlott öblítési egyensúly helyreállításának különleges esetei közül *Fischer* és *Kastor* [378] azt elemzi, hogyan lehet az öblítőkör egyensúlyát helyreállítani akkor, ha a fúrólyuk lezárására nincs mód, illetve azt a védő béléscsőoszlop nem megfelelő mélységű saruállása miatt, vagy kellő szilárdságú lyukfejszerelvény hiányában nem tanácsos megkísérelni. Leszögezik, hogy az ilyen esetekben egy kritikus öblítési folyadékárammal, ill. ezzel nagyobb folyadékárammal a további beáramlás megszüntethető, s a beáramlott fluidumdugó (gázdugó) a nyitott formációk felrepesztése nélkül kiöblíthető. A kritikus folyadékáram nagyságára a szerzők számítógépes modellt és ennek alapján példákat dolgoztak ki.

Moore [379] különleges egyensúly-helyreállítási eseteket taglalva választ ad a fúrócsövön át keletkezett kitörés bekövetkezésének feltételére (kiépítéskor a gyűrűs tér megszívása miatt lecsökken a fúrócsőben a folyadékszint, s ezért mindenképpen szükségesnek tartja a forgatórúdcsap alkalmazását), tárgyalja az iszapveszteség minimalizálásának feltételét a gázdugó kiöblítése közben, továbbá bemutatja az egyensúly-helyreállítás konstans gyűrűstér-nyomással és konstans fúrócsőnyomással vezérelt módszerét, amely azonban a fúrószár geometriai méreteinek kellő megválasztását igényli. *Adams* [380] a limitált ellennyomással megoldott egyensúly-helyreállítási módszer alkalmazását nem javasolja. Gondosabb tervezéssel és fúrási műveletekkel egyrészt a beáramlások kerülését, illetve az állandó talpnyomású egyensúly-helyreállítási módszerre való megbízható felkészülést javasolja.

Grace [381] a kiegyensúlyozott és kiegyensúlyozatlan fúrás közben fellépő fluidumbeáramlással megbomlott egyensúly helyreállításának lehetőségeit elemzi, és feltételezve az egyensúly megbomlásának észlelésére és helyreállítására alkalmas felszerelést, valamint az erre begyakorlott személyzetet, az ilyen fúrási technológiát a túlnyomásos formációk átfúrására rutin- és mindenképpen gazdaságos módszernek tartja, illetve ajánlja. *Grace* az esetleges egyensúlymegbomlás esetén elsősorban a lehetséges produktivitás kiértékelését és ezt követően a tartalékban tartott nagy sűrűségű öblítőfolyadékra való áttérést, de semmi esetre sem a lezárást javasolja.

Letbetter [382] a beáramlás detektálásának, vagyis a fenyegető kitörés észlelésének, továbbá az egyensúly-

helyreállítás begyakoroltatásának fontosságát hangsúlyozva a szimulátorok és a gyakorlótelepek kialakult típusait ismerteti. *Kendall* [383] hét gyakorlati esettel igazolja az egyensúly-helyreállítás fúrós módszerének, a várakozási és sűrűségnövelési módszerek szimulátorokkal való begyakoroltatásának fontosságát.

Tricot [384] a Pentagone-84 félig merülő fúrófedélzet 1050 bar üzemnyomású kitörésgátló-szerelvényét és a hozzá tartozó egyensúly-helyreállító szabályozó rendszert írja le.

A leggyakoribb *fúrószár-megszorulási* eset, az ún. „lyukfalra ragadás" gyors felszámolására *Wood* [385] az ún. U-csöves, vagyis kiegyenlítéses rendszert tartja a legsikeresebbnek. A módszer lényege, hogy a fúrócső vagy a gyűrűs tér oldaláról a fúrólyukban levőnél könnyebb fluidumot sajtol be, majd mindkét oldalon nyitott csővéggel — az U-cső, vagyis a közlekedőedény elvén — hagyja kiegyenlítődni az öblítőfolyadék szintjeit a gyűrűs térben és a fúrócsőben. Az ily módon a megszorulás helye előtt lecsökkent hidrosztatikus nyomás leoldja a lyukfalra ragadt fúrószárszakaszt. A módszer 100%-os sikerét az északi-tengeri fúrásokra érvényesen *Wood* statisztikai adatokkal bizonyítja, szemben az egyéb módszerek (emelgetés, olajfürdő, iszapkondicionálás stb.) kevésbé kedvező statisztikájával. A lyukfalra ragadás útján való fúrószerszám-megszorulás részletkérdéseinek tisztázására szerkesztett, dinamikus körülmények között alkalmazható adhezi-méterrel végzett vizsgálatokról beszámolva [386] megállapítja, hogy a differenciális nyomás hatására bekövetkező megszorulás veszélyének csökkentésére nem elegendő a lyukfalra szorító erő csökkentése, mivel a fúrócső és az iszaplepény közötti adhéziós erők sok esetben nagyobbak, mint a falhoz szorító erők. Az adhéziós erők csökkenését eredményező jellemzők hatását négy diagramban foglalták össze [386] szerzői.

Kerimov és szerzőtársai [387] a lyukfalra ragadt (megszorult) fúrószár vibrációval való felszabadítási kísérleteiről számolnak be; [388] pedig egy ilyen, radiális irányú rezgést biztosító, mélybeli vibrátort mutat be.

Kemp [389] a keményfémmel, illetve keményfém szilánkos felrakással vértezett mentőszerszámok nyújtotta lehetőségekről, *Shirley* [390] pedig keményfém szilánkos felrakópálcával kialakított marószerszámokat mutat be, illetve az ilyen szerszámokkal tervezett marási műveletekről tájékoztat.

A mentési esetleírások közül kiemelhető a világ legmélyebb (Bertha Rogers-l, 9583 m-es) fúrásában világrekord-mélységű (9159 m) fúrólyuktalpon végzett sikeres mentési művelet (fúrócsőtörést követő mentőszerszám-megszorulás, majd annak felszabadítása után a lentmaradt mintegy 1200 m fúrószerszám kiemelése) ismertetése [391].

1.3.8. Fúrólyukak elferdülése, irányított ferdefúrás

Mind az egyenes, mind az irányított ferdefúrások szempontjából mérvadó *Bradley* [392]* összefoglalása, amelyben a fúrószár mechanikájának és a fúró és kőzet kölcsönhatásának szerepét értékeli a fúró haladásának irányára, részletesen elemezve a kőzetszilárdság változásának és a kőzet anizotrópiájának hatását. *Bradley* alapos tanulmányában a fúró fölötti szerszám-összeállítás igen sok változatára mutat rá, és a változó fúrás- és kőzetviszonyokhoz számítógépes programok alapján kidolgozott diagramseregekkel teszi könnyűvé az eredő elferdítő erő meghatározását. A tanulmány azonban mégis azzal a végkövetkeztetéssel zárul, hogy a kőzet és a fúró egymásra hatásának tisztázása az anizotrópia körülményei közt még további kutatást igényel. Lényegében éppen a bonyolult geológiai szerkezetből eredő anizotrópia hatását vizsgálja egy konkrét területre [393]. A lyukferdülés és a fúró típusa közötti összefüggéseket — elsősorban a keményfém tüskés és a gyémántfúrókra érvényesen — kívánja tisztázni [394] azzal a konkluzióval, hogy a nem megfelelő elosztásban elhelyezett stabilizátorok hatástalanok a fúrólyuk egyenesben (függőlegesben) tartása szempontjából. *Kotylak* és *Malaga* [395] a lyukelferdülést okozó technológiai és geológiai tényezők figyelembevételével számítógépes programot mutat be a lyukkönyökképződés elkerülését valószínűsítő rendszerre.

A talpi fúrómotorral végzett irányított ferdefúrást érintő publikációk közt [396] nomogramot közöl a ferdítőelemmel egybekötött turbina szimmetriasíkjának beállítására, [397] pedig a ferdítőátmenet beállítási szöge és a fúróturbina fordulatszáma közti összefüggést elemzi.

A talpi fúrómotoros ferdítési művelet két legnagyobb előnye a folyamatos ferdítés, vagyis a dőlésszögnövelés, valamint a talpi fúrómotor fölé a fúrószerszámba beiktatott egyszerű merev vagy hidraulikus ferdítőelem (ferdítőátmenet). Ezek az előnyök a talpi érzékelésű, de elektromos vagy hidraulikus jeltovábbítással felszínen jelző irányító műszerek kialakulásával, de különösen az ezeknek a folyamatosan és digitálisan jelző válfajával érvényesülnek igazán. Így foglalja összse [398] a lyuktalpi fúrómotorokkal végezhető irányított ferdefúrás fejlődését, jelenlegi állását.

A folyamatos felszíni digitális jelzésű műszer részleteit [399] ismerteti, és kiemeli, hogy az ilyen műszerrel való talpi fúrómotoros ferdítés korrekciók nélküli pozitív irányítást nyújt. *Brown* [400] a műszer részleteinek bemutatását követően azonban megállapítja, hogy ez az új műszer ugyan nem pótolja az irányítást végző fúrási szakembert, de gyorsabbá, pontosabbá, könnyebbé teszi a munkáját. *Blythe* a [401]-ben számítási módszert közöl a talpi érzékelőkompasz elhelyezésére a nem mágneses súlyosbítóban, a [402]-ben pedig két új módszert (a kompenzált akcelerációs és a legkisebb görbület módszerét) mutat be a mért adatokból a vertikális mélység és a horizontális eltérítés számítógépes meghatározására, és ezeket összehasonlítja a tangenciális módszerrel. *Rulisek* [403] ugyancsak számítógépes módszert mutat be a ferde fúrólyuk tengelyének térbeli alakulására.

Talpi fúrómotor, ferdítőátmenet, gyémántfúró és folyamatosan felszínen jelző irány- és dőlésmérő, ill. egyben irányító műszer együttesével nagymélységű komplikált irányított ferdefúrási műveleteket gyorsan, pontosan és gazdaságosan lehet végrehajtani. A [404] esetleírásai szerint ismertetett 15 nagymélységű (4500 m-nél mélyebb) ferdítési művelet egyikében pl. 54 $^1/_4$° dőlést, illetve egy másikban 853 m horizontális eltérítést is értek el. [405] leírja az ugyancsak ilyen eszközökkel elvégzett legmélyebb ferdítési műveletet is, amelynek során az 5714 m-től kezdődő ferdítéssel 6962 m vertikális (7147 m tengelyirányú) talpmélységig

23° átlagos dőléssel 789 m horizontális eltérítést értek el.

[406] a húzó, külső és belső nyomó igénybevételen kívül a hajlítást is számításba vevő olyan kombinált grafikus és számítási módszert mutat be a nagy dőlésű kutak béléscsőoszlopainak méretezésére, amely számítógépre is adaptálható.

1.3.9. Rotari fúrási gyakorlat

Mint az előző fejezetekből kitűnik, az általános mélyfúrási gyakorlat továbbra is a szabályozott nyomású (kiegyensúlyozott), sőt sok esetben — elsősorban a nagymélységű fúrásokban — kiegyensúlyozatlan öblítésű az a forgatóasztalos rotari fúrás volt, amely mind nagyobb mértékben alkalmazza a kis fordulatszámot és nagy fúróterhelést igénylő zárt siklócsapágyas, keményfém fogazású görgős fúrókat, a kis szilárdanyagtartalmú vagy szilárdanyag-mentes öblítést, éspedig egyre elterjedtebben optimalizált tényezőkkel. A talpifúrómotor-hajtású rotari fúrás még mindig 70%-kal részesedik a SZU fúrási tevékenységében, de világszerte kizárólagos az irányított ferdefúrási technológiában.

A fenti fúrási technológiákra vonatkozó és már említett tanulmányokon, esetleírásokon kívül hazai szempontból említésre méltó *Árpási* és *Cseley* [407] beszámolója a dél-alföldi kiegyensúlyozott fúrási kísérletekről, ami egyértelműen igazolta a fúrási sebességet, fúrónkénti előhaladást növelő és a fúrófelhasználást csökkentő hatását. Lényegileg a kiegyensúlyozott fúrás az alapja a mexikói Reforma-területen fúrt kutak igen jelentős idő- és költségcsökkentésének is [408].

Egy nagyszabású texasi sűrítőfúrási program (900 kúthoz 120 sűrítőkút) során elemzi az elérhető költségmegtakarítások forrásait (béléscsőtervet, cementezést, öblítőiszapot, szelvényezést) *Smith* [409], ami annál inkább indokolt volt, mert a sűrítőfúrások egy része költségesebb, városi körülmények közt mélyítendő irányított ferdefúrási feladatként jelentkezett.

A nyugat-szibériai fúrások 89%-a csoportos fúrás, irányított ferdefúrási technológiával mélyített „bokorfúrás". Az ilyen fúrások kialakult technológiájáról *Orudzsev* [410] áttekintő előadásban számolt be a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszuson. Nyugat-Szibériában természetesen a legnagyobb gondot a környezeti viszonyok és ezen belül is a talajviszonyok okozzák. A nehézségek leküzdésére már jól bevált megoldások közt *Orudzsev* részletesen ismerteti a csoportos fúrásokhoz kialakított fúrótelep és út alapozásának szerkezetét, de kitér a sínekre szerelt fúróberendezések rendszerére is. Ezeknek a megoldásoknak, valamint a irányított turbófúrásnak és a jet-fúrásnak segítségével az 1971. évi brigádonkénti átlagos évi 40 100 m teljesítményt 1973-ra — a kereken 1,8 millió m-nyi összes lefúrt m-en belül — brigádonként 56 300 m-re sikerült növelni. Az 1975-re kitűzött cél a 65 000—70 000 brigádonkénti évi méterteljesítmény elérése, amelynek kulcskérdéséül *Orudzsev* az irányított turbófúrás telemetrikus ellenőrzésének, valamint az új típusú jet-fúrók bevezetését, illetve széles körű elterjesztését jelölte meg.

Éppen a különleges környezetben (városban, arktikus területen stb.) terjedő fúrás helyezte előtérbe a fúrások környezetvédelmi szempontjait is, éspedig olyannyira, hogy az API a fúrási környezetvédelem szempontjait külön ajánlott gyakorlat formájában foglalta össze [411]. Ez az új API-ajánlás kiterjed a fúrótelep kiválasztására, a levegő- és zajvédelemre, a talaj védelmére — beleértve ebbe a felesleges öblítőfolyadék, furadék elhelyezését is —, valamint a vizek védelmére és a kitörésvédelemre. *Broun* [412] viszont a fúrási munka ergonómiai szempontjait foglalja össze, külön fejezetet szentelve a fúrási munka követelményeinek, a fúrási munka pszichológiájának és a fúrási munka- és erőgépek kezelőjével szembeni követelményeknek.

A különleges fúrási technológia tervéről tudósít *Larretgere* [413], amikor leírja azt a káspi-tengeri mélyvízi kutatási célokra szánt flexofúrásra, forgatóasztalos rotari fúrásra és vibromagfúrásra alkalmas berendezésekkel felszerelt fúróhajót, amelyet dinamikus helyben tartási rendszerrel is ellátnak. Az épülő fúróhajó 1000 m összmélység-kapacitással 250 m maximális vízmélységen át való fúrásokra, ilyen mélységű magfúrásokra és 250 m mély búvármunkára lesz alkalmas, s lényegében a több mint egy évtizede az Északi-tengeren és a Földközi-tengeren dolgozó *Terebel* fúróhajó tökéletesített változata lesz.

A geotermikusenergia-termelés céljából mélyített fúrások technológiáját érintő közlemények közt különösen figyelemre méltó a salvadori Ahuachapan-mező 400—650 m mélységből 230 C° hőmérsékletű nedves gőzt termelő kútjainak fúrási problémáit (iszapveszteséget, lyukfal bomlását) elemző esetleírás [414]. Elsősorban a geotermikus célú fúrások öblítési problémáinak — éppen az ahuachapani fúrások tapasztalatai alapján való — megoldásával foglalkozik két francia szerző [415], akik ezen belül elemzik a légöblítés, a haböblítés, a levegővel kevert vízöblítés megoldásait, s előtérbe helyezik a légöblítést mint legkedvezőbb megoldást. Az 1800—2100 m mélységű kaliforniai Geyser-mező fúrási problémáit taglalva [416] elsősorban a 200—260 C° lyuktalpi hőmérsékletből fakadó cementezési nehézségekre, az acélszilárdság csökkenésével, korrózióval kapcsolatos problémákra tér ki. *Csath* [417] a hazai termálkútfúrási technológia kialakulását és eredményeit foglalja össze.

1.4.1. Formációvizsgálat, formációmegnyitás, kútkiképzés

A formációvizsgálatnak mint az információszerzés legegzaktabb módszerének, a lyukbefejezés és kútkiképzés alapját képező műveletnek nemcsak számítógépes tervezéséhez nyújt segítséget és a fúrási művelet egészébe való illeszkedésébe mutat rá [418], hanem értékeli a formációvizsgálat információt nyújtó képességét és összefüggését az egyéb információs eszközökhöz, módszerekhez képest. *Franc* [419] a teszteres vizsgálat felszíni szerelvényeit és kapcsolatát a hozammérés eszközeivel ismerteti, s kitér a termelt fluidum korróziós hatásának inhibitálására, valamint a hidrátképződés, emulzióképződés és habosodás meggátlásának módszereire. [420]* szerzői a kábeles formációvizsgáló tökéletesedését, a többszörös vizsgálatra való alkalmas megoldását írják le. Ily módon ez a gyors, kábelen leengedhető és kihúzható eszköz alkalmassá vált valamely tárolóréteg permeábilis szakaszainak pontos kivizsgálására; a nyert információk megbízhatóságát biztosítja az, hogy a tömítőelem integritása a mintavétel előtt ellenőrizhető. Minden egyes leengedési művelettel két elkülönített minta vételére és ugyanezen művelet során több nyomásdiagram felvételére van lehetőség. *Edwards* [421] kiemeli, hogy a kialakult, fúrócsövön át végzett formációvizsgálati módszerek és eszközök megfelelő összeállítású együttesei ma már szárazföldi és úszó tengeri fúróberendezésekről egyaránt bonyolult tárolóviszonyok esetében is megbízható műveleteket tesznek lehetővé. Kiemeli azt a különleges szerszám-összeállítást, amellyel a tárolókőzetek kén-hidrogén- és szén-dioxid-tartalmának vizsgálatára is mód nyílik. Ilyen vizsgálatok természetesen jelentősen csökkenthetik a kútkiképzés költségeit. [422] szerzői a fúrócsövön beépített formációvizsgáló depressziójának beállítására szolgáló szabályozót ismertetik, és az azzal végzett műveletek sikeréről számolnak be. [423] szerzői viszont a teszterek szilárdsági méretezésének szempontjait foglalják össze.

Igen nagy figyelem fordult a lyukbefejezés, kútkiképzés öblítőfolyadéka, ill. pakkerfolyadéka felé, ami a komplikáltabb kútkiképzési megoldásokkal és a mélyebb kutakból termelt fluidum mind gyakrabban előforduló kén-hidrogénes szennyezésével magyarázható. A pakker mögötti tér kitöltéséhez kedvező folyadék kiválasztásának, összetételének szempontjait *Rike* [424] rendszerezi, s az ilyen folyadékok néhány kialakult típusáról [254—256] tudósít.

A nagynyomású gázkutakban fellépő fokozott korróziós nehézségek leküzdésére a termelőcsőoszlop mögött, a pakker fölött elhelyezett pakkerfolyadékos megoldás helyett terjed a párhuzamos vagy koncentrikus csőoszlopon való folyamatos inhibitorbetáplálásos védekezés; az ilyen kiképzés részleteit, tapasztalatait [425] foglalja össze. [426] szerzői koncentrikus csövek közén adagolható azt az inhibitoros kútkiképzést mutatják be, amelyen át a laboratóriumi vizsgálatok szerint legkedvezőbbnek bizonyult organikus foszfát inhibitor, valamint kénnel és etil-amino-oldattal való adagolást javasolják a németországi nagymélységű savanyú gáz korrózióménetes termelésére.

A béléscsőben és termelőcsőben érvényesülő korróziós hatások kiküszöbölését célozza az API kísérletképpen szabványosított [427], üvegszállal erősített műanyagból (epoxigyanta, poliészter) gyártható csövekkel. A nagynyomású kutak kiképzésének lehetőségeit bővíti az API lyukfejszerelvény-szabványának (Std. 6A) kiegészítése, az 1400 bar (20 000 psi) maximális üzemnyomásra alkalmas peremek, tömítőhornyok, tömítőkarikák előírásaival [428]. — [429] a gázra tömören záró Mannesmann TDS és BDS szilárdsági adatait foglalja össze.

A rétegmegnyitás, elsősorban a perforálás módszereinek összefoglaló ismertetése és értékelése *Fridljander* könyve [430]. — [431] a jet-perforálás mélybeli körülmények közötti értékelési lehetőségeit mérlegeli.

Jesch [432] a mélyfúrási geofizikai kábelek mechanikai és hődilatációs hosszváltozásait elemezve arra a következtetésre jut, hogy a kábelek hődilatációs nyúlásai feltehetően nem okoznak számottevő mélységbeli eltéréseket a különböző időpontokban végzett műveletek, tehát a szelvényezés és perforálás között. A mechanikai igénybevételek hatására végbemenő hosszváltozások ellenőrzése pedig állandó és folyamatos terhelésmérés alapján — megfelelő korrekciós táblázatok segítségével — lehetséges.

Nyitott lyukszakasz helyi öblítéses megnyitási eljárását [433] szerzői mutatják be; az eljárás lényegében a tárolókőzet gázlift segítségével megvalósított bal irányú öblítésű átfúrása. A károsodásra hajlamos, béléscsővel biztosított és cementezett tárolókőzet megnyitására kifejlesztett, termelőcsővel működtetett perforátort, illetve perforálási eljárást mutatja be [434], [435] szerzői pedig a horvátországi Benicanci-mező károsodásra hajlamos tárolókőzetének kezelésére kifejlesztett módszert, illetve szerelvényt ismertetik.

Riggs és *Brownscombe* [436] a perforációk tisztítására, eltömődéseinek eltávolítására szonikusan ébresztett ütőhullám elvén dolgozó eszközt mutatnak be, amely az első 22 művelet átlagában 19%-kal növelte a kezelt kutak hozamát.

A homoktermelés csökkentését célzó tanulmányok között *Suman* [437]* egy 1974-ben már részben publikált tanulmánysorozatában részletesen foglalkozik a fúrási és lyukbefejezési műveletnek a homokbeáramlásra gyakorolt hatásával. Elemzi a homokbeáramlás megakadályozása, az ún. homokellenőrzés szempontjából kedvező fúrási és lyukbefejezési folyadékokat, azok jellemzőit. A továbbiakban a perforálással való tökéletlen tárolókőzet-megnyitás hatásáról, majd a szűrőbetétekről, a külső és belső kavicságyas szűrők létesítéséről, a nyitott kútszakaszba helyezett kavicsszűrőkről és a homokkonszolidálás lehetőségeiről szól, azok előnyeit és hátrányait mérlegeli. *Torrest* [438], valamint ismét *Torrest* [439] egy másik tanulmányában szerzőtársaival fémes homokszilárdításról számol be, vagyis arról, hogy nikkel vagy kobalt vizes oldatát megfelelő katalizátor hozzákeverésével a formációba sajtolva a Ni (vagy a Co) a homok felületén kiválik, s azokon nemcsak fémbevonatot képez, hanem a ho-

mokszemeket egymáshoz is köti, a konszolidálatlan homokot megszilárdítja. A módszer előnye, hogy bár a formáció áteresztőképességét némileg csökkenti, de szemben a műanyagos szilárdítással a fémes szilárdítás messzemenően hőtűrő.

Rike [440]*, miután elemzi a kavicsszűrő és a homokkonszolidálás módszereit kizáró okokat, a konszolidálatlan homokból termelő nagy hozamú kutakban a biztonságos homokellenőrzésre a szitált és a konszolidáló műanyaggal kezelt nagy szemű kavics elhelyezését javasolja; *Szescilla* [441] szintén nagynyomású konszolidálatlan formációba való kavicságyas, egyszintes és kétszintes szűrőelhelyezési módszert ír le. [442] szerzői különleges ültetőszerszám segítségével nagy viszkozitású, térhálósított polimer folyadékkal megoldott kavicságy-elhelyezési módszert ismertetnek.

A vékony tárolóhomokkő-metszeteken végzett áteresztőképesség-tanulmányaik alapján [443]* szerzői — mint a homokellenőrzés hatékonyságának fontos jellemzőjét — a kavics és homok szemnagyságarányát mindenképpen 6 alatt javasolják választani; a stabil kavicságy érdekében a legkedvezőbbnek a 4-es arányt találták.

Holman [444], valamint *Likwartz* [445] a trinidadi Teak-mező szintén konszolidálatlan homok, éspedig kőzetliszttartalmú homok tárolókőzetének ellenőrzési módszerét mutatják be. Miután a perforációs rétegmegnyitás esetében a konvencionális kavicsszűrőzés nem felelt meg, nyitott lyukszakaszban elhelyezett kavicsággyal és hármas tekercselésű szűrővel próbálkoztak, és ez a megoldás bevált. *Suman* [446] a konszolidálatlan tárolóhomok stabilizálására a kút körüli feszültségviszonyok szabályozásának két módja útján tesz javaslatot. Az egyik módszer nehezített öblítőfolyadékkal akadályozza a lyukat körülvevő gyűrűben a homokszemek egymástól való eltávolodását és/vagy a nyírást. Tekintettel arra, hogy minden sérülés a formációban fokozza a homoktermelést, kézenfekvő megoldás ezt megfelelő öblítőfolyadék-sűrűséggel megakadályozni. A másik módszer feltételezi, hogy létezik egy olyan megnövelt feszültségi állapot, amely stabil homokboltozatot létesít a perforációk fölött, s megvédi a homokolástól a kutat. Ez a módszer egy vagy két felfújható béléscsőpakker ültetését kívánja a perforált szakasszal szemben abból a célból, hogy a perforáláskor megfelelő feszültségállapotot lehessen tartani.

[447] a viharfúvókák teljesítményvizsgálatának módszerét mutatja be, [448]* szerzői pedig új számítási módszert közölnek a viharfúvókán át termelő fluidumáram meghatározására. [449] acélhuzalos kettős kútkiképzéssel kapcsolatos viharfúvóka-elrendezést mutat be.

A termelőcső dugóhúzószerű megrogyásának elkerülésére hívja fel *Williams* [450] a figyelmet az ismert kulcsszabályok segítségével, de kiemeli, hogyha határesetről van szó, akkor részletes számítás elvégzése ajánlatos, s ennek elvégzésére útmutatást is nyújt.

Prejean és *Raulins* [451] nagy hozamú savanyúgázkutaknak a SZU-ban alkalmazott kiképzési rendszerét ismerteti, amely acélhuzalos ültetésű szerelvényekkel ellátott, jól átgondolt és biztonságos — természetesen nagy átfolyó szelvényű differenciális viharfúvókával ellátott — rendszer.

1.4.2. A tárolókőzet serkentése

A tárolókőzetek serkentéséről, kezeléséről szóló publikációk áttekintése alapján leszögezhető, hogy előtérbe kerültek a nagymélységű, nagy hőmérsékletű formációkban végzett műveletek, továbbá az igen kis permeabilitású tárolókőzetek hozamnövelésére tervezett nagyméretű — s egyelőre még különlegesnek tekinthető — műveletek, valamint a nem konvencionális folyadékos, különleges kőzetrepesztési műveletek. Így értékelik a tárolókőzetek serkentésével foglalkozó szervízvállalatok is e műveletág helyzetét [452], és e tevékenység élénküléséről, sőt nagymérvű fellendüléséről számolnak be.

1.4.2.1. A folyadékos kőzetrepesztés

A kőzetrepesztés mechanizmusát, a hasadék keletkezését érintő tanulmányok közt [453] a hasadékfal területének számítására használatos *Carter*-egyenlet módosítását javasolja. A módosulás a hasadék nyílásának méretét érinti, annak a kúttól való távolság függvényében való változásával számol. A tárolókőzetet a függőlegestől 52°-ra elferdítve harántoló kútszakaszból hidraulikus kőzetrepesztéssel négy egymástól 13,5 m-nyire létesített vertikális hasadékot képező műveletet ír le [454]*, és beszámol a 2—3-szoros termelékenységről, ami a művelet hatékonyságát igazolja. Talán éppen ennek a műveletnek a sikere hívta fel a figyelmet e módszer alkalmazására kis permeabilitású gáztároló rétegekben. Az ERDA kutatási megbízást adott ki az Appalachi-medence vastag devon gáztároló agyagnak minősülő tárolórétegekbe — amelyek gázkészletét 30—170 billió m^3-re becsülik — mélyített ferde kutak többszörös vertikális kőzetrepesztési művelettel való kitermelési lehetőségének tisztázására (Drllg. 1976. May. 110).

A repesztő folyadékok tökéletesítési törekvéseit érinti a [455]* által leírt olyan kis maradékú poliszacharidadalék kifejlesztése, amellyel elérhető a folyadék nagy viszkozitása és kis súrlódási vesztesége, legalábbis a betáplálás ideje alatti kis hőmérsékleten. Ez a repesztő folyadék főleg kis mélységű és 65 C°-nál kisebb hőmérsékletű tárolórétegek repesztésére megfelelő. [456]* a vízben oldódó polimeradalékos repesztő folyadékok hatását vizsgálva a guarmézga maradékának a hasadék vezetőképességét csökkentő hatását mutatta ki. A helyben térhálósított, cellulózos repesztő folyadékok új családjának összetételét, keverését és alkalmazásának eredményeit írja le [457]. E repesztőfolyadék-család egy nagy hőmérsékletű (105—165 C°) és két kis hőmérsékletű (27—105 C°) kőzetviszonyok között alkalmazható tagból áll. Mindegyikre jellemző, hogy igen nagy a viszkozitásuk, s amellett a súrlódási veszteségük adalék nélkül is kicsi, továbbá szilárdanyag-mentesek; a magokon átsajtolva az áteresztőképességet alig — mindössze az eredeti 0,97%-ára — csökkentik. Ezekkel a repesztő folyadékokkal igen nagy támasztékkoncentráció (1200 kg/m^3) helyezhető el sikeresen a hasadékban. [458] szerzői egy olyan folyamatosan keverhető, nagy viszkozitású guarmézga oldatot fejlesztettek ki, amely különösen alkalmas nagy volumenű ún. „masszív kőzetrepesztés"-i műveletekhez. A folyadék guarmézgából és komplex puffer-

adalékból, térhálósítóból, valamint géltörőből áll; ez az összetétel folyamatos keverést és kis nyomásveszteséggel lehetséges kútba szivattyúzást, majd mélybeli térhálósítást és ezt követő hígfolyósítást eredményez.

Tinsley és *Villiams* [459]* a támasztékhalmazok szakaszos elhelyezésével a kitámasztott hasadék vezetőképességének növelését kívánják elérni. Ez a módszer lényegében támasztékpilléreket képez a hasadékban, és ezáltal a hasadék sokkal nagyobb vezetőképességét biztosítja. A szerzők a módszer végrehajtásához matematikai modellt is kidolgoztak, és sikeres alkalmazásáról esetleírás formájában be is számolnak.

Tannich [460]* a repesztett tárolóból való repesztő folyadék eltávolítását tanulmányozva megállapítja, hogy a termelékenységet a termelés megindulásakor mérsékli a repesztő fluidum jelenléte, viszont a kitisztulás annál gyorsabb, minél rövidebb a hasadék, és minél nagyobb a vezetőképessége; a hosszú hasadék kitisztulása akkor gyors, ha a fluidum viszkozitása a repesztés befejezte után lecsökken. Előnyös, ha a hasadék vezetőképessége a formáció áteresztőképességéhez képest nagy. *Tannich* tanulmányában a különféle repesztő fluidumok viselkedését a tárolókőzetben szimulátorral vizsgálta. A repesztő folyadékokat érinti továbbá *Frederickson* és *Broaddus* [461] tanulmánya is, akik laboratóriumi kísérletekkel megállapították, hogy két egymással teljes mértékben elegyedő folyadék a hasadékban elkülönítetten áramoltatható a folyadékok sűrűségének (0,025 g/cm³ különbség is elég) és viszkozitásának megfelelő beállításával; ez a megállapítás a savazás, illetve savazásos kőzetrepesztés szempontjából lényegbevágó.

Kanadai kis áteresztőképességű gáztároló kőzeteihez, a kút körüli zónát nem károsító repesztő, illetve savazó folyadékoknak kiválasztását célzó laboratóriumi vizsgálatokról szól [462]; e tanulmány értékeli a vízközegű, alkoholos, olajközegű folyadékokat, továbbá a cseppfolyós gázt mint számításba vehető kőzetrepesztő fluidumokat.

A támaszték-, illetve homokszállítás számítására bemutatott módszerben [463] szerzői figyelembe veszik a folyadékszivárgást, az ennek következtében fellépő homokkoncentráció-növekedést és a homok ülepedési sebességének csökkenését. [464] tapasztalati összefüggést közöl a homokkal, üveggyönggyel és dióhéjjal kitámasztott hasadék vezetőképességének előrejelzésére; egyidejűleg a hasadék nyílása és a legnagyobb támasztékátmérő arányaként 2,0-t adnak meg a 600 kg/m³ támasztékkoncentráció s kis viszkozitású repesztő folyadék, ill. 2,6-ot nagy viszkozitású repesztő folyadék és 960 kg/m³ támasztékkoncentráció esetében. A helyben térhálósított ultra nagy viszkozitású gélek mint repesztőfolyadékok támasztékszállító képessége olyannyira tökéletes, hogy [465] szerzői az általuk kidolgozott matematikai modell alapján alkalmasnak tartják az álló hasadék kívánt vezetőképességet biztosító kitámasztására.

A folyadékos kőzetrepesztési — beleértve ebbe a savazásos kőzetrepesztést is — művelethez bevált az apró szemű (100 csokros) előhomokpad elhelyezése, amit nagy szemű (10—20 csokros) 240—360 kg/m³-nél nagyobb támasztékkoncentrációjú repesztő folyadék, illetve ebből származó kitámasztás követ [466].

A folyadékos kőzetrepesztéssel keltett hasadékok méreteinek meghatározását érintő tanulmányok közt [467] a repesztés előtti és utáni pulzusvizsgálatokon, [468] akusztikus és szeizmikus vizsgálatokon, [469] a szomszédos kutakban mért nyomásváltozásokon alapuló módszerről számol be; [470] pedig olyan kísérleti kőzetrepesztésről tudósít, amelynek hatását alagúthálózatban közvetlenül meg lehetett figyelni, éspedig azzal az eredménnyel, hogy a hasadékok iránya nemcsak elméletben, de valóságban is a kőzet feszültségi állapotának megfelelően, az adott esetben mindig függőlegesen, vagyis a legkisebb vízszintes főfeszültségre merőlegesen alakult.

A tényleges kőzetrepesztési műveletek esetleírásai közt *Hannah* és szerzőtársai [471]-ben nagyon repedezett tárolóban alkalmazott újszerű módszerről írnak. Oklahomában a kis mélységben fekvő Mississippi-tárolókőzetbe szakaszosan nagyon viszkózus vizes gélt sajtolnak be, s a két besajtolási szakasz közötti időben a hasadékban levő folyadék olyannyira kocsonyásodik, vagyis a folyási határa oly nagyra nő, hogy az újabb besajtolási periódus során a folyadékot a hasadékból eltéríti, vagyis inkább további új repedések nyílnak fölfelé és oldalirányban. Egy további esetleírás [472] közepes mélységben (2450—3600 m) fekvő meleg (110—140 C°) homokkőtárolóban viszkózus, hőtűrő vizes géllel végzett sikeres kőzetrepesztési műveletek során a tenzid- és szénsav-adalékolással elért gyors repesztőfolyadék-visszanyerésről számol be.

Fast és szerzőtársai [473] szerint a nagyméretű, nagy hatású kőzetrepesztést, az ún. „masszív folyadékos kőzetrepesztés" módszerét a coloradói Wattenberg-mezőn kísérletezték ki, éspedig egy nagy kiterjedésű (250 km²-es), 2450 m mélységben fekvő, 15 m vastag, mindössze 0,005—0,05 mD áteresztőképességű, 127 C° hőmérsékletű telepbe telepített, napi csak egy-két ezer m³ gázhozamú kút serkentésére, és ezzel a telep gazdaságos kitermelési lehetőségének tisztázására. A laboratóriumi előkészítés alapján kiválasztott polimer emulziós repesztő folyadék és a pilléres kitámasztás módszere alapján több, max. 1900 m³ repesztő folyadékot és max. 450 t homokot felhasználó repesztési műveletet végeztek. Ezek a műveletek igazolták az ilyen méretű kőzetrepesztési műveletek hatásosságát, gazdaságosságát; egyes esetekben 900 m hasadékhosszat is elértek.

Az 1973-ban végzett Rio Blanco nukleáris kőzetrepesztés körül fúrt két vizsgálókúton kívül egy harmadikat is lefúrtak masszív kőzetrepesztési művelet, ill. a nukleáris kőzetrepesztéssel való összehasonlítás céljából. Itt a kb. 3800 m³ repesztő folyadékot és a mintegy 450 t támasztékot több lépcsőben sajtolták be, s ezzel 600 m-ig terjedő hosszúságú függőleges hasadékot sikerült létesíteni. Ennek a repesztéssorozatnak első lépcsőjéről [474], a továbbiakról [475] és [476] tájékoztat.

Texasban az első masszív kőzetrepesztést a Woodlan-gázmező egy csaknem 3000 m mély telepén hajtották végre, 1500 m³ csapadékvíz-közegű, tenzidekkel, emulgeálókkal kezelt repesztő folyadékot, továbbá 40,5 t homokot és üveggyöngyöt felhasználva. A művelet az eredeti mintegy 5000 m³/d helyett még 3 havi termelés után is 45 000 m³/d gázt termelt [477, 478].

A folyadékos kőzetrepesztés jelentőségéről, kőzetmechanikai alapjairól, a repesztő folyadékokról és a támasztékokról az 1975. évig megjelent publikációk tükrében — de ezeken belül is elsősorban *Howard* és

Fast 1970-ben és *Le Tirant* 1972-ben megjelent monográfiájára támaszkodva — összefoglalást ad [479].

1.4.2.2. Különleges kőzetrepesztési módszerek

Blauer és *Holcomb* [480] vízközegű *habbal végzett kőzetrepesztést* írnak le, és azt hatékonynak tartják kis és közepes permeabilitású gáztároló homokkövekben, illetve olajtároló homokkövekben is, ha a habképző adalék — rendszerint alkil-éter-szulfát — az olajjal összeillő. A habképző tenzid koncentrációja a vizes közeg összetételétől, pH-jától, a repesztési, illetve besajtolási nyomástól, a tárolókőzet permeabilitásától és a hab minőségétől, vagyis gáztartalmától függ. A repesztés hatékonysága 0,55—0,95 gáztartalmú habot igényel. A habbal való kőzetrepesztés előnyei közt említhető, hogy kevésbé valószínű a tárolókőzet károsítása, nagy hasadékfelületet képez, és a támasztékelhelyezési képessége is jó. *Krug* [481] nomogramokat közöl a hab vertikális hasadékban való áramlásának súrlódási veszteségeiről.

A robbantásos kőzetrepesztés „Talley-Frac" módszeréről és az azzal az amerikai kontinensen elért eredményekről *Kovacic* [482] publikál összeállítást. *McKee* és *Hanson* [483] vizsgálták a formációban egy pontban vagy egy fronton, vagyis vonal mentén végzett robbantás hatását, illetve összefüggését a távolsággal. A sugár függvényében szerintük az elért permeabilitás szferikus robbantás esetén $1/r^5$, a vonal menti robbantás körül $1/r^4$ arányban csökken. Ez a becslés jó egyezést mutat granodioritban végrehajtott nukleáris robbantás kiértékelt eredményeivel.

1.4.2.3. Formációsavazás

Labrid [484] a homokkőtárolóban végzett savazás értelmezéséhez egy ún. választ adó görbét vezet be, amely nem más, mint a savazandó homokkő tárolókőzetre jellemző kinetikai paraméter, az ún. reaktivitás. Ez a görbe számításba veszi a porózus közeg összetevőinek szemnagyságát, alakját, ásványos milyenségeit és e különböző ásványi összetevők oldódási sebességeit. *Labrid* a savazás hatását a porozitás, az áteresztőképesség és a reaktivitás együttes összefüggésével értékeli; a savazás tervezéséhez matematikai modellt közöl a vertikális hasadék menti, tehát lineáris és vízszintes hasadék menti, tehát radiális savazás esetére.

A homokkövek savazási műveletének tervezéséhez *McCune* és szerzőtársainak [485]* a sav behatolásakor végbemenő fizikai és kémiai hatások figyelembevételével kidolgozott matematikai modellje alkalmas a sav, illetve a reakciófront mozgásának leírására, éspedig mind lineáris, mind pedig radiális irányban. A modell a homokkőmagokon végzett vizsgálatok alapján alkalmas a tényleges tárolókőzet-savazás tervezésére. Úgyszintén *McCune,* de más szerzőtársakkal egy további tanulmányában [486]* 20 homokkőformáció savazásának hatását hasonlította össze nagynyomású és nagy hőmérsékletű savpermeaméterben végzett vizsgálatok alapján. Az összehasonlítás céljaira a homokkő kvarc- és agyagtartalmából, porozitásából és áteresztőképességéből képezett függvényt javasolt. Az összehasonlításból arra a következtetésre jutott, hogy a nagy kvarcagyag arányú, erősen kötött homokkövek a legalkalmasabbak a savazásra. *Lund* és szerzőtársai [487] pedig homokkőmagokon tanulmányozták a HCl—HF savkeverék reakciósebességét, és a sav mozgásának és a savazással elért áteresztőképesség előrejelzésére szintén matematikai modellt állítottak fel, éspedig a savkoncentráció és az áramlási sebesség függvényében. *Hall* [488] viszont a kölcsönös oldószer hatását a homokkősavazás során az adszorpcióra tanulmányozta, és megállapította, hogy a kationos tulajdonságú tenzidek csökkentésére a glikoléterek igen hatásosak. [489] viszont a kis porozitású és rossz áteresztőképességű homokkőtárolók hatékony savazási műveletéhez kis határfelületi feszültségű, kis adszorpciójú kationos tenziddel adalékolt HCl—HF savkeveréket javasol. *Labrid* [490]* az agyagos homokkövek savazásának termodinamikai és kinetikai viszonyait igyekszik tisztázni.

[491]* a helyben, vagyis a mélyben fejlődő HF-savrendszerrel való savazás módszeréről számol be; ennek során lényegében az ammónium-fluorid a metilformiát vizes oldatának besajtolása után hangyasavvá hidrolizálódik, amely azután hidrofluoriddá alakul át. A módszer 38 és 107 C° között használható.

[492]*-ben *Keeney* és *Frost* a savhoz kevert alkoholok hatását elemzi. Az alkohol alkalmas az elhasznált sav gyors eltávolítására, de koncentrált szerves reakciótermékek képződésével és savveszteséggel is kell számolni. Az utóbbi hatások megfelelő alkoholkoncentráció betartásával mérsékelhetők. *Labudovic* [493] az alkoholokat, tenzideket és szerves oldószereket tartalmazó HCl—HF-savkeverékkel telepviszonyok közt végzett laboratóriumi vizsgálatokról és ezek alapján végzett sikeres műveletekről számol be.

Bergstrom és szerzőtársai szerint [494] a meleg, kis áteresztőképességű karbonátformációk savazására a szokásos koncentrációjú sósavnál hatékonyabb a tenzidekkel késleltetett olajközegű savemulzió. Karbonátkőzetek savemulzióval való kezelésének romániai eredményeiről *Athanasiadis* [495] és [496] szerzői számolnak be, de sikeresen alkalmazzák a savas emulzióval való serkentést Lengyelországban is [497].

[498]* szerzői kísérletileg is igazolt új módszert mutatnak be a savbehatolás mélységének számítására; [499] szerzői pedig a savazásból eredő korróziót gátló inhibitorokkal kapcsolatos követelményekről értekeznek. A 100 C° fölötti szabványos korróziós vizsgálat kifejlesztését annál is inkább fontosnak tartják, mert az arzénes inhibitorokat az évtized végéig biztonsági okokból kivonják a forgalomból.

A serkentési műveleteket, s ezek közt is elsősorban a kőzetrepesztést, de az azt megelőző savazást vagy savazásos kőzetrepesztést is a nagymélységű, nagy hőmérsékletű műveletek szempontjából értékeli *Joly* [500]; kitér a nagy hőmérséklet okozta nehézségek (viszkozitáscsökkenés, korrózió) leküzdésének lehetőségeire a párnafolyadékkal megoldott hűtés, késleltetett gélesítő anyagok alkalmazása útján. Ugyancsak a nagymélységű gáztároló rétegek kőzetrepesztési műveleteit érinti *Davis* [501], de már tényleges savazási és repesztési műveletek esetleírásai keretében. *Davis* tanulmányában leírja négy nyugat-oklahomai (Anadarko-medence) kút 4200—5200 m közötti mélységben fekvő kemény homokkő gáztároló kőzet (770—1100 bar formációnyomás, 160 C° talphőmérséklet) savazással

előkészített kőzetrepesztési műveletét és az elért kiváló eredményeket. [502] a Texas és Új-Mexikó határán fekvő öt mező San Andres-formációjának 25 kútjában végrehajtott kőzetrepesztés, savazás és savazásos kőzetrepesztés műveleteit, illetve az azokkal elért produktivitási indexet hasonlítja össze. *O'Neil* és *Broschat* [503]* az észak-dakotai, kis mélységben fekvő Spearfish-telep ultraviszkózus folyadékkal való kőzetrepesztését és savazását értékeli azzal a konklúzióval, hogy jól tervezett művelettel a vízhatárhoz közel is sikeresek lehetnek ezek a műveletek. *Ellison* [504] ugyancsak a komplex műveletekről számol be, amelyekkel a 3300—3500 m mélyen fekvő, rossz áteresztőképességű (0—10 mD), északnyugat-louisianai Smackover-homokkő tárolókőzetek produktivitását háromról nyolcszorosra sikerült a jól átgondolt komplex műveletsorral emelni.

[505] szerzői szerszámot írnak le az olyan nagynyomású rétegkezelési műveletek céljaira, amelyek nyomása nagyobb, mint a kútfejszerelvény megengedett üzemnyomása; az eszköz lényegében a lyukfejbe illeszthető, kéthatású, hidraulikusan elhelyezett üreges dugattyú.

1.5. Tengeri és arktikus fúrások

1.5.1. Tengeri fúrások

A tengeri fúrási tevékenység fokozódó jelentőségére mutat, hogy továbbra is rohamosan — szinte változatlan ütemben, vagyis egy év alatt 30%-kal (270-ről 344-re) — növekedett a világtengereken az aktív úszó fúróberendezések és jelentősen — mintegy 20%-kal (132-ről 158-ra) — az épülő úszó fúróberendezések száma [506]. Ezeken kívül 83 stabil fúrófedélzeten dolgozó, feltárófúrási tevékenységet folytató fúróberendezésről számol be [507]. (Ezekben a számokban nem szerepelnek a Szovjetunió, Kína, az egyéb szocialista országok, valamint Mexikó vizen dolgozó tengeri fúróberendezések.) Az utóbbi tanulmánynak a szerzője, *Scott* azonban kifejti azt is, hogy a politikai viszonyok és az infláció miatt a további növekedésben mintegy 12 hónapos megtorpanásra lehet számítani, majd sorra veszi és értékeli az egyes tengereken, öblökben folyó kutatási és feltárási tevékenységet. Az értékelés összesítése alapján 500-ban jelöli meg azt az aktív tengeri fúróberendezés-állományt, amely — az energiaigényekhez igazodva — a kellő tengeri kutató- és feltárófúrási szint fenntartásához szükséges. *Scott* élesen rámutat a tengeri fúróberendezések beszerzési (építési) költségének és az ezzel kapcsolatos napi fúróberendezés-költség rohamos növekedésére.

Gardner [508] a világ tengeri kőolaj-potenciálját értékelő összefoglalásában 28 már ténylegesen olajat termelő és 14 felfedező fúrással rendelkező országról szól. Igen biztatónak találja, hogy a Shetland szigetekről Ny-ra az atlanti vizeken olajnyomokat találtak, továbbá, hogy a JOIDES-terv kapcsán a Mexikói-öbölben 3600 m vízmélységen át mélyített magfúrással a tengerfenékből vett mag olajnyomokat mutatott; ezenkívül az ugyancsak a JOIDES-mélytengerkutató expedíció fúrásai során a norvégiai arktikus vizek alatt fekvő üledékkel kis mennyiségű olaj került a felszínre; továbbá, hogy egy anktarktiszi fúrást nagynyomású gáztelep megütése miatt abba kellett hagyni. A tengeri fúrási tevékenység gyújtópontjaiban álló területekről beszámolva megállapítja, hogy bár a legnagyobb tevékenység 66 fúróberendezéssel még a Mexikói-öbölben folyik, de szorosan követi ezt az északi-tengeri 56 úszó és 5 stabil fedélzeten működő berendezéssel, s az északi-tengeri tevékenység 1976-ban minden bizonnyal már nagyobb lesz mint a mexikói-öbölbeli. A harmadik legaktívabb terület 40 fúróberendezéssel a délkelet-ázsiai tengerek vidéke. A technológia tekintetében a legtöbbre értékeli a jövő szempontjából azt a tényt, hogy az Északi-tengeren felállították az első óriás rácsos szerkezetű fúrási-termelési fedélzetet a Forties-mező feltárására, valamint az egy ponton csuklósan lehorgonyzott teleszkopikus fúrási-termelési fedélzetet az Auk-mezőn. Mindezek alapján *Gardner* az 1974—75. évet a tengeri kőolaj kutatása, feltárása és termelése szempontjából a jelentős előrelépések évének ítéli.

A tengeri fúrástechnológia szempontjából is jelentős eredmények születtek 1975-ben, mert azonkívül, hogy a mély vízen át való fúrás lehetőségeit külön keretvita mérlegelte a 9. Kőolaj-Világkongresszuson [509], a JOIDES-mélytengerkutató terv végrehajtása során kifejlesztett mélytengeri fúrószár-visszavezérlő rendszer [510] olyannyira tökéletesedett, hogy a IV. kutatási fázisban, az elkövetkező 2—3 évben, az Atlanti-óceán törésvonala mentén már kijelölték azt az 1800 m vízmélységen át 3600 m-re a tengerfenék alá mélyítendő olyan fúrást, amelyben mintegy 40 fúrónak a tengerfenékre telepített lyukfejszerelvénybe való visszavezérlési műveletével számolnak.

Visszatérve arra a megállapításra, hogy a tengeri fúrások költségei rohamosan emelkednek, a költségeket az északi-tengeri fúrások tükrében vizsgálva [511] bemutatja egy feltételezett 3000 m mélységű északi-tengeri fúrás költségalakulását 1973-, 1974- és 1975-ben; ezekben az években a költség 2,6 millió $-ról 3,76, majd 5,0 millió $-ra emelkedett, és a napi fúróberendezés-költség elérte a 40 000 $-t. Az utóbbi tény természetesen a tengeri fúrások esetében még indokoltabbá — szinte parancsoló szükségességgé — teszi általában a fúrási, de különösen a tengeri fúrási felszerelés, a fúrási technológia további tökéletesítését az időveszteség elkerülésének, a tiszta fúrásra fordított időhányad javítása, az automatizálás és természetesen a fúrási sebesség fokozása érdekében. Ezek a szempontok messzemenően azt jelentik, hogy *a fúrási technológia, a fúrási felszerelés tökéletesedése elsősorban a tengeri fúrásoknál jelentkezik, ezért a szárazföldi fúrással foglalkozóknak is éber figyelemmel kell követniük az ott végbemenő fejlődést.*

Az épülő úszó fúróberendezések kellő ütemű üzembe állítása, vagyis mintegy 1 $^1/_2$—2 év alatt 120 új úszó fúróberendezés használatba vétele szerint kb. 13 000 főnyi személyzet kiképzését feltételezi, és az ezzel kapcsolatos lehetőségeket mérlegeli *Sheffer* [512]. A tengeri műveletek technológiai és kiképzési (gyakorlási) előírásait, módszereit méri fel *Chace* [513], és leszögezi, hogy oly mértékben nőttek a biztonsági, környezetvédelmi előírások által leszögezett követelmények, valamint a képzettségi igények a műszerezéssel, automatizálással összefüggő ismeretekkel szemben, hogy a tengeri fúrások irányító és végrehajtó személyzetének folyamatos képzése, gyakoroltatása elengedhetetlenné vált. Ezeket érintően a szennyvíz tengerbe eresztésének, elhelyezésének szabályait *Chance* [514] foglalja össze; ennek a káspi-tengeri műveletekhez használt diffúzoros módszerét [515] ismerteti. A tengeri fúróberendezések ivóvízellátásának, víztisztításának megoldásáról [516] szerzői számolnak be. *Karlic* és *Soltysik* [517] a tengeri fúrási munka tűzvédelmi, biztonságtechnikai (menekülési) kérdéseinek szabályait, megoldását foglalja össze.

A nagyobb vízmélységek felé terjeszkedő tengeri fúrási-termelési tevékenységgel járó követelmények felmérése volt a célja a 9. Kőolaj-Világkongresszus mélyvízi fúrási problémákkal foglalkozó keretvitájának [509], amelyen belül *Peterson* [518] kiemelte a mélytengerfenék-kutatás ún. JOIDES-tervének keretében elért fúrástechnológiai eredményeket; nevezetesen azt, hogy sikerült 6400 m vízmélységben a tengerfenék kőzeteiből magot fúrni; 3000 m vízmélységben megoldották a fúrószár visszavezérlését a fúrólyukba; tökéletesítették a dinamikus mélyvízi fúróhajó-helybentartást és mozgáskiegyenlítést. *Charles* [519] a mind északabbra és mind mélyebb vizek felé haladó északi-tengeri műveletek tapasztalatait összegezi, és mérlegeli a lábakra emelhető, a félig merülő fúrófedélzetekről és a fúróhajóról való fúrás előnyeit és hátrányait, továbbá rámutat a feltárófúrások rácsos szerkezetű, előfeszített beton, illetve ezek cölöpökhöz rögzített vagy gravitációs megoldásainak lehetőségeire. Kiemeli az északi-tengeri fúrások egyik fő technológiai problémáját: a túlnyomásos kőzetek kockázatmentes, gyors átfúrásának követelményét; a megoldást a túlnyomásos rétegek szeizmikus mérések nyújtotta előrejelzése, illetőleg a túlnyomásos fedőkőzetek fúrás közbeni jelzése nyújtja. *Yungblut* [520] a kanadai partok előtti mintegy 2,5 millió km² területű 200—800 m mélységű vízzel borított kontinentális küszöbre települő, tehát mélyvízi, sőt arktikus mélyvízi fúrások nehézségeit, s ezek közt is a jégpáncél, valamint a jéghegyek okozta nehézségeket elemzi, és azok megoldási lehetőségeit mérlegeli. A keretvita egy harmadik mélyvízi kutató- és feltárófúrási terület, ÉNy-Ausztrália parton túli területére telepített fúrások fúrástechnikai nehézségeit — *Franklin* [521] — elemzi, éspedig mind az úszó fúróberendezések kihorgonyzása, valamint a szóba jöhető rácsos szerkezetű fúrási-termelési fedélzet, mind pedig a túlnyomásos és az iszapveszteséges formációk átfúrásának fúrástechnológiai megoldásai szemszögéből. A keretvita során nagy jelentőségű mélyvízi fúrástechnikai sikerről számolt be *Verlet* [522] a dinamikus helyben tartási és fúrószár-visszavezérlési rendszerrel felszerelt *Pélican* fúróhajó 1972—1974. évi műveleteinek leírásával és értékelésével. Az értékelésből kiemelhető, hogy ez a fúróhajó 1973-ban $^3/_4$ év alatt 74 és 269 m közötti vízmélységekben egy földközi-tengeri, két labradori és egy az angolai partok előtti fúrást fejezett be összesen 12 271 m-rel; 1974 első 6 $^1/_2$ hónapjában pedig két tuniszi, két algériai és egy labradori fúrást 10 274 összméterrel, beleértve ebbe az időbe természetesen a hajó helyváltoztatására fordított időt is. A labradori fúrások során 2 hónap — július és augusztus — alatt 221 jéghegyet azonosítottak a fúróhajóról, ezek közül 149 került 10 mérföldnél közelebb a Pélicanhoz, s ezek közül 15-öt el kellett vontatni; hármat nem sikerült elvontatni, amiért is el kellett hagynia a hajónak a fúrólyukat.

A mélyvízi vezetőköteles és a vezetőkötél nélküli fúrási rendszert és ezeknek a tengerfenékre helyezendő szerelvényeit írja le, továbbá a két rendszer alkalmazási lehetőségeit értékeli *Reimert* [523] azzal a végkövetkeztetéssel, hogy a mélyvízi fúrás ezekkel a szerelvényekkel 900 m-ig már megoldott, sőt további tökéletesítésekkel ez a mélység 1800 m-ig kiterjeszthető. Kétségtelen, hogy a mindkét rendszernek lényeges tartozékát képező hosszabbítócső, az ún. „riser" igénybevételeinek számbavétele és méretezése igen sok gondot okoz; ezt igazolja az a tény, hogy pl. az északi-tengeri fúrások esetében az állásidő jelentős hányadát éppen a „riser" javítása okozza. [524] szerint az 1973—74 telén 110 fúróberendezés-nap esett ki az északi-tengeri fúrási műveletek során a hosszabbítócső-sérülések következtében, ami mintegy 3,5 millió $ közvetlen kárt okozott. Éppen a hosszabbítócsövek komplikált igénybevétele a rugója annak a sok folytatásban megjelent sorozatnak [525], amely a „Tengeri hosszabbítócsövek alkalmazott mechanikája" címen összefoglalja a hosszabbító szerepét, sokoldalú igénybevételét és a meghibásodásának elkerülését, vagyis a megbízható méretezésének szempontjait. Éppígy *Jones* [526] is azokat a meggondolásokat foglalja össze, amelyek alapján kellő biztonsággal méretezhető a hosszabbítócső, és arra a következtetésre jut, hogy a kérdés megnyugtató megoldása, a gazdaságosabb tervezés szempontjából igen kívánatos a felhasználó és a tervező fokozott véleménycseréje, együttműködése. Annál is inkább lényeges szempont ez, mert a vízmélység növekedésével oly rohamosan növekszenek egy esetleges meghibásodás kijavításának a költségei, hogy magának a hosszabbítócsőnek a költsége a vízmélység növekedésével mindinkább veszít jelentőségéből, s előtérbe lép a hosszabbítócső megbízhatósága.

A hosszabbítócső kisebb meghibásodási lehetősége és az úszó fúróberendezések dinamikus helyben tartásának költséges volta helyezte előtérbe a mélyvízi ún. szétterülő kihorgonyzás megoldását. Az ilyen mélyvízi kihorgonyzó rendszer viszont széles körű műszerezést igényel [527]. — [528] az 1000 m vízmélységben is használható rendszert mutatja be. [529] a mélyvízi kutató- és feltárófúrási műveletekkel rohamosan növekvő kutatófúrási és feltárási költségekről és a világ ez idő szerint legmélyebb vizen át végzett szénhidrogént kutató fúrásáról (Gabon partjai előtt 655 m vízmélységben, 1974-ben) tudósít, ill. az azt lefúrt SEDCO-445 fúróhajó technikai részleteit és teljesítményeit ismerteti. [530] az 1975-ben a Mexikói-öböl mélyvízi fúrásairól nyújt tájékoztatást; eszerint míg 1972—74-ben mindössze 8 kutatófúrást mélyítettek 150—180 m vízmélységben, 1975-ben már 10 kutatófúrást 150 m-

nél mélyebb vízen át fúrnak, s a legmélyebbet 533 m vízmélységbe telepítik. Ennek a mélyebb vizek felé terjeszkedő tevékenységnek hajtóereje az a közel 3000 m mély felfedező fúrás, amelyet 285 m vízmélységben fúrtak [531].

A mélyebb vizek felé haladó tengeri kutató- és feltárófúrások természetesen nagyobb méretű és teljesítményű, bonyolult műszerezésű, sok szempontból automatizált úszó, illetve stabil fúrási-termelési fedélzetre szerelt fúróberendezést igényelnek. Az ilyen berendezések műszaki adatainak gyorsan és jól kezelhető nyilvántartó rendszere a zavarmentes üzem, az esetleges üzemzavarok gyors elhárításának alapvető kérdése. Ennek megoldására kidolgozott kartotékrendszert mutat be [532].

A fúrási és a vízmélységnek, idő- és tengerjárási feladatoknak is megfelelő fúróberendezés (úszó vagy stabil fedélzeti; ha úszó, akkor lábakra állítható kihorgonyzott vagy dinamikus helyben tartású stb.) kiválasztásának szempontjait mérlegeli *Laborde* [533].

Mind a fúróhajók, mind a félig merülő fúrófedélzetekről szóló beszámolók nagyobb vízmélység-kapacitásról, a tökéletesebb dinamikus helyben tartási rendszerről és ezek eredményeképp nagyobb teljesítményekről szólnak. Az [534] által közölt teljesítmények közül kiemelhető a *Glomar North Sea* fúróhajó Északi-tengeren elért évi 31 242 m teljesítménye.

A dinamikus helyben tartás elveit *Droste* [535] foglalja össze; *Vasseur* [536] pedig két, eleve horgonyzó rendszer és vezetőkötelek nélkül épült fúróhajó (Pélican és Hawdrill) 4 évi kedvező üzemi tapasztalatait összegezi, és kitér ezeknek a tengerfenéki fúrólyukba való fúrószár-, illetve béléscső-visszavezérlő rendszerére, illetve a kénytelenségből (pl. jégheggyel való összeütközés elkerülése céljából) a hosszabbítócsőnek a lyukfejszerelvényről való oldásának, majd visszacsatlakoztatásának megoldására is. [537] a Pélican fúróhajó tapasztalatait már felhasználó két további, e sorozatba tartozó, de már 2000 m vízmélység-kapacitásúnak becsült egység, a Pélerin és a Pétrel dinamikus helyben tartási és fúrószár-visszavezérlési rendszerét mutatja be; a következtetésben ezeket a hajókat [537] alkalmasnak tartja a mélytenger-kutatási terv keretében az Atlanti-óceán törésvonala mellett telepítendő fúrás mélyítésére. A jelenleg a „vízmélységrekordot" (655 m) tartó SEDCO-445 eddigi teljesítményeit értékelve *Skinner* és *Hammett* [538] a tengermélységek meghódításának állomásait a levegő, ill. az űr meghódításának állomásaival veti össze. A SEDCO-445 tapasztalatai alapján az összefoglalás szerzői a tervezett dinamikus helyben tartású, félig merülő fúrófedélzettel lehetőnek tartják az 1800 m vízmélységben telepített kutatófúrások megbízható mélyítését is.

A félig merülő fúrófedélzetek múltját, fejlődését értékeli és biztató jövőjét vázolja *Hammett* [539]; mozgásviszonyainak, stabilitásának értékelésére *Stanton* és *Kuang* [540] számítógépes módszert dolgoztak ki, *Renard* és *Le Peuvedic* [541] pedig két félig merülő fúróhajó viselkedését nehéz idő- és tengerjárási viszonyok (Labrador, Ír-tenger) közt értékelik. *Burnell* [542] viszont az Északi-tengeren dolgozó különböző típusú (SEDCO-700, SEDCO-135, Pacesetter) félig merülő fedélzetek tapasztalatait értékelve leszögezi az újabb ilyen egységek tervezési alapelveit, és ennek során előtérbe helyezi a dinamikus helyben tartást, a fúrószár-visszavezérlő rendszert, sőt a horgonyzó rendszert már mint csak esetleges szerelvényt javasolja. Az épülő dinamikus helyben tartású, félig merülő fedélzetek közül a DYPOSEMI T-3 részletes leírását adja [543]* és [544]. Ez az egység elsősorban jéghegyveszélyes vizeken való munkára épült, és jellemzője a kör alakú fedélzet. A *Dynacat* félig merülő fúrófedélzet elnevezése a jellemzőire kíván utalni, vagyis arra, hogy eleve dinamikus helyben tartásra tervezett, továbbá hogy „catamaran" rendszerű, vagyis hogy a fedélzetet hordó hat óriás oszlopot alul két víz alatti hajótest tartja összse [545 és 546]. A nagyobb stabilitás érdekében megnövelt átmérőjű (12 m) s alul áramvonalasan, hajószerű testben végződő oszlop tartja a háromszög alakú fúrófedélzetét annak a két félig merülő, dinamikus helyben tartású fedélzetnek, amely kis hőmérsékletet tűrő acélból kifejezetten hideg tengerekre épül [547]. Úgyszintén északi tengerekre, elsősorban a Spitzbergák körüli kutatásra szánják azt a hengeres testű, félig merülő, dinamikus helyben tartású „Nagy Bója 6000" elnevezésű fúrófedélzetet [548], amelynek hengeres teste alul 25 000 t tömegű betonnal van töltve, és amely egyben 50 000 m^3 olaj tárolására is alkalmas. Ez az egység feltárófúrások mélyítésére is alkalmassá tehető, tehát fúrási-termelési fedélzetként is szolgálhat. Különlegesnek nevezhető az az előfeszített betonból tervezett félig merülő fedélzet is amely már nem dinamikus helyben tartású, hanem kihorgonyzott egység lesz [549].

A kutató jellegű fúrások és feltárófúrások céljaira is szánták azt a tengerfenékre lefeszített, félig merülő fedélzetet, amelyet most vetnek 60 m vízmélységben 6 hónapi üzemi kísérlet alá [550]; a kísérlet célja a rendszer megbízhatóságának ellenőrzése. A vizsgálat tervét és a lefolytatásához szükséges műszerezettséget [551] írja le.

Mind a fúróhajók, mind pedig a félig merülő fedélzetek tökéletesedésével, nagyobb vízmélység-kapacitásával és kedvezőtlenebb környezeti viszonyok közötti munkájával lépést kellett tartania a mozgás-, illetve terheléskiegyenlítő rendszereknek.

[552] szerzői az úszó fúróberendezések csigasorrendszerének lengéskiegyenlítő mogoldását értékelve kimondják, hogy a hatékony csigasorlengés-kiegyenlítő konstruálása és alkalmazása az úszó fúróberendezésekhez nemcsak azt eredményezte, hogy ezek munkafeltételei a stabil fúrási-termelési fedélzetre szereltekkel azonossá váltak, s jelentős állásidőt lehet megtakarítani (becslés szerint pl. az Északi-tengeren 9 m-es hullámzással számolva 24 berendezésnap állásidő vész el berendezésenként és évenként!), hanem ennél sokkal többet: az optimális fúróterhelés lehetőségét, hosszabb fúróélettartamot, vagyis becslésük szerint évenként és berendezésenként további 600 000 $ megtakarítást. További előnyként jelentkezik az a nagyobb biztonság, ami a lyukelfojtás és a kitörésgátló szerelvényeinek csatlakoztatási műveleteinél jelentkezik. Ezek alapján [552] szerzői úgy vélik, hogy a mai mértékig tökéletesedett csigasorlengés-kiegyenlítő a legnagyobb jelentőségű vívmány az utóbbi évek tengeri fúrástechnikájában. A csigasorlengés-csillapító alkalmazásának szükségességét az úszó fúróberendezésekhez a hullámzás által gerjesztett lengések és ezek közt is a leglényegesebb vertikális lengések elemzésével támasztja alá *Chevallier* [553]. — [554] egy nagy mélységkapacitású

fúróberendezéshez szerkesztett csigasorlengés-csillapítót ismertet.

Medders [555] a hidraulikusan teljesen kiegyensúlyozott mélybeli lengéscsillapítót, vagyis mozgáskiegyenlítőt és a meghosszabbított lökethosszúságú, de kiegyensúlyozatlan forgató-ütköző közdarabot, az ún. „bumper sub"-ot ismerteti, és szerepüket tisztázza.

Az úszó fúróberendezések továbbfejlesztésének jelentős eszköze, illetve módszere a fúrószárnak a tengerfenéken levő fúrólyukba vezetőkötelek nélkül való visszavezérlését biztosító, továbbá a lyukfejszerelvénynek, a kitörésgátló-rendszernek a kezdőcső alaplemezéhez csatlakoztató és oldó rendszere, amelyet egyszerűen visszavezérlő „re-entry" rendszernek, illetve módszernek neveznek. *Hazelwood* szerint [556], aki az akusztikus elven működő, mégpedig a rövid alapvonalú megoldású visszavezérlő rendszert írja le, ez az irányítás lehetővé teszi akár a 6000 m vízmélységen át is a fúrószár vagy a hosszabbítócső vezetőkötél nélküli visszavezérlést. Egyébként ezzel a rendszerrel [557] szerint a Glomar Challenger fúróhajó már 1974 nyarán 1800 m vízmélységben 4 sikeres fúrószár-visszavezérlési műveletet hajtott végre. [558] éppen ennek a sikeres eszköznek és a Glomar Challenger 7 évi tapasztalata alapján az Atlanti-óceán törésvonala mentén 1800 m vízmélységen át egy 3600 m-es végrehajtandó fúrás tervét írják le. A Glomar Challenger 7 évi mélytengerfenék-kutató fúrástechnikai eredményeiről és kifejlesztett szerszámairól egyébként *Larson* [559]* nyújt tájékoztatást.

A világszerte sikeres tengeri kutatófúrások alapján rendkívüli mértékben megélénkült a feltárást és termelést szolgáló stabil vagy félstabil fúrási-termelési fedélzetek tervezése és építése, illetve felállítása. A hagyományosnak nevezhető cölöpökkel a tengerfenékhez rögzített rácsos szerkezeteken kívül előtérbe kerültek a gravitációs megoldások, az előfeszített betonszerkezetek és a különleges stabil fedélzetek; természetes továbbá az is, hogy a felfedező fúrások vízmélységének növekedésével óriás stabil fedélzetek váltak szükségessé.

A megélénkült konstrukciós tevékenységnek szilárd alapot nyújt az API stabil tengeri fedélzetek tervezésére és konstrukciós elveire vonatkozó új, kibővített kiadású ajánlott gyakorlata [560].

A tengeri szerkezetek kifáradását elemzi [561], viszont az acélanyag kiválasztásának szempontjait összefoglaló munkájukban [562] szerzői kiemelik a nagy kockázat miatt fennálló biztonsági követelményeket. Ennek megfelelően a konstrukció, az anyagkiválasztás és az ellenőrzés szempontjait messzemenően összhangba kell hozni. A várható igénybevételek gondos számbavétele megfelelő hegesztett szerkezetet indokolhat, ugyanakkor ennek megfelelően a kiválasztott anyag hegeszthetősége alapvető követelmény. *Peterson* [563, 564] viszont a hegesztett tengeri szerkezetek korróziós kifáradását elemző tanulmányaiban az acélanyag, a munkaközeg és a feszültség mint három, a kifáradási határt meghatározó tényező együttes hatását, illetve a lehetséges legkedvezőbb kombinációkat vizsgálja. Leszögezi, hogy a katódos védelem a levegőben kellő védelmet nyújt a kifáradásos törésekkel szemben, szükséges azonban a katódos védelem tengervízkörnyezetben való vizsgálata is. Az utóbbira nyújt szempontokat *Mackay* [565], mégpedig elsősorban az Északi-tengerre és a hozzá hasonló vizekre.

A világ ez idő szerinti legmagasabb — 28 fúrás mélyítésére tervezett — fúrási-termelési fedélzetét a kaliforniai Santa Barbara-csatornában állítják fel. Az óriási (260 m magas, 12 000 t tömegű, nyolc 1,4 m ∅-jű cső tartóoszloppal kiképzett) rácsos szerkezetet két részben úsztatják a helyszínre [566]. Egy fele ilyen magasságú rácsos szerkezetű fedélzetet egy darabban, összehegesztett állapotban vontattak Japánból (8300 km-es úton) az új-zélandi partok előtti Maui-mező fúrási-termelési fedélzeteként. A Maui-mező rácsos szerkezetű fúrási-termelési fedélzetének méretezésekor földrengéskor ébredő feszültségekkel is számoltak. A felállított rácsos szerkezet rögzítéséhez víz alatti cölöpverő gépet alkalmaztak [567].

Újszerű — 600 m max. vízmélységre tervezett — kihorgonyzott rácsos szerkezetű fúrási fedélzet kisebbített — 113 m-es — mását állították fel a Mexikói-öbölben, 90 m vízmélységben [568]. Ugyancsak a nagy vízmélységben (100—300 m) való alkalmazásra szánták a hidraulikusan hosszabbított (toldott) tartóoszlopokkal tervezett fúrási-termelési fedélzetet [569].

A kisebb vízmélységben szükségessé váló feltáró-fúrási tevékenységhez terjednek a kis helyigényű kompakt fúróberendezések elhelyezésére alkalmas rácsos szerkezetű fúrási-termelési fedélzetek. [570] hat ilyen (550—1500 kW hajtógép-teljesítményű) fúróberendezés üzembe helyezéséről tudósít, amelyet további hat kompakt fúróberendezés fog követni. Az ezekhez a fúróberendezésekhez kialakított rácsos szerkezetű fúrófedélzetek felállítása úszódaru nélkül lehetséges. Viszont szerelődarut igényel a mindössze 14×17 m helyigényű, modulokba szerelt, ilyen fedélzeteken elhelyezhető kompakt berendezés [571]. — [572] egy SZU-ban kifejlesztett, 52 m vízmélységben alkalmazott rácsos szerkezetű fúrási-termelési fedélzet ismertetésében rámutat ennek felállítására, nevezetesen arra, hogy a part menti telepen való összeszerelés után a felállítás a helyszínen 2500 kN teherbírású katamaránúszódarut igényel. A rácsos szerkezetű fedélzetek felállítási módozatairól *Heerema* [573] nyújt összefoglalást; hírt ad az ehhez alkalmazható legnagyobb teljesítményű cölöpverő (175 t tömegű kalapács 1,2 millió Nm ütőteljesítmény) és a legnagyobb teherbírású (30 000 kN) úszódaru készültéről. Ennél kisebb teljesítményű, a Mexikói-öbölben 300 m vízmélységig használható víz alatti cölöpverő kalapácsokat ír le *Jansz* [574]; *Hirsch* [575] a cölöpverés mechanizmusát, tervezését foglalja össze; *Dressel* [576] különféle megoldású cölöpfúró berendezéseket ismertet.

Mind a cölöpökre támaszkodó vagy ahhoz erősített rácsos szerkezetű, stabil fúrási fedélzetek, mind pedig az egyre jobban előtérbe kerülő gravitációs fedélzetek alkalmazása szükségessé teszi a tengerfenék talaj-, illetve kőzetviszonyainak pontos ismeretét, kőzetmechanikai értékelését. Ezzel, illetve a stabil fúrófedélzetek alapozásával kapcsolatban *Mes* [577] a mély vízi alapozás feltételeit foglalja össze; 300 m vízmélységben 100 m kőzetvastagságig alkalmazható vibrációs elvű zavartalan kőzetmagfúró berendezést ismertet *Ménard* [578]; — [579] szerzői összefoglalásukban az Északi-tengeren kialakult helykiválasztásról, a zavartalan-minta-vételről a tengerfenéken és a szükséges kőzetmechanikai vizsgálatokról szólnak.

A mélyvízi fúrási-termelési fedélzetek helyzetéről, építéséről a világon nyújt áttekintést *Kennedy* [580], s kiemeli, hogy éppen a konvencionális rácsos szerkezetű mélyvízi stabil fedélzetek rohamos költségemelkedése helyezte előtérbe világszerte a gravitációs fedélzetek és ezek közt is az Északi-tengeren a betonból készült gravitációs fedélzetek használatát. *Snyder* [581] szerint az Északi-tengeren 1980-ig szükséges stabil fedélzetekből 27 már épül, illetve meg van rendelve. Ezek közül már 12 betonból készült gravitációs fedélzet és 15 rácsos szerkezetű. *Antonakis* [582] az acél és a beton gravitációs fúrási-termelési fedélzeteket összehasonlítva mindkét megoldást oly drágának ítéli, hogy mindenképpen arra számít: a lassan csökkenő olajárak új olcsóbb megoldásokat és a tengerfenéki kútkiképzést helyezhetik előtérbe. *Sparks* [583] a 12 gravitációs előfeszített beton stabil fedélzet 4 típusát, azok lemerítési folyamatát, stabilitását elemzi. *Ford* [584] egy szívással a tengerfenékre ültetett, illetve oda beágyazott hengeres szelvényű, 180 m max. vízmélységre tervezett fedélzet szerkezetét, elhelyezését ill. leültetését írja le. A Beryl-, a Frigg-, a Brent- és a Statfjord-óriás mezők feltárására szánt három karcsú betonoszlopos, „Condeep" rendszerű fedélzet ismertetése mellett — amely fedélzetekről egyenként 40, átlagosan 3000 m-nél mélyebb kút fúrását tervezik — ezek lesüllyesztéséről is beszámol; [585] nemcsak a fedélzet elrendezéséről, hanem a Brent-mezőre való vontatásáról, sőt a lesüllyesztés folyamatáról is tájékoztat. *Hunt* [586] az ezzel kapcsolatos északi-tengeri fejlődést két számsorral szemlélteti, mondván, hogy 10 évvel ezelőtt az Északi-tenger déli részén a gázmezők feltárásához szükséges fedélzetek tervezési paraméterei: 33 m vízmélység, 13 m magas hullámok és 132 km/h szélsebesség éppoly kétkedést, ijedtséget keltettek, mint ma — vagyis 1—2 évvel ezelőtt — a Brent-mező területén figyelembe vett tervezési alapfeltételek: 140 m vízmélység, 30 m max. hullámzás és 138 km/h szélsebesség. Az olasz tervek szerint készült, és 90 m vízmélységben a kongói partok előtt kemény kőzetekből álló tengerfenékre ültetett 4 acél fúrási-termelési fedélzetet a kis mélységű mező ferde fúrótoronnyal való feltárására alkalmazzák [587].

[588] nagy vízmélységben felfedezett mező feltárására a tengerfenékbe mélyített, nagy átmérőjű aknában telepített kutakra tesz javaslatot. [589] a felfedező fúrás nyomán a tengerfenékre lehelyezett kútfejek alapjaként szolgáló csoportos szerelőlemez segítségével úszó fúróberendezésről javasolja a feltárófúrások mélyítését; ezt a módszert Indonéziában kívánják alkalmazni.

A mind kedvezőtlenebb környezeti viszonyok, mélyebb vizek felé szoruló tengeri fúrási tevékenység újabb és újabb eszközök szerkesztésére, módszerek kidolgozására sarkallja a tervezőket, technológusokat; ilyenek pl. az úszó fúróberendezés egészének lengéscsillapítója, a fúrószerszám aktív lengéscsillapítója (szervomotorral), fúrási műszerkabin, számítógép-irányítású fúrószerszám-be- és -kiépítő rendszer stb. [590]. Ezekről számos publikáció részleteket is közöl, így [591] a számítógép-irányítású fúrószerszám-be- és -kiépítő rendszerről; [592] a Pentagone-84 félig merülő fúrófedélzet 270° látószöget nyújtó vezérlőteremről, [593] a műszeres adatgyűjtő és adatelemző rendszeréről, [594] a lyukfejszerelvényről, illetve ezen belül az 1050 bar üzemnyomású kitörésgátlóról és lyukelfojtó rendszeréről tájékoztat. *Youens* [595] az öblítőrendszer zárt gáztalanító rendszerét ismerteti részletesen. *Tucker* [596] az időveszteségek elkerülését célzó számítógépes rendszert mutatja be az idő- és tengerjárási viszonyok kiértékelésére, illetve a szükséges adatok gyűjtésére. Ugyanez a számítógép természetesen felhasználható a fúrási és mélyfúrási geofizikai szelvényezési adatok gyűjtésére, értékelésére, sőt a műveletek vezérlésére is.

A tengeri fúrások nagy, és a vízmélységgel, a nehezebb környezeti viszonyokkal fokozódó kockázatát tükrözi a kitörésvédelemmel kapcsolatos számos közlemény. *Koch* [597] elemzi a nagy vízmélység befolyását a biztonsági béléscsőoszlop saruállásának meghatározására. *Sieck* [598] a tengeri fúrás telepítését megelőző széles körű műszeres vizsgálatról szól. Ez sokérzékelős akusztikus műszeres mérésekből, víz alatti fényképek, televíziós felvételek értékeléséből, magminták, talajvizsgálatok elemzéséből áll; mindezek együttes figyelembevétele segíthet olyan súlyos katasztrófák elkerülésében, amilyenek közül egyet ugyancsak *Sieck* [599] egy aktív, gázt vezető törésvonal mellé telepített, lábakra emelhető fúrófedélzet elsüllyedésével kapcsolatos leírásban, illetve hozzá fűzött színes képsorozaton mutat be. *Agiza* [600] nagynyomású sósvíz-beáramlással megbomlott öblítési egyensúly helyreállítását írja le. [601] víz alatti gázkifúvások hangszintjének mérésére alapított módszert alkalmaz a kitörés mértékének megítélésére. *Ziaja* [602] az úszó fúróberendezések hosszabbítócsövének és a kapcsolatos szerelvényeknek bemutatásán kívül kitér az úszó fúróberendezések kitörésgátló-szerelvényére, az ahhoz csatlakozó egyensúlyhelyreállító rendszerre, szabályozó fúvókára. *Helfer* és *Jones* [603] viszont a kitörések alkalmával szükségessé váló csőelvágást végző „vágó kitörésgátló-pofák" helyett a fúrószár épségét megőrző „lecsavaró pofák" elvét és szerkezeti megoldását mutatják be.

A tengeri fúrások lyukbefejezési, kútkiképzési és kútjavítási műveletsorát érintő tanulmányok közt *Franc* két tanulmányban [604, 605] számol be a dinamikus helyben tartású fúróhajóról végrehajtott formációvizsgálat felszíni és biztonsági szerelvényeiről. [606] egy teljesen hidraulikus lábakra emelhető fedélzetre szerelt fúróberendezéssel jelentősen csökkenthetőnek tartja a lyukbefejezési, kútátalakítási költségeket. A berendezéshez teljes öblítőrendszer (hidromotor hajtású plundzseres szivattyú) és tartályos felszíni öblítőrendszer, hidraulikus hajtású forgatóasztal tartozik; természetesen hidraulikus működtetésű a kitörésgátlórendszer is. A berendezés 2⅜"-es termelőcsővel 3000 m mélységkapacitású. *Ray* [607] a nyugat-jávai Ardjuna-mező kavicsszűrőzéssel is bonyolított kettős kútkiképzéseiről nyújt tájékoztatást, [608] pedig víz alatti kútfejen át végezhető, acélhuzalos szerszámokkal oldható és ültethető kútkiképzés követelményeit és megoldásait foglalja össze.

A tengeri fúrási tevékenység egyes reflektorfényben levő területeinek értékelésével foglalkozó publikációk közt *Buckman* [609] leszögezi, hogy az Északi-tengeren 12 évi eredményes szénhidrogén-kutatás után is változatlan, sőt növekvő aktivitással folyik tovább a fúrási tevékenység; ennek egyik súlypontja a felfedezett nagy mezők feltárása, a másik a továbbkutatás a perifériák felé — elsősorban az északi területek irányában, de dél felé és nyugatra is. Jelentős a feltárási tevékenység a középső területen, a norvégiai és az angliai szektorban, de

biztatóak a felfedező fúrások az utóbbi északi részén is.

Kennedy [610] a szumátrai Cinta és Rama tengeri mezők feltárási munkának feladatai közt a stabil fedélzetről mindössze 1200—1350 m vertikális mélységű irányított fúrásainak egyes esetekben 50° dőlést is kívánó megoldásáról szól; *Lipscombe* [611] szerint az ausztráliai, igen sokat ígérő kutatási tevékenység kibontakozását erősen gyorsítja a kőolajár-robbanás következtében előtérbe lépett érdeklődés a kutatási és termelési koncessziók iránt. A kőolaj-lehetőségeket úgy értékelik, hogy Ausztrália jelenlegi 70%-os önellátása 70%-os exporttá változhat, a lehetséges gázkészleteket pedig több billió m^3 -re becsülik.

Franklin [612] viszont az 1967 óta — 1973 végéig — lefúrt ausztráliai tengeri fúrásokat úgy értékeli, hogy a kezdeti nehézségeket sikeresen leküzdve ma már a fúrások 150 m vízmélységig rutinszerűen folynak. Az úszó fúróberendezések lehorgonyzását akadályozó kedvezőtlen talajviszonyokat a tengerfenéken becementezett horgonyzási módszerrel oldották meg; a lyukfalstabilitás megőrzésének nehézségein részben az öblítőfolyadék helyes megválasztásával, részben a nagynyomású formációk átmeneti zónájába helyezett védősaruállással oldották meg. Az USA keleti, atlanti partjain meginduló kutatás környezetvédelmi nehézségeit [613] mérlegeli.

1.5.2. Arktikus tengeri fúrások

A nyugat-kanadai gázmezők kimerülése serkentőleg hat a kanadai arktikus szigeteken végzett és a szigetek közti fúrásra. Ennek feltételeit, nehézségeit és a megoldás lehetőségeit vázolja [614]; élénkítette továbbá az érdeklődést az arktikus kutatás iránt az a Spitzbergákon talált, egyelőre azonban nem műre való (4000 m^3/d) gázelőfordulás, amelyről *Cranfield* [615] szól, de tudósít egyúttal a SZU arktikus területein, valamint a Grönlandon folyó és tervezett kutatófúrásokról is.

Jones [616] az arktikus tengeri kutatás nehézségeit összegezve az igen sekély vízi fúrások lehetőségeit mérlegeli, szól a rövid „fúrási szezon"-t engedő területekről, a szárazföld szilárdságú jégről való fúrás lehetőségeiről, a tengerfenékre süllyesztett szerkezetek jéggel, tengerárammal való elsodrásáról, s az arktikus tengeri termelés megoldásairól. *Dahl* [617] az arktikus tengereken felállított fúrási-termelési fedélzeteket veszélyeztető jégtorlódás hatását figyelembe véve, a fedélzetet hordó szerkezetekhez előnyösebbnek tartja a nagy átmérőjű oszlopok alkalmazását, mint a rácsozást. *Brown* [618] kavicspadról mint mesterséges fúrósziget-ről és a lesüllyesztett bárkáról megoldott sekély vízi fúrásokról számol be. *Jones* és *Schaff* [619]* a jégtörő fúróhajó jövőjét sokra értékeli, amit megerősítenek a Pélican-fúróhajó sikeres labradori tengeri fúrásainak jégeltérítési műveletei [620].

Deyell és *Tims* [621] az arktikus, illetve arktikus-tengeri fúrások tervezésének és végrehajtását biztosító tervezés alapjairól szólnak.

Az arktikus tengeri fúrási technológiát érintő problémák körében *Reynolds* [622] a béléscsövek hidegtűrése érdekében végzendő hőkezelés szempontjait foglalja össze; *Ng* [623] megoldást javasol az arktikus fúrások során a vízközegű öblítőiszapnak a szétfagyás elkerüléséhez gyakran szükségessé váló eltávolítására a béléscsőközből, fúrólyukból. A megoldás lényegében az iszap vízzel, majd a víznek gélesített olajközegű, ún. szigetelő közeggel való kiszorításából áll. *Mason* [624] az arktikus víz alatti kútkiképzés lehetőségeit mérlegeli.

A tényleges arktikus tengeri műveletek leírásaiból kiemelhető a Beaufort-tenger fúrásainak előkészítéséről szóló [625], illetve az ezt is megelőző környezetvédelmi tanulmány [626]. *Wright* [627] és *Atkinson* [628] a Prudhoe-öböl szárazföldi és sekélytengeri feltárási tevékenységének részleteit ismerteti. [629] az alaszkai tengeri fúrások feltételeiről, az ott folytatott jégmozgás-megfigyelési tevékenységről és a Cook-öbölben már bevált egyoszlopos fúrási-termelési fedélzetről tudósít.

IRODALOM

[1] — 1985 U. S. program... 3450 rigs drilling 380 million feet? Drllg. Sep 43—4.

[2] *Kastrop, J. E.:* U. S. drilling productivity declines. PE *11* 131—2.

[3] *Langston, J. V.:* Crew training. Drllg. May 63—5.

[4] *Sheffer, L.:* Mr. (and Mrs.) worker we need you. Drllg. May 67—9, 71.

[5] *Miscsevics, V. I.:* Itogi rabotü burovüh organizacij Minnefteproma za csetvertüj god devjatoj pjatiletki. Bur. *2* 3—9.

[6] *McNally, R.:* Focus on world drilling '75. PE Sep 21—4.

[7] *Scott, J.:* Demand for drilling rigs continues strong. PE *8* 12, 14—5.

[8] — Na povesztke dnja — problema szoversensztvovanija tehnologii burenija glubokih szkvazsin. Bur. *12* 41—3.

[9] *Miscsevics, V. I.:* Tehnicseszkij progreszsz v glubokom burenii. NH *5* 16—9.

[10] *Vingoe, R. J.—Cook, J. H.:* Reducing number of bit sizes, casing sizes can make savings. Drllg. Contr. March—Apr. 36—9.

[11] *Zsidovcev, N. A.—Matveev, G. I.—Bikbulatov, I. K.:* Vlijanie szhemü razmescsenija naszadok v dolote na kacseszvo ocsisztki zaboja szkvazsinü. NH *5* 19—22.

[12] — Drill bit studies aim at fewer trips. PE Sep 137, 139.

[13] *Dixon, B.—Brown, T.—Gleiter, J.—Zamora, M.—Koch, B.—Annas, R.—Garcia, J. A.—Alder, B.:* Drilling recording, yesterday — today, — tomorrow. Drllg. Oct 55—9, 61—2, 64—6, 68.

[14] *Berzsec, G. N.:* O sztandartizacii osznovnüh parametrov usztanovok dlja ekszpluatacionnogo i glubokogo razvedocsnogo burenija. Mas. Neft. Oborud. *11* 3—7.

[15] *Szabó Gy.:* A hazai fúróberendezés-állomány teljesítménynövelési lehetőségei. KF 342—9.

[16] *Bikcsurin, T. N.—Vadeckij, Ju. V.—Derkacs, N. D.—Krufik, É. M.:* Rezul'tatü iszpütanij maszlonapolnennüh reduktornüh turboburov T195 RT. NH *11* 15—9.

[17] *Sahmaev, Z. M.—Valiahmetov, F. M.:* Rezul'tatü promüslennüh iszpütanij vintovüh zabojnüh dvigatelej. Bur. *12* 3—5.

[18] *Fontenot, J. E.:* Turbine drilling's potential — Part 1—3. OGJ *23* 39—43; *25* 115—6, 118, 120, 122, 126; *27* 54—8.
[19] *Loy, S. E.—True, M. E.—Weiner, P. D.:* New methods help reduce drillstem connection failures. WO June 65—8.
[20] *True, M. E.—Weiner, P. D.:* Optimum means of protecting casing and drill pipe tool joints against wear. JPT 246—52.
[21] *Bradley, W. B.—Fontenot, J. E.:* The prediction and control of casing wear. JPT 233—45.
[22] *Boone, D. E.:* Drilling strength analysis in evaporite rocks. PE Sep 124, 126, 128, 130—1.
[23] *Penny, S. J.—Whittaker, A. H.—Lauletta, J. F.:* Formation balance gradient: key to deep well planning. PE March 38, 40, 43, 46, 50.
[24] *Fontenot, J. E.—Berry, L. N.:* Study compares drilling-rate based pressure-prediction methods. OGJ *37* 123—4, 129—30, 132, 137—8.
[25] *Parigot, M. Ph.:* Evaluation pressions anormales. Forages Jan.—Mars 23—46.
[26] — Pressure prediction key to Po Valley drilling. OGJ *14* 139—40, 142.
[27] *Ricard, M. G.:* Fluides inhibés fluides a faible teneur en solides. Forages Oct—Déc 67—95.
[28] *Darley, H. C. H.:* Prevention of productivity impairment by mud solids. PE Sep 102, 106, 108, 110.
[29] — The drilling of ultra-deep wells. PD 12. WPC *4* 129—83.
[30] *Postgate, J. C.:* Challenges and current solutions related to drilling ultra-deep wells. WPC *4* 129—35.
[31] *Mirzadzsanzade, A. H.—Miscsevics, V. I.—Titkov, N. I.—Bulatov, A. I.—Sersztnev, N. M.:* Povüsenie kacsesztva cementirovanija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1975. 232 o.
[32] *Shurtz, G. C.—Breiner, W. G.—Comeaux, B. G.:* New thru-tubing gravel pack techniques. SPE 5660 13 o.
[33] *Szescilla, A. J.:* Methods developed for gravel packing high-pressure unconsolidated zones. OGJ *52* 159—62.
[34] *Holman, G. B.:* Evaluation of control techniques for unconsolidated silty sands. SPE 5656 12 o.
[35] *Suman, G. O.:* Unconsolidated sand stabilization through wellbore stress state control. SPE 5717 12 o.
[36] *Lechler, S.—Ockelmann, H.—Blount, F. E.:* Neuere Überlegungen zur Lösung von Korrosionsproblemen in Sauergasbohrungen. EEZ 388—94.
[37] *Prejean, J.—Raulins, M.:* How Soviets complete high volume sour gas wells. PE *6* 42, 44, 46, 50, 52.
[38] *Hong, K. C.:* Productivity of perforated completions on formations with or without damage. JPT 1027—38.
[39] *Noran, D.:* Massive frac unlocks gas from microdarcy reservoir. OGJ *38* 112—4.
[40] *Fast, C. R.—Holman, G. B.—Covlin, R. J.:* MHF at Wattenberg. SPE 5624 13 o.
[41] *Free, D. L.—Frederick, A. F.—Thompson, J. E.:* Fracturing with a high viscosity crosslinked gel — continuous fracturing technique. SPE 5640 7 o.
[42] — New tool accelerates directional surveying. WO Oct 91—2, 95.
[43] *Marshall, G. D.:* Surveying and steering while drilling with a mud motor. PE *8* 34, 36, 38.
[44] — Gee and haw below 15,000 feet. Drllg. Jan 40—2.
[45] *Sheffer, L.:* Offshore's shifting tides. Drllg. Apr. 20. 27—8, 30, 32—3, 39.
[46] *Garrood, D.—Porter, P.—Porter, A.:* Multiple sonar re-entries in 6000 ft water depth. PE *6* 12, 14—5.
[47] — New phase slated for deep-sea drilling. OGJ *28* 52—3.
[48] — Unique design ideas may increase bit life. WO Sep 67—9.
[49] *Melaugh, J. F.—Livesay, B. J.:* Confining pressure affects jet-erosion-drilling rate. OGJ *45* 188—90.
[50] *Van Lingen, N. H.:* Flexible drill string system getting big try out in Dutch Groningen gas field. PI *3* 38—40, 42—4.
[51] — U. S. rig makers boost production by 11% in 1974. OGJ *16* 61.
[52] *Berzsec, G. N.:* O sztandartizacii osznovnüh parametrov usztanovok dlja ékszpluatacionnogo i glubokogo razvedocsnogo burenija. Mas. Neft. Oborud. *11* 3—7.
[53] *Antonov, A. A.:* O racional'nüh parametrah burovüh usztanovok. NH *9* 35—7.
[54] *Szabó Gy.:* A hazai fúróberendezés-állomány teljesítménynövelési lehetőségei. KF 342—9.
[55] *McNally, R.:* Delta upgrades rig for deeper drilling. PE *3* 94, 96, 101.
[56] *Hurley, D. C.—Webb, G. W.:* SCR's improve flexibility and reliability on rigs. PI *2* 29, 31.
[57] *West, J.:* New rig aims for fuel, time savings. OGJ *2* 69—71.
[58] *Lomakin, V. A.—Mamedov, G. G.:* Avtomatizirovannüj élektroprivod na posztojannom toke sz tirisztorno-mehanicseszkim kommutatorom dlja burovüh usztanovok. Izv. VUZ NG *12* 89—92.
[59] *Peligrad, N.:* The Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives in oilfield equipment. MPG 207—13.
[60] *Slys, J.:* Wyniki badan prototypu wiertnicy N30-1R (N40-1250S). N (pol.) 60—4.
[61] *Bory L.—Kondor I.:* Olajbányászati fúróberendezések erőátviteli egységei. Ganz-MÁVAG Közlemények, Budapest. *46* 68—74.
[62] *Franco, A.:* Modular „jack-up" platform debuts in Peru's Amazon jungle. OGJ *32* 67—8, 73—4.
[63] *Hollis, J. W.:* How rings are moved over rugged desert terrain. WO Sep 57—9.
[64] — Only eight loads are needed to move unique Arctic rig. WO Oct 73—7.
[65] — How a tractor aids Gulf Coast rigs. Drllg. June 40—1.
[66] *Markelov, E. G.—Markov, Ju. M.—Bogatov, V. I.—Szmoljaninov, V. G.:* Cirkuljacionnaja szisztema burovüh usztanovok v GDR. Mas. Neft. Oborud. *12* 33—5.
[67] *Liljestrand, W. E.:* Drilling's vital bubble buster. Drllg. Feb 75—7, 79.
[68] *Galan, R.:* Cribles pour tamisage de liquides-charges tamis vibrant. Forages Jan.-Mars 49—53.
[69] *Reznicsenko, I. N.—Kuzovlev, A. K.—Gorbacsev, N. A.—Kocsikjan, R. G.—Egorenko, B. F.:* Rezul'tatü iszapütanija gidroturbociklonov GTN-200 dlja ocsisztki utjazselennüh burovüh rasztvorov. Mas. Neft. Oborud. 7 27—9.
[70] *Booth, D.:* A rig for superwell workovers. PE *6* 66, 68, 72, 74.
[71] *Vingoe, R. L.: Cook, J. H.:* Reducing number of bit sizes, casing sizes can make savings. Drllg. Contr. March-Apr 36—9.
[72] *Moerbe, O. E.:* How to optimize journal bearing bit performance. Drllg. June 66—7.
[73] *Zejnalov, R. R.—Garaev, A. I.:* Doloto sz racional'noj szhemoj raszpolozsenija tverdoszplavnüh zub'ev. ANH *3* 65—6.
[74] *Allen, J. H.:* Eliminate trips to drill out casing cement. PE Sep 92, 94, 98.
[75] *Szimonov, V. V.—Vüszkrebcov, V. G.:* Rabota sarosecsnüh dolot i ih szoversensztvovanie. Nedra, Moszkva, 1975. 239 o.
[76] *Palascsenko, Ju. A.—Szimonov, V. V.:* Rezul'tatü promüszlovüh iszpütanij sarosecsnogo dolota bezudarnogo dejsztvija uszoversensztvovannoj konsztrukcii. Bur. *4* 10—2.
[77] *Vinogradov, V. N.—Szorokin, G. H.—Srejber, G. K.:* Udarno-abrazivnüj iznosz burovüh dolot. Nedra, Moszkva, 1975. 166 o.
[78] *Sterba, L.:* Vysledky poronvnavaciho vyzkumu jednovaleckovych dvouvaleckovych a trivaleckovych valivych dlat. Prace VUGI XXXIII 113—25.
[79] *Mihaiescu, St. S.:* Noi consideratii de mecanica asupra sapelor cu conuri pentru foraj. MPG 249—55.
[80] *Dzsalil-Zade, G. N.—Aliev, A. A.—Bartumjan, G. T.—Gaszanbala, M. O.—Ragimov, A. Sz.:* Iszpütanija trehsarosecsnüh dolot szo szlucsajnüm raszpredeleniem zub'ev na saroskah. ANH *2* 21—4.
[81] *Popov, A. N.:* Analiticseszkie formulü, szvjazüvajuscsie geometricseszkie parametrü élementov vooruzsenija doloti pokazateli mehanicseszkih szvojsztv porod. Izv. VUZ NG *10* 30—3.
[82] *Vorotnikov, V. Ja.—Ivanov, Sz. V.—Brodszkij, V. M.:* Iszszledovanie traektorij abraziva porodü na kalibrujuscsej poverhnoszti zub'ev. Izv. VUZ NG *2* 25—8.
[83] *Posztas, Sz. A.—Kaszincev, A. A.:* Izmerenie uszilij v podsipnikah oporü dolota. Mas. Neft. Oborud. *7* 29—31.
[84] *Posztas, Sz. A.—Zubarev, A. V.—Vopijakov, V. A.—Barül'nik, V. N.—Rüzsikov, Ju. V.—Posztas, A. Sz.:* Szmazki dlja opor na kaucsukovoj osznove. Bur. *5* 33—6.
[85] *Guszman, A. M.—Mitel'man, B. I.:* Iszszledovanie vünosza slama iz zonü dolota v zatrubnoe prosztransztvo. NH *2* 17—21.
[86] *Guszman, A. M.—Malkin, I. B.—Mitel'man, B. I.—Aliev, V. Sz.—Uszol'cev, A. V.:* Iszszledovanie éffektiv-

noszti aszimmetricsnüh szhem promüvki gidromonitornüh dolot. Bur. *12* 7—9.
[87] *Koleszníkov, V. G.—Marabaev, V. A.—Szmoljaninov, V. G.—Csudnovszkij, M. Sz.:* Ulucssenie pokazatelej rabotü gidromonitornüh dolot za szcset izmenenija szhemü promüvki. Bur. *9* 5—6.
[88] *Zsidovcev, N. A.—Matveev, G. I.—Bikbulatov, I. K.:* Vlijanie szhemü razmescsenija naszadok v dolote na kacsesztvo ocsisztki zaboja szkvazsinü. NH *5* 19—22.
[89] *Szobolevszkij, V. V.—Mjasznikov, B. I.—Sevcsenko, J. M.—Mitel'man, B. I.:* O vlijanii szvojsztv gornüh porod na ih razrusenie vüszokonapornümi sztrujami. NH *4* 9—10.
[90] — API Recommended practice for drill stem design and operating limits. API RP 7G Sixth Ed. 1975 Apr. 76 o.
[91] *Faradzsev, T. G.—Raszulov, R. A.:* Iszszledovanie temperaturü ot tepla trenija i temperaturnüh naprjazsenij v oporah odnosarosecsnüh dolot pri burenii. Izv. VUZ NG *6* 31—5.
[92] *Sterba, L.:* Vysledky poronvnavaciho vyzumku jednovaleckovych dvouvaleckovych a trivaleckovych valivych dlat. Prace VUGI XXXIII 113—25.
[93] *Sisin, K. A.—Nekraszov, A. M.:* Otrabotka opütnüh odnosarosecsnüh dolot sz nizsnej promüvkoj na ploscsadjah Uzen'szkogo UBR. Bur. *2* 15—7.
[94] *Vinogradov, V. N.—Szorokin, G. M.—Srejber, G. K.—Dvorzsak, V. A.—Rubarzs, V. M.—Klicsuk, V. G.:* Odnosarosecsnoe doloto udarnogo dejsztvija. Izv. VUZ NG *7* 99—104.
[95] — Far-out bits to drill faster, cheaper hole. Drllg. July 52—4.
[96] *Tricot, Ph.—Gerardin, J.—Cortes, A.:* Les outils au diamant. WPC *4* 173—9.
[97] *Marx, C.:* Bit performance and tool life in deep well drilling. WPC *4* 161—71.
[98] Panel Discussion: The drilling of ultra-deep wells. WPC *4* 181—3.
[99] *Appl, F. C.:* Application du programme de placement optimal des stabilisateurs. Forages Juil-Sept. 75—82.
[100] *Primm, L. A.:* Diamond drilling at Altamont, Utah. JPT 785—91.
[101] *Eaton, B. A.—Bower, A. B., Jr.—Martis, A. J.:* Manufactured diamond cutters used in drilling bits. JPT 543—51.
[102] *Artjunov, Ju. G.—Babak, V. K.—Buckij, A. L.—Lüszij, M. I.—Macievszkij, V. P.—Nikitin, E. A.—Szerezsnikov, V. V.—Sztepanjan, A. Sz.:* Rezul'tatü promüszlovüh iszpütanij burovüh dolot, armirovannüh szinteticseszkimi almazami SZVSZ i ballasz. Bur. *11* 3—5.
[103] API Bulletin on performance properties of casing, tubing and drill pipe. API Bul 5C2 1975 Marc 24 o.
[104] API Recommended practice for drill stem design and operating limits. API RP 7G Sixth Ed. 1975 Apr 76 o.
[105] *Rulisek, P.:* Vyber spojniku API-Tj a stanoveni jejich provozni zatizitelnosti z hlediska optimalni exploatace spoje. Prace VUGI XXXIII 73—99.
[106] *Pogoreckij, R. G.—Prisljak, A. M.—Szeverincsik, N. A.:* Vünoszlivoszt' rez'bovüh szoedinenij sztal'nüh buril'nüh trub raznogo diametra. NH *3* 20—3.
[107] *Sagaev, Ju. P.—Novikov, A. E.:* Uszkorennüj szposzob opredelenija predela usztalosztnoj procsnoszti i dolgovecsnoszti obrazcov sztal'nüh buril'nüh trub ferrozondovüm metodom. Mas. Neft. Oborud. *1* 3—6.
[108] *Szücsev, Ju. Sz.:* Vlijanie osztatocsnüh naprjazsenij na usztaloszt'nuju procsnoszt' sztal'nüh buril'nüh trub. Mas. Neft. Oborud. *8* 20—4.
[109] *Kromek, C.—Tocan, D.:* Contributions to the strength calculation of the drill-pipe string. MPG 190—8.
[110] *Alekszandrov, M. M.—Pulja, Ju. A.:* K voproszu ucseta szil plavucseszti, dejsztvujuscsih na kolonnu trub v szkvazsine. Izv. VUZ NG *11* 19—22.
[111] *Kerimov, Z. G.—Szadühov, M. A.:* Upravlenie javleniem vibracii v proceszsze burenija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Izv. VUZ NG *5* 29—33.
[112] *Veremejkin, B. Ja.:* Parametricseszkie kolebanija buril'noj kolonnü pri vrascsatel'nom burenii. Mas. Neft. Oborud. *7* 19—23.
[113] *Rogers, W. M.:* Drill pipe failures — what causes them, how to prevent them. Drllg. Contr. March-Apr 44—6.
[114] *Cox, T.:* Today's muds, make corrosion control a must for drill pipe. Drllg. Contr. May-June 37—42.
[115] *Azar, J. J.—Lummus, J. L.:* The effect of drill fluid pH on drill pipe corrosion fatigue performance. SPE 5516 8 o.
[116] — New joint hard facing reduces casing wear. WO Oct 78.
[117] *True, M. E.—Weiner, P. D.:* Optimum means of protecting casing and tool joints against wear. Drllg. Contr. Jan-Feb 22—5, 28—9.
[118] *Loy, S. E. —True, M. E.—Weiner, P. D.:* Stop drill string connection failure. Drllg. Dec 47—50.
[119] API Recommended practice for drill stem design and operating limits. API RP 7G Sixth Ed. 1975 Apr 76 o.
[120] *Bradley, W. B.—Murphey, C. E.—McLamore, R. T.—Dickson, L. L.:* Advantages of heavy metal collars in directional drilling and deviation control. SPE 5545 20 o.
[121] *Liszovszkaja, G. F.:* Ékonomicseszkaja éffektivnoszt' primenenija trub v ob"edinenii „UKRNEFT'". NGP *2* 21—3.
[122] *Szarkiszov, G. M.:* Diagrammü predel'nüh nagruzok dlja buril'nüh trub. NH *12* 13—4.
[123] *Sznarev, A. I.—Fajn, G. M.—Stamberg, V. F.—Danieljanc, Sz. M.—Pusztovojtov, I. D.:* Opüt primenenija LBT sz protektornüm utolscseniem pri burenii szkvazsin rotornüm szposzobom. Bur. *2* 10—2.
[124] *Ioaneszjan, Ju. R.—Guszman, M. T.:* New turbodrills and hydrostatic bottom-hole motors in deep drilling. WPC *4* 151—60.
[125] *Sahmaev, Z. M.—Valiahmetov, F. M.:* Rezul'tatü promüslennüh iszpütanij vintovüh zabojnüh dvigatelej. Bur. *12* 3—5.
[126] *Baldenko, D. F.—Ivanov, F. P.—Ponomarenko, N. A.—Szemencev, V. I.—Cselombiev, B. K.:* Promüslennüe iszpütanija vintovüh zabojnüh dvigatelej v ob"edinenii Sztavropol'-neftegaz. NH *1* 7—10.
[127] *Vadeckij, Ju. V.—Derkacs, N. D.—Nikomarov, Sz. Sz.:* Nizkooborotnüj zabojnüj dvigatel' — ego rol' i perszpektivü v tehnicseszkom progreszsze burenija szkvazsin. NH *1* 5—7.
[128] *Bikcsurin, T. N.—Vadeckij, Ju. V.—Derkacs, N. D.—Krufik, É. M.*; Rezul'tatü iszpütanij maszlonapolnennüh reduktornüh turboburov T195 RT. NH *11* 15—9.
[129] *Benson, G.:* The tool with a thousand uses. Drllg. Apr 58.
[130] *Vol'gemut, Z. A.—Gadalov, V. M.—Ovszjannikov, B. A.—Eszkin, M. G.:* Glubinnüj avtonomnüj regisztrator szkoroszti vrascsenija zabojnüh dvigatelej. Mas. Neft. Oborud. *12* 24—8.
[131] *Szemencova, A. A.—Beszteleszthüj, A. G.—Szemencov, G. N.:* Avtomaticseszkij kontrol' krutjascsego momenta na dolote. Izv. VUZ NG *6* 87—91.
[132] *Ajzuppe, Z. A.—Brazsnikov, V. A.:* Usztrojsztvo UKM-3 dlja kontrolja krutjascsego momenta na valu élektrobura. Mas. Neft. Oborud. *9* 7—11.
[133] *Polskov, V. K.—Édel'man, Ja. A.:* Opüt burenija sz otborom kerna szpecial'nüm kolonkovüm insztrumentom v komponovke sz zabojnüm dvigatelem. Bur. *11* 6—9.
[134] *Fontenot, J. E.:* Turbine drilling's potential — Part 1. Bit design is key to deep drilling with turbines. OGJ *23* 39—43; Part 2. Match bit turbine for best performance. *25* 115—6, 118, 120, 122, 126; Part 3. Field test suggest for new techniques. *27* 54—8.
[135] *Appl, F. C.:* Application du programme de placement optimal des stabilisateurs. Forages Juil.-Sept. 75—82.
[136] *Rohde, M. H.:* Amélioration de l'effet de stabilisation et réduction du cout de forage. Forages Oct.-Déc. 33—7.
[137] *Bradley, W. B.:* Factors affecting the control of borehole angle in straight and directional wells. JPT 679—88.
[138] *Wright, T. R., Jr.:* Technology keeps pace with increased drilling activity. WO Oct 79—82.
[139] — Manuel de montage et de demontage des stabilisateurs Christensen frettes hydrauliquement. Forages Avr.-Juin 29—47.
[140] *Boyadjieff, G. I.:* Elimination of drill pipe damage with a frictional drive spinning device. ASME 75-Pet-7 7 o.
[141] *Pouget, G.:* Special working areas boost personnel efficiency. WO July 71—3.
[142] *Delestrade, A.—Tricot, Ph.:* Intricate processing yield accurate penetration rates. WO July 73—4.
[143] *Wright, T. R.:* Hostile environments spur innovations in drilling. WO July 94—7.
[144] *Garcia, J. A.:* Better computer input. Drllg. Oct 61—4.
[145] *Dixon, B.—Brown, T.—Gleiter, J.—Zamora, M.—Koch B.—Annas, R.—Garcia, J. A.—Alder, B.:* Drilling record ing, yesterday — today — tomorrow. Drllg. Oct. 55—9-

[146] *Brown, T.—Alder, B.—Koch, B.—Hansberger, D.:* What will we record and how will we do it? Drllg. Oct. 65—6, 68.
[147] *Bazanova, T. D.—Sajkin, I. M.:* K voproszu vnedrenija faktograficseszkoj informacionno-poiszkovoj szisztemü „Szkvazsina". Izv. VUZ NG *9* 64—7.
[148] *Denisz, B. D.—Nakonecsnüj, V. I.—Kaluzsnüj, B. Sz.:* Ob odnom metode szinteza sztrukturü informacionnoj szisztemü dlja kontrolja rabotü burovüh usztanovok. Izv. VUZ NG *11* 81—5.
[149] *McDonald, W. J.—Ward, Ch. E.:* Borehole telemetry system is key to continuous down-hole drilling measurements. OGJ *37* 111—8.
[150] — New tool accelerates directional surveying. WO Oct 91—2, 95.
[151] — Your downhole motor: Hey, where'd it go? Drllg. Sep 120—4.
[152] *Marshal, G. D.:* Surveying and steering while drilling with a mud motor. PE 7 34, 36, 38.
[153] *Vyslouzil, J.:* Tenzometricke mereni krouticiho momentu. Prace VUGI XXXIII 55—71.
[154] *Brazsnikov, V. A.—Rjabov, N. I.—Szergeev, M. I.:* Priborszovetcsik dlja opredelenija momenta zaklinivanija opor dolota pri turbinnom burenii. Izv. VUZ NG *10* 86—90.
[155] *Kadumov, Ja. B.—Iovnovics, B. I.:* Ob ocenke tocsnoszti szisztemü avtomaticseszkogo regulirovanija podacsi insztrumenta pri turbinnom burenii. Izv. VUZ NG *5* 100—4.
[156] *Noran, D.:* Innovative workover/drilling rigs to utilize hydraulics. OGJ *39* 90—2, 94, 98.
[157] *Ward, D. H.—Thale, J. S.—Tomashek, J.—Howard, J. A.—Sheldon, L. B.:* A computer controlled system, for automatic racking of pipe on drilling vessels. OTC 2154 10 o.
[158] *Wright, T. R., Jr.:* High drilling activity spurs advances in tools, methods, WO March 63—6.
[159] *Szemencov, G. N.—Lokotos, B. N.—Kukurudz, Sz. F.—Ditcsuk, V. M.—Dumin, I. I.:* Avtomatizacija i szredsztva kontrolja pri burenii szkvazsin. KARPATI, Ungvár, 1975. 135 o.
[160] *Mears, F. C.:* New roles for automation in the North Sea. SPE 5260 8 o.
[161] *Noran, D.:* Special rigs available for servicing and workover duties. OGJ *39* 80—2.
[162] *Booth, D.:* A rig for superwell workovers. PE *6* 66, 68, 72, 74.
[163] *Belikov, V. G.—Szarkiszov, V. K.:* O klaszszifikacii gornüh porod po burimoszti. NH *11* 10—1.
[164] *Tanaka, S.—Sato, M.:* Measurement of rock properties with stamp penetration method and their relationship to rock drillability JJAPT 90—8.
[165] *Nguyenminh, D.:* Contribution a l'étude de la „taille" des roches. R. IFP 473—98.
[166] *Slawomirski, M.:* Mechniczne zachowanie sie lepko-sprezystych skal poddanych naprezeniu o przebiegu impulsywnym wywolanym udarem ostrza swidra wiertniczego. N (pol.) 150—6.
[167] *Tatu, Gr.:* Influenta starii de solicitare asupra eficientei procesului de dislocare de la talpa sondei. MPG 536—43.
[168] *Sterba, L.—Niederle, J.:* Vyzkum negativniho dopadu vlihu hloubkoveho gradientu ulozeni na vykonove parametry hlubinneho vrtani. Prace VUGI XXXIII 101—12.
[169] — New drilling lab to conduct full-scale test. OGJ *2* 50.
[170] *Boone, D. E.:* Drilling strength analysis in evaporite rocks. PE *10* 124, 126, 128, 130—1.
[171] *Melaugh, J. F.—Livesay, B. J.:* Confining pressure affects jet-erosion drilling rate. OGJ *45* 188—90.
[172] *Zsidovcev, N. A.—Matveev, G. I.—Bikbulatov, I. K.:* Vlijanie szhemü razmescsenija naszadok v dolote na kacsesztvo ocsisztki zaboja szkvazsinü. NH *5* 19—22.
[173] — Far-out bits to drill faster, cheaper hole. Drllg. July 52—4.
[174] *Prazsky, J.:* Podrtavaci metoda analyzy rezimu vrtani. Prace VUGI XXXIII 127—57.
[175] *Moerbe, O. E.:* How to optimize journal bearing bit performance. Drllg. June 66—7.
[176] *Bikcsurin, T. I.—Kozlov, F. A.—Pozdjakov, K. K.:* Vlijanie vida vooruzsenija na pokazateli rabotü dolot. Bur *6* 5—7.
[177] *Szadühov, J. V.—Veliev, R. V.—Rüszkin, E. P.:* O zaviszimoszti udel'noj ob"emnoj énergii razrusenija porodü ot diametra trehsarosecsnogo dolota. ANH *4* 33—5.
[178] *Zsidovcev, N. A.—Matveev, G. I.—Bikbulatov, I. K.:* Vlijanie szhemü razmescsenija naszadok v dolote na kacsesztvo ocsisztki zaboja szkvazsinü. NH *5* 19—22.
[179] *Guszman, A. M.—Malkin, I. B.—Mitel'man, B. I.—Aliev, V. Sz.—Uszol'cev, A. V.:* Iszszledovanie éffektivnoszti aszimmetricsnüh szhem promüvki gidromonitornüh dolot. Bur. *12* 7—9.
[180] *Kolesznikov, V. G.—Marabaev, V. A.—Szmoljaninov, V. G.—Csudnovszkij, M. Sz.:* Ulucssenie pokazatelej rabotü gidromonitornüh dolot za szcset izmenenija szhemü promüvki. Bur. *9* 5—6.
[181] *Sutko, A. A.—Sifferman, T. R.—Haden, E. L.—Wahl, E. L.:* Bit nozzle changes. OGJ *7* 102—6.
[182] *Randall, B. V.:* Optimum hydraulics in the oil patch. PE Sep 36, 45, 48, 52.
[183] *Zamora, M.—Grundt, G.:* New slide rule simplifies bit hydraulic optimization. OGJ *3* 69—71.
[184] *Zseleznjakov, F. I.:* Ocenka vlijanija differencial'nogo davlenija i szkoroszti vrascsenija dolota na mehanicseszkuju szkoroszt' prohodki. Bur. *7* 5—8.
[185] *Penny, S. J.—Whittaker, A. H.—Lauletta, J. F.:* Formation balance gradient: key to deep well planning. PE *3* 38, 40, 43, 46, 50.
[186] *Nelson, M. D.:* Drilling impedance of mud solids. WO Feb 1. 55—8, 60.
[187] *Allen, J. H.:* How to relate bit weight and rotary speed to bit hydraulic horsepower. Drllg. May 53—5.
[188] *Belikov, V. G.—Szamoszenko, V. I.:* O kriticseszkih oszevüh nagruzkah na doloto G_v i G_e. Izv. VUZ NG *7* 18—20.
[189] *Grace, R. D.:* How to avoid intuitive decisions and cut drilling costs. OGJ *12* 68—9.
[190] *Lawrence, R. J.:* Drilling rate affects costs more than bit life. OGJ *22* 130—2.
[191] *Haszaev, R. M.—Dadasev, A. M.—Detin, G. D.:* K opredeleniju optimal'nüh znacsenij mehanicseszkoj szkoroszti burenija i prohodki na doloto. ANH *4* 36—9.
[192] *Vaszil'ev, G. G.—Bokszerman, Ja. A.—Zsurba, V. M.—Topcsiev, L. V.—Uhanov, Ju. A.:* Opüt otrabotki dolot pri csasztom cseredovanii porod razlicsnoj burimoszti. Bur. *6* 7—10.
[193] *Walczak, A.:* Optymalizacja parametrow w procesie wiercenia. N (pol.) 251—7.
[194] *Aliev, T. M.—Imanov, K. Sz.—Bagaturova, O. Sz.—Liberzon, M. I.:* Igrovaja optimizacija rezsimov burenija szkvazsin. Izv. VUZ NG *4* 93—8.
[195] *Tóth B.:* Mélyfúrások optimalizációs eljárásai. KF 193—206.
[196] *Babock, J. A.—Rogers, M. G.:* Optimized drilling techniques in the Sholem Alechem field. SPE 5399 10 o.
[197] *Wood, W. D.:* Field experience using drilling cost minimization programs. SPE 5274 7 o.
[198] *Wells, P.:* Mud solids control — Part I.: Contamination can cost $ 2500/bbl. PE Sep 26, 28, 30, 34. Part II. It's cheaper to throw mud away than to dilute it with water! 1976. *1.* 66, 74, 78. Part III. Mud maintenance through proper solids control systems. 1976. *7.* 62, 66, 68, 70.
[199] *Reznicsenko, I. N.—Deniszenko, V. V.—Makszimec, V. E.:* Puti szoversensztvovanija szredsztv ocsisztki burovüh rasztvorov. Bur. *8* 20—3.
[200] *Markelov, E. G.—Markov, Ju. M.—Bogatov, V. I.—Szmoljaninov, V. G.:* Cirkuljacionnaja szisztema burovüh usztanovok v GDR. Mas. Neft. Oborud. *12* 33—5.
[201] *Youens, J. W.:* How to guide for solids control. Drllg. June 61.
[202] *Galan, R.:* Cribles pour tamisage de liquides-charges tamis vibrant. Forages Jan-Mars 49—53.
[203] *Liljestrand, W. E.:* The degasser, drilling's vital bubble buster. Drllg. Feb. 75—7, 79.
[204] *Bingham, M. G.:* Development of a technique to provide a predictable solids separation with the rotary mud separator. ASME 75-Pet-31 11 o.
[205] *Robinson, L. H.—Heilhecker, J. K.:* Solids control in weighted drilling fluids. JPT 1141—4.
[206] *Darley, H. C. H.:* Prevention of productivity impairment by mud solids. PE *10* 102, 106, 108, 110.
[207] *Sloan, J. P.—Brooks, J. P.—Dear, III, S. F.:* A new, nondamaging, acid-soluble weighting material. JPT 15—20.
[208] *Robertson, R. E.—Stiff, H. A., Jr.:* An improved mathematical model for relating shear stress to shear rate in drilling fluids and cement slurries. SPE 5333 9 o.
[209] *McMordie, W. C.—Bennett, R. B.—Bland, R. G.:* The

effect of temperature and pressure on the viscosity of oil-base muds. JPT 884—6.
[210] *Esterka, F.—Selzer, M.:* Reometr pro mereni reoligicke charakteristiky vrtného vyplachu za zvyseneho tlaku a teploty. Prace VUGI XXXII 81—99.
[211] *Oszipov, E. G.—Karmolin, V. G.:* Iszszledovanie reologicseszkih parametrov burovüh rasztvorov na viszkozimetre VSZN 2M. NH *8* 57—9.
[212] *Esterka, F.—Jurecka, J.:* Studium starnuti vrtneho vypalachu za zvysene teploty pomoci zahrevu v rotujcich celach. Prace VUGI XXXII 63—80.
[213] *Walker, R. E.—Mayes, T. M.:* Design of muds for carrying capacity. JPT 893—900.
[214] *Povh, I. L.—Bolonov, N. I.—Édel'man, A. E.:* Iszszledovanie turbulentnoszti glinisztogo rasztvora kondukcionnüm anemometrom. Izv. VUZ NG *4* 25—9.
[215] *Bulatov, A. I.—Babajan, É. V.—Vidovszkij, A. L.—Resetnikov, V. G.:* O gidrosztaticseszkom davlenii v sztvole szkvazsinü, zapolnennoj glinisztüm rasztvorom. NH *2* 27—9.
[216] *Vüsztorop, V. K.:* Prognozirovanie gidrodinamicseszkogo davlenija v glubokih szkvazsinah. Bur. *6* 31—3.
[217] *Lur'e, M. V.—Poljanszkaja, L. V.:* Raszprosztranenie gidravlicseszkogo udara v szisztеme szoosznüh trub. Izv. VUZ NG *1* 17—22.
[218] *Izmajlov, T. Z.—Mamedtagizade, A. M.—Lapin, V. B.:* Iszszledovanie éffektivnoszti obrabotki burovogo rasztvora szmazocsnümi dobavkami po kriterial'nüm pokazateljam szilü trenija parü sztal'-korka. Izv. VUZ NG *9* 23—8.
[219] *Szeid-Rza, M. K.—Zejnalov, N. E.—Szafarov, N. G.:* O haraktere vzaimodejsztvija kolonnü trub sz glinisztoj fil'tracionnoj korkoj. ANH *6* 13—7.
[220] *Ordronneu, M.:* Calculs programmes. Forages Juil.-Sept. 85—100.
[221] *Carico, R. D.—Bagshaw, F. R.:* Drilling fluid metrification. PE March 70, 72, 76.
[222] *Ivacsev, L. M.:* Promüvocsnüe zsidkoszti v razvedocsnom burenii. Nedra, Moszkva, 1975. 213 o.
[223] *Wright, T. R., Jr.:* Drilling fluids file — 1975—76. WO Jan 37, 39—40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58—60, 62, 64, 66, 68, 70.
[224] *Aszkerov, A. G.—Gokanaev, K. Z.—Galusztova, M. A.:* Opüt promüslennogo primenenija igetana — novogo ponizitelja vjazkoszti burovüh rasztvorov. ANH *12* 19—21.
[225] *Miszkarli, A. K.—Aliev, Sz. M.—Agaeva, M. A.—Guszejlov, T. I.—Fatieva, R. S.:* Polucsenie natrij-szopolimera sztirola sz maleinovüm angidridom i primenenie ego v kacsesztve ponizitelja vjazkoszti promüvocsnüh rasztvorov. ANH 7 17—20.
[226] *Pen'kov, A. J.—Gavrilova, L. V.—Szuharev, Sz. Sz.—Reznicsenko, T. N.—Mavromati, V. D.:* Regulirovanie szvojsztv burovüh rasztvorov dobavkami szopolimera M-14 pri provodke glubokih szkvazsin. Bur. *6* 16—8.
[227] *Zlotnik, L. E.—Baszova, T. G.—Zil'berman, E. N.:* Iszszledovanie vodorasztvorimüh akrilovüh polimerov (gipana i metasza) dlja sztabilizacii burovüh rasztvorov pri temperaturah do 300 °C. Izv. VUZ NG *10* 17—20.
[228] *Épstejn, E. F.—Szirik, V. F.—Davidenko, A. N.—Osztapenko, T. A.:* Poverhnosztno-aktivnüe antifrikcionnüe dobavki k burovüm rasztvoram. Bur. *6* 18—20.
[229] *Ricard, M. G.:* Fluides inhibés, fluides a faible teneur en solides. Forages Oct.-Déc. 67—95.
[230] *Gorodnov, V. D.—Teszlenko, V. N.—Timohin, I. M.—Kolesznikov, P. I.—Cselombiev, B. K.:* Iszszledovanie glin i novüe recepturü glinisztüh rasztvorov. Nedra, Moszkva, 1975. 271 o.
[231] *Trenque, M.:* Programme type d'utilisation de la boue potassique CECA de formule originale. Forages Jan.-Mars. 85—106.
[232] *Clark, R. K.—Scheuerman, R. F.—Rath, H.—van Laar, H.:* Polyacrylamide-potassium chloride mud for drilling water sensitive shales. SPE 5514 16 o.
[233] *Geron, S.:* Pluczka potasowa. N (pol). 322—4.
[234] *Bagirov, K. G.—Gukaszjan, A. A.—Csinakina, N. T.:* Iszszledovanie vlijanija himicseszkih reagentov i ih kombinacii na kollektorszkie szvojsztva produktivnüh plasztov. ANH *11* 29—31.
[235] *Kolesznikov, N. A.—Goncsarenko, A. M.—Szimonenkov, I. D.:* Dobavka nefti k burovüm rasztvoram dlja povüsenija usztojcsivoszti gornüh porod i pokazatelej rabotü dolot. NH *10* 15—7.
[236] *Romasov, V. N.—Szimonjanc, L. E.—Kevorkov, Sz. A.:* Iszszledovanie procsnoszti prisztvolnoj csaszti szkvazsinü v maszszive majkopszkih glin. Izv. VUZ NG *9* 18—22.
[237] *Gray, G. R.—Tschirley, N. K.:* Drilling fluids programme for ultra-deep wells in the United States. WPC *4* 137—49.
[238] *Dormán J.:* A fordított emulziós öblítőfolyadék alkalmazásának hazai tapasztalatai. KF 176—82.
[239] *Muhin, L. K.—Rübal'csenko, V. Sz.—Urumov, M. N.—Sztrelko, I. S.—Csernopjatov, V. G.—Telegin, B. V.:* Opüt primenenija izvesztkovo-bitumnogo burovogo rasztvora dlja vszkrütija vüszokopronicaemogo produktivnogo gazonosznogo gorizonta sz anomal'no vüszokim plasztovüm davleniem. *Bur. 12* 16—8.
[240] *Rjabokon', Sz. A.—Kaszperszkij, B. V.—Anikienko, G. I.—Klempert, B. V.—Brazsnikov, A. Ja.—Red'ko, V. P.:* Baritovüj utjazselitel' dlja burovüh rasztvorov na neftjanoj osznove. Bur. *11* 11—4.
[241] *Leydenecker, E. A.—Murray, S. C.:* Properly prepared oil muds aid massive salt drilling. WO Apr 93—5.
[242] — Boues de densité superieure a 2,20. Forages Oct.-Déc. 41—63.
[243] *Garrett, R. L.—Carlton, L. A.:* Iodometric method shows mud H_2S. OGJ *1* 74—7.
[244] *Whitfill, D. L.:* Calculate the amount of H_2S a drilling mud can neutralize. WO Dec 74—5.
[245] *Bettge, G. W.:* Zinc carbonate can control H_2S in drilling mud. OGJ *33* 128, 130, 132.
[246] *Cox, T.:* Today's muds make corrosion control a must for drill pipe. Drllg. Contr. May-June 37—42.
[247] *Gorodnov, V. D.—Ruszaev, A. A.—Teszlenko, V. N.—Timohin, I. M.—Hasimov, M. H.—Sztepcsenko, A. G.:* Preduprezsdenie oszlozsnenij pri vszkrütii szerovodorodszoderzsascsih plasztov. Bur. *8* 17—9.
[248] *Lerner, R. S.—Lobakova, S. A.:* Izüszkanie antikorrozijnüh dobavok k burovüm rasztvoram. Bur. *2* 28—32.
[249] *Youens, J. W.:* H_2S+H_2O calls for a total gas containment system. Drllg. Nov 55—8, 60.
[250] *Higgins, B.:* Modified stable foam can give lower drilling costs. PI *2* 12—4, 16.
[251] *Murjadin, I. M.—Lebkin, V. T.—Kozlova, A. L.:* Szoversensztvovanie tehnologii burenija szkvazsin sz ocsisztkoj zaboja penoj. Bur. *12* 19—20.
[252] *Cretu, I.:* Debitul necesar forajului cu aer. MPG 245—8.
[253] *Rike, J.:* How to chose workover, completion fluid. OGJ *39* 83—4, 89—90.
[254] *Crowe, C. W.—Cryar, H. B., Jr.:* Development of oil soluble resin mixture for control of fluid loss in water base workover and completion fluids. SPE 5662 9 o.
[255] *Bulgakov, R. T.—Perov, A. V.—Vakula, Ja. V.—Habibullin, R. A.—Rülov, N. I.:* Primenenie burovüh rasztvorov na neftjanoj osznove v uszlovijah mesztorozsdenij Tatarszkoj ASZSZR. NH 7 10—2.
[256] *Prikryl, J.—Fáber, P.:* Pakrovaci a uzáverové kapaliny na bazi emulznich jilovych suspenzi. Prace VUGI XXXII 39—61.
[257] *Ng, F. W.:* Removal of water base mud from well bores in permafrost zones. ASME 75-Pet-38 7 o.
[258] — Downhole rock, fluids to govern deep drilling. OGJ *26* 60.
[259] *Proszelkov, Ju. M.:* Teploperedacsa v szkvazsinah. Moszkva, Nedra, 1975. 222 o.
[260] *Lea, J. F., Jr.:* The application of a thermal network analyzer program to pipe flow and well bore heat transfer. SPE 5548 12 o.
[261] *Movszumov, A. A.—Kuliev, R. I.—Szafarov, Ja. I.—Iszkenderov, R. K.:* K opredeleniju teplofizicseszkih szvojsztv promüvocsnüh zsidkosztej po uszt'evüm informacijam pri burenii szkvazsin. ANH 7 30—2.
[262] *Szepesi J.—Alliquander Ö.:* A pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás szerepe a fúrólyukszerkezet tervezésében. KF 337—41.
[263] *Penny, S. J.—Whittaker, A. H.—Lauletta, J. F.:* Formation balance gradient: key to deep well planning. PE *3* 38, 40, 43, 46, 50.
[264] *Aoyaghi, K.—Kobayashi, N.—Kazama, T.—Sawa, T.—Sasaki, S.:* Compaction of clay under high pressure and programming temperature. JJAPT 111—6.
[265] *Gudok, N. Sz.:* Metodika ékszpreszsz-raszcseta velicsinü geosztaticseszkoj komponentü gornogo davlenija dlja prognoza AVPD. Izv. VUZ NG *12* 56—9.
[266] *Szitnikov, M. F.—Kukszov, A. K.:* Prognozirovanie po

kernam anomal'no vüszokogo plasztovogo davlenija v proceszsze burenija. NH *2* 11—5.
[267] *Parigot, M. Ph.:* Evaluation des pressions anormales. Forages Jan.-Mars. 23—46.
[268] *Fertl, W. H.:* Detection and evaluation of abnormal formation pressures from drilling and geophysical well logging parameters today's state of the art. CI ARTEP 185—90.
[269] *Goldsmith, R. G.:* It's simple: drilling rate predict mud weights needed. WO Nov 100—2, 104, 108.
[270] *Fontenot, J. E.—Berry, L. N.:* Study compares drilling-rate-based pressure-prediction methods. OGJ *37* 123—4, 129—30, 132, 137—8.
[271] *Pilkington, P. E.—Fertl, W. H.:* How to find transition zones in soft formation. WO Apr 98—100, 102.
[272] *Goldsmith, R. G.:* Planning and drilling abnormally pressured wildcats. WO Oct 56—60.
[273] — Pressure prediction key to Po Valley drilling. OGJ *14* 139—40, 142.
[274] *Conrad, K. M.:* Application of log pressure data in the Anadarko basin. PE 7 40, 42, 44, 48.
[275] *Gill, J. A.—Gregg, D. N.:* Locating the dog-legs and jump-shifts in North Sea pressure profiles. SPE 5262 16 o.
[176] *Alekszandrov, B. L.—Berkovics, E. A.—Tagunov, E. M.:* Ocenka i prognozirovanie anomal'no vüszokogo plasztovogo davlenija na Oktjabr'szkom mesztorozsdenii CSIASZSZR. NH *12* 5—8.
[277] *Scott, J.:* U. S. deep wells decline in 1974. PE *3* 21—4, 27—31.
[278] *Scott, J.:* 1974 ultra-deep wells total 65. PE *3* 32, 34—5.
[279] — The drilling of ultra-deep wells — PD 12, WPC **4** 129—83.
[280] *Postgate, J. C.:* Challenges and current solutions related to drilling ultra-deep wells. WPC **4** 129—35.
[281] *Hunt, J. M.:* Is there a geochemical depth limit for hydrocarbons? PE March 112, 116, 118, 120, 125, 127.
[282] *Alliquander, Ö.:* Nagymélységű fúrások hazai helyzete. KF *1—2* 111—6.
[283] *Winchell, D. A.:* Two world depth record — how to do it. SPE 5407 7 o.
[284] *Ponder, M.:* Fishing the world deepest well. Drllg. July 50—1.
[285] *Hamby, T. W.—Tuttle, R. N.:* Those deep, hot, sour, high pressure wells. Drllg. May 43—4, 46—8, 50.
[286] *West, E. R.:* Trouble-free deep well. Drllg. July 33—4, 36, 38, 40.
[287] *Scott, J.:* How AGIP drills, completes ultradeep Po Valley wells. PE Apr 60, 63, 66.
[288] *Agadzsanov, Sz. T.—Krasznov, Ju. Sz.—Sidiev, U. Z.:* Burenie szverhglubokoj szkvazsinü na Kavkaze. Bur. *7* 3—4.
[289] *Uhlman, D. R.:* Deep drilling arrives in rugged high Arctic. PE March 78, 82, 84, 86, 93.
[290] *Burimov, Ju. G.—Kopülov, A. Sz.—Orlov, A. V.:* Burenie verhnih intervalov glubokih szkvazsin bol'sogo diametra. Nedra, Moszkva, 1975. 231 o.
[291] *Lechler, S.:* Probleme bei der Zementation tiefer Gasbohrungen. EKC 123—33.
[292] — Four ways to complete deep high-pressure gas wells. Drllg. March 16—8.
[293] *Mehdizadeh, P.:* Casing collapse performance. ASME 75-Pet-41 8 o.
[294] *Reynolds, Sh. H.:* Casing for arctic wells. PE *1* 34, 36, 38.
[295] *Malacsihanov, T. B.—Padva, I. I.—Maliev, A. U.—Mataev, G. A.—Ulankin, A. P.:* Predel'noe uprugoe szoprotivlenie obszadnüh trub rovnomernomu vnesnemu davleniju. Izv. VUZ NG *2* 19—23.
[296] *Viszlobickij, P. A :* O szoprotivljaemoszti oval'noj raznosztennoj trubü szmjatiju. Mas. Neft. Oborud. *10* 14—6.
[297] *Szel'vascsuk, A. P.:* Primenenie trub, armirovannüh szteklopla sztikom dlja kreplenija szverhglubokih szkvazsin. GP *12* 13—5.
[298] *Ostrizek, V.—Hradil, F.:* Vyzkum tesnosti zavitovych spoju paznicovych kolon. Prace VUGI XXXIII 9—21.
[299] — API Bulletin on performance properties of casing, tubing, and drill pipe. API BUL 5C2 16th Ed. 1975 March. 24 o.
[300] *Miyoshi, E.—Tanaka, T.—Terasaki, F.—Ikeda, A.:* Hydrogen-induced cracking steels under wet hydrogen sulfide environment. ASME 75-Pet-2 10 o.
[301] *Grobner, P. J.—Sponseller, D. L.—Diesburg, D. E.:* The effect of processing variables on mechanical properties and sulfide stress cracking resistance of SAE 4135 steel modified with 0,75 percent Mo and 0,035 percent Cb. ASME 75-Pet-39 9 o.
[302] — API Specification for reinforced thermosetting resin casing and tubing. API Spec 5AR First Ed. 1975 Jan. 12 o
[303] *Mocsernjuk, D. Ju.—Ol'hovij, I. M.—Biloszevics, R. M.:* Opredelenie velicsinü dopolnitel'nogo szminajuscsego davlenija na kolonnu obszadnüh trub pri temperaturnüh izmenenijah v szkvazsine. Izv. VUZ NG *3* 15—8.
[304] *Zsesztovszkij, A. D.—Ersov, R. I.—Moszejkov, V. A.:* O szmjatii obszadnüh kolonn. Bur. *5* 28—30.
[305] *Vojtenko, V. Sz.—Leonov, E. G.—Filatov, B. Sz :* Vüdelenie v plasztics nüh porodah intervalov, opasznüh v otnosenii szmjatija obszadnüh kolonn. Bur. *4* 33—9.
[306] *Gubkin, N. A.—Karimov, N. H.—Don, N. Sz.:* Szmjatie obszadnüh kolonn v szolenosznüh otlozsenijah. NH *8* 19—22.
[307] *Woodlan, B.—Powell, G. E.:* Graphical method speeds deviated well casing design. WO Feb 1. 40—3.
[308] *Bondarev, V. I.—Csirikova, V. I.—Dinmuhametov, D. H.—Barszuk, G. V.:* Proektirovanie rezsimov szpuszka obszadnoj kolonnü. NH *6* 46—8.
[309] *Pirverdjan, A. M.:* Ob opredelenii gidrodinamicseszkogo davlenija na zaboe szkvazsinü pri szpuszko-pod"emnüh operacijah. NH *10* 47—50.
[310] *Darcsuk, V. D.:* Usztrojsztva dlja opreszszovki obszadnüh kolonn i protivovübroszovogo uszt'evogo oborudovanija v proceszsze burenija. Bur. *4* 30—3.
[311] *Szel'vascsuk, A. P.:* Koefficient zapasza procsnoszti dlja obszadnüh kolonn. GP *4* 32—3.
[312] *Salavin, A. M.—Kljusin, G. P.:* Iszszledovanie deformirovannogo szosztojanija obszadnüh trub bol'sogo diametra pri ih perforacii. Izv. VUZ NG *6* 19—23.
[313] *Nelson, C. C.:* Program is designed to analyze casing buckling in thermal recovery. OGJ *49* 79—82.
[314] *Bradley, W. B.:* Casing wear — 1.: Drill-pipe rubbers reduce rotating wear at high contact loads. OGJ *3* 87—90, 95—6.
[315] *Fontenot, J. E.—McEwer, J. W.:* Casing wear — 2.: Tripping is not a key cause of casing wear. OGJ *4* 148, 150, 152. — Casing wear — 3.: Barit, drilled solids boost wire-line casing wear. OGJ *5* 114—7, 125.
[316] *Bradley, W. B.—Fontenot, J. E.:* The prediction and control of casing wear. JPT 233—45.
[317] *Bradley, W. B.:* The effect of casing wear on the burst strength of casing. Part-1. Joint leakage. ASME 75-Pet-11 5 o.; Part-2. Statistical burst strength of worn and unworn casing strings. ASME 75-Pet-27 9 o.
[318] *Montague, J.:* How to minimize pipe protection down hole. Drllg. June 70.
[319] *Nezsel'szkij, A. A.—Kalincsenko, A. Sz.—Izmajlov, L. B :* Vlijanie protektorov na umen'senie iznosza obszadnüh kolonn. Mas. Neft. Oborud. *2* 17—9.
[320] *Mirzadzsanzade, A. H.—Miscsevics, V. I.—Titkov, N. I.—Bulatov, A. I.—Sersztnev, N. M.:* Povüsenie kacsesztva cementirovanija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1975. 232 o
[321] *Sadrin, L. N.:* Tehnologija i organizacija kreplenija szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1975. 342 o.
[322] — Supplement 1 to API Spec 10A (18th ed.) Specification for oil-well cements and cement additives. 1975 Jan. 4 o.
[323] *Tarnavszkij, A. P.:* Tamponazsnüj cement v szerovodorodnoj szrede. GP *1* 38—9.
[324] *Inozemcev, P. N.—Sisin, K. A.—Novohatszkij, D. F.—Antonov, V. A.—Dobridnev, V. P.:* Opüt cementirovanija szkvazsin oblegcsennüm cementom tipa OCG v ob"edinenii „Mangüslakneft'". Bur. *2* 40—2.
[325] *Aldrich, C. H.—Mitchell, B. J.:* Strength, permeabilities, and porosity of oilwell foam cement. ASME 75-Pet-10 4 o.
[326] *Klügl, J.—Vrestál, J.—Tomiska, J.—Burget, C.:* Penici efekty pri priprave cementovich tamponaznich smesi a moznosti jejich eliminace. Prace VUGI XXXII 139—54.
[327] *Balickaja, Z. A.—Verescsaka, I. G.—Ved', E. I.—Szerjakov, A. Sz.—Zsarov, E. F.:* Cementno-polimernüe rasztvorü dlja glubokih szkvazsin. NGP *6* 19—21.
[328] *Ogolihin, É. A.—Muhin, L.—K.:Sztrelko, I. S.—Urumov, M. N.—Telegin, B. V.—Csernopjatov, V. G.:* Primenenie

ONECR dlja cementirovanija gazovüh szkvazsin sz anomal'no vüszokim plasztovüm davleniem. NH *12* 11—3.
[329] *Karimov, N. H.—Gubkin, N. A.:* Iszszledovanie i razrabotka raszsirjajuscsihszja tamponazsnüh szmeszej i vlijanie ih na germetizaciju zakolonnogo prosztransztva. Bur. *9* 21—5.
[330] *Smith, R. C.—Calvert, D. G.:* The use of sea water in well cementing. JPT 759—64.
[331] — Supplement 1 to API RP 10B (19th ed.) for testing oil-well cements and cement additives. 1975 Feb. 9 o.
[332] *Litvisko, V. G.—Pusztovalov, V. I.:* O sznizsenii gidravlicseszkih szoprotivlenij pri cementirovanii szkvazsin. NGP *3* 18—20.
[333] *Kruglickij, N. N.—Furmanjuk, A. A.—Izbergaliev, H. Zs.:* Iszszledovanie podvizsnoszti cementnüh rasztvorov pri vvedenii plasztifikatorov. NGP *3* 15—7.
[334] *Uhanov, R. F.—Barinov, V. N.—Kriszt, M. O.—Peterszon, A. Ja.—Mihajlova, T. V.:* Vozmozsnoszt' povüsenija kacseszstva cementirovanija szkvazsin putem uvelicsenija ob"emov bufernüh zsidkosztej. Bur. *4* 21—4.
[335] *Eremin, G. A.—Krülov, V. I.—Szuhenko, N. I.—Malhazov, N. A.:* Uszlovija dosztavki tamponazsnogo rasztvora iszhodnogo szosztava v zonu pogloscsenija. Bur. *5* 24—7.
[336] *Mataev, G. A.—Malacsihanov, T. B.:* O sztatiszticseszkom metode ocenki vlijanija gidravlicseszkih uszlovij cementirovanija na kacsesztvo razobscsenija plasztov. Izv. VUZ NG *12* 21—6.
[337] *Bulatov, A. I.—Uhanov, R. F.—Miscsenko, V. I.—Dobrüdnev, V. P.:* Szoversensztvovanie tehnologii primenenija bufernüh zsidkosztej. Bur. *6* 25—7.
[338] *Detkov, V. P.—Bogdanov, V. L.—Ahmadisin, Z. S.:* Primenenie érozionnüh bufernüh zsidkosztej pri cementirovanii szkvazsin na Szamotlore. Bur. *2* 36—9.
[339] *Kurdacsev, A. I.—Letickij, A. V.—Raszizade, Ja. M.—Sersztnev, N. M.—Dinaburg, L. Sz.:* Vjazko-uprugij razdelitel' dlja cementirovanija obszadnüh kolonn. Bur. *1* 20—3.
[340] *Tschirley, N. K.:* Cementing in oil muds. PE *5* 140, 142, 144.
[341] *Carney, L. L.:* Single stage spacer for deep liner cementing. PE *6* 38, 40.
[342] *Titkov, N. I.—Potapov, A. G.:* Teploprovodnoszt' vlazsnogo cementnogo kamnja. NH *1* 15—8.
[343] *Iscsenko, I. M.:* K voproszu o vzaimodejsztvii obszadnüh trub sz cementnüm kamnem zatrubnogo prosztransztva. Izv. VUZ NG *2* 29—31.
[344] *Tomiska, J.—Klügl, J.—Matal, L.—Skácel, J.—Samsulova, V.:* Zmeny hydrostatickeho tlaku sloupce cementové suspenze behem tuhnuti a jejich praktické dusledky pri zamponazi vrtu. Prace VUGI XXXII 119—37.
[345] *Christian, W. W.—Chatterji, J.—Ostroot, G. W.:* Gas leakage in primary cementing — a field study and laboratory investigation. SPE 5517 15 o.
[346] *Maruhnjak, N. I.—Finogenov, I. Sz.—Girilovics, G. N.:* Opüt promüslennogo primenenie usztrojsztv dlja kontroliruemoj usztanovki cementnüh mosztov. Bur. *2* 33—6.
[347] *Bezdrobnüj, O. I.—Matveev, V. M.:* Izmenenie davlenija nagnetanija v nazemnoj obvjazke cementirovocsnogo oborudovanija. Bur. *6* 23—5.
[348] *Paroulek, V.—Smolik, S.:* Cementacni paznicovy pakr. Prace VUGI XXXIII 45—53.
[349] *Beirute, R. M.:* How to use computer to get better cement job. Drllg. June 29.
[350] *Szukurenko, E. I.—Vorotnjuk, O. V.—Zajcev, Ju. F.—Logvinenko, Sz. V.:* Vübor i raszcset oborudovanija dlja cementirovanija szkvazsin. NH *10* 23—6.
[351] *Fertl, W. H.—Pilkington, P. E.—Odd, R. A.:* Cement bond logging in the North Sea. PE *5* 80, 86, 88, 90, 95.
[352] *Holm, A. E.—Kleinegger, J.:* New techniques for oriented density evaluation. SPE 5519 13 o.
[353] *Szafronov, V. D.—Vjazel'scsikov, V. M.—Gnibidin, V. N.:* Opredelenie koéfficienta vüteszsnenija promüvocsnoj zsidkoszti iz zatrubnogo prosztransztva szkvazsinü pri ékszcentricsnom raszpolozsenii obszadnüh trub. Bur. *1* 15—7.
[354] *Schaumberg, G.:* Überlegungen zur Problematik von Druckproben bei zementierten Rohrtouren. EEZ 74—6.
[355] *Bulatov, A. I.—Novohatszkij, D. F.:* Tamponazsnüe slakovüe cementü i rasztvorü dlja cementirovanija glubokih szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1975. 224 o.
[356] *Balickaja, Z. A.—Verescsaka, I. G.—Ved', E. I.—Zsarov, F. F.—Szerjakov, A. Sz.—Sigaev, Sz. I.:* Iszszledovanie vlijanija sztabilizirujuscsih dobavok na szvojsztva slakopeszcsanüh cementnüh rasztvorov. Bur. *7* 22—4.
[357] *Crinkelmeyer, O. W.:* Improved cementing of high temperature oil and gas wells through computer applications. SPE 5518 8 o.
[358] *Pertik B.:* Mély és nagymélységű kutak cementezése. KF 15—6.
[359] *Lindsey, H. R., Jr.:* Running and cementing deep well liners. WO Nov 85—8 (1974); Dec 51—4 (1974); Jan 103—4, 106, 108.
[360] *Uliasz, J.:* Zapuszczanie i cementiwanie rur traczonych w glebokych otworach wiertniczych. N (pol.) 447—53.
[361] *Cook, C.—Carter, L. G.:* Cementing research in directional gas well completions. ASME Pet-75-30 8 o.
[362] — Supplement 1 to API RP 10B Recommended practice for testing oil-well cements and cement additives. (Nineteenth ed.) 1975 Feb 9 o.
[363] *Gavriljuk, A. E.—Szafronov, V. D.:* Povüsenie kacsesztva razobscsenija plasztov pri burenii naklonnüh szkvazsin. Bur. *8* 23—5.
[364] *Fitzpatrick, H. J.—Alexander, G. T., Jr.:* New tool improves primary cementing in deviated wells. WO May 102—4.
365] *Pierrot, M. A.:* Experience de cimentation en puits devies chez ELF-Gabon. Forages Juil.-Sept. 11—27.
[366] *Rike, J. L.:* Obtaining successful squeeze-cementing results. Drllg. Sep 107—12, 114, 116.
[367] *Avetiszov, A. G.—Koselev, A. T.—Litvakov, V. J.—Oszipenko, L. P.:* Prognozirovanie rezul'tatov povtornogo cementirovanija. NH *3* 17—20.
[368] *Henry, J. C.:* Unorthodox completion salvages protection string. PE June 79—80, 83.
[369] *Kucseruk, E. V.—Senderej, L. P.:* Szovremennüe predsztavlenija o prirode anomal'no-vüszokih plasztovüh davlenijah. Szerija: Mesztorozsdenija gorjucsih poleznüh iszkopaemüh, Tom 6. VINITI Moszkva, 1975. 166 o.
[370] *Parigot, M.:* Evaluation des pressions anormales. Forages Jan.-Mars 23—46.
[371] *Chiarelli, A.—Serra, O.—Gras, C.:* Use compaction profiles to predict abnormal pressures. WO May 107—8, 110.
[372] *Gill, J. A.—Gregg, D. N.:* Interpreting pressure profiles — Part 1: Shale data key to drilling problems. OGJ *46* 64, 69—72. Part 2: Complex sediment hard to interpret. *47* 63—6.
[373] *Fertl, W. H.—Pilkington, P. E.—Reynolds, E. B.:* Evaluating overpressured formations in the South China Sea. PE Apr 40, 42, 44, 47.
[374] *Csaba J.:* Rendellenesen nagy telepnyomású formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai. KF 300—4.
[375] *Rader, W. B.—Bourgoyne, A. T., Jr.—Ward, R. H.:* Factors affecting bubble-rise velocity of gas kicks. JPT 571—84.
[376] *Barrios, J. R.—Mahony, B. J.:* Calculating gas flow potential from kick data. PE March 102, 104, 108, 110.
[377] *Pilkington, P. E.—Niehaus, H. A.:* Exploding the myths about kick tolerance. WO June 59—62.
[378] *Fischer, F. J.—Kastor, R. L.:* The application of circulation rate control for kicks in wells which cannot be shut in. ASME 75-Pet-35 12 o.; WO Oct 61—6; OGJ *43* 124—30.
[379] *Moore, P. L.:* Special well control problems 1—3. Why wells blow out through drill string — Minimizing lost circulation while displacing a gas kick — Controlling a well kick with the constant-annulus, constant-drill-pipe-pressure method. OGJ *5* 104—5; *6* 77, 80, 82; *7* 111—2.
[380] *Adams, N. J.:* Low-choke-pressure method of well control generally not recommended. OGJ *39* 109—15.
[381] *Grace, R. D.:* Pressure control in balanced and underbalanced drilling in the Anadarko basin. SPE 5396 8 o.
[382] *Letbetter, S. C.:* Kick detection and well control training. SPE 5353 5 o.
[383] *Kendall, H. A.:* Training techniques in well control. SPE 5276 12 o.; WO Oct 67—72.
[384] *Tricot, Ph.:* Well control apparatus is rated for 15,000 psi WP. WO July 74—7.
[385] *Wood, T. R.:* U-tube method frees stuck pipe. OGJ *13* 92, 97, 101, 104, 106.
[386] *Izmajlov, T. Z.—Mamedtagizade, A. M.:* Iszszledovanie vlijanija perepada davlenija v sziszteme szkvazsina—plaszt na frikcionnüe szvojszta fil'tracionnüh korok. ANH *2* 24—8.
[387] *Kerimov, Z. G.—Sihaliev, F. A.—Kuliev, K. A.:* Ékszperi

mental'noe iszszledovanie vlijanija vibracii na umen'senie szilü prihvata buril'noj kolonnü. Izv. VUZ NG 7 21—5.
[388] *Gorskov, G. F.—Poljakov, L. P.—Razuvaev, V. D.—Pargatov, V. M.—Raszszudov, V. M.—Kraszjukov, V. P.—Dzsasitov, A. E.—Kurocskin, B. M.:* Ob iszpol'zovanii glubinnüh vibratorov sz radial'nümi kolebanijami dlja likvidacii prihvatov. NH *3* 14—7.
[389] *Kemp, G.:* Tungsten carbide — the material that made today's mills possible. Drllg. Apr. 20. 51—3.
[390] *Shirley, K.:* Milling. Drllg. May 67—9.
[391] *Ponder, M.:* Fishing the world deepest well. Drllg. July 50—1.
[392] *Bradley, W. B.:* Factors affecting the control of borehole angle in straight and directional wells. JPT 679—88.
[393] *Razumovszkaja, I. G.—Marhel', I. M.:* O nekotorüh zakonomernosztjah esztesztvennogo iszkrivlenija szkvazsin. NGP *2* 23—7.
[394] *Buszlaev, V. F.—Gel'fgat, Ja. A.—Ezepenko, V. N.:* Zakonomernoszti esztesztvennogo iszkrivlenija sztvola szkvazsinü pri burenii dolotami razlicsnüh tipov. Bur. *8* 3—5.
[395] *Kotylak, E.—Malaga, M.:* Mozliwosc wiercenia otworów z zalozona wielkoscia kata odchylenia od pionu. N (pol.) 10—5.
[396] *Bagautdinov, R. H.—Szuson, L. Ja.—Basztrikov, Sz. N.:* Nomogramma dlja opredelenija ugla usztanovki otklonitelja na zaboe. NH *5* 23—5.
[397] *Grigorjan, N. A.—Mehtiev, S. G.—Iszmajülov, I. G.:* Ékszperimental'noe opredelenie vlijanija ugla usztanovki otklonitelja na csiszlo oborotov vala turbobura. ANH *6* 10—3.
[398] — Downhole motor: hey, where'd it go? Drllg. Sep 121—4.
[399] *Marshall, G. D.:* Surveying and steering while drilling with a mud motor. PE *7* 34, 36, 38.
[400] *Brown, R. L.:* Directional drilling speeded by steering tool. Drllg. Contr. Nov-Dec 54—5.
[401] *Blythe, E. J., Jr.:* Estimating compass spacing inside nonmagnetic collars. Drllg. Apr. 44.
[402] *Blythe, E. J., Jr.:* Computing accurate directional surveys. WO Aug 1. 25—8.
[403] *Rulisek, P.:* Vyhodnoceni rostoroveho prubeu osy vrtu na smocinném pocitaci. Prace VUGI XXXIII 23—35.
[404] — Gee and haw below 15,000 feet. Drllg. Jan 40—2.
[405] *Allen, D.:* Angle into the unknown. Drllg. May 56—7.
[406] *Woodlan, B.—Powell, G. E.:* Casing design in directionally drilled wells. SPE 5352 11 o.
[407] *Árpási M.—Cseley A.:* A kiegyensúlyozott nyomású fúrás kísérleti alkalmazásának első eredményei. KF 7—14.
[408] *Del Orbe Valdiviezo, J. F.:* Drilling/completion of deep Reforma wells. PE Dec 26, 30, 32, 34, 39, 42.
[409] *Smith, D. E.:* Prior review of drilling-related costs saves $ 250,000 in Texas infill-drilling program. OGJ *24* 62—6.
[410] *Orudzsev, S. A.—Muravlenko, V. I.:* Integrated planing for exploration, development, production and transportation for rapid expansion of oil field operation. WPC **3** 327—38.
[411] — API Recommended land drilling operating practices for protection of the environment. API RP 52 First Ed. 1975 Feb.
[412] *Broun, Sz. I.:* Osznovnüe problemü érgonomiki v burenii szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1975. 116 o.
[413] *Larretgere, O.:* Russians to explore Caspian with French drillship. WO July 103—4, 106.
[414] *Urbain, C.:* Tapping geothermal formations in Salvador calls for innovations. OGJ *34* 84—90.
[415] *Gauthier, G.—Geoffroy, P.:* Possibilités et limitations du forage a l'air en forages géothermiques. Forages Oct.-Déc. 97—110.
[416] *Snyder, R. E.:* How steam is produced and handled at the Geysers. WO June 43—8.
[417] *Csath B.:* A hévízkutatás fejlődése. KF 120—3.
[418] *Rjazancev, N. F.—San'gin, N. N.—Varlamov, P. Sz.:* Razrabotka optimal'noj tehnologicseszkoj programmü iszpütanija razvedocsnüh szkvazsin v proceszsze burenija. NH *2* 3—11.
[419] *Franc, J.:* Equipment de surface pour tests et essais de production en mer. Forages Avr-Juin 49—66.
[420] *Schultz, A. L.—Bell, W. T.—Urbanosky, H. J.:* Advancements in uncased-hole, wireline formation-tester techniques. JPT 1331—6.
[421] *Edwards, A. G.:* Adequate formation testing can reduce completion costs. WO Oct 83—6, 89.
[422] *Sakirov, A. F.—Nagumanov, M. M.—Gasevszkij, B. Ja.—Galljamov, F. Sz.:* Promüszlovüe rabotü sz reguljatorami posztojannoj depreszszii v komplekte sz iszpütateljami. NH *8* 11—4.
[423] *Varlamov, P. Sz.—Tipugin, A. V.:* Raszcset na procsnoszt' trubnüh iszpütatelej plasztov. Mas. Neft. Oborud. *1* 11—4.
[424] *Rike, J.:* How to choose workover, completion fluids. OGJ *39* 83—4, 89—90.
[425] *Fincher, D. R.—Marr, J. J.—Ward, J. W.:* Inhibiting gas-condensate wells can become complicated problem. OGJ *23* 52—6.
[426] *Lechler, S.—Ockelmann, H.—Blount, F. E.:* Neue Überlegungen zur Lösung von Korrosionsproblemen in Sauergasbohrungen. EEZ 388—94.
[427] — API Specification for reinforced thermosetting resin casing and tubing. API Spec 5AR First Ed. 1975 Jan. 12 o.
[428] — Supplement 1 to API Spec 6A (Tenth Ed.), Specification for wellhead equipment. 1975 Apr. 7 o.
[429] — Special joints for casing and tubing BDS and TDS, calculation and tests. Mannesmanröhren-Werke 7071/2. Düsseldorf, 14 o.
[430] *Fridljander, L. Ja.:* Prosztrelocsno-vzrüvnaja apparatura i ee primenenie v szkvazsinah. Nedra, Moszkva, 1975. 184 o.
[431] *Keese, J. A.—Oden, A. L.:* On-site inspection helps evaluate variations in jet-perforating work. OGJ *50* 71—4.
[432] *Jesh A.:* A mélyfúrási geofizikai kábelek alakváltozása szelvényezési és egyéb műveletek során. KF 329—36.
[433] *Jaszasin, A. M.—Brjuskov, N. I.—Blinov, V. I.—Kovalenko, A. V.:* Vszkrütie plasztov sz mesztnoj cirkuljacijej burovogo rasztvora. NH *4* 61—3.
[434] — Completion methods reduces effect of formation damage. WO Nov 67—70.
[435] *Oremovic, B.—Oharek, B.:* Novi tehniki postupci pri onradi kolektorskih stijena i lezista Benicani. N (jug.) 130—4.
[436] *Riggs, E. D.—Brownscombe, E. R.:* New sonic shock tool removes well bore flow barriers. PE Sep 68, 72, 74.
[437] *Suman, G. O., Jr.:* Sand control. Part 1—8. WO Nov 63, 70; Dec 55—62 (1974); Jan 83—4, 86—8, 90; Feb 1. 33—9; March 67—9, 73—4, 76; Apr 75—8; May 75—8, 80, 82—3; June 49—52.
[438] *Torrest, R. S.:* Electroless nickel sand consolidation: laboratory studies of cementation and calculated effect on well productivity. SPEJ 203—8.
[439] *Strickland, W. T., Jr.—Richardson, E. A.—Hamby, T. W.—Torrest, R. S.:* A metal-plating process for sand consolidation. SPEJ 209—16.
[440] *Rike, J. L.:* Shortcomings of present sand-control methods suggest new fail-safe concept. OGJ *7* 97—102; *8* 76—80.
[441] *Szescilla, A. J.:* Methods developed for gravel packing high-pressure unconsolidated zones. OGJ *52* 159—62.
[442] *Shurtz, G. C.—Breiner, W. G.—Comeaux, B. G.:* New thru-tubing gravel pack techniques. SPE 5660 13 o.
[443] *Gulati, M. S.—Maly, G. P.:* Thin-section and permeability studies call for smaller gravels in gravel packing. JPT 107—12.
[444] *Holman, G. B.:* Evaluation of control techniques for unconsolidated silty sands. SPE 5656 12 o.
[445] *Likwartz, D. J.:* A history of sand control in Amoco Trinidad's offshore Teak Field. SPE 5657 14 o.
[446] *Suman, G. O.:* Unconsolidated sand stabilization through wellbore stress state. SPE 5717 12 o.
[447] *Holster, J. L.—Bass, R. L.—Schroeder, E. C.:* Performance testing of subsurface safety valves. PE Sep 79, 82, 84, 88.
[448] *Ashford, S. E.—Pierce, P. E.:* Determining multiphase pressure drops and flow capacities in down-hole safety valves. JPT 1145—52.
[449] — New TFL system promises reliable service. WO Jan 102.
[450] *Williams, R. C.:* How to use simplified rules of thumb to avoid corksrewing. Drllg. June 75—6.
[451] *Prejean, J.—Raulins, M.:* How Soviets complete high volume, sour gas wells. PE *6* 42, 44, 46, 50, 52.
452] — Technical servicing's changing arena. Drllg. Jan 32—3, 62—4.
[453] *Patillo, P. D.:* A modification of Carter's equation for fracture area. SPE 5630 8 o.
[454] *Strubhar, M. K.—Fitch, J. L.—Glenn, E. E.:* Multiple

vertical fractures from an inclined wellbore — a field experiment. JPT 641—7.
[455] *White, J. L.—Means, J. O.:* Polysaccharide derivates provide high viscosity and low friction at low surface fluid temperatures. JPT 1067—73.
[456] *Cooke, C. E.:* Effect of fracturing fluids on fracture conductivity. JPT 1273—82.
[457] *McDaniel, R. R.—Houx, M. R.—Barringer, D. K.:* A new generation of solid-free fracturing fluids. SPE 5641 13 o.
[458] *Free, D. L.—Frederick, A. F.—Thompson, J. E.:* Fracturing with a high viscosity crosslinked gel — continuous fracturing technique. SPE 5640 7 o.
[459] *Tinsley, J. M.—Williams, J. R.:* A new method for providing increased fracture conductivity and improving stimulation results. JPT 1319—25.
[460] *Tannich, J. D.:* Liquid removal from hydraulically fractured gas wells. JPT 1309—17.
[461] *Frederickson, S. E.—Broaddus, G. C.:* Selective placement of fluids in a fracture by controlling density and viscosity. SPE 5629 9 o.
[462] *Cambell, B. L.—Chmilowski, W.:* Effective stimulation of low-permeability gas wells in Western Canada. JCPT *2* 17—22.
[463] *Daneshy, A. A.:* Numerical solution of sand transport in hydraulic fracturing. SPE 5636 14 o.
[464] *van der Vlies, A. C.—Haafkens, R.—Schipper, B. A.—Visser, W.:* Criteria for proppant placement and fracture conductivity. SPE 5637 15 o.
[465] *Harrington, L.—Hannah, R. R.:* Fracturing design using perfect support fluids for selected fracture proppant concentrations in vertical fractures. SPE 5642 11 o.
[466] *Miller, B. D.—Warembourg, P. A.:* Prepack technique using fine sand improves results of fracturing and fracture acidizing treatments. SPE 5643 8 o.
[467] *Pierce, A. E.—Vela, S.—Koonce, K. T.:* Determination of the compass orientation and length of hydraulic fractures by pulse testing. JPT 1433—8.
[468] *Power, D. V.—Schuster, C. L.—Hay, R.—Twobly, J.:* Detection of hydraulic fracture orientation and dimension in cased wells. SPE 5626 15 o.
[469] *Komar, C. A.—Shuck, L. Z.:* Pressure responses from induced hydraulic fractures in adjacent wells within a petroleum reservoir: an experiment. JPT 951—2.
[470] *Tyler, L. D.—Vollendorf, W. C.:* Physical observations and mapping of cracks resulting from hydraulic fracturing in situ stress measurements. SPE 5542 16 o.
[471] *Hannah, R. R.—Harp, L.—Longan, D.:* Innovation in Oklahoma. SPE 5628 8 o.
[472] *Jennings, A. R.—Sprawls, B. T.:* Successful stimulation in the Cotton Valley sandstone — a low permeability reservoir. SPE 5627 12 o.
[473] *Fast, C. R.—Holman, G. B.—Covlin, R. J.:* MHF at Wattenberg. SPE 5624 13 o.
[474] *Kastrop, J. E.:* Can massive frac unlock big gas reserves. PE *2* 27—8.
[475] *Atkinson, C. H.:* Rio Blanco massive hydraulic fracturing demonstration. USBM-TPR 88. 11 o.
[476] — Massive frac succeeds on deep Mesaverde gas. OGJ *2* 72.
[477] — East Texas gas field gets first massive frac. WO May 98—100.
[478] *Noran, D.:* Massive frac unlocks gas from microdarcy reservoir. OGJ *38* 112—4.
[479] *Alliquander Ö.—Gyulay Z.—Szepesi J.:* Folyadékos kőzetrepesztés I. NIMDOK Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató. *1—2.* 219 o.
[480] *Blauer, R. E.—Holcomb, D. L.:* Foam fracturing shows success in gas, oil formation. OGJ *31* 57—60.
[481] *Krug, J. A.:* Foam pressure loss in vertical tubing. OGJ *40* 74—6, 78.
[482] *Kovacic, F.:* Povecanje pridobivanja nafte i plina frakturiranjem kolektorskih stijena po postupku Talley-Frac. N (jug.) 123—9.
[483] *McKee, C. R.—Hanson, M. E.:* Explosively created permeability from single charges. SPEJ 495—501.
[484] *Labrid, J.:* Stimulation des réservoirs gréseux interpretation des courbes de réponse a l'acide. R. IFP 263—93.
[485] *McCune, C. C.—Fogler, H. S.—Lund, K.—Cunningham, J. R.:* A new model of the physical and chemical changes in sandstones during acidization. SPEJ 361—70.
[486] *McCune, C. C.—Ault, J. W.—Dunlap, R. G.:* Reservoir properties affecting matrix acid stimulation of sandstones. JPT 633—40.
[487] *Lund, K.—Fogler, H. S.—McCune, C. C.:* On predicting the flow and reaction of HCL/HF acid mixtures in porous sandstone cores. SPE 5646 20 o.
[488] *Hall, B. E.:* The effect of mutual solvents on adsorption in sandstone acidizing. JPT 1439—42.
[489] *Holcomb, D. L.:* Low surface tension hydrochlorid-hydrofluoric acid mixtures in low porosity, low permeability sandstones. SPE 5411 10 o.
[490] *Labrid, J. C.:* Thermodynamic and kinetic of argillaceous sandstone acidizing. SPEJ 117—28
[491] *Templeton, C. C.—Richardson, E. A.—Karnes, G. T.—Lybarger, J. H.:* Self-generating mud acid. JPT 1199—203.
[492] *Keeney, B. R.—Frost, J. G.:* Guidlines regarding the use of alcohols in acid stimulation fluids. JPT 552—4.
[493] *Labudovic, V.—Holaub, R.:* Povecanja uspjesnosti obrade stijena nosilaca ugljikovodika kiselinama uz upotrebu alkohola, povrsinsko-aktivnih tvari i organiskih otapala. N (jug.) 20—7.
[494] *Bergstrom, J. M.—Miller, B. D.:* Results of acid-in-oil emulsion stimulations of carbonate formations. SPE 5648 12 o.
[495] *Athanasiadis, A.:* Folosirea emulsiilor acide pentru cresterea productivitatii sondelor. MPG 445—56.
[496] *Socol, S.—Cristian, M.:* Results obtained with the oil-well influx stimulation. MPG 180—4.
[497] *Szadaj, Z.—Wodzinska—Glazar, J.:* Hydrofobowe emulsje do kwasowania zloz weglanowych. N (pol.) 291—4.
[498] *Roberts, L. D.—Guin, J. A.:* A new method for predicting acid penetration distance. SPEJ 277—86.
[499] *Smith, C. F.—Dollarhide, F. E.—Byth, N. J.:* Acid corrosion inhibitors — are we getting what we need? SPE 5644 15 o.
[500] *Joly, G.:* Nagynyomású és hőmérsékletű rétegek repesztése. KF 72—80.
[501] *Davis, W. E., Jr.:* Consideration for fracture stimulation of the deep Morrov in the Anadarko basin. SPE 5391 11 o.
[502] *Black, H. N.—Stubbs, B. A.:* A case history study — evaluation of San Andres stimulation results. SPE 5649 16 o.
[503] *O'Neil, D. E.—Broschat, R. E.:* But don't go near the water. Drllg. Jan 35—6, 38.
[504] *Ellison, L.:* Fracture technology breaks gas productivity barrier. PE *6* 30, 32, 34, 37.
[505] *Matson, A.—Adams, M.—Worsham, D.:* How to protect low pressure wellheads during high pressure stimulation treatments. Drllg. June 71.
[506] *Sheffer, L.:* Offshore' shifting tides. Drllg. Apr. 20. 26—8, 30, 32—3, 39.
[507] *Scott, J.:* Inflation, politics create lull in offshore drilling boom. PE *5* 28—31.
[508] *Gardner, F. J.:* World's offshore oil potential keeps growing. OGJ *18* 175—81.
[509] — Problems of drilling in deep water. PD 10. WPC **4** 3—56.
[510] *Garrood, D.—Porter, P.—Porter, A.:* Multiple sonar re-entries in 6000 ft water depth. PE *6* 12, 14—5.
[511] *Jenkins, P. B.—Crockford, A. L.:* Drilling costs. SPE 5266 11 o.
[512] *Sheffer, L.:* Mr. (and Mrs.) worker we need you. Drllg. 67—9, 71.
[513] *Chace, R. N.:* Evolution of technology and training in offshore operations. SPE 5351 4 o.
[514] *Chance, M. J., Jr.:* Marine sewage regulations and disposal methods. SPE 5617 18 o.
[515] *Sirinov, M. M.—Mamedov, R. G.:* Ob ocsisztke burovüh sztocsnüh vod pri szbrosze v more. NH *10* 52—60.
[516] *Nathan, P. R.—Brejcha, R. J.:* A new technology in potable water disinfection for offshore rigs. SPE 5616 13 o.
[517] *Karlic, S.—Soltysik, A.:* Niektóre problemy organizacji i bezpieczenstwa przy morskich pracach wiertniczych. N (pol.) 15—7.
[518] *Peterson, M. N. A.:* Deep sea drilling project: Technical contribution to offshore oil and gas exploration and eventual production. WPC **4** 3—14.
[519] *Charles, K. B.:* Drilling operation in the North Sea. WPC **4** 15—22.
[520] *Yungblut, Ch.:* Problems of deep water under severe environmental conditions in Canada. WPC **4** 23—36.
[521] *Franklin, L. J.:* Drilling in the North West Australian Shelf. WPC **4** 37—46.

[522] *Verlet, J.:* Le "Pelican" — resultats de deux ans d'operations. WPC **4** 47—51.
[523] *Reimert, L. E.:* A deep water guidelineless drilling system. SPE 5355 12 o.
[524] *Tilbe, J. R.—Van der Horst, G.:* Risers: key cause of N. Sea downtime. OGJ *10* 71—3.
[525] *Morgan, G. W.—Peret, J. W.:* Applied mechanics of marine riser systems — Part 1.: General aspects of design and analysis procedures. PE *11* 36—8, 40, 44, 48; Part 2. Design criteria and considerations. *13* 68, 70, 72, 74; Part 3. Buoyancy requirements and fatigue considerations. *14* 52, 56, 59, 61, 65 (1974); Part 4. Mathematics of structural reactions and riser response. *1* 52, 54, 57, 60; Part 5. Structural reaction terms. *2* 10, 12, 13, 17; Part 6. The hydrodynamic coefficient program. *3* 52, 56, 58, 62, 67; Part 7. Experimental programs relating to hydrodynamic coefficients. *4* 88, 92, 94, 97—8; Part 8. Hydrodynamic force terms. *5* 96, 100, 103, 106, 108; Part 9. Discussion of hydrodynamic force terms. *7* 50, 54, 58, 60; Part 10. Structural design and analysis problems. *9* 58, 60, 64, 66, 68; Part 11. Structural failure considerations. *12* 72, 76, 80, 84, 90, 93 (1975); Part 12. Structural analysis of conductor column. *1* 51, 54, 56, 60, 62, 64; Part 13. Application for example sea states. *6* 72, 74, 76—8, 82, 84 (1976).
[526] *Jones, M. R.:* Problems affecting the design of drilling risers. SPE 5268 12 o.
[527] *Schaner, D. S.:* Mooring system instrumentation for floating drilling and offshore construction vessels. OTC 2153 12 o.
[528] *Childers, M. A.:* Equipment for handling the ultradeep water spread mooring system. PE *5* 114, 116, 118, 120, 124, 126, 128, 132.
[529] — Oilman tackle technology, high cost of deep waters. OGJ *14* 39—43.
[530] *McNabb, D.:* Deepwater-drilling drive gains in momentum in Gulf. OGJ *36* 17—20.
[531] *Srewart-Gordon, T. J.:* Gulf of Mexico action switches to deep water. WO Oct 131—4.
[532] *Buttery, L. M.:* Technical data file and machinery index aboard offshore drilling rigs. SPE 5619 18 o.
[533] *Laborde, A. J.:* Which rig do you choose for your offshore well. Drllg. Contr. Sep-Oct 58—60.
[534] *Field, A. J.:* Drillships post good record off Northwest Europe. Drllg. Contr. Sep-Oct 75—7.
[535] *Droste, W.:* Dynamisches Positionieren von Schiffen und Offshore-Geräten. EEZ 133—6.
[536] *Vasseur, B.:* A 4 year experience with dynamically positioned drilling vessels. SPE 5275 8 o.
[537] *Réderon, Ch.:* Tendances dans l'évolution des supports de forage four mers profondes: les navires Pétrel et Pélerin. CI CEPM 45—55.
[538] *Skinner, D. J.—Hammett, D. S.:* Sedco 445 — Drilling without anchors in 2,000 ft-plus water depth. OTC 2151 16 o.
[539] *Hammett, D. S.:* Semi-submersibles — spectacular development behind, still more ahead. Drllg. Contr. Sep-Oct 67—73.
[540] *Stanton, P. N.—Kuang, J. G.:* Evaluation of semisubmersible drilling vessels. JPT 422—6.
[541] *Renard, B.—Le Peuvedic, J.:* Les plates-formes semi-submersibles Pentagone-82 en baie D'Hudson et Pentagone-84 en mer D'Iroise. CI CEPM 19—35.
[542] *Burnell, A. J.:* Comparative performance of semisubmersibles in the North Sea. SPE 5292 12 o.
[543] *Susbielles, G.—Willm, P.—Nguyen Duc, X.—Alliot, J. M.—Goillandeau, F.—Martin, Y.—Vasseur, B.:* DYPOSEMI, a semisubmersible platform specifically designed for dynamic positioning. WPC **4** 429—50.
[544] — Plate-forme semi-submersible a positionnement dynamique Dyposemi T 3. Forages Avr.-Juin. 11—26.
[545] *Rey-Grange, A.:* Dynacat, plate-forme semi- submersible a positionnement dynamique. CI CEPM 57—64.
[546] *Cintract, M. B.:* Dynacat — Plate-forme semi-submersible a positionnement dynamique. Forages Oct.-Déc. 9—29.
[547] — Latest three-caisson semi has advanced design features. OGJ *38* 119, 122, 124.
[548] — Big buoy 6000 offers unique features. PE March 10—1.
[549] — Unique semi's dominate rig designs. WO July 85—8.
[550] — New platform begins offshore test. OGJ *18* 182—4.
[551] *Brewer, J. H.—Chou, A.-J.—Tucker, Ch. T.:* Instrumentation for tension leg platform environmental tests. PE *13* 28, 30, 32, 37—8.
[552] *Woodall-Mason, N.—Tilbe, J. R.:* Value of heave compensators to floating drilling. SPE 5267 11 o.
[553] *Chevallier, J.:* Wave-induced motions of floating rigs. PE *5* 52, 56, 58, 62.
[554] *Ambos, E.:* Le compensator de pilonnement "Rucker" sur le "deep sea driller". Forages Juil.-Sept. 31—6.
[555] *Medders, W.:* Heave compensators versus bumper subs. Drllg. Apr. 47—9, 52, 54.
[556] *Hazelwood, D. T.:* Acoustic re-entry concepts for subsea exploration drilling and production platforms. OTC 2152 12 o.
[557] *Garrood, D.—Porter, P.—Porter, A.:* Multiple sonar re-entries in 6000 ft water depth. PE June 12, 14.
[558] — New phase slated for deep-sea drilling. OGJ *28* 52—3.
[559] *Larson, V. F.:* Deep-water coring for scientific purposes. JPT 925—34.
[560] — API Recommended practice for planning, designing, and constructing fixed offshore platforms. API RP 2A Sixth Ed. 1975 Jan. 37 o.
[561] *Pan, R. B.—Plummer, F. B.:* Fatigue analysis of offshore structures. PE *13* 10, 14, 17, 22, 24, 26.
[562] *Bott, G.—Schönfeld, H.—Sembritzki, E.:* Konstruktion, Werkstoffauswahl, Verarbeitung und Prüfung von Offshore Geräten. EEZ 195—202.
[563] *Peterson, M. L.:* Steel selection for offshore structures. JPT 274—82.
[564] *Peterson, M. L.:* Corrosion fatigue of offshore welded steel structures. PE *13* 78, 80, 82, 84, 86, 88, 92.
[565] *Mackay, W. B.:* Cathodic protection requirements for drilling rigs in the North Sea and similar waters. OTC 2156 8 o.
[566] *Wilson, H. M.:* Unique procedure will be used to install tallest offshore platform at Santa Barbara. OGJ *48* 107—11.
[567] *Wallwork, D. W.:* Part 1 — Giant offshore structure designed to withstand severe conditions. OGJ *50* 55—9. Part 2 — Earthquake criteria, upending procedure key design aspects. *51* 61—5.
[568] *McNabb, D.:* Guyed tower platform design nearing offshore test in Gulf of Mexico. OGJ *28* 86—8, 93—5.
[569] *Ives, G.:* Tilt-up (jack)up for deep North Sea. PE *5* 64, 66, 70.
[570] *McNabb, D.:* Compact rigs suited to gulf work. OGJ *44* 95, 98.
[571] — Modular rigs drilling in Gulf. PE *12* 92—3.
[572] *Babaev, N. B.—Kuliev, I. P.—Szimonjan, A. G.—Szmagin, I. F.—Tripol'szkij, M. Ja.:* Iszszledovanie i sztroitel'sztvo glubokovodnogo sztacionarnogo osznovanija pri glubinah morja do 60 m. ANH *1* 46—50.
[573] *Heerema, P. S.:* Installation of fixed steel piles platforms in deep water. SPE 5291 2 o.
[574] *Jansz, J. W.:* Underwater piledriver for 1000-ft depth. PE *13* 68, 71—2, 75—6.
[575] *Hirsch, T. J.:* Design, driving, and evaluation of long offshore piling. PE *13* 57, 60, 62, 64, 66.
[576] *Dressel, E. J.:* Pile hole drilling for North Sea platforms. PE *5* 73, 76—7.
[577] *Mes, M. J.:* Deep water foundation investigation. PE *13* 40, 44, 46, 48, 52.
[578] *Ménard, L.:* Intérest du vibro marteau annulaire pour le prélévement d'échantillon en mer et réalisation d'essais géotechniques in-situ. R. AFTP Jan.-Févr. 21—9.
[579] *Krause, E. R.—Mosch, H. J. M.:* Sound basis for North Sea platforms — programming of essential geotechnical surveys. SPE 5265 11 o.
[580] *Kennedy, J. L.:* New types of gravity platforms near completion. OGJ *18* 208, 210, 212, 217—8, 220.
[581] *Snyder, R. E.:* Platform technology spurred by deep-water developments. WO July 79—84.
[582] *Antonakis, J.:* Steel vs. concrete platforms, Part 1. PE *11* 12, 14, 16; Part 2. *12* 11—2, 14.
[583] *Sparks, C. P.:* Plates-formes en réton pour la mer du nord. R. IFP 579—92.
[584] *Ford, E.:* New platform uses seabed suction. PE *5* 12, 14, 17.
[585] Condeep-Plattform Beryl-A im Einsatz. EEZ 331—5.
[586] *Hunt, A. E.:* North Sea engineering achievements. PE *11* 60, 64, 68.

[587] *Tempo, G.:* Gravity type steel platforms selected for offshore Congo. WO Apr 96—7.
[588] *Alizade, A. A.—Amirov, A. D.—Bernstejn, M. A.:* K voproszu o racional'noj razrabotke neftjanüh mesztorozsdenij, raszpolozsennüh pod bol'simi vodnümi baszszejnami. ANH *11* 46—53.
[589] *Eckerfield, R. J.:* Sea-floor template speeds development drilling. OGJ *11* 146, 155—6.
[590] *Wright, T. R., Jr.:* Hostile environment spur innovations in drilling. WO July 94—7.
[591] *Ward, D. H.—Thale, J. S.—Tomashek, J.—Howard, J. A.—Sheldon, L. B.:* A computer controlled system for automated racking of pipe on drilling vessels. OTC 2154 10 o.
[592] *Pouget, G.:* Special working areas boost personnel efficiency. WO July 71—2.
[593] *Delestrade, A.—Tricot, Ph.:* Intricate processing yields accurate penetration rates. WO July 73—4.
[594] *Tricot, Ph.:* Well control apparatus is rated for 15,000 psi WP. WO July 74—7.
[595] *Youens, J. W.:* Closed system gives total gas containment for offshore drilling. OGJ *42* 72, 77—80.
[596] *Tucker, Ch. T.:* Computer analysis of offshore rig environment grows. OGJ *36* 58—60, 65.
[597] *Koch, R. D.:* Drilling in deep waters casing setting depths. CI CEPM 39—43.
[598] *Sieck, H. C.:* High-resolution geophysical studies for resource development and environmental protection. OTC 2179 11 o.
[599] *Sieck, H. C.:* Practical application of offshore site hazard surveys. PE *13* 6—9.
[600] *Agiza, M. N.:* Handling high-pressure salt-water flow in Gulf of Suez wells. OGJ *35* 116—8.
[601] *Sheffield, J. R., Jr.—Wienzek, W. F.:* Using noise data from underwater gas vents to estimate the noise level of subsea blowouts. OTC 2233 8 o.
[602] *Ziaja, M.:* Polaczenie wiertnicy morskiej z wylotem otworu wiertniczego. N (pol.) 53—60.
[603] *Helfer, P. E.—Jones, M. R.:* Design consideration for a backoff ram for use in a blowout preventer. ASME 75-Pet-13 5 o.
[604] *Franc, J.:* Offshore well testing in deep water from a dynamic positioning surface support using the Flow-Petrol-Johnston E-Z tree. CI CEPM 69—74.
[605] *Franc, J.:* A new safety device to be used when a test is carried out from a mobile surface support: the Flow-petrol-Johnston E-Z tree. CI CEPM 65—8.
[606] — Mallard's Rig 33. Drllg. Nov 45—7.
[607] *Ray, G. G.:* Developing and completing offshore Java wells. PE Apr 26—7, 31, 34, 39.
[608] *Houot, G.—Issarts, J-P.:* Wireline completion of subsea well. PE *5* 32, 36, 40, 44.
[609] *Buckman, D.:* North Sea research veers toward new prospects. Drllg. Contr. July-Aug. 54—7.
[610] *Kennedy, J. L.:* Ilapco busy in offshore Sumatra. OGJ *20* 107—8.
[611] *Lipscombe, D.:* Australian oil only one way to go. Drllg. Sep. 98—101.
[612] *Franklin, L. J.:* Mooring, hole problems are solved on NW Australian shelf. OGJ *21* 74—7.
[613] — Battle off the East Coast. Drllg. Sep 83—4, 86.
[614] *Hetherington, Ch. R.—Strain, H. J.:* Innovation in petroleum exploration in the high Arctic. WPC **3** 311—24.
[615] *Cranfield, J.:* Drillers gear up for the Arctic. PI *3* 21—3.
[616] *Jones, G. H.:* Arctic poses extreme technical challenges. PE *1* 22—6.
[617] *Dahl, P.:* Ice growth will hamper Arctic offshore platforms. OGJ *16* 82—4.
[618] *Brown, A. D.:* Two drilling island concepts for shallow Beaufort Sea. PE *5* 134, 136, 138.
[619] *Jones, K. M.—Schaff, J. C.:* Icebreaking drillship for offshore exploratory drilling in the Arctic. JPT 433—44.
[620] *Duval, B. C.:* Exploratory drilling on the Canadian Continental Shelf, Labrador Sea. OTC 2155 15 o.
[621] *Deyell, J. W.—Tims, M. D.:* Logistics of Arctic exploration. PE *1* 66, 68.
[622] *Reynolds, S. H.:* Casing for Arctic wells. PE *1* 34, 36, 38.
[623] *Ng, F. W.:* Process removes water-base mud from permafrost-zone well bores. OGJ *41* 87—92.
[624] *Mason, B. N.:* Arctic subsea completions. PE *1* 40, 44, 48, 50.
[625] — Wildcatters poised for Beaufort Sea. OGJ *22* 98, 100, 102.
[626] *Hnatiuk, J.:* An environmental research program for drilling in the Canadian Beaufort Sea. SPE 5613 14 o.
[627] *Wright, T. R., Jr.:* Prudhoe Bay field development is proceeding on schedule. WO Dec 64—8.
[628] *Atkinson, H. L.:* Prudhoe Bay or bust. Drllg. Dec 37—8.
[629] — Industry thins it's ready to tackle offshore Alaska. WO Dec 69—72.

2. Sekélyfúrás

2.1. A fejlődés általános irányzata

Az évek óta egyre növekvő igény a szilárd ásványi nyersanyagok után továbbra is fokozza mind technológiai, mind pedig mennyiségi szempontból a sekélyfúrás fejlődését. A szilárd ásványok kutatása során a súlypont egyre inkább a nagy koncentrációjú, nagyobb mélységben (1000 m) települő ásvány-előfordulások felé, valamint a gyenge minőségű, de kis mélységben található készletek felé tolódik el. A kutató magfúrások technikájával szemben ebből fokozott követelmények adódnak, főleg a fúrások hatásossága és a kutatási eredmények minősége szempontjából.

Olyan kutatási módszerek kimunkálása és bevezetése mellett, amelyek lehetővé teszik azonos kutatási eredmény elérését kevesebb fúrással, több szerző rámutat a gyorsabb fúrás szükségességére, vagyis az erőltetett fúrási rendszer alkalmazására, valamint az utóbbi években fejlesztett korszerű fúrási eszközök széles körű bevezetésére. Ez elsősorban azt jelenti, hogy a legáltalánosabb kutató magfúrás fúróberendezéseinek állományát korszerűsíteni kell; továbbá új fúrószerszámokat, könnyűfém és új minőségű acélrudazatokat kell alkalmazni. A nagymértékben tökéletesedett acélhuzalos magfúró berendezéseket, az ún. „wire-line" rendszert haladéktalanul be kell vezetni, végül a kis szilárdanyag-tartalmú különleges polimer, ill. polimeradalékos, bentonitos öblítőfolyadékok alkalmazásával tovább kell bővíteni a nagy fordulatszámú magfúrás alkalmazásának lehetőségeit.

Ezeken túlmenően a hatékonyság további jelentős növekedése attól is várható, hogy a kis átmérőjű, hosszú élettartamú görgős és gyémántfúrók használatával a teljes szelvényű fúrás hányadát legalább 25%-ra fokozzák. Ezzel kapcsolatban számos szerző közt [1] kiemeli, hogy milyen fontos a teljes szelvényű fúrási folyamat alatt nyerhető összes információ minél szélesebb körű gyűjtése és értékelése.

[2] szerzői szükségesnek tartják a geofizikai (szeizmikus, gravimetrikus, elektromos, radioaktív és mágneses) mérések eredményeinek az eddiginél nagyobb mértékben való alkalmazását a kőzetek fizikai és mechanikai tulajdonságainak meghatározásához, éspedig annak érdekében, hogy ezen eredményeknek a fúrási eredményekkel való korrelációja útján megbízható prognózisokat állíthassanak a fúrhatóság és a fúrólyuk lefutásának alakulása tekintetében.

A sekély mélységben használt, nem hagyományos módszerek, valamint a robbantó fúrólyukak fúrása során elért kedvező eredményekből kiindulva a kőzetbontás új módszereinek kimunkálásán fáradoznak. Közepesen kemény kőzetben a hidroeróziós és hidroimpulzusos fúrás ígér reményteljes jövőt, a kemény kőzetekben pedig a termomechanikai és az elektrotermomechanikai eljárások kilátásai jobbak. A kísérleti termofúrások bebizonyították, hogy ezzel a módszerrel elvileg magfúrás is lehetséges [3].

A tárgyidőszakban a könyvek és tanulmánygyűjtemény-kötetek egész sora [4, 5, 6] jelent meg, amelyekben jól áttekinthető módon tárgyalják és vitatják a szilárd kőzetben végzett kutató magfúrások legújabb fejlődésének eredményeit. Ezen túlmenően e művek a gyémánt fúrószerszámok kőzetbontási problémáival, a kopásvizsgálatok eredményeivel, valamint a bonyolult adottságok melletti fúrás sajátosságaival is foglalkoznak, és kimutatják a szilárd kőzetben végzett fúrás továbbfejlesztésének irányzatait.

2.2. A fúrásmód és a fúrási folyamat

A szilárd ásványokra irányuló kutató magfúrás technológiájának tökéletesedése rámutatott azokra a nagy belső tartalékokra is, amelyek a régen ismert fúrási módok tudományos elemzése útján még feltárhatók. Ez kitűnik a [6, 7] tanulmányból, amelyek e továbbfejlesztési folyamat eddigi eredményeit világosan összefoglalják.

Az új, teljesítőképesebb fúrószerszámok és fúróberendezések egyre bonyolultabb kutatási feladatok sikeres megoldására fokozott fúrási teljesítményekkel is

alkalmasak. Nagyrészt az acélhuzalos, vagyis a wireline magfúrás útján, az erőltetett fúrási rendszer tényezőit, a 48 mm-es lyukátmérőre való egyre határozottabb áttérés, valamint egyéb technikai és technológiai intézkedések útján a fúrási munka termelékenységét a ma elért szint kétszeresére, ill. háromszorosára is fokozni lehet.

A kutatófúrások egyre nagyobb mélységeivel párhuzamosan fokozzák az erőfeszítéseket a be- és kiépítési műveletek időigényének drasztikus csökkentésére. E fejlődési részterület súlypontjai: hosszú élettartamú fúrók létrehozása, a wire-line magfúrás széles körű alkalmazása — amihez új, tökéletesebb kiemelhető fúrószerszámokat kell kifejleszteni —, valamint azok a törekvések, hogy a fúrószár be- és kiépítési műveletének jelenleg még ciklikus folyamatát folyamatos munkává változtassák át [8]. Mindezeken kívül a szervezési problémák feletti teljes uralmat sem szabad figyelmen kívül hagyni [9].

Kevésbé látványos a szilárdásvány-kutatás általános magfúrási módszerétől eltérő fúrási módszerek továbbfejlesztése, ill. új fúrási módok kialakítása; az utóbbiak közül elsősorban a forgó-ütő fúrási módszerek terjednek egyre jobban.

A kőzetbontási folyamatra irányuló kutatások célja főként az, hogy a fúró és a kőzet kölcsönhatásaként lezajló folyamatok elemzése útján egyrészt elősegítsék a fúrási technológia és a fúrószerszám optimális kialakítását, másrészt az átfúrt kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságairól minél megbízhatóbb információk álljanak rendelkezésre. A jelenlegi nemzetközi helyzetet e téren [10] szabatos formában foglalja össze.

[5] beszámol a gyémántkoronákkal végzett kőzetbontási folyamat vizsgálati eredményeiről, leírja a gyémántszerszámok fő elemeit, és nagy figyelmet szentel a szerszámkopásnak is. Ebből kiindulva hullámelméletet állít fel, melynek segítségével a gyémánt fúrószerszámok kőzetbontási folyamatának új magyarázatot ad. A szerzők a gyémántszemek alatti kőzetbontást dinamikus folyamatként jellemzik oly módon, hogy a lyuktalpon a gyémántok körpályás mozgatása a kőzet terhelésének és tehermentesítésének állandó megváltoztatásával a kőzetben rugalmas hullámokat gerjeszt; végső soron e hullámok a kőzetben mikrorepedéseket és mikrohasadékokat idéznek elő, és ily módon barázdák mentén választják le a kőzetet a talpról.

Korol'ko [11] a kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságaiból indul ki, s e tényezőknek a fúrási folyamatra gyakorolt hatását, valamint a fúrási tényezők nagyságának optimális megválasztását tárgyalja. Részletesen vizsgálja az egyedi gyémántszem vágási mélységét és vágási sebességét, valamint e két mutatónak az egész lyuktalp-, ill. körgyűrűfelületre gyakorolt hatását; kitér a kőzetbontásnak az axiális terheléstől való függésére is.

[12, 13] szerzői a kőzetek anizotrop tulajdonságainak befolyását vizsgálják a kőzetbontásra. Összefüggést mutatnak ki az anizotrop kőzettulajdonságok, a mechanikai fúrási sebesség, valamint a fúrólyuk tengelyének térbeli lefutása között. Ugyancsak lényeges a befolyása a fúró munkájára a fúró geometriájának is, azonban bizonyos geometriai formák hatása nem minden kőzetre azonos.

[15, 16] egyrészt a keményfém fúróelemek és a gyémántkoronák, valamint az átfúrt kőzet közötti, másrészt az axiális fúróterhelés és a fordulatszám közötti súrlódási folyamatokat elemzi. Ezzel alapadatokat szolgáltatnak a kőzetbontáshoz szükséges teljesítményszükséglet számításához, s egyidejűleg a gyémánt és a kőzet közötti érintkezés vizsgálatából levezetik a fúrókoronák ésszerű profiljának megválasztásához szükséges kritériumokat.

Főleg a fúrólyuktalp lépcsős kialakítása révén lehetséges [17] szerint a kőzetbontás hatásos növelése.

[18], valamint *Ivanov* és *Blimov* (SZMTR 1974. 92. 48—53) elemzik a gyémántszemsűrűség, valamint a gyémántok szemnagyságának és minőségének befolyását a kőzetbontásra. A kőzet 40 MPa nyomószilárdságáig gyémántszilánkok, 40—70 MPa nyomószilárdságáig megmunkálatlan gyémántszemek alkalmazását, ennél nagyobb nyomószilárdságú kőzetekhez pedig csakis a legjobb minőségű gyémántok használatát ajánlják. Újfent nagy figyelmet fordítanak a kőzetfúrhatóság kérdésére, melynek ismerete elengedhetetlen a gyémántfúrási folyamat optimális vezérlése szempontjából.

Mivel a fúrhatóságot mind a kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságai, mind pedig a fúrás technikai-technológiai paraméterei befolyásolják, a fizikai-mechanikai kőzettulajdonságok prognosztizálásához az átfogó geofizikai módszereket, vagyis a szeizmikus, gravimetrikus, elektromos, radioaktív és magnetikus mérési módszereket egyre nagyobb mértékben célszerű alkalmazni. A geofizikai módszerekkel nyert adatoknak az első fúrási eredményekkel való korrelációjára — amely fúrási eredményeket természetesen szabatosan definiált feltételek mellett kell produkálni — olyan fúrhatósági adatokat kell kimunkálni, amelyek a folyamatvezérléshez felhasználhatók [3, 19].

A sekély mélységű fúrások fúrás közbeni energiafogyasztásából következtetni lehet a kőzettulajdonságokra; ezt a tényezőt is fel lehet használni a fúrhatóság jellemzésére. Amíg azonban a fúrószár forgatás közbeni súrlódási veszteségeit mennyiségileg meghatározni még nem lehet, ez a módszer csak a kis mélységekre korlátozódik [20, 21].

A kőzethatárok pontos meghatározására is alkalmas az a tény, hogy a fúrónak valamely más kőzetbe való áthaladása rendszerint a fúrási feltételek gyökeres változásával is jár. [22, 23] szerzői e feladat megoldására a Student-féle eloszláson alapuló statisztikai módszert javasolják; ennek segítségével a fúrási sebességből, a fúráshoz alkalmazott tényezőkből, a műszaki adottságokat is figyelembe véve, a kőzethatárokat igen pontosan meg lehet állapítani.

A nagy vágási sebességű — vagyis nagy fordulatszámú — gyémántfúrás kérdéskomplexumának a fő célja a kutató magfúrások műszaki-gazdasági hatékonyságának növelése. A gyémántfúrásról megjelent alapvető művek [6, 7] kipróbált irányvonalakat közölnek — a különböző földtani és műszaki adottságok mellett — a megfelelő fúrási rendszer és technológia kellő kiválasztásához, továbbá a kombinált és a kis átmérőjű fúrókra vonatkozóan. A fúrási rendszer tényezőit egyrészt a kőzetbontási folyamatból és a kopásjelenségek értékeléséből matematikailag igyekeznek levezetni, másrészt kísérletek útján igyekeznek meghatározni. [10] és [24] szerzői a fúrási rendszer tényezőinek, a különböző fúrótípusoknak az eltérő kőzetadottságoknak megfelelő optimalizálását hangsúlyozzák, és

ehhez matematikai modelleket is fejlesztettek. Az igen nagy fordulatszámok esetén erősen szaporodnak azok a nehézségek, amelyek a fúrószárnak a lyukfalon való fokozott súrlódásából erednek, továbbá a rezgési jelenségek is; mindezek egyebek közt a fúrószerszám idő előtti elkopásához vezetnek. E nehézségek leküzdésének eredményes útjai: a kedvező fúrólyukszerkezet, a tökéletesített anyagból készült fúrócső, a vibrációt mérséklő eszközök, valamint a kenőhatású öblítőfolyadék [25, 26].

Ezek az intézkedések azonban nem látszanak elegendőknek azokhoz az igen nagy fúrási tényezőkhöz, amelyeket újabban az UKB-sorozatú magfúró berendezésekkel alkalmazni lehetne. Ezért kísérleti vizsgálatokat folytatnak 5 mm átmérőjű mikrogyémántkoronák viselkedésére vonatkozóan 36 000 min^{-1}-ig terjedő fordulatszámok mellett (*Andreeva* és *Blimov*, SZMTR 1974. 90. 42—7). Ezekkel a kísérletekkel azt kívánták tisztázni, hogy 1500-nál nagyobb percenkénti fordulatszám a kutató magfúrásoknál milyen nehézségeket okoz. Továbbá a gyémántkoronák hőmérsékletének alakulásából és kopásának tanulmányozásából támpontokat akartak kapni a fúrókoronák szerkesztésére és a gyémántfúrók tényleges használatára is.

A fúrási tényezők optimalizációjakor ma már nem csupán az elért fúrási eredményeket, hanem fokozott mértékben az energia és a kopásviszonyok alakulását is figyelembe veszik.

[27] szerzői megvizsgálták a kőzetbontáshoz szükséges teljesítményigényt a fúróterhelés függvényében, és meghatározták a fúróterhelésnek és a fúrófordulatszámnak azt a tartományát, ahol a fúrási sebesség és a fúró élettartama között optimális a viszony, vagyis amely kombináció a legkisebb fúrási költséget eredményezi. Ebből kiindulva vízszintes fúrólyukakban kimutatták, hogy a fúró terhelése csak lényegtelenül befolyásolja a teljesítményszükségletet, míg a fordulatszám növelése mind a függőleges, mind a vízszintes fúrólyukaknál a teljesítményfelvételt erősen fokozza. Műszaki hiányosságok és alkalmatlan felszerelések, úm. a karmantyús vagy a görbe fúrócsövek használata, továbbá a fúrólyukban képződött kaverna által nagyon megnőhet a gyémántkorona teljesítményszükséglete, míg a könnyűfém fúrócsövek, az emulziós öblítőfolyadék, az öblítőfolyadék adalékolása súrlódáscsökkentő anyaggal a teljesítményszükségletet hathatósan csökkentik [28, 29, 30].

A fúró kopásvizsgálatához fokozott mértékben használják a radioaktív izotópokat, amelyek a fúrási folyamat alatt is lehetővé teszik a fúrókopás mértékének folyamatos ellenőrzését. E vizsgálati eredmények segítségével, valamint az elért fúrási sebesség figyelembevételével megállapítható az optimális fúrási rendszer, valamint a legkedvezőbb időpont a gyémántfúró kihúzásához [31].

A fúrókopás csökkentéséhez nagymértékben hozzájárul a vibráció megszüntetése. A rezgések keletkezési okait és fajtáit, a fúrási folyamatra gyakorolt befolyásukat, mérésüket, valamint a vibráció megszüntetésére szolgáló eszközöket átfogóan [32] tárgyalja. Mivel a rezgések okai technikai, ill. technológiai eredetűek, ezeket teljesen kiküszöbölni alig lehet. A vibráció kihatásainak csökkentésére a mechanikairezgés-csillapítók, fúrószár-központosítók és -stabilizátorok, továbbá antivibrációs kenőanyagok és tenzidek alkalmasak. Főleg a tenzideket alkalmazzák kiváló eredményeik miatt az emulziós iszapokhoz adagolva, egyre nagyobb mértékben [33, 34].

Fokozott mértékben előtérbe kerültek a kutató magfúrások szokásos fúrólyukméretei és a nagy fúrófordulatszámok mellett jelentkező hidraulikus problémák is. [35, 36] szerzői az öblítés sajátságaival foglalkoznak kis fúrólyukátmérő és nagy fordulatszámok esetén, míg [37] különösen a gyűrűs térbeli nyomásveszteségeket tárgyalja a wire-line magfúrási mód alkalmazása esetén, és ezeknek számítására képletet is közöl a fordulatszám és a geometriai adottságok függvényében.

A gyémántkoronákban fellépő nyomásveszteségek számítását [38] közli. [39] megállapítja, hogy az eddig szokásos nyomásveszteség-számításokat igen nagy pontatlanság terhelte, ezért az áramlási veszteséget okozó egyes elemekre számítással és kísérletek útján meghatározott nyomásveszteségi tényezőket közöl.

[60] indiai tapasztalatokról számol be az iszapveszteségek, fúrólyukfal-omlás leküzdésével kapcsolatban; új módokat is feltárnak a bonyolult kőzetviszonyok közt a magnyereség javítására.

A fúrási folyamat törvényszerűségeinek tudományos elemzése a kutató magfúrási technika számára is megköveteli a fúrási tényezők megbízható számbavételét. *Prazsky* [41, 42, 43] a fúrási paraméterek, úm. a fúróterhelés, fúrófordulatszám, a fúró-forgatónyomaték, az öblítőfolyadék-áram, a fúrási sebesség és az öblítési nyomás meghatározását tárgyalja. Az egyes paraméterek mérésének jelentőségéből és lehetőségeiből kiindulva *Prazsky* a mérési eredményeknek a folyamatvezérléshez való alkalmazhatóságát mérlegeli, s külön hangsúlyozza a pillanatnyi fúrási sebesség mérésének fontosságát. A mérési helyek és érzékelők legkedvezőbb elhelyezését is javasolja; ismerteti a fúrási rendszer méréséhez használt műszerek pontossági követelményeit, valamint az ismert egyéb műszereket, továbbá vázolja a valószínű fejlődésirányzatot a fúrás automatikus vezérlésére való átmenet során.

Az irányított ferdefúrások növekvő számától serkentve tovább folytatják azokat a vizsgálatokat, amelyeknek célja a lyukelferdülések keletkezésének tisztázása, valamint a fúrólyuk alakulásának befolyásolása. Ennek során levezetik a fúrólyukkönyök képződésének törvényszerűségeit azon főbb hatótényezők meghatározásából, amelyek a lyukelferdülések keletkezését előidézik, elsősorban az anizotrop kőzetek ilyen jellegű hatását, annak érdekében, hogy ezeket az ismereteket a további kutatófúrások tervezéséhez felhasználhassák [13, 44].

[45] módszert ismertet, melynek segítségével a fúrólyuk tengelyének lefutását fúrás közben a fúrószár kiépítése nélkül is meg lehet mérni. Az elméleti meggondolások és a gyakorlati vizsgálatok kimutatták ugyanis annak lehetőségét, hogy a lyuktalpon a kőzetbontásból eredő akusztikus hullámokat a felszínen észleljék. A felszíni geofonok által felfogott jelek számítógépen való korrelációjával olyan adatokat nyertek valamely fúrólyuktengely dőlésének és irányának alakulásáról, amelyek kitűnően egyeztek az inklinométerrel mért eredményekkel, úgyhogy most már ipari használatra alkalmas geoakusztikus műszer együttes kifejlesztéséhez kezdtek.

Az irányított ferdefúrások szempontjából egyre jobban előtérbe kerül a hatékonyság. [46] azokról az

eredményekről szól, amelyeket a fúrólyuk-elferdítésnél a kihúzható SO és SNB-KO típusú ferdítőpályákkal és a KOS típusú lenn maradó ferdítőpályákkal, valamint a TZ típusú folyamatos eltérítő eszközzel elértek. E tanulmány javaslatokkal is él a különböző lyukelferdítési felszerelések hatékonyságának megítélésére, mégpedig figyelembe véve mind a gazdasági, mind a műszaki paramétereket. Ezzel kapcsolatban rámutat a folyamatos ferdítés elemeinek nagy hatékonyságára, amely a ferdítési szög növekedésével tovább nő.

Az acélhuzalos magfúrási módszer, az ún. wire-line rendszerű magfúrás a hagyományos kutató magfúrási technikával szembeni számos előnye révén a szilárd ásványi nyersanyagok felkutatása terén egyre jobban általános eljárássá válik. Már eddig is erősen csökkentették a fúrócső be- és kiépítéséhez szükséges munkát, ma pedig már a fúrószerszám rendkívül hosszú élettartamára törekszenek, sőt kezdeményezések vannak olyan kihúzható fúrószerszám kifejlesztésére is, mely szerszám alkalmazásával az összidőszükséglet 80%-a már tisztán a fúrási műveletre fog esni [8].

A kutató magfúrási technikában 1952 óta alkalmazott wire-line magfúrási eljárás ma már műszaki és technológiai szempontból olyan szintet ért el, hogy az utóbbi öt évben a kötélmagfúrás terén elvileg újszerű fejlesztések nem váltak ismeretessé. [47] elméleti összehasonlítást tesz a hagyományos magfúrás és a wire-line magfúrás időmérlege között, s az utóbbi felszerelési és technológiai követelményeit foglalja össze. Az 59 mmes fúrólyukátmérő esetén a teljesítményfokozás [48] szerint a hagyományos gyémántfúrással szemben 300 m mélységig kb. 40%-ot, 600 m mélységig már 82%-ot ér el.

A *magfúrás* teljesítményfokozásának főbb módjai, úm. a nagy fordulatszámokkal való magfúrás és a wire-line rendszerű magfúrás, valamint a tökéletesebb fúrók előállítása útján igen jelentős eredményeket sikerült elérni. Mindez azonban nem változtatott semmit azon a tényen, hogy a fúrószerszámon keresztül közvetíthető korlátozott axiális fúróterhelés miatt a fúrási teljesítményt csak kismértékben sikerült fokozni. Ezért a fúrószerszámmal érvényesített kőzetbontó energia növelése egy járulékos dinamikus lüktető ütőterhelés alkalmazásával látszik leginkább megvalósíthatónak, éspedig hidrodinamikus ütőszerszámmal. Minthogy a gyémántszemek ütőszilárdsága kétszer-háromszor nagyobb az ütőfúrás ütőenergiájánál, a keményfém és a görgős fúrókon kívül a gyémántkoronák a hidroütőkkel mindenképpen alkalmazhatók, annál is inkább, mert a gyémántkoronák mátrixanyagának jellemzőit az utóbbi években jelentősen tökéletesítették. Nagyüzemi kísérletek során a sorozatgyártású gyémántkoronákkal és ütőfúrással a fúrási sebesség 50%-os, a magmenethosszak 100%-os növelését sikerült elérni a tisztán forgófúráshoz képest [49, 50].

Ilyen eredmények előfeltétele a gondosan végzett hidraulikai számítás, amely a fúróberendezés helyes összeállítását és a fúrási tényezők ésszerű megválasztását teszi lehetővé [51, 52]. A kis szilárdságú kőzet fúrásakor jelentkező nehézségeket eredményesen a fordított öblítéssel lehet leküzdeni, aminek révén elsősorban a nagyobb magnyerés és a magok jobb minősége érhető el. A counterflush-fúrás, tehát a fordított öblítéssel való magfúrásmód mellett egyre jobban nő az ejektor-magfúrócsővel való fúrás jelentősége, amely eljárás a magcső környezetében helyileg megfordított iszapkeringéssel dolgozik [53, 54, 55]. A nem hagyományos fúrásmódok közül — amelyeknek a jövőbeli kutatófúrási feladatok megoldásában különös jelentőséget tulajdonítanak — a közepes keménységű kőzetek esetében elsősorban a hidroeróziós és a hidropulzációs eljárásokról, kemény kőzeteknél pedig a termomechanikus és az elektrotermomechanikus fúrásmódokról van szó. Jelenleg azt vizsgálják, hogy elvileg e fúrásmódoknál is fennáll-e a magnyerés lehetősége [3].

2.3. Fúrási felszerelés

Az elmúlt években a szilárd ásványok kutatására alkalmazott fúrástechnika, ill. -technológia alaposabb tudományos feltárása során kialakult felismerések a fúrási felszerelés állandó tökéletesítésére ösztönöztek. A fúrási kőzetbontás lehetőségeinek elemzése és ezeknek osztályozása fokozott mértékben határozott impulzusokat ad az érdekelt gépiparnak új fúrógépek és fúrási eszközök szerkesztésére, ill. legyártására [56].

Ez a továbbfejlesztési folyamat átfogóan tükröződik az 1975-ben megjelent új szakkönyvekben is. Különösen feltűnő itt az a tendencia, hogy egyrészt a fúrás gépi felszereléseinek minőségét céltudatosan javítsák, másrészt fokozott mértékben létrehozzák a különleges fúrási munkálatokhoz a szükséges felszereléseket és szerszámokat [6, 7, 10, 57], végső soron a fúrógépek beépített teljesítményét és a használható fordulattartományt megnöveljék [30].

A KGST-országokban továbbra is megfeszítetten dolgoznak a kutató magfúráshoz szükséges gépi berendezések, szerszámok szabványosításán, és mind újabb és újabb szabványosítási igények jelentkeznek a bevált felszerelések további tökéletesítésére [58, 59].

E követeléseknek — amelyeket egyébként Nyugat-Európában és az USA-ban is támasztanak — egyik súlypontja a magfúrási folyamat átfogó gépesítésére és részbeni automatizálására irányul; ezeknek jelenlegi állásáról [59] tájékoztat.

A *magfúró berendezés* immár néhány év óta követett fejlesztési irányvonalának helyességét mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy e fejlesztési súlypontok, úgy mint eddig, továbbra is a legnagyobb fordulatszámokig terjedő fokozat nélküli fordulatszám-szabályozásra, valamint a fúrási folyamat összes műveleteinek gépesítésére irányulnak. Az is tapasztalható azonban,

hogy a fúrószár klasszikus orsós hajtása (forgatása) a hidraulikus forgató öblítőfejek mellett továbbra is megtartja pozícióját.

A KGST magfúróberendezés-sorozatai közül az UKB 12/25, az UKB 50/100 és az UKB 200/200 típusok már sorozatgyártásban készülnek, az UKB 300/ /500, UKB 500/800 és UKB 1200/2000 típusok kipróbálását pedig 1975-ben már befejezték. Ezért [30] szerint várható, hogy ezek a fúróberendezések rövid időn belül a szilárdásvány-kutatás feladataira széles körben elterjednek. A román gyártmányú FG 5 típusú fúróberendezéssel az 500 m-ig terjedő mélységtartományban egy további korszerű fúróberendezés áll rendelkezésre, amellyel [60] szerint 1550 min^{-1} fordulatszámig lehet a fúrót forgatni. Tovább vizsgálják a villamos hajtású magfúró berendezések fokozat nélküli tirisztoros fordulatszám-szabályozási lehetőségét, hogy ezzel a jól bevált orsós forgatású fúrógépek előnyeit a fokozat nélküli fordulatszám-szabályozás előnyeivel egyesítsék [61].

Nyugat-Európában, az USA-ban és Kanadában is újonnan fejlesztett fúrógépek kerültek alkalmazásra. 500 m mélységig különböző magfúró gépeket fejlesztettek egyrészt orsós kivitelben, másrészt hidraulikus hajtású forgató öblítőfejekkel [62, 63, 64, 65]. E gépek szerkesztésekor a minél egyszerűbb megoldást és az alkalmas szállítási egységekké való szétszerelhetőséget, illetve az egyben szállíthatóságot messzemenően szem előtt tartották. [66] egy teljesen hidraulikus, forgatóöblítőfejjel ellátott, pótkocsira szerelt magfúró berendezés wire-line rendszerű magfúrásra való átállítását ismerteti, és a berendezéssel a hazai bauxitkutatás során elért eredményekről számol be. Úgyszintén forgató öblítőfejjel wire-line rendszerre is alkalmas berendezést ír le [67].

Más fúrógépeket a hagyományos kivitelben mint orsós fúrógépeket gyártanak, de dízel- vagy elektromos hajtásuk teljesítménye igen nagy (150 kW), úgyhogy 2000 m mélységben is még nagy fúróterheléssel és fúrófordulatszámmal alkalmazhatók [68, 69].

Elsősorban a föld alatti alkalmazásra fejlesztették ki azt a [70]-ben leírt wire-line magfúró gépet, mely hidraulikus erőátvitellel és fokozat nélküli fordulatszám-szabályozással van ellátva; a föld alatti alkalmazásnak megfelelően minimális kezelési igény és kis méretek jellemzik.

Új méretezési módszerekkel sikerült azonos teljesítőképesség mellett az emelővitla hajtóművének méreteit csökkenteni. Ez az újszerű hajtás az UKB-sorozat alapmodelljén, vagyis az UKB 200/300 típusú magfúró berendezésen bevált, úgyhogy e megoldás útján az összes UKB-típusú magfúró berendezések kisebbek, könnyebbek lesznek [71].

A *fúrók, magfúró koronák* tökéletesítése szempontjából a gyémánt fúrókoronák újabb formái, továbbá a szintetikus gyémántok és más szuperkemény anyagok alkalmazása voltak a fejlesztés súlypontjai. Ennek végcélja az, hogy bizonyos fúrási feltételekhez meg kell találni a fúróelemek optimális kombinációját, vagyis a legjobban megfelelő gyémántokat, ill. szintetikus anyagot, a mátrixtulajdonságokat és a fúró-, illetve koronaformát; a fejlesztési cél szempontjából az elérhető legnagyobb élettartamot fontosabbnak ítélik, mint a fúrási sebesség növelését. A fejlesztés érinti továbbá a keményfém koronákat és a teljes szelvényű fúrókat is.

Az elhasznált gyémántfúrók és fúrókoronák kopottsága és a kopásfolyamat beható vizsgálata nyújt elsősorban támpontokat e szerszámok továbbfejlesztéséhez [31]. E vizsgálatok során azonban világosan kitűnt az is, hogy a gyémántfúrók ésszerű szerkesztéséhez a tényezők egész sorát kell figyelembe venni; ez egyaránt vonatkozik a felületi befoglalású és az impregnált gyémántkoronákra is, melyeknek tulajdonságait [72] természetesen a mátrix keménysége, a gyémántszemek minősége és a nagysága lényegesen befolyásolja. [73] szerint a nem polírozott gyémántokkal szemben a megmunkált szemek szilárdsága a felületmegmunkálás fokától függően 65%-kal nagyobb értéket is elér.

Új eredményeket publikáltak a fúrószerszámok geometriai alakja és a fúrási eredmények közötti összefüggésről is. [17] szerint a kőzetbontás nagyobb hatékonysága főleg a fúró lépcsős kialakításával válik lehetségessé; a homlokfelület alakja és dőlésszöge [13] szerint a fúrószerszám iránytartását befolyásolja, ami az anizotrop kőzetek átfúrásakor fontos szempont.

A felsorolt különböző összefüggések aláhúzzák azt a tényt, hogy a fúrószerszám geometriájának helyes kialakításával milyen módon lehet befolyást gyakorolni a fúrási eredményre.

A keményfém koronák ajakszélességének befolyását a magfúrás műszaki-gazdasági mutatóira [74] szerint csak a fúrószerszám terhelésével, a korona átmérőjével és a kőzettulajdonságokkal szoros összefüggésben szabad megvizsgálni. Célszerű a keményfém koronák ajakszélességét megnövelni, és ezzel a gyémántkoronák ajakszélességét megközelíteni. Ezzel nemcsak jobb fúrási eredményeket lehet elérni, hanem ugyanazokat a méreteket lehet alkalmazni a keményfém és gyémántkoronákkal való fúrás összes felszereléseinél is.

Az utóbbi években végbement továbbfejlesztés figyelembevételével a gyémántfúrókra vonatkozó GOSZT 19 527—74 szabványt is újjáfogalmazták. Ez a szabvány [75] tartalmazza a szilárd ásványi nyersanyagok kutatásához használt összes (26, 36, 46, 59, 76, 93 és 112 mm átmérőjű) gyémántkoronát.

Közepes keménységű kőzetekben való fúráshoz egyre nagyobb mértékben használják a fogazott és lépcsős kiképzésű gyémántkoronákat, éspedig elsősorban a wire-line rendszerű magfúráshoz. [48] és [76] szerint ugyanis az ilyen különleges koronakiképzésekkel nagyobb mechanikai fúrási sebességeket érnek el.

A felületi befoglalású gyémántkoronákkal, ha nagy gyémántszemeket használnak, a kiállást 2,5 mm-ig választják, ami a gyémántátmérő $^1/_3$—$^1/_2$-ének felel meg. A gyémántszemek mátrixkopás következtében fellépő kitöredezésének elkerülése érdekében a mátrixot 50—600 µm nagyságú gyémántszilánkokkal impregnálják. Ezzel az eljárással [76, 77] szerint az impregnált koronák élettartama 50%-kal növelhető a hasonló hagyományos mátrixszal gyártott koronákkal szemben.

Egyrétű felületi befoglalású gyémántkoronákkal is próbálkoztak kemény abrazív kőzetben, s jóval kisebb kopást és 115%-kal nagyobb fúrási sebességet értek el [78]. További újszerű gyémántkoronákat ismertet a szabadalmi irodalom [79, 80, 81].

A 70-es évek elejétől kezdve számítható az az igyekezet, amelynek célja olyan fúrók, illetve magkoronák szerkesztése, amilyenek szuperkemény szintetikus anyaggal vértezve a gyémántkoronáknál jobb eredményeket adnak. Elsősorban a KAI és a BSI jelű ilyen

fúrókoronák ismertek. A fúrási tényezők, a fúrási sebesség és a fúróélettartam közötti kölcsönhatás beható vizsgálatával gyakorlati lépéseket tudtak tenni a korszerű fúrószerszámok átfogó alkalmazására. Míg a kemény és igen kemény kőzetekben felületi befoglalású, szintetikus anyaggal gyártott fúrókoronákkal csaknem azonos eredményeket értek el, mint a gyémántkoronákkal, közepesen kemény kőzetben a szintetikus gyémánt fúrókoronák egyértelműen jobb fúrási tulajdonságokat mutattak, éspedig olyan nehéz fúrási adottságok között is, amilyeneket a sűrűn váltakozó rétegződés, a kőzet abrazivitása és a teljes iszapveszteség okoz.

Úgyszintén jó eredményeket értek el vegyesen szintetikus és természetes gyémántokkal impregnált koronákkal is [82, 83, 84]. Dolgoznak az SV és ASPK jelű polikristályos szintetikus gyémántok fúrási tulajdonságainak megjavításán is. A mátrixtulajdonságok és a szintetikus gyémántok [85, 86] jobb egyeztetése lényegesen kedvezőbb fúrási eredményekhez vezetett.

A legkeményebb — VII.—X. kategóriába tartozó — kőzetekben sikerrel próbálták ki az ún. LKR-koronákat. Ezek a koronák a keményfémhez hasonló Elbor-R jelű szintetikus anyaggal, kocka alakú bór-nitrid szemekkel vannak vértezve; a gyémántkoronákkal azonos árú, ilyen fúrókoronákkal kétszer-négyszer nagyobb fúrási sebességeket lehet elérni. A kísérleti eredményekből a fúrási tényezőkre a kőzettulajdonságok függvényében javaslatokat is szűrtek le [87, 88]. A bővítőfúrók vértezésére is egyre gyakrabban alkalmaznak szuperkemény szintetikus anyagokat, és ezzel a költségeket csökkentik, az élettartamot a kétszeresére növelik [89].

Szovjet szabadalmi leírás ismertet egy magnyereséget is lehetővé tevő görgősfúrót forgó-ütő fúrási technológiához [90].

Az irányított ferdefúrás, valamint a kutatófúrásokon belül a teljes szelvényű fúrás nagyobb volumene egyre jobb fúrókat igényel. [91]-ben 59 mm átmérőjű görgős fúrót írnak le, amely lent maradó ferdítőpálya használata esetén is alkalmas a ferdefúráshoz.

Nagyobb figyelem fordult a kis átmérőjű gyémántfúrókra is. A széles körű csehszlovákiai vizsgálatok alapján az 59 és 76 mm átmérőjű gyémántfúrók gyártása mellett döntöttek [92].

A *magcsövek* tökéletesítése, illetve a jobb magnyereség érdekében [93] a korona jobb öblítését javasolja, [94] pedig repedezett kőzetben való magfúrásra olyan típusú (TDN—KI) magcsövet javasol, amelynek a régebbi típusokkal szemben nagyobb a belső és a külső cső közötti gyűrűs tere [94].

Kevésbé magképes kőzetekben a magnyereség növelésére kínálkozó lehetőség az öblítésnek talp közeli megfordítása. Azokkal a magcsövekkel szemben, amelyeknél a fordított irányú öblítést pakkerelemekkel érik el, az ejektormagcsövek sokkal kevésbé bonyolultak, és jóval olcsóbbak is. A szimpla ejektoros magcsövek (DES) és a dupla ejektoros magcsövek (OES) jó eredményeket biztosítanak, ha ezeket kellő teljesítményű iszapszivattyúkkal és alkalmas, pl. impregnált fúrókoronákkal használják [55, 95, 138]. A wire-line magcsövek továbbfejlesztésével kapcsolatosan a Longyear, Diamant Boart és Craelius gyártmányúak fő méreteit [47] közli és értékeli.

[48, 97, 98] szerzői beszámolnak a szovjet (SSK-76 és SSK-59 típusú) wire-line magcsövek szerkesztéséről, működéséről és kísérleti alkalmazásuk eredményeiről; elsősorban a középkemény, kevésbé repedezett és közepesen kemény abrazív kőzetekben váltak be. A tapasztalatok alapján tervezik, hogy 46 mm wire-line koronát, illetve szerszámot is szerkesztenek.

A wire-line magcsövek tökéletesítéséről a szabadalmi irodalom is szól [99, 100]; — [100] a belső magcső leszorítását hidraulikusan oldja meg.

Fúrócső

A nagy fordulatszámokból és a nagyobb fúróterhelésből adódó nagyobb fúrószár-igénybevétellel kapcsolatban [101] — kiindulva a fúrócsövek méretezésének alapelveiből — a szilárdságot növelő szerkesztési és technológiai módszereken, a kopásállóságon és az üzemzavarok kiküszöbölési lehetőségein át összefoglalja a fúrószár kutatófúráshoz való ésszerű alkalmazását. A nagyobb igénybevételnek megfelelően a wireline magfúrási fúrócsőnek, nagyobb külső átmérője miatt, nagy ellenállási nyomatéka van, és egyidejűleg nagyobb gyártási pontossággal is készül [97, 98].

A múlthoz képest még nagyobb mértékben előtérbe került a könnyűfém rudazatok használata is, aminek előnyei különösen a nagyobb mélységekben világosan mutatkoztak. [102] szerint az acél fúrócsövekhez képest a könnyűfémből készültek használatával jelentősen nőnek a fúrógépek által elérhető végmélységek; a mechanikai fúrási sebesség ugyan csak kismértékben nő, de a be- és kiépítési idő megrövidül.

A fúrószár-meghibásodás elemzése, azok csökkentése és mentése tárgykörében [103] szerint a menetvágás új módszerével sikerült megjavítani mind a fúrócsőmenetek minőségét, mind a menetvágás termelékenységét.

A fúrócsövek élettartamának meghosszabbítását szolgálja ezek felületi edzése. Új, tökéletesített berendezések segítségével, a felületi edzéssel 0,8—1,2 mm behatolási mélységet is elérnek. A felületedzés csak akkor optimális, ha az edzés ilyen mélységig egyenletesen az egész csőfelületet éri [103, 105].

Mindezek ellenére azonban a kutató magfúrások összes előforduló üzemzavarainak mintegy 50%-a még mindig a fúrócsőtörésekre, ill. a fúrócső kötőelemeinek töréseire esik. Ezért a fúrócsőben vagy a fúrócsőkötésben netalán előforduló repedéseket már a fúrás helyén okvetlenül meg kell állapítani, hogy a hibás csövet kiszűrhessék. Különös jelentőségük van tehát az olyan roncsolásmentes vizsgáló műszereknek, mint a [106]-ban leírt ultrahang-deffektoszkópnak.

Öblítőszivattyúk

[107], kiindulva a dugattyússzivattyú-gyártás elméleti alapjából, leírja a kutató magfúrásokhoz gyártott korszerű szovjet szivattyútípusokat. Ezen belül nagyobb teret biztosítanak a szivattyúk hidraulikus elveinek, figyelembe véve az agyagöblítés hidraulikai tulajdonságaiból adódó sajátosságokat is.

A szovjet gyártmányú 11GR öblítőszivattyúk tökéletesítései révén a kopó alkatrészek élettartamát a kétszeresére-négyszeresére tudták növelni [108].

Öblítés és öblítési adalékok

[109] a kutató magfúrások ez idő szerint használatos és bővülő választékú öblítőfolyadékainak összetételével foglalkozva leírja előállításukat, tisztításukat, valamint az öblítőiszap tulajdonságainak szabályozási lehetőségeit; bonyolult körülmények között végzendő fúrásokhoz mindjárt különleges öblítőiszapokat is javasol. A szokványos fúrási gyakorlathoz hozzátartozik a súrlódáscsökkentő és rezgéscsillapító adalékoknak a különféle iszaptípusokhoz való adagolása is. E téren az irányzat az öblítőiszapnak a központi telepekben való előkészítésére mutat, ahol a tenzideket és egyéb adalékokat pontosan definiált feltételek mellett lehet hozzáadni az öblítőfolyadékhoz [32, 33]. Mennyiségük az iszapvolumennek kb. 1-2%-át teszi ki, s ezekkel az adalékokkal mind a mechanikai fúrási sebességet, mind a magmenethosszt növelni és a magnyereséget is javítani lehet.

Igen jó eredményeket értek el a nagy fordulatszámú fúrásban az emulziós iszapokkal [29, 34]. Egyre nagyobb a jelentőségük a polimer és polimerbentonit iszapoknak a kutatófúrások technikájában is. Ezeknél [1, 110] szerint kedvező tulajdonságnak bizonyult a csekély szilárdanyag-tartalom, valamint a vízleadás nagyfokú csökkentése és az iszaplepény kisebb vastagsága.

Erősen hasadékos és kavernás, iszapveszteségre hajlamos kőzetekben, [111] szerint, mindinkább a 0,70—0,75 g/cm³ sűrűségű haböblítést alkalmazzák.

Forgatva-ütve működő — rotari perkussziós — fúrási felszerelés

A kutató magfúrás e technológiájának [51] szerint az alábbiak a súlyponti kérdései: a hidrokalapácsok műszaki karakterisztikája, az ésszerű fúrástechnológia és a munkaszervezés. A szovjet GV-5 és G-7 típusú hidrokalapácsokkal végzett fúráshoz fokozott mértékben használnak gyémántkoronát [49, 50]; ezekkel a tiszta forgófúráshoz képest a fúrási sebességet 24—52 %-kal, a magmenethosszt 10—83%-kal, a fúró élettartamát pedig 29—54%-kal sikerült megnövelni.

Műszerek, gépesítési és automatizálási berendezések

A kutató magfúrás gépi berendezései ma még általában igen kis mértékben műszerezettek; gyakran ezeknek is csak kicsi a pontosságuk. A jövőbeli fejlődés üteme azonban nagymértékben éppen attól függ, mennyire sikerül majd a kutató magfúrás számára alkalmas műszereket kifejleszteni, és a gyakorlatba bevezetni. A legfontosabb mérési adatok a fúrási tényezők közül: a fúró terhelése, a fúró fordulatszáma és az öblítés folyadékárama; a fúrási folyamat tényezői közül pedig a forgatónyomaték, a fúrási sebesség és az öblítési nyomás. Különösen sürgősnek látszik a pillanatnyi fúrási sebesség egzakt meghatározása. [41, 42, 43, 59] szerzői az egyes tényezők mérésének jelentőségét és lehetőségeit, továbbá a mérési pontosság követelményeit tárgyalják. Ebből kiindulva elemzik a fejlődési irányt a fúrási folyamat automatikus vezérlésére való átállításakor, és kritikusan értékelik az e téren elért jelenlegi helyzetet.

[112] bemutatja a KGST-szabványnak megfelelően az iszapáram és az öblítési nyomás mérésére újonnan fejlesztett IRMB jelű mérőműszer-komplexumot, amely a 6—320 l/min és 3—63 bar folyadékáram- és nyomástartományokra terjed ki. Ez a műszer víz-, emulzió- és agyagöblítés folyadékáramának mérésére alkalmas.

[113] újszerű dőlés- és azimutmérő műszert ír le; fő előnye — azonkívül, hogy a csövezett fúrólyukban, ill. a fúrócsőben is használható — a nagy mérési pontossága. A mérési adatok külszínre való továbbítása a mérési időt rövidíti.

[114, 115] szerzői a fúróterhelés automatikus szabályozásával foglalkoznak. A matematikai modell alapján szerkesztett terhelőberendezés fő eleme egy nagyfrekvenciás jelmodulátor. A szabályozás pontossága ±0,7—1,0 kN.

A be- és kiépítési idő megrövidítésére a [116]-ban leírt komplexumot fejlesztették ki. Ez a berendezés félautomatikus elevátorokból és egy fúrócsőtárból áll, maximálisan 500 m fúrócsőnek 10,5—12,0 m-es csőszakaszokban való tárolására.

Egyéb eszközök

A [117] tanulmány a fúrólyukak nehéz körülmények, bonyolult viszonyok közti eltömítéséről szól: több vízvezető szint elzárására 1,18—1,23 g/cm³ sűrűségű agyag-cement keverékkel nyomás alatti cementezést alkalmaznak; egyidejű vízüveg-adagolással a hibás cementezés nagyrészt elkerülhető.

[118] a rezgéscsillapítóból (amortizátorból) és egy súlyosbító-, ill. fúrócsőből álló együttest javasol; a találmányi leírás szerint mindkét cső végén egy-egy amortizátor a rezgéscsillapítás maximumát nyújtja.

A kutató magfúrások növekvő mélységével egyre nagyobb, komplikáltabb szerkezetű fúróberendezések kerülnek üzembe; így természetesen nő a szükséges javítások és a megelőző intézkedések volumene is. A javítási idők megrövidítése céljából önjáró javítóállomást létesítettek, amelyet bőségesen elláttak speciális felszerelésekkel. [119] közli, hogy ezen megoldás révén a javítási időt 50%-kal tudták rövidíteni.

[120] műanyagból készült újszerű furadéktartályt ír le, melynek használata messzemenően kíméli a nyert fúrómagot vagy furadékmintát, egyúttal a minta minőségi változását — pl. víztartalmának megváltozását — is minimálisra csökkenti; így jelentősen fokozza a minták hitelességét és az információ hűségét.

[1] *Iszaev, M. I.—Nefedov, V. P.:* Szosztojanie i napravlenie rabot v oblaszti szozdanija novüh promüvocsnüh zsidkosztej dlja almaznogo burenija. SZMTR *97* 5—7.
[2] *Komarov, M. A.—Piterszkij, V. M.—Rodin, G. N.—Bulgakov, E. Sz.—Murasev, Sz. F.—Ardaszov, L. V.:* Celi i vozmozsnoszti prognozirovanija burimoszti gornüh porod. IGR *2* 133—40.
[3] *Sztepanov, P. M.—Zav'jalov, É. I.—Motorenko, A. P.—Serüsev, V. A.:* K vozmozsnoszti iszpol'zovanija termomehanicseszkogo burenija sz otborom kerna. Trudü naucsno-iszszledovatel'nogo geologorazvedocsnogo insztituta szvetlüh i blagorodnüh metallov *117* 96—102.
[4] *Voloszjuk, G. K.:* Oborudovanie i insztrument dlja vüszokoszkorosztnogo burenija. SZMTR *96.* 69 o.
[5] *Iszaev, M. I.—Ponomarev, P. V.:* Osznovü progreszszivnoj tehnologii almaznogo burenija geologorazvedocsnüh szkvazsin. Moszkva, Nedra, 1975. 288 o.
[6] *Cumming, J. D.—Wicklund, A. P.:* Diamond drilling handbook. Toronto/Canada, 1975.
[7] *Blinov, G. A.,* Szpravocsnik po almaznomu bureniju geologorazvedocsnüh szkvazsin. Moszkva, Nedra, 1975. 296 o.
[8] *Vozdvizsenszkij, B. I.—Grigorjev, V. V.:* Klaszszifikacija szpuszko-pod"emnüh operacij pri kolonkovom burenii i puti ih uszkorenija. IGR *7* 117—24.
[9] *Glazkov, A. D.:* Diszpetcserszkaja szluzsba szposzobsztvuet ulucsseniju organizacii burovüh rabot. RON *11* 52.
[10] *Caricin, V. V.:* Almaznoe burenie. Moszkva, Nedra, 1975. 104 o.
[11] *Korol'ko, E. I.:* Razrusenie gornüh porod almaznüm insztrumentom. Trudü VNII Burovoj tehniki, Moszkva *33* 114—7.
[12] *Larionov, V. D.:* Oszobennoszti razrusenija anizotropnüh gornüh porod Leninogorszkogo rudnogo rajona pri burenii szkvazsin. Tomszkij politehnicseszkij insztitut, Tomszk, 1975. 7.
[13] *Larionov, V. D.:* K voproszu o mehanizme iszkrivlenija szkvazsin koronkami szpecial'noj geometrii v anizotropnüh gornüh porodah. Tomszkij politehnicseszkij insztitut, Tomszk, 1975. 11.
[15] *Larionov, V. D.:* Iszszledovanie proceszsza trenija tverdoszplavnüh i almaznüh koronok po gornüm porodam. Tomszkij politehnicseszkij insztitut, Tomszk, 1975. 21.
[16] *Szumaneev, N. N.—Budjukov, Ju. E.—Vedeneev, L. V.—Volkov, L. L.:* Iszszledovanie vlijanija formü rabocsego torca na rabotoszposzobnoszt' almaznüh koronok dlja SZSZK. Trudü naucsno-iszszledovatel'nogo geologorazvedocsnogo insztituta szvetlüh i blagorodnüh metallov. *117* 118—24.
[17] *Li Un Hol.:* (Vlijanie profila dolota, armirovannogo tverdoszplavnümi vsztavkami, na szkoroszt' burenija.) Csicszsil kva csiri, Phoenjang, *1* 17—23.
[18] *Gorskov, L. K.:* Opredelenie kolicseszтva i glubinü vnedrenija rezsuscsih zeren pri razrusenii gornüh porod impregnirovannümi almaznümi koronkami. IGR *1* 128—35.
[19] *Muzsik, L.:* Nova zkouska smykové pevnosti hornim in situ. Rudy, Praha, *2* 54.
[20] *Tangaev, I. A.—Dodisz, Ja. M.:* Énergoemkoszt' szarosecsnogo burenija — pokazatel' gornotehnologicseszkih szvojsztv maszsziva. FTP *1* 83—6.
[21] *Tangaev, I. A.—Dodisz, Ja. M.—Golopurov, A. G.—Harkovszkij, V. I.:* Ocenka otnosztitel'noj kreposzti porod po velicsine udel'noj énergoemkoszti szarosecsnogo burenija. Gornüj Zsurnal, Moszkva, *3* 54—6.
[22] *Komarov, M. A.—Kacserzsuk, Sz. Sz.—Vracsev, V. M.:* Primenenie matematicseszkoj sztatisztiki dlja razdelenija porod po burimoszti. IGR *5* 151—5.
[23] *Komarov, M. A.—Kacserzsuk, Sz. Sz.—Vracsev, V. M.:* Razdelenie porod po burimoszti pri csaszto peremesajuscsemszja geologicseszkom razreze (sz iszpol'zovaniem ÉVM). IGR *9* 117—21.
[24] *Kozlovszkij, E. A.:* Optimizacija proceszsza razvedocsnogo burenija. Nedra, Moszkva, 1975. 304 o.
[25] *Zajonc, O. L.—Globa, V. A.—Ponomarev, E. F.:* Vüszokoszkorosztnoe almaznoe burenie. RON *7* 31—34.
[26] *Komarov, M. A.—Piterszkij, V. M.—Rodin, G. N.—Bulgakov, E. Sz.—Bronnikov, I. D.:* Iszszledovanie almaznogo burenija pri vüszokih szkorosztjah vrascsenija (na zseleznorudnüh mesztorozsdenijah KMA). IGR *7* 129—35.
[27] *Sokula, F.—Bejda, J.—Dunay, G.:* Der Werkzeugverschleiss beim drehenden Gesteinsbohren in Abhängigkeit von den Bohrbedingungen. Glückauf Forschungshefte, Essen, *5* 195—8.
[28] *Aladinszkaja, G. K.:* Nekotorüe oszobennoszti rabotü buril'noj kolonnü v gorizontal'noj szkvazsine. IGR *10* 137—43.
[29] *Plavszkij, D. N.:* Rezul'tatü izmerenija raszhoda moscsnoszti pri burenii szkvazsin almaznümi koronkami diametrom 46 mm. SZMTR *96* 49—51.
[30] *Kardüs, V. G.:* Povüsenie éffektivnoszti novüh burovüh sztankov. RON *9* 23—6.
[31] *Blinov, G. A.—Kurocskin, P. N.—Lapsin, V. I.:* Primenenie radiaktivnüh izotopov dlja iszszledovanija proceszsza iznosza almaznogo porodorazrusajuscsego insztrumenta. I. SZMTR *92* 54—62 (1974); II. *96* 39—45.
[32] *Blinov, G. A.—Kurocskin, P. N.—Szumaneev, N. N.:* Antivibracionnüe szredsztva dlja almaznogo geologorazvedocsnogo burenija. Moszkva, Nedra, 1974. 120 o.
[33] *Kazakevics, V. Z.—Zakolobjaznüj, V. V.:* Novüe antivibracionnüe promüvocsnüe zsidkoszti dlja povüsenija proizvoditel'noszti almaznogo burenija. RON *2* 18—22.
[34] *Efimov, G. F.:* Burenie szkvazsin usztanovkoj UPB-25 v uszlovijah mnogoletnej merzlotü. RON *2* 47—8.
[35] *Alekszeev, V. N.:* O zsidkosztnom trenii v szisztеme „buril'naja kolonna-szkvazsina". SZMTR *97* 14—8.
[36] *Nefedov, V. P.:* Promüvka i kreplenie szkvazsin malogo diametra. SZMTR *97* 43. i
[37] *Zapovalov, I. A.—Buhalov, V. M.:* Poteri davlenija v kol'cevom prosztransztve szkvazsin pri burenii sznarjadom szo sz'emnümi kernopriemnikami i promüvke vodoj. SZMTR *97* 8—13.
[38] *Illarionova, T. M.:* Metodika raszcseta gidravlicseszkih szoprotivlenij v almaznüh koronkah. SZMTR *97* 19—26.
[39] *Rebutinszkij, L. Sz.—Szulaksin, Sz. Sz.—Nikolaev, N. L.:* Raszcset poter' napora promüvocsnoj zsidkoszti pri burenii. RON *8* 23—5.
[40] *Murthy, H. K. N.:* Diamond core drilling in iron ore. Indian Mining a. Engineering J., New Delhi, *1* 11—3.
[41] *Prazsky, J.:* Mereni zadanych parametru rezimu vrtani. Geologicky pruzkum, Praha, *3* 76—8.
[42] *Prazsky, J.:* Mereni vyslednych parametru rezimu vrtani. Geologicky pruzkum, Praha, *7* 206—8.
[43] *Prazsky, J.:* Rezimové merici aparatury ve vrtne technice. Geologicky pruzkum, Praha, *9* 263—5.
[44] *Larionov, V. D.:* Nekotorüj opüt proektirovanija traektorij szkvazsin na osznove zakonomernosztej iszkrivlenija v Leninogorszkom rudnom rajone. Tomszkij politehnicseszkij insztitut, Tomszk, 25 (1975).
[45] *Rukavincün, V. N.—Kuznecov, O. L.—Gel'fgat, Ja. A.—Vaszil'ev, Ju. Sz.—Demin, V. E.:* Pervüe rezul'tatü opredelenija koordinat zaboja szkvazsin geoakuszticseszkim metodom. IGR *6* 129—34.
[46] *Morozov, Ju. T.:* Ocenka tehniko-ékonomicseszkoj éffektivnoszti primenenija iszkusztvennüh otklonitelej. RON *11* 31—4.
[47] *Jedlicka, M.:* Die Vorteile des Seilkernbohrens. BBR *3* 72—5; *5* 171—3.
[48] *Eszentaev, U. E.—Gutnikov, N. Sz.—Molokovics, M. F.:* Éffektivnoszt' primenenija burovüh sznarjadov szo sz emnümi kernopriemnikami. RON *7* 34—7.
[49] *Graf, L. E.—Kiszelev, A. T.—Kruszir, I. N.:* Rezul'tatü opütnogo burenija gidroudarnümi masinami sz almaznümi koronkami. RON *4* 18—21.
[50] *Glazov, M. G.—Gutnikov, N. Sz.—Matveev, Ju. A.—Baranov, Ju. V.:* Tehnologija almaznogo udarno-vrascsatel'nogo burenija tverdüh porod. RON *11* 29—31.
[51] *Graf, L. É.—Kiszelev, A. T.—Kogan, D. I.:* Thenika i tehnologija gidroudarnogo burenija, Moszkva, Nedra, 1975. 143.
[52] *Horjusin, I. G.:* Raszcset gidravlicseszkih parametrov burenija malogabaritnümi gidromonitornümi dolotami. RON *3* 54—6.
[53] *Levin, E. F.:* Puti povüsenija vühoda kerna pri burenij

szkvazsin. Trudü Vszeszojuznogo proektno-izüszkatel'szkogo insztituta Gidroproekt, Moszkva *46* 171—80.
[54] *San'gin, L. P.—Illarionova, T. M.—Kazak, R. G.:* Almaznoe burenie szkvazsin sz érliftnoj promüvkoj v oszlozsnennüh geologicseszkih uszlovijah Küzül-Almaszajszkogo zolotnorudnogo mesztorozsdenija. SZMTR *97* 31—4.
[55] *Buracsek, N. A.—Szeleznev, A. P.—Szladkov, V. I.:* Povüsenie vühoda kerna pri burenii ézsektornüm sznarjadom szil'no trescsinovatüh rudnüh zon. Trudü naucsnoiszszledovatel'nogo geologorazvedocsnogo insztituta szvetlüh i blagorodnüh metallov *117* 109—13.
[56] *Deruszov, V. P.:* Klaszszifikacija burovüh masin mehanicseszkogo dejsztvija i parametrü rezsima burenija. IGR *3* 157—60.
[57] *Acker, W. L.:* Basic procedures for soil sampling and core drilling. Acker Drill Co Inc., Pennsylvania, 1975. 250 o.
[58] *Hoza, F.—Uher, B.:* Lanove jadrovaky v zemich RVHP. Geologicky pruzkum, Praha, *9* 281—2.
[59] *Everell, M. D.:* Etat actuell de l'automatisation des machines de forage. Industrie Minerale, Paris *11* 501—6 (1974).
[60] *Hoza, F.—Uher, B.:* Nove vrtne soupravy standardni rady RVHP. Geologicky pruzkum, Praha *4* 120—2.
[61] *Gafijatullin, R. H.—Degfarev, V. A.:* Tirisztornüj privod sz sirotno-impul'sznüm kommutatorom dlja dvuhzonnogo regulirovanija szkoroszti szeriesznogo dvigatelja vrascsatelja sztanka geologorazvedocsnogo burenija. Mas. Neft. Oborud. *6* 26—32.
[62] Hydrostatic drill. Colliery Quardian, London *12* 438 (1974).
[63] *Herbert, S.:* Economic diamond drilling for exploration. Quarry Management *7* 171—2.
[64] Diamond drill. Canadian Minig J., Quebeck, *8* 69.
[65] Light-weight hydraulic core drill has 1000 ft A-wireline capacity. World Mining, San Francisco/Calif. *9* 26.
[66] *Mecsnober M.:* Hidraulikus meghajtású fúróberendezések tapasztalatai kutatófúrásoknál. FK *1* 97—104.
[67] All-hydraulic drill. Coal Age, New York *11* 166.
[68] Multi-purpose Acker diamond core drill with capacity down to 800 feet. World Mining, San Francisco/Calif. *11* 22.
[69] Surface diamond drill. Coal Age, New York *11* 154, 160.
[70] *Raes, R.:* Mise an point d'une nouvelle sondeuse pour carottage cable partir de travaux souterrains. Annales des Mines de Belgique, Bruxelles *5* 453—72.
[71] *Poljakov, G. D.:* Ékvivalentnoe vremja rabotü lebedok burovüh sztankov. RON *10* 27—30.
[72] *Ivanov, O. V.:* Zaviszimoszt' racional'nüh konsztruktivnüh parametrov impregnirovannüh almaznüh koronok ot fiziko-mehanicseszkih szvojsztv gornüh porod. SZMTR *96* 29—32.
[73] *Szlupkina, L. M.:* Vlijanie polirovanija poverhnoszti almazov na ih procsnoszt' pri odnoosznoj szzsatii. SZMTR *96* 5—8.
[74] *Berenszten', L. K.—Malüsev, V. N.:* Vlijanie sirinü torca tverdoszplavnüh koronok na tehniko-ékonomicseszkie pokazateli kolonkovogo burenija. RON *12* 21—6.
[75] GOSZT 19527—74 Koronki almaznüe dlja burenija geologorazvedocsnüh szkvazsin. Osznovnüe razmerü.
[76] *Bajuncsikov, V. A.—Blinov, G. A.—Kornilov, N. I.:* Novüe almaznüe koronki dlja burenija gornüh porod szrednej tverdoszti. RON *7* 27—31.
[77] *Veprincev, V. I.:* (Bohrwerkzeug und Verfahren zu dessen Herstellung.) UdSSR-Patent DOS 2.400.062.
[78] *Bücsenkov, E. I.—Moskin, A. K.—Nikolasz, A. L.:* Racional'nüe oblaszti primenenija novüh odnoszlojnüh almaznüh koronok. SZMTR *96* 9—13.
[79] *Lavalee, L.:* Diamond drills. Kanad. Patent, Kl. 255—70 Nr. 948 181.
[80] *Inoue Kiosi:* (Methode zur Herstellung von Bohrkronen mit Diamanten.) Japan. Patent, Kl. 9A 210.1. (F 21b 9/16) Nr. 49—48601.
[81] *Budjukov, Ju. E.—Szumaneev, N. N.—Sztepanov, P. M.—Gorskov, L. K.—Kudrjasov, B. B.:* Almaznaja burovaja koronka. UdSSR-Patent, Kl. 21b 9136 Nr. 424959.
[82] *Volkov, A. Sz.—Bromnikov, I. D.—Rogal'szkij, N. N.:* Rezul'tatü rabotü koronok konsztrukcii ISZM v gorizontal'nüh szkvazsinah. Szinteticseszkie almazü. Naucsnoproizvodsztvennüj szbornik, Kiev, Vüp. *5* (41) 59—61.
[83] *Friev, K. A.—Csernüs, M. A.—Uzbekgaliev, H. Zs.—Doszmuhanbetov, B. M.—Tazsiev, H. D.—Murazbekov, T. K.—Gridin, E. A.—Baranov, O. L.:* Insztrument, oszsznascsennüj szlavuticsem, pri burenii v uszlovijah Mangüslaka i Usztjurta. Szinteticseszkie almazü. Naucsnoproizvodsztvennüj szbornik, Kiev, Vüp. *5* (41) 55—8.
[84] *Biberman, M. I.—Kol'cov, O. P.—Oszipov, V. V.—Fel'dman, I. N.—Gubarev, B. P.:* Vlijanie abrazivnoszti gornüh porod na iznosz vooruzsenija dolot ISZM. Szinteticseszkie almazü, Naucsno-proizvodsztvennüj szbornik, Kiev, vüp. *5* (41) 63—5.
[85] *Veprincev, V. I.—Kljacsko, L. I.—Kolcsin, A. V.—Szuszlov, E. I.—Novgorodov, A. C.:* Novüe szinteticseszkie polikrisztallicseszkie almazü tipa SZV i opüt ih primenenija v burovüh koronkah. Szinteticseszkie almazü, Naucsnoproizvodsztvennüj szbornik, Kiev, vüp. *6* (36) 34—6.
[86] *Bel'kovics, E. Ja.—Sirko, G. I.—Bücsenkov, E. I.:* Szoversensztvovanie tehnologii izgotovlenija burovogo insztrumenta iz szinteticseszkih polikrisztallicseszkih almazov tipa ASZPK. SZMTR *96* 62—5.
[87] — Zakonomernoszti obrazovanija el'bora dlja abrazivnogo i lezvijnogo insztrumentov i ih primenenie v promüslennoszti. Trudü VNII abrazivov i slifovanija, Leningrad, 1975, 134 o.
[88] *Szen'kin, G. A.:* Iszszledovanie vlijanija parametrov rezsima burenija na rabotoszposzobnoszt' el'bornüh koronok. Szbornik „Zakonomernoszti obrazovanija el'bora dlja abrazivnüh i lezvijnüh insztrumentov i ih primenenie v promüslennoszti", Leningrad, 1975, 123—9.
[89] *Poladko, E. P.—Bugaev, A. A.—Szvesnikov, I. A.—Bodganov, R. K.—Livsic, V. N.:* Primenenie raszsiritelej, osznas-csennüh szlavuticsem, pri razvedocsnom burenii v krepkih porodah. Szinteticseszkie almazü. Naucsno-proizvodsztvennüj szbornik, Kiev, vüp. *5* (41) 61—2.
[90] *Kogan, D. I.:* Kolonkovoe sarosecsnoe doloto dlja udarnovrascsatel'nogo burenija. UdSSR-Patent, Klasse 21 b 9/18 Nr. 381732.
[91] *Goncsarenko, A. Sz.—Razumov, Ju. Sz.—Bugaev, Ju. Sz.—Livsic, V. N.:* Primenenie dolot DSZI-59 pri napravlennom mnogozabojnom burenii. Szinteticseszkie almazü. Naucsnoproizvodsztvennüj szbornik, Kiev, vüp. *1* (37) 66—8.
[92] *Rulisek, P.:* Maloprumerova diamantova dlata cs vyproby. Geologicky pruzkum, Praha, *11* 341—4.
[93] *Matveev, Ju. A.—Szomov, V. Sz.—Anan'ev, B. A.:* Dvojnoj kolonkovüj sznarjad. UdSSR-Patent Kl. 21b 25/00 Nr. 428073.
[94] *Jaroseviso, V. A.—Szkornjakov, A. A.—Goncsarov, A. E.:* Kolonkovüj sznarjad TDN—K1. RON *7* 52—4.
[95] *Szumaneev, N. N.—Plehanov, M. I.—Piterszkij, V. M.—Bronnikov, I. D.:* Szravnitel'nüe iszpütanija dvojnüh kolonkovüh sznarjadov DÉSZ—73 i TDN—76—0. IGR *9* 122—5.
[96] *Plehanov, M. I.—Szumaneev, N. N.:* Rezul'tatü vnedrenija sznarjadov DÉSZ. RON *5* 25—30.
[97] *Nikanorov, A. M.—Petrukovics, Sz. N.—Fomenko, N. I.:* Kompleksz sznarjadov szo sz"emnümi kernopriemnikami KSZSZK—76. RON *1* 28—30.
[98] *Volosjuk, G. K.—Iszaev, M. I.—Onosko, Ju. A.—Buharev, N. N.—Ginszburg, I. M.:* Sz"emnüe kernopriemniki SZSZK—59. RON *3* 21—4.
[99] *Karich, J.—Pickard, A. F.:* Wireline core drilling apparatus divisional of 66685.65 411672 (E. J. Longyar Co.). Austral. Patent K1. 85.2—1 (E21b) Nr. 443977.
[100] *Constantinescu, D.—Cruceau, S.—Spataru, E.—Tudor, I.—Stanciulescu, O.:* Carotiera de foraj cu dispozitiv de fixare si avertizare hidraulica. Rum. Patent K1. 51 24/10 (E21b 25100) Nr. 54681.
[101] *Lacsinjan, L. A.—Ugarov, Sz. A.:* Konsztruirovanie, raszcset i ékszpluatacija buril'nüh geologorazvedocsnüh trub i ih szoedinenij. Nedra, Moszkva, 1975, 232 o.
[102] *Lacsinjan, L. A.—Bogomolov, A. K.—Fomenko, N. I.:* Legkoszplavnüe buril'nüe trubü dlja almaznogo burenija. RON *6* 20—3.
[103] *Grabcsenko, A. I.—Eremiszin, I. F.—Razumov, Ju. Sz.—Kovalev, L. N.:* Narezka rez'b vihrevüm szposzobom. RON *12* 50—3.
[104] *Veretennikov, A. G.—Klimocskin, É. E.—Tennikov, V. F.—Rubometov, Ju. G.:* Izgotovlenie uprocsnennüh buril'nüh kolonn i rezul'tatü ih vnedrenija. RON *10* 21—3.
[105] *Sevcsenko, I. E.—Nuzsnüj, A. Z.—Gumenik, R. L.:* Rezul'tatü burenija trubami sz uprocsnennoj poverhnoszt'ju. RON *7* 54—6.
[106] *Gul'janc, G. M.—Dzseriki, G. K.—Gluhov, I. F.:* Proverka

buril'nüh trub ul'trazvukovüm defektoszkopom. RON *6* 53—5.
[107] *Karaev, M. A.:* Gidravlika burovüh naszoszov. Nedra, Moszkva, 1975, 184 o.
[108] *Noszikov, N. E.—Ruszakavszkij, E. G.—Csutnüj, A. L.:* Modernizacija burovogo naszosza 11GR. RON *5* 60—1.
[109] *Ivacsev, L. M.:* Promüvocsnüe zsidkoszti v razvedocsnom burenii. Nedra, Moszkva, 1975, 216 o.
[110] *Turapov, M. K.—Saripov, A. Sz.:* Éffektivnoszt' primenenija rasztvorov sz nizkim szoderzsaniem diszpersznoj fazü dlja burenija razvedocsnüh szkvazsin na tverdüe poleznüe iszkopaemüe. Trudü Szredneaziatszkogo NII geologii i mineral'nogo szür'ja *12* 85—9 (1974).
[111] *Gul'janc, G. M.—Melent'ev, N. Ja.:* Primenenie promüvocsnoj zsidkoszti sz dobavkoj poverhnosztno-aktivnogo vescsesztva ASZ—5. RON *2* 48—9.
[112] *Brojtman, P. M.—Szehtman, E. N.:* IRMB — novüj pribor kompleksznogo izmerenija parametrov rezsima promüvki szkvazsin. RON *10* 24—7.
[113] *Isham, C. E.—Elas, R. E.:* Well surveying apparatus. USA-Patent K1. 33—312 (GO1 c 9/16) Nr. 3862499.
[114] *Trop, A. E.—Gafijatullin, R. H.—Hmelevcov, A. D.:* Regulirovanie oszevoj nagruzki pri burenii geologorazvedocsnüh szkvazsin. Izv. VUZ Gornüj Zsurnal, Szverdlovszk, *2* 131—5.
[115] *Gafijatullin, R. H.—Hmelevcov, A. D.—Jubkevics, A. D.—Ljah, N. E.:* Szisztema avtomaticseszkoj podacsi porodorazrusajuscsego insztrumenta. RON *3* 24—6.
[116] *Guzik, M.—Lisowicz, S.:* Mechanizacija czynnosci zapuszczania i wyciagania przewodu wiertniczego na wierceniach malosrednicowych w Przedsiebiorstwie geologicznym w Kielcach. Technika poszukiwan geol. Warszawa *2* 56; *4* 17 *14* (1975).
[117] *Kipko, E. Ja.—Kipanin, G. T.—Lagunov, V. A.:* Novüj metod likvidacionnogo tamponirovanija szkvazsin. RON *6* 55—7.
[118] *Szacsivko, V. P.:* Usztrojsztvo dlja sznizsenija vibracii. UdSSR-Patent, K1. E21b 17/06 Nr. 432273.
[119] *Glanc, A. A.—Luzganov, V. I.:* Szamohodnaja remontnaja usztanovka URSZ. RON *11* 51—2.
[120] *Haffner, M.:* Bohrgutbehälter — richtungsweisend für exakte Bohrergebnisse. BBR *7* 245—7.

3. Mélyfúrási geofizika

3.1. A fejlődés általános irányai

1975-ben tartották Japánban a kilencedik kőolajipari világkongresszust. Ezen — a szokásoknak megfelelően — a kőolajtermelő országok képviselői foglalkoztak a szénhidrogének kutatásának, termelésének, feldolgozásának kérdésével.

A mélyfúrási geofizikának helyzetéről is elhangzott egy részletes beszámoló, egy „rewiew paper", amely ennek az iparágnak műszaki fejlettségéről, újabb eredményeiről és várható fejlődéséről adott számot. Az előadó, *J. Rutman* igen érdekes, átfogó tanulmányban ismertette az utóbbi négy év fejlődését, az ez idő alatt megjelent és bevezetett műszaki újdonságokat, éspedig nemcsak a szorosan vett mélyfúrási geofizika területén, hanem az egyéb folyamatos mélyfúrási mérési módszerek terén is, amelyeket egységesen „diagramfelvevő eljárásoknak", franciául „diagraphies"-nak, „szelvényezésnek" neveznek.

Így korszerű módon együtt kerültek tárgyalásra mindazok az információszerző eljárások, amelyek a fúrási tevékenység különböző fázisai során változatos formában adatokat szolgáltatnak.

A tanulmány múltra vonatkozó része a mélyfúrási geofizikai munka minden szakaszából sok újdonságot említ meg, de ezek rendszeres olvasóink előtt ismertek, mert az elmúlt évek „Különszámaiban" már sor került ismertetésükre. Ez természetes is, mert *Rutman* rewiew paper-je is elsősorban a szakirodalomban megjelent cikkekre támaszkodott.

Érdekesek a szerző által közölt statisztikai adatok, amelyek közül egyet említünk meg: a különféle szelvényezések költségei a teljes fúrási költségnek mintegy 4—7%-át teszik ki, beleértve a nyitott és csövezett kutakban végzett méréseket egyaránt.

A jövővel foglalkozva a szerző részletesen ismerteti, hol és milyen fokú fejlődés várható.

Megállapítja, hogy a szondák és az értelmezési módszerek jelenlegi fegyvertára elegendő ugyan a folyó kérdések megoldására, de az értelmezés pontossága hiányos, elsősorban az erősen agyagos tárolókban, a kis porozitású karbonátokban, a kis koncentrációjú vízzel telt tárolókban és a vékony rétegekben. Fejlesztendők másrészt a mérőeszközök azzal a céllal is, hogy nehéz körülmények között is kielégítő eredményeket adjanak; így erősen ferde lyukakban, kiöblösödött, nagy átmérőjű és forró lyukakban is.

Bizonyos alaptulajdonságok meghatározása újabb műveletek bevezetése útján lesz lehetséges. Ilyenek a litológiai és ásványtani összetétel, a pórusméret és -geometria, a hasadékosság, a fluidumok sokféle tulajdonsága. Várható az ilyen természetű kérdések megoldása érdekében a nukleáris-mágneses mérés, a nagy frekvenciájú akusztikus szelvényezés, a spektrális neutronaktiválás stb. fejlesztése.

Tovább fognak fejlődni a kombinált eszközök: a tanulmány szerint nincs messze az az idő, amikor két lemenettel a teljes szelvényezési programot el lehet végezni. Nagyon sok hasznot hozhat a különféle tudományágak fokozott együttműködése; főleg a felszíni geofizikához és a geológiához fogják szorosabb szálak fűzni a mélyfúrási geofizikát. Az általános műszaki-tudományos fejlődés pedig elsősorban a mérések és az eszközök megbízhatóságában tükröződik majd [1].

A mélyfúrási geofizika szovjetunióbeli fejlettségével foglalkoznak áttekintő tanulmányukban *Molcsanov* és társai. Tárgyalják — többek között — a szelvényezés eredményességének kérdéseit is, statisztikai adatokkal alátámasztva. Megállapításuk szerint a nem bonyolult litológiájú területeken az eredményesség 90% körüli, ugyanakkor a bonyolult (üreges, repedezett) tárolók kimutatása különleges hőmérsékleti feltételek (hideg és meleg) között csak kb. 50%-os megbízhatóságú. Az e tanulmányban megjelölt fejlesztési irányok emlékeztetnek az előző dolgozatban említettekre: a mérési választék nukleáris-mágneses eljárással, megfelelő indukciós méréssel, dielektromos szelvényezéssel stb. fog bővülni; fokozódni fog a gépi értelmezés; fokozottabban fogják alkalmazni a kőzetmintaméréseket, a teszterezést és a magmintavételt; szaporodik a kombinált eszközök száma; növelik a hőállóságot és így tovább [2].

Látható, hogy a két egymástól független tanulmány milyen sok egyező fejlesztési célra mutat rá. Az említett áttekintő közlemények igen részletesen foglalkoznak a mélyfúrási geofizikai *eszközök és eljárások* várható előrehaladásával. *Threadgold* tanulmánya ezzel szemben a mélyfúrási geofizikus szakemberek, főleg az értelmezők problémáit tárgyalja. Részletesen kifejti, milyen képzettséggel, milyen sokoldalú ismeretekkel kell rendelkeznie a jó értelmezőnek. Az alapvető egyetemi képesítésen túl irodalom, továbbképzés útján szerzett széles skálájú tudás alakítja ki a jó mélyfúrási geofizikust, s e szakemberek ugyanakkor általában nem kapják meg azt az elismerést, amit

szaktudásuk és munkájuk értéke alapján megérdemelnének. Az érdekes felfogású, nálunk is fennálló kérdéseket tárgyaló cikk az olajipari vezetők figyelmébe ajánlható [3].

A mélyfúrási geofizika és a fúrás közötti kapcsolat hol jobb, hol rosszabb. Az lenne a kívánatos, ha mélyfúrási geofizikai mérések csak a legszükségesebb mértékben vennék igénybe a kétségtelenül igen drága fúrási állásidőt — amint erre [1] is utalt —, egyidejűleg azonban a mérésekből kinyerhető összes információt felhasználnák az egyéb célok mellett a fúrási költségek minimalizálására, vagyis a fúrási munka optimalizálására. Megemlítünk egy, ezzel a fontos kérdéssel foglalkozó rövidebb közleményt [4].

Különösen nagy kieséseket okozhatnak a fúrásnak a szelvényezéskor bekövetkező *műszaki balesetek*. *Pusztovojtenko* és *Moszkvitin* egy hosszabb időszak baleseteinek elemzését mutatják be dolgozatukban. Konklúzióképpen megállapítják, hogy a fúrólyukak állapota nem mindig megfelelő a zavartalan mérés lebonyolításához. A kifogástalan lyuk mellett azonban legalább ugyanolyan fontos, hogy a geofizikai eszközök alkalmas konstrukciójúak és kifogástalan állapotúak legyenek [5].

A mélyfúrási geofizika jelenlegi fejlesztési irányai közül legfontosabbnak — a felsorolt közlemények alapján — a megbízhatóság, a pontosság, a sokoldalúság növelését tekinthetjük, egyidejűleg azonban a gazdaságosság szempontjait is erősen figyelni kell. Az aránytalanul gyorsan növekvő fúrási költségek mellett bővebb információszerzés hozhat csak több ellenértéket, de ennek érdekében nem szabad jobban igénybe venni a fúrás állásidejét. Az ilyen irányú műszaki igény kicsendül az említett két összefoglaló tanulmányból is: mindkettő sürgeti a méréskombinációk számának növelését.

De nem szabad elfelejteni, hogy a több információ megszerzése még nem elég, a megszerzett ismerethalmazt *a szakemberek töltik meg értelemmel és tartalommal.*

3.2. Mérési technológia, mérőeszközök

Az 1975-ben megjelent technológiai és műszaki fejlesztési tárgyú közleményei között sok foglalkozik az akusztikus és a nukleáris mérésekkel. E cikkeket ezért két külön pontban ismertetjük.

3.2.1. Akusztikus méréstechnika

Az akusztikus paraméterek igen jó tájékoztatást adnak a kőzetek egyes tulajdonságairól. A műszaki fejlesztési munka állandó célja ezért, hogy olyan fúrásokban is elvégezhető legyen az akusztikus sebességszelvényezés, ahol arra eddig technológiai okokból nem volt mód. *Carlson* és *Hearst* egy olyan szondáról számol be, amely *száraz lyukban* is lehetővé teszi az akusztikus mérést. A hangenergia közlése a rétegek felé az adók és vevők falhoz szorítása segítségével történik [6].

Lecsövezett rétegszakaszok akusztikus mérésére már sok kísérletet végeztek. *Karusz* és *Kuznecov* részletes leírást ad az e téren elért eredményekről, előző évi közleményük kiegészítéseképpen [7].

Ivkin és szerzőtársai a csövezett lyukban történő mérésekhez, továbbá a szeizmokarotázshoz használható kisebb frekvenciájú adó- és vevőelemek egy újabb lehetséges megoldásáról írnak [8].

Koerperich egy akusztikus mikroszondáról ad hírt, amelynek négy, egy-egy falhoz szorított papucsra szerelt hangátadó eleme van. Mind a négy papucson mérik az akusztikus jeleket, egyidejű digitális jelrögzítéssel. A szalagra vett információkat utólag, a bázison játsszák vissza. Az igen éles vertikális felbontóképességű jelek segítségével elsősorban hasadékokat lehet kimutatni [9].

A cementpalást minőségének tökéletesebb ellenőrzése jobb készülékeket igényel. Két olyan kísérletről is olvashatunk, ahol az akusztikus vevő *forgatásával* igyekeznek jobb értesüléseket szerezni a cement—cső, illetve cement—lyukfal közötti kötésről.

Kondrat'ev és társai egy régi típusú szonda átalakításáról számoltak be. Ennél a vevő percenként kettőt fordul. Az akusztikus csatolást egy folyadékkal töltött burkolat biztosítja [10].

Egy másik forgatott vevős szonda esetében *Koldobszkij* és *Clav* azt is kimutatta, hogy előnyös az olyan szondakivitel, amelynél az *adó egyben vevőként* is szolgál, vagyis méri a saját maga által kibocsátott hullámokat. E méréshez a szerzők szerint a 180 kHz-es akusztikus hullámok adták a legjobb eredményeket [11].

Kolcsarov és *Mihelev* az akusztikus szelvényezéseknél alkalmazható új hullámkép-regisztrálási módot ismerteti. Ez a rögzítés pontos, de az adatok felhasználása nehézkes [12].

3.2.2. Nukleáris mérések

A spektrális gamma-sugárzásmérésről szól két cikk. *Hodson* és társai az északi-tengeri kutatásoknál bevezetett ilyen típusú szelvényezésekről írnak. A szondával mérik a három jellegzetes energiacsoportot, valamint az összsugárzást is. Az adott területen a spektrális mérés overlay-módszerrel még tárolók kimutatásához is segítséget jelent, de gépi feldolgozását is bevezették [13].

Wichmann és társai a spektrális gamma-mérés

másik alkalmazásáról számoltak be. Az eredmények szerint az eszköz az U és Th kimutatására kiválóan alkalmas, de márgák megkülönböztetésére is használható [14].

A *sűrűségmérés* tökéletesítésére végzett fejlesztésről *Belkin* és szerzőtársai számoltak be. Ismeretes, hogy a gamma-gamma mérések behatolása aránylag kicsi, továbbá a mért értékek erősen a lyuk (bővülés, iszaplepény stb.) hatása alatt állnak. A szondahossz növelése — az elmélet szerint — segítene a nehézségeken, de ezt csak erősebb forrásokkal lehetne elérni. A szóban forgó cikk egy gamma-sugárgenerátor kidolgozásáról ad hírt, amely a röntgencső elvén működik. Az impulzusüzemű generátort, amelynek sugárzása egy kb. 100 Ci-s forrás hozamának felel meg, 20 cm-es ólomréteg árnyékolja a detektorok felé. Az első, 60—65 cm-es szondahosszakkal végzett terepi mérések sikeresek voltak. Várható, hogy béléscsőben is jó eredményeket fognak kapni [15].

Utkin és *Ermakov* egy mikrorendszerű gamma-gamma mérőszondáról írnak cikkükben. Az ismertetett készüléket elsősorban szénbányászati kutatáshoz kívánják alkalmazni vékony betelepülések, üregek, meddő csíkok stb. kimutatására. Igazolja a cikk, hogy a gamma-gamma módszert igen rövid szondahosszakra is lehet alkalmazni [16].

A *neutronélettartam-szelvényezésről* most jelent meg *Youmans* és *Hopkinson* beszámolója, amelyet 1974-ben ismertettünk (Különszám, 1974. 3. [27] sz. hivatkozás). A cikk részletes ismertetést nyújt a Dresser-Atlas cég NLL-szondájáról, kitérve a vele kapott modellmérések eredményeire is [17]*.

Az összefoglalásainkban már többször említett *C/O-szelvényezésről* újabb, elsősorban az értelmezési munkát érintő adatokat közöl tanulmányában *Smith* és *Schultz*. Cikkük foglalkozik az egyidejű Ca/Si-regisztrálás jelentőségével. Ez ugyanis segítséget ad a mátrixhatás figyelembevételéhez karbonátos kőzetek esetében. Kiértékelési diagramokat is közölnek, amelyeken a C/O-viszony függvényében leolvasható a szénhidrogén-telítettség; befejezésül pedig különböző területekről jellemző mérési és értelmezési példákat mutatnak be [18].

A *nukleáris-mágneses* mérés egy újabb kiviteli módozatáról *Melik-Sahnazarov* és társainak közleménye szól. Az ismertetett eszköz közvetlenül a szabadfolyadék-indexet regisztrálja, képes a relaxáció jellegének a fölvételére is, amelynek segítségével a kőzetek telítettségi viszonyaira és a permeabilitásra lehet következtetni. A bemutatott készülék egyelőre csak 100 C°-ig használható [19].

Danevics és társai ugyancsak a nukleáris-mágneses mérőrendszer kialakításáról, egy érintkező nélküli, tirisztoros-impulzustranszformátoros áramátkapcsolásról közölnek érdekes technikai részleteket, beleértve a konstrukció gépi modellezését is [20].

A *klórszelvényezés* régi eljárás, de elterjedését akadályozta, hogy a kapott eredmények agyagtartalomra érzékenyek voltak. *McKinlay* és *Tanner* most újabb műszaki megoldásokat ismertetnek, amelyek lehetővé teszik az agyagosság hatásának kompenzálását. A mérés változatlanul energiaszelektív neutronmérés, de az eddigiektől eltér, mert a scintillációs detektorokat szamárium-dioxidból készített árnyékolással borították. Ez fokozza a hőneutronok befogását [21].

3.2.3. Egyéb eljárások

Az *indukciós mérés* NDK-beli alkalmazásáról, tapasztalatairól számol be *Hubbe* és szerzőtársainak cikke. A használt öttekercses szonda a szerzők szerint még 4—15 ohmm fajlagos ellenállású környezetben is jó mérési eredményeket ad, ha a réteg elegendő vastag [22].

Egy újszerű induktív mérésről *Meador—Cox* tanulmányában olvashatunk. Két különböző, kellően nagy frekvenciával (16, ill. 30 MHz-cel) végezve az indukciós mérést, a kapott eredményekből a környezet dielektromos állandója meghatározható. A mérés jelentősége abban van, hogy az olaj és a víz dielektromos állandója jelentősen eltér egymástól (4—10, illetve 15—30), így a két fluidum e módon megkülönböztethető. A szonda részletes leírása mellett mérési példákat is bemutatnak [23].

Baslükin és társai új rendszerű mikroellenállás-mérő eszközről számolnak be. Egy hidraulikusan működtetett szondáról van szó, amelynek nyitását és falhoz szorítását felső vezérlésre a kútnyomás végzi el. A szondával egyidejűleg három mikronormál és három mikroinverz görbét lehet felvenni az átmérő és az iszaplepény-vastagság szimultán rögzítése mellett [24].

Egy egyerű kábellel használható *ferdeségmérő* műszerről *Marshall* cikkéből értesülhetünk. A készülék alkalmazási területe: ferdített fúrások turbinabeirányozása. A fúrócső antimágneses részébe leengedett műszer segítségével a felszínen leolvasható a ferdeségnek és azimutjának nagysága, így az irányba állítás egyszerűen elvégezhető [25].

Két tanulmány foglalkozik a *lyukgraviméterekkel*. *Rasmussen* az 1974-ben részletesen ismertetett műszerrel (Különszám, 1974. 3. [34]) elért eredményekről számol be. Az aránylag lassú mérés költségei megtérülhetnek, ha a kapott eredményeket helyesen értelmezik. Kimutathatók ugyanis a lyuktól kissé távolabb fekvő porózus tárolószakaszok, így meddőnek nyilvánított kutak megfelelő savazással, rétegrepesztéssel termelővé tehetők a graviméteres mérés alapján [26].

Egy másik lyukgravimétert *Jageler* ír le. A készülék mérési elvéről és a kapott mérési eredmények értelmezéséről egyaránt részletesen olvashatunk a cikkben. A szonda két kivitele 100, ill. 120 C° hőmérsékletig alkalmazható, teljesítőképessége hasonló az előző közleményben tárgyalthoz [27].

Nagy (kb. 3 m) átmérőjű fúrások geofizikai méréseihez tervezett és készített szondákról számol be *Atkinson* és *Pointer*. E föld alatti atomrobbantásokhoz mélyített, maximálisan 200 m mélységű fúrásokban ellenállást, sűrűséget, hidrogénindexet és akusztikus sebességet, továbbá átmérőt és hőmérsékletet mérnek. A speciális eszközökkel végzett mérések eredményeit számítógéppel dolgozzák föl, meghatározva a kőzet mechanikai tulajdonságait, víztelítettségét és porozitását. A szondáknak általában falhoz szorított mérőelemük van. Különleges az akusztikus mérés két kivitele: az egyiknél felszíni vibrátoros zajkeltő jeleit mérik a falhoz szorított vevővel, a másiknál az adó és a vevő is falhoz van szorítva. Mindkét esetben a teljes hullámképet felveszik. A közlemény a lyukgeofizika széles körű alkalmazhatóságát jól jellemzi [28].

Davidson egy új rendszerű szelvényregisztráló berendezést ismertet. A jelek rögzítése nappali fényre érzéketlen filmre történik lézersugárral. A filmet egy berendezés teljes szélességében feltölti elektromos töltésekkel, ezeket a lézer kisüti. Egy tonizáló anyag felvitele jelenti az „előhívást" azokon a helyeken, ahol fény érte az anyagot. A regisztrátum hossz- és keresztvonalait egy mikroprocesszor vezérlése juttatja a filmre [29].

Egy másik hasonló regisztrálóról is olvashattunk hírt. Ez egy kombinált eszköz egyidejű analóg és mágneses jelrögzítéssel. Az analóg rögzítés itt is lézeres [30].

3.2.4. Nagy hőmérsékletű mérések

A nagymélységű fúrások szelvényezésével kapcsolatos cikkek számának csökkenése miatt ebben az évben nem tárgyaljuk külön fejezetben e téma szakirodalmát.

Baker és társainak cikkében speciális *nagy hőmérsékletű* eszközök alkalmazásáról van szó. Az Egyesült Államokban ugyanis fokozódott a geotermikus energia kutatása, és hasznosítása egyre nagyobb szerephez jut. A geometrikus energiát elsősorban vulkáni képződmények környezetében kutatják, ahol extrém geotermikus gradiens észlelhető. Ezért e területek fúrása két okból problematikus: igen kemények a kőzetek, másrészt magas a hőmérséklet az aránylag kis mélység ellenére. Az általánosan használt 175 C° hőtűrésű eszközök itt nem felelnek meg. A cikk szerint még a 260 C° hőállóságú eszközök sem mindenütt alkalmazhatók. Az adott célra 345 C° hőállóságú szondákat kell készíteni. Ugyanakkor nehéz az adott területek értelmezése, sőt nehéz sok esetben annak az eldöntése is, hogy mérés közben kifogástalanul működnek-e a szondák. A nehézségek nagyon hasonlóak a nagymélységű fúrások méréseinél tapasztaltakhoz [31].

A nagy hőmérsékletű és nyomású geofizikai mérésekhez használt *lyukeszközök előzetes vizsgálatára* készített berendezés jellemzőivel ismerkedhetünk meg *Dorcsi* és *Imre* közleményéből. A vizsgáló autokláv 250 C° és 150 MPa külső nyomás egyidejű előállítását teszi lehetővé. Mód van a vizsgált eszközök folyamatos megfigyelésére is, a szondából kapott jelek is regisztrálhatók [32].

Különleges vizsgálóberendezést ismertet *Lukov* cikke is. A 200 C° hőmérsékletig használható nyomáskamra céleszköz: segítségével meg lehet határozni a különféle koncentrációjú rétegvizekben a hang terjedési sebességét a hőmérséklet és a nyomás függvényében [33].

Blazskevic és társai 250 C° hőmérsékletig és 120 MPa nyomásig használható akusztikus szondákról írnak. Ezeket a tervbe vett 10 km mélységű fúrások szelvényezéseihez alakították ki. A szonda adója magnetostrikciós, vevői piezoelektromosak. Gyújtásukhoz tiratroncső helyett arkatront alkalmaztak [34].

3.3. Mérések a termelés és besajtolás ellenőrzésére

Az úgynevezett termelési mérések feladata egyrészt a termelés, illetőleg a besajtolás folyamatának ellenőrzése, másrészt azonban a tároló lyuk környéki részének ellenőrzése letermeltség, nyomásváltozás stb. szempontjából.

Szurgucsev és társainak 1975-ben megjelent könyve részletesen tárgyalja a geofizikai mérések feladatait a termelés során. A különféle hidrodinamikai, akusztikus és termikus serkentő eljárások hatásai észlelhetők alkalmas mérésekkel. A könyv elsősorban ezekkel az eljárásokkal, továbbá elméletükkel foglalkozik, de részletes tájékoztatást nyújt a serkentő folyamatok geofizikai ellenőrzéséről is [35].

A termelési mérések eszközválasztéka közismerten kicsiny, ezért az egyes műveletek hatékonyságának növelésére, az információk pontosítására szinte állandóan folynak kísérletek. *Szkovorodnikov* és társai egy olyan áramlásmérőt ismertetnek, amely igen kis hozamok mellett is használható eredményeket ad, még átgázosodott folyadékokban is. Ez a tulajdonsága és kis mérete levegőliftes termeltetés esetére is használhatóvá teszi [36].

A kétfázisú áramlás áramlásméréseinek értelmezése kényes feladat, a pontos interpretáció csak a nyomás ismeretében lehetséges. *Aliev* és társai ilyen korrekciókhoz adnak számítási segédanyagot cikkükben [37].

Az összetett áramlásokról tiszta képet csak több áramlási és fizikai paraméter ismeretében kaphatunk. *Murejko* olyan kombinált szondát ismertet, amelynek segítségével egyidejűleg mérhető a hőmérséklet, a nyomás és az áramlási sebesség [38].

Az áramlásméréssel kapott adatokat gyakran gépi úton dolgozzák fel, de tulajdonképpen minden egyes műszertípusra más és más feldolgozási metodika érvényes. *Koloszov* és társai egy adott áramlásmérő számítási algoritmusait ismertetik, amelyekkel a beáramlási helyek pontos határa, az olaj-, ill. vízbelépés határa stb. számítható ki [39].

A neutronélettartam-szelvényezésről, a csövezett lyukban végzett geofizikai mérések egyik legfontosabbikáról elég sok közlemény jelent meg. *Robinson* és társai e műveletfajtának egy olyan alkalmazásáról számolnak be, ahol mezők régi kútjaiban ennek segítségével mutattak ki megmaradt olajtesteket. A neutronélettartam-mérés újabb fajtáját, a két szondahosszas eljárást is sikerrel alkalmazzák [40]. Hasonló tárgyú *Ermey* és *Alger* cikke. Rámutatnak, hogy a neutronélettartam-szelvényt kompenzált neutronnal és sűrűségméréssel kombinálva előnyösen lehet elvizesedés, gázcsökkenés stb. detektálására használni [41]. Alkalmas e mérésfajta a telítettség változásainak nyomon követésére mészkőtárolókban is, mint erről *Flewitt* ad hírt [42].

A két szondahosszas neutronélettartam-szelvényezést alkalmazták *mészkősavazás sikerességének* ellenőrzésére is. Itt azt a jelenséget lehet kihasználni, hogy a sav hatására megváltozik a kőzet klórtartalma, kalcium-klorid keletkezik, és ennek befogási hatáskeresztmetszete nagy [43].

A neutronélettartam-szelvényezéshez használható *eltérési görbék* számítógépes szerkesztéséről írt *Locke* és *Smith*. A matematikai modellezéshez figyelembe vették a litológia, a rétegvíz-koncentráció, az iszapkoncentráció, a lyukátmérő, a béléscső és a víztelítettség hatását [44].

A termelést hátráltató kútkiképzési hibák kimutatására előnyösen alkalmazhatók az *izotópos nyomjelzések*. Az izotópot injektorszondával juttatják a kívánt helyre. A hibás helyek felderítését további mérések (élettartam, áramlás, sűrűség, hőmérséklet) elősegíthetik [45].

Az izotópinjektálás kényes művelet, a béléscső vagy a felszínre kerülő eszközök szennyezettsége ronthatja a pontosságot. *Zabrodin* és társai a célnak nagyon jól megfelelő ERI-1 jelzésű injektort mutatják be. Bevált a ^{65}Zn izotóp használata is [46]. Az izotópos nyomjelzés a besajtolási, ill. nyelési profil felvételére is alkalmas lehet, ha megfelelő technikával és precizitással végzik [47].

Más szerzők, mint *Cvetov* és társai, ugyanakkor *nem tartják mindenütt célszerűnek* az izotópos nyomjelzés alkalmazását a nyelési profil vizsgálatára. Szerintük egy adott területen jobb eredmények várhatók a *hőmérséklet—áramlásmérés* kombinációtól, és az izotópos mérés csak a hőmérsékleti adatok bizonytalan volta esetén alkalmazandó [48].

Smith és *Steffenson* ugyancsak a besajtolókutak hőmérsékletméréseivel foglalkozik tanulmányában. Matematikai modell alapján állapították meg a mérés optimális előkészítési és mérési feltételeit. Különösen fontos, hogy a mérés előtt mennyi ideig tartott a besajtolás, és mennyi a besajtolt víz hőfoka — sok egyéb feltétel mellett [49].

Béléscsőfal mögött folyó cirkuláció detektálására alkalmas lehet a *neutronaktiválásos* mérés. Az eljárás során gyors neutronokkal aktiválják a sérüléseken áramló víz oxigénatomjait. A szonda kialakítása olyan, hogy a neutronforrás fölött és alatt is elhelyeznek egy-egy gamma-detektort. A felső az aktiválás nélküli gamma-sugárzást méri, az alsó ehhez az aktivációs sugárzást is hozzáméri. A két érték különbsége utal a káros, cső mögötti cirkulációra [50].

A *természetes gamma-sugárzás* szelvénye a letermeltség, ill. elvizesedés előrehaladásának jelzésére alkalmas lehet. Ennek oka, hogy a felfelé törő rétegvíz rádiumtartalma a cementkövön abszorbeálódik, így gamma-anomáliát jelez [51].

3.4. A mérési módszerek elméletével foglalkozó tanulmányok

3.4.1. Elektromos mérések

Az előző évekhez képest szokatlanul sok tanulmány tárgyalja a kőzetek elektromos vezetésének kérdéseit, ami a különféle ellenállásmérések eredményeit befolyásolja.

Mikolaevszki és társai diszperz agyagot tartalmazó homokos tárolók fajlagos ellenállására vezettek le egy általános formulát, amelyben a tortuozitás, az elektromos kettős rétegnek és a rétegvíznek a vezetőképessége szerepel. Az *Archie-, Humble-, Perkov*-féle formulák ennek az általános egyenletnek speciális eseteit képezik [52].

Patchett az agyagok elektromos vezetését tárgyalja igen átfogó tanulmányában. Sorra veszi az agyag vezetési mechanizmusában szerepet játszó tényezőket, majd megállapít egy összefüggést az agyagellenállás és a kationcserélő képesség között. Kitér az agyag vezetőképességének mélységfüggőségére is: a kompakciós nyomásnak és a hőmérsékletnek egyaránt hatása van rá [53, 54]. A kőzet *felületi vezetése*, amely az előbbi cikk szerint az agyag vezetését is jelentősen érinti, a homokkőtárolók ellenállását is befolyásolja, a rétegvíz ellenállásának meghatározásában zavarokat is okoz [55].

A kőzet fajlagos ellenállása függ a rá ható nyomástól, ezért a *formációtényező* is nyomásfüggő. E jelenség törvényszerűségeit *Egerer* teszi vizsgálat tárgyává. Modellmérések alapján megállapítható, hogy a kőzet ellenállása a mérőáram frekvenciájától is függ — a szerző szerint [56]. *Kwon* és *Pickett* a fajlagos ellenállás, továbbá más geofizikai paraméterek előzetes meghatározása céljából egy új kőzetmodellt tételezett föl, amely szögletes pórusok hálózatából áll. A modell alapján levezethetők különféle fizikai tulajdonságok: kapillárisnyomás, víztelítettség stb. Elméleti úton kapott eredményeiket magokon végzett mérések támasztják alá [57].

Perez-Rosales cikke elméleti alapon vezet le egy összefüggést a formációfaktor és a porozitás között. A szerző szerint az új formula nemcsak konszolidált és laza homokokban érvényes, hanem szuszpenziókban is [58].

Izotova és *Griel'szkaja* a permeábilis szakaszoknak ismételt laterolog mérésekkel történő kimutatását tárgyalja. Meghatározzák az öblítőiszap ellenállásváltoztatásának és az infiltrációnak optimumát ennél az eljárásnál. Növelő elárasztás esetén R_i célszerűen legalább R_t ötszöröse legyen, az elárasztást pedig négyszeres lyukátmérőre kell növelni. Csökkentő elárasztásnál viszont R_i a valódi ellenállás ötödrésze legyen, a D-t pedig nyolcszoros lyukátmérőre kell növelni [59].

Litvinov és *Mamedov* a béléscsőben (műanyag cső, furatokkal) végezhető ellenállásmérés elméletével foglalkozik. Matematikai-potenciálelméleti módszerekkel vezetik le a csövezett fúrások elektromos mérései eredményeinek értelmezéshez szükséges formulákat [60].

Drwiega mély elárasztások esetére elemzi a mély behatolású konvencionális és irányított áramterű ellenállásméréseket. Tárgyalja, milyen földtani körülmények között melyik módszer alkalmazható előnyösen. Példákat mutat be, majd javaslatokat tesz a célszerű alkalmazásokra [61].

3.4.2. Az indukciós módszerek

Woodhouse és társai az általánosan használt 6FF40 jelű indukciós szonda radiális jelleggörbéivel foglalkoznak tanulmányukban, amelyet előző évi számunkban előnyomat alapján már ismertettünk. Megállapítják, hogy a cégek által kiadott geometriai jellegek nem minden ellenállás-eloszlásnál érvényesek. Egy érdekesebb tanulság a cikkből: elméleti szempontból szükségtelen az IL és az LL együttes felvétele, mert az adott feltételek általában csak az egyik eljárástípusnak kedveznek [62]*.

Az indukciós mérések geometriai tényezőit központosan fekvő szondákra számítják, a gyakorlatban azonban a szondák excentrikusan helyezkednek el a lyukban. *Maraev* ennek a körülménynek a hatását teszi vizsgálat tárgyává, elméleti alapokon megállapítva, hogy ezt a tényt csak rövid szondák esetében kell figyelembe venni [63]. *Brülkin* és *Kaganszkij* szintén az excentrikus szondahelyzet hatását vizsgálta tanulmányában. Cikkük folytatása egy korábbi tanulmánynak (Különszám, 1975. 3. [62]), de most kiterjesztették számításaikat igen nagy frekvenciákra, a *dielektromos szelvényezés* tartományára is: 28 és 45 MHz frekvenciára végezték el a vizsgálatokat. E szondáknál is megállapítható volt, hogy a hosszú szondák és a gyengébben vezető iszap esetében lehet az excentricitás hatását elhanyagolni [64].

Vil'ge és társai megkísérelték a tranziens-indukciós szelvényező eljárás alkalmazási feltételeit teljesen elméleti alapon levezetni. A számítások és kísérleti mérések alapján e módszer kilátásai a szerzők szerint jók, a különböző késleltetési időkkel felvett görbék elég nagy iszapellenállás és elég alacsony valódi ellenállás esetében az elárasztási viszonyok tisztázására is alkalmasak [65].

A dielektromos hullámszelvényezéssel foglalkozik *Daev* és három társának a cikke is. Vízkutató fúrásokban szerzett eredményeik alapján határozott összefüggést találtak a mért dielektromos állandó és a nedvességtartalom között; ugyanakkor a koncentrációnak nincs észrevehető hatása [66].

3.4.3. Az akusztikus eljárások

Az akusztikus mérést és értelmezését jelentősen befolyásolja, hogy milyen *hullámterjedést* tételezünk föl. *Rudnickaja* és társai szerint ennek elmélete közel sem tisztázott. Számításokat mutatnak be, amelyek egy feltételezett geológiai alak esetén az első beérkezésként észlelt refraktált hullám terjedési viszonyainak tisztázását célozzák [67].

Lukov az akusztikus szelvényezés technikájának egy kérdésével, a *ciklusugrás kiküszöbölésével* foglalkozik. Nagy sebességű mészkövek közé települt agyagos kőzetekben gyakori ez a jelenség. A szondahossz rövidítése segített a zavar felszámolásában, de egyidejűleg korrekciós diagramokat is ki kellett dolgozni [68].

Jelić tanulmánya az akusztikus és a sűrűségértékek összefüggésével foglalkozik. Egy adott területre meghatározták a két paraméter közötti kapcsolatot egy másodfokú parabolikus függvény formájában [69].

Lin'kov érdekes cikkben elemzi az akusztikus hullámképet. Megállapítja, hogy a kapott jel több elemi rezgés eredője, amelyek egy része szűkebb frekvenciasávba esik. Ezek egymásra hatással vannak. A szerző tárgyalja a káros hatások kiküszöbölésének két lehetőségét: a frekvenciaszűrést, illetve az egyes rezgések amplitúdójának csökkentését [70].

Kuznecov és *Migunov* az akusztikus *hullámellenállás-mérést* tárgyalja tanulmányában. E paraméter ismerete sok szempontból lenne jelentős (szeizmikus értelmezés, tárolóértékelés, technológiai-mérnökgeológiai feladatok megoldása). A cikk matematikai módszerekkel tárgyalja az eljárás néhány kérdését [71].

Shuck és *Rennick* beszámolnak az akusztikus sebesség irányfüggőségével kapcsolatban egy adott tárolóban végzett kísérletről. A cikket előnyomat alapján már ismertettük [72]*.

Pilkington és *Fertl* különböző szelvényezővállalatok *akusztikus cementmérő szondáinak* összehasonlító méréseiről számol be. A vizsgálatok a szondák méretének, a frekvenciának, a központosításnak és a mérési paramétereknek a hatására terjedtek ki. Néhány konklúzió: a nagyobb frekvencia általában rosszabb cementminőséget mutat; a központosítás nagyon fontos; döntő az időkapu helyzete; a kút megnyomatása javítja a cement látszólagos minőségét stb. A cikk érdekes összefoglalás e fontos műveletcsoportról [73].

3.4.4. A nukleáris eljárások

Drozszsimov és társai olyan kísérletekről írtak, amelyek a lassú neutronokat érzékelő detektorok indikációi és a H-tartalom közötti kapcsolat tisztázására irányultak. A matematikai alapon végzett vizsgálatok a kőzet nehéz atommagjain bekövetkező szóródást is figyelembe vették. Ennek hatása — a szerzők szerint — elegendően nagy H-tartalom esetén nem jelentős [74].

Alacsony porozitású vulkanikus kőzetekben a *kémiailag kötött víz* torzítja a neutronindikációkat. Módosított egyenletek alapján a neutronkiértékelés diagramjait át lehet alakítani az adott kőzethez [75].

Sherman és *Locke* a neutron- és sűrűségszondák behatolásával foglalkozott két tanulmányban. A behatolás mindkét módszer esetében függvénye a porozitásnak. Egyik cikkükben 35%-os környezeti porozitást tételeztek föl, a másikban a 22%-os porozitás esetét is kidolgozták. Definiálták a két mérési módszer esetére a „behatolás" fogalmát is. Konklúzióikat egy sor modellmérés eredménye alapján szűrték le. Legérdekesebb megállapításuk, hogy a szondahossz növelésével lehet ugyan fokozni a behatolást, de csak 4″ szondahossznöveléssel lehet 1″ behatolásnövekedést elérni, ez pedig igen nagy beütésszám-csökkenéssel jár. A két érdekes cikk sok gyakorlati utalást és példát is tartalmaz [76, 77].

A neutronmérések eredményét befolyásolja a környezet sűrűsége is. Ennek a hatásnak a figyelembevétele céljából *Hearst* kidolgozott egy modellt, amelynek segítségével különféle sűrűségek mellett elő tudták állítani ugyanazokat a H-koncentrációkat. A mérések alapján a H-tartalom a neutronindikációból pontosabban megkapható [78].

A lítium neutronbefogási hatáskeresztmetszete 21,5-szerese a NaCl-énak. *Fertl* szerint ezért a neutronélettartam-szelvényezések értelmezésekor figyelembe kell venni a jelenlétét. Foglalkozik a cikk a Li előfordulásával is [79].

3.4.5. Pontossági kérdések

Hartmann egy részletes tanulmányban tárgyalja, hogy különféle mérési módszerekre hogyan hat a *pórusgeometria* és a *rétegvastagság*. Foglalkozik az eljárások átlagoló jellegével, a vékony betelepülések hatásával. Az átlagolás a rétegvastagságoktól, az egyes szintek pórusszerkezetétől, az indikációk kontrasztjától függ. A cikk megad egy érdekes táblázatot, amelyből az egyes eljárások felbontóképessége különféle feltételek között leolvasható [80].

Waller és társai a szelvényezésnél fellépő hibákkal foglalkoznak cikkükben. Műveletenként megtárgyalják az előadódó hibák jellegét és a kalibrálások módszereit, amelyek a hiba felismerését lehetővé teszik. A cikkből a pontos mérés sok érdekes alapfeltétele megismerhető az elektromos, indukciós, neutron-, neutronélettartam-, gamma-, sűrűség- és sebességmérések területén [81].

A már elkészült szelvények ellenőrzési rendszerét *Holt* mutatja be. Ellenőrizni kell a kalibrációt, a szelvény minőségét, a változásokat stb. Az adatokat nyomtatványlapokon gyűjtik, majd egy pontrendszer alapján egységesítik műveletfajtánként. Így megállapítható időközönként egy-egy módszer vagy egy-egy terület méréseinek pontossága [82]. *Knox* ugyancsak egy szelvényezés-ellenőrző rendszert mutat be. Minden mérésről egy nyomtatványt állít ki az operátor, erre kerülnek az operatív vezetésnek és az értelmezésnek az értékelései is. A lapok alapján meghatározható egy-egy szelvényező csoport munkájának minősége, az időfelhasználás, a hibák gyakorisága műveletfajtánként [83]. *Conollynak* dolgozatát, amely ugyancsak a mérések pontosságával és a szelvényezési hibák felderítésével foglalkozik, már ismertettük az előző évben előnyomat alapján. Ismételten hangsúlyozzuk, hogy a cikk sok, minden szelvényező szakember számára hasznos, megfontolandó tényt tartalmaz [84]*.

Az utóbbi cikkekből itthoni szelvényezőtevékenységünk levonhatná a tanulságot: érdemes lenne egy *egységes szelvényezés-ellenőrző rendszert* kidolgozni és bevezetni. Ez egyrészt elősegítené a hibák felderítését, a személyzet fokozottabb ellenőrzését, de másrészt az egyes eszközök megbízhatóságának megállapításához is vezethetne.

A mélyfúrási geofizikai mélységmérések pontosságával két cikk foglalkozik. *Taranov* egy olyan jelfelrakó berendezést ismertet, amelynek segítségével elő lehet állítani a lyukban méréskor fellépő húzóerőket, s így a mélységjelek jól megközelíthetik a valós helyzetet [85]. Egy másik közlemény a *mélységjelek helyesbítésével* foglalkozik. Erre akkor van szükség, ha a szelvényezés körülményei mások, mint a jelfelrakáskor voltak. A jelkorrekciókat a kábelen fellépő, terhelésmérővel folyamatosan mért húzóerőnek megfelelően lehet a cikkben közölt ábrákról leolvasni [86].

3.5. Kőzetmagokon mért paraméterek, felhasználásuk a szelvények értelmezésénél

A szelvényezéssel mért és a keresett paraméterek közötti kapcsolatok meghatározása nem nélkülözheti a kőzetmintaméréseket. A laza, konszolidálatlan homokokból azonban csak legújabban lehet magot venni. Különleges kezelést kell e magok feldolgozása, a fontosabb paraméterek meghatározása során is alkalmazni. *Mattax* és társai ilyen laza homokok vizsgálatait írják le dolgozatukban, kitérve a porozitás és permeabilitás egymás közötti kapcsolataira, mindkét paraméter nyomásfüggőségére is. Vizsgálati eredményeik lehetővé teszik az in situ kapott szelvényparaméterek és a felszínen mért magvizsgálati eredmények korrelációját [87].

Az *agyagtartalom meghatározása* a formációanalízis régi gondja. *Heslop* részletes, sok elméleti megfontolást is tartalmazó tanulmányban foglalkozik e témával. A vizsgálat során száraz és nedves maganalízist, sűrűség- és neutronszelvény-értelmezést, kőzetmetszet-vizsgálatokat és röntgendiffrakciós méréseket vetettek össze. Tanulságként leszögezi a szerző, hogy az agyagtartalmat és az effektív porozitást a legjobban in situ méréssel lehet megkapni, de az eredményeket előbb korrelálni kell a magmérésekkel [88].

Omesz' és *Romanovszkaja* cikke hasonló tárgyú: a magvizsgálatok és a gamma-mérés közötti korrelációval foglalkozik. Az egyes paraméterfajták kapcsolataiból a matematikai statisztika törvényei alapján állapították meg a porozitás—gamma-aktivitás közötti összefüggést. Továbbmenve meghatározták a területre a porozitás gyakorlatilag érdekes alsó határát is [89].

A magokon végzett elektromos mérésekről, amelyek egyik célja a *formációtényező meghatározása*, több tanulmány ír. *Hoyer* és *Spann* arról a megfigyelésről számol be, amely szerint az elektromos magmérések eredményeit befolyásolhatja, ha a telítő folyadék még nem jutott egyensúlyba, azaz koncentrációja nem egyenlítődött ki. Az agyagosság hatása pl. erősen függ a víz koncentrációjától. Az értékek a telítés után csak 15—20 nappal állandósulnak! [90].

Ugyancsak a kőzetmintaméréseknél előforduló hibákról szól *Worthington* cikke is. A formációfaktor kőzetmintán való megmérésekor gyakori hibák: a minta szabálytalan alakja, a telítő folyadék ellenállásának pontatlan ismerete, a minta vízhatlan „köpenyezésének" hatása stb. A mérések kényes volta a cikkből jól kiviláglik [91].

Az említett mérési hibák elkerülését elősegíti a *Beckmann* és *Ghoniem* által ismertetett készülék. Ennél egy pontosan méretre faragott, telített kőzetminta és a telítő folyadék ugyanolyan alakú és nagyságú „darabja" képezi a *Wheatstone*-híd két karját. Így a leolvasás azonnal e kettő arányát, vagyis a formációtényezőt adja. A hitelesítéskor mindkét ágba ugyanazt a folyadékot töltik be [92].

Zaharova cikkének a formációtényező mélységfüggősége a tárgya. A szerző megfigyelései szerint a felszínen mért adatok mélységkorrekciója sem adta a valóságos eredményt. Ezért nagyszámú adatot dolgozott fel matematikai statisztikai módszerekkel. Eredményképpen a formációtényező-porozitást $F=a/\phi^m$ alakban kapta meg, ahol a és m másodfokú függvények formájában függnek a mélységtől [93[.

Szpaszov és *Velikov* az ellenállás-szelvényezések modellezésének a kérdését tárgyalja. A modellekhez a porózus kőzetet egy műanyagból készítették, amelyből 0—90% között bármilyen porozitásértéket elő lehet állítani. A módszerrel anizotrop rétegek is modellezhetők [94].

Szultanov és társai egy mezőre a porozitás, a szénhidrogén-telítettség és az effektív vastagság határértékeit határozták meg. Ehhez főleg szelvényadatokat használtak föl, de kiegészítették azokat részletes maganalízissel és termelési adatokkal is [95].

A magokon mért *permeabilitás* és a *szelvényértékek korrelációja* a témája néhány cikknek. *Beljakov* a mért permeabilitás és a filtrációs potenciál, *Ingerman* és társai pedig a permeabilitás és a diffúziós-abszorpciós potenciál között találtak egyes kőzeteknél kapcsolatot [96, 97].

A neutronélettartam-mérések értelmezésének pontosítása céljából a *mátrixok befogási hatáskeresztmetszetének* meghatározására laboratóriumi méréseket végeztek. Ezekről számolt be *Allen* és *Mills* az előző évben már ismertetett közleményében [98]*. *Rinehardt* és *Weber* viszont a *rétegvizek* neutronbefogási hatáskeresztmetszetének meghatározására kidolgozott eljárásról számolt be. Forrásként ^{252}Cf izotópot, detektornak He-3 töltésű csöveket használnak. A mért mennyiség kb. 4,5 liter [99]. A rétegvizek egy másik vizsgálati módszerét, az infravörös sugárspektroszkópiai vizsgálatot *Matuszevics* és *Prokop'eva* ismerteti. Ezzel az eljárással megkülönböztethetők a reményteljes és meddő szintek; igazolható, hogy a víz migrációban vett részt, sőt esetenként CH-tárolók közvetlen bizonyítását is jelentheti egy ilyen eredmény [100].

Több közlemény tárgyalja a *hasadékos, repedezett tárolók* ide sorolható kérdéseit. *Necsaj* szerzőtársaival az ilyen típusú tárolók bonyolult elárasztási viszonyainak kiderítésével foglalkozik tanulmányában. Magmintákon mesterséges hasadékokat hoztak létre, majd különféle öblítőiszapokkal elárasztási kísérleteket végeztek velük. Megállapították, hogy az elárasztás csak 1—2 óráig tart, utána a hasadékok lezáródnak. A behatolás mélysége 50—60 cm volt 0,2 mm-es hasadékok esetében [101]. A kőzetekre ható nyomás a hasadékokat összezáródásra készteti. A jelenséget laboratóriumban magokon és mesterséges kőzetmintákon vizsgálták. Erről *Jons* cikke számol be. A szerző összefüggéseket ad meg a hasadékos tárolók jellemző paraméterei között, és foglalkozik nyomásfüggőségükkel [102.]

Limberger és társai az *akusztikus sebesség* változásait vizsgálták nagy nyomás és hőmérséklet hatásának kitett karbonátos tárolókőzetekben. Megállapították, hogy sok esetben helytelen az átlagos mátrixsebességekkel végezni a számításokat, ehelyett figyelembe kell venni a valódi körülményeket [103].

Goss és társai a kőzetek hővezető képességének meghatározásával foglalkoznak dolgozatukban. Kőzetminta-mérések alapján sikerült olyan számítási eljárást kidolgozniuk, amelynek segítségével a kőzet hővezető képessége szelvényadatokból megkapható [104].

3.6. Szelvényértelmezés

Az interpretációs munka — az 1975. évi irodalom általános tanúbizonysága szerint — egyre inkább *területhez kötötté* válik. Ennek oka feltehetően az, hogy az elvégzett mérésekből minél több pontos információt és egyre több precíz tájékoztatást akarnak kapni a feltárás alatt álló szénhidrogén-tárolókról. A megszerezhető értesülések nagy része azonban csak *az adott területre jellemző* állandók vagy összefüggések birtokában határozható meg az egyébként általánosan alkalmazott mérési eljárások eredményeiből.

Terjed tehát az értelmezők között az egyedi feltételekhez szabott interpretációs technika; bátran hozzányúlnak a korábban talán általános érvényűnek tekintett összefüggésekhez, kiszámítják a területre érvényes állandókat, sőt esetleg módosítják is a legtöbbször amúgy is tapasztalati egyenleteket. Ezt az irányzatot kétségkívül jelentősen elősegítette a kisszámítógépek, kalkulátorok szélesebb körű elterjedése. Ezek ugyanis egyszerűvé és gyorssá teszik az olyan számításokat, amelyeket korábban csak a nagyobb intézményeknél rendelkezésre álló gépeken lehetett elvégeztetni. Az interpretációs munka ezzel pontosabbá válik, mert a helyi érvényű módosítások célja minden esetben a mérési adatok pontosabb feldolgozása, a *valóságot jobban megközelítő kiértékelés.*

3.6.1. Komplex mérési programra épülő értelmezés

Európa jelentős szénhidrogén-tároló területének, az Északi-tenger medencéjének szelvényfeldolgozási kérdéseivel több közlemény foglalkozik. *Hodson* és társai részletesen tárgyalják, hogy a terület jura homokköveiben hogyan reagálnak az egyes mérésfajták a különböző kőzettulajdonságokra és a helyi jellegzetességekre. Így például a csillám-, agyag- és homoktartalom elkülönítése a *P* tényező (l. Különszám, 1974. 3. [104]) és a természetes gamma korrelációjával oldható meg [105]. *Lavers* és két társának cikke ugyancsak az északitengeri tárolók speciális kérdéseit tárgyalja. Foglalkoznak 1 ohmm-nél kisebb fajlagos ellenállású homokok ellenállás-mérési nehézségeivel: itt az indukciós és az irányított áramterű mérések egymásnak ellentmondó eredményeket adnak. A terület karbonátos tárolóival kapcsolatban a másodlagos porozitás kérdései is szerepelnek a cikkben [106]. *Conner* és *Kelland* két részben megjelent dolgozatának tárgya szintén az Északi-tenger egy CH-tárolója. A szelvényezési programmal is nagyon részletesen foglalkozó cikk a közvetlen interpretációs kérdéseken kívül a kitermelés módjára levonható következtetéseket sem hagyja figyelmen kívül [107].

Egy jugoszláv olajmező szelvényezési és értelmezési metodikáját *Gaćeša* és *Galović* mutatja be. A komplex litológiájú tárolóban az M—N cross-plot jó eredményeket hozott, bár az előforduló másodlagos porozitás kimutatása ezen az úton sem volt lehetséges. A kutak közötti korreláció kérdéseit is tárgyalják [108].

A lengyel *vörösfekü* jellegzetes értelmezési kérdéseivel *Król* és *Višniewski* cikke foglalkozik. Ismertetnek egy számítógépes értelmezési programot, amelynek során akusztikus és ellenállás-porozitási együtthatót, olajtelítettséget határoznak meg a felvett szelvényekből [109].

Dvoreckij és *Sztalennüj* egy mezőről számolnak be, ahol a tárolóképesség megállapítása nem mindenütt egyszerű. A bő szelvényezési program (amely akusztikus csillapításszelvényt is tartalmaz) mellett a fúróhaladás diagramját is figyelembe veszik az értelmezésnél, hogy a bonyolult kifejlődésű helyeken is meg tudják határozni a CH-telítettséget [110].

Egy különleges, 300 m vastag diatomit-tárolóról számol be *Stosur* és *David*. A szelvényfeldolgozást alapos magelemzés előzte meg, amelynek során még elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztek. A rendkívüli szemcse-összetételű mátrix igen sok értelmezési nehézséget támasztott, ezeket nagy munkával ugyan, de sikerült megoldani [111].

Holland és három társa részletesen ismerteti egy mező szelvényértelmezési munkáját. A választott metodika és a nehézségek bemutatása mellett behatóan foglalkoznak az egyes mérési eredményekből kinyerhető többletinformációkkal: mint pl. üledékképződési következtetések levonásával a dőlésmérésből stb. A dolgozat szép példája egy terület földtani-geofizikai „zárójelentésének" [112].

A komplex szelvényfeldolgozás során gyakran adódnak egymásnak látszólag ellentmondó részeredmények. Ilyen kérdéseket tárgyal *Campbell* cikke. A szerző egy olyan értelmezési rendszerre törekedett, amely nem gépi számítások segítségével, kellő pontossággal megadja a CH-telítettséget, beleértve azt is, hogy a CH olaj-e vagy gáz. Ezzel kapcsolatban több érdekes megállapításra jut. A sűrűségszelvény — a szerző szerint — a gázos zónákban optimista, ugyanott a neutronszelvény pesszimista porozitáseredményt hoz. Ez a tény a CH-telítettség milyenségének megállapításához kihasználható, amint ezt a levezetett és bemutatott egyenletek igazolják [113].

3.6.2. Agyagos homokkőtárolók értelmezése

Változatlanul nagy az agyagos tárolók értelmezési problémáival foglalkozó cikkek száma. Az agyag hatásának kiküszöbölésére több irányú törekvésekről olvashatunk. A magas agyagtartalom és az erősen koncentrált rétegvíz együttes hatásának figyelembevételére *Poloszin* a statisztikai komplex értelmezést javasolja. Még a konvencionális mérések valószínűségszámítási feldolgozása is vezethet sikerre [114].

Rychlicki az agyagos homokkövek agyagossága, fajlagos ellenállása és vízteletettsége között állapított meg összefüggést, amelynek segítségével rétegzett és diszperz agyagos homokkövek egyaránt értelmezhetők [115]. Erősen agyagos, repedezett homok- és agyagkőtárolók értelmezéséről szól [116]. Itt az agyagosság a vizes rétegek ellenállását alig észrevehetően, a szénhidrogénesekét viszont 20—30%-kal csökkenti. Az agyag hatását a különféle szelvényekre [117] jellemzi, vizsgálat tárgyává téve a rétegvastagság hatását is.

Bizonyos szelvények jellegzetes indikációi alapján meg lehet állapítani, milyen jellegű a tároló agyagossága: réteges, szétszórt vagy szerkezeti. E munkára kidolgozott matematikai modellt ismertet *Thomas* és *Stieber*. A legjobb eredményt ők a sűrűség—term. gamma cross-ploton érték el [118]. Ennek a két görbének indukcióssal kiegészített kombinációját viszont *Fertl* tartja igen alkalmasnak az agyagosság értékének meghatározására továbbfejlesztő fúrásokban [119].

A formációfaktorból, tehát ellenállásadatokból való porozitásmeghatározás elvi és gyakorlati problémáival egy polimikt ásványi összetételű, heterogén agyagos tároló esetében foglalkozik [120]. A tanulmány több mezőre közli a porozitás és az R_t/R_o, ill. az R_t/R_w kapcsolatát.

Édesvizes, agyagos homokkövek értelmezési nehézségeiről szól *Koerperich* dolgozata. Megállapítja, hogy a tárgyalt területen a *Waxman—Smits*-egyenlet az egész telítettségtartományban jobb eredményt ad, mint az *Archie*-féle. Az egyenlet szaturációs és porozitáskitevőjét azonosnak vették és együttesen úgy választották meg, hogy a szelvényadatok és a magokon mért adatok egymással megegyezzenek. A sokoldalú vizsgálatokkal sikerült igen jó értelmezési metodikát kialakítani [121].

Monoklinálisok oldalán észlelhető „porozitástokok" a környezetüktől eltérő porozitású rétegszakaszok esetenként szénhidrogént tárolnak. Az ilyen, néha jelentős térfogatú porozitásanomáliák kimutatása a tárgya *Forgotson* és társa cikkének. Az agyagos és egyébként is finom szemcséjű homokkövek agyagtartalmát a természetes gamma-sugárzás szelvényéből elegendő pontossággal meg tudják határozni. A porozitásanomáliák kimutatására folyamatos gépi prog-

ramot dolgoztak ki. A megnyitandó, illetve repesztendő zónákat a porozitás és a víztelítettség korrelációjának alapján jelölik ki [122].

3.6.3. Karbonátos tárolók értelmezése

A karbonátos, általában másodlagos porozitással is rendelkező tárolók szelvényértelmezési kérdéseivel szintén sok közlemény foglalkozik. *Necsaj* és társainak munkája a kérdéscsoport jó áttekintését adja. A bonyolult pórusszerkezetű tárolókban az értelmezés eredményessége rossz (amint erre [2] is utalt). Sok esetben gondot okoz a *tároló típusának a felismerése* is, mert nem lehet a mérések alapján egyértelműen megállapítani, van-e másodlagos porozitás. Az értelmezéshez pedig ennek tényét, továbbá a telítettség jellegét ismerni kell. A szerzők egy adott területre kidolgozták a két porozitástípus meghatározásának metodikáját; a teljes porozitást nukleáris mérésből, a másodlagost pedig laterologból kapják. A kidolgozott rendszer az értelmezés hatékonyságát kétszeresére emelte [123]. Hasonló tárgyú *Aguilera* dolgozata is. Az általa tárgyalt tárolókban mindhárom porozitásérzékeny mérés, továbbá ellenállásmérés végzése javasolható. Tárgyalja a mérések hasadékérzékenységét; egyes eljárások másképpen érzékelik a vízszintes repedéseket, mint a függőlegeseket. Előnyösnek tartja a szerző a lyuktelevízió alkalmazását a hasadékok detektálására [124]. Ugyancsak a lyuktelevízió alkalmazásáról számol be *Haletov* és két szerzőtársa. A hasadékos karbonátokban sikerrel bevezetett készülékről részletes leírást adnak [125].

Egy, a jugoszláv—magyar határ mentén fekvő, hasadékos tároló értelmezéséről számol be *Kuzeljević* és társainak cikke. A cikkhez mellékelt fényképfelvételek igazolják, milyen heterogén a tárolókőzet. A három porozitásérzékeny szelvény és a természetes gamma alapján tisztázható a litológia és a pórusszerkezet típusa (szemcseközi, üreges, repedéses) is [126].

A repedéses és üreges zónák kimutatására sok esetben alkalmas az *akusztikus csillapításmérés;* ez az eljárás neutronméréssel kombinálva lehetővé teszi a különféle porozitású szintek elkülönítését [127]. Ugyanezt állapítja meg [128] is, kiegészítve azzal, hogy csillapításszelvénnyel egyidejűleg felvett sebességszelvény és a neutronmérés kombinációja pedig a maradékgáz-telítettség meghatározására ad lehetőséget.

Kolesznikov az édesvízzel elárasztott repedéses tárolók konvencionális ellenállásmérésével foglalkozik. A megfigyelések szerint eltérések mutatkoznak e tárolókban az ellenállás-porozitás és a neutronporozitás között. A szerző a kérdést az ellenállás-anizotrópia szempontjából vizsgálta, de végleges eredményekre még nem jutott. Előnyösnek tartaná az elmúlt évben ismertetett (Különszám, 1975. 3. [61]), kétféle indukciós görbét adó szonda alkalmazását a probléma megoldására [129]. *Abduhalikov* és társai szintén egy repedezett-üreges karbonátos tároló vizsgálatairól számolnak be. Azt a megoldást választották, hogy statisztikailag korrelálták a rétegvizsgálati eredményeket a természetes és neutron-gamma mérések adataival. Így elérték, hogy a szelvények alapján kijelölhetők lettek a tárolóképes zónák [130]. Ugyancsak *Abduhalikov* más szerzőtársakkal közöl egy számítógépes programot, amelynek segítségével szelvények alapján számítható a porozitás, továbbá elkülöníthetők a *mészköves* és a *dolomitos* szintek. A módszer megbízhatósága kb. 80% [131].

Sztochasztikus *valószínűségszámítás* alapján végzett értelmezésről [132] ad hírt. Szelvény- és magadatok alapján történik a repedezett gáz- és olajtároló fontosabb adatainak meghatározása.

Ritch négy különféle *metamorf kőzet* szelvényezéséről és interpretációjáról számol be. A komplex mérési program lehetővé teszi a litológia tisztázását, a legfontosabb tárolóparaméterek meghatározását. Az értelmezés sokban hasonlít az alacsony porozitású mészkövek kiértékeléséhez [133].

Snurman és társai *vulkanikus tárolókőzet* értelmezési nehézségeiről számolnak be. A kőzet mátrixporozitása elég nagy, de permeabilitása kicsiny, a termelés a hasadékokon át történik [134].

3.6.4. Rétegtulajdonságok meghatározásának speciális esetei

E cím alatt gyűjtöttük össze azokat a közleményeket, amelyek különleges eszközökkel végzett mérések sikeres értelmezéséről vagy nem megszokott szelvényinterpretációról számolnak be. Az *akusztikus sebességszelvényezés* alapján történő porozitásszámítás pontossága jelentősen növelhető lenne, ha a longitudinális hullámok beérkezésén kívül a *tranzverzálisak* sebességét is meg lehetne határozni. Ez ugyanis lehetőséget nyújtana a hasadék- és üregporozitás megismeréséhez is. *Loginov* és társai levezettek és bemutatnak egy egyenletet, amely a kétféle akusztikus sebesség és a porozitás közötti kapcsolatot írja le. Az egyenlet mindkét porozitástípus esetére érvényes [135].

A *fúróiszap gáztartalma* akusztikus sebességmérés segítségével meghatározható. *Rafikov* ismerteti ennek módszerét. A gázbuborékok az akusztikus sebességet csökkentik, a csökkenés mértékéből a gáztartalom számítható [136]. Az *akusztikus csillapítás* nagysága — többek között — a réteg gáztartalmára is jellemző lehet. A hullámkép folyamatos rögzítésének segítségével különféle rétegtulajdonságok ismerhetők fel: gáztartalom, agyagosság, hasadékosság [137].

Az iszaplepény képződésének sebessége a réteg permeabilitásának függvénye, ha az iszap minősége állandó. *Baslükin* két cikkben foglalkozik az iszaplepény tulajdonságainak mérésével. Egy speciális mikroszondaszerű eszköz segítségével az iszaplepény és az elárasztott zóna jellemző adatait 48 órán belül többször megmérve meghatározható a permeabilitás [138, 139].

A Mexikói-öbölben sok drága, erősen ferdített fúrást mélyítenek. A költséges állásidő miatt a szelvényezési programot nagyon le kellett szűkíteni, a csövezés után végzik el a kompenzált neutronszelvényezést és a sűrűségmérést. A szokásostól eltérő adatokat szolgáltató mérések feldolgozásához módosított SARABAND-programot dolgoztak ki. Ezt ismerteti *Haley* és *Kirchoff* cikke. Részletezik azt is, hogy mekkora a különbség a nyitott lyukban és csőben végzett sűrűségmérések között. Az alkalmazandó korrekció

természetesen a cső falvastagságától is függ, értéke a 8% porozitást is elérheti. A természetes gamma-szelvénynél viszont olyan káros a cső hatása, hogy e szelvényt csövezés előtt kell felvenni! A cikk sok érdekességet tartalmaz [140].

A csövezett kutak akusztikus sebességszelvényezésének kérdéseit *Karusz* és *Kuznecov* már említett cikke tárgyalja. Foglalkoznak az ilyen mérések alkalmazási területeivel, a megoldás elvi kérdéseivel [141].

A természetes gamma-sugárzás szelvénye — esetenként — alkalmas az agyagtartalom meghatározására. *Fridman* egy olyan kalibrációs eljárást mutat be, amelynek alapja a különböző területeken észlelt gamma-intenzitás. Ennek segítségével elérték, hogy még komplikáltabb összetételű kőzetekben is sikerült az agyagosságot meghatározni [142]. A természetes gamma-sugárzás szelvényének pontosságával foglalkozik *Varga* cikke, amelyben elméleti úton tárgyalja e mérésfajta hibalehetőségeit és az ebből származó értelmezési hibákat. A közlemény a mérést a hasadóanyag-kutatás szemszögéből elemzi [143].

Az ellenállás-szelvényezés néhány elvi kérdését tárgyalják cikkükben *Souhaite* és társai. A keleti féltekén gyakoribb mérési nehézségekről szólva javaslatokat adnak, hogy milyen viszonyok között melyik ellenállásmérő kombinációtól várható a legjobb eredmény a valódi ellenállás és az R_w meghatározására, a tárolók kimutatására. A szerzők állításait sok eltérési és behatolási jelleggörbe, valamint gyakorlati pelda támasztja alá [144]. Az ellenállásmérések feldolgozásának az új módszeréről szól *Salát* és *Drahos* cikke. A keresett paraméterek meghatározását *információelméleti-matematikai* úton javasolják. A cikk elsősorban a felszíni geofizikai elektromos mérésekre vonatkozik, de a kapott eredmények — a szerzők szerint — érvényesek a mélyfúrási geofizikai ellenállásmérésekre is. A rendszer nem merev értelmezési eljárás, hanem rugalmas „stratégia" — a szerzők megfogalmazása szerint [145].

Akent'ev és *Paszanaev* az SP-görbe felhasználásával foglalkozik. Egy adott tároló esetében a CH-tartalom befolyásolja az SP-kitérés nagyságát a tároló zónákban. A termelő részek így látszólag agyagtartalom-növekedésre utaló jelleget mutatnak. Az SP értelmezéséhez emiatt figyelembe kell venni az ellenállás-értékeket is. A cikk a tárolóképesség más szelvényjellemzőivel is foglalkozik [146].

3.6.5. Egyéb értelmezési kérdések

King egy egyszerű és gyors víztelítettség-meghatározási módszert mutat be. Alapja ennek a porozitás-ellenállás cross-plot, amelyen egy egyenessel határolhatók el a szénhidrogénes pontok a vizesektől [147].

A fagyott, *permafrost* talajok speciális szelvényezési és értelmezési kérdéseit tárgyalja [148]. Az egyes mérésfajták reagálását ilyen környezetben elméleti alapon is analizálják a szerzők.

Két új ferdeségmérés-értelmezési módszert ismerhetünk meg *Blythe* cikkéből. Az érdekes felfogású dolgozat alapján könnyen számíthatók a fúrás elferdülése miatt létrejött vízszintes és függőleges eltérések [149]. A rétegdőlésmérés gépi feldolgozásának részleteiről *Hepp* és *Dumestre* közleményéből értesülhetünk. A mérés és gépi feldolgozás menetének bemutatásán kívül a cikk elsősorban az új CLUSTER nevezetű értékelési rendszerrel és ennek előnyeivel foglalkozik [150].

A teszterezéssel és eredményeinek feldolgozásával több közlemény foglalkozik. *Gancarz* a beáramláshiány okának meghatározását tárgyalja. Elemzi az egyes tárolókat és rétegfolyadékokat ebből a szemszögből. Az ipari gyakorlatból példákat mutat be [151]. A kábeles rétegvizsgáló eszközök legújabb fejlődéséről tájékoztatnak *Schultz* és társai. Részletesen bemutatják a Schlumberger új teszterét, amelynek legfontosabb technikai újítása, hogy többször nyitható-zárható. Ez jelentős műveletidő-csökkenést eredményezett, ugyanakkor fokozta a művelet eredményességét is. A szondának van egy „elővizsgáló" eleme is, amely lehetővé teszi, hogy csak permeábilis szakaszon tegyenek kísérletet minták vételére. Így gyakorlatilag megszűnt az „üresjárás" a teszterezésnél. Javult a szonda nyomásmérő rendszere is [152]. A *rudazatos teszterezés* eredményeit is be lehet kapcsolni az értelmezési munkába, elsősorban gáztárolóknál sikerült így egyes kérdéseket tisztázni [153].

Kirpicsenko a *cementpalást minőségéről* tájékoztatást adó két mérési eljárásról, a gamma-gammáról és az akusztikus csillapításmérésről ír tanulmányában. A két módszer együttes alkalmazása esetén lehetővé válik a mikrogyűrűstér és a csatornanyílások átlagos méretének meghatározása, továbbá a zárási hiányosságok valószínűsítésén túl a cementhiba típusának felismerése is [154].

3.7. Digitális technika, számítógépek alkalmazása

A mélyfúrási geofizikai szelvények gépi feldolgozásának két jelentős előfeltétele a szelvények *digitalizálása*, célszerűen közvetlen *terepi digitális rögzítése* és az értelmezés menetének *helyes programozása*. Az utóbbi feltétel teljesítése a kérdés nehezebb része. *Szohranov* és társai ezt a témát tárgyalják tanulmányukban. Megállapítják, hogy bár a szelvényértelmezéshez kialakított programok földtani effektivitása igen jó, mégis sok még e rendszerek gyenge pontja. Ilyenek: az egyes mérések mélységi egyeztetése; a szelvényadatok megfelelő transzformálása és korrekciója; az alapanyag és a részeredmények közbülső minőségi ellenőrzése. A gépi feldolgozás technológiáját *javítani kell*. E célból kidolgoztak egy munkamenetet, amely a szelvények operatív feldolgozását tökéletesíti, elsődlegesen a minőséget tartva szem előtt [155].

A földtani objektumok minősítéséhez előszeretettel alkalmazott tanuló-felismerő programok általános

hibája — mint azt *Guberman* és *Csurimova* megállapítja —, hogy a korábbi tapasztalatokat menet közben nem veszi figyelembe a program. Segíthet ezen relatív paraméterek használata, amikor is a geofizikai adatokat mindig egy középértékhez viszonyítják. A középérték pedig mindig tartalmazza az újabb adatokat is, nem kell tehát a tanulóprogramot változtatni [156].

A nagy komputerek alkalmazása helyett egyre jobban terjednek a kisszámítógépek, kalkulátorok. Ennek több oka van: tökéletesednek és olcsóbbodnak a kis, „mini" gépek; megszűnik így a távközlés gondja stb. *Smith* és *Souder* az ilyen kisgépes interpretáció előnyeit tárgyalja cikkében. A minikomputeren végzett értelmezés főbb lépései: digitalizálás, mélységegyeztetés, fő értékek (pl. ϕ_D) kiszámítása; crossplotok szerkesztése. Ezt követi a tényleges számítási munka: agyagtartalom, komplex litológia meghatározása, eltérési görbék alkalmazása. Ezután a minőség-ellenőrzés következik, amely szintén korreláció segítségével történik. A végleges szelvényanalízist a számított adatok kijelzése fejezi be. A kis gép előnye, hogy az értelmező minden fázisát jól kézben tudja tartani [157]. Nagyon hasonló *Martner* és *Brigham* cikke, szintén egy kisgépes rendszert ismertetnek. Lényeges eleme egy képernyős display, amelyen az egyes felvételek mélységegyeztetése történik; a gépcsoport többi része is nagy teljesítőképességű [158]. *Komlósi* a hazai számítógépes szelvényértelmezésről ír. Ez a cikk is előnyben részesíti a kisszámítógépeket a mindennapos értelmezőmunkában. A kalkulátorok legnagyobb hátrányát a lassú adatbevitelben látja [159].

Bandov és társai egy speciális számítógépi feldolgozásról írnak. Az akusztikus sebességmérés pontosabbá tehető, ha a két részsebességet rögzítik, és gépi úton számítják ki a Δt-t. Az ilyen számítás még akkor is helyes eredményeket ad, ha az egyik időadat hibás, mert a gép ebből is kiszámítja a helyes adatot, ha a lyukátmérő értékét betáplálják. A számítási rendszer segítségével szinte minden hiba felismerhető [160].

Az ellenállásmérések gépi értelmezésében a minőség szubjektív elbírálásának pontosítására bevezetett kvantitatív ellenőrzésről [161] számol be. Lyukszalagra rögzített szelvényadatok megfelelő berendezés segítségével könnyen továbbíthatók akár távbeszélőhálózaton át is. Egy ilyen célra készített gyors berendezést ismertet [162].

3.8. Rétegmegnyitás, robbantási munkák

Az e tárgykörben megjelent cikkek az idén elsősorban a perforálás útján történő rétegmegnyitás minőségének javításával, a perforált csatorna tisztításával foglalkoznak.

Egy érdekes tanulmány a perforált *csatorna állékonyságának* kérdését tárgyalja. Megfigyelték ugyanis, hogy erősebb gáztermelés eróziója a beáramlás helyén kibővíti, ezzel mechanikailag gyengíti a lőtt csatornát. A jelenség részletes vizsgálata azt mutatta, hogy az erózió hatása nem döntő, ritkán jön ennek következtében termeléscsökkenés létre [163].

A perforáció elszennyeződésének megakadályozására, pontosabban a szennyeződés eltávolítására, a perforáció kitisztítására alkalmasak lehetnek *lökéshullámok*, amelyeket nagyfeszültségű kisülések segítségével hoznak létre. Ezek akusztikus hatásukkal robbanásszerűen távolítják el a szennyező anyagokat. Az eljárást két közlemény is ismerteti [164, 165]. *Suman* a laza homokrétegek szilárdításával foglalkozó cikksorozatának egyik közleményében foglalkozik a perforáció kitisztításának módszereivel. A cikk jó összefoglalása az eredményességet növelő eljárásoknak [166].

A perforáció káros hatást fejthet ki a cementpalástra, az akusztikus cementszelvény felvilágosítást ad erről. Előfordul, hogy a cementkötés a perforáció után az akusztikus szelvényen javulást mutat. Ezt a jelenséget *Szmoljaninov* és társai a béléscső deformációjával magyarázzák [167].

Alkalmazzák a *termelőcsővel együtt beépített* perforátorokkal végzett rétegmegnyitást is. A töltetek pontos helyét a termelőcső beépítése után term. gamma-méréssel ellenőrzik izotóppal jelzett karmantyú segítségével. A lövés előtt pontosan beállítják a legkedvezőbb differenciális nyomást, de még száraz, üres lyukban is volt példa a lövésre. Alkalmazható az úgynevezett „back surge" tisztítási módszer is [168].

Felszínen végzett lövéspróbákról közöl részletes beszámolót *Deres*. Leírja a sok szellemes megoldást alkalmazó mérőberendezéseket, amelyeknek segítségével a különféle töltettípusok behatolását mérték. A céltárgyba ágyazott nyomás- és hőmérsékletmérő elemek lehetővé tették a mechanikai feszültségek, illetve a hőátadás és a hőegyensúly megmérését. Egy érdekes adat: a céltárgyban 7—800 MPa nyomást is mértek [169].

Robbantások körüli terek permeabilitásával foglalkozó, tisztán elméleti tanulmány *McKee* és *Hanson* cikke. Többek között meghatározzák a permeabilitás radiális eloszlásának függvényét is [170].

Az ide sorolható közleményeket az idén más csoportosításban ismertetjük, az egyes témakörökhöz tartozó cikkek számához alkalmazkodva.

3.9.1. Kőzetmechanikai kérdések

Tixier és két társa egy jelentős tanulmányban ismerteti laza homokok *mechanikai kőzettulajdonságainak* számítási módját mélyfúrási geofizikai szelvények alapján. Részletesen bemutatják, milyen alapmérésekből, milyen számítási metodikával jön létre a „mechanikai tulajdonságok szelvénye", amely az agyagosságot, az SP-t, a nyírási modulust, a kőzet kompresszibilitását, a teljes szemcseközti porozitást és az akusztikus korrekciós faktort tartalmazza. A cikket 1974-ben már ismertettük (Különszám, 1974. 3. [154]) előnyomat alapján [171]*. A rétegek rugalmassági modulusainak meghatározása a tárgya *Kowalski* cikkének is. A dolgozat egyik része a tranzverzális hangsebesség meghatározásának lehetőségeit tárgyalja, a másik rész a rugalmassági és mechanikai állandók, anyagjellemzők kiszámításának lehetőségeivel foglalkozik. A módszereket több példán mutatja be, kitérve az egyes számított modulusok összefüggéseire is [172]. *Brown* és *Korringa* tanulmányának tárgya a porózus kőzet rugalmassági tulajdonságainak és a pórusokat kitöltő fluidum összenyomhatóságának kapcsolata különféle kőzet- és pórusmodellek esetében [173].

Stein a laza homokok mechanikai tulajdonságainak szelvények alapján történő meghatározásáról ír. Ehhez a munkához az egyébként is felvett szelvényeket használja föl. A számítás eredményeképpen a szemcsék közötti cementálódás szilárdságát, a teljes szilárdságot, a kompresszibilitást és a *Poisson*-viszonyszámot kapja meg [174]. Hasonló tárgyú tanulmány a [175] is. Ebben az *elméleti-mechanikai* alapelvek ismertetését is megtaláljuk. A konklúziót egy egyenletben foglalja össze, amely a lyukfalstabilitás határfeltételének matematikai megfogalmazása. Laza homokokban a longitudinális akusztikus sebesség értékét vizsgálta *Elliott* és *Wiley*. A kérdést a szeizmikus mérések értelmezésével kapcsolatban tárgyalják, de a cikk egyes megállapításai az akusztikus sebességadat értelmezési felhasználását befolyásolhatják. Ilyen például, hogy az átlagidő-egyenletet nem tartják alkalmasnak a részben gázzal telt laza homokok pontos számításaira, mert az nem veszi figyelembe a fedőnyomás hatását [176].

3.9.2. Túlnyomásos tárolók kimutatása

Az abnormális telepnyomás szelvények alapján történő detektálásának és kvantitatív kiszámításának egy új módszerét ismerteti *Eaton*. A számítás nála is a záróréteg trendjének felvételén alapszik. A trendet az ellenállás- és akusztikus időszelvényre egyaránt megszerkesztik. A szerző megállapította, hogy a normális és a túlnyomásos rétegek ellenállásainak viszonya, illetve lefutási időinek különbsége a pórusnyomás gradiensének függvénye. Ezeket a függvényeket empirikus úton határozták meg [177].

Althaus a nyomásgradiens és a kőzet felrepedési gradiense közötti kapcsolattal foglalkozik. Konklúziója nagyon érdekes: a repesztési gradiens *nem függ* a fluidum nyomásgradiensétől; megegyezik a legkisebb vízszintes feszültséggel, vagyis független a pórusnyomástól. A szerző megállapításait vitára bocsátja, mert szerinte a kérdésben még nem alakult ki a végleges álláspont [178].

Fertl összefoglalás-jellegű cikkében tárgyalja az összes túlnyomás-detektálásra alkalmas módszert, beleértve a szelvényekre alapozottakat is. Felhívja a figyelmet, hogy csak hibátlan, jól kalibrált szelvényektől várható megbízható eredmény [179]. *Nowicka* a túlnyomásos tárolók kimutatásával kapcsolatban Lengyelországban elért eredményeket ismerteti [180]. *Conrad* szintén egy adott terület túlnyomásos szintjeinek kérdéseit tárgyalja. A tárolókból igen sok adatot gyűjtöttek össze, majd egybevetették megfelelő léptékű ábrákon a szelvényadatokat és a mért nyomásokat. Ez az ábrázolási mód sok következtetésre ad lehetőséget: pl. még a termelésre vonatkozólag is. A szerző tapasztalatai alapján kb. 2 g/cm³-re becsüli azt a pórusnyomást, *amely fölött termelés már nem képzelhető el* a mátrix összetörése miatt [181].

Serra, Chiarelli és *Gras* a túlnyomásos tárolók kimutatásának részleteivel foglalkoznak több újdonságot is tartalmazó közleményükben. Ismertetik az agyagok kompakciós profiljának meghatározására kidolgozott számítógépes programot, a denson-programot. Ez először kiválasztja a *szelvényezési agyagindikátorok alapján* a trendbe sorolandó szinteket, majd meghatározza a sűrűség, az akusztikus sebesség és az ellenállás trendjét. A program eredményeképpen egy kompakciós sávot állapítanak meg az általános vonal helyett, az ettől való eltérések pedig a túlnyomásos zónák detektálásán kívül szélesebb értelmet is nyerhetnek; különféle következtetéseket lehet belőlük levonni. A szerzők a cikket valamivel népszerűbb formában más helyen is közölték [182, 183].

Magara egy inkább geológusszemléletű cikkben tárgyalja a túlnyomás keletkezésének okait, elsősorban a montmorillonit dehidratációjával foglalkozik, amely fontos oka lehet a CH migrációjának. Ez a reakció azonban mélységileg kötött, nem fordulhat elő akárhol [184].

A kompakciós trendben észlelhető változások oka *nem minden esetben* a túlnyomás. Ezt a már ismert tényt támasztja alá *Gill* és *Pixler* cikke, amely kihangsúlyozza, milyen veszélyes lehet egy helytelen egységes trend meghúzása. Sokszor tapasztalhatók törések, ugrásszerű változások a trend alakulásában, s ezek nagyon megtévesztők lehetnek [185].

Az ismert túlnyomásos detektálási módszerek alkalmazásáról szól [186], amely inkább a szelvényezés oldaláról, továbbá [187] és [188], amelyek pedig inkább fúrástechnikai oldaláról vizsgálják a kérdést. Közismert, hogy esetenként a szeizmikus mérések felvételein is kimutathatók a túlnyomásos szintek. Erről közöl újabb adatokat [189].

3.9.3. Kapcsolatok a fúrástechnikával

Az ide sorolható közlemények jelentős része a *cementpalást* minőségi ellenőrzésének geofizikai problémáit tárgyalja. Elsőnek a tárgykörben *Fertl, Pilkington* és *Odd* cikkére utalunk, amelyet tavaly már ismertettünk előnyomat alapján. Részletezik az akusztikus cementmérések tapasztalatait, a méréstechnológia hatását az eredményekre [190]*. Nem központosított béléscsövek esetében jelentős iszapzárvány „szorulhat meg" a cementköpeny mellett. Ennek kimutatási lehetőségeit tárgyalja [191].

A több paramétert mérő akusztikus cementpalástmérő rendszer segítségével információt lehet szerezni a cement—kőzet közötti kötés minőségére is [192]. A permeábilis rétegekbe a cement behatolhat. Ennek ellenőrzése hőmérsékletméréssel lehetséges, de több mérést kell meghatározott időközökben a cementezés után elvégezni [193]. A cementpalást jó záródása a kerület mentén *forgó sűrűségmérővel* ellenőrizhető. A megfelelően kalibrált, digitálisan regisztrált felvételek kvantitatív értelmezésre is alkalmasak [194].

Az akusztikus mérésnek egy speciális alkalmazásáról írnak *Power* és szerzőtársai. A rétegrepesztés eredményességét a repesztés alatt beépített és működtetett akusztikus vevőszondával (végeredményben geofonokkal) lehet ellenőrizni. A felszínen a repesztés alatt felvett „szeizmogram" segítségével a rétegrepesztés eredménye kimutatható [195].

A termelés során egyes mezőkben gyakori a kalcitlerakódás a termelőcsőben. Ez kimutatható annak alapján, hogy a frissen kivált kalcit gamma-intenzitása nagyobb, mint a háttéré (1,5—5-szöröse). Kellő időben végzett gamma-mérés segítségével intézkedéseket lehet foganatosítani a jelenségből származó károk felszámolására [196]. A lyukbőségszelvény alapján végzett *lyuktérfogat-számításnak* egy egyszerű módszerét adja [197]. A talphőmérséklet meghatározásának közelítő eljárását a szelvényezéskor mért maximális hőfokok alapján az elmúlt évben előnyomat alapján már idéztük [198]*.

A fúrólyuk falának omlása általános nehézsége a fúrástechnikának. Megfelelő szelvényezési eljárásokkal az omlásra hajlamos részek kijelölhetők. Az omlás tényét bőségméréssel igazoló felvételek mellett ismerni kell még a kérdéses szint litológiai összetételét, víztelítettségét, repedezettségét; ezek ismeretében a szinteket ki lehet jelölni [199].

Az *iszap gáztartalmának elemzése* nem geofizikai művelet, de szorosak a kapcsolatai a fúrástechnikával, és helyes alkalmazása esetében a szelvényértelmezésnek is jelentős segítséget nyújthat. Az iszap által felhozott gáz- és olajnyomokból a korszerű gázdetektorok segítségével az átfúrt szakaszok szénhidrogénjének minősége is megállapítható [200].

Elvizesedett termelőszintek vizét is érdemes gázdetektoron át vezetni. A modern detektorok kimutatják, milyen szénhidrogént hordoz a rétegvíz, s ebből következtetni lehet, hogy a megnyitott réteg melyik szakaszán a legerősebb a vízbelépés [201].

A gáz- és egyéb szénhidrogén-tartalom vizsgálatában jelentős segítséget jelentenek a gázionizációs detektorok, amelyek előnyös tulajdonságai legjobban akkor érvényesülnek, ha gyenge gázindikációkat adó produktív szintek kimutatására használják őket. *Levit* és társainak cikke foglalkozik ezzel a kérdéssel, részletesen tárgyalva valamennyi gázdetektortípus jellemző tulajdonságait [202]. A jól működő gázdetektorok a túlnyomásos szintek előrejelzésében is jelentős segítséget adnak az egyéb módszerek mellé [203].

3.9.4. Kapcsolatok a földtannal és a felszíni geofizikai kutatással

A mélyfúrási geofizikai szelvények szélesebb körű felhasználása rámutatott, hogy tartalmaznak a továbbfejlesztő kutatásban értékesíthető információkat is. *Pirson* másfél évtizede foglalkozik a mélyfúrásokból származó adatok térképezésével, ezen az úton újabb szénhidrogén-tárolók felderítésének lehetőségével. Most megjelent egy összefoglaló tanulmánya az e téren elért eredményekről. A módszer elve röviden az, hogy a szénhidrogén-tároló telepek fölött egy kürtő alakul ki, amely környezetétől fizikai-kémiai tulajdonságok szempontjából eltér. Elsősorban az elektrokémiai és radioaktív tulajdonságokban észlelhető ez az eltérés, de jelentős itt a márgák anizotrópiája is. Mindezen tulajdonságok már jóval a telep fölött is jelentkezhetnek, így tájékoztatást adhatnak a mélybeli kutatás várható eredményeiről. A korszerű iszapok az eljárás eredményességét rontják, viszont a fejlődő számítógépi értelmezés sok segítséget tud nyújtani [204].

A számítógépek egyébként is sokban elősegíthetik a földtani továbbkutatást. A fúrásokban mért *geofizikai paraméterekkel* gépi úton könnyen szerkeszthetők függőleges és vízszintes irányú *térképek*; például az azonos ellenállású szintek korrelálása stb. útján. A kútnál közvetlenül digitálisan regisztrált szelvényekkel a munka egészen egyszerű, az eredmények kecsegtetők [205].

Hasonló tárgyú, a [204]-hez is kapcsolódó tanulmány a [206], amely inkább az agyagrétegek nyomon követésére épít, mert az agyagok tulajdonságaiból számos, a fejlesztő kutatásban hasznosítható következtetés vonható le, a szerzők szerint.

Serra és *Sulpice* a *geológusok szemszögéből* vizsgálja a szelvények feldolgozásának kérdését. Korábban ugyanis sok mag állt a földtani következtetések levonása céljából rendelkezésre, ma azonban sokkal többet kell a szelvényekre alapozni üledéktani kérdésekben is. A cikk a geológiai azonosítás szelvényezési szempontjait tárgyalja. Így pl. a réteghatár elektromos képe és az üledékképződés között, a természetes gammaindikáció és a szemcsenagyság között stb. áll fenn egyértelmű kapcsolat. Bizonyos műveletek (gammaspektroszkópia) elősegíthetnék a szelvények felhasználását ilyen célokra [207].

Bányászati kutatásokhoz előnyösen alkalmazható a *kúttól kútig*, esetleg a *kút és a felszín között* végzett geofizikai mérés. Ilyen jellegűek a már ismert ULSEL, a Telelog, továbbá a különféle elektromágneses mérések. Nem kifejezetten mélyfúrási geofizikai műveletek ezek, de nem vitás, hogy közeli rokonaik ezeknek. *Scott* és társai — a témával foglalkozó cikk szerzői — eredményekről is beszámolnak [208].

Rudman és társai a felszíni és mélyfúrási geofizikát egyaránt érintő kérdést tárgyalnak. Sok olyan fúrás van, amelyben akusztikus sebességmérés nem volt,

de ellenállásértékek rendelkezésre állnak. Kidolgoztak egy elméletileg megalapozott módszert a rövid normál ellenállásgörbék sebességgörbébe való transzformálására. Ez a sebesség-, ill. időadat a szeizmikus értelmezésekhez nyújt elsősorban segítséget, de esetenként akusztikus szelvény helyett is lehet használni, a szerzők szerint kellő óvatossággal [209].

Az akusztikus sebességszelvény és a szeizmikus sebességszelvény (szeizmokarotázs) együttes feldolgozása elősegítheti vonatkozási szintek kijelölését, sőt szerkezetek kimutatását is; [210] egy ilyen metodikát ismertet. Ez az említett anyagok matematikai feldolgozásának segítségével növeli a szeizmikus terepmérések hatékonyságát, és szaporítja egyben a fúrásokból kinyerhető ismeretek számát is.

A másodlagos termelés technikájában jelentős a maradékolaj-telítettség ismerete. Ezzel kapcsolatban *Stosur* és *Taber* a kiszorítással s annak mechanizmusával foglalkozik. Cikkük lényegében rezervoármechanikai jellegű, de szelvényezési vonatkozásai is vannak: szelvényekkel lehet eldönteni, meddig haladt előre a kiszorítás, van-e még maradék olaj. A cikk sok érdekes meggondolást tartalmaz [211].

A készletbecsléshez, a tárolóparaméterek meghatározásához egyaránt segítséget adnak a geofizikai mérések. A legjobb áramlási tulajdonságokkal rendelkező rétegszakaszok kijelölésére nomogramokat mutat be [212].

3.9.5. Egyéb alkalmazások

Az alábbiakban röviden ismertetünk néhány közleményt, amelynek tárgya a mélyfúrási geofizika nem kőolajipari alkalmazása.

A vízkutató fúrások szelvényezése során hasznos, ha szelvényekből megállapítható, melyik szint tartalmaz édesvizet. Az SP-görbe megfelelő pontosságú feldolgozása választ adhat e kérdésre — állapítják cikkükben *Evers* és *Iyer* [213.] Egy fotoneutron-mérésről *Goreev* és társai adnak hírt. Az eljárást a berilliumkutatáshoz alkalmazzák [214].

A szénkutatás mélyfúrási geofizikai problémáival több cikk foglalkozik. *Kowalski* és *Holter* összefoglaló jellegű tanulmánya az egész szénkutatási szelvényezés jó keresztmetszetét mutatja be, jól rávilágítva a témában előforduló mérési és értelmezési nehézségekre. Érdekes, hogy a szénkutatásban is jól bevált a sűrűség—akusztikus korreláció. E cross-plotok rögzített pontjai a szén, a hamu és a nedvesség. A szelvényekből a bányászatot érdeklő szilárdsági számításokra is van lehetőség [215].

A szenek hamutartalmának kimutatásáról ír *Makarova*. Szerinte a hamutartalom tükröződik az ellenállás-anizotrópiában, a két mennyiség közötti összefüggés statisztikai alapon megállapítható. Ez a függvény más az alacsony és más a magasabb hamutartalmú szenekre [216]. Antracitok esetében az akusztikus sebességszelvény a metamorfózis fokáról adhat felvilágosítást [217]. A szénrétegek feszültségi állapota a tárgya [218]-nak.

Az akusztikus mérések speciális alkalmazásáról ír [219]. A mérnökgeofizikában, bányabeli fúrásokhoz és máshol alkalmazható kis méretű akusztikus berendezést is bemutat a közlemény.

Beckman és társai a tengerfenék kutatására kidolgozott mérőeszközökről írnak. Korábban már tettünk említést ilyen jellegű „vonszolt" szondákról, amelyek a mélyfúrási geofizika elvein működnek, és a fenék fizikai tulajdonságairól adnak információkat. Az egyáltalán nem mélyfúrási eszközökről ezen analógia alapján teszünk itt említést [220].

IRODALOM

[1] *Rutman, J.:* Le progrès des méthodes diagraphies. Proc. WPC RP No *3*. 9 o.

[2] *Molcsanov, A. A.—Fionov, A. I.—Grigorjan, N. G.—Szohranov, N. N.—Bajkov, D. G.:* Puti povüsenija éffektivnoszti izucsenija razrezov szkvazsin i ocenka neftegazonosznoszti vszkrüvaemüh otlozsenij. GNG *12* 27—32.

[3] *Threadgold, P.:* The function and training of a log analyst. LA *5* 11—3.

[4] *Jesch A.:* A fúrás és a szelvényezés aktív és passzív kapcsolatai. KF *9* 262—3.

[5] *Pusztovojtenko, I. P.—Moszkvitin, I. F.:* Pricsinü avarij pri geofizicseszkih iszszledovanijah szkvazsin i vozmozsnoszti ih predotvrascsenija. Bur. *2* 44—5.

[6] *Carlson, R. C.—Hearst, J. R.:* Velocity logging in dry holes. SPWLA „HH" 1 o.

[7] *Karusz, E. V.—Kuznecov, O. L.:* Akuszticseszkij karotazs obszazsennüh szkvazsin. Izv. AN SZSZSZR Fiz. Zemli *4* 22—34.

[8] *Ivakin, B. N.—Fajzullin, I. Sz.—Cüplakov, V. I.—An, P. V.:* O ponizsenii rabocsej csasztotü datcsikov dlja szkvazsinnüh szejszmoakuszticseszkih iszszledovanij. Izv. VUZ GR *6* 144—5.

[9] *Koerperich, E. A.:* Evaluation of the circumferential microsonic log — a fracture detection device. SPWLA „JJ" 14 o.

[10] *Kondrat'ev, Ju. V.—Leontovics, Ja. J.—Mrtünjuk, V. J.—Peterszon, A. Ja.:* Szkanirujuscsee usztrojsztvo dlja cementomera. Geofiz. App. *57* 134—6.

[11] *Koldobszkij, L. S.—Clav, L. Z.:* Akuszticseszkij karotazs szkvazsin sz iszpol'zovaniem otrazsennüh voln. Izv. VUZ NG *3* 6—8.

[12] *Koksarov, V. Z.—Mihelev, I. P.:* O metodike regisztracii v neprerüvnom akuszticseszkom karotazse. Geol. i Geofiz. *2* 137—9.

[13] *Hodson, G. M.—Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* New log data give better North Sea well completions. WO Sep 60—5.

[14] *Wichmann, P. A.—McWhirter, V. C.—Hopkinson, E. C.:* Field results of the natural gamma ray spectralog. SPWLA „O" 13 o.

[15] *Belkin, N. V.—Grumbkov, A. P.—Koleszov, V. I.—Guszeva, N. Sz.—Cukerman, V. A.—Cügankov, V. A.:* Izmerenie plotnoszti gornüh porod v szkvazsinah pri pomoscsi generatora gammakvantov. Dokl. AN SZSZSZR *224/3* 569—72.

[16] *Utkin, V. I.—Ermakov, V. I.:* Gamma-gamma mikrokarotazs. Izv. AN SZSZSZR Fiz. Zemli *7* 57—65.

[17] *Youmans, A. M.—Hopkinson, E. C.:* The influence of instrument design of neutron lifetime measurements. SPEJ *2* 161—8.

[18] *Smith, H. D., Jr.—Schultz, W. E.:* New logging system for detecting hydrocarbons. PE *7* 25—8.
[19] *Melik-Sahnazarov, A. M.—Orlov, G. L.—Klevanszkaja, B. V.—Akszel'rod, Sz. M.—Danevia, V. I.—Evdokimov, A. F.—Neretin, V. D.:* Apparatura jadernogo magnitnogo karotazsa. Razv. Geof. *67* 143—6.
[20] *Danevics, V. I.—Orlov, G. L.—Iof, V. M.—Evdokimov, A. F.:* Modelirovanie proceszsza beszkontaktnogo otkljucsenija toka poljarizacii pri jaderno-magnitnom karotazse. Izv. VUZ NG *8* 91—4.
[21] *McKinlay, P. F.—Tanner, H. L.:* The shale-compensated clorine-log. JPT *2* 164—70.
[22] *Hubbe, J.—Buckup, K.—Mädler, K.:* Das Induktionslog — ein modernes bohrlochgeophysikalisches Verfahren zur Bestimmung der Gebirgswiderstandes. ZAG 124—9.
[23] *Meador, R. A.—Cox, P. T.:* Dielectric constant logging, a salinity independent estimation of formation water volume. SPE 5504 15 o.
[24] *Baslükin, I. I.—Gricenko, A. G.—Ter-Szaakjan, Sz. A.:* Mikroélektricseszkoe zondirovanie (MÉZ) gidravlicseszkim cilindricseszkim zondom. NGG *7* 44—7.
[25] *Marshall, D. G.:* Surveying and steering while drilling with a mud motor. PE *7* 34—8.
[26] *Rasmussen, N. F.:* Successful use of the borehole gravity meter in Northern Michigan. LA *5* 3—10.
[27] *Jageler, A. H.:* Improved hydrocarbon reservoir evaluation through use of borehole gravimeter data. SPE 5511 19 o.
[28] *Atkinson, A.—Pointer, R.:* Logging services used for large diameter boreholes. LA *6* 25—32.
[29] *Davidson, T. M.:* Oscillograph aids digital well-logging operations. OGJ *41* 57—60.
[30] — New digital logging system improves well data accuracy. WO Nov 79—82.
[31] *Baker, L. E.—Campbell, A. B.—Hughen, R. L.:* Geothermal well logging: an assessment of the state of the art. LA *6* 21—4.
[32] *Dorcsi G.—Imre Gy.:* Hazai vizsgálóállomás a lyukeszközök nyomás- és hőmérséklet-tűrésének ellenőrzésére. Magy. Geof. *6* 203—10.
[33] *Lukov, V. P.:* Rezul'tatü iszszledovanija szkoroszti ul'trazvukovüh kolebanij v plasztovüh fljuidah pri davlenii do 1oo MPa i temperature do 200 °C. NGG *3* 35—8.
[34] *Blazskevic, I. I.—Bodunov, V. P.—Bojcsuk, L. G.—Bolocsij, B. Ju.:* Termosztojkij szkvazsinnüj pribor dlja akuszticseszkogo karotazsa. Geofiz. App. *57* 130—4.
[35] *Szurgucsev, M. L.—Kuznecov, O. L.—Szimkin, É. M.:* Gidrodinamicseszkoe akuszticseszkoe, teplovo-ciklicseszkie vozdejsztvija na neftjanüe plasztü. Nedra, Moszkva. 184 o.
[36] *Szkovorodnikov, I. G.—Kalasnikov, V. N.—Makarov, L. V.:* Glubinnüj raszhodomer sz induktivnüm datcsikom dlja iszszledovanija szkvazsin na vodu. Razv. Geof. *66.* 141—7.
[37] *Aliev, Z. Sz.—Vlaszenko, A. P.—Andreev, Sz. A.—Abramova, E. Sz.:* Opredelenie kriticseszkogo debita v gazovüh szkvazsinah. GP *2* 27—30.
[38] *Murejko, L.:* Kompleksznüj szkvazsinnüj pribor „Debit-1". GP *7* 31.
[39] *Koloszov, B. V.—Szedalov, R. G.—Csernüj, V. B.:* Nazszimnaja interpretacija szkvazsinnüh diagramm, polucsennüh apparaturoj STD. NGG *12* 46—8.
[40] *Robinson, J. M.—Button, W. R.—Hamilton, J. M.—Tixier, M. P.:* Improving producibility with cased-hole wireline techniques. JCPT *1* 34—41.
[41] *Ermey, B. R.—Alger, R. P.:* Hydrocarbon location by cased-hole methods in Mid-Continent wells. SPE 5404 21 o.
[42] *Flewitt, W. E.:* Refined reservoir description to maximize oil recovery. SPWLA „X" 22 o.
[43] *Al-Saif, A. S.—Cochrane, J. E.—Edmundson, H. N.—Youngblood, W. E.:* Analysis of pulsed neutron decay-time logs in acidized carbonate formations. SPEJ *6* 453—66.
[44] *Locke, S.—Smith, R.:* Computed departure curves for the thermal neutron decay time log. SPWLA „S" 22 o.
[45] *Petrovello, B. G.:* Evaluation of well performance through production logging. SPWLA „E" 10 o.
[46] *Zabrodin, P. I.—Csernüsev, G. I.—Pavlov, V. N.—Litvakov, V. U.—Akbasev, V. Sz.:* Opüt primenenija élektroiszkrovogo radioizotopnogo inzsektora ÉRI-1 dlja iszszledovanija nagnetatel'nüh szkvazsin Szamotlorszkogo mesztorozsdenija. NGG *7* 40—3.
[47] *Wiley, R.—Cocanower, R. D.:* A quantitative technique for determining injectivity profiles using radiactive tracers. SPE 5513 8 o.
[48] *Cvetov, V. V.—Szrebrodol'szkij, D. M.—Hajretdinov, R. S.—Maganov, U. M.:* Geologo-tehnicseszkaja éffektivnoszt' primenenija termometrii i radioaktivnüh izotopov pri iszszledovanijah nagnetatel'nüh szkvazsin v Tatarii. NGG *11* 32—5.
[49] *Smith, R. C.—Steffensen, R. J.:* Interpretation of temperature profils in water-injection wells. JPT 777—84.
[50] *Voronov, L. N.:* Kiszlorodnüj nejtronno-aktivacionnüj metod opredelenija zakolonnüh peretokov vodü v ékszpluatacionnüh szkvazsinah. NGG *2* 39—43.
[51] *Lezsankin, Sz. I.:* Opredelenie metodom gamma-karotazsa haraktera obvodnenija neftegazovüh zalezsej sz podosvennoj vodoj. NGG *6* 47—51.
[52] *Mikolaevszki, É. Ju.—Ruszinova, T. I.—Taratün, É. A.—Kotov, P. T.:* Udel'noe szoprotivlenie diszpersznüh i szmesannüh kollektorov. Prikl. Geof. *77* 177—81.
[53] *Patchett, J. G.:* An investigation of shale conductivity. SPWLA „U" 41 o.
[54] *Patchett, J. G.:* An investigation of shale conductivity. LA *6* 3—20.
[55] *Evers, J. F.—Iyer, B. G.:* Quantification of surface conductivity in clean sandstones. SPWLA „L" 11 o.
[56] *Egerer F.:* Üledékes kőzetek elektromos fajlagos ellenállásának változása a frekvencia és a nyomás függvényében. Magy. Geof. *2* 74—8.
[57] *Kwon, B. S.—Pickett, G. R.:* A new pore structure model and pore structure interrelationships. SPWLA „P" 12 o.
[58] *Perez-Rosales, C.:* Generalisation of Maxwell equation for formation factors. SPE 5502 10 o.
[59] *Izotova, T. Sz.—Griel'szkaja, A. O.:* Povtornoe iszszledovanie razrezov bokovüm karotazsem. GNG *2* 63—9.
[60] *Litvinov, Sz. Ja.—Mamedov, N. V.:* Analiticseszkoe resenie uravnenija, opiszüvajuscsego élektricseszkij karotazs obszazsennüh szkvazsin. Izv. VUZ NG *4* 3—6.
[61] *Drwiega, Z.:* Analiza przydatności profilowania oporności dużego zasiego i profilowania oporności symetrycznego w profilach o glebokiej strefie filtracji. N (pol.) 425—31.
[62] *Woodhouse, R.—Threadgold, P.—Taylor, P. A.:* The radial response of the induction tool. LA *1* 3—9.
[63] *Maraev, I. A.:* K teorii indukcionnogo karotazsa sz neoszevüm zondom. Izv. VUZ GR *7* 86—90.
[64] *Brülkin, Ju. L.—Kaganszkij, A. M.:* Vlijanie szmescsenija zondov diélektricseszkogo karotazsa otnoszitel'no oszi szkvazsinü. Geol. i. Geof. *6* 145—8.
[65] *Vil'ge, B. I.—Plusznin, M. I.—Alekszeev, N. A.—Kaganovics, A. E.—Ravdel', V. A.:* Indukcionnüj karotazs metodom perehodnogo proceszsza. Prikl. Geof. *77* 184—91.
[66] *Daev, D. Sz.—Zincsenko, V. Sz.—Csernjak, G. A.—Sarapanov, N. N.:* Opredelenie vlazsnoszti porod i raszcslenenie razreza gidrogeologicseszkih szkvazsin po rezul'tatam vol'novogo diélektricseszkogo karotazsa. Izv. VUZ GR *5* 134—40.
[67] *Rudnickaja, D. I.—Frolova, L. A.—Zaharova, N. G.:* Teoreticseszkie linii I- const prelomlennüh voln pri akuszticseszkom karotazse. Geol. i. Geof. *2* 110—21.
[68] *Lukov, V. P.:* Oszobennoszti provedenija akuszticseszkogo karotazsa v nizkoszkorosztnüh razrezah mesztorozsdenij Csecseno-Ingusszkoj ASZSZR. Razv. Geof. *67* 129—33.
[69] *Jelić, K.:* Odnos brzine širenja elastičnich valova i gustoće stijena prema karotažnim mjerenjima u Savskoj i Dravskoj potolini. N (jug.) 182—5.
[70] *Lin'kov, V. A.:* Opredelenie csasztotnogo szoszztava szignalov akuszticseszkogo karotazsa. Prikl. Geof. *78* 193—8.
[71] *Kuznecov, O. L.—Migunov, N. I.:* O vozmozsnoszti csasztotnogo zondirovanija v szkvazsinah po izmerenijam akuszticseszkogo impedansza. Izv. AN SZSZSZR Fiz. Zemli *8* 85—9.
[72] *Shuck, L. Z.—Rennick, G. E.:* Directional acoustic-velocity distribution in a petroleum reservoir. SPEJ *3* 234—46.
[73] *Pilkington, P. E.—Fertl, W. H.:* Field tests of cement bond logging tools. LA *4* 13—8.
[74] *Drozszsimov, Ju. M.—Kozsevnikov, D. A.—Moszkalev, O. B.:* Zaviszimoszt' pokazanij detektora zamedlennüh nejtronov ot vodorodszoderzsanija szredü. Izv. AN SZSZSZR Fiz. Zemli *4* 97—101.
[75] *Nelson, P. H.—Glenn, W. E.:* Influence of bound water

on the neutron log in mineralized igneous rocks. SPWLA „M" 9 o.
[76] *Sherman, H.—Locke, S.:* Effect of porosity on depth of investigation of neutron and density sondes. SPE 5510 12 o.
[77] *Sherman, H.—Locke, S.:* Depth of investigation of neutron and density sondes for 35-percent-porosity sands. SPWLA „Q" 14 o.
[78] *Hearst, J. R.:* Neutron logging in partically saturated media. SPWLA „I" 19 o.
[79] *Fertl, W.:* Some properties and occurence of the minor element lithium (Technical Note). LA *1* 15—6.
[80] *Hartmann, D. J.:* Effect of bed thickness and pore geometry on log response. SPWLA „Y" 14 o.
[81] *Waller, W. C.—Cram, M. E.—Hall, J. E.:* Mechanics of log calibration. SPWLA „GG" 20 o.
[82] *Holt, O. R.:* Log quality control. SPWLA „BB" 9 o.
[83] *Knox, C. C.:* Quality control of well logs. LA *6* 14—20.
[84] *Conolly, E. T.:* Digital log analysis: recognition and treatment of field recording errors. LA *2* 13—32.
[85] *Tarakanov, V. A.—Logvinov, V. P.:* Raszcset rezsimov sztacionarnoj razmetki kabelja. Prikl. Geof. *78* 199—202.
[86] *Jesch A.:* A mélyfúrási geofizikai kábelek alakváltozásai szelvényezési és egyéb műveletek során. KF 329—36.
[87] *Mattax, C. C.—McKinley, R. M.—Clothier, A. T.:* Core analysis of unconsolidated and friable sands. JPT 1423—32.
[88] *Heslop, A.:* Porosity in shaly-sands. SPWLA „F" 12 o.
[89] *Omesz', Sz. P.—Romanovszkaja, N. Sz.:* Ocenka granic porisztoszti kollektorov Efremovszkogo gazovogo mesztorozsdenija. NGG *5* 29—31.
[90] *Hoyer, W. A.—Spann, M. M.:* Comments on obtaining accurate electrical properties of cores. SPWLA „B" 11 o.
[91] *Worthington, A. E.:* Errors in the laboratory measurement of formation resistivity factor. SPWLA „D" 16 o.
[92] *von Beckmann, H.—Ghoniem, Y.:* Messeinrichtungen zur Bestimmung des Formationswiderstands-Faktors an formatisierten Probekernen. EEZ 364—7.
[93] *Zaharova, N. I.:* Vlijanie neobratimüh deformacij peszcsanikov na parametr porisztoszti. NGG *11* 35—8.
[94] *Szpaszov, V.—Velikov, G.:* Ob élektricseszkom modelirovanii plaszta sz izmenjaemümi parametrami. Prikl. Geof. *77* 181—4.
[95] *Szultanov, Sz. A.—Zinnatulin, N. H.—Muher, A. A.:* Opredelenie nizsnih predelov pokazatelej kollektorszkih szvojsztv terrigennüh porod. NH *12* 39—44.
[96] *Beljakov, M. A.:* O szvjazi potencialov fil'tracii sz pronicaemoszt'ju gornüh porod. GNG *12* 49—51.
[97] *Ingerman, V. G.—Nefedova, N. I.—Sahigareev, R. S.:* O szvjazi pronicaemoszti polimiktovüh porod sz diffuzionno-abszorbcionnoj aktivnoszt'ju. GNG *10* 53—8.
[98] *Allen, L. S.—Mills, W. R.:* Measurement of the thermal neutron absorption cross section of rock samples by a pulsed source method. LA *1* 10—3.
[99] *Rinehardt, C. E.—Weber, H. J.:* Measuring thermal neutron absorption cross section of formation brines. SPWLA „G" 14 o.
[100] *Matuszevics, V. M.—Prokop'eva, R. G.:* IK-szpektrü organicseszkogo vescsesztva podzemnüh vod neftegazonoszno-go baszszejna. Izv. VUZ NG *5* 13—6.
[101] *Necsaj, A. M.—Bojarcsuk, A. F.—Kereszelidze, V. P.:* Ékszperimental'noe izucsenie zakonomernosztej formirovanija zonü proniknovenija v karbonatnüh kollektorah trescsinnogo tipa. NGG *4* 38—40.
[102] *Jons, F. O.:* A laboratory study of the effects of confining pressure on fracture flow and storage capacity in carbonate rocks. JPT 21—7.
[103] *Limberger, Ju. A.—Il'inszkij, V. M.—Dasevszkij, A. É.:* Oszobennoszti interpretacii materialov ul'trazvukovogo metoda pri izucsenii gluboko zalegajuscsih otlozsenij. NGG *4* 35—8.
[104] *Goss, R.—Combs, J.—Timur, A.:* Prediction of thermal conductivity in rocks from other physical parameters and from standard geophysical well logs. SPWLA „MM" 21 o.
[105] *Hodson, G.—Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* Formation evaluation in jurassic sandstones in the Northern North Sea area. SPWLA „II" 22 o.
[106] *Lavers, B. A.—Smits, L. J. M.—Van Baasen, C.:* Some fundamental problems of formation evaluation in the North Sea. LA *3* 3—13.
[107] *Conner, D. C.—Kelland, D. G.:* How Oxy's log program evaluated Piper reservoir? Part 1. OGJ *24* 98—101; Part 2. OGJ *25* 152—60.
[108] *Gaćeša, J.—Galović, S.:* Primjena troporoznik karotažnih dijagrama na litoloski kompleks struktura Lepavina. N (jug.) 447—55.
[109] *Król, L.—Wiśniewski, E.:* Zastosowanie techniki cyfrowej do rozwiazywania niektórych problemów interpretacyjnych geofizyki wiertniczej ny przykładzie utwórow czerwonego spagowca. N (pol.) 131—7.
[110] *Dvoreckij, P. J.—Sztalennüj, Sz. T.:* Vüdelenie i ocenka kollektorov v razrezah szkvazsin Botuobinszkoj (Jakutija) po dannüm promüszlovo-geofizicseszkih iszszledovanij. Razv. Geof. *66* 134—40.
[111] *Stosur, J. J.—David, A.:* Petrophysical evaluation of the diatomite formation of Lost Hills, California. SPE 5501 14 o.
[112] *Holland, D. S.—Sutley, C. E.—Berlitz, R. E.—Gilreath, J. A.:* East Cameron Block 270 a pleistocene field. SPWLA „DD" 18 o.
[113] *Campbell, R. A.:* A method for estimating fluid saturations from well logs. SPE 5395 6 o.
[114] *Poloszin, G. A.:* Ocenka neftenaszüscsennoszti glinisztüh peszcsanikov po promüszlovo-geofizicseszkim dannüm v uszlovijah nizkoomnüh kollektorov. Izv. VUZ NG *4* 10—2.
[115] *Rychlicki, S.:* Ocena współczynnika nasycenia woda, piaskowców ilastych. N (pol.) 49—53.
[116] *Alekszandrov, B. L.—Plotnikova, E. A.:* Interpretacija élektrometricseszkih dannüh pri izucsenii porovo-trescsinnüh glinisztüh kollektorov. NGG *12* 38—41.
[117] *Cannon, D. E.:* Evaluation of shaly sands with low deliverability. JCPT *1* 59—64.
[118] *Thomas, E. C.—Stieber, S. J.:* The distribution of shale in sandstones and its effect upon porosity. SPWLA „T" 15 o.
[119] *Fertl, W. H.:* Shaly sand analysis in development wells. SPWLA „A" 11 o.
[120] *Leont'ev, E. I.—Nefedova, N. I.:* Opredelenie porisztoszti neftegazonaszüscsennüh porod po élektricseszkim parametram. GNG *1* 69—73.
[121] *Koerperich, E. A.:* Utilization of Waxman-Smits equations for determining oil saturation in a low-salinity, shaly sand reservoirs. JPT 1204—8.
[122] *Forgotson, J. M., Jr.—Forgotson, J. M.:* „Porosity Pod": concept for successful stratigraphic exploration of fine-grained sandstones. AAPG B. 1113—25.
[123] *Necsaj, A. M.—Bojarcsuk, A. F.—Kruzsel, A. A.:* Metodika interpretacii dannüh promüszlovo-geofizicseszkih iszszledovanij neodnorodnüh karbonatnüh kollektorov, szo szlozsnüm sztroeniem porovogo prosztransztva (na primere nizsnemelovüh i verhnejurszkih otlozsenij mesztorozsdenij CSIASZSZR). NGG *11* 38—42.
[124] *Aguilera, R.:* Analysis of naturally fractured reservoirs from conventional well logs. SPE 5342 11 o.
[125] *Halatov, D. A.—Neszterenko, N. G.—Antonenko, V. I.:* Akuszticseszkij szkvazsinnüj televizor. Razv. Geof. *67* 139—43.
[126] *Kuzeljević, B.—Kemeneci, R.—Vdovjak, B.:* Primena karotažnih metoda u razgraničavanju kolektora. N (jug.) 559—73.
[127] *Galjavics, A. S.—Kutlakova, K. G.—Naljubickij, V. I.—Tolsztikova, T. M.:* Szoposztavlenie dannüh akuszticseszkogo karotazsa i iszpütanij plasztov na neftjanüh mesztorozsdenijah Zapadnoj Baskirii. NGG *3* 32—5.
[128] *Plohotnikov, A. N.—Mel'nikova, N. A.:* Opüt provedenija akuszticseszkogo karotazsa pri izucsenii Orenburgszkogo gazokondenszatnogo mesztorozsdenija. NGG *10* 30—1.
[129] *Koleszníkov, V. N.:* Vlijanie oszobennosztej sztroenija karbonatnüh kollektorov na formu krivüh BKZ. NGG *12* 49—50.
[130] *Abduhalikov, Ja. N.—Zlatopol'szkij, Sz. Sz.—Sajahmetov, F. S.—Sakirov, A. F.:* Obosznovanie kollektorszkih szvojsztv karbonatnüh porod po dannüm geofizicseszkih iszszledovanij i trubnüh iszpütatelej plasztov. NH *7* 75—6.
[131] *Abduhalikov, Ja. N.—Gorin, A. Z.—Zvereva, L. A.—Lanin, M. R.—Sajahmetov, F. S.:* Primenenie kompleksza programm C-2 dlja obrabotki promüszlovo-geofizicseszkih dannüh na ÉVM sz cel'ju izucsenija produktivnüh karbonatnüh kollektorov szo szlozsnoj sztrukturoj porovogo prosztransztva. NGG *8* 33—8.

[132] *Decs, V. N.:* Opüt primenenija verojatnosztnoj modeli pri interpretacii geologo-geofizicseszkih szkvazsinnüh iszszledovanij trescsinnüh kollektorov nefti i gaza. GNG *3* 61—8.

[133] *Ritch, H. J.:* An open hole logging evaluation in metamorphic rocks. SPWLA „V" 11 o.

[134] *Snurman, G. A.—Kaszumov, K. A.—Afanasz'ev, V. S.:* K voproszu ob ocenke porisztoszti i haraktera naszüscsennoszti éffuzivnüh porod ploscsadi Muradhanlü (po kompleksu promüszlovo-geofizicseszkih iszszledovanij). ANH *7* 12—6.

[135] *Loginov, I. V.—Polskov, M. K.—Kuznecov, L. N.—Simorin, V. I.:* Opredelenie porisztoszti karbonatnüh kollektorov po szumme szkorosztej raszprosztranenija prodol'nüh i poperecsnüh voln. Prikl. Geof. *78* 187—92.

[136] *Rafikov, V. G.:* O vozmozsnosztjah opredelenija metodom akuszticseszkogo karotazsa koncentracii szvobodnogo gaza v zsidkoszti, zapolnjajuscsej sztvol szkvazsinü. NGG *12* 44—5.

[137] *Loginov, I. V.—Scserbakov, T. V.—Sterengarc, E. M.:* Vüdelenie kollektorov v mezozojszkih otlozsenijah Uzbekisztana po dannüm akuszticseszkogo karotazsa. Razv. Geof. *67* 133—9.

[138] *Baslükin, I. I.:* Opredelenie koéfficienta pronicaemoszti produktivnüh gorizontov po krivüm mikrozondov i szkoroszti narascsivanija glinisztoj korki na primere Troickogo ucsasztka Szlavjanszko-Troickogo mesztorozsdenija. NGG *5* 47—9.

[139] *Baslükin, I. I.:* Formirovanie zonü vnutrennej kol'matacii v plaszte-kollektore i ocenka ee glubinü. Bur. *7* 30—3.

[140] *Haley, R. A.—Kirchoff, D. L.:* Evaluation of highly deviated wells with gamma-ray/electric logs and cased hole density/neutron logs. SPE 5512 14 o.

[141] *Karusz, E. V.—Kuznecov, O. L.:* Akuszticseszkij karotazs obszazsennüh szkvazsin. Izv. AN SZSZSZR Fiz. Zemli *4* 22—34.

[142] *Fridman, N. Ja.:* K ocenke glinisztoszti peszcsano-glinisztüh otlozsenij polimiktovogo szosztava po dannüm gammametrii sz iszpol'zovaniem sztatiszticseszkih harakterisztik geologicseszkogo razreza. NGG *3* 27—31.

[143] *Varga J.:* Gamma-karotázs adatok differenciális kiértékelési módszerének pontosság- és stabilitásbecslése. Magy. Geof. *2* 41—53.

[144] *Souhaite, P.—Misk, A.—Poupon, A.:* R_t determination in the Eastern Hemisphere. SPWLA „LL" 26 o.

[145] *Salát P.—Drahos D.:* A felszíni és karotázs elektromágneses szondázások interpretációjának az információelméleten és a lineáris rendszerek elméletén alapuló stratégiája. Magy. Geof. *1* 14—26.

[146] *Akent'ev, E. P.—Paszanaev, A.:* Vüdelenie kollektorov v terrigennüh otlozsenijah krasznocvetnoj tolscsi Jugo-Zapadnoj Turkmenni po kolicsesztvennüm promüszlovo-geofizicseszkim parametram. NGG *1* 37—9.

[147] *King, E. E.:* Rapid S_w determination using R_w index sliding overlay technique. LA *6* 33—9.

[148] *Hoyer, W. A.—Simmons, S. O.—Spann, M. M.—Watson, A. T.:* Evaluation of permafrost with logs. SPWLA „AA" 15 o.

[149] *Blythe, E. J., Jr.:* Computing accurate directional surveys. WO Aug 1. 25—8.

[150] *Hepp, V.—Dumestre, A. C.:* CLUSTER — a method for selecting the most probable dip results from dipmeter surveys. SPE 5543 16 o.

[151] *Gancarz, R.:* Modalowanie zmian ciśnienia dennego dla określenia przyczyny braku przypływu płynu złożowego do próbnika złoża. N (pol.) 357—65.

[152] *Schultz, A. L.—Bell, W. T.—Urbanosky, H. J.:* Advancements in uncased-hole, wireline formation-tester techniques. JPT 1331—6.

[153] *Halama, A.—Herman, Z.:* Nietypowe wyniki opróbowań gazonosnych kolektorów złożowych. N (pol.) 286—90.

[154] *Kirpicsenko, B. I.:* Kompleksznaja interpretacija dannüh akuszticseszkogo i radiometricseszkogo metodov kontrolja kacseszstva cementirovanija szkvazsin. NGG *12* 35—8.

[155] *Szohranov, N. N.—Zundelevics, Sz. M.—Taratün, É. A.:* Tehnologicseszkaja szhema operativnoj interpretacii dannüh karotazsa na ÉVM. Razv. Geof. *67* 112—21.

[156] *Guberman, S. A.—Csurinova, I. M.:* O vozmozsnoszti iszpol'zovanija „opüta" obucsajuscsejszja programü v zadacsah uznavanija neftenosznüh plasztov. Izv. VUZ GR *7* 122—5.

[157] *Smith, M. B.—Souder, W. W.:* Minicomputer for maxi analysis. SPWLA „R" 13 o.

[158] *Martner, S. T.—Brigham, R. J.:* An interactive computer system for well log analysis. SPWLA „FF" 14 o.

[159] *Komlósi Zs.:* A számítógépes mennyiségi karottázs-értelmezés jelenlegi helyzete és lehetőségei az NKFÜ-nél. Magy. Geof. *5* 171—80.

[160] *Bandov, V. P.—Rjabkov, V. V.—Aszrijanc, L. Ja.:* Iszpol'zovanie vremennoj krivoj dvuhélementnogo zonda pri obrabotke dannüh akuszticseszkogo karotazsa na ÉCVM. NGG *12* 41—4.

[161] *Zundelevics, Sz. M.—Stemler, A. M.:* Ocenka éffektivnoszti rabotü programm opredelenija udel'nogo szoprotivlenija plasztov. Razv. Geof. *67* 121—3.

[162] *Lerner, M. B.—Kruglikov, N. A.—Szarkiszov, Ju. V.—Stemler, A. M.:* Peredacsa dannüh karotazsa po telefonnomu kanalu szvjazi. Razv. Geof. *67* 123—7.

[163] *Vriezen, P. B.—Spijker, A.—van der Vlis, A. C.:* Erosion of perforation tunnels in gas wells. SPE 5661 14 o.

[164] *Snyder, R. E.:* Practical ideas to improve field production operations. WO Nov 74—8.

[165] *Riggs, E. D.—Brownscombe, E. R.:* New sonic shock tool removes well bore flow barriers. PE *10* 68—74.

[166] *Suman, G. O., Jr.:* Sand control. WO Jan 83—91.

[167] *Szmoljaninov, V. G.—Mel'nikov, Ju. V.—Utrobin, A. Sz.—Kapralov, V. I.:* Narusenie kontaktov cementnogo kol'ca sz obszadnoj kolonnoj i sztenkami szkvazsinü pri perforacii. Bur. *1* 23—4.

[168] — Completion method reduces effect of formation damage. WO Nov 66—70.

[169] *Deres J.:* A céltárgyba behatoló jetsugár által előidézett változások fizikai vizsgálata. Magy. Geof. *5* 186—91.

[170] *McKee, C. R.—Hanson, M. E.:* Explosively created permeability from single charges. SPEJ *6* 495—500.

[171] *Tixier, M. P.—Loveless, G. W.—Anderson, R. A.:* Estimation of formation strength from the mechanical-properties log. JPT 283—93.

[172] *Kowalski, J.:* Formation strength parameter from well logs. SPWLA „N" 19 o.

[173] *Brown, R. J. S.—Korringa, J.:* On the dependence of the elastic properties of a porous rock on the compressibility of the pore fluid. G *4* 608—16.

[174] *Stein, N.:* Mechanical properties of friable sands from convential log data. SPE 5500 12 o.

[175] *Jesch A.:* Kőzetfeszültség, kőzetszilárdság. mélyfúrási geofizika. Magy. Geof. *4* 147—60.

[176] *Elliott, S. E.—Wiley, B. F.:* Compressional velocities of partially saturated, unconsolidated sands. G *6* 949—54.

[177] *Eaton, B. A.:* The equation for geopressure prediction from well logs. SPE 5544 11 o.

[178] *Althaus, V. E.:* A new model for fracture gradient. SPWLA „C" 18 o.

[179] *Fertl, W. H.:* Detection and evaluation of abnormal formation pressures from drilling and geophysical well logging parameters today's state of art. CI ARTEP 185—90.

[180] *Nowicka, E.:* Mozliwosci oceny cisnien w górotworze przy wykorzystaniu metod geofizyki wiertniczej. N (pol.) 349—52.

[181] *Conrad, K. M.:* Applications of log pressure data in the Anadarko Basin. PE *7* 40—4.

[182] *Serra, O.—Chiarelli, A.—Gras, C.:* Automatic study of clay compaction: the Denson program. LA *4* 3—12.

[183] *Chiarelli, A.—Serra, O.—Gras, C.:* Use compaction profiles to predict abnormal pressures. WO May 107—10.

[184] *Magara, K.:* Reevaluation of montmorillonite dehydration as cause of abnormal pressure and hydrocarbon migration. AAPG B. 292—302.

[185] *Gill, J. A.—Pixler, B. O.:* Locating the dog-legs and jump-shifts in pressure profil plots. SPWLA „H" 18 o.

[186] *Fertl, W. H.—Pilkington, P. E.—Reynolds, E. B.:* Evaluating overpressured formations in the South China Sea. PE *4* 40—7.

[187] *Gill, J. A.—Gregg, D. N.:* Shale data key to drilling problems. OGJ *46* 64—72.

[188] *Gill. J. A.—Gregg, D. N.:* Complex sediments hard to interpret. OGJ *47* 63—4.

[189] *Aud, B. W.:* Abnormal pressure and relative lithology from seismic velocities. SPWLA „CC" 10 o.

[190] *Fertl, W. H.—Pilkington, P. E.—Odd, R. A.:* Cement bond logging in the North Sea. PE *5* 80—95.

[191] *Szafronov, V. D.—Vjazel'scsikov, V. M.—Gnibidin, V. N.:* Opredelenie koéfficienta vüteszneniya promüvocsnoj zsidkoszti iz zatrubnogo prosztransztva szkvazsinü pri ékszcentricsnom raszpolozsenii obszadnüh trub. Bur. *1* 15—7.

[192] *Kondrat'ev, Ju. V.—Leontovics, Ja. J.—Peterszon, A. Ja.—Lomacsev, E. P.—Neszterenko, N. G.:* O preimuscsesztvah kompleksznoj regisztracii i interpretacii akuszticseszkoj cementogrammü i fazokorrelogrammü. NH *2* 69—71.

[193] *Leontovics, Ja. I.—Mihajlova, T. V.—Peterszon, A. Ja.—Proszelkov, Ju. M.:* Primenenie termometrii dlja opredelenija blokirovannüh cementnüm rasztvorom pronicaemüh zon. Bur. *11* 30—2.

[194] *Holm, A. E.:* New techniques for oriented density evaluation. SPE 5519 13 o.

[195] *Power, D. V.—Schuster, C. L.—Hay, R.—Twobly, J.:* Detection of hydraulic fracture orientation and dimensions incased wells. SPE 5626 15 o.

[196] *Abdullin, R. A.—Moszunov, Ju. A.—Arbuzov, V. M.:* Diagnosztika autigennogo kal'cita v ékszpluatacionnüh szkvazsinah metodom radioaktivnogo karotazsa. NGG *5* 42—5.

[197] *Girilovics, G. N.:* K voproszu o metodike uszkorennoj obrabotki kavernogramm. Bur. *9* 32—4.

[198] *Dowdle, W. L.—Cobb, W. M.:* Static formation temperature from well logs — an empirical method. JPT 1326—30.

[199] *Frolov, E. P.—Peterszon, A. Ja.—Koselev, N. N.:* Vüdelenie zon obvaloobrazovanija po rezul'tatam geofizicseszkih iszszledovanij. Bur. *7* 8—10.

[200] *Kuz'min, V. M.:* Razresajuscsaja szposzobnoszt' metodiki kacsesztvennoj ocenki rezul'tatov gazokarotazsa v neftenosznüh rajonah. NGG *10* 34—7.

[201] *Juszupov, M. Z.:* Iszpol'zovanie gazovogo karotazsa pri ocenke obvodnennoszti produktivnüh plasztov v rezul'tate vnutrikonturnogo zavodnenija. NGG *2* 44—6.

[202] *Levit, A. M.—Tjutcsev, I. G.—Artem'eva, L. P.—Szluckina, G. A.:* Szravnitel'naja ocenka detektorov, prigodnüh dlja neprerüvnogo szummarnogo opredelenija uglevodorodnüh gazov pri gazovom karotazse szkvazsin. NGG *6* 52—4.

[203] *Daw, R. N.—Mercer, R. F.—Myers, D. L.:* Overpressure detection and controll at Imp Immerk B-48 using a wellsite gas detector. SPWLA „Z" 15 o.

[204] *Pirson, S. J.:* Projective well log interpretation years later. LA *5* 14—24.

[205] *Shier, D. E.:* Analyzing digitized well logs located Smackover strat traps. WO May 66—70.

[206] *Work, Ph. L.:* Digitized well logs can help boost success in exploring shale intervals. OGJ *7* 84—8.

[207] *Serra, O.—Sulpice, L.:* Sedimentological analysis of shale-sand series from well logs. SPWLA „W" 23 o.

[208] *Scott, J. H.—Daniels, J. J.—Hasbrouck, W. P.—Guu, J. Y.:* Hole-to-hole geophysical measurement research for mineral exploration. SPWLA „KK" 16 o.

[209] *Rudman, A. J.—Whaley, J. F.—Blakely, R. F.—Biggs, M. E.:* Transformation of resistivity to pseudovelocity logs. AAPG B. 1151—65.

[210] *Kunin, N. Ja.:* Ocenka tocsnoszti szejszmicseszkih posztroenij pri podgotovke sztruktur po szoposztavleniju sz dannümi glubokogo burenija. GNG *2* 41—8.

[211] *Stosur, J. J.—Taber, J. J.:* Critical displacement ratio and its effect on wellbore measurement of residual oil saturation. SPE 5509 12 o.

[212] *Gorelov, A. A.—Medvedeva, N. J.:* Opredelenie kondicionnüh i nizsnih predel'nüh znacsenij pronicaemoszti, otkrütoj porisztoszti i parametra α_{SZP}. GNG *2* 249.

[213] *Evers, J. F.—Iyer, B. G.:* A statistical study of the SP log in fresh water formations of Northern Wyoming, Laramie. SPWLA „K" 8 o.

[214] *Goreev, A. V.—Morozov, A. A.—Hiszanutdinov, A. I.:* Csiszlennoe iszszledovanie zaviszimoszti sztacionarnogo raszpredelenija fotonejtronov ot parametrov porodü. Geol. i Geof. *5* 128—32.

[215] *Kowalski, J. J.—Holter, M. E.:* Coal analysis from well logs. SPE 5503 16 o.

[216] *Makarova, M. K.:* Primenenie bokovogo karotazsa dlja prognozirovanija zol'noszti uglej. Izv. VUZ GR *3* 139—41.

[217] *Sirokov, A. A.:* Rezul'tatü izucsenija antracitov ul'trazvukovüm metodom. Izv. VUZ GR *3* 123—5.

[218] *Somerton, W. H.—Soylemezoglu, I. M.—Dudley, R. C.:* Effect of stress on permeability of coal. SPWLA „EE" 1 o.

[219] *Kuncmann, R.:* Ul'trazvukovaja izmeritel'naja apparatura dlja geofiziki, geologii i sztroitel'nogo dela. Geof. App. *57* 122—5.

[220] *Beckmann, H.—Abdullah, H.—Gelbke, C.—Demiray, G.—El Kassas, F.—Schaper, D.:* Logging the sea floor with bore hole logging systems. LA *2* 3—12.

4. Rezervoármérnöki tudomány

4.1. A fejlődés általános iránya

Az 1975. évi tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus jelmondata a „Kőolaj az emberiség jólétéért" volt. Ám a kongresszuson a fokozott olajkitermelési módszerek mai fejlettségével foglalkozó keretvita vezetője, *Necmettin Mungan* ezt szabatosabban úgy fejezte ki, hogy „Megnövelt és hatékonyabb olajkitermelés az emberiség jólétéért". Ez foglalja magában a szénhidrogén-kitermelés világméretű problémáját, az egyre növekvő fogyasztási igényt a véges készletek dacára: 1. a nagyobb mélységekben és/vagy a tengerek alatt fekvő új szénhidrogénkészletek feltárásával és 2. a meglevő és az új készletek fokozott és a környezet megóvásával történő kitermelésével biztosítani. Mindez a termelési költségek és a szénhidrogénárak elkerülhetetlen növekedésével jár.

A fejlődés általános irányát a rezervoármérnöki tudományban egyszer s mindenkorra a 2. pontban megjelölt feladat határozza meg; mindaz, amit e fejezet tartalmaz, közvetlenül vagy közvetve e fejlődést szolgálja. A fejlődés gyorsulását pedig a fokozott technikával foglalkozó tanulmányok erős szaporodása mutatja.

A fokozott olajkitermelési módszerek mai fejlettségi állapota célszerűen az e módszerek kifejlesztése és üzemi alkalmazása terén a legtöbbet tett és egyúttal az ezen módszerekre leginkább rászorult USA példáján tanulmányozható. A tudományos kutatás a hagyományosnál hatékonyabb kitermelési módszerek kifejlesztésére a második világháború befejezése óta jelentős eredményekkel járt. Mivel azonban e fokozott módszerek a hagyományosaknál anyag- és/vagy energiaigényesebbek, tehát költségesebbek és kockázatosabbak, olajmezei kísérleti és üzemi alkalmazásuk messze elmaradt attól, ami ésszerű lett volna. Ennek az oka gazdasági, az évtizedeken át tartó importolajbőség és a vele járó alacsony olajárak mellett a fokozott módszerek hazai alkalmazása nem látszott gazdaságosnak.

Az első részletes összefoglalást a fokozott olajkitermelési módszerekről, alkalmazási lehetőségeikről és jelentőségükről az USA energiagazdaságára *Ted M. Geffen* (Amoco Production Co.) közölte (Oil production expect from known technology. OGJ 1973, *19* 66—76, és Recovery of more oil from known fields. SPE 4948, 1974.). Szerinte az USA $69 \cdot 10^9$ m³-re becsült egész olajkészletéből 1974. január 1-ig kitermeltek $16{,}15 \cdot 10^9$ m³-t, és a hagyományos — primer és szekunder — módszerekkel kitermelhető még $6{,}35 \cdot 10^9$ m³, ami együtt 0,33 összkihozatalt jelent. De az ismert mezőkből az utolsó 25 év alatt kifejlesztett fokozott módszerekkel kitermelhetőnek becsül még $9{,}35 \cdot 10^9$ m³-t, ezt tercier készletnek nevezi, és ezzel az összkihozatal 0,465-re emelkednék. Ezután még $36{,}95 \cdot 10^9$ m³ olaj marad a mélyben. *Geffen* úgy véli, hogy később kifejlesztendő új módszerekkel ebből még további $9{,}35 \cdot 10^9$ m³ kitermelhető lesz, ami 0,60 végső kihozatalt jelenthet. A tercier művelésre alkalmas mezőkből a vízelárasztás után 0,3 kihozatalnövekedést becsül, és úgy véli, hogy a fokozott műveletek elterjedésének meggyorsulása az 1980-as évek közepétől várható.

Geffen a fokozott módszereket elegyedőkre — szolvens—gáz és szolvens—víz hajtásra — és termikusokra — gőz- és tűzelárasztásra — osztja, és a tárolók tulajdonságai alapján egy hasznos szűrőtáblázatot közöl a tulajdonságoknak legjobban megfelelő fokozott termelésmód kiválasztásához. Az alkalmazások ismérvei konzervatívak, mert olyan tároló—módszer kombinációkon alapulnak, amelyek a legnagyobb valószínűséggel és minimális költséggel korai sikert ígérnek.

Geffen a fokozott technika mielőbbi alkalmazásának a szükségét az arra alkalmas mezőkön azzal indokolja, hogy az USA a $995 \cdot 10^6$ m³-re becsült évi folyékonyszénhidrogén-fogyasztásának a hazai termelésből csak 0,64-át, külföldi importból azonban 0,36-át fedezi, ami a nemzeti biztonság, az életszínvonal és a geopolitikai helyzet szempontjából ijesztő arány.

Ugyanezen év végén egy másik kutatócsoport, a Gulf Universities Research Consortium (GURC) is közzétette a szövetségi szervek részére készített jelentését a szénhidrogén-kitermelés fokozott módszereiről, amely a várható eredményeket illetően *Geffen*nél tartózkodóbb (Planning criteria relative to a National RDT & E Program directed to the enhanced recovery of crude oil and natural gas. GURC Report 130, Nov. 30. 1973.). E jelentés szerint az USA-ban a primer és szekunder technikával folyó kitermelés után visszamaradó $47{,}6 \cdot 10^9$ m³ olajkészletből fokozott termelési módszerekkel „csaknem biztosan" kb. $2{,}85 \cdot 10^9$ m³ és „indokoltan" kb. $5{,}7 \cdot 10^9$ m³ termelhető ki. A becslések a csaknem biztos kategóriánál 0,8 és $9{,}6 \cdot 10^9$ m³, az indokolt kategóriánál pedig 2,4 és $15{,}6 \cdot 10^9$ m³ közé estek. Azóta e két kategória összevonásával —

Geffen $9{,}35 \cdot 10^9$ m³ tercier készletével szemben — kb. $4 \cdot 10^9$ m³-re becsülik a fokozott módszerekkel kitermelhető olajkészleteket, és ezt a mennyiséget fogadták el a nemzeti tervezés alapjául.

Ami pedig a kitermelés ütemét illeti, a fokozott technika átlaghozamát 1985-ben $67{,}7 \cdot 10^6$ m³-re becsülték, 15,9 és $128{,}5 \cdot 10^6$ m³ közé eső egyéni becslések alapján, de ma már valószínűbbnek tartják a 47,6 és $63{,}5 \cdot 10^6$ m³ közti évi termelést. A GURC a fokozott összhozamot 1985-ig először a csaknem biztos $285 \cdot 10^6$ m³-re és az indokolt $940 \cdot 10^6$ m³-re becsülte, de ma már úgy véli, hogy az a $159 \cdot 10^6$ m³-t nem fogja meghaladni. Ebben a négy, ma legtöbbet ígérő fokozott módszer valószínű részaránya a következő lesz: micellás-tenzides kiszorítás 0,58, termikus módszerek 0,29, szén-dioxidos eljárás 0,08 és szénhidrogénes elegyedő kiszorítás 0,05. A GURC által 1985-re becsült évi hozamot a kormányszervek 1976 tavaszán $33 \cdot 10^6$ m³-re tovább mérsékelték.

Még óvatosabb a fokozott kitermelési módszerek lehetőségei tekintetében a legújabb, a Society of Petroleum Engineers által a fokozott módszerekről 1976. március 9-én Tulsában rendezett szimpozionon a *T. M. Doscher* és *F. A. Wise* (Shell Oil Co.) részéről előterjesztett becslés. E szerzők az alábbi táblázatukban regionálisan, sőt részben a kihozatalra meghatározó tárolókőzet-fajták szerint csoportosítják az USA biztos olajkészleteit és a mai hagyományos gyakorlattal elérhetőnek becsült végső olajkihozatalokat *(1. táblázat)*. Becslésük szerint a $46{,}95 \cdot 10^9$ m³ maradék

Az USA maradékolaj-készletei

	Eredeti olaj-készlet 10^9 m³	Becsült hagyományos összkihozatal	Becsült maradék készlet 10^9 m³	
D-Louisiana	4,92	0,521	2,35	
K-Texas 2., 3., 5. és 6. kerület	5,58	0,549	2,51	
Összesen (Gulf-part)	10,50	0,536	4,86	0,104
DNy-Texas 1., 4., 7S, 8S és 9. kerület				
karbonátok	10,78	0,310	7,44	
homokok	7,44	0,238	5,67	
Kalifornia	13,21	0,260	9,78	
Oklahoma	5,97	0,330	4,00	
Összesen (a Gulf-part kivételével)	37,40	0,281	26,89	0,573
Az USA többi része	22,10	0,312	15,20	0,323
Az USA összesen	70,00	0,329	46,95	1,000

készletből — amelynek felét 1936 előtt, $^3/_4$ -ét pedig 1950 előtt fedezték fel, így az USA ma e régebbi felfedezéseiből él — a ma legtöbbet ígérő három fokozott módszerrel elérhető többlethozam 1990-ben $39 \cdot 10^6$ m³-re tehető, amelyben a micellás elárasztás részaránya 0,44, a szén-dioxidos kiszorításé 0,26, a gőzelárasztásé pedig 0,30 lehet. Hozzáteszik azonban, hogy ez a mennyiség az elvárható fejlődésre való tekintettel a $68 \cdot 10^6$ m³-t is elérheti. E szerzők megkérdőjelezik még a régi, a magmintákon légköri állapotban mért porozitásértékek alapján készült volumetrikus készletbecslések értékét is, egy szélső példát felhozva, amely szerint a mai lyukszelvényező és a telepviszonyokat (nyomás, hőmérséklet) utánzó laboratóriumi módszerekkel mért porozitás és víztelítettség alapján számított olajkészlet csak 0,71-a a régi módszerekkel számított készletnek. Ez megkívánná a régi készletadatok lefelé, a kihozatalok felfelé korrigálását.

A *Geffen* és a GURC elemzésekre visszatérve, azok még a vihar előttiek voltak. 1973 októberében tört ki a 4. arab—izraeli háború, amely drámaian tárta a világ elé a fejlett olajfogyasztó és a „fejlődő" olajexportáló országok közt feltornyosult gazdasági-politikai ellentéteket, és katalizátorként váltotta ki az olajárak többszörösére emelését, az arab olajembargót, a tőkés országokban az energiaválságot és a világpiaci árviszonyok megváltozását, egy világgazdasági korszakváltást. Ennek hatására készítette el 1974 novemberében az USA-ban a Federal Energy Administration (FEA) a post-embargo Project Independence Report-ot a külföldi energiaforrásoktól független, a belföldi energiaforrásokra épülő energiagazdaság kialakításának a tervét, és hozták létre 1975 januárjában az USA belügyminisztériuma keretében működő Office of Coal Research-nek és a Bureau of Mines szénhidrogénbányászati kutatással foglalkozó részének egy szervezetbe való összevonásával az Energy Research and Development Administration-t, az ERDA-t, a nemzeti energiatervezés, koordinálás és felügyelet szervezetét.

Az ERDA számára a fokozott módszerekkel foglalkozó vállalatokkal együttműködésben a GURC készített becslést az USA-ban e módszerekkel a következő évtizedben kitermelhető olaj mennyiségéről. Fokozott módszer alatt értve minden olyan módszert, amely a tárolóba kívülről bejuttatott olyan energiát és/vagy anyagokat használ fel a szénhidrogének kitermelésére, amelyek használata az olajtermelő iparban ma nem hagyományos. Ezt az ERDA által elfogadott új meghatározást az American Petroleum Institute, az Interstate Oil Compact Commission és a Society of Petroleum Engineers még nem tette a magáévá. E meghatározással halványul a jelentősége a múltból örökölt és akkor egy-egy termelési időszak után új művelésmóddal folytatott műveletek időbeli egymásutánját jelentő primer, szekunder és tercier kifejezéseknek. E definíció szerint a gázvisszasajtolásos nyomásfenntartás, a mozgékonyságszabályozás nélküli vízelárasztás nem tartoznak a fokozott termelésmódok közé. (A felfogások különbözősége, a rokon jelentésű szakkifejezések számának és többértelműségének a fejlődéssel együtt járó szaporodása egyre nehezebbé teszi az eligazodást a szakirodalomban, az egységes műszaki szókincs — tezaurusz — hiánya egyre érezhetőbb.)

A GURC a fokozott módszereket a következőképp csoportosítja:

1. tenzides folyamatok (micellás, mikroemulziós, pszeudoelegyedő, kis feszültségű elárasztások stb.), ez felel meg *Geffen* szolvens—víz hajtásának;

2. szén-dioxidos folyamatok;
3. nagynyomású gázhajtás;
4. szénhidrogén-elegyedő vagy elegyedő dugós folyamatok. A 2.—4. csoport a megfelelője *Geffen* szolvens—gáz hajtásának;
5. kémiai vagy kausztikus elárasztások;
6. mozgékonyságszabályozásos vízelárasztások és
7. termikus folyamatok (gőzelárasztás, melegvíz-elárasztás, tűzelárasztás, nedves tűzelárasztás stb.).

Az angolul újabban enhanced oil recovery-nek (EOR vagy ER) nevezett fokozott olajkitermelési módszerek potenciálja, az alkalmazásukkal elérhető olajkihozatal és a hozam időbeli alakulása előrebecslésében az USA-ban 1973 óta fokozódó tartózkodás figyelhető meg. Potenciális alatt lehetséges, de még nem megvalósítottat értve, e kifejezés pontosan meghatározza a fokozott módszerek mai állapotát. Abban csaknem minden vélemény egyezik, hogy a fokozott módszerek az elkövetkező olajkitermelés fontos tényezői lesznek, de abban is, hogy ez még bizonyítandó.

A GURC úgy véli, hogy a fokozott technika még nem fejlődött odáig, hogy megengedné a viselkedés — a kihozatal és a hozam —, valamint a kockázat lehető pontos előrebecslését. Ezért még nem kész a termelésméretű mezei alkalmazásra. Az előrebecslés ma még csak tájékozott mérnöki vélemény alapján történhet. Következésképp a fokozott módszerrel kitermelt olaj termelési költségei sem becsülhetők, kivéve a feltételezett sikeres műveletek közelítő becsléseit. Sőt az előrebecslés egy kiválasztott fokozott módszernek egy kiválasztott tárolóra nagyüzemi kísérletkénti alkalmazásánál még bizonytalanabb, mint az egész hazai termelésre, mivel ennél statisztikai átlagok nem alkalmazhatók.

Figyelemreméltó tehát így a bizonytalanság mind műszaki, mind gazdasági tekintetben, különösen a fokozott technika valamely adott tárolóra való alkalmazásánál. A legtöbb fokozott technika indulási költségigénye nagy, úgyhogy még sikeres műveletnél is hosszú idő telik el a nyereség jelentkezéséig. A kezdeti tőkeigényt és az anyagköltségeket sikeres műveletnél általában az egész bevétel 0,30—0,40-ára becsülik, tehát az csak az olyan művelő számára lehet vállalkozás, aki a nagyobb hiba költségeit is elviseli. Egyes fokozott módszerek anyagigénye különösen nagy, 1000 m^3 kitermelt olajra micellás-polimeres kiszorításnál 20—43 t szulfonátot, 2,9 t alkoholt és mozgékonyságszabályozóul 2,9 t poliakrilamidot vagy poliszacharidot számítanak.

Mindez nem jelenti azt, hogy a fokozott technika alapja csupán tudományos és mérnöki feltevés. Ellenkezőleg, két és fél évtizeden át nagyon kiterjedt laboratóriumi munkát és jelentős olajmezei vizsgálatokat végeztek, amelyek költségei több száz millió dollárra rúgtak. Ha a verseny és az 1974 előtti szövetségi olajárszabályozás nem állított volna gazdasági gátakat, több fokozott módszer már készen állna a mezei alkalmazásra.

Mindezek ellenére 1973 óta a mezei alkalmazások száma, a kockázat tudatos vállalása mellett, jelentősen megnőtt. Abban a meggyőződésben, hogy amilyen nagy a kockázat, olyan nagy lehet a fokozott módszerek korai és sikeres alkalmazásánál a tét is. És ha a fokozott technika ma kitűzött célja, a más módon ki nem termelhető hazai olajkészletek 0,05—0,10-ének kitermelése szerénynek tűnik is, a mennyiség $47{,}6 \cdot 10^9$ m^3 maradék készlet alapon számolva $2{,}38—4{,}76 \cdot 10^9$ m^3 olaj, igen nagy. A nemzeti energiaellátást tekintve pedig megemlítendő még, hogy a műszaki és gazdasági bizonytalanság a kőolajat helyettesítő más szóba jöhető energiafajtáknál is legalább olyan mértékű, mint a kőolajnál, amelynek szállítására, feldolgozására, finomítására és termékei felhasználására jól kifejlesztett rendszer áll rendelkezésre. A kőolajat helyettesítők már csak ezért sem versenyezhetnek ugyanolyan időléptékben a fokozott technikával nyert kőolajjal.

Mi okozza a többször említett bizonytalanságot? A tárolók sötétkamra jellege. A fokozott termelési módszerek alapja a kívülről a tárolóba juttatott energia és vegyi anyagok a nedvesítés szabályozására, a határfelületi feszültségek és a fluidumok tulajdonságainak a beállítására, és a visszatartó erők legyőzéséhez és az olajnak szabályozott módon a termelőkúthoz való mozgatásához szükséges nyomásgradiensek létesítésére. Az olajkiszorítás hatásfokára optimális viszonyok létrehozása a mélyben a külszínről bevezetett energiával és vegyszerekkel, közvetlen mérések hiányában, rendkívüli körültekintést igényel. A hatásos kiszorító közeg azonban csak kismértékben növeli a kihozatalt, ha nem hatol be a tároló nagy részébe, azaz ha nem nagy a térfogati elárasztás — kiseprés — hatásfoka. Ennek növelését szolgálja a kiszorító közeg áramlásának szabályozása a tárolón át, a mozgékonyság szabályozása. A kihozatalra ható tárolóparaméterek heterogén eloszlása teszi nagyon bizonytalanná az áramlási mező, egyúttal a kihozatal előrebecslését. Ez a bizonytalanság a vízelárasztásnál is fennáll, de a fokozott műveletnél a kezdeti nagy beruházási igény miatt még nagyobb. Ameddig olyan módszereket nem fejlesztenek ki, amelyekkel a tárolóparaméterek kellő részletességgel és ésszerű költséggel térképezhetők, egy kockázatos fokozott olajtermelési módszer becslésében a kiseprés hatásfoka marad a fő bizonytalanság. Ezért a repedezett tárolók csak erős fenntartással alkalmasak a fokozott művelésre.

Nyilvánvaló követelmény a fokozott technika alkalmazásához, hogy a hagyományos termelés után elég olaj maradjon a tárolóban, amivel a művelet kockázata indokolható. Tárolók hatásos természetes vízhajtás vagy nagyon sikeres vízelárasztás után nem kínálkoznak a fokozott műveletre.

A fokozott olajtermelési módszerek olajmezei alkalmazásairól a tőkés világban 1970 és 1973 után, 1976-ban immár harmadízben közöl összeállítást az Oil and Gas Journal (Enhanced recovery action is worldwide. OGJ 1976 *14* 107—38). Ez az országonkénti felsorolás kiterjed a tároló adataira, a fokozott módszert megelőző termelésmódra, az alkalmazott fokozott módszerre, annak állapotára és hozamára, műszaki és gazdasági eredményére. A műveletek száma az USA-ban 175 — közülük 30-nak az előhaladásáról folyamatosan beszámol az SPE új negyedévi folyóirata, az Improved Oil-Recovery Field Reports —, Kanadában 24, Venezuelában 50, Trinidadban 8, Mexikóban 3, Kolumbiában, Brazíliában, Chilében, Algériában, Líbiában és Indonéziában 1—1, összesen 266. A műveletek megoszlása és zárójelben a nyeresé-

ges műveletek száma az USA-ban, ahol mintegy 30 vállalat foglalkozik fokozott olajtermeléssel: termikus művelet 113, közülük időszakos gőzbesajtolás 57 (44), gőzhajtás 33 (19), tűzelárasztás 23 (7); kémiai (elegyedő) művelet 62, közülük szolvens—gáz hajtás (szénhidrogénes és szén-dioxidos) 27 (11), szolvens—víz hajtás (micellás-tenzides) 15 és polimeres-kausztikus elárasztás 20 (8). Összhozamuk kb. $15{,}7 \cdot 10^6$ m³/a, aminek 0,89-a termikus művelet eredménye, túlnyomórészt Kaliforniában. Érdekesség szempontjából megemlíthető, hogy a legnagyobb sikeres műveletek a kaliforniai Kern River gőzhajtásos mező 6222 m³/d és a texasi Kelly Snyder CO_2- és vízhajtásos mező 5555 m³/d fokozott hozammal; a legmélyebbek pedig a Bridger Lake (Utah—Wyo.) szolvens—gáz hajtású mező 4758 m-rel. és a Heidelberg (Miss.) tűzelárasztásos mező 3583 m-rel.

A fokozott olajkitermelési módszerek jellegüket tekintve az alkalmazott termodinamika és a fizikai kémia tudományterületeihez tartoznak, alapjában véve — szabálytalan kifejezéssel — az olajkitermelés kemizálásáról szólhatunk. Más, mechanikai jellegű termelékenységfokozó behatás a formációra a negyedszázaddal a folyadékos kőzetrepesztés olajmezei bevezetése után kifejlesztett ún. masszív folyadékos repesztés, amely a fejlődés egy új irányát jelenti. Ezzel a formációban a kúttól a szokásosnál sokkal messzebb terjedő hasadékok állíthatók elő, nagy térfogatú, gondosan a formáció testére szabott repesztőfluidum besajtolásával. E módszerrel termelékennyé tehetők az e nélkül nem termelékeny formációk.

A módszert az Amoco Production Co. fejlesztette ki a Wattenberg gázmező Muddy „J" formációjában (Colorado), masszívnak nevezve a kétszárnyú, szárnyanként 460 m-nél hosszabb függőleges hasadékot létesítő repesztést. A 250 km² kiterjedésű, 2320—2560 m mélyen fekvő és 3—15 m produktív vastagságú homokkőformáció permeabilitása csupán 0,05—0,005 mD, gázkészlete azonban $37 \cdot 10^9$ m³. A mező masszív repesztésekkel vált termelékennyé. Az eddig legnagyobb kezeléshez 1900 m³ emulziós fluidumot és 455 t homoktámasztékot használtak fel pilléres elhelyezéssel, a függőleges hasadék számított szárnyhossza megközelítette az 1200 m-t. A masszív repesztőtechnika hatalmas távlatokat nyit, esetenként többet várnak tőle, mint a nukleáris repesztéstől.

1975 a tokiói 9. Kőolaj-Világkongresszus éve volt. A szakemberek ilyen méretű találkozása alkalmat nyújt reprezentatív számvetésre. Ilyen volt a két beszámoló a világ szénhidrogénkészleteiről, [1] és [2]. A világ végső kinyerhető olajkészleteit $273 \cdot 10^9$ t-ra becsülik [1]. Ebből 1974. január i-ig kitermeltek $40{,}5 \cdot 10^9$ t-t, felfedezett vagy ismert mezőkben bizonyított $101 \cdot 10^9$ t, a maradék $131{,}5 \cdot 10^9$ t a még felfedezésre váró lehetséges készlet, amelynek harmadafele a parton túl — tenger alatt —, a maradék nagy része pedig lakhatatlan területen helyezkedik el. Hogy ennek milyen hányadát fogják kitermelni, az gazdasági és politikai tényezőktől és a kitermelési technika fejlődésétől függ. A Szovjetunión és Kínán kívül a fel nem fedezett olajkészletek 0,67-a az óceánok és az 1770 m vízmélységig számított kontinentális padjaik alatt fekszik. A tanulmány külön figyelmet szentel az óriás mezőknek. A statisztika azt mutatja, hogy a világ szénhidrogénkészleteinek 3/4-e óriás, $79{,}5 \cdot 10^6$ m³ olajnál ($500 \cdot 10^6$ barrel) vagy ennek egyenértékénél, $93{,}5 \cdot 10^9$ m³ gáznál nagyobb készletű mezőkben található. Készleteiknek 0,85-a antiklinális csapdákban fordul elő. Az óriás olajmezők száma 264, ezek tartalmazzák a felfedezett mezők végső kitermelhető készleteinek 0,718-ét. Ez a készletbecslés még az 1973 őszi olajembargó előtti árak alapján készült. *Lewis G. Weeks* a világ kinyerhető olajkészleteit a moszkvai 8. Kőolaj-Világkongresszuson még $510 \cdot 10^9$ t-ra becsülte. A becslések nagy különbségének okait és általában az olajtermelés problémáit és megoldási lehetőségeit magas szinten elemezte *Manfred Lorbach* az Österreichische Gesellschaft für Erdölwissenschaften 1975. évi őszi bécsi ülésén. (Probleme der Erdölgewinnung und Möglichkeiten zu ihrer Lösung. ÖGE-előnyomat, 1975.)

A világ bizonyított kinyerhető gázkészleteit [2] $65 \cdot 10^{12}$ m³-re becsülte (1974. január 1-i állapot), az összes végső kinyerhető készletei pedig valószínű, hogy alig haladják meg a $170 \cdot 10^{12}$ m³-t. Az utóbbi mennyiségnek eddig valamivel több mint 0,1-ét használták fel. A részesedés a biztos készletekben: Közel-Kelet 0,317, Szovjetunió 0,275, Észak-Amerika 0,152, Nyugat-Európa 0,079, Afrika 0,076, Dél-Ázsia és Távol-Kelet 0,040, a többi 0,061.

Több olyan elemzés foglalkozik még a szénhidrogénkészletekkel és kitermelésük költségeivel, amelyek említése e bevezető fejezetbe kívánkozik. A fokozott műveletek várható költségeit az USA-ban mérlegeli [3]. Az USA mai olajtermelésének 0,25-át termeli vízelárasztással. A szerző e hagyományos módszer maradék olajából fokozott technikával $4—8 \cdot 10^9$ m³-t becsül kitermelhetőnek. De míg az 1 hordó (0,159 m³) olaj termelési költsége fokozott módszerrel a 9 $-t is meghaladhatja, addig az 1974 előtti 3 $ körüli olajárat a régi mezők „régi olaj"-ánál 5,25 $-ra, az új mezők „új olaj"-ánál pedig 7,50 $-ra emelték. Ugyanakkor az importolaj ára helyt kikötő 12 $-on felül van. A hazai szénhidrogén-kutatás és -kitermelés fokozásának csak a belföldi áraknak a világpiaci árakhoz igazítása adhat lendületet.

Korábbi becslését a fokozott módszerekkel elérhető olajkihozatalokról némileg módosítja [4]. Szól a fokozott módszerek kombinációs változatainak az előnyeiről, és a fizikai jellegű kiszorítás hatásfoka kifejezés helyett a találóbb kémiai jellegű kitisztítás hatásfokát használja. Úgy becsüli, hogy a jövőben kitermelhető tercier olaj felét szolvens—víz hajtással, $^1/_4$-ét szolvens—gáz hajtással és $^1/_4$-ét termikus módszerekkel fogják kinyerni.

A három legtöbbet ígérő fokozott módszer olajmezei alkalmazásai közül 12 tenzides elárasztás, 10 tűzelárasztás — közülük 7 nedves — és 7 nagy CO_2-os elárasztás, összesen tehát 29 művelet elemzését végezte el a GURC az ERDA számára. Erről számol be [5]. A műveletek egy részében az iparral kooperációban az ERDA is részt vett. — Az ERDA anyagi részvételét fejtegeti nyolc fejlett — micellás-polimeres, polimer, CO_2-besajtolás és termikus — módszerű mezei kísérletben és hat — masszív folyadékos és nukleáris — repesztési műveletben [6] és [11]. A műveletek összes költsége 53,52 millió $, ennek 0,615 részét az ipar, a többit az ERDA viseli. Ezenfelül az ERDA 867 000 $-ral segíti a fokozott módszerek kutatását öt egye-

temen, ebből 419 000 $-ral a Gulf Universities Research Consortiumot. — Az SPE-nek az 1975. évi őszi, a fokozott olajkitermelés tárgyában rendezett értekezletén a 29 előadásból 23 a micellás-polimeres és a repesztő műveletekről szólt, ami jellemző a legújabb irányzatokra [7]. Szó esett a micellás-tenzides dugókhoz a szulfonátszükségletről, ami a GURC szerint 1982-ben elérheti a 2250—4500 t/d-ot. A távlati energiahelyzetről közölték, hogy 2000-ben $1{,}6 \cdot 10^6$ m^3 szintetikus tüzelőanyagra lesz szükség, amihez olyan ipart kellene felépíteni, amelynek az évi növekedése 0,16, amit eddig még egyetlen tőkeintenzív ipar sem ért el.

A fokozott termelési módszerek lehetőségeit mérlegelve [8] közli az USA alsó 48 államában 11 olajterület homokkő- és karbonáttárolóinak kezdeti olajkészleteit és a hagyományos módszerekkel becsült végső kihozatalait. Eszerint az egész kezdeti olajkészlet a homokkőtárolókban $45{,}34 \cdot 10^9$ m^3, a karbonáttárolókban $19{,}72 \cdot 10^9$ m^3, összesen $65{,}06 \cdot 10^9$ m^3, a megfelelő átlagkihozatalok pedig 0,329 és 0,279, azaz az egész átlagkihozatal 0,314. Legnagyobb a végső átlagkihozatal K-Texas 6, 8 és 8A kerületeiben, homokkőben 0,683, karbonátokban 0,373. Úgy véli, hogy fokozott módszerekkel az átlagkihozatal 0,465-re növelhető, aminek a feltétele az olaj valódi értékének megfelelő ár.

A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának az olajbányászattal foglalkozó bizottsága és az Olaipari Minisztériuma 1973-ban vitaülést rendezett a termikus olajtermelési módszerekről. Az ülésen elhangzott előadásokat beszámolónk megfelelő fejezeteiben ismertetjük. Bevezető előadásában *A. P. Krülov* rámutat a fokozott olajtermelési módszerek jelentőségére és időszerűségére, és kiemeli közülük a termikus módszereket. Végül indokolja a feladatokat, amelyek e módszerekkel kapcsolatban a Szovjetunió tudományos és ipari szervezetei előtt állnak [9].

A romániai olajmezőkön a hagyományos víz- és gázbesajtolással elérhető átlagkihozatalt 0,30-ra becsülik. A romániai olajmezők tulajdonságainak a rendkívüli változatossága lehetővé teszi a fokozott termelési módszerek valamelyikének alkalmazását. A fokozott technika lehetőségeinek elemzése alapján a következő 15 esztendőben 0,42-nál nagyobb végső átlagkihozatalt kívánnak elérni [10].

Érdekességénél fogva még két közlésről kell megemlékezni. A texasi Regular-mezőn (Eastland County) elektromos árammal terveznek olajat termelni, erről tájékoztat [12]. — Lengyelországban pedig a kútkörnyék baktériumkultúra besajtolásával történő serkentésére 1961 és 1971 között ipari méretekben 20 kúton végeztek kísérleteket, kutanként 0,5 m^3 aktív biotömeget tartalmazó baktériumtenyészet, 2 t molasz és 50 m^3 telepvíz 500—1500 m mélységbe sajtolásával. Ezek szerény eredményéről számol be [13].

4.2. Telepfluidumok

A kőolaj szerves eredetéről szóló legújabb feltevéseket foglalja össze [14]. Eszerint a kőolaj kiinduló anyagai szerves maradékok — viaszok, gyanták, spórák, pollenek — és baktériumok, algák testének maradványai. Az üledékekbe temetett szerves anyag utóbb termikus diagenezissel kőolajjá alakul át. Ezt a felfogást laboratóriumi vizsgálatok támasztják alá: 1. megmagyarázzák a kőolaj nagybani összetételének nagy hasonlóságát és a különbségeket is közöttük; 2. betekintést nyújtanak a kiinduló anyag lerakódási környezetének a kőolaj jellemző tulajdonságaira gyakorolt hatásába; 3. magyarázatot adnak a nagy és kis kéntartalmú kőolajok előfordulására. A szerző nem zárja ki a szervetlen eredet lehetőségét sem.

Az Északi-tenger északi részén az utolsó öt évben több nagy jurakori homokkő-olajmezőt fedeztek fel. Ezek keletkezéséről, a migrálásról, a csapdában történt felhalmozódásról és ami a kitermelés számára meghatározó, a telepek fajtáiról ad összefoglalót [15]. — Arra a kérdésre keres [16] választ, van-e geokémiai mélységhatáruk a szénhidrogén-előfordulásoknak. Mérlegeli keletkezésüket, majd bomlásukat az ülepedési sebesség és a geotermikus gradiens függvényében. Arra a következtetésre jut, hogy az olajfázis az említett változók szerint 4250—7600 m között, a gázfázis pedig 7600 m-nél nagyobb mélységben szűnik meg.

Kőolajok és anyakőzeteik geokémiai korrelációs módszereit foglalja össze [17], amelyek hasznos támpontul szolgálhatnak a kutatáshoz. Az USA-ban 1974-ben az új mezőket kutató fúrásoknál 1:45 volt a sikerarány, 45 fúrás közül csak 1 talált több mint 159 000 m^3 olajat vagy $28{,}3 \cdot 10^6$ m^3 gázt, tehát jelentős készletet. Ez mutatja az olyan segítség mértékét, mint a geokémiai kutatás.

A Dnyepr—Donyec-medence földgáz- és gázcsapadék telepei szabad gázai argontartalmának statisztikai vizsgálata azt mutatta, hogy az összefüggés az Ar-tartalom és a földgázkészletek között egyértelmű [18]. A földgázkészletek átlagos Ar-tartalma $5 \cdot 10^9$ m^3-ig 0,0298, $10—100 \cdot 10^9$ m^3-nél 0,0169 és $100 \cdot 10^9$ m^3-en felül 0,0133. Ezzel az összefüggéssel a készletbecsléseknél számolnak. — A Pannon-medence horvát területének kőolajait a szénhidrogénarány (C_1/C_n, ahol $n = 2,3...$) alapján korrelálja [19]. — Szénhidrogén-keverékek és a C_{5+} összetevőik, illetve a C_1/C_{5+} arány laboratóriumi vizsgálatai is támpontot nyújtanak a telep fajtájára. [20] szerzői a Szovjetunió kb. 50 telepének fluidumait vizsgálták meg statisztikailag a Student valószínűségi feltétel alapján.

A Szibériai-tábla wend- és alsókambrium-kori kőolajaiban a genetikai ismertető jeleknek tekinthető szerves kénvegyületek összetételét és mennyiségét vizsgálta [21]. — Azerbajdzsán produktív sorozatából

származó kőolajok hamujában a Fe, Ni, V, Cr, Cu, Ti és Mn nyomelemeket vizsgálta [22], amely értékek kutatási ismérvekként értelmezhetők. — A Naftalinszk-i telep olaja nagy kénsavgyanta-tartalma miatt a telepviszonyok közt viszkoplasztikus tulajdonságú. Laboratóriumi vizsgálatokkal [23] szerzői meghatározták a nyírószilárdságot és a szerkezeti viszkozitást a hőmérséklet függvényében. Nehéz komponensek adszorpcióját elkerülendő a kőzetben áramlás közben, meghatározták a cseppfolyósodás hőmérsékletét és a telepen meleg víz besajtolását javasolják.

A kőzetek víztartalmának a diagenezisben, a szénhidrogén-migrálásban és -felhalmozódásban játszott szerepéből nyilvánvaló, hogy összetételének ismerete hasznos lehet a szénhidrogén-kutatásban. A vizek szerepét részletesen taglalja és osztályozásukra *Sulin* nyomán javaslatot tesz [24]*.

Türkméniai szénhidrogén-telepek kitermelése közben az agyagok jelentős vízleadását állapították meg [25]. Ez a folyamat diagenetikus hatás, a geosztatikus és a telepnyomás különbségének a következménye. A mélység és az effektív nyomás összefüggésének diagramjából a vízhozam növekedésének az effektív nyomástól függése szembeszökő. — Vízhajtású olajtelepek kitermelésénél a telepvíz és a besajtolt víz tulajdonságainak és ezek folytonos változásának az ismerete alapvető fontosságú. Az oldott gázok növelik a kompresszibilitást, és csökkentik a viszkozitást és a sűrűséget; az oldott ásványi anyagok, a hőmérséklet és a nyomás a további befolyásoló tényezők. Desztillált víztől 1,18 g/cm³-ig terjedő sűrűségű rétegvizekig a vizeken végzett vizsgálatok adatai alapján [26] megadja a felsorolt paraméterek összefüggését.

Az irkutszki olajkerület wend-je mélységi vizeiben oldott gázok összetételét vizsgálta [27]. A vizsgálat alapján három jellemző gáztelítettségi övet különböztet meg: egy tiszta metán-, egy nitrogén-metán keverék- és egy tiszta nitrogénövet. Az oldott gázok telítettségi nyomása és a szegélyvízvonaltól mért távolság arányából közvetlen összefüggést nyert a vizek metántartalma és az ismert szénhidrogéntelepek között. — A víz olajat oldó képességét vizsgálta [28]. Bizonyos hőmérséklet- és nyomásértéken felül előáll a teljes kölcsönös oldódás — elegyedés — feltétele. Homokkő modelleken végzett laboratóriumi olajkiszorító vizsgálatoknál 21—22 MPa nyomáson 573 K hőmérsékletig 0,427—0,482 volt az olajkihozatal, 583—593 K-on 0,975—0,996. A közel teljes kiszorítást a kölcsönös oldódásra vezeti vissza. CO_2-hozzáadásra a hőmérséklet 533 K-ra csökken.

A Chambre Syndicale de la Recherche et de la Production du Pétrole et du Gaz naturel illetékes albizottsága által összeállított nagyon hasznos ajánlást tartalmaz a mélységi folyadék-mintavétel módszereiről és eszközeiről [29].

Kísérleti adatok alapján [30] szerzői módszert javasolnak telepfluidumok buborék- és harmatpontnyomásának kielégítő pontosságú meghatározására mind térfogatfázisban, mind porózus közegekben Utóbbiakban meghatározhatók a fázisátmenetek is. — Baskíria anomális viselkedésű, nem newtoni olajainak nyomásviselkedését vizsgálták állandó térfogaton és hőmérsékleten [31]. Az anomália a pV-izotermán jelentkező púp volt. A gáztalanított arlanszki olaj nyomása a nyomás alá helyezését követően csökkent, majd 4—5 h után visszaemelkedett a kiinduló nyomására. A gázzal részben telített olajnál aszfaltén hozzáadással a nyomás 5,5 h alatt állandóan csökkent. E viselkedést a kitermelés tervezésénél figyelembe kell venni.

Földgázok eltérési tényezőinek gépi számítására a *Starling*-állapotegyenlet általánosításával egy $z=f/\varrho_r/$ egyenletet közölnek [32], ahol a redukált sűrűség $\varrho_r=z_c p_r/zT_r$, és a kritikus eltérési tényező feltevés szerint $z_c=0{,}27$. A z polinom 11 együtthatóját 1500 adat alapján számították ki. Az 1500 adat pontjainak átlagos abszolút hibája 0,00486 és a normál szórás 0,00747, ha $z=f/T_r,\varrho_r/$, illetve 0,00307 és 0,00378, ha $z=f/T_r,p_r/$. Az utóbbi esetre FORTRAN-programot közölnek. Az alkalmazás ajánlott határai $p_r<1{,}0$ és $0{,}7<T_r\leqq 1{,}0$.

Édes (CO_2-) és savanyú (H_2S-tartalmú) földgázok kompresszibilitásának a meghatározásához *Dranchuk, Purvis* és *Robinson* nyolcállandós állapotegyenlete (1974) alapján új korrelációt és a számításhoz szubrutint adnak [33] szerzői. A $c_r/T_r,p_r/$ összefüggéseit diagramokon is bemutatják az $1{,}05\leqq T_r\leqq 3{,}0$ és $0{,}2\leqq p_Y\leqq 15{,}0$ redukált értéktartományban.

A kőolajok mennyiségének méréséhez, a normál állapotú térfogat számításához a sűrűség és a hőkiterjedési tényező ismerete szükséges. Az U.S. Bureau of Standards és az American Petroleum Institute megvizsgálta e fizikai tulajdonságokat a kőolajokról és készítményeikről ma rendelkezésre álló forrásadatok alapján. A mérések pontossága jobb, mint $1\cdot 10^{-6}$, és az egységek a Système International tömeg-, hosszúság- és hőmérsékletegységei [34].

C_1—nC_8 paraffin-szénhidrogének, továbbá H, N, CO, CO_2 és H_2S-gázok és metil-ciano-acetát keverékeinek pvT-cellában meghatározott $K=y/x$ gőz-folyadék egyensúlyi arányai 0 és 37,8 C° közötti izotermáit közli 10 MPa nyomásig [35].

Gáz-csapadék fluidumok fázis- és térfogatos viselkedését a *Soave—Redlich—Kwong*-állapotegyenlettel számítják [36] szerzői. Példákkal szemléltetik a N, CO_2, H_2S és/vagy aromásokat tartalmazó telepfluidumok becslésének megbízhatóságát. A telepfluidum teljes elemzése hiányában egy retrográd harmatpontra vagy a nehézfrakció relatív móltömege, a sűrűség- és forrponteloszlásra van szükség. — Gáz-csapadék telepek fajtájának meghatározására összetételük alapján 59 telep jellemzőit dolgozták fel statisztikai megbízhatóság szempontjából [37]. Olajszegéllyel bíró telepeket legjobban a C_5 értéke jellemzi, az olajszegély nélkülieket a C_1/C_5 arány.

Kőolajrendszerek viszkozitásának becslésére a korábbi — gázmentes (holt) olajoknál a *Beal*-, gázzal telített (élő) olajoknál pedig a *Chew* és *Connally*-féle — korrelációknál jobb, új korrelációt dolgoztak ki, 600 olajrendszeren mért 460 holt olaj és 2073 élő olaj észlelése alapján, $R_s=3{,}5$—368, $\varrho_o=0{,}746$—0,958, $p=0$— 36,2 MPa és $T=21{,}1$—146,1 C° értékek mellett [38]. — Kőolajok viszkozitása, sűrűsége és hőmérséklete közti összefüggést 580 olajmintán vizsgálta [39]. A nyert tapasztalati összefüggés $\log v=-14{,}95+16{,}38\varrho+0{,}0611\ T$. Hasonló vizsgálatokkal lehet most már a kőolajok sűrűségét 100 és 120 C° között, azaz az Apseron félszigeten 4500 és 6000 m mélység között a feltárásuk előtt kiszámítani.

A dinamikai viszkozitás, mint a legfontosabb

transzporttulajdonság meghatározására egy félautomatikus berendezést írnak le [40] szerzői, amely 50 MPa nyomásig és 100—430 K hőmérsékleteken dolgozik. 0,02—0,03 K hőmérséklet-szabályozási pontosság, 0,01 s időmérési hiba, a mérőkapilláris 0,0005 legnagyobb eltérése mellett és egy 0,05 osztályú súlymérleggel az eredmény bizonytalanságát ±0,018 —0,02-re becsülik. — Aszfaltén- és gyantatartalmú kőolajok anomális viszkozitásviselkedésének ismerete a kitermelés tervezéséhez és végrehajtásához nélkülözhetetlen. Kiterjedt vizsgálati anyag alapján rendelkezésre áll a reológiai jellemzők rendszere olyan anomális kőolajokra, amelyek viszkozitása a nyírófeszültségtől vagy a telepnyomás-gradiensektől függ [41].

Kausztikus oldatok — reagens tisztaságú NaOH-oldatai laboratóriumban desztillált vízben — és 78 mezőről származó 168 kőolajon mért határfelületi feszültségeket tanulmányozta [42]. A kőolajok közül 131 figyelemreméltó felületi aktivitást mutatott a kausztikus oldatokkal szemben, amit a savszámukkal, sűrűségükkel és viszkozitásukkal korrelált. Csaknem minden 0,935-nél nagyobb sűrűségű kőolaj és kausztikus oldat határfelületi feszültsége kisebb volt 0,01 dyn/cm-nél. A határfelületen aktív olajminták 0,9-e elérte a legnagyobb mérhető felületi aktivitást a szorosan az 0,001 súlyrész kausztikus koncentrációnál. NaCl az oldatban növeli, $CaCl_2$ csökkenti a felületi aktivitást.

Négy szénhidrogén-rendszer vizsgálatával megállapították, hogy a gázhidrátképződés megfosztja a szénhidrogén-folyadékot a könnyű alkotóitól [43]*. Ez egyszerűen azzal magyarázható, hogy az izobutánnál nagyobb molekulák már nem férnek bele a gázhidrát rácsszerkezetébe. Kristályos hidrátok várhatók a mélységi környezetben, ha a hőmérséklet- és nyomásviszonyok olyanok, hogy a hidrátok az egyensúlyi fázis. Az Északi-lejtő sekély (<1200 m) öveiben található gázmentes olajok valószínűleg a gázuktól gázhidrátképződéssel megfosztott olajok.

4.3. Tárolókőzetek

Az Északi-tenger egyik jurakori homoktárolójának petrográfiai és mineralógiai vizsgálatával az ásványok átalakulásából a diagenezis három lépcsőjét sikerült megállapítani, az utolsó már egybeesett az olaj és sós víz felhalmozódásával, ami az illit neogenezisét okozta [44].

A higanykiszorításos *Ruska*-féle univerzális porométernek egy módosított formáját ismerteti [45], amellyel jelentősen nőtt a porozitásmérések pontossága. A nem módosított porométer piknométerében a hengeres minta térbeli elhelyezkedésével maradtak holtterek a minta és a higany nem teljes érintkezésénél, ami a minta egész térfogatánál pl. egy 5 cm^3, egész térfogatú mintánál +0,1 cm^3-es hibát okozott. A módosított műszernél a térfogat hibája ±0,01-ra, sőt különös gondossággal ±0,005-re csökkent. Sok esetben ilyen pontosságra van szükség.

A porozitás, permeabilitás és a közepes pórussugár összefüggéseit tanulmányozta porózus karbonátos kőzetben [46]. Az értéket kéttényezős diszperziós analízissel értelmezték. Ezáltal a pórussugár-eloszlás bevonása az értelmezésbe a permeabilitástartományok erősebb differenciálódását okozza az egyenlő porozitású övekben. Megállapítja, hogy a karbonátokban az áramlás tulajdonságait a pórussugár-eloszlás különösen erősen befolyásolja. — Porózus tárolók porozitása és permeabilitása alsó határértékeinek meghatározására a permeabilitás összefüggését a nyitott és effektív porozitással, a maradékvíz- és a maradékolajtelítettség alapján határozza meg [47]. E módszerrel gáz-, olaj- vagy vízszintek tárolótulajdonságai magvizsgálatokkal pontosan meghatározhatók.

Különleges technikát fejlesztettek ki konszolidálatlan homokoknak olyan viszonyok közt történő teljes vizsgálatára, amely viszonyok bizonyos biztosítékot nyújtanak arra, hogy az eredmények a helyben levő tárolóhomokra jellemzők. A [48]* tanulmány eljárást ismertet a kompresszibilitások, a több fázisú áramlás jellemzői, a megrekedt gáz, a permeabilitás és a porozitásnak, valamint a telepnyomás-csökkenés e tulajdonságokra gyakorolt hatásának a mérésére. Kiterjed a tanulmány a textura megzavarására és a homokszemek törésére is a mintavétel során, és arra, hogy a konszolidálatlan homokból történő magfúrástól a homok milyen mértékű megóvása várható.

Azerbajdzsán tárolókőzetei reprezentatív áteresztőképességeinek meghatározására a tárolók inhomogenitásának értékelése céljából a *Pearson*-féle bétatípusú integrálgörbe-eloszlás mutatkozott a legcélszerűbbnek. Ezt indokolja [49]. — A permi kerület karbonátsorozatában a hasadékoknak az iránytól függését besajtolókutakban Disolvan és Uranin indikátorral vizsgálták sikerrel [50] szerzői. Eszerint bár a hasadékok eloszlása egyenlőtlen, irányuk törvényszerű, a kutak talpnyomásának növelésével pedig nyílásuk bővül, és fluidumvezető képességük nő. — Hasonló vizsgálatokról számol be [51] is, megállapítva hogy a hasadékosság a regionális fő hasadékirányokat tükrözi.

Agyagok porozitását tanulmányozták a mindenkori rétegsorok földtani kora és litológiai összetétele függvényében [52] szerzői. — A kanadai Pembina-mező Cardium-homokjában a tiszta termelőszelvény meghatározására és a készletbecslés pontosítására egy értékelő módszert dolgoztak ki [53]. A higanybesajtolással meghatározott effektív pórusnyílás átmérőjének és a permeabilitás/porozitás arányának tapasztalati korrelációja alapján a tárolóparaméterek — a tiszta termelőszelvény, pórustérfogat és áramlási kapacitás — sorozatait állították elő a magvizsgálatok

alapján. Ezzel tárják fel a termelékenység növelésére alkalmas kutakat.

A lublini szinklinórium és a Baltikum körüli szerkezetek mély rétegeiből vett kőzetmintákon végzett nagyszámú sűrűség-, porozitás- és kompresszibilitásvizsgálat eredményei alapján a kőzetfizikai paraméterek változásait rétegtani sorozatonként lineáris függvényekkel közelítette [54]. — Tárolókőzetek pórusszerkezetének vizsgálatához különböző törésmutatójú színtelen telítő fluidumok alkalmazhatók, amelyek egymást különböző sűrűségük miatt kölcsönösen kiszoríthatják. A kiszorító térfogatokból a porozitásértékek számíthatók, és a permeabilitás becsülhető [55]. — Egy, a formáció ellenállási tényezőjének közvetlen mérésére szolgáló készüléket ismertet [56].

Márgás homokkőtárolók olajtelítettségének — olajkészletének — meghatározására a *Waxman—Smits*- és az *Archie*-egyenletek alkalmazását egy jellemző kaliforniai tárolón, a Kern River-mezőn vizsgálta meg [57]*. Az eredmények azt mutatják, hogy ezen a mezőn a *Waxman—Smits*-egyenletekkel, azokat függetlenül meghatározott paraméterekkel kombinálva, a tároló olajkészlete megbízhatóan becsülhető. A szokásos *Archie*-egyenlet itt nem ad ésszerű eredményt. — A telítettségi kitevő hatását réteges és szórt fajtájú márgás homokok elektromos ellenállására mutatja be [58]. A víztelítettségi kitevő, az ellenállás és az agyagtartalom közt erős az összefüggés. — Tárolókőzetek víztelítettségének a kőzet dielektromos állandójának a mérésével történő meghatározásáról tájékoztat [59].

A tároló folyadéktelítettségének meghatározására a termelési adatokból, a három fázisra felírt frakciós egyenlet alapján, egy iterációs grafikus módszert mutat be [60]*. Alkalmazását egy vízelárasztás tervezésénél az 1936-ban felfedezett kaliforniai Ten Section-mezőn (Kern County) ismerteti.

Gáznak karbonátkőzetből nedvesítő fázis felszívódásával történő kiszorításakor a kőzetben rekedt maradékgáz-telítettséget tanulmányozta első ízben, jellemző kőzetfajtákban [61]*. A maradék gáz a kezdeti gáztelítettséggel és a kőzet fajtájával változott. Korrelációt azonban a permeabilitással, sőt a porozitással sem sikerült találni. A maradékgáz-telítettség 0,8 kezdeti gáztelítettségből tömött kristályos mészkőben 0,6, krétás szövetűben 0,23 volt. A probléma víztest fölötti gáztelepeknél a föld alatti víztest-gáztárolóknál egyaránt fontos. A karbonátkőzetek bonyolultsága miatt minden karbonáttárolónál egyedi vizsgálatra van szükség.

Homokkőminták vízpermeabilitásának függését a magot megtisztító módszertől tanulmányozták [62] szerzői. Két különböző laboratóriumban különböző módszerrel tisztított, de egyező anyagon, egyező módszerekkel mért effektív vízpermeabilitások tízszeres különbséget mutattak majdnem egyező maradékolaj-telítettség mellett. Ennek fő oka a kőolaj tenzidtartalmának adszorpciója és deszorpciója, azaz a nedvesítési viszonyok megváltozása a mag kőzetanyagán annak tisztításakor. A szerzők hasznos tanácsokat adnak a magtisztítás módszerének a kiválasztásához.

Tenzidtartalmú fluidumoknak az olajtermelő formációk mátrixpermeabilitására gyakorolt hatását tanulmányozta kőzetmagokon [63], a folyadékos kőzetrepesztésre és savazásra való tekintettel. A vizsgálatokhoz olajjal és vízzel nedvesítő, különböző tenzideket tartalmazó vízbázisú és szénhidrogén-fluidumokat használt. A nyert adatok alapján az optimális formációt kezelő fluidum kiválasztható. A tanulmány kiterjed a „vízblokk"-eltávolítás, a formáció szénhidrogén-permeabilitása helyreállításának a módszerére is.

Vastag, anizotrop formáció egy vékonyabb szelvényéből termelő kút nyomásviselkedésének elemzésére a szférikus áramlás egyenleteinek az alkalmazhatóságát bizonyítja be [64]*. Leírja a vízszintes és függőleges permeabilitásarány meghatározásának módjait és ebben a termelés időtartamának a hatását.

A szelvényezést megelőző vagy bárminő más fluidumbesajtoláskor a maradék olajnak a közvetlen kútkörnyékről történő nem szándékolt kiszorításával foglalkozik [65]. Grafikonokat közöl a megzavart olajtelítettség övének sugaráról a besajtolás sebességének, a határfelületi feszültségnek és a $\Delta p/[r\sigma \ln(r/r_w)]$ kiszorítási aránynak a függvényében. Becsülhető az a legnagyobb besajtoló sebesség, amely a maradékolajtelítettséget még nem mozgósítja.

A Rocky Mountains nagy kiterjedésű és nagyon tömött gáztárolóinak hatalmas gázkészletei csak masszív folyadékos vagy nukleáris repesztéssel termelhetők ki. A repesztési terv elkészítéséhez és a legjobb repesztő fluidum kiválasztásához a tárolókőzet in situ gázpermeabilitásának és fluidumveszteségi tényezőinek megbízható becslésére van szükség. Ezek meghatározására szerkesztett nagyon kis gázáramoknak és nyomáskülönbségeknek nagy belső és külső nyomáson történő mérésére alkalmas különleges berendezést [66]. A nagyon tömött tárolókőzetek in situ permeabilitása erősen függ a víztelítettségtől és a külső (fedő-) nyomástól.

Magminták belső pórusfelületén az eredeti nedvesedési telepállapot helyreállítására ad hasznos gyakorlati tanácsokat [67]. — Magminták eredeti természetes állapotának a laboratóriumban történő helyreállításáról értekezik [68] is: a magok tisztításáról, azoknak telepfluidumokkal történő telítéséről a kívánt telepállapot utánzásához, telephű minta előállításáról. Ehhez a szerző a homokkövekre és mészkövekre egyaránt kiterjedő hasznos útmutatást ad.

Kőzetek belső felületének a mérésére a Bureau of Mines egy módszert fejlesztett ki [69]*. A porózus mintában adszorbeált nitrogén mennyiségét gázkromatográffal mérik, és ebből számítják ki a belső felületet. Az eredményt összehasonlították a *Kozeny—Carman*-egyenlettel számítottakkal, *Carman* texturatényezőjét 5-nek véve. Üveggyöngyökkel és zúzott homokkal kiváló egyezést nyertek. Azonban öt homogén homokkő N-adszorpcióval nyert felületei 26—43-szorosát tették a *Kozeny—Carman*-egyenletekkel meghatározottaknak. (Az egyetlen N_2-molekula által elfoglalt terület 15,4 Å^2.) — A Szovjetunió különböző homokos— homoklisztes és hasadékos — porózus karbonátos szénhidrogén-tárolóinak mintáin a fajlagos felület meghatározásáról tájékoztat [70]. Ezzel igazolja az összefüggést a szemnagyságeloszlás, valamint az ásványösszetétel és a kőzet szövete között. A finomszemcse-frakció jelentősen növeli a fajlagos felületet.

A felület érdességének az érintkezési szög hiszterézisére gyakorolt hatását tanulmányozta a kapillá-

risfelemelkedés észlelésével különböző mértékben érdesített belső felületű politetrafluoretilén csövekben [71]. A sima és az érdes felületeken mért előnyomulási és visszahúzódási szögek összefüggéseivel vizsgálta *Wenzel* érdes felületekre vonatkozó elméletének érvényét. Eredményeit azután a tároló nedvesítési viszonyaira értelmezte, az olajkiszorításban a felszívási — előnyomulási szögű — és lecsapolási — visszahúzódási szögű — folyamatoknál.

Kőolajok tenzidösszetevői kvarcfelületen az olajkiszorítást nehezítő határréteget alkotnak. Az olajhártya egyes frakcióinak vizsgálata azt mutatta, hogy az aszfaltének, gyanták és a nehézolaj mennyisége az olajhártya vastagságának csökkenésével nő [72]. Anomális olajhártya kifejlődésekor a szilárd felület először a legkisebb móltömegű aszfalténeket adszorbeálja. Az adszorbeált olajhártya vastagsága 0,1—0,24 μm. — Mesterséges agyagtartalmú porózus anyagokon tanulmányozták a felületükön visszatartott fluidumok kölcsönhatását a gázokkal, áramlás közben [73]. Különböző maradék folyadéktelítettségek — olaj és víz — mellett az áramlási összefüggés nem volt lineáris, és kezdeti nyomásgradiens lépett fel. Az eltérés a *Darcy*-törvénytől növekvő külső nyomáson erősödött, és hiszterézisjelenségek is felléptek. Az okok az adszorpció és a hidratizáció. — Porózus terrigén kőzet permeabilitásának és diffúziós, illetve adszorpciós aktivitásának összefüggéseiről tájékoztat [74]. Erre az összefüggésre döntő hatású a fajlagos felület nagysága. Emellett az ásványos összetétel és a permeabilitás közötti összefüggéseket adszorpciónál és diffúziónál behatóan meg kell vizsgálni. Olajnedves kőzeteknél nincs közvetlen összefüggés az adszorpció és a permeabilitás között.

A nem elegyedő fluidumkiszorítás modelljét több rétegű porózus közegben a rétegek közti kapillárisnyomás hatásait figyelembe véve dolgozza ki [75]*. Bemutatja a pszeudorelatívpermeabilitás-függvények számítására szolgáló *Hiatt—Hearn*-módszer módosítását. A modellt, amely egydimenziós és nincs tekintettel a gravitációs erőre, víz- és gázhajtás elméleti elemzésére és numerikus vizsgálatokra használja. Vízhajtásnál a kapilláriserők elősegítik az éles frontot és áttöréskor a nagyobb kihozatalt, szemben a nem kapilláris esettel.

A pórusszerkezet hatásait tanulmányozta homokkövekben a kapilláris- és áramlási jelenségekre, amelyeknek a közeg pórusszerkezete és a rendszer — kőzet és fluidumai — fizikai, kémiai tulajdonságai a meghatározói [76]. A pórusszerkezet — a pórustér topográfiája — jellemzésére a bivariáns pórusnagyságeloszlások két fajtáját mutatja be, a pórus belépőnyílásainak (átmérőinek) eloszlási függvénye mellett az első- és másodrendű bivariáns pórusnagyságeloszlási függvényt. Ezekkel a bivariáns függvényekkel értelmezhető a kapillárishiszterézis, korrelálhatók a tercier olajkihozatalok a pórusszerkezettel, és alkotható olyan háromdimenziós hálózatos modell, amellyel a porózus közeg egyfázisú permeabilitásai és elektromos ellenállási tényezői becsülhetők.

Rétegtani csapdákban tanulmányozta a kapillárisnyomásokat [77] és megállapította, hogy a migrálás kritikus magasságának a

$$z_c = 2\sigma\left(\frac{1}{r_t}-\frac{1}{r_p}\right)\Big/ g(\varrho_w-\varrho_o)$$

képlettel számított értéke megegyezik a csapdákban észleltekkel. A képletben r_t a szűkület, r_p a pórus sugarát jelenti.

Szemcseközi porozitású tárolókőzetek pórusterének jobb jellemzésére [78] szerzői kapillárisnyomás-vizsgálatokat végeztek. A hiperbolikus kapillárisnyomásgörbe görbülete szoros kapcsolatban van a pórusszerkezet bonyolultsági fokával. A kapillárisnyomás nagysága és a permeabilitás, valamint a közepes pórussugár és a maradékvíz-telítettség között korrelációs kapcsolat van. A szerkezeti paraméter előnyösnek látszik a kőzetek pórusszerkezete különbözőségének jellemzésére. — Elméleti úton vizsgálták a kapillárishiszterézist kúpos kapillárisokban [80]. Az egyenletek numerikus megoldásával a rendszerre potenciálgörbéket nyertek, amelyekből a kapillárisfelemelkedés egyensúlyi magassága meghatározható. A görbesereg elemzéséből adódik a kapilláris mérete, a folyadéktulajdonságok. a határfelületek és a nedvesedési tulajdonságok hatása a kapillárishiszterézisre.

Lecsapolásirányú levegő—víz kapillárisnyomás-mérésekről számolnak be kőszenekben különböző fedőnyomás mellett [81] szerzői. A nyert adatok alapján vizsgálták a pórusnagyság jellemzőit, amelyek a szén bonyolult, makro- és mikrorepedésekből összetett pórusszerkezetére utaltak. Vizsgálták a pórusok kompresszibilitását is, a porozitás változása a fedőnyomással 10 MPa-ig jelentős volt, e fölött a póruskompresszibilitás 1,45—$10.9 \cdot 10^{-4}$ MPa^{-1} értéken állandó.

A Dnyepr—Donyec-medence tárolókőzetein telepviszonyok és légköri viszonyok mellett mért porozitás- és permeabilitásértéket hasonlítja össze [82] azzal az eredménnyel, hogy a légköri viszonyokkal szemben a 2045—4175 m mélységnek megfelelő viszonyok mellett a porozitásértékek átlag 0,08-dal, a permeabilitásértékek pedig a $^1/_2$—$^1/_4$-ére csökkentek.

Konszolidált kőzetek mintáin tanulmányozták a hőmérséklet hatását a relatív permeabilitásra, víz—olaj rendszerrel, szobahőmérsékleten és 79,5 C°-on. A hőmérséklet növekedésével az irreducibilis víztelítettség jelentősen nőtt, a maradékolaj-telítettség pedig jelentősen csökkent. A relatív permeabilitás az olajjal szemben minden víztelítettség mellett nőtt, a vízzel szembeni pedig csökkent a szobahőmérsékleten mérthez képest. A hőmérséklet növekedésével az abszolút permeabilitás csökkent. A szobahőmérsékleten mért permeabilitásadatokkal előre becsült olajkihozatal tehát alábecsült [83]*.

A szakaszos és helyben hevítésnek négy jellegzetes homokkő abszolút permeabilitásaira, rugalmas állandóira és elektromos ellenállásaira kifejlett hatását tanulmányozta triaxiális cellában, 34,5 MPa fedő-, 20,5 MPa oldalnyomásig és 305 C° hőmérsékletig, száraz és 0,02-os sós vízzel telített állapotban [84]. Az eredményeknek a termikus kitermelési módszerek terjedését tekintve nagy a jelentőségük.

Kőzetek hővezető képessége hőmérséklettől való függésének meghatározását [85] szerzői a hővezetés fordított módszerének alkalmazásával javasolják.

Összehasonlító teorámák segítségével sikerült nagyon pontos értékeket találni a hővezető képesség változásának sebességére a hőmérséklet függvényében. — A Green River-formáció olajpaláinak hővezető képességét és diffuzivitását tanulmányozták laboratóriumi mintákon, a tervezett in situ termikus kitermelésre és az ezzel járó hőveszteségre való tekintettel [86] szerzői. A hővezető képesség csökkenése 0,325—215 m^3/t közt növekvő fajlagos olajtartalommal és 600 C°-ig terjedő hőmérséklettel négyszeres volt.

A nyomásnak és hőmérsékletnek a termelőszintek tárolótulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgálták [87] szerzői is. Szerintük a porozitás- és permeabilitásértékeknek telepviszonyok mellett nagyobbaknak kell lenniük, mint a külszínen. Olajszintek porozitásértékei 0,025-del, permeabilitásértékei 0,5-del, földgázszintek porozitásértékei 0,06-dal, permeabilitásértékei pedig 0,8-del nagyobbak a telepek termodinamikai feltételei mellett. Készletszámításoknál 2 km-nél nagyobb mélység esetén ezért korrekciók ajánlatosak.

Morzsolható homokok mechanikai tulajdonságait — a szemcséket összekötő cement szilárdsága, az egész in situ szilárdság, a formáció kompresszibilitása és a *Poisson*-arány — vizsgálta a fúrás és termelés különböző állapotának megfelelően, a szokásos kútszelvény adatai alapján [88].

0,02—0,24 porozitású karbonát tárolókőzetek mechanikai-rugalmassági jellemzőit foglalják össze [89] szerzői. Megállapítják, hogy a telepnyomás növelése nagy porozitású kőzetekben és természetes hasadékhálózatos kőzetekben új hasadékok képződésével és a természetes hasadékok tágításával jár, ami a termelésre kihat. — Homokkőrészecskék maradó alakváltozásának a porozitásra gyakorolt hatását tanulmányozta laboratóriumban a Ny-Kubán-süllyedék jura- és alsó krétakori homokkőszintjeinek 1000 mintáján [90]. A pórustérfogat nagy mélységben bekövetkezett alakváltozása normálállapotban megmarad. Rugalmatlan alakváltozásra a pórustér a mélységben bonyolultabb lesz, és a fajlagos ellenállás már nem alkalmas a porozitás értékelésére. Nagy mélység előidézte állapotban a pontos szelvényezéshez az alakváltozás hatásának pótlólagos vizsgálata szükséges.

Mind kísérleti, mind figyelemreméltó mezei vizsgálati adatok azt mutatják, hogy a kőzet szilárdsága és a szonikus kompressziós és nyírósebességekből, valamint a kőzet sűrűségéből számítható dinamikai rugalmassági állandók közt korreláció létezik. Mivel a szétmorzsolható üledékekben a nyírósebesség szonikus vizsgálattal közvetlenül nagyon nehezen vagy egyáltalában nem határozható meg, [91]* a rugalmassági állandókra a kompressziós sebességnek, a kőzetsűrűségnek és a homok márgásságának összefüggéseiből következtet. A kőzet szilárdsága a fő tényező annak meghatározásában, hogy lesz-e a kútban homokosodási probléma.

A permeabilitás és az effektív feszültség összefüggését tanulmányozva [92] szerzői megállapítják, hogy a telepnyomás (pórusnyomás) hatása a permeabilitásra jelentősen nagyobb, mint a kőzetnyomásé, valószínűleg azért, mert a mátrix kompresszibilitása nagyobb, mint a benne ülő szemcsés hálózaté.

Kőzetmagoknak nagynyomású és hőmérsékletű kamrákban végzett vizsgálatai alapján [93] szerzői módszert dolgoztak ki az anomális nagy telepnyomásoknak a kőzetek alakváltozási értékeiből történő meghatározására. Az alakváltozási görbékből a különböző geológiai viszonyok közt várható telepnyomás becsülhető. Az előre becsült és a megfigyelt nyomások eltérése eddig 0,1 alatt van. — Karbonáttárolók inhomogenitását a kőzetrészek rugalmas tulajdonságai alapján határozza meg [94]. Ezért a karbonáttárolók e paraméter alapján ugyanúgy osztályozhatók, mint kőzetfizikai tulajdonságaik szerint. Az egyes mészkősorozatok szerkezetük szerint egyenlő porozitás mellett egyéni rugalmassági értékeket mutatnak. — Ugyanezen készülékkel tanulmányozták a hasadékok bezáródását, valamint a rugalmas és maradó alakváltozásokat [95].

Tömött homokkövekben levő hasadékok nyílásának a változását vizsgálták különleges készülékben, 38 MPa-ig terjedő külső (fedő-) és 47 MPa-ig terjedő belső (telep-) nyomás és 293 K-ig terjedő hőmérséklet függvényében [96] szerzői. Az összefüggések lineárisak voltak.

Az elektromos, nukleáris és akusztikus lyukszelvényező rendszereket úgy alakították át, hogy azok a tengerfenék porozitásának a térképezésére alkalmasak legyenek. Ezeket a módszereket ismerteti [97].

4.4. Fluidumáramlás

A szénhidrogén-kitermelés fizikai alapjairól nyújt jó áttekintést a szokásos fejezeteket a kőzetek alakváltozásaival és — a termikus termelésmódokra való tekintettel — a termodinamika fejezeteivel kiegészítve a [98] könyv. — Az anomális — nem newtoni — olajok porózus közegekbeni áramlásával foglalkozik kilenc fejezetben az úttörő jelentőségű [98a] mű, a fizikai alapoktól a változó áramlásig heterogén porózus közegben és a nem elegyedő folyadékok kétfázisú áramlásáig. — Tároló—kút rendszerek hidrodinamikai vizsgálatainak elméleti alapjait foglalja össze [99].

Kőolajnak az anyakőzetéből olajfázis alakjában történő migrálása — a primer migrálás — tisztázatlan problémájával foglalkozik [100]. — Lengyelországban a Szudéták előterében hidrodinamikai gázcsapdák valószínű létezését állapították meg, és erről számol be [101].

A porózus közegben folyó radiális tranziens nem Darcy-gázáramlás nem lineáris parciális differenciálegyenleteinek a megoldására számítógépprogramot ad [102]*. A programmal meghatározhatók a nyomáseloszlások és a tömegáramok az idő és a hely függvényében, állandó hozam és állandó nyomás mellett;

változó permeabilitás, inercia-ellenállási tényezők, szliptényezők és kőzetkompresszibilitás mellett és a gáz tulajdonságai nyomásösszefüggésének figyelembevételével. Bizonyos körülmények közt e tulajdonságok mindegyike érezhetően befolyásolhatja a tranziens választ. Így például megfigyelték, hogy a szlip nemcsak laboratóriumi furcsaság, hanem egy jellemzően tömött tárolóban a tranziens választ is befolyásolhatja.

Egyenlő időtartamú megcsapolások nyomásadataiból közvetlen módszert ad a *Forchheimer*-fajtájú áramlás egyenlete kitevőjének a meghatározására [103]. Ez az egyenlet gyakran alkalmasabb a *Darcy*-egyenletnél, mint általában vélik. A Közel-Kelet nagy termelékenységű hasadékos tárolóin a hozam előrebecslésében 0,50 körüli hibára vezethet az utóbbi használata. Ez gáztárolókra is érvényes.

A nem lineáris áramlási törvény első ízben *Lejbenzon* által történt megfogalmazása alapján [104] szerzői a radiálszimmetrikus stacionárius áramlásra összefüggést vezetnek le, amely a nyomáseloszlás és térfogatáram eltérését mutatja a *Darcy*-törvénytől. Differenciálegyenletet adnak az instacionárius áramlásra is. — Két nem newtoni folyadék stacionárius áramlását egy kúthoz vizsgálják elméleti úton [105] szerzői. Ez a kontúron kívülről elárasztás esete. Áramlási törvényül egy hatványtörvényt választanak, és anyagmérleggel jutnak a kiszorító fázis kontúrhoz érkezési idejének becsléséhez. — Több rétegből álló rendszernél ad a kútba áramlás számítására algoritmust [106].

Homokkövekben egykomponensű fluidum — a víz — nem izotermikus egy- és kétfázisú áramlását tanulmányozták elméleti úton és laboratóriumi modelleken végrehajtott úttörő vizsgálatokkal: meleg és hideg fluidum, kétfázisú — forró — fluidum és hideg fluidum kezdetben meleg porózus közegbe sajtolásával, tekintettel a geotermikus energia termelésére [107] szerzői.

Két fázisnak, folyadéknak és gáznak porózus közegben függőlegesen lefelé irányuló együtt áramlását tanulmányozták, figyelembe véve a lassú fázisközi transzfert is, a gázfázis „csatornás" áramlásának a felderítésére [108] szerzői. — A kőszéntelepeken folyó kétfázisú áramlást tanulmányozták laboratóriumban és szimulációval [109] szerzői. Széntelep fúrással történő gáztalanításakor a metánáram az idővel nő. Ennek oka a relatív permeabilitás; a szén relatív permeabilitása meredeken nő, amint a víztelítettség csökken.

Lineáris tároló—víztest rendszer termelési és nyomástörténetéből a hatásos víztest tulajdonságainak — vízpermeabilitás, a határviszonyok fajtája, méretek és teljes pórustérfogat — értékelési módszerét mutatja be [110]. Az összegezett vízbeáramlást mint az idő folytonos függvényét *Duhamel* egyenlete segítségével vagy a konvolúciós integrállal határozza meg, így nincs szükség dimenziótlan vízbeáramlási táblázatokra. Az adott víztest tulajdonságait a jelen vízbeáramlás egyenletei és a társult tároló anyagmérlege kombinálásával nyeri.

Lineáris és radiális tároló—víztest rendszerek viselkedésének előrebecslésére és a víztest geometriája és nagysága, a tároló nagysága, a rendszer fluidumvezető képessége optimális becslésére új és gyors módszert mutat be [111]. Új a módszerben az, hogy a tároló kompresszibilitásának a változásával számol. Az eredményeket egy feltételezett gáz- és egy valóságos olajmező példáján mutatja be.

Inhomogén porózus közegben elhelyezkedő végtelen víztestben folyó, kétdimenziós, nem megállapodott áramlás parabolikus típusú, nem lineáris parciális differenciálegyenletében a paraméterazonosítás számára egy hatásos algoritmust ajánl [112]. Az azonosításra kiválasztott paraméter a hidraulikus diffuzivitás, amely a térváltozók függvénye. A javasolt algoritmust két numerikus példán mutatja be.

Az áramlási potenciál elméleti és kísérleti vizsgálata porózus kőzetekben ama következtetésre vezetett, hogy az áramlási potenciált a permeabilitás befolyásolja. Az áramlási potenciál és a permeabilitás összefüggése a 2 mD-nál kisebb permeabilitásoknál kielégítő, a 2 mD-nál nagyobb permeabilitásoknál kevésbé szembeszökő [113].

Tárolókőzetekben a pórusszerkezettől függő mikroszkopikus áramlás heterogenitásával, ennek mérésével, az eredmények értelmezésével és a tároló egészére való alkalmazásával foglalkoznak [114] szerzői. A heterogenitást egy nitrogén/hidrogén egyenlő viszkozitású elegyedő kiszorításnál az áttöréskor elért kihozatallal és a *Dykstra—Parsons*-permeabilitásvarianciával fejezik ki. A tanulmány bemutatja, hogy a mikroszkopikus áramlás heterogenitásának értékei a laboratóriumi kiszorítási adatok értelmezésénél és a mezei kiszorítási műveletek kiértékelésénél egyaránt fontosak.

A fedőnyomásnak a hasadékos karbonátkőzetek áramlási és tárolóképességére gyakorolt hatását vizsgálta laboratóriumi modellen [115]*. A termelésre bekövetkező folyadéknyomás — telepnyomás — csökkenésével nő a tiszta fedőnyomás, és ennek következtében nagymértékben csökken a hasadékok áramlási és tárolóképessége. A szerző a körülzárt, mesterséges és természetes repedezett kőzetmagok permeabilitását mérte 0,35—14 MPa triaxiális nyomástartományban, és azt találta, hogy a hasadékok képviselte permeabilitás köbgyöke lineáris függvénye a fedőnyomás logaritmusának. A hasadékok összezáródását — „begyógyulását" — a felső nyomáshatárnál sem tapasztalta. Karbonátkőzetek hasonlóan viselkednek, ezeknél a látszólagos összezárulási nyomás kb. 28 MPa.

Newtoni (víz mint poláris és petróleum mint apoláris) és nem newtoni (erősen gyantatartalmú kőolaj) folyadékok áramlását szűk hasadékokban tanulmányozták laboratóriumban [116]. Itt a newtoni folyadékok is nem newtoni tulajdonságokat mutattak, amelyek növekvő hasadéknyílással zérusig gyengültek. A nem newtoni folyadékok viselkedése hasonló volt a nem newtoni áramlás állandóinak egy határozott és megmaradó értékéig.

Egy nem newtoni folyadéknak elegyedő kiszorítását egy másikkal vizsgálja [117]*, bizonyos maximumgradiens-közelítésekkel, amint az a kenés elméletében szokásos. A folyadékok a feltevés szerint hatványtörvény-fajtájúak, és a kiszorítás plánparalel lemezekkel határolt vagy szűk csőközrendszerben történik, olyan viszonyok között, ahol a diszperziós hatások molekuláris diffúzióval társulnak, és a konvekció elhanyagolható. Az eredményekből a kiszorítás hatásfoka, bizonyos jellemző csoportok — a fázisok sűrű-

ségaránya, az effektív viszkozitásarány, a fluxuscsoport és a hatványtörvény emelkedése — alapján előre becsülhető. Az eredmények az első megközelítései a sok formációkezelésnél előforduló lassú kiszorításoknak.

A konvekciódiffúzió egyenletének a kezelésére egy nagy pontosságú véges különbségi technikát ajánl [118]*.

Zárt víztestben a homokkal kitámasztott hasadékok hatását tanulmányozta a víztesten teljesen áthatoló kút felé tartó áramlásra, a hasadékproblémára alkalmazott variációs elv alapján, a véges elemek módszerével [119]. A számítások eredményeit elektrolitikus tartállyal ellenőrizte. Meghatározta a potenciáleloszlást, a hasadék és a formáció permeabilitásainak arányát, a hasadék hosszát, helyzetét és irányát, és megvizsgálta a vízszintes és függőleges anizotrópia hatását is.

Az olaj nem stacionárius áramlását kettős porozitású tárolóban szimulálták [120] szerzői. Módszert fejlesztettek ki az áramlás paramétereinek a meghatározására mind a hasadékokban, mind a porózus blokkokban, mind pedig a két rendszer között. Döntő volt ebben a nyomásváltozási görbék módszerének a szerepe, amelynek értelmezési lehetőségeit bővítették.

A porozitásnak és a permeabilitásnak a hidrodinamikai vizsgálatok alapján történő meghatározásához nyújt hatásos statisztikai eszközt [121]. Ez egy ama problémacsoportba tartozó fordított probléma, amely parabolikus és elliptikus differenciálegyenletek koefficienseinek a meghatározását foglalja magában túlspecifikált határadatokból.

Viszkoelasztkus folyadék instacionárius áramlását egy kúthoz egy *Reiner*-tétel alapján tárgyalja [122]. Az állandó hozam és az állandó nyomásesés eseteit analitikailag a *Laplace*-transzformációval oldja meg. A megoldásokat laboratóriumi vizsgálatokkal ellenőrizte.

A nyomástól függő fluidum- (μ,ϱ) és a feszültségre érzékeny kőzettulajdonságoknak (ϕ) a tranziens nyomás elemzésére gyakorolt hatását vizsgálták egyfázisú áramlásnál [123] szerzői, az $m_D(1,t_D)$ dimenzótlan pszeudonyomás függvényében, változatos hozam, geometria, és belső és külső határállapotok mellett. Az ilyen peszeudonyomásmegoldások minden gyakorlati esetben megegyeznek az állandó tulajdonságú folyadékok áramlásánál a $p_D(1,t_D)$ használatával nyert szokásos megoldásokkal. Az egyetlen kivétel a zárt külső határ esete, amikor a nyomástranziens elég hosszú ideig tartott ahhoz, hogy e határ befolyásolja. Ez esetben az $m_D(1,t_D)$-vel nyert megoldások egyszerű kiigazítással egy vonalba hozhatók a $p_D(1,t_D)$-megoldásokkal.

A porózus közegben folyó tranziens áramlás számára a hidrogeológiától átvett transzmisszibilitás és tárolás (storage) kifejezések elvetését, és helyettük a kh/μ számára a transzmisszivitás, a ϕch számára pedig a sztorativitás (tárolóképesség) kifejezések használatát javasolja [124].

Víztestből a víznek hasadékos tárolóba történő beáramlása leírására fejlesztett ki [125] egy modellt, amely magában foglalja a jó és a gyenge kőzet fizikai tulajdonságait és a hasadék paramétereit. Az alkalmazások azt mutatják, hogy a víztest viselkedésére a hasadékban folyó áramlás a döntő, és a kőzet tulajdonságai és a hasadékok közti távolság jelentősége kisebb. Adott víztestnél a hasadék permeabilitása és a hasadéktérfogat törtje a fontos paraméter, ha pedig a kőzet nagy hányada szegény kőzet, akkor ennek a permeabilitása és porozitása.

A megcsapolás területének a meghatározásáról szól [126], különös tekintettel a különböző tulajdonban levő bányatelkek határán túli — idegen — terület megcsapolásánál.

A formációt csak részben, egy intervallumban megnyitó kúthoz tartó tranziens áramlás korábbi, állandó folyadékáramot feltételező tanulmányait tekintik át [127] szerzői, és egy új megoldást adnak, egy végtelen vezetőképességű vonalforrást szorosan megközelítve, az állandó nyomás a termelő intervallum mentén esetére.

A vízszintes, végtelen kiterjedésű rétegben egy ferde kút körül előálló tranziens nyomáseloszlás analitikai megoldását adja, a réteget egész vastagságában vagy csak részben megnyitó kút esetére [128]*. A réteget egész vastagságában megnyitó kút egy negatív szkinhatást létesít, amely a kút dőlésszögétől és a réteg vastagságától függ. — Ugyanezt a problémát terjeszti ki a réteget részben megnyitó ferde kút pszeudoszkintényezőjének a számításával [129].

Perforált béléscsővel megnyitott tároló termelékenységének a becslésére ad hasznos nomogramot homogén tárolóban és károsodott kútkörnyékkel (szkinnel) [130]*, a perforációk különböző sűrűsége (az ismétlődés függőleges távolsága sorjában $h=30{,}48$, 15,24, 7,62 cm), egyszerű és eltolt helyzete ($\Theta=0°, 180°$), továbbá 15,24—30,48 cm kútátmérő, k_z/k_r permeabilitásarány és a perforációk 2,54—50,8 cm kőzetbe hatolási távolsága mellett. A módszer a perforációk környékén kialakult áramlás egyenleteinek gépi megoldásán alapszik. A nomogramokból a termelékenységi arány (PR: Productivity Ratio, a perforált kút és az egyenértékű nyitott kút hozamainak aránya) a kút és a tároló paramétereinek tág határai mellett becsülhető.

A nyomásváltozási periódus bármilyen módszerrel nyert nyomásadatainak egységes elemzésére kidolgozott módszerét ismerteti [131]. A módszerrel a legjobb statisztikai becslések nyerhetők a kezdeti telepnyomásra, a permeabilitásra, a szkintényezőre és — ha alkalmazható — a nem Darcy-áramlás állandójára. A módszer számítógépre könnyen programozható, a sok megfigyelés regressziós elemzésével a kútvizsgálati adatok gyorsan, megbízhatóan és olcsón elemezhetők. — A kútvizsgálati adatok egységes kezeléséről értekezik [132] is.

Mélyszivattyús kutak vizsgálatával, a statikus talpnyomás, a termelési talpnyomás, a kút teljesítménye és a szivattyú teljesítménye meghatározásával foglalkozik [133.] A folyadékfelszínt akusztikus módon határozza meg gázos, habos folyadékoszlopnál is.

A „Saturn" analóg-digitális — hibrid — rendszer alkalmazását mutatja be olajtelepek leművelési feladatainak a megoldására [134], amellyel a telepnyomás értékeiből és a kutankénti hozamokból a hidrovezetőképesség meghatározható. A hidrovezetőképesség térképei igen értékesek. A rendszer továbbfejlesztésének a célja egy telep optimális művelési változatának kiválasztása adott gazdasági paramétereknek

megfelelően. — Porózus közegekben az áramlási folyamatok számítására a hidrodinamikai vizsgálatok eredményei alapján [135] szerzői modelleket ajánlanak. Ezeket az Arlan- és az Usin-telepeknél sikeresen alkalmazták.

A kút által megcsapolt pórustérfogatnak és a porozitásnak a *Horner*-féle nyomásemelkedési vizsgálattal történő új meghatározásáról számolnak be [136] szerzői. Eddig erre csak a nyomáscsökkenési görbéből volt mód, ami azonban számos hátránnyal járt.

A véges tárolók nyomásemelkedési viselkedését vizsgálja a *Horner-* és a *Miller—Dyes—Hutchinson-*(MDH)-) elemző módszerekkel, különböző oldalarányú négyszögű rendszerekben különbözőképp elhelyezett kutaknál [137]*. A termelési idő és a rendszer geometriája függvényében korrelációt ad a két módszerrel nyert féllog egyenes végső szakaszai között, amiből megbecsülhető az az idő, ameddig a kutat le kell zárni ahhoz, hogy a nyomásemelkedés a *Horner-* vagy MDH-módszerrel elemezhető legyen.

Gázkutak változó hozamú megcsapolásakor felvett talpnyomás-csökkenési görbék elemzéséhez *Winestock* és *Colpitts* módszerének használatát javasolja [138].

Végtelen kiterjedésű rendszerben két egymást metsző határ (vető) mint ék közelében elhelyezett kút talpnyomásváltozására — csökkenés, emelkedés, interferencia — ad analitikai megoldást, és annak érvényességét egy gázkúton végzett vizsgálattal igazolja [139]*.

A [140] tanulmány szerzői abból indulnak ki, hogy a szokásos hidrodinamikai vizsgálati módszerek csak radiálszimmetrikus homogén rétegekre alkalmazhatók. A szerzők egy ún. befolyásfüggvényt alkalmaznak, és hozzá a T és S komplex paramétereket képezik. Radiálszimmetriánál a termelékenységi mutatónak S^{-1} felel meg és $T=r_e^2/4x \ln\frac{r_e}{r_w}$. A két paraméter meghatározása grafikusan történik. — Olajkutak talpnyomás-emelkedését tanulmányozzák hasadékos-porózus tárolókban és a permeabilitás és a szkintényező számításához módszert ajánlanak [141] szerzői. A levezetés *Barenblatt* és munkatársai differenciálegyenlet-rendszerén alapszik.

Az Usinszki-tároló nagy viszkozitású olajával különböző permeabilitású tárolókőzet-mintákon áramlási vizsgálatokat végeztek a porózus közegnek a folyadék reológiai tulajdonságaira gyakorolt hatása vizsgálatára [142] szerzői. A porózus közeg hatásaként a viszkozitás nőtt, és kezdeti nyomásgradiens lépett fel a permeabilitás csökkenésével. A nyomásemelkedési görbék nem monoton folyamatra utaltak, és állandó nyomásesés mellett a kilépő áram az időben reprodukálhatóan csökkent, amit nehéz szénhidrogénalkotóknak a pórusfalakra történt lerakódásával magyaráztak. Üzemi mérések 0,01—0,24 MPa kezdeti nyomásgradienst mutattak.

Gyors lefutású instacionárius áramlási jelenségeknél a sebesség- és nyomáslassulásokat egy, a sebesség és nyomás számára időrelaxációval kibővített *Darcy*-törvénnyel javasolják figyelembe venni a [143] tanulmány szerzői. A rugalmas áramlás nyomásegyenlete megegyezik a hasadékos-porózus közegével. A sebesség- és nyomáslassulással számolt nyomásemelkedési görbékből, amelyek a kezdeti első részt határozzák meg, másfélszeres arányosság adódik az idővel. Megvizsgálták az oldott gáz hatását is a nyomásemelkedési görbékre.

Kétfázisú — olajat és gázt — termelő kutak talpnyomásának meghatározására a talpnyomásemelkedési görbék jobb, a gáz—olaj keverék fizikai-kémiai tulajdonságaira is kiterjedő értelmezésével ad módszert [144]. — Termelékeny tárolóréteg és kis permeabilitású fedőrétege kölcsönhatásának hidrodinamikai vizsgálat alapján történő analitikai értékeléséről, a kútkörnyéken előidézett nyomásfelemelkedésből a réteg paramétereinek és az átáramlásnak a meghatározásáról szól [145].

Korábbi tanulmányaik továbbfejlesztéseként repesztett tárolókban elemzik a tranziens talpnyomásváltozást végtelen vezetőképességű hasadékkal és állandó fluxussal 1. függőleges hasadékkal négyzet alakú gyűjtőterületen, 2. vízszintes hasadékkal végtelen közegben [146] szerzői. Log-log skálán ábrázolt típusgörbeseregek könnyítik meg az észlelt görbe egyeztetését. Az eredmények azt mutatják, hogy a hasadékok normálisnak tűnő viszonyok közt is oly mértékben befolyásolják a nyomásváltozást, hogy abból a hasadékok függőleges vagy vízszintes helyzete is meghatározható.

A kőolajok paraffintartalma [147] szerint az áramlással szemben a kút környékén többletellenállást, szuper szkinhatást okozhat.

A telepfolyadékok teszterbe áramlása elmaradásának okát olyan rétegekből, amelyek fúrás közben produktívnak mutatkoznak, a talpnyomásváltozás szimulációjával határozza meg [148]. — A fúrószáron át végzett formációvizsgálat egy új változatát, a a dugóvizsgálatot (slug test) ismertetik [149] szerzői. A kútból egy meghatározott fluidummennyiség — dugó — kivételét követő tranziens nyomás-idő válasz görbéjének egy új típusgörbesereg valamely görbéjére illesztésével meghatározható a permeabilitás és a szkinhatás. A módszer fő alkalmazási területe az olyan nyomásváltozás, amelynél a fluidumbeáramlás a fúrószárba már kezdi „megölni" a kútba áramlást.

Az 1971—73 közötti években Lengyelországban végzett fúrószáras formációvizsgálatok eredményeivel és problémáival foglalkozik [150]. — Egy, a Szudéták előterében fekvő monoklinálison elhelyezkedő gáztárolónak fúrással, kútgeofizikai mérésekkel és különösképp fúrószáras formációvizsgálatokkal nyert információk komplex értelmezésével történt értékelését ismerteti [151]. Ebben az esetben az értékelést a teszteres vizsgálat anomáliái tették nehézzé. — Diszkontinuitás — áramlási gát — távolságának a meghatározása fúrószáron át végzett formációvizsgálat adataiból a témája [152]-nek.

A csövezetlen fúrólyukban való használatra kifejlesztett Schhlumberger gyártmányú huzalos formációvizsgáló eszközt ismerteti [153]*.

Interferenciavizsgálatok tervezéséről, végrehajtásáról és eredményeinek értelmezéséről értekeznek [154] szerzői. E vizsgálatokkal megállapítható, hogy a kutak ugyanazt a tárolót nyitják-e meg, meghatározhatók a formáció kh/μ transzmisszivitása és ϕhc_t sztorativitása, nyomásváltozási vizsgálatokkal kombinálva pedig a tároló különböző heterogenitásai is. Egyszerűbben végezhetők, mint a pulzusvizsgálatok,

de az utóbbi időben a vizsgálat félreértett időigénye miatt háttérbe szorultak. Az interferenciavizsgálatok könnyebben és kb. $^1/_3$ idő alatt végezhetők, mint az egyenértékű pulzusvizsgálatok, ha ugyanazokat a műszereket használják.

Kutak interferenciájának vizuális tanulmányozására egy kissé összenyomható olajtároló szimulációs modelljéből indultak ki, egyetlen kút, termelő-besajtoló kútpárok, és egyetlen kútban a nyomásimpulzus tranziens viselkedésének a modellezésére [155] szerzői. Az időben változó eredményeket az IBM ADAGE rajzolórendszerrel három dimenzióban ábrázolva mozgófilmre vették, amivel vizuális képet nyertek a tárolóban a nyomástranziensek mozgásáról.

Az interferenciaelemzés egy esetét anizotrop formációkban mutatja be nagy jelentőségű tanulmányában *Ramey* [156], *Papadopulos* anizotrop víztestekre kidolgozott módszere alapján egy vízbesajtolás elemzését a nagyobb és a kisebb permeabilitás és az ismeretlen permeabilitás-mátrix tájoltságának a meghatározása céljából. A módszer a loglog típusú eljárással összekapcsolva hatásos módszer a tároló anizotrópiájának a felderítésére és folyadékbesajtoló művelet tervezésére.

A lineáris nyomástrendek hatásáról az interferenciavizsgálatokra hívja fel a figyelmet [157]. Egy interferenciavizsgálat eredményeinek elemzésénél a nyomásváltozást az észlelő kútban rendszerint csak a termelőkút hatásának tekintik. Bármily más meglevő trend a tároló nyomásában, hibát okoz a tároló tulajdonságainak az interferenciavizsgálatból levezetett értékeiben, hacsak hatását nem veszik figyelembe az elemzésnél. Lineáris nyomástrend okozta hiba a tároló nyomásában típusgörbék segítségével határozható meg.

A kútfurat tárolóképességének a hatását vizsgálta első ízben a pulzusvizsgálat nyomásválaszára [158]. Két diagramot közöl a kút tárolóképessége és a kútsűrűség összefüggésére, a válasz idejére és a legnagyobb nyomásválaszra. Két példát is közöl, egyet egy folyadékkal tele kútra, egy másikat pedig egy kisnyomású gázt tartalmazó kútra.

Elméleti úton vezeti le az összefüggést az egyenlőtlen pulzus- és lezárási időtartamú pulzusvizsgálatnál egyfelől a válasz késési ideje és amplitúdója, másfelől a pulzusciklusok tartama és a pulzusok arányai közt [159]*. E változók összefüggését a tároló paramétereivel alkalmas dimenziótlan csoportokkal fejezte ki. A tanulmány érdeme még a pulzusvizsgálat terminológiájának a szabatosítása is.

Természetes hasadékos tárolókon végzett tárolóhatár-vizsgálatokról számolnak be [160] szerzői. Az ilyen szárazgáz-tárolókon a rövid idős nyomásemelkedési, interferencia- és pulzusvizsgálatokat a tároló határai befolyásolják. Vonalforrások végtelen sorával típusgörbéket szerkesztettek, és ezeket a nyomásemelkedési, interferencia- és pulzusadatokkal egyeztették a megcsapolt terület becslésére, valamint a porozitás és a permeabilitás számítására. A számított értékeket jól tudták egyeztetni természetes hasadékos rendszerekről közzétett adatokkal.

Korábbi szerzőknek a víz- és a gázkúpképződésre adott kétfázisú megoldását háromfázisúvá — gáz, olaj és víz — általánosítva adja a hozam képletét a kritikus és a — betörés utáni — szuperkritikus helyzetben [161]. — Vízkúposodás háromdimenziós szimulátora számára peszeudofüggvényeket — pszeudorelatívpermeabilitás- és pszeudokapillárisnyomás-függvényeket — alkot, és alkalmazásukat egyszerű modelleken és egy nagy tárolószimulátor-modellen mutatja be [162]. A modell a kúposodás pszeudofüggvényeivel vízszintes áramlás szimulálására is alkalmas, szegélyvízhajtású tárolók háromdimenziós tanulmányozásánál az előnyomuló vízhatár nyelvesedésének szimulálására az egyes kutak felé.

A víz-olaj kúposodást tanulmányozta elméleti és kísérleti úton [163]*. A cél volt 1. numerikus kúposodási modell alkalmazása a laboratóriumi kísérletek eredményeire és a numerikus modell érvényességének igazolására; 2. a numerikus modell felhasználása a kúpképződést és a kitermelést befolyásoló bizonyos paraméterek tanulmányozására. A numerikus kúposodási modellel nyert eredmények azt mutatták, hogy az olajkihozatal nagyobb és a víz-olaj arány kisebb volt, amikor a hozam, a kút behatolása, a függőleges permeabilitás és a kútsűrűség csökkent, vagy amikor a vízszintes permeabilitás és a gravitációs és viszkózus erők aránya nőtt. Ha az olajöv egy vízszintes és nagy permeabilitású réteg, az olajkihozatal akkor a legnagyobb, amikor a réteg az olajöv legfelső részén van.

Talpi vízhajtással nyomásfenntartásos, telítetlen, nagy viszkozitású olajtárolón tanulmányozta [164] a vízkúposodást 3, 10 és 60 mPa.s viszkozitású olajjal, két, többször változtatott hozamú kútnál egy háromfázisú, kétdimenziós kúposodási modellel. Az egyeztetéshez figyelembe kellett venni az olaj-víz kapillárisnyomást is. A modell 45 futtatásával görbesereget nyert a kúposodás viselkedésének és a végső kihozatalnak az előrebecslésére különböző olajövvastagság és olajviszkozitás mellett. A görbékkel meghatározható a megcsapolás sebességének a hatása a kihozatalra. A tanulmányozott tárolóknál gyorsabb megcsapolással jelentékenyen nőtt a végső kihozatal.

A kettős kútkiképzés olaj- és vízöv esetében hatásos eszköze lehet a vízkúp ellenőrzésének. A [165] tanulmány szerzői ezt tanulmányozták, és megállapították, hogy a vízhozam szabályozásával a vízövet megnyitó perforációkon át elérhető a 0,65 végső vízmentes olajkihozatal. Kettős kútkiképzéssel az olajtermelékenység sokszorosa — 20—25-szöröse — lehet a normális kútkiképzés mellettinek, ha vízkúp képződhet. Az a vízmennyiség amit az alsó perforációkon át kell termelni ahhoz, hogy tiszta olajat termeljenek, mindig nagyobb, mint normális kútbefejezéssel.

Megfelelően tervezett és elhelyezett vízszintes, palacsinta alakú, át nem eresztő gát megakadályozhatja, enyhítheti vagy késleltetheti a talpi víz benyomulását a termelőkútba. Létesítését [166] ismerteti.

A tároló iránytól függő tulajdonságai meghatározásának legtöbbet ígérő módszere az akusztikussebességeloszlás vizsgálata a tárolóban. Ezt szemlélteti É-Pennsylvaniában a Bradford-mező 3. homokjának 620 m mély szintjén egy 15 ha-os, 25 besajtoló- és 16 termelőkútból álló ötpontos hálózaton a kutak közt mért akusztikus (szeizmikus) sebességek háromdimenziós kontúrtérképe, a tároló anizotrópiájának izometrikus képe [167]. Fluidumbesajtolásos művelethez rendkívüli segítség.

A föld alatti víztestek különböző megcsapolási program melletti viselkedése a víztest szimulációs modelljével előre becsülhető. A becslés pontossága a modell valósághűségétől, a „kalibrálásától" függ. Az olajtárolókra *Coats* által kifejlesztett módszert a tárolónak a viselkedési adataiból történő leírására — fordított probléma— ajánlja a vízbányászatnak [169]. — Mély, üledékes medencék hidrológiája tárgyában rendezett konferencián elhangzottakat foglalja össze [168]. Különös súllyal szerepelt a témák között az abnormális (-an nagy) folyadéknyomás keletkezésének kérdése.

Áramlási terek diszkretizálásának alapkérdéseivel foglalkoznak [170] szerzői, négyszögekkel, háromszögekkel és sokszögekkel. Két modellt mutatnak be a vízszintes talajvízáramlás szimulálására. A HOREG-modell háromszöghálót alkalmaz egy módosított ADIP-módszerrel, a HOREGO-modell pedig görbe vonalú ortogonális hálót.

Konvektív hidrotermális geotermikus tárolók szimulálásához általános mérlegegyenleteket állítottak fel [171] szerzői. Teljes kölcsönhatású kőzet-fluidum rendszereket tételeznek fel, ahol a jellemző kőzet-fluidum kölcsönhatások momentum- és energiatranszfert jelentenek, és a kőzet porozitásának és permeabilitásának függését a fluidum- és kőzetfeszültségektől. A matematikai modell több fázisú — víz-gőz — hatásokra is kiterjed. — Kétfázisú geotermális tároló-kút rendszer számára közöl egyesített numerikus matematikai modellt [172]. A tároló modellje kédimenziós területi vagy keresztmetszeti leírása a nem megállapodott tömeg- és hőáramlásnak egy egykomponensű, kétfázisú fluidumot tartalmazó anizotrop, heterogén porózus közegben. A kút modellje pedig egy homogén, kétfázisú keverék egydimenziós megállapodott áramlása. A megoldás egy teljesen implicit sémával történik.

Víz és gőz dominálta hidrotermális tárolók numerikus szimulálásához kétdimenziós, kétfázisú modellt adnak [173] szerzői. A modell leírja a hőtranszportot és a komprimált víz, gőz-víz keverékek és a túlhevített gőz áramlását a porózus közegben.

Geotermikus kutakban a nyomás- és hőveszteségek előrebecslésével foglalkoznak [174] szerzői.

4.5. Készletbecslés

Potenciális kőolajkészletek becsléséről a lemeztektonika szemlélete alapján Ecuador példáján tanulságosan tájékoztat [175]. — Távlati szénhidrogénkészletek becsléséhez probalisztikus módszert alkalmaznak [176] szerzői. Fúrásokból származó és mérhető paraméterek és geológiai adatok alapján, sztochasztikus modellel.

A Fergana-medence telepei példáján mutatja be [177] kimerült olajtelep maradék készleteinek az értékelését. — Vízhajtású olajtelep kitermelése közben végzett készletszámításokat mutat be [178]. Alapul a számított és a valóban bekövetkezett elvizesedés aránya a kumulatív folyadékhozamhoz szolgált. — Groznij és Apseron olajtelepein vizsgálták az olajkihozatal és a permeabilitás összefüggéseit [179] szerzői.

A Kárpátok előterének oldottgáz-hajtású olajtelepein a termelési adatok alapján történő készletbecslés egy új változatát alkalmazták [180] szerzői, miközben regressziós egyenletekkel a kumulatív olajhozamot pontosan meghatározták, és a deszaturáció — a kihozatal — értékéhez viszonyítva értelmezték. Ez a módszer a térfogatos becslésnél pontosabb.

Az olajkészleteknek az olaj-, a víz- és az átmeneti övre elkülönített számítását javasolják [181] szerzői. Emellett még az átmeneti öv is további — tiszta olaj, olaj-víz, víz-maradékolaj — alövekre osztható. Ameddig az olajtelítettség az átmeneti övekben 0,3-nél nagyobb, ezek is gazdaságosan kitermelhetőknek tekinthetők.

A készletbecsléshez a teleptérfogat-tényező pontos számítására [182] és [183] szerzői két új módszert javasolnak, amelyek elsősorban a gáz lépcsős — differenciális — szeparálására támaszkodnak. A szeparációs hatások tapasztalati összefüggésekkel behatárolhatók, úgy, hogy a teleptérfogat-tényezők számítására eddig alkalmazott módszerekkel előállt „készletveszteségek" 0,003-tól 0,092-ig terjedően korrigálhatók lesznek.

Hogy a porozitást a készletbecsléshez optimális pontossággal határozhassák meg, a türkméniai Zetybaj-telepen a magminták információtartalmát matematikai statisztikával határozták meg. Ezzel a C_1 és a B készletek számára csak három, illetve 5-6 fúrásból kell 4-5 reprezentatív mag. A leművelés gazdaságossága érdekében azonban még további vizsgálatokra van szükség, állapítja meg [184].

A fajlagos készletek — az 1 m^2-re eső egyenlő olajmennyiségek — övei pontos számításának, a mérleg-, potenciálisan kinyerhető és tervezett kinyerhető készletekre különválasztott számításának, valamint ezek folytonos változása követésének követelményét hangoztatja [185]. A telep fajlagos készletének ismeretében lehet a kitermelést optimalizálni, és az ehhez szükséges kúthálózatot tudományosan megalapozva telepíteni. Ekkor lehetséges a készletek maximális kihasználása minimális ráfordítással.

A szénhidrogéntelepek alakja eddigieknél pontosabb meghatározásának módszereiről értekezik [186]. — A készletek kitermelés közbeni folyamatos felülvizsgálatához további tapasztalataikat közlik [187] szerzői, különösen kiemelve a szerkezeti térképek és az olajjal telített — produktív — vastagságtérképek fontos szerepét. — A Szovjetunióban a C_1 és C_2 kész-

letek magasabb kategóriába való átsorolásának kérdésével foglalkoznak [188] és [189] szerzői. A megbízható, főként a térfogatos készletszámítás érdekében ésszerű követelményeket állítanak a kutatással és a fúrással szemben.

A különböző kőolaj- és földgázkészletek csoportjainak jellemző határértékeit [190] szerzői a térfogatos módszerrel határozzák meg. Ezeket a határértékeket a porózus tárolók kőzetfizikai paramétereire vonatkoztatják, és megkülönböztetnek egy abszolút határt a szénhidrogén-felhalmozódásokra, és egy alsó, a fizikai tárolótulajdonságok meghatározta határt. Az egyes készletcsoportok kondícióhatárait technikai-gazdasági paraméterek szerint határozzák meg. Emellett a geológiai mérleg- és a mérlegen kívüli készletek közt éles elterjedési határok állapíthatók meg. A szerzők e határokat és meghatározási módszereiket, valamint ezek tudományos megalapozását különös gonddal tárgyalják.

A Szovjetunióban a reménybeli és a termelő területeken a kőolaj- és földgázkészletek számításának a pontosságával foglalkozik [191]. Ezután az ismeretes előfordulások részletes elemzésének a szükségéről szól. Majd a Szovjetunió Állami Készletbizottságának új, részletezett utasítások kiadását javasolja a kőolaj- és földgázkészletek elkülönített számítására.

A tárolótérfogat gépi számítását ismerteti [192].

Olajkészlet-növekedés előrebecslésére statisztikai valószínűségi modellt adnak [193] szerzői. Az ismeretes nagy geológiai egységek kumulatív készleteit ezzel számítják. Az ismert telepek számából vezetik le az új területeken szükséges kutató fúróméterek számát. Hasonló felépítésű új területek prognosztikus készletei a mindenkori nagy geológiai egységeken közben eléggé megkutatott és leművelt telepek területének kumulatív és mérlegkészletei különbségéből vezethetők le.

Log-normál eloszlás alapján és négy változó szerint készült hisztogramok bevonásával becsülik a prognosztikus szénhidrogénkészleteket [194] szerzői. Eredményeik az eddig szokásos módszerrel nyertektől viszonylag csekély mértékben különböznek, pl. 1650-től 1775 · 10^9 m^3-ig. Az új módszer különösen hatásosnak bizonyult nagy geológiai régiók prognosztikus készleteinek ellenőrző becslésére.

A Monte-Carlo-módszer a véletlen számokon alapuló matematikai szimuláció módszere alkalmazását mutatja be a szénhidrogén-kitermelés néhány problémájában, közöttük a gázkészletbecslésben [195]. — Egy földtani egység szénhidrogéntelepeinek a külszín területegységére eső statisztikai eloszlásának meghatározása után matematikai összefüggésekkel előre becsülhető a produktív területek szerkezeteinek száma és kiterjedése, továbbá a telepek felfedezésének a valószínűsége különböző geometriájú, de egyenlő sűrűségű kúthálózattal [196]. — Még fel nem fedezett szénhidrogén-készletek becslése tárgyában rendezett konferencián elhangzott 19 közleményt tartalmaz a [197] kiadvány.

Matematikai modellel szimulálja a szerves anyag bomlását az üledékekben [198]. A modell alkalmazható szénhidrogén-kutatásra, kedvező földtani övek felderítésére, a szénhidrogén-képződés korának meghatározásával a csapdák és fedőkőzeteik korával való összehasonlításra, és medencék egész készleteinek a becslésére is.

Nehézolajat szabad felszínű beáramlással termelő kutakban a telepnyomás mérése különös gondot igényel. Ezt mutatja be [199] a venezuelai Lagunillasban az UL(H) tároló példáján. — A [200] tanulmány szerzői felhívják a figyelmet arra, hogy az abnormálisan kis telepnyomásokra is figyelmet kell fordítani. Ilyen övek olyan területeken alakultak ki, amelyeken a földtani fejlődéstörténet során rendkívül nagy nyomóterhelés után rövid időn át csökkent a terhelés. Ezekben az övekben a vízben oldott gázok telítettségi nyomása különösen kicsi. Ilyen anomális területeken a szénhidrogéntelepek képződésének a nyomás csökkenése és a hőmérséklet emelkedése az oka. A migrálás a tektonikus aktivitás időszakában erősödik, ebből vezethető le a telepképződés ciklusossága.

A szénhidrogének anyakőzetből történő kisajtolódásának a geológusok és geokémikusok számára paradox problémájáról értekezik [201].

A mélységgel arányos hidrosztatikus nyomásnál nagyobb, a többség által abnormális névvel illetett túlnyomás kifejlődésénél a fedőnyomás mellett egyre nagyobb szerepet tulajdonítanak a hőmérsékletnek. Az e felfogás szerinti akvatermális hatásnak a jelentőségéről a Gulf-parton vélekedik [202]. A pórustér teljes elzártsága esetén, 25 C°/km geotermikus gradienst feltételezve, akvatermális hatásra a telepnyomás (pórusnyomás) 0,0362 MPa/m-rel nő, ami csaknem kétszerese az átlagos fedőnyomásnak a Gulf-parton. — Az abnormális telepnyomás keletkezéséről alkotott felfogások jó összefoglalását adja [203].

A montmorillonit dehidratizációjával foglalkozik [204], ami csak másodlagos, de nem fő oka az abnormális telepnyomásnak. A nem egyensúlyi tömörülés, az abnormálisan nagy márgaporozitás és a kis sűrűség az egyetlen és fő ok.

A többszörös diszkriminánsfüggvény-elemzés geostatisztikai módszerét használta 1500 hálózati ponton kilenc geológiai változó — a szerkezet geometriai paraméterei — alapján [205] a Tatum-medence (Új-Mexikó) olajtelepei helyének az előrebecslésére. E módszerrel a valamely medence kutatásának kezdeti szakaszában elérhető adatok alapján a legnagyobb termelő potenciálú területek kiválaszthatók.

Az iráni hasadékos-porózus olajtárolók számára [206] matematikai modellt dolgozott ki, és azt a Haft Kel-mezőre alkalmazta. Az 1928-ban felfedezett mező kezdeti készlete a mátrixban 1,14 · 10^9 m^3, a hasadékban 31,3 · 10^6 m^3 olaj volt, amelynek 0,94-át primer módszerrel kitermelték. A modellt a mező termelési múltjával egyeztette és több feltevéses esetet tanulmányozott. Ha a mezőbe kezdettől gázt sajtoltak volna be úgy, hogy a nyomást a gáz-olaj határon 9,95 MPa állandó értéken tartották volna, csaknem 130 · 10^6 m^3-rel több olajat termeltek volna ki.

Szénhidrogénkészletek becslésének elveit és módszereit kiválóan foglalják össze [207] szerzői. Először a még fel nem fedezett — előre látható — készletek becslését: az extrapoláció matematikai módszereivel; genetikai módszerekkel, a genezis és migráció matematikai modelljével és a geológiai analógia módszereivel az „olajos övek" alapján. Majd a felfedezett telepek készleteinek a becslését: valószínűségi — probabilisztikus — módszerrel.

Az anyagmérleg-egyenletnek a kezdeti szénhidrogénkészlet alapján szokásos optimalizálása helyett, *Tehrani* korábbi tanulmányára támaszkodva, a kitermelt szénhidrogén-térfogat alapján történő optimalizálását javasolják [208] szerzői. A javasolt módszert két feltételezett tároló: egy gázsüveges olajtároló és egy vízhajtásos gáztároló példáján mutatják be. Nagy gázsüveges olajtárolónál ez a módszer a pontosabb.

Az olajtároló ismeretlen alakját becsüli a határain belüli kutak nyomásadataiból és az ismeretes permeabilitás- és porozitáseloszlásból [209]. A problémát, amely egy történetegyeztetési probléma, ahol a határ helyzete az ismeretlen kontrollváltozó, mint egy optimális kontrollproblémát kezeli. Két iteratív módszert vezet le a határ helyzetének a meghatározására, amelyek minimalizálják a kutakban észlelt és az előre becsült nyomások eltéréseit, egy kör alakú zárt tároló sugarának becslését a közepén egy kúttal, és egy kétdimenziós, egyfázisú tároló alakjáét állandó nyomással a külső határán.

A szokásos kútszelvényezéskor mért lyuktalpi hőmérséklet a statikus hőmérsékletnél 16,5—41,6 C°-kal kisebb, mivel a keringő iszap hőmérséklete a formációénál kisebb. [210]* bemutatja, miként lehet a mért hőmérsékletből a *Horner*-típusú ábrázolással a statikus hőmérsékletet becsülni.

Viszonylag tömött (0,05—0,5 mD), zárt, szárazgáztárolók készletbecsléséhez és hozamuk előrebecsléséhez ad módszert [211]* korlátozott kvázistacionárius áramlási adatok és egy stabilizált fojtásgörbe alapján.

A nyitott kútban szelvényezéskor mért hőmérséklet csaknem mindig kisebb, mint a béléscsövezett kútban mért valóságos hőmérséklet. Már pedig a valóságos hőmérsékletre van szükség a kútbefejezés tervezéséhez vagy a gázkészletbecsléshez. A tároló hőmérsékletének korrelációját az elektromos szelvényezéssel együtt mért hőmérséklettel Louisiana 3050—4700 m mély 36 gázkútjában közli [212].

Kettős porozitású tárolók feltárását és értékelését porozitás- (szonikus, neutron- és/vagy sűrűség-) és ellenállásszelvények alapján mutatja be [213].

Olajtárolók geotermikus viszonyairól értekeznek, és néhány tárolón végzett vizsgálat eredményeit közlik [214] szerzői.

4.6. Szénhidrogén-kitermelés

A nyugat-szibériai síkság nagy olajmezőin a kutatás, fejlesztés, kitermelés és szállítás integrált tervezéséről szól az olaj- és gázmezők gyors kifejlesztése érdekében [215]. Ennek keretében ismerteti a csapás mentén blokkokra osztott nagy termelőegységeken a 3—5 termelőkútsoros vonalas vagy kerületi vízelárasztást. A nyugat-szibériai síkság területe $3{,}4 \cdot 10^6$ km^2. — A Szovjetunió nyugat-szibériai olajtelepei feltárásáról tájékoztat a [216] alapvető tanulmány. Az új rendszereken a kútsűrűség kutanként 30—70 ha. Emellett erőteljesen alkalmazzák mind a belső, mind a kontúron kívülről folytatott vízelárasztást. A szokásos 10—14 ha-os kútsűrűség az olyan nagy telepek feltárására, mint a Szamotlor, óriási tőkeberuházást igényelne. A telepek végső kihozatala ritka kúthálózatnál műszaki módszerekkel növelhető.

A [217] szerzője 49 kanadai olajmezőt elemzett a következő paraméterek szerint: az összhozam 1970 óta, a kihozatal, az átlagos kúthozam, a kútsűrűség, és az elemzés eredményeit összehasonlította az USA hasonló adataival.

Az olajkitermelést szabályozó nyomások számítására kidolgozott nomogramok használatát a Romaskino-telep példáján mutatja be [218]. — Az olajkihozatal intenzifikálására 200-nál több mezei kísérlet során alkalmazott különböző eljárásokat értékelték annak a kiderítésére, hogy az eredményekre milyen mértékben hatottak a geológiai viszonyok. A következő tényezőkre voltak figyelemmel; a tároló mélysége és fajtája, litológiai összetétele, vastagsága és a produktív szint kőzetfizikai tulajdonságai. A vizsgálat kiterjedt arra is, befolyásolhatók-e a tárolók tulajdonságai, és ha igen, mily mértékben [219].

Geológiai szerkezetek indirekt kutatásával, a hidrodinamikai fordított probléma megoldási lehetőségeivel foglalkoznak [220] szerzői. A paraméteridentifikálás — történetegyeztetés — feladatának taglalása és az ismeretes módszerek áttekintése után a szerzők direkt módszert mutatnak be a differenciamegközelítés alapján. Példákkal világítják meg a porozitás- és permeabilitáseloszlás egyidejű indirekt számítását. Az eljárás — implicit fordított módszer polinomtétellel és időintegrálással — gyakorlatilag sokoldalúan bevált.

A permeabilitás és a porozitás indirekt meghatározására [221] szerzői több lehetőséget mutatnak be. Áramlási vizsgálatok értékelésére az integrálanalógiák jól alkalmazhatóknak látszanak.

Heterogén víztestrendszert leíró parciális differenciálegyenletben a paraméterek azonosítására egy új algoritmust ad [222]. A paraméterek a tárolás tényezője, egy állandó és a transzmisszivitások, a tér változó függvényei. Az egyenlet megoldásának a közelítésére egy implicit véges különbségi sémát használ, ezután a legkisebb négyzetek elvét alkalmazza. A rendszerben a függő változók eloszlott észleléseit használva a paramétereket közvetlenül azonosítja a négyzetes programozás szekvenciáinak olyan megoldásával, hogy a végső megoldás az eredeti problémával konvergáljon. Az új algoritmus előnye a gyors konvergencia.

A [223] tanulmány ismerteti a moszkvai VNIINEFT-ben 1969-ben kifejlesztett „Saturn" hibrid komplexet, amely a „Vega" hálózatos műből (1024 csomóponttal), az M-222 digitális számítógépből és az analóg-digitális átalakítóból áll. A komplex az olajipar tervezési

feladatai, fordított feladatai és optimalizálási feladatai megoldásában jól bevált.

Nyomás- és áramlásmérések alapján oldja meg a fordított problémát a hidrovezető képességre [224]. Stacionárius áramlás esetében a nyomáseloszlást a tárolóban exponenciális függvénnyel közelíti és a hidrovezetőképességet közvetlenül határozza meg.

A telepek optimális kitermelésének a problémáját mint az optimális szabályozás feladatát fogalmazzák meg [225] szerzői. A feladat minőségfüggvénye egy gazdasági összefüggés. A telepet (olaj-, gáz-csapadék, gáztelepet) anyagmérleggel modellezik. A gáz- és olajhozamot úgy kell meghatározni, hogy a költségfüggvény minimum legyen. A számítás első lépcsője a paraméterek egyeztetése a termeléstörténettel. Az optimális hozamok meghatározásának második része a *Pontragin*-féle maximumelv alapján történik.

Az optimális szabályozás elméletét első ízben alkalmazza a permeabilitáseloszlás meghatározására a nyomástörténettel történő egyeztetésben egy egyfázisú összenyomható tárolóban [226]*. A módszer jellemzői: a számítás gyors, övesítés (zónásítás) nélkül az egyes cellák *hk* értékeivel számol, az eljárás stabilis. A szerző a módszert egy 9×19 rácspontos, 10 termelőkutas, félig valós olajmező ötéves termeléstörténetén mutatja be.

A korábban (1973) közzétett optimális kontrolltechnikát az olajtárolók történetegyeztetéséhez több fázisú problémák közelítő kezeléséhez módosítja [227]*. E módszerrel az optimális kontrollprogram bármilyen létező háromfázisú tárolószimulátorhoz hozzákapcsolható, miközben az egyezés a két program közt megmarad. A háromfázisú szimulátor szolgáltatja az optimális történetegyeztető programokhoz szükséges telítettséginformációt. Három mezei példát mutat be: 1. az áramlás a legtöbb tárolócellában háromfázisú; 2. az áramlás a víz-olaj érintkezés lassú mozgása miatt lényegileg egyfázisú; 3. az áramlás a víz-olaj határ közelében kétfázisú. A módszer szabványmódszerré válhat több fázisú rendszerekben a nyomástörténettel való egyeztetéshez.

Ha a szimulált termeléstörténet nem egyezik kielégítően a tároló megfigyelt viselkedésével, el kell dönteni, hogy a tároló mely paramétereit és azokat milyen mértékben kell módosítani. A termeléstörténettel való legjobb egyezést biztosító paraméteregyüttes becslésére ad hasznos módszert [228]*. Az egydimenziós, összenyomhatatlan modell a kiszorítás viselkedésének az érzékenységét adja meg a tároló paramétereivel szemben. A frakciós görbék a telítettségi szelvény, a termelési víz-olaj arány, a kihozatal és a kumulatív olajhozam érzékenységét mutatják a mozgóképes pórustérfogat, a mozgékonysági arány, az abszolút permeabilitás és a relatívpermeabilitás-görbék alakjával szemben, és a szerző mindezt görbékkel szemlélteti. A tárolóparaméterek becslésére szolgáló egyenlethez, az egyenlettel becsülhető paraméterek és a szükséges megfigyelések számát illetően, gyakorlati meggondolásokat fűz.

Nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszerek — a tárolószimulációs problémák — megoldására a rendes differenciálegyenletek integrátorai használhatók [229]*. Az integrátor adott kezdeti értékekkel önindító, megválasztja az időlépcsőt és annak rendjét, megoldja a nemlineáris egyenleteket, ellenőrzi a konvergenciát, és fenntartja az előírt idő szerinti integrálás pontosságát, mindezt önműködően és megbízhatóan, és a számítást minimális számítási idővel befejezi. E közelítés előnyei a stabilitás, pontosság, megbízhatóság és rugalmasság. A szerző a módszert egy *Buckley—Leverett*-fajtájú kúposodási és egy gázperkolációs probléma megoldásán mutatja be.

Dinamikus pszeudofüggvények számítására, kétdimenziós területi tárolószimulátorok számára, a háromdimenziós tárolóviselkedés követésére új módszert ad [230]*. Egydimenziós területi és kétdimenziós keresztmetszeti eredmények összehasonlítása a vizsgált viszonyok széles határai között azt mutatja, hogy az új pszeudováltozók pontosan átviszik a tárolótulajdonságok, fluidumnyomások és telítettségek függőleges változásainak a hatásait a keresztmetszeti modellből a területibe. A dinamikus pszeudorelatív permeabilitás számítási módszere a területi és keresztmetszeti modellek blokkhosszainak a különbségeivel is számol. A dinamikus kapillárisnyomás viszi át a különböző rétegekben uralkodó nyomásgradiensek hatásait a keresztmetszeti modellből a területibe.

A geológia — a tárológeológus — szerepének a fontosságát a szimulációs tanulmányokban hangsúlyozza [231]*, a tároló geológiai és műszaki szempontokat egyeztető pontosabb leírása érdekében. Ehhez 1. a tárolókőzet tulajdonságai geológiai eredetének jobb ismerete, 2. a geológiai adatok szintetizálásának és kvantifikálásának jobb módszerei, és 3. a műszaki tervezésnél a műszaki-geológiai együttműködés során szerzett tapasztalat szükséges.

Két több dimenziós numerikus modellt ismertetnek és értékelnek hasadékos-porózus tárolók kitermelésének a szimulálására [232] szerzői. A mátrix-hasadék transzfert helyi transzferfüggvényekkel veszik figyelembe. Az első modell egy szokásos több fázisú szimulátor a fluidumáramlásra a hasadékrendszerben. A másik egy frontális kiszorítás a hasadékokban. A szerzők a modelleket több példával szemléltetik.

Az Északi-tenger olajmezői fejlesztéséhez tárolószimulációs modellek változatait dolgozták ki, még a termelés megindulása előtti használatra, megfelelő kiválasztás után [233] szerzői. Ezekkel a tárolószimulációs modellekkel optimalizálható a fejlesztés, mihelyt a mezőt felfedezték — ez így a legjutányosabb.

A szimulációs modell pontosságát tanulmányozták egy kis brazíliai olajmező 9 éves, jól dokumentált feltárási és termelési történetén [234] szerzői olajhozam és gáz-olaj arány érzékenységi függvények segítségével, és azt találták, hogy a több dimenziós és háromfázisú numerikus szimulátor igen értékes. — A dél-oklahomai Sholom Alechem olajmező fél évszázados, 1450-től 4050 m-ig egyre mélyebb szintek feltárásával folyt termelés történetét írja le [235].

Az 1931-ben felfedezett texasi Conroe-mező különleges esetéről számol be (236)*. Itt egy víz- és gázsüveghajtással termelő olajtelep gáza migrált át egy fölötte fekvő kimerülő gáztelepbe. Az olajtelep hozamának 7850-ről 9550 m^3/d-ra növelésével a gáz migrálását megszüntették. — A floridai Panhandle Jay-mezején termelt savanyú olaj és gáz H_2S-tartalma okozta problémák leküzdéséről ad számot [237]*. —

Nagy kéntartalmú olajjal tüzelt gőzgenerátoroknál a SO_2-nak az égésgázokból vízen átvezetéssel való eltávolítását a kaliforniai San Ardo-mezőn ismerteti [238]*.

Egy kétfázisú, kétdimenziós feketeolaj-szimulátort dolgoztak ki a nyugat-venezuelai Bolivar Coast olajmezők egyike termelési viselkedésének szimulálására, számolva a tárolóformáció egyidejű tömörülésével és a külszín süllyedésével [239]* szerzői. Itt a külszín süllyedése évek óta jelentős volt, elérte a 3 m-t. Az áramlás egyenleteit mind az ADIP-, mind a SIP-módszerrel megoldották, a tároló tömörülését az eddig közölt kísérleti adatok alapján írták le. A külszíni terület süllyedését *Geertsma* poroelaszticitáselméletével a tároló tömörüléséből számították. A tanulmány következtetései: tömörülő tároló végső kihozatala a tömörülés fokával nő, a tömörülés egy kiegészítő fluidumtermelő mechanizmus. Ugyanolyan tömörüléssel a külszín süllyedése a fedő vastagságával — a mélységgel — nő. A külszín süllyedése a tároló állandó tömörülésekor a tároló területi kiterjedésével nő. A tároló tömörülése és a külszín velejáró süllyedése fluidumbesajtolással meggátolható. A tároló tömörülésének a hatása a nyomásemelkedési vizsgálatra elhanyagolható.

4.6.1. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül

Oldottgáz-hajtáskor az olajból kiváló szabadgáz-fázis mozgékonyságát tanulmányozta elméleti és kísérleti úton, különösképpen a kőzet szerkezetétől és nedvesítési viszonyaitól függő kapilláriserőknek a nehézségi és a viszkózus erőkhöz való viszonya függvényében [241], amikor is a kapilláriserők szerepét találta döntőnek.

Nagynyomású cellába helyezett kőzetmintában levő telített olajból a nyomás csökkenésére bekövetkező gázkiválás mechanizmusát a kb. 0,02 – 0,05 kritikus gáztelítettségig és különösen a kritikus gáztelítettséget tanulmányozta [240] különböző kőzet- (homok- és üreges mészkő-) és kőolajmintákkal, a kőzet és fluidumok tulajdonságai és a nyomáscsökkenés sebessége függvényében. Minden rendszer viselkedése egyedi volt. A szabadgáz-telítettség a mozgékonyságának kezdetét jelentő nyomásig növeli az olaj vízzel való kiszorításának a hatásfokát.

Agyagos, porózus próbatestben (0,5 agyag és 0,5 homok) vizsgálta az oldottgáz-hajtást szobahőmérsékleten [242], és azt tapasztalta, hogy adszorpciós jelenségek lényegesen befolyásolják az olajkiszorítást. A porózus közeg szorpciós képességének van határértéke.

Egy gáz-olaj tárolószimulátort dolgozott ki gázkiválással termelő tároló számára [243]* 1. egy kúthoz tartozó tárolóegység termelékenységi viselkedésének tanulmányozására a buborékponttól a felhagyási nyomásig (hosszú tartamú probléma); 2. a nem egyenletes eloszlású gáztelítettség által a nyomásemelkedési görbére gyakorolt hatás vizsgálatára (rövid tartamú probléma). A szimulátor hengerkoordinátákon számol a gravitációval, kapillaritással, relatív permeabilitással, a kútkörnyék károsodásával, a maradékgáz-kiválás hiszterézisével és a rétegződéssel. A szerző a szimulátor alkalmazását kilenc feltételezett tárolón mutatja be.

Oldottgáz-hajtású tároló kútjai nyomásváltozási adatainak elemzésével foglalkozik behatóan [244]. A tárolóban az áramlás több fázisú, ennek leírásában az effektív permeabilitás és a fluidumtulajdonságok (teleptérfogat-tényező, viszkozitás, oldottgáz-tartalom) a pszeudonyomás függvényében szerepelnek. A nyomáscsökkenés elemzéséhez más pszeudonyomásfüggvény szükséges, mint a nyomásemelkedéséhez.

A venezuelai Bolivar-part egyik legnagyobb nehézolajmezeje, a Bachaquero-mező termeléstörténetét ismerteti [245]. A mező érdekessége, hogy termelőmechanizmusa az oldottgáz-hajtás mellett a tároló fedőnyomása okozta tömörülése. A homoktároló tömörülése a telepnyomás bizonyos küszöbértékéig való csökkenésekor kezdődik, és a külszín helyenként 3,7 m-t elérő süllyedésében nyilvánul meg. A tároló egyes blokkjaiban a tömörüléses hajtás, az oldottgázhajtás és a vízhajtás különböző mértékű. A mező kezdeti olajkészlete $2{,}9 \cdot 10^9$ m³ volt, a mélysége 713—1320 m, tiszta homokvastagsága 85 m, az olaj sűrűsége 0,945—0,985.

Oldottgáz-hajtásos hasadékos-porózus tárolóban az olajöv tetején kiváló gáz a függőleges hasadékokban instabilis sűrűséginverzióra vezet. Az előálló konvekcióval a nehézolaj érintkezésbe kerül a mátrixtömbök könnyebb olajával, és az oldott gáz a mátrix és a hasadék között az olajöv telítetlen régiójába diffundál. E folyamat jobb megértésére [246] a sűrűséginverzió egy korábbi elemzését a függőleges hasadékban kiterjesztette a mátrixhasadék-transzferre is.

Belső gőzhajtású geotermális tároló termelési mechanizmusának alapösszefüggéseit vezeti le [247] a kőolaj- és a geotermális tárolók hasonlósága alapján, anyag- és energiamérlegek felhasználásával, egy- és kétfázisú (forró) áramlásra, gravitációs elkülönülés esetére is.

A kaliforniai Geysers területén levő, jelenleg 500 MW-os, de bővítés előtt álló geotermikus erőművet és az azt tápláló gőztermelést ismerteti [248]. A geotermikus gőztárolón ma mintegy 100 kút van, mélységük 1850—2150 m; a telepnyomás 3,1—3,5 MPa, a hőmérséklet általában kisebb 260 C°-nál, egy-egy új kút hozama 70 000—90 000 kg/h túlhevített gőz. A turbinákat száraz, 188 C°-os 0,785 MPa nyomású gőzzel táplálják.

4.6.2. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással

A gravitációs elkülönüléses gázsüveghajtás optimalizálásával foglalkoznak a mechanizmus matematikai modellje alapján [249] szerzői. A számítógépi programba a talpi vízhajtás is befoglalható.

A Szovjetunióban a vízelárasztás elméletének és gyakorlatának új szempontjairól ad kiváló áttekintést [250]: a vízelárasztás alkalmazásának feltételeiről, az optimális kútsűrűségről-kúthálózatokról, a vízelárasztás hatásos rendszereiről különböző fizikai és geológiai viszonyok között. Kidolgozták abnormális — nagyon paraffindús, nagyon viszkózus — olajmezők vízelárasztásának alapelveit. Igazolták a nagy

sebességű és nagynyomású vízelárasztás lehetőségeit, a szakaszos vízelárasztás hatásosságát, hulladékvizek besajtolásra való felhasználhatóságának módját.

Olajtároló vízelárasztása előrebecslésének fejlesztéséhez adnak két módszert [251] szerzői, egyfelől a számításhoz szükséges adatok valósághűbb, a telepviszonyoknak megfelelő közvetlen és szimultán laboratóriumi meghatározására, másfelől a szimuláció diszkreditációs hibájának csökkentésére.

Abból kiindulva, hogy az olajtároló dinamikus, valószínűségi és önszabályozó rendszernek tekinthető, a rendszer állapota, annak fejlesztettségi fokától függően, matematikai modellekkel, termelési múlttal vagy anélkül értékelhető [252]. A szerzők által leírt matematikai modellekkel különböző, teljes vízhajtású romániai olajmezők termeléstörténete sikeresen egyeztethető volt. A matematikai modell termelési múlt nélkül a tároló viselkedését azon feltevéssel szimulálja, hogy a potenciáleloszlás megfelel a homogén áramlásénak. Termelési múlttal pedig azon alapszik, hogy a termelési adatokból számítható k_o/k_w arány csökkenése a b^*S dimenziótlan szorzat függvénye.

Az állandó sebességgel folytatott vízelárasztás számára ad matematikai modellt korábbi, az állandó nyomással folytatott módszere kiegészítéseképp [253].

A vízelárasztást egydimenziós, instacionárius áramlással, matematikai-analitikai összefüggésekkel nemlineárisan optimalizálja [254]. A célfüggvény az olaj-víz határ ekvidisztáns eltolása (nincs nyelvképződés). Az eredményekből következtetni lehet a különböző befolyásoló tényezők hatására és a legkisebb szükséges kútszámra. — A kőolaj nem newtoni viselkedésének a hatását tanulmányozzák a vízelárasztásra [255] szerzői. A kezdeti nyomásgradiensek különböző számítási képleteinek a szembeállítása után kiszámítják az elvizesedési öv szélességét. Arra a következtetésre jutnak, hogy a különnemű kutak távolsága ne legyen nagyobb az elvizesedési front szélességének a felénél.

A kiszorítás hatásfokának előrebecslésére egyfajta lineáris megközelítéssel a kútáram víz- vagy gázhányadából — amely a $f(S)$-ből következik — hasznos módszert ajánl *Welge* [256]. Az így közvetlenül a tároló adataiból levezethető permeabilitásarány valósághűbb, mint a laboratóriumi vizsgálatból nyert.

Vízszintes elárasztások termelési ütemének a hatását az olajkihozatalra tanulmányozta [257]*. Megállapítja, hogy 1. a heterogenitás hatása nem értékelhető a heterogenitás térbeli eloszlásával nem számoló módszerekkel, 2. adott állandó sebességű vízszintes elárasztás végső gazdaságos kihozatala a sebesség ésszerű növelésekor nem csökken, és 3. a termelés korai szakában kis hozammal termelt vékony, vízszintes, heterogén vízelárasztás hozamának a gazdaságos határ közelében történő kismértékű növelésére a végső gazdaságos kihozatal is kismértékben megnőhet.

Rétegezett tároló vízelárasztásánál a *Dykstra—Parson*-módszerrel és a numerikus modellel történő számítások eredményeinek összehasonlítása körüli sorozatos véleménykülönbségek tisztázását tartalmazza [258].

A függőleges kétfázisú kiszorítást tanulmányozta [259] kettős porozitású, hasadékos, mesterséges, dimenzionálisan arányos kőzetmintán, a kanadai Rainbow Keg River reef-tárolókon, a víz-olaj kiszorítások megfordíthatóságának a meghatározására. A k_{max}/k_{min} arány kb. 270 volt. A fölfelé vízelárasztást követő, lefelé olajelárasztás sebességei 1,2-től 210 m/a-ig terjedtek. Azt tapasztalták, hogy a kiszorítások stabilisak, a mátrixporozitás olajjal teljesen reszaturálódik; a kapillárisfelszívódás magassága a sebességtől függ; vízzel való kiszorításnál az olajkihozatal a hasadékból a sebességgel nő. Olajnak gázzal lefelé kiszorításánál a kiszorítás a 0,6—45 m/a sebességtartományban lényegileg a sebességtől független.

Talpi vízhajtású heterogén karbonát olajtárolók megcsapolási ütemének az optimalizálását telítetlen olaj esetében tárgyalja [260]. A közlemény egy korábbinak (1975 Különszám, 4. [231]) a befejező része.

A fluidumhatárok viselkedésének előrebecslésére rendelkezésre álló elméleteket megvizsgálta és azokat gázsüveggel bíró olajtelep dőlés mentén lefelé történő vízelárasztására alkalmazta [261]*. Megvizsgálta a vízbesajtolás sebességének hatását az olajkihozatalra stabilizált és nem stabilizált áramlási állapotban, a gravitációs leürülés viszonyító sebességének (GRR: Gravity Reference Rate) a figyelembevételével. A gravitációs viszonyító sebesség *Terwilliger* szerint a fluidummal telített mátrix gravitációs leürülésének a sebessége: $u_{grav}=(k_L A/\mu_L)\ \Delta\varrho g \sin\alpha$. Stabil kiszorításnál víz-gáz rendszerben az $u_{grav}=1$ az alsó, gáz-olaj rendszerben a felső határ. Stabilizált kiszorításnál dőlés mentén lefelé nagyobb a kihozatal, mint vízelárasztással gáz jelenlétében. Bizonyos esetekben a víz viszkozitásának a növelése szükséges a stabilizáláshoz.

Egy 15 éven át folyt ipari kísérletről számolnak be [262] szerzői. A devon kori, kerületi vízhajtásos Bavly-olajmezőn megfelezték a termelőkutak számát, azaz a kútsűrűséget 20 ha/kútról 40 ha/kút-ra csökkentették. Ennek nem volt hatása a telep termelékenységére, a hozam vízhányadára és a telepnyomás változásaira. A vízzel elárasztott térfogatból az átlagos olajkihozatal $0{,}605\pm0{,}015$, kis vízmennyiséggel. A tényleges veszteséget a küttérköz megnövelésével mindössze 0,01-ra becsülik.

A fluidumviszkozitás, a határfelületi feszültség és az áramlási sebesség hatását a vízelárasztás után visszamaradt maradékolaj-telítettségre hat különböző rövid homokkőmagon tanulmányozta [263]*. Azt találta, hogy erősen víznedves magokban a maradékolaj-telítettség az elárasztás frontján *Moore*- és *Slobod*-viszkozitásaránnyal kibővített $F=(v\mu_w/\sigma_{ow})\cdot(\mu_w/\mu_o)^{0,4}$ dimenziótlan csoportjától függ. A szokásos vízelárasztásoknál $F>10^{-6}$. A maradékolaj-telítettség jelentősen csökken, ha $F\approx10^{-6}$.

Hideg víz besajtolásának a hatását tanulmányozta több réteges olajtároló maradékolaj-telítettségére elméleti úton [264]. Arra a következtetésre jutott, hogy egy nagyon áteresztő réteg alatti kis áteresztőképességű réteg termelékenységét részben vagy egészen elvesztheti a szivárgási ellenállások újrarendeződése következtében a különböző alsó rétegek termikus interferenciája hatására. Több réteges tároló vízelárasztása előtt célszerű a besajtolt víz esetleges felmelegítését megfontolni.

Laboratóriumi vízelárasztási kísérleteknél a telítettségek mikrohullámcsillapítással történő meghatározásának új módszerét írja le [265]*.

A kettős porozitású tárolókból vízhajtással kiter-

melhető olaj előrebecslésére a felszívás *Aronofsky*-féle egyenletének grafikus megoldását használja [266].

A besajtolókutak vizsgálatának mint a vízelárasztás optimalizálása egyik alapfeltételének a fontosságát hangsúlyozza [267]*. A vizsgálatok szükségesek 1. a besajtoló- és termelőkutak közti legnagyobb nyomáskülönbség biztosításához a formáció felrepesztése nélkül, 2. a kútkörnyék károsodásának korai és folyamatos felderítéséhez, 3. a besajtolt víz kellő elosztásához a termelőszelvényben, és 4. a függőleges repesztés kiterjedésének ellenőrzéséhez. A szerző felsorolja az ehhez szükséges időszakos tervszerű tennivalókat.

Ha vízelárasztáskor sós víz hiányában friss vizet kell besajtolni olyan tárolóba, amely friss vízben duzzadó és diszpergálódó szemcseközi agyagot tartalmaz, akkor a permeabilitáskár megelőzésére az agyagot a víz ionos összetételével vagy hidrolizált fémkationokkal stabilizálni kell. Egy új stabilizáló módszert ismertet [268]*. Két válfaja ennek az olajjal befedő kezelésnek (OC: Oil Coating): 1. olajjal nedvesítő tenzidet tartalmazó dízelolaj-emulzió sós vízben (OC-emulzió), 2. tenziddiszperziót sós vízben tartalmazó vizes rendszer (OC-diszperzió). Az utóbbi változat, amely a tárolóban levő maradék olajat használja az agyagok befedésére, olcsóbb és általában ajánlott. Csak bizonyos nehézolajoknál nem hatékony, amikor az első változatot kell használni. Mindkét módszer csak a kút körüli, mintegy 3 m-es öv kezelését jelenti. Az új módszer alkalmazását előzetes laboratóriumi vizsgálatnak kell igazolnia.

Besajtolószelvénynek radioaktív nyomozókkal történő meghatározásával foglalkozik [269], amely e célra a legjobb módszer. — A kaliforniai Venturamezőn folyó vízelárasztó műveletben 31 kútban szükségessé vált a besajtolószelvény megjavítása. A változatos permanens és időszakos, mechanikai és kémiai áramlásszabályozókat alkalmazó — formációkezelő — módszerekről és az eredményeikről tájékoztat [270].

Vízbesajtoló kutak hőmérsékletszelvényének értelmezéséhez nyújt új szempontokat a szerzők által 1970-ben alkotott matematikai modell alapján [271]*. A mezőben mért szelvények értelmezéséhez támpontul különböző tároló- és kútviszonyok feltételezésével számított szelvényeket közölnek.

Gázbesajtolás céljára földgáz helyett belsőégésű gépek kipufogó gázaiból nem korrozív — inert — gáz katalitikus kezeléssel történő előállításának 15 éves gyakorlatát ismerteti [272]. — Az 1945 végén felfedezett Crane County Block 31-mezőn a gázbesajtolási program gazdaságos élettartamának meghosszabbítására nyolc év óta égésgázt sajtolnak a tárolóba. Ezt az üzemet ismerteti [273].

Vízelárasztásnál a geológiai tényezőknek a vízfelhasználásra gyakorolt hatásával foglalkozik [274]. A vízszükséglet fordított arányban van a permeabilitással, ami egyértelmű. A vízszükséglet csak vegyi kezeléssel csökkenthető. — Centrifugában végeztek kiszorítóvizsgálatokat különböző olajokkal telített porózus próbatesteken édesvízzel, formációvízzel és ipari hulladékvizekkel hulladékvizek besajtolás céljaira való felhasználásának tanulmányozására [275]. A kiszorítás hatásfokát a víz ásványtartalmától függően vizsgálták Az olajipar és a petrolkémia hulladékvizeiben bizonyos alkatrészek szinergetikus hatásúak. A kiszorítás hatásfoka hulladékvizekkel 0,08—0,10-dal nő az édesvízzel szemben. Különösen hatásosak a nagy aszfalténtartalmú kőolajoknál. — A besajtolásra kerülő víz levegőtartalma vákuummal történő eltávolításának a módjait ismerteti [276].

Tengervíz előkészítését a besajtolásra tárgyalja és egy eszményi besajtolótelep vázlatát — folyamatábráját — mutatja be [277]. A kaliforniai Huntington Beach-mező különböző tárolóiba elkezdték a vízbesajtolást 75 000 m^3/d ütemmel, kezdetben sekély kutakból termelt tengervízzel, majd az olajjal együtt kitermelt telepvízzel. A külszíni berendezésre (korrózióveszély) és a tárolóra legkedvezőbb vízminőség biztosításához szükséges vízelőkészítő rendszerről tájékoztat [278]. — Olajos hulladékvizek vízbesajtolásra történő előkészítéséről, többszörös szűrősorozaton át való szűréséről számol be [279].

Abu Dhabi-ban a ma 80 000, de a jövőben 190 000 m^3/d olajat termelő Umm Shaif és Zakum tengeri mezők számára készült, 20,6 MPa besajtolónyomású és 80 000 m^3/d névleges teljesítményű vízbesajtoló rendszert ismerteti [280].

Az ÉNy-Florida és D-Alabama határán 1970-ben felfedezett Jay-Little Escambia Creek-mezőn 3:1 kútsoros — eltolt vonalas — korai vízelárasztás első három sikeres évéről számol be [281]. A hozamot vízelárasztással a tárolóra megengedett 15 000 m^3/d szinten tartják.

A Dél-Texasban levő csaknem 30 éves Tijerina-Canales Blucher-olajmező kiterjesztéseként 1972-ben egy nagynyomású tárolót fedeztek fel 620 000 m^3-es olajkészlettel, amit vízelárasztással termeltek ki, 0,85 térfogatos és 0,52 összhatásfokkal. Ennek a műveletnek az elemzését adja [282].

A texasi Hawkins Woodbine-homokkőtároló termeléstörténetét elemzik [283], [284] és [285] szerzői, amely 1940-től 1974 végéig $65 \cdot 10^6$ m^3 olajat termelt, és amelyből az 1975. január 1-én bekövetkezett egységesítést követően a csőfejgázok egy részéből termelt inert gáz besajtolásával $29 \cdot 10^6$ m^3 többletolajat várnak. A 4250 ha kiterjedésű mező egy bonyolultan töredezett antiklinálison helyezkedik el, hozama ma 17 800 m^3/d. Az egységes termelési módszer gázkiterjedéses-gravitációs mechanizmus, amellyel $^1/_3$-dal több olajat termelnek ki, mint amennyit vízelárasztással nyernének. A bonyolult tárolóproblémák megoldásában egy egyszerűsített matematikai modell jelentős segítség volt.

DNy-Texasban egy régi olajtermelő területen 1969-ben felújult kutatás eredményeképp felfedezett Big Wells-olajmező gyors és korszerű, gáz- és vízbesajtolásos kitermelésbe állítását és első hat évének történetét ismerteti [286]. Az 1650 m mélyen fekvő rétegtani csapda területe 5880 ha, a tiszta homokvastagság 5,2 m, átlagos porozitás 0,19, átlagos permeabilitás 7,46 mD, az átlagos víztelítettség 0,544, az olaj sűrűsége 0,860, a telep kezdőnyomása 17,3 MPa, olajkészlete pedig $23 \cdot 10^6$ m^3. A mezőt szuper-frak módszerrel végzett folyadékos repesztésekkel tették termelékennyé.

Az USA legnagyobb olajmezeje, az East Texas-mező műveléselemzése során [287] szerzője megvizsgálta az eddig alkalmazott művelésmódok előnyeit és hátrányait Az eredményeket részben összehason-

lította a Szovjetunió Tujmaza-telepén tapasztaltakkal. Az East Texas-mező kihozatala máig 0,56, és a tervezett végső 0,8-at bizonyára elérik.

Négy dél-louisianai olajtároló eredményes vízelárasztását elemzi [288]. A homokkőtelepek delta-üledék fajtájúak, folytonosságuk kiszámíthatatlan, területük ritkán haladja meg a 200 ha-t. Mind a négy tároló hozamának vízhányada nagy volt. Az elemzés azt mutatta, hogy a részben vízhajtásos tárolóból a nagy vízhozam nem zárja ki a sikeres vízelárasztást. A döntő tényező a mindenkori maradékolaj-készlet.

A Powder River-medencében (Montana) 1967-ben felfedezett Bell Creek-mező hat Muddy Sand-tárolóján 1970 óta folyó sikeres vonalas vízelárasztást ismerteti [289]; a tároló végső olajkihozatala becslés szerint 0,404 lesz. (Primer kihozatalát 0,199-re becsülték.) A mező 6800 km² produktív területű, mélysége 1370 m, kezdeti olajkészlete 38,5 · 10^6 m³ volt, termelő- és besajtolókútjainak száma 305. Tercier módszer bevezetésére készülnek, és a micellás módszert tartják a legtöbbet igérőnek.

A kezdettől vízelárasztással termelő kaliforniai Wilmington-mező Ranger Six-olajtelepének termeléstörténetét elemzi [290]. A korai vízelárasztás következtében ennek kifejlesztéséhez kevesebb kútra volt szükség, az egy kútra eső hozam jelentősen nagyobb volt, a kitermelés pedig meggyorsult. A víz-olaj arány végső gazdaságos határa 25—30 lesz. — Az 1937-ben felfedezett és 1946-ban egységesített, azóta víz- és gázbesajtolással termelő Rio Bravo-(Kern County, Kalifornia) olajmező sokproblémás, tanulságos termeléstörténetét írja le [291]*. Ez a mező eddig több mint 16 · 10^6 t olajat termelt.

A San Miguelito-mező (Ventura County, Kalifornia) vízelárasztásánál valószínűleg a formáció felrepesztő nyomását meghaladó besajtolónyomás következtében kúttól kútig „tolvajövek" létesültek. Ezek hatását a mező viselkedésére tanulmányozta és az erőfeszítéseket az ellenőrzésükre ismerteti [292].

Az alaszkai Cook Inlet Mc Arthur River-mező Hemlock-tárolóján a nyomásfenntartás korán kezdett vízbesajtolással rendkívül eredményes. Ez É-Amerika egyik legnagyobb tengeri vízbesajtolásos mezeje. A mező kezdeti egész olajkészlete 160 · 10^6 m³, ma 49 kútból 16 500 m³ olajat termel. Egyelőre 0,5-en felüli végső kihozatallal számolnak [293].

A bolíviai bonyolult felépítésű Canarda-mezőben eddig 210 és 2100 m között 26 külön olaj-, gáz- és gáz-csapadék telepet tártak fel, közöttük a nagy Taiguti „G" Este-olajtelepet. Az ezen olajtelep gerincvonalán folyt gázbesajtolás kiegészítésére a víz-olaj határon indított vízelárasztás szimulációs megtervezését írja le [294]. E művelettől 0,35 végső olajkihozatalt várnak.

Az Északi-tenger angol szektora alatt fekvő, 17×5 km területű két tárolóban gazdaságosan kitermelhetőnek becsült 159 · 10^6 m³ olajat és 56,5 · 10^9 m³ gázt tartalmazó Brent-mező tárolómodell-tanulmányok alapján készült, vízelárasztással kezdődő fejlesztési tervét ismerteti [295]. — Mivel az Északi-tenger norvég szektorában fekvő Ekofisk-mezőről az ún. Norvég-árok miatt tenger alatti csővezeték Norvégiába nem fektethető, a mező olaját az angol Teeside, fölös gázát pedig az NSZK Emden kikötőjébe szállítják tenger alatti csővezetékeken. A mező gázhajtással termel, 265 gáz-olaj aránnyal. A gázvisszasajtoláshoz és a távvezetéki gázszállításhoz 12,75 · 10^6 m³/d teljesítőképességű kompresszortelepet létesítettek. Az ezzel kapcsolatos problémákat foglalja össze [296].

A Szuezi-öböl partján fekvő, 1939-ben felfedezett Ras Gharib heterogén karbonát olajmező termelési és nyomásadatai tanulmányozásából kiderült, hogy a gerinc irányába benyomuló talpi víz csaknem 3,9 · 10^6 m³ olajat elkerült, maga mögött hagyott. Gondosan telepített és kiképzett 33 sűrítőkúttal ebből 1975 tavaszáig 1,7 · 10^6 m³-t már kitermeltek. A mező termelési múltját ismerteti [297].

4.6.3. Olajkiszorítás elegyedő fluidummal

A tercier olajkitermelés ismert módszereit foglalja össze és az NSZK-ban való alkalmazhatóságukat mérlegeli [299] és [300]. Előnyös módszereknek tartja a szerző a kémiai vízelárasztást és a termikus módszereket. Erősen heterogén tárolóra pedig a váltakozó gáz- és vízbesajtolást. A helyben elégetés és a gőzelárasztás gazdaságosságának a nagy porozitás nagy maradékolaj-telítettséggel a feltétele.

A baskíriai Arlan-telep példáján tekinti át a másodlagos és harmadlagos olajkitermelés módszereit, és hasonlítja össze a meleg víz, a CO_2-dal telített víz, a tenzides vizes oldatok és a polimeroldatok besajtolásának az eredményeit [301]. Nagy jövőt jósol az egyidejűleg tenzideket és polimereket tartalmazó vízzel történő olajkiszorításnak.

Az USA-ban a Society of Petroleum Engineers of AIME 1975-ben új, negyedévi folyóiratot indított „Improved Oil-Recovery Field Reports" címmel, amelynek a célja a folyamatos tájékoztatás a fokozott termelési módszerek olajmezei alkalmazásainak előhaladásáról [302]. Az 1. szám 15, a 2. 26, a 3. pedig 28 művelet állapotáról számol be. Tartós nehézség marad még egy ideig a kialakulatlan nómenklatúra, a műveletek osztályozása; az említett 28 művelet 20 (!) különböző névvel szerepel a folyóiratban. Ennek oka részben a módszerek kombinált alkalmazásaiban rejlik. Az USA-ban a szükség követeli a nyilvánosságot a fokozott kitermelés kísérleteiről.

Rugalmas közegben folyó, háromdimenziós elegyedő fluidumáramlásra, egy szabad határfelületet is beleértve, hatásos szimulációs modellt közölnek [303] szerzői. A modell felöleli közelítőleg a különböző vizek elegyedését is. Sőt jól alkalmazható süllyedési folyamatok és geotermikus folyamatok szimulálására is.

A szolvensdugó diszperziójának és a zsákpórusoknak (kapacitancia) a hatását az elegyedő kiszorításokra tanulmányozta [304]. Ezek ismeretével a szolvensdugó nagyságának a tervezése megjavítható. A kettős hatást magmintákban a *Coats—Smith*-féle diszperziókapacitancia-modell egy módosított változatának megoldásával tanulmányozta. Bebizonyította a modell paramétereinek függését a sebességtől, és korrelációt nyert az effektív diszperziós tényezők becslésére mezei alkalmazások számára. A módszerrel a magminták diszperziv elegyedési és mikroheterogenitási tulajdonságai jellemezhetők.

Biopolimeroldatok szűrődését tanulmányozta diatomeaföld szűrőkön — milliporszűrőkön — keresz-

tül [305] azon célból, hogy azok a pórusok eldugulását megakadályozandó, kondicionálhatók legyenek. Módszert javasol a szűrődés vizsgálatára.

A víz mozgékonysága csökkentésének a mechanizmusát polimerek és polimer gélek által 2, 5 és 25 μm átmérőjű, egyenes üvegkapillárisok sorozatában tanulmányozta [306]. A víz mozgékonyságát a kapillárisok falán adszorbeálódó 0,2 – ,0,3 μm vastag poliakrilamid és poliszacharid rétegek okozzák, a kapilláris effektív nagyságát csökkentve. Ez a vastagság valamivel kisebb, mint a molekulák 0,3 – 0,8 μm átmérője egy 1200 ppm-es oldatban. A polimer réteg vastagságát az áramlás sebessége alig befolyásolta. A poliakrílamid, alumíniumcitrát és ismét poliakrilamid oldatok megismételt besajtolásával annyi in situ térhálósított réteg áll elő, amennyi a sós vízzel szembeni effektív permeabilitás kívánt csökkentéséhez szükséges.

A poliakrilamidok hidrolízisének hatását az oldat viszkozitására, a polimer-visszatartásra és az áramlás ellenállási tényezőjére tanulmányozták a [307] szerzői. Közlik a KOH-dal változó mértékben hidrolizált poliakrilamid viszkozitásának és adszorpciós jellemzőinek laboratóriumi vizsgálati eredményeit. A poliakrilamid hidrolízise mind a mért, mind a relatív viszkozitást megnöveli mind friss, mind NaCl-os sós vízben. Ezek a polimerek azonban érzékenyek a divalens ionokra, annál nagyobb mértékben, minél nagyobb mértékben hidrolizáltak, és 0,35 hidrolízisnél kezdhetnek kicsapódni. Homokmodelleken végzett áramlási vizsgálatok pedig azt mutatták, hogy a poliakrilamid adszorpciója növekvő hidrolízissel csökken. Az ellenállási tényező görbéi a viszkozitás és a polimervisszatartás hatását mutatják a mozgékonyság csökkenésre.

Részben hidrolizált poliakrilamid oldatok mechanikai vagy nyírás okozta degradálódását tanulmányozta homokkőmagokban [308]*. Más, viszkoelasztikus viselkedésű polimerek, amilyen a polietilén-oxid, hasonlóan viselkednek, de a viszonylag rugalmatlan polimeroldatok, mint a BX-biopolimer, a mechanikai degradálásnak nagyon ellenállnak. A porózus közeg okozta mechanikai degradálódást a főként megnyúlt áramlási mezőkben előálló nagy viszkoelasztikus normálfeszültségek váltják ki. Ez erősebb áramlásnál okoz komoly károsodást a polimeroldatban, amely jellemző mezei besajtolóviszonyok közt a mozgékonyságszabályozás 0,8-ét is meghaladhatja. A mechanikai degradáció nagy szalinitású sós vizekben igen nagy mértékű, különösen Ca-ionok jelenlétében.

Szilárd halmazállapotú polimerek helyett folyadékállapotúak használatának előnyeiről és olajmezei alkalmazásuk eredményeiről számol be [309].

Biopolimerek oldatainak besajtolhatósága jelentősen növelhető megfelelő keverőtechnikával, mikrobás behatástól a felület kellő megóvásával, és tiszta, baktériummentes besajtolórendszerek és forrásvizek használatával. A szűrés és tisztítás módszereinek értékelése azt mutatja, hogy a cellulás anyag száma vagy mennyisége minimális költséggel nagymértékben csökkenthető. E módszereket ismerteti [310]. — Biopolimer — XANFLOOD — oldatok kezelése bizonyos enzimekkel növeli az oldatok besajtolhatóságát. Az enzimek, szolubilizálva a cellulás törmeléket, megjavítják a besajtolhatóságot. Az enzimes tisztítás laboratóriumi vizsgálatairól tájékoztat [311].

Polimerelárasztási vizsgálatokat végzett kvarchomokokban ^{14}C-gyel jelzett hidrolizált poliakrilamid-oldatokkal, a polimervisszatartást és az olajkihozatalt befolyásoló tényezők vizsgálatára [312]*. Az elárasztási adatokból nyert „dinamikai polimer-visszatartás" értékeket összehasonlította a „statikai polimeradszorpció" értékeivel, és arra a következtetésre jutott, hogy a polimer-visszatartásban a mechanikai akadályoztatás — szűkületeltömődés — szerepe az uralkodó a fizikai adszorpcióval szemben, viszonylag kis permeabilitás mellett. Vizsgálta a polimerkoncentráció, a dugónagyság, a sókoncentráció és a permeabilitás hatását a polimerelárasztásra. A változó polimeráramlás alatt részben reverzibilis polimervisszatartást figyelt meg, és megfogalmazta az ilyen áramlás matematikai egyenleteit. — Az előző tanulmányban közölteken túl [313]* megvizsgálta a polimerelárasztást rétegezett — három, sorjában 1200, 173 és 33 mD permeabilitású rétegből összetett — homokmintában, azzal az eredménnyel, hogy a polimerelárasztás hatásfoka jelentősen nagyobb, mint a sós vizes elárasztásé. Ennek az oka a rétegezett rendszerben a nagyobb polimer-visszatartás a polimeroldatnak a nagy permeabilitású rétegből a tömöttebb rétegbe való elterelése következtében.

Vizes polimeroldatok stabilitásának a feltételeit vizsgálja olajmezei besajtoláskor, az oxidáció, a baktériumok, a mechanikai degradáció és a hőmérséklet szempontjából, és az üzemi besajtolást megelőző vizsgálatokhoz ad tanácsot [314].

Egy, a tárolóhoz magától alkalmazkodó olajkitermelő fluidummal végeztek kísérleteket a Main Consolidated-mezőben (Crawford County, Illinois). A fluidum alapja a helyben térhálósított polimer; három kemikáliát oldanak a vízben: térhálósodó polimert, karboxi-metil-cellulózt és a térhálósodást szabályozó diciklohexil-amint. Az utóbbi ágens — összekötve a polimer molekulákat — növeli a viszkozitást, de bizonyos körülmények között, amilyen a nagy olajtelítettség, kivonódik, és visszaáll a kisebb viszkozitás. A fluidum viszkozitása nagy lesz a vízövben, és kicsi az olajövben, ami növeli az áramot az olajos övekben [315].

Polimerfolyadékok stabilitását vizsgálták laboratóriumban és a wyomingi kis Minnelusa-mezőben, amelynek egy kútján át poliakrilamid oldatot és sós vizet sajtoltak be négy különböző ütemben, majd a folyadékot kidugattyúzták a polimer degradációjának a vizsgálatára. Megállapították, hogy a nyírásos degradáció és az érintkezés az anhidrit oldódása következtében jelenlevő Ca-ionokkal a gazdaságtalanságig csökkentheti a polimer hatását [316].

Savas kőolajok kitermelésére szokatlanul hasznos közvetítő anyag a polietilénimin (PEI) híg vizes oldata mind nagy, mind kis viszkozitású olajoknál. Szabadalmaztatása folyamatban van [317]. A polietilénimin, az etilénimin polimerje, egy nagyon hidrofil kationos polibázisos polimer. A szerző ismerteti a laboratóriumi vizsgálatokat.

A North Burbank-egység (Osage County, Okla) homokjában egy 64 ha-os vízelárasztás utáni gazdaságos polimerelárasztás négy évéről számol be [318]. A kemikáliák és a felszerelés kezdő költsége a művelet első 26 hónapjában megtérült, és a tercier többletolaj a művelés négy éve alatt 12 termelőkútból 12 150 m^3

volt. Az első kilenc hónap alatt négy besajtolókutba 270 000 m^3 vízben oldva 38 400 kp poliakrilamidot sajtoltak be. — A Romaskino-mező inhomogén tárolóin poliakrilamid oldattal végzett dugós elárasztási kísérletről számolnak be [319] szerzői.

A Kansasban fekvő és 1915-ben felfedezett El Dorado-mezőn a Cities Service Oil Co. és a szövetségi ERDA — Energy Research and Development Administration — 0,6:0,4 költségviseléses kooperációjával laboratóriumban és a mezőben folyó micellás-polimer elárasztási kísérletről tájékoztat [320]. A mező eredeti olajkészlete $17{,}2 \cdot 10^6$ m^3 volt, ebből a primer és a rákövetkező levegőbesajtolásos kihozatal 0,213, a vízelárasztás kihozatala pedig 0,125 volt, a maradékolaj-hányad, a tercier cél 0,662. Az ERDA által felállított követelmények a micellás-polimer elárasztáshoz: a térfogatos elárasztás hatásfoka $>0{,}5$; $h>3$ m; $k>50$ mD; $\phi>0{,}2$; $T=10$—80 C°; $\mu_o<10$ mPa.s; $S_{or}>0{,}25$; víz $TDS>5000$ ppm; $Mg^{++}+Ca^{++}<$ <500 ppm.

A micellás-polimer elárasztás mechanizmusát tanulmányozták [321] szerzői. Megállapították, hogy micellás oldatból, polimeroldatból és vízből összetett, összesen egy pórustérfogatnyi dugó homogén telepmodellből csaknem minden olajat kiszoríthat. A legfontosabb paraméterei a kiszorításnak a micellás oldat és a víz határfelületi feszültsége. — Viszkózus, nem newtoni tulajdonságú kőolajok kiszorítását tanulmányozták lineáris modelleken polimer- és micellás oldatokkal, Azerbajdzsán inhomogén tárolóra való tekintettel [322] szerzői. A végső olajkihozatal polimeroldatokkal kb. 0,2-del, mikroemulziókkal kb. 0,4-del nőtt. Polimeroldatos kiszorítást az Azizbekovneft mezőin fognak alkalmazni.

A tárolókőzet ásványanyagának, az agyagoknak és a vízben kis mértékben oldódó gipsznek a micellás-polimer elárasztásra gyakorolt hatását tanulmányozta laboratóriumi mintákon [323]. Az ásványokból oldott Ca^{++} és az elárasztó vegyszer reakciója minden esetben az olajkihozatal nagymértékű csökkenését okozza. Az agyag és a gipsz erősen csökkenti a micellás-polimer elárasztás hatásfokát. Az agyag hatását nagymértékben befolyásolja a szemcseközi víz szalinitása; minél kisebb a szalinitás, annál nagyobb a kihozatal csökkenése.

A Marathon Oil Co. által az 1960-as évek elején kifejlesztett és eddig 20 üzemi alkalmazásban jó eredménnyel bevált MARAFLOOD (mikroemulziós= micellás) elárasztást ismerteti [324]. A mikroemulziók tenziddel stabilizált víz és szénhidrogén szuszpenziói. Kellő koncentrációnál a tenzidmolekulák micelláknak nevezett aggregátumokat alkotnak, amelyek képesek magukban fluidumokat szolubilizálni, és akkor duzzadt micella a nevük. Ezek áttetszők, átlátszók, homogének és stabilisak. A pórustérfogat 0,04 – 0,07 részét tevő térfogatú elegyedő padként szorítják ki az olajat, őket pedig víz hajtja előre. Mozgékonyságszabályozók lévén maximalizálják mind a kiszorítás, mind az elárasztás hatásfokát. A szerző ismertet két nagyobb mikroemulziós elárasztókísérletet, Illinoisban a Robinson-homok 16 ha-os lineáris és Pennsylvaniában a 3. Bradford-homok 19 ha-os ötpontos elárasztását, továbbá DK-Illinoisban egy 48,5 ha-os elárasztás előkészítését. A módszer elterjedésének igénye azonban nagy: 1 millió m^3 olaj kitermeléséhez kb. 48 500 t tenzid, 68 500 m^3 alkohol és 290 t polimer szükséges.

A micellás elárasztás energiahozamáról közöl nagyon érdekes számítást [325], az Amoco Production Co. által kifejlesztett micellás fluidumokat véve alapul. Az ezen fluidumok gyártására, szállítására és besajtolására fordított energiát állítja szembe az általuk kitermelt olaj energiatartalmával. A jellemző micellás elárasztórendszer egy, a formációt kondicionáló sós vizes előmosást követő, az olajat kiszorító 0,1 pórustérfogatnyi micellás fluidumpadból, az ez után következő 0,4 pórustérfogatnyi mozgékonyságszabályozó pufferből és végül a rendszert hajtó vízből áll. A micellás pad összetétele 0,92 sós víz és 0,08 vegyszer (0,625 szulfonát +0,375 alkohol) volt, a puffer 0,001 polimert tartalmazott. Az érdekes energiamérleg a következő:

1000 m^3 tárolótérfogatban							
az elárasztás hatásfoka		0,5			0,6		
az olajtelítettség		0,25	0,30	0,35	0,25	0,30	0,35
a bevezetett energia	10^6 kJ	67,5	67,5	67,5	80,9	80,9	80,9
a kinyert energia	10^6 kJ	925	1100	1285	1100	1320	1528
az arányuk (ki/be)		13,6	16,3	19,0	13,6	16,3	19,0

A micellás elárasztással nyert többletolaj energiatartalma 13—19-szerese a kitermelésre besajtolt energiának. Ez az arány palaolaj-termelésnél 2—10, kőszén elgázosításánál és cseppfolyósításánál 7—9, hasadásos nukleáris energiánál kb. 5. A micellás elárasztás tehát versenyképes más energiafajták termelésével.

Micellás oldatok stabilitását tanulmányozta sók jelenlétében, egy adott tárolóra szabott oldat készítésével kapcsolatban [326], a víz szalinitásának, a víz szalinitása és a szulfonát molekulatömegének a hatását a stabilitásra.

Az irodalom szerint a mikroemulziókat gyakran a tárolóban előforduló áramlási sebességeknél nagyobb sebességgel végzett magelárasztások alapján értékelik. Ennek az oka feltehetően az, hogy a mikroemulziós elárasztás egy „elegyedő jellegű" — újabb szóhasználattal pszeudoelegyedő — folyamat. Szükséges azonban meghatározni, mit jelentenek ezek a szavak, és mi a viszonyuk egy „elegyedő" folyamathoz. [327]* kísérleti úton igyekszik megkülönböztetni a mikroemulziós elárasztás elegyedő és nem elegyedő vonásait, és külön értékelni mindkettő részvételét az olajkiszorításban. A fő következtetések a mikroemulziós elárasztásnak a sebességtől függésére, a helyben levő fluidumok elkerülésére, az emulzió külső fázisának szerepére, a tenzid visszatartására, és az olajkiszorítás mechanizmusára vonatkoznak. A szerzők

a kísérleteket különböző összetételű és nagyságú mikroemulzió dugók 0,3—1,8 m/d sebességű besajtolásával végezték Berea-homokkőben. amely sós vizet és a mikroemulzió terner diagramjának megfelelő olajat tartalmazott.

Különböző micellás rendszerekben a társtenzidként (kotenzid) használt alkoholok hatását vizsgálják [328] szerzői. Ezek az alkoholok módosítják a fázisviselkedést, és szabályozzák a sós víz vagy szénhidrogén mennyiségét, amely egy mikroemulziót „szolubilizálhat". A megfelelő társtenzid a viszkozitást is beállíthatja a mozgékonyságszabályozásra. A szerzők összefüggést adnak a társtenzid-koncentráció és az elektrolitkoncentráció, a szénhidrogén fajtája vagy a hőmérséklet között.

A permi Kamennoloskaja-olajtelep micellás elárasztása előtti laboratóriumi vizsgálatokról számol be [329]. A micellás oldat, amelynek a viszkozitása a víztartalomtól függően 1—26 cSt között változott, csaknem dugattyúszerű kiszorítást mutatott.

MARAFLOOD-elárasztáshoz kétkomponensű, vízben oldódó, nagy móltömegű polimerkeverékek olajkiszorító hatását vizsgálták laboratóriumban [330] szerzői. Azt találták, hogy a Brookfield-viszkométerrel — benne öt szorosan érintkező 100 csokros szitával — meghatározott szűrődési tényező (screen factor) a legalkalmasabb a vizet nyúlósító és az olajkihozatalt növelő kétkomponensű szinergetikus rendszerek vizsgálatára. A leglátványosabb szinergizmust — az egész részeinek viszkozitást növelő együttes hatását — 0,5 polietilén-oxid és 0,5 poliakrilsav 2 g/100 ml koncentrációjú vizes oldatával tapasztalták.

Gazdaságos mikroemulziós elárasztáskor elkerülhetetlenül megjelennek az olajjal, a vízzel vagy mindkettővel nem elegyedő fázisok, és a nem elegyedő időszakban nagymértékben befolyásolják a kiszorítás hatásfokát. A mikroemulziós elárasztás ugyanis a dugó összeomlásáig helyileg elegyedő folyamat, de utána már nem elegyedő a sebességtől függő kiszorítás. És egy hatásos elárasztással az olaj hagyobb hányadát nyerik ki a nem elegyedő időszakban. A [331] tanulmány behatóan foglalkozik a több fázisú mikroemulzió viselkedésében a határfelületi feszültség változásával, a viszkozitást befolyásoló tényezőkkel, a fázisváltozásokkal a hőmérséklet, szalinitás, olajösszetétel, tenzidszerkezet, társszolvens és oldott szilárd anyagok a vizes fázisban függvényében. A cél kettős: olyan mikroemulziós dugót tervezni, amely hatásosan szorítja ki az olajat a fronton, és amelyet hatásosan szorít ki a víz hátul.

É-Wyomingban a Green River-medence makacs, 1 – 440 mD permeabilitású és vízérzékeny agyagos Almy-homokjában az 1969-ben elkezdett kémiai elárasztásnak biztatók az eredményei; nemcsak a 0,54-ra becsült végső kihozatala az egyszerű vízelárasztás 0,43 kihozatalával szemben, hanem az olajjal kitermelt és kezelendő vízhozam 0,8-re csökkenésével is. A kémiai elárasztás tervezésekor a három fő feladat: az agyag stabilizálása, a permeabilitásszelvény kiigazítása (egységesítése) és a nedvesítés szabályozása. [332] szerzői e feladatokat részletezik, és három példán szemléltetik. Az agyag stabilizálása a kútkörnyéken KCl-oldat felszívatása után foszfátos és tenzides kezeléssel történik, miáltal az agyag felülete befedetik; ezen előkezelés után poliakrilamidokkal fejezik be a stabilizálást. A permeabilitás egységesítése a nagy permeabilitású szelvényszakaszoknak nagy móltömegű poliakrilamiddal való szelektív elzárásából áll. A nedvesítés szabályozása, a tömöttebb övek elárasztása és a felszívás elősegítése pedig akrilamidokkal és foszfátokkal való kezeléssel történik.

Micellás oldatos elárasztáskor a különböző mozgékonyságú pufferek — glicerin, szacharóz és keményítő — nagyságának és fajtájának a hatását az olajkihozatalra tanulmányozták [333] szerzői. A pufferek hatását az olajkihozatalra a puffer és a micellás dugó elegyedésének a mértékével magyarázzák.

A micellás elárasztás rövid ismertetése után [334] beszámol három üzemi kísérletről, leírja a magelárasztás technikáját az eljárás értékelésére, új módszert ismertet nyersolaj közvetlen szulfonálására és micellás oldat készítésére a mezőn, és összefoglalja az eljárás gazdaságosságát. A MARAFLOOD-eljárással 17, vízzel elárasztott olajmezőn sikeres üzemi alkalmazással kb. 55 000 m³ tercier olajat termeltek.

A Montanaban levő Bell Creek Muddy-homoktárolón, amely hat rétegből áll, a sikeres, 0,404 végső kihozatalú vízelárasztás után a legjobb eredményt ígérő micellás elárasztást tervezik [335].

A spontán emulgeálódásról mint a fokozott olajkitermelés egy lehetséges módjáról és annak laboratóriumi vizsgálatairól tájékoztat [336]. Bizonyos szénhidrogénfázisok és petróleumszulfonátok vizes oldata között spontán emulgeálódás következik be, ha a szulfonátok behatolása az olajfázisba előnyös mértékű. A spontán emulzióképződést az olaj és a vizes fázisban levő tenzid kémiai potenciálkülönbsége okozza. A spontán emulzióképződés mobilizálja a maradék olajat sokkal kisebb kapillárisszám-tartományban ($N_c = u_D \mu_D / \phi \sigma_{ow}$), mint ahogy ez az egész más természetű, kis (határfelületi) feszültségű vízelárasztásoknál történik. A spontán képződött emulzió nem stabilis, a kis olajcseppek bizonyos idő után koaleszkálnak, és olajpad képződhet.

Az Amerikában kausztikusnak nevezett alkalikus s emulziós fokozott olajkitermelési módszerek helyzetéről nyújt áttekintést [337]. Az alkalikus vízelárasztás olajkihozatal-növelő hatását több mechanizmussal magyarázzák: 1. az áramló alkalikus vizes fázis az olajat helyben emulgeálja és magával szállítja, 2. a nedvesedést megfordítja olajnedvesről víznedvesre, 3. víznedvesről olajnedvesre, és 4. az olajat helyben emulgeálja, és az a pórusszűkületben megreked. Mindegyik mechanizmus más kezdeti tároló- és besajtolóviszonyokat feltételez és a kihozatalt különböző módon növeli. A vízben olaj emulzió besajtolása hasonló az alkalikus elárasztáshoz, de attól fejlesztésben az üzemi alkalmazásban még elmarad.

A tenzides vagy micellás — kémiai — olajkitermelési módszerekről nyújt kiváló tájékoztatást [338]. Az olajkiszorításban a tenzidek felhasználására két különböző felfogás alakult ki. Az első módszer: kis tenzidkoncentrációjú, de nagy térfogatú — 0,15—0,60, sőt nagyobb pórustérfogatnyi — oldatot sajtolnak be; a vízben vagy az olajban oldott tenzid egyensúlyban van a micelláknak nevezett aggregátumaival. A másik módszer: nagy tenzidkoncentrációjú, de kis térfogatú — 0,03—0,20 pórustérfogatnyi — oldatot sajtolnak a tárolóba. Nagyobb tenzidkoncentrációnál a micellák tenzid stabilizálta szénhidrogénben víz vagy vízben

szénhidrogén diszperzióvá válnak. A diszpergált fázis mennyisége a nagy tenzidkoncentrációnál nagy, kis tenzidkoncentrációnál kicsi. Mozgékonyság-ellenőrzés mindkét módszerhez szükséges.

A tenzides elárasztást tanulmányozták litológiailag bonyolult tömött, friss vizes olajtárolóban, a wyomingi Big Muddy-mező egy 2 ha-os részén fúrt öt kúton át [339] és [340] szerzői. A tenzides pad 0,025 Naszulfonátot, 0,03 alkoholt és 0,002 NaOH-ot tartalmazott és biopolimer adalékot a viszkozitás 6 mPa. s-ra való növeléséhez. A tenzides padot 0,3 pórustérfogatnyi polimerrel nyúlósított víz hajtotta előre, amit víz követett. A kísérlet 1976-ban fejeződik be.

Porózus közegekben a tenzidek adszorpcióját tanulmányozták tenzides rendszereknek a telepállapotot utánzó állapotú magmintákba sajtolásával, majd ennek sós vízzel, végül izopropil-alkohollal (IPA) való elárasztásával. Ezeket a vizsgálatokat ismerteti [341].

Az egyfázisú elegyedő tenzides elárasztás számára egyfázisú matematikai modellt ad [342]. Az egyidejűleg működő mechanizmusok a diszperzió, diffúzió, tortuozitás, adszorpció, zsákpórushatás. A porózus közegek kezelésére a mikroszkopikus, statisztikus és makroszkopikus közelítések közül a makroszkopikust választotta. A sebességgel és a koncentrációval társult különböző függő változókat térfogatosan átlagolja egy reprezentatív elemi térfogaton (REV) át. A porózus testet homogénnek tekinti, és tulajdonságait a reprezentatív elemi térfogat tartalmazza.

A tenzidek öregedését, mért határfelületi feszültségük növekedését különböző szénhidrogénekkel szemben, mint a tercier olajtermelés egy lehetséges hátrányát tanulmányozták az idő, a hőmérséklet és a fluidumpár összetétele függvényében, társtenzidek — alkoholok — jelenlétében is. Az első ilyen vizsgálatokról számol be [343].

A Borregos-mező (Kleberg County, Texas) Frio-homokjában egy 0,5 ha-os, ötpontos rendszeren 1965—66-ban folytatott tenzides elárasztási kísérletről számol be [344]*. A 0,47 pórustérfogatnyi és 0,023 aktív petróleumszulfonát-tartalmú oldatot víz hajtotta. A térfogati elárasztás hatásfoka 0,6 volt, ami a mozgékonyságszabályozás szükségét mutatja. A kísérlet bebizonyította, hogy olcsó tenzides elárasztással jelentékeny tercier olaj nyerhető.

Tenzidek adszorpcióját tanulmányozták laboratóriumban 80 MPa nyomásig és 308 K hőmérsékletig kvarc- és kalcitporból készített próbatesteken, nafténsavas és gyantás olajokkal [345] szerzői. Az adszorpció általában a nyomással nő, a hőmérséklettel csökken.

Baskíria olajmezőin tanulmányozta a tenzides elárasztás hatásfokát [346]. Megállapítja, hogy a végső olajkihozatal annál nagyobb, minél korábban kezdik a tenzidelárasztást. Az Igrovszkaja-telep 16 mPa.s viszkozitású olajánál a 0,1 kihozatalnál kezdett tenzidelárasztással a végső kihozatal 0,1-del, a 0,2 kihozatalnál kezdettnél már csak 0,07-dal nő. 1 t tenzid kb. 100 t többletolajat eredményez. A költség tenziddel kb. 11,5 R/t, tenzid nélkül 1,5 R/t.

A gáz- és vízbesajtolás alatt álló algériai Hassi Messaoud-olajmező termeléstörténetével és előre becsült jövőjével foglalkoznak [347] szerzői. A homokkőmezőt, amely a világ egyik legnagyobbika, 1956-ban fedezték fel, és az 1957-ben kezdett termelni. Produktív területe 2600 km², kezdeti olajkészlete $38 \cdot 10^9$ m³, ma 300 kútból 92 000 m³/d olajat termel nagynyomású, elegyedő gázbesajtolással. A következő 10 évben 500 új kutat fúrnak, a gáz- és vízbesajtoló kapacitást bővítik, amivel a mai hozamot 1,5-szeresére növelik.

A líbiai Intisar „D" óriás olajmezőn öt éve nagynyomású gáz besajtolásával folyó elegyedő termelésről számol be [348]*. A 2730—3000 m mélységben talált, 4,8 km átmérőjű reef karbonáttároló kezdeti olajkészlete $1{,}84 \cdot 10^9$ m³, telepnyomása 29,4 MPa, az olaj buborékpontnyomása 15,4 MPa, oldottgáz-tartalma 90,5 volt. A korán elkezdett talpi víz- és a tetőn 27,6 MPa nyomással folyó elegyedő gázbesajtolással 0,8-nél nagyobb kihozatalt várnak, és közben a tárolóban jövőbeli felhasználásra $85 \cdot 10^9$ m³ gázt tárolnak.

Az 1945-ben felfedezett University Block 31-mezőn (Crane County, Texas) az 1952 óta nagynyomású gázbesajtolással folyó elegyedő olajkitermelést ismerteti [349]. A 2600 m mélyben fekvő kristályos mészkőtároló átlagporozitása 0,15, átlagpermeabilitása 1 mD, az intermedierekben gazdag (0,3 móltörtje C_2—C_6) olaj sűrűsége 0,825. A kiszorítás 29 MPa nyomással besajtolt $3{,}6 \cdot 10^6$ m³/d sovány gázzal folyik, ennek 0,4-e égésgáz. (A gazolintelep maradék gázának 1 m³-éből 9—11 m³ égésgáz lesz.) A 3160 ha területű mezőt 32 ha kútsűrűséggel fejlesztették ki, a gázbesajtolás 13 ha-os 9 pontos egységenként folyik. A kiszorítás hatásfoka 0,95—1,00, a térfogatos hatásfokra való tekintettel a végső kihozatalt 0,6-re becsülik. A $11 \cdot 10^6$ m³-re becsült primer kihozatallal szemben eddig $20{,}6 \cdot 10^6$ m³ olajat termeltek ki. Ez volt a világ első nagyméretű elegyedő kiszorítása nagynyomású gázzal.

A Pembina-mező Bear Lake Cardium-egységén (Alberta, Kanada) több mint öt éve folyó dúsgázhajtásos elegyedő elárasztás viselkedéséről, benne több nehézségről — csatornásodás, korai áttörés — számol be [350]*. Az uralkodó áramlási rendszer a gravitációs elkülönülés, és az egyes kutak viselkedését erősen befolyásolja a tároló szerkezete és a megnyitás mélységköze. — Az Albertában levő, $140 \cdot 10^6$ m³ olajat tartalmazó South Swan Hills reef karbonáttároló középső részén dús gázzal folyó elegyedő kiszorítást ismerteti [351], amelytől a vízelárasztáson felül $16 \cdot 10^6$ m³ többletolajat várnak. A kiszorítás hatásfoka 0,95—1,00. A teljes kihozatal 0,1 pórustérfogatnyi szolvenst követő 0,3 pórustérfogatnyi gázzal 0,65 lesz.

A CO_2-os és szénhidrogénes elegyedő olajkitermelési módszerekről nyújt nagyon jó áttekintést, a kiszorító fluidum szerint: a nagynyomású (vaporizáló) gázzal, a dúsított (kondenzálódó) gázzal, a propángázzal, a szén-dioxiddal és a kölcsönös — olajjal és vízzel elegyedő — oldószerrel történő olajkiszorításról [352]. Közülük, ahol elérhető, ma a szén-dioxidos módszert tekintik a legelőnyösebbnek; 1 m³ telepállapotú CO_2-dal 2 m³ olaj termelhető ki gazdaságosan.

A könnyűolajat tartalmazó Budafa-mezőbe vízbesajtolás után CO_2-gázt sajtolva be, a nyomást 10 MPa-ra növelték. A mezei kísérlet folyamán a hozam növekedése és a termelvény vízhányada csökkenése által jelzett olajpad képződött. A hozam 0,10-dal nőtt [353]. A relatív permeabilitás és a szabad gáz-

telítettség hatása kedvező. Egy másik, nagy gázsüveges tárolóba a CO_2 és víz besajtolása 42 kúton át folyik. — Nagy CO_2-tartalmú földgázok összetételét és a CO_2 eredetét tanulmányozták [354] szerzői. Az ilyen földgázok termodinamikai viselkedésének előrebecslésére rendkívüli telepállapotban — 433 K hőmérsékletig és 32 MPa nyomásig — általános függvényeket közölnek, és használatukat egy telepen mutatják be. Ez a földgáz térfogatilag 0,80 CO_2-ot és 0,05 H_2S-t tartalmaz; a gázt csapadékkal és vízzel termelik. Korrózióvédelemre van szükség, ezért a természetes és a kereskedelemben elérhető inhibitorokat is tanulmányozták.

A SACROC-egységen folyó váltakozó víz- és CO_2-os elárasztás mechanizmusának jobb megértése és optimalizálása érdekében [355] szerzői összetételes szimulációs tanulmányokat végeztek. A Scurry County-ban (Texas) 1948-ban felfedezett Kelly Snydermezőn, amely 1954-ig oldottgáz-hajtással, majd az ekkor alakult SACROC- (Scurry Area Canyon Reef Operators' Committee) egységen a középvonaltól kifelé vízhajtással termelt, 1972-ben CO_2 – besajtolásra tértek át, majd rövidesen CO_2 és víz váltakozó besajtolására. Hogy az elárasztás eleme számára reprezentatív modellt nyerjenek, összetételes szimulátort használtak a mező viselkedésének adataival. Ezután következtek az egyes paraméterek változtatásával az egyes szimulációk. Az eredmények azt mutatták, hogy a viselkedést befolyásoló fő tényező a tároló heterogenitása; a nyomásszint növelésével az olajkihozatal nő, és a CO_2 áttörése a víz—CO_2 arány növelésével csökkenthető. Ezek alapján olyan program készült, amellyel a besajtolt fluidumok elosztása, ahol megtehető, mechanikusan történik. A nem kívánt gáz-előresietések meggátlására betétcsöveket építenek be, és a gázt a tároló rétegezettségének megfelelően pakkerek közé fogva irányítják a helyére [357]. Ez az egyetlen hatásos, de költséges módszer.

Ny-Texasban a Lubbock-mező egy karbonáttárolóján elegyedő CO_2-os gázhajtásos kísérlet indul 0,71 CO_2 és 0,29 H_2S összetételű savanyú gázzal. A kísérletet szimuláció előzte meg [356]. A hajtófluidum uralkodóan metánból álló maradék gáz. A kísérleti telepből a primerkihozatal 0,156, a vízelárasztásé 0,303 volt, a tercierkihozatal az előrebecslés szerint 0,331 lesz, a tervezett összkihozatal tehát 0,79.

Ugyancsak Ny-Texasban a North Cross devon egység Crossett-karbonátmezején 1972-ben CO_2-besajtolást kezdtek, amelytől 0,42 végső olajkihozatalt várnak [358]. A tároló krétás, kvarcos karbonát, 0,21 porozitással és 3 mD permeabilitással, átlagvastagsága 27 m, olajának sűrűsége 0,805, kezdőnyomása 17,2 MPa volt. 565 000 m^3/d CO_2 besajtolását tervezik csőfejgázok besajtolásával együtt, hogy a nyomást a 11,4 MPa elegyedési nyomás fölött tartsák. A jelenlegi telepállapotban 1 m^3 teleptérfogatot 445 m^3 CO_2 tölt ki.

Az olaj oldódását szén-dioxiddal telített vízben telepnyomáson és hőmérsékleten tanulmányozta [359] annak megállapítására, mi a vízben oldott CO_2 optimális koncentrációja, amely mellett az olaj oldódása maximális.

Dús gázos vagy szén-dioxidos elegyedő kiszorításnál a rendszer gyakran tartalmaz az előző vízelárasztásból vagy váltakozó víz- és oldószer-besajtolásból visszamaradt mozgóképes víztelítettséget. Ennek az olajkihozatalra gyakorolt hatását vizsgálta kísérleti úton [360]*, a következő tényezőkre kiterjedve: 1. a nedvesíthetőségre, a víz által bezárt olajtelítettséget is beleértve; 2. az első érintkezésre és a többszörös érintkezésre bekövetkező elegyedésre; 3. a kiszorítás sebességének és a porózus közeg hosszának a hatására a többszörös érintkezéses elegyedésre; 4. az oldószer és a víz egyidejű besajtolására.

Szervetlen vegyület — az ammónia — szorpciójának olajkihozatalt növelő hatását tanulmányozták [361] szerzői elméleti és laboratóriumi vizsgálatok alapján, a nagylengyeli karbonáttároló két — korlátolt vízhajtású — blokkján folyamatban levő tercier üzemi kísérlettel. A módszert az ilyen típusú blokkokban alkalmazhatónak tartják.

4.6.4. Olajkiszorítás meleg fluidummal

A termikus olajkitermelés módszereiről — a szakaszos és folytonos gőz-, melegvíz- és tűzelárasztásról — nyújt jó áttekintést [362] szerzője. A termikus hajtás elsősorban a viszkózus erők csökkentésére szolgál, de növeli a hajtóerőket is. A kombinált hatás egy újabban definiált pszeudomozgékonysági tényezővel fejezhető ki, amely a kiszorítás stabilitásának kvantitatív mértéke. Lényegileg nagyon kis hő szükséges az olaj hőmérsékletének növelésére a kiszorítófronton, a túlhevítés veszteséges. A 100—300 C°-os hőmérséklet egyenletesen alkalmazva megfelel. Nagy lehetőség rejlik a hő visszanyerésében. A kútsűrűség a kezdeti feltételektől, az olajkiszorítás és a hőkiszorítás elárasztó-hatásfokától függ.

Az Institut Français du Pétrole kutatói által a szénhidrogén-kitermelés termikus módszereinek területén 1966 óta végzett kutatások hét részre tervezett összefoglalásának első két részét közlik [363] szerzői. Az első rész a hő- és tömegtranszfer általános összefüggéseit, valamint ezeknek a porózus közegekre való alkalmazását és a transzferjelenségeknél szerepet játszó fizikai jellemzőket tekinti át, a második rész pedig a termikus módszereknél bekövetkező állapotváltozásokat és kémiai reakciókat.

A Petroleum Society of Canadian Institute of Mining összeállíttatta a termikus olajkitermelési módszerek válogatott bibliográfiáját. A meleg fluidum besajtolásáról 235, a helyben elégetésről 157, a tárolórendszer termikus tulajdonságairól és rokon témákról 121 irodalmi adatot tartalmaz, ez összesen 513 hasznos információ [364].

A Szovjetunió olajipara mai helyzetének és távlatainak jellemzése után [365] hangsúlyozza a természetes ásványkincsek mainál teljesebb felhasználásának szükségességét. Előre becsüli a fokozott olajkitermelési módszerek alkalmazásait s a velük elérhető kihozatalokat. Felsorolja az okokat, amelyek alkalmazásukat akadályozzák. Ezzel kapcsolatban megállapítja a Szovjetunió Olajipari Minisztériuma, más minisztériumok és a Tudományos Akadémia előtt álló feladatokat.

A Szovjetunióban a termikus módszerek — gőzbesajtolás és helyben elégetés — területén eddig végzett kísérleti és olajmezei munkákat elemzi [366]. Felsorolja a kinyert többletolaj, az olajkihozatal, a gőz — olaj arányok, a levegő — olaj arányok, a gazdasági mutatók

adatait és egyéb jellemző adatokat, és javaslatot tesz a módszerek olajmezei alkalmazásának további fejlesztésére. — A Szovjetunióban a termikus olajkitermelési módszerek jelenlegi helyzetének elemzése azt mutatja, hogy e módszerek széles körű ipari bevezetéséhez a módszerek technikája és technológiája, a tárolók hidrodinamikai vizsgálata, a tervezési módszerek stb. területén még sok előzetes vizsgálat szükséges [367].

A termikus módszerek gazdaságosságának a meghatározására a hagyományos módszerekkel való összehasonlítás céljából módszert javasol [368]. A javaslat kiterjed arra is, hogy gazdasági kedvezményekkel miként serkenthetik a vállalatokat e módszerek bevezetésére. — A termikus termelési módszerek hatásossága egy kimerült telepben nemcsak az olaj kiszorításától — mobilizálásától — függ, hanem a mobilizált olaj minél teljesebb kitermelésétől is. Az általános művelési terv összeállításakor erre kellő figyelemmel kell lenni; ehhez ad útmutatást [369]. — A termikus módszerek technológiai paramétereinek termodinamikai számítási módszereit és eredményeit foglalja össze [370], a kis viszkozitású olajtárolókra való tekintettel is. — A termikus termelési módszerekre való tekintettel többen vizsgálták laboratóriumban a hőmérséklet hatását a kőolajkomponensek adszorpciójára homokkövek felületén, a vízzel nedvesíthetőségre, az olaj – víz permeabilitásarányra, és a vízzel történő kapilláris-olajkiszorításra. Ezekről a vizsgálatokról ad összefoglalót [371].

Az olaj oldódását tanulmányozták meleg vízben nagy nyomáson (16—22 MPa) és nagy hőmérsékleten (320—340 C°), mint a meleg vízzel történő olajkiszorítás elegyedő folyamatát. Ilyen viszonyok között végrehajtott kísérletek során a kiszorítás hatásfoka elérte a 0,996-et [372].

Kb. 4 D permeabilitású és 0,3 porozitású kvarchomokon vizsgálták laboratóriumban a poliakrilamid hatását a melegvíz-elárasztásra [373]. Az olaj viszkozitása 20 C°-on 15 mPa.s, 80 C°-on 2,5 mPa.s volt. Poliakrilamid adalékkal a hőveszteség a besajtolókútban 0,25-dal csökkent, a kiszorítás hatásfoka pedig nőtt.

Az inhomogén, rétegezett és nagy paraffintartalmú olajat tároló Uzeni-telepen tanulmányozták a réteghőmérséklet fenntartásának elvét és módszereit hideg- és melegvíz-hajtásos művelésnél. A fluidumáramlás nem elegyedő és nem izotermikus, ezért figyelembe vették a viszkozitások függését a hőmérséklettől. Analitikai összefüggéseket dolgoztak ki az olajkihozatal kiszámítására. A mező két övén e módszerrel folyó művelés elemzését közlik [374] szerzői.

Víz – gőz keverék besajtolásakor a kútban a nyomás és hőmérséklet viselkedését vizsgálja elméleti úton [375] azon célból, hogy a besajtoló-hőmérséklet csökkenthető legyen. A nyomás- és hőmérséklet-egyenletek szimultán megoldásából következik, hogy a nedves gőz hőmérséklete a kútfejtől a talpig nő a nyomásnövekedés következtében, ezért a felhevítés a külszínen csökkenthető.

Egy kombinált, szekundernek nevezett módszer olajkiszorító hatásfokának a laboratóriumi vizsgálatáról számol be [376]. Gőz- és melegvíz-pad előállítása után hideg vízzel folyik tovább az elárasztás. A hatásfok gőzzel kb. 0,8 volt, ami mellett a hideg víz—gőz sebességaránya >6 állandó maradt. Melegvíz-besajtoláskor a hideg víz—meleg víz sebességaránya 3 volt, kb. 0,65 hatásfokkal. A Chorasan-telep számára a gőzpadelárasztás a legjobb eljárás.

Tárolómodelleken tanulmányozták az olajkiszorítás hatásfokát meleg vízzel (293—533 K) és gőzzel (609 K) a [377] tanulmány szerzői. — Besajtolókút környékének hőmérsékletmezejét számítja [378] telített vízgőznek állandó vastagságú rétegbe állandó sebességgel történő besajtolásánál, amiből a gőzbesajtolás hatásfoka becsülhető.

Kísérleti úton vizsgálta a gőz mozgékonyságának a hatását a gőzhajtásra [379]. Bemutatja a gőzfázis relatív permeabilitásának számításait a gőz minőségének (nedvességtartalmának) és a folyadékfázis telítettségének a függvényében. A vizsgálat azt mutatta, hogy a gőz mozgékonysága maradék olaj távollétében mind nagy, mind kis áteresztőképességű magokban csökken a gőz minőségével. Maradék olaj jelenlétében pedig ennek hatása a gőzminőség csökkenésével és a mag permeabilitásának növekedésével kevésbé hangsúlyozott.

A *Coats* és munkatársai által a gőzelárasztásra kidolgozott háromdimenziós, háromfázisú numerikus modell üzemi alkalmazásáról számol be [380]*: 1. egy reprezentatív ötpontos gőzelárasztás öt és fél éves történetegyeztetéséről a kaliforniai Kern River-mezőn, 2. egy homogén ötpontos gőzelárasztás besajtolósebességének optimalizálásáról, ami egy, az idővel változó sebesség meghatározásához vezetett.

Elméleti úton elemzi a gőz gravitációs előresietését az olaj fölött — a föléfutását — folytonos gőzhajtásnál, és viszonylag egyszerű megoldáshoz jut [381]. A gőzelőresietés modellje hasonlít *Marx* és *Langenheim*éhez. Az eredményekből a gőzelárasztás viselkedése előre becsülhető azon paraméterek alapján, amelyek a gőzöv növekedésének és az olaj kiszorításának a sebességét meghatározzák. Gőzhajtásnál a gravitációs előresietés következtében a gőzövből és melegvízövből kiszorított olaj térfogata egyenesen arányos a gőzzel besajtolt tiszta energiával. Az olajöv területi és függőleges növekedésének és az olajkiszorításnak számított sebessége megegyezik a mezei megfigyelésekkel a tökéletlenül mért paraméterek bizonytalanságán belül.

Modell- és üzemi vizsgálatok azt mutatták, hogy a művelet végén az olaj – gőz arány mind a folytonos, mind a szakaszos gőzhajtással hasonló értékhez közelít [382]. Az áttérés a szakaszos gőzhajtásról a folytonosra előnyös, mert növeli a tároló felhevítésének az ütemét, és ezáltal meggyorsítja az olaj kitermelését. A gőzhajtás hatásfoka nő, ha a tárolót kezdetben gyorsan felhevítik, mert a tároló nagy részére szétterjedő gőz meggátolja, hogy abban hideg olajpadok képződjenek. Egy egyszerű matematikai modellel számított olaj – gőz arányok jól korrelálhatók voltak a laboratóriumi modellkísérletek és az üzemi gőzhajtások eredményeivel. A modell, amely a tároló és a gőz átlagtulajdonságaiból előre becsüli az olaj – gőz arányt, alkalmas eszköz a gőzhajtások viselkedésének előrebecslésére.

Különböző termikus szekunder olajtermelő módszerek hatásosságát tanulmányozták 0,8—6 D permeabilitású laboratóriumi próbákon [383] szerzői. Emellett az elárasztást 1. lüktető besajtolónyomással 20, 100 és 200 C°-on, 2. lüktető gőzhőmérséklettel

(100—200 C°) 0,5 és 2,0 MPa közti besajtolónyomással vizsgálták. A legkedvezőbb változatnak a 100—200 C°-on és 0,5 MPa nyomással végzett lüktető gőzelárasztást tartják.

A kaliforniai South Belridge-homokkőmezőben folyó gázbesajtolásos művelést ismerteti [384]*. Egy 14,5×3,2 km-es antiklinális egyik szárnyán levő 2,7×0,32 km területű, több réteges telep mélysége 260—380 m, dőlése 7°, az olaj sűrűsége 0,980, a kezdeti olajkészlet $5{,}9 \cdot 10^6$ m³ volt. A mezőt 1943-ban fedezték fel, és az kezdetben nyomáskimerüléssel termelt. 1965-ben kezdték a szakaszos gőzbesajtolást (huff and puff-módszer), majd 1969-ben tértek át folytonos gőzbesajtolással a gőzhajtásra, amely ma is sikeresen működik. A szakaszos és a folytonos gőzbesajtolás eredménye 480 000 m³ olajtöbblet, az utolsó $4\,^1/_2$ évben $1{,}7 \cdot 10^6$ m³ gőz felhasználásával. A kumulatív gőz–olaj arány 3,57. A gőzhajtás alatt álló területen 1973 szeptemberéig a primer kihozatal 0,092, a gőzhajtásos többlet 0,172 volt. A műveletet többszörös numerikus szimulálással irányították.

A kaliforniai Kern River-mezőben kiváló sikerrel folyó gőzelárasztásokról számol be [385]*. A 150—400 m mély mezőn 668 gőzelárasztó egységből 1000-nél több termelőkúttal 0,945—0,975 sűrűségű és 4000 mPa.s viszkozitású olajat termelnek. Itt a területi elárasztás hatásfoka megközelíti az 1-et. — Ugyanezen a Kern River-mezőn a 15 éve sikeresen alkalmazott időszakos — ciklikus — gőzbesajtolás mellett és után újabban áttérnek a folytonos gőzelárasztásra; ugyanígy a Getty Oil Co. mezőjén is, ahol a működő kutak száma eléri a 2800-at. Ezt a hatalmas termikus műveletet és külszíni berendezéseit ismerteti [386].

Az 1899-ben felfedezett és 1915-ig feltárt kaliforniai Kern River-mező egy 25 ha kiterjedésű, 10 fordított hétpontos egységén az 1968-tól 1973-ig tartó gőzelárasztást ismerteti [387]. A gőzelárasztás itt igen hatásosnak bizonyult, a végső olajkihozatalt a 0,15-re becsült primer kihozatallal szemben 0,55-re becsülik. A nagy olajviszkozitás, kis telepnyomás, kis mélység és nagy olajtelítettség mind kedveznek a termikus technikának. A gőzelárasztás hozamérzékeny, de van egy gazdaságilag optimális besajtolósebessége. A kitermelt fluidumok hőekvivalense a besajtolt hőnek 0,15-a. Az elárasztás hatásfoka a függőlegesben 0,88, a vízszintesben 0,68, a térfogati elárasztásé tehát kereken 0,60. A gőzelárasztásnak új, *Neuman* által kifejlesztett modellje jól egyeztethető volt a 10 hétpontos egység gőzelárasztásának a valóságos viselkedésével.

A szegélytől befelé való gőzhajtás tervezésének néhány kérdésével foglalkozik [388] abban az esetben, amikor a gőzövet hideg vízzel hajtják. Az ilyen művelés jellemzőit az Ohai-, Katangli- és Kenkiaki-mezők produktív rétegein mutatják be. Az Ohai-mezőn végrehajtott művelet tervezett és tényleges adatainak összehasonlítása azt mutatja, hogy a művelést a technológiai tervek szerint hajtották végre.

Porózus közegekben levő olajok gőzdesztillációjának laboratóriumi vizsgálatáról számol be [389] 0,845—1,000 sűrűségű olajokkal, 197—316 C° hőmérsékleteken és 1,4—3,55 MPa nyomásokon, mind telített, mind túlhevített gőzzel. Gőzelárasztásoknál ez a fő mechanizmusok egyike, amelynek a nagy kihozatal köszönhető. Megállapították, hogy a gőzdesztilláció kihozatala az olaj összetételétől függ, de függetlennek látszik a tanulmányozott porózus közegektől, a kezdeti olajtérfogattól és a gőzbesajtolás sebességétől; a telített gőz nyomásának és hőmérsékletének is jelentéktelen a hatása az olajkihozatalra, és a kihozatal túlhevített gőzzel sokkal nagyobb, mint telített gőzzel, főként néhány nehézolajnál.

A gőzhajtásnál a gőzdesztillációval foglalkozik [390] is, aminek nagy jelentőséget tulajdonít. Kísérleti eredmények alapján összefüggéseket adnak kőolaj és könnyű frakciói keveréke viszkozitásának számítására, amilyen keverékek desztillációval történő dúsulással állhatnak elő. A szerzők szerint a gőzzel folyó olajkiszorítás hatásfokát a gőzdesztilláció 0,06-dal növeli.

Az olaj tulajdonságainak — sűrűség, könnyű frakciók — és a besajtolt gőz tulajdonságainak — hőmérséklet, nyomás — hatását a gőzöv maradékolaj-telítettségére tanulmányozták [391] szerzői. Az olajkiszorítást a könnyű frakciók elgőzölgése növeli. A gőzöv maradékolaj-telítettsége a könnyű frakciók nagyobb részvételével a folyamatban kisebb lesz, adott olajnál a besajtolt gőz növekvő hőmérsékletével csökken. A gőz hőmérséklete 473—623 K.

A vízgőzzel kigőzölő hajtást, mint lehetséges tercier olajkitermelő módszert tanulmányozta [392]. Kigőzölés — stripping — alatt itt illó komponensek tömegtranszferét értve egy folyadékból egy tovaáramló gázba. E célra egy szokásos — nem illóolajos — termikus és egy e célra kifejlesztett termikus-összetételes matematikai szimulátort használtak, és azt találták, hogy a módszer, tercier alkalmazásra megfelel. A területi és függőleges elárasztás hatásfokai összehasonlíthatók egy kedvező mozgékonysági arányú vízelárasztásával, a kigőzölő hatás pedig a maradék olajat kisebb értékre csökkenti, mint a „desztilláció" maradék értéke. A módszernek kedvez: a kis desztillációs maradékú olaj, a kis telepnyomás, a nagy besajtolósebesség és a vastag és nagy porozitású réteg.

Szakaszos gőzbesajtolásnál a kútban előálló hőveszteség csökkentésének a módjairól értekezik [393].

A kaliforniai Midway Sunset-olajmezőn folyó szakaszos gőzbesajtolás ciklusai idejének számítására ismertetnek két módszert [394]* szerzői, a kumulatív átlagos napi nyereség és a jelen érték módszerét, és ezeket a mező viszonyai alapján hasonlítják össze.

A szakaszos gőzbesajtolást befolyásoló geológiai tényezőket — a függőleges és vízszintes transzmisszivitást, a csapda szerkezetét és fajtáját, valamint a kőzet belső tulajdonságait — tárgyalja a [395] szerzője a kaliforniai San Joaquin-medence példáján. Ezek ismerete szükséges a gőzbesajtoláshoz a kútsűrűség és a kútbefejezés — a rétegmegnyitás helyének és mértékének — megtervezéséhez.

A gőzbesajtolást szolgáló gőzfejlesztők tápvize előkészítésének elveit foglalja össze [396]. — Ugyanezzel a problémával foglalkozik [397] is, különös tekintettel a tápvízben levő apró vasrészecskék okozta korrózió leküzdésével. — A gőzbesajtoláshoz gőzt fejlesztő berendezések hatékony üzeme a tárgya a [398] közleménynek is.

4.6.5. Olajkiszorítás tűzelárasztással

A tűzelárasztásos olajkitermelési folyamat tanulmányozásához lineáris laboratóriumi modellt választott, és hozzá egy nagyon stabilis numerikus módszert dolgozott ki [399]. A modell összetettségét jellemzi, hogy a rendszer komponenseinek száma 12, és hogy 163 fizikai-kémiai paramétert foglal magában, nem számítva a numerikus munkával kapcsolatos bemenőadatokat. A modell három futtatásával hét különböző folyamatra való alkalmazását vizsgálták meg: konduktív hőterjedés, gázáramlás, konvektív hőtranszfer, folyadék kiszorítása folyadékkal gáz jelenlétében, égetés, kondenzáció és az égésgáz olajban oldódására.

A helyben elégetésnél a kútkörnyék övében az égés megindításának a kinetikáját elemzi [400]; a helyben elégetés kémiai reakciójával foglalkozik [401] is.

Olajtárolókban a kontúron belüli helyben elégetésnél vizsgálja elméleti úton a frontelőhaladás problémáját [402]. Stacionárius állapotot feltételezve oldja meg az anyag- és hőtranszport differenciálegyenleteit egydimenziós esetre, és ad megoldást a frontsebességre, megállapítva annak a felső és alsó határértékeit. Tárgyalja az oxidációs közeggel szembeni követelményeket, valamint a hőmérséklet-gradiens hatását az égésfront felületére.

Karbonátkőzetekben tanulmányozza a kontúron belüli helyben elégetést laboratóriumi mintákon [404]. A kettős porozitású kőzet szerkezete és kémiai összetétele miatt itt jelentős az eltérés a homokkövekkel szemben. Baskíriai olajtárolókra megállapított eredmények: az égésfront mögötti felhevített öv kisebb, a front előtti nagyobb, mint homokkövekben; a front sebessége jelentősen kisebb, mint homokkövekben; a tüzelőanyag-felhasználás és a keletkezett gázok CO_2-tartalma nagyobb; az égésfront hőmérséklete is nagyobb, mint a homokköveknél.

A kujbisevi területen a Borovszkij-mező A_4 mészkőszintjén levegő és víz egyidejű besajtolásával végrehajtott nedves elégetés elméleti és kísérleti vizsgálatainak az adatait közli [405]. — Kis viszkozitású kőolaj kontúron belüli helyben elégetésének olajtelepi kísérleteiről számol be [406]. A besajtolókutakhoz közeli termelőkutak gázában szaporodnak a nehéz szénhidrogének, a távolabbi (200 m) kutak gázának metántartalma pedig nőtt, és kb. 0,01 volt benne a CO. A mezei kísérletek azt mutatják, hogy az elégetéshez elegendő nehéz alkotó marad vissza. — A Szhodnickij-mező kis viszkozitású olajos rétegeiben 1971—73 között végzett elégetéses üzemi kísérletről tájékoztat [407].

A Szovjetunióban a helyben elégetés megindításához kifejlesztett EZ-4 kúttalpi elektromos felhevítő — gyújtó- — berendezést, annak működését és üzemi jellemzőit, valamint a vele egy kis viszkozitású olajat tartalmazó telepen elért eredményeket ismerteti [408].

Sekély kátrányhomoktelepen végrehajtott sikeres tűzelárasztó kísérletről számol be Kentuckyból [409]. Kis, fordított ötpontos rendszerben, a rétegben folyadékos repesztéssel létrehozott vízszintes, kitámaszott hasadékokkal folyt az előreelégetés, 0,54 végső kihozatallal és 7500 m^3 levegő/m^3 olaj felhasználással.

A Louisianaban 1921-ben felfedezett Bellevue-mezőn (Bossier Parish) folyó sikeres tűzelárasztást írja le [410] és [411]. A dómszerű szerkezet 400 ha területű, fő termelő homokszintjeiek a mélységen 90—120 m, vastagsága 18 m, az olaj sűrűsége 0,94. 1929-ben a mező 156 kútból már csak 61 m^3/d olajat termelt. A mezőn 1963-ban kezdtek kísérleti tűzelárasztást egy 4 ha területű, négy fordított 9 pontos rendszerből álló egységen. Az eredmények annyira biztatók, hogy a műveletet kiterjesztik további egységekre, egyes egységeken a tűzelárasztást követő vízbesajtolással, másokon egyidejű víz- és levegőbesajtolásos nedves elárasztással.

A Heidelberg-mező (Mississippi) 3580 m mélyben fekvő Cotton Valley-telepén sikeresen folyó tűzelárasztásról számol be [412], amely már $2^1/_2$ év alatt „kifizetődött", és befejezésekor valamivel nagyobb lesz a kihozatala, mint az előző 16 év alatti primer műveleté volt. Ez a mélység a helyben elégetés tekintetében rekordmélység.

A kelet-venezuelai Miga-mező gyengén konszolidált P_{2-3} homoktárolóján 1964-ben indult tűzelárasztásról tájékoztat [413]*. A $3{,}7 \cdot 10^6$ m^3 kezdeti készletből primer kimerüléssel 0,05 kihozatalt vártak, ezzel szemben tűzelárasztással a kihozatal máig 0,11. Becslés szerint a végső kihozatal 0,5 lesz. A levegő – olaj arány ma 1960. A telep adatai: $D = 1230$ m; $h = 4{,}6$—$7{,}6$ m; $k = 1$—10 D; $\phi = 0{,}23$; $\varrho_o = 0{,}98$; $N = 3{,}7 \cdot 10^6$ m^3. Ez Latin-Amerika legnagyobb tűzelárasztó művelete.

A romániai Sűplacu de Barcaŭ-telepen folyó tűzelárasztás kifejesztéséről és ellenőrzéséről, a front helyzetének meghatározásáról számolnak be a [414], [415] és [416] szerzői. A telep mélysége 50—100 m, közepes vastagsága 10 m, porozitása 0,32, permeabilitása 2 D, az olaj sűrűsége 0,96, viszkozitása 2000 mPa.s. Itt kezdetben száraz elégetés folyt, majd a kiégett övbe vizet sajtoltak be, ma a mezőn már nedves elégetés is folyik. A végső kihozatalt 0,44—0,45-ra becsülik.

Tűzelárasztás égésgázainak gázexpanziós turbinagenerátor egységben való felhasználásáról számol be a Sloss-egységen [417].

A nedves elégetéses olajtermelésnél a hőfront sebessége nagyobb, mint az égésfronté az égésfront előtti gőzöv növekedése következtében. [418]* módszert ad az idővel növekvő gőzöv nagyságának a számítására. A fizikai rendszert leíró egyenletek levezetése hasonló a meleg víz besajtolását leíró *Marx* és *Langenheim*-levezetéshez. A fő különbség a gőzöv mozgásának a figyelembevételében van, aminek a hatása jelentős a gőzöv előre becsült nagyságára. Egy jellemző példában: $3^1/_2$ éves besajtolás után a gőzöv nagysága fele volt a *Marx* és *Langenheim*-módszerrel számítottnak.

A nedves elégetés elméleti, laboratóriumi és olajmezei vizsgálatainak áttekintése után a módszer előnyeit tárgyalja [419].

4.7. Földgázkitermelés

4.7.1. Földgáztelepek

Gázmezők gázkészletét és a tároló más tulajdonságait a megfigyelt nyomás- és termeléstörténetükből nemlineáris regressziós analízissel határozza meg [420]*. A szénhidrogén-rendszer fázisviselkedését és a retrográd kondenzációt a *Benedict—Webb—Rubin*- (BWR-) állapotegyenlettel modellezi. A modell a vízbenyomulást, a víztermelést és a formáció abnormális kompresszibilitását is tartalmazza. — A készletbecslések statisztikai szimulációjának megfontolása után [421] a Monte Carlo-módszer alkalmazását mutatja be egy megbízhatósági intervallumban, amely egy földgáztelep földtani készletét tartalmazza.

Márgákba zárt gáztárolókban a márgákból a fedőnyomás okozta tömörülésük közben kisajtolt víz túlnyomást okozhat. Ez a vízbenyomulás a túlnyomásos gáztárolók kitermelésekor, mint „belső vízhajtás", egy lehetséges termelési mechanizmus. Ezt tanulmányozzák [422] szerzői numerikus modellel. Szerintük ha az abnormálisan nagy telepnyomás (pórusnyomás) egyenlő a geosztatikus nyomással, ami 0,0225—0,0235 MPa/m, akkor a formáció teljesen fluidizált állapotba kerül, amikor mind a tárolókőzet, mind a márga kompresszibilitása sokkal nagyobb, mint a megszokott, és ez is jelentékenyen hozzájárulhat a tároló hajtómechanizmusához.

Nagymélységű gáztárolók telepviszonyok melletti gázpermeabilitása mérési módszereinek matematikai és kísérleti alapjait dolgozták ki instacionárius áramlás esetére [423] szerzői. A nyert összefüggések aláhúzzák a javasolt módszer alkalmazásának szükségét mély gáztárolóknál.

Négy, különböző permeabilitású rétegből összetett telep egy kútcsoportjához tartó gázáramlást vizsgálja [424]. A differenciálegyenletet hengerkoordinátákban a megállapodott állapotok egymásutánjának a módszerével oldja meg. A rétegeket anyagmérleggel kapcsolja össze. Az eredmény: képletek a hozamváltozásra és a nyomásra a határon.

Gáznak 0,15-ig terjedő agyagtartalmú kvarchomokból álló porózus modelljén vízzel történő kiszorítását vizsgálták [425]. A modell a Karadag-telep tapadóvíztartalmát és gázát utánozta telepnyomáson, a permeabilitása az agyagtartalom szerint 0,187-től 7,1 D-ig változott. Az eredmény azt mutatta, hogy a vízmentes gázhozam állandó maradt, és a modell a légköri nyomásig egész gáztartalmát leadta. — Hasadékos tároló modelljén tanulmányozták gáznak vízzel történő kiszorítását [426] szerzői. A modell szerves üveglemezekből állt, két jellemző — vízszintes és függőleges — hasadékeloszlással, és a hasadékok finom kvarchomokkal voltak töltve. A tisztán hasadékos rendszer porozitása 0,01—0,02, permeabilitása 27—40 mD volt. Az eredmények a vízmentes gázhozam, a maradékgáz-telítettség és a víz—gáz határ előnyomulási sebességének függését mutatták a kitermelés ütemétől.

Gáztelepek leművelésének önműködő szabályozására egy modellkomplexumot fejlesztettek ki [427] szerzői. Egy adatbank felépítésétől kezdve — elektronikusan tárolt adatok formájában — a termodinamikai és áramlási folyamatok modelljein át az optimalizáló modellekig mutatják be az adatáramlás és -feldolgozás tervét. Utalnak a visszacsatolásra, azaz a telepadatok indirekt hozzáillesztésére a mért értékekhez. A kitermelésnek ezt az önműködő szabályozó rendszerét az információtárolástól a — szelvényezéstől a leművelésig terjedő — munkamenetek lehetséges automatizálásáig a nagy Medvezse- és Satlik-gázmezőre alkalmazták.

Valódi gázok háromdimenziós áramlási problémáinak újszerű megoldását adják [428] szerzői. A differenciálegyenletet — a sűrűséggel mint változó mennyiséggel — a *Laplace*-transzformációval transzformálják, majd erre az *Euler*-féle variációs elvet — véges elemek módszerét — alkalmazzák. Utána a transzformált egyenlet diszkrét megoldása, végül a numerikus visszatranszformálás következik az eredeti tartományba a *Schapery*-módszerrel. A szerzők szerint ez a megoldás hatásosabb, mint a háromdimenziós véges különbségi módszer. Példákat mutatnak be a nyugat-szibériai Medvezse-telep előrebecslési számításaiból.

Több termelő szintes földgázmező termelésének előrebecslésével foglalkozik [429].

A nagy mélységből való földgázkitermelés geológiai feltételeivel foglalkozik [431], miközben a kőolaj-, gáz-csapadék és tiszta földgáztelepeket a mélység szerint négy övre tagolja. Az 1. övben maximum 1900 m mélységig tiszta gáz- vagy nehézolajtelepek; a 2. övben 4000—5000 m-ig főként könnyű — gázzal telített — olaj- és gáz-csapadék telepek; a 3. övben 6000—8000 m között főként gáz-csapadék vagy a felső részben könnyű olajtelepek, végül a 4. övben 10 000—12 000 m közt csak gáztelepek — száraz metán — várhatók.

Földgáztelepeknek a próbatermelés alatt és a kitermelés kezdeti időszakában végzendő készletbecsléseivel foglalkoznak [432] szerzői. A vizsgálat eredményeiből kiderül, hogy a számításhoz szükséges kiinduló információknak — a kezdeti nyomás, átlagnyomás, nyomásértékek a termelés alatt és a kitermelt gáztérfogat — rendkívül pontosaknak kell lenniük.

A Türingiai-medence tömött dolomitmintáin egy *Pohl* által kifejlesztett készülékkel végzett permeabilitásmérések eredményeit ismertetik [433] szerzői. A minták rendkívül kis, minimum 10^{-4} mD permeabilitást mutattak, ezért egy kezdeti gradiens okaként a molekulaszűrő-feltevést értelmezik. A lehetséges számításmódok megbeszélése után numerikus modellt adnak a négy rendszerre bontott hasadékos-porózus tárolóra. A modell lassan konvergál. Gyakorlati alkalmazásait is bemutatják.

Gázkútban a vízkúpképződést tanulmányozza elektroanalóg modellezéssel [434], permeabilitásanizotrópiával vízszintes és függőleges irányban. A nyert eredmények alapján becsülhető, hogy milyen helyzetében stabilis a vízkúp, és mekkora a vízmentes gázhozam.

Történetegyeztető tárolószimulációs modellekhez az optimális kontrollelmélet használatát mutatja be [435]. Ezzel a középnyomásnégyzet hibáját minima-

lizáló *kh*- és *φh*-eloszlások határozhatók meg a tároló kontrollpontjaiban. A tanulmány a módszert három, a külső határán zárt, valódi gázrendszeren mutatja be, amelyekben a szimulációs modellel a pszeudogázpotenciált számította. A nyert *kh*- és *φh*-eloszlások a kiinduló eloszlásoktól függenek, az egész pórustérfogat azonban pontosan becsülhető.

Földgáztelepek kitermelésének optimalizációjával foglalkozik [436]. A kihozatal elsősorban a tároló termelékenységének, a mezőkifejlesztés beruházási tervének és az üzemköltségeknek a függvénye. Numerikus modelltanulmányok eredményeit mutatja be, amelyek a tőkeértékek maximalizálásával összefüggésben optimális kitermelési terveket szolgáltatnak. Ezenfelül a kihozatal maximalizálásának általános ismérveit néhány kiválasztott telepen tárgyalja.

A 34 tárolóból és 132 kútból álló, $^3/_4$ részben kimerült texasi Sheridan-Provident City-gázmező optimalizációs tervét ismerteti [437], amelynek célja a maradékgáz-készlet lehető legkedvezőbb kitermelése. A mező kezdeti gázkészlete a Wilcox-homokban $12 \cdot 10^9$ m^3 volt.

Gáztárolók hidrodinamikai vizsgálatai — teljesítmény, szállítóképesség, talpnyomásváltozás-vizsgálatok — elméletének és gyakorlatának részletes és kiváló tan- és kézikönyve a *G. W. Govier* szerkesztésében 1964 óta 3. kiadását megért [438] mű. Előző kiadásához képest nagyobb szerepet kapott benne az elmélet, a pszeudonyomás- (a valódi gáz potenciálja) szemlélet. A mű gyakorlatibb részeiben még az angolszász „mezei" mértékegységekben számol, de már benne van az átszámító táblázat a Kanadában 1978 júliusában érvényre lépő SI-rendszerre. (A gáz tömegegysége a kmól lesz!)

A gáztárolók viselkedését befolyásoló kőzettulajdonságok laboratóriumi vizsgálatait tekinti át [439]: a fedőnyomás és agyagtartalom hatását a porozitásra, a kapillárisnyomás görbéit, a gázsiklást (*Klinkenberg*-hatás), a turbulenciát a permeabilitás függvényében, a gáz—víz relatívpermeabilitás-görbéket felszívási és lecsapolási irányban, valamint a gáz megrekedését a víz mögött a kőzetfajtától és a porozitástól függően.

Gáztároló szállítóképességének jellemzőit számítja ki egy változó hozamú megcsapolással járó nyomáscsökkenés és a rákövetkező nyomásemelkedés alapján [441]. Az áramlási adatok e módszerrel végzett elemzésének eredményei: a formáció permeabilitáskapacitása, a szkinhatás és a nem *Darcy*-áramlás állandója. E módszerrel csökken a vizsgálat ideje a szokásos módszerrel szemben. — A gáztároló teljesítményének, szállítóképességének fojtással történő meghatározásához nagyon fontos a stabilizálódás problémája, a megcsapolás terjedő sugarának a tároló külső sugarához való érkezéséig eltelt idő. A nem stabilizált állapotban végzett fojtási vizsgálat eredményeinek a stabilizált állapotra való átszámításához számítógépi programot ad [440].

A nyugat-szibériai Urengoj-földgáztelepben a nyomásemelkedés-mérések adatai szerint az instacionárius áramlási rendszerek az uralkodók. A görbék értelmezésére a *Horner*-módszer a legalkalmasabb, ez szolgáltat reprezentatív információkat a hidrovezetőképességről, a kezdeti telepnyomásról, valamint a szintek inhomogenitásáról a csapás irányában [442].

Gáztelepekben az egykút-probléma vizsgálatára háromdimenziós modellt választ derékszögű geometriával, egyenleteket ad a kúttalpnyomások számítására, vizsgálja a helydiszkreditálás befolyását, végül a nyomásfelemelkedést számítja egy kétréteges tárolóban [443].

Gáztárolók tulajdonságainak fojtási vizsgálatokkal történő meghatározását ajánlják [444] szerzői. A fojtási vizsgálatok adataira a szuperpozíciós elvet alkalmazzák *Al Hussainy* és munkatársai az $m(p)$ pszeudonyomás függvényének felhasználásával, ha az egyes hozamváltoztatások között eltelt idő kicsi. A módszer akkor hasznos, amikor magminták és laboratóriumi vizsgálatok eredményei nem állnak rendelkezésre, és nyomásemelkedési görbék felvételéhez hosszú időre lenne szükség. Fojtásgörbék azonban gyorsan, könnyen és olcsón felvehetők. Az alkalmazást az oklahomai Greasy Creek gázmezőn mutatják be, amelyet föld alatti gáztárolásra alakítottak át.

Feszültségérzékeny tárolók tranziens vizsgálatai értelmezésével és viselkedésük hosszú távú előrebecslésével foglalkoznak [445] szerzői, különös tekintettel a jelentőségben egyre növekvő mély és kis permeabilitású gázkészletekre. A permeabilitás változásai a tároló termelő élete folyamán jelentősen befolyásolják a tranziens vizsgálat elemzését és a viselkedés hosszú távú előrebecslését. A szerzők numerikus modell alapján módszert nyújtanak a feszültségérzékeny tárolók felismerésére azzal a feltétellel, hogy az effektív fedőnyomás — a kőzetnyomás és a telepnyomás különbsége — és a tangenciális feszültségek befolyásolják az áramlási ellenállást, és hogy a gáz viselkedését a pszeudonyomásfüggvény írja le. Laboratóriumi modelleken már elfogadható előrebecslések készültek, a módszert gáztelepre azonban még nem alkalmazták.

Földgáztárolók előre becsült viselkedésének a megbízhatóságát tanulmányozzák [446] szerzői abban az esetben, amikor az áramlási vizsgálatok adatait mérési hibák terhelik. A megbízhatósági elméletet egy Monte Carlo-szimulátorral alkalmazzák a megcsapolási vizsgálatok alapján készülő gázkészletbecslésre.

DK-Alberta sekély és kis termelékenységű gáztárolói kezdeti szállítóképességének az előrebecslésére javasol egy módszert [447], amellyel az ésszerűen rövid időtartamú egyetlen pontos termelékenységi vizsgálattal is előre becsülhető.

Gázkutak perforációs alagútjainak a gázáramlás okozta erózióját tanulmányozták laboratóriumban a Groningen-gázmező vörösfekü-homokkő formációja mintáin [448]. A perforációk stabilitása alakjuktól, a kőzet szilárdságától és a perforáció környékén az effektív feszültségeloszlástól függ. A triaxiális cellában, utánzott telepviszonyok mellett végzett vizsgálatokból arra következtettek, hogy adott keménységű homokkőnél a perforáció stabilitása főként az effektív feszültség nagyságától függ, arra az erózió hatása csak kicsi.

Sokkutas gáztároló átlagos teleptulajdonságait — az átlagos telepnyomást és az átlagos permeabilitást — a főgyűjtővezeték tranziens elemzésével határozza meg [449]*. Az új módszer ugyanazokat a tulajdonságokat adja, mint a szokásos talpnyomás-emelkedési vizsgálat, de kiküszöböli ennek szükségét minden egyes kútnál. Kiterjedt mezei vizsgálatok és egy összekapcsolt gáztelep—termelőkút—csővezeték szimu-

látor feltárták, hogy ez az új módszer hasonló az összefüggő rétegekből álló rétegezett tároló módszeréhez. A módszer — bizonyos módosításokkal — gázcsapadék és olajtelepekre is alkalmazható.

A turbulencia hatásait tanulmányozták hidraulikusan repesztett gáztárolók viselkedésére [450] szerzői. Turbulenciás áramlás a hasadékban lényegesen csökkenti a termelési talpnyomást a kútban, és megváltoztatja a nyomásemelkedési görbe alakját. Ha a turbulenciát elhanyagolják a nyomásemelkedés elemzésekor, a permeabilitás és a hasadékhosszúság számított értékei nagyon hibásak lehetnek. A turbulencia csökkentheti a hasadék effektív vezetőképességét a kúthoz közel, huszadára vagy még nagyobb mértékben. Kis relatív vezetőképesség mellett a turbulencia a tároló termelékenységét felére csökkentheti. Nagy relatív vezetőképességnél a turbulencia hatása a tároló termelékenységi mutatójára elhanyagolható. Hidraulikusan repesztett tárolóban a gázáramlás turbulens lesz annak egész élettartama alatt.

Nagynyomású savanyú gáztelepek művelési és gázkezelési problémáiról értekezik biztonsági, gazdasági, kénkicsapódási és korrózióvédelmi szempontból [451].

Az 1944 óta $2{,}5 \cdot 10^9$ m³ gázt termelt Gray Sand (Louisiana) nedvesgáz-tárolón meg kellett határozni a szükséges új kutak számát és helyét ahhoz, hogy a 335 cm³ folyadék/m³ gáz értékes folyadéktartalmú $1{,}45 \cdot 10^9$ m³ maradékgáz-készletet a hátralevő 17 év élettartamú gazolinteleppel kitermelhessék. A feladatot, melynek során még a kútban bekövetkező csapadékkiválással is számolni kellett, a nem megállapodott egyfázisú, kétdimenziós gázmodellel oldották meg [452]*.

Az Északi-tenger angol szektora alatt fekvő Lemangázmező kezdeti gázkészlete csaknem $420 \cdot 10^9$ m³. A mezőt a parttól 48 km-re 1966-ban fedezték fel 30 m-es víz alatt. A kitermelést 1969-ben kezdték 10 padozatról fúrt 130 termelőkúttal. A mezőből 1975 közepéig $42 \cdot 10^9$ m³ gázt termeltek ki. A mező bonyolult felépítésű, erősen vetődött és kis permeabilitású. A bokros feltárás a padozatokról és a szerkezeti értelmezés bizonytalanságai megnehezítik a szimulációs modell egyeztetését a termelési múlttal, amiről [453] beszámol. Márpedig a rendkívül költséges művelet a tároló viselkedésének pontos, hosszú távú előrebecslését igényli.

4.7.2. Gáz-csapadék telepek

Gáz-csapadék és illóolajtelepek fizikai és fáziscserés (összetételes) modellezésére matematikai módszert adnak [454] szerzői, gáz-csapadék telepekhez gázkeringetéssel. A fázisviselkedést és a szénhidrogénkeverék tulajdonságait a kritikushoz közeli nyomáson számítják.

A louisianai Washington-mezőben a Cockfield „D" homok kezdeti gáz-csapadék készlete $7 \cdot 10^9$ m³ volt, 37 m³ $C_{5+}/10^6$ m³ gáz 363 K hőmérsékleten és 31,6 MPa harmatpontnyomással. A készletet gázkeringetéssel, majd lefúvatással termelték ki. A kumulatív csapadékhozam a gázkeringetés alatt 925 000 m³, a lefúvatás alatt pedig 206 000 m³ volt, együtt a kezdeti csapadékkészlet 0,89-a. A kitermelés történetét elemzi [455].

At orenburgi gáz-csapadék telep kitermelésekor ható hidrogeológiai tényezőkről ad számot [456]. A termelési mechanizmust hidrogeológiai és potenciométeres méréspontok rendszerével figyelik, és ahol szükséges, vízbesajtolással szabályozzák.

4.7.3. Föld alatti gáztárolás

Heterogén és változó sűrűségű, így gravitációs hatásokat mutató víztestekben az anomális potenciálok befolyásolják a tárolt gázbuborékok növekedését [457]. Az ilyen víztest-anomáliák „hullámos áramlást" idéznek elő. Az abnormális gradiensek késleltetik az egyensúly beállását a tárolt gázbuborék alatt és körül a gáz kivétele után. Ezért a nyomás a buborék alatt és körül kisebb lehet, mint ugyanezen magasságban a buborékon kívül. Így a gáz a besajtolás alatt állónál mélyebb rétegbe szorulhat.

Gáz-víz kétfázisú áramlás több dimenziós modellezéséről értekezik [458] erős szegélyvízhajtású föld alatti gáztárolók és földgáztelepek számára. A kétfázisú áramlás differenciálegyenleteit implicit nyomás- és explicit telítettségszámítás mellett az IADI-módszerrel oldja meg. Ez a szerző korábban kifejlesztett modelljének háromdimenziós változata. A ritkamátrix-technika bevezetése az egyenletrendszerek megoldására és ezáltal az ADIP mellőzése a programot ésszerűen alkalmazhatóvá tette.

Dél-Franciaországban a Manosque melletti hatalmas sóantiklinálisban kioldott, 480 magasságot is elérő, $8 \cdot 10^6$ m³ olaj tárolására alkalmas föld alatti üreget ismerteti [459]. — Franciaorszgában Bresse mellett egy 300 m mélységben fekvő vízszintes víztestben levegőbesajtolási kísérlettel tanulmányozták a föld alatti gáztárolás — gázbuborékképzés — lehetőségét. Ezt a kísérletet ismerteti [460].

Fluidumok föld alatti tárolásának Nyugat-Európában és Dél-Amerikában való elterjedéséről tájékoztat [461]. 1971-ig 341 kimerült szénhidrogénmezőt alakítottak át, és mintegy 580 sótestben oldott üreget létesítettek föld alatti fluidumtárolásra. — A Leningrád környéki Gacsina föld alatti akvifer gáztároló létesítését megelőző elméleti vizsgálatokról és a félig kereskedelmi üzeméről számol be [462]. — Földgáznak sótestekben oldó művelettel létesített üregekben való tárolásáról, ezek tervezéséről, az üreg stabilitásáról és állapotának ellenőrzéséről, valamint üzeméről ad amerikai és német példák alapján összefoglalót [463].

Föld alatti sótestekben üregek oldásának kémiai-fizikai folyamatait egy új, háromdimenziós szimulációs programmal írja le [464]. A számított és az oldott üregeken mért értékek közötti jó egyezés azt mutatja, hogy a modellel a sóoldat koncentrációja, az üreg növekedése és alakja előre becsülhető, a folyamat optimalizálható.

Sok tisztátalanságot tartalmazó sódómban oldással előállított föld alatti tároló létesítése és üzeme közben nyert tapasztalatokról, egy Hamburg környékén levő, összesen $3{,}6 \cdot 10^6$ m³ térfogatú üregrendszerről számol be [465].

Üreges sótestben uralkodó feszültségi állapot in situ

vizsgálatára végzett repesztésekről és azok eredményeiről tájékoztatnak [466] szerzői.

Folyékony és gáznemű szénhidrogének föld alatti tárolásánál jelentkező biztonsági követelményekről, a regionális tervezésről és a környezet védelméről nyújt összefoglalót a Német Szövetségi Köztársaságból [467]. — A föld alatti gáztárolók fajtáinak — porózus és üreges — általános szembeállítása mellett ezek külszíni létesítményeit írja le, és különbségeiket részletezi [468].

4.8. A tárolókőzet kezelése

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a tároló termelékenységét mily nagy mértékben befolyásolja 1. a természetüknél fogva termelékeny tárolóknál a közvetlen kútkörnyék fizikai-kémiai állapota, az áteresztőképesség épsége, aminek fenntartásáról jól szervezett, tervszerű megelőző karbantartással kell gondoskodni; 2. a természetüknél fogva kis, sőt erőteljes fizikai behatás nélkül egyáltalában nem termelékeny tárolóknál pedig a tároló „felnyitása" folyadékos kőzetrepesztéssel létrehozott nagy kiterjedésű hasadékokkal. Az USA-ban éppen a fenyegető energiaszükség vezetett a nagy kiterjedésű folyadékos kőzetrepesztés kifejlesztésére, amivel tömött tárolók hatalmas gázkészletei is kitermelhetővé válnak.

4.8.1. Folyadékos kőzetrepesztés

A tárolókőzet kezelése gyűjtőcímű fejezet fontosságban semmivel sem marad el az előző fejezetektől.

ÉNy-Louisianában a 3400—3500 m mély és 163 C° hőmérsékletű Smackover-szint tömött Gray-mezejéből nagy fluidummennyiséggel végrehajtott, masszívnak nevezett repesztéssel termelik a gáz-csapadékot. Itt az új kutak sűrűsége 258 ha, és a kétszárnyú függőleges hasadékoknak lényegileg ennek a területnek a határáig kell terjedniük, hosszuk tehát 1600 m. Ezekről a repesztésekről számol be részletesen [469].

A hidraulikus repesztéssel előálló hasadék (fala) területének számítására eddig használt *Carter*-egyenlet módosítását közli [470]. Míg a *Carter*-egyenlet a hasadék mentén végig egyenlő hasadéknyílással számolt, addig a módosításnál a hasadék nyílása nem állandó, hanem a kúttól valamely távolságban függvénye a hasadéknyílás növekedési ütemének és ama időnek, amely alatt a hasadék e távolságra elér.

Béléscsövezett homokkőréteget a talpán vagy valamivel alatta perforálva és repesztve a réteg termelékenysége megnő. Erről a módszerről tájékoztat [471].

Ferde, a függőlegestől 52°-kal elferdített kútból folyadékos repesztéssel négy, egymástól 13,5 m távolságban elhelyezett hasadékot létesítettek a kút, egyúttal a réteg dőlésére merőlegesen, a tároló gyorsabb és hatásosabb lecsapolása céljából [472]*. Az erősen elferdített sekély kút fúrási költsége kb. a háromszorosa egy szokásos kútének, amely költségarány mélyebb kutaknál kedvezőbb lesz. De a termelékenységi mutató a négy hasadékkal 2—3-szorosa a szokásosan repesztett kútének. A többszörös repesztés tehát előnyös.

Vízben oldódó polimereket tartalmazó repesztőfluidumok hatását tanulmányozta a hasadékok vezetőképességére [473]*. A guar-polimer degradáció utáni maradékát találta olyannak, amely bizonyos viszonyok között erősen csökkenti a hasadék vezetőképességét, és ezek a viszonyok a maradék térfogatának a mérésével előre becsülhetők. A támaszték permeabilitásának és a hasadék vezetőképességének a mérésére módszert javasol.

Repesztő fluidumok számára új, kis maradékú poliszacharidszármazék adalékokat fejlesztettek ki, amelyek nagy viszkozitás (nyúlósság) mellett kis súrlódási veszteséget biztosítanak kis — 1—16 C° — külszíni hőmérsékletek mellett, gyorsabban, mint a szokásos nyúlósítók. Az új adalék 5 C°-os vízben négyszeres viszkozitást és $^1/_3$ súrlódási ellenállást biztosít a szokásos adalékokkal szemben. Előnye a folytonos keverhetőség, a repesztőfluidum gyors és hatásos visszanyerhetősége. Felére rövidül a hasadék kitisztulási ideje és 2—3-szoros a visszanyert repesztőfluidum is a szokásos vízbázisú kezelésekkel szemben. Különösen hatásos az 1500 m-nél sekélyebb és 65 C°-nál kisebb hőmérsékletű tárolóban, nagy besajtoló sebesség mellett. Különösen hasznos a masszív repesztéseknél [474].

Folyamatos és nagy térfogatú — masszív — folyadékos kőzetrepesztéshez olyan nagy viszkozitású guar-mézga oldatot fejlesztettek ki, amelyet egy aktivátoroldat a mélyben — helyben — térhálósít [475]. Az oldat alkalmas berendezésben folyamatosan a kútba szivattyúzandó vízhez keverve, azzal egy igen nagy viszkozitású repesztő gélt alkot. — A Byron-Jackson, Inc. is kifejlesztette a helyben térhálósított — crosslinked — cellulózos repesztőfluidumok egy új családját [476]. Egy nagy hőmérsékletű rendszert 105—165 C° talphőmérsékleten és két kis hőmérsékletű rendszert 27—105 C° talphőmérsékleten való alkalmazásra. E fluidumok viszkozitása is igen nagy, súrlódási nyomásveszteségük ugyanakkor kicsi, és adalék nélkül is kicsi a fluidumveszteségük. Szilárd anyagokat nem tartalmaznak, magokon átsajtolva a permeabilitást 0,97-ára csökkentik. E fluidumokkal támasztékok 1200 kp/m³ koncentrációig sikeresen helyezhetők el a hasadékokban.

Folyadékkal repesztett tárolóból a folyadék eltávolítását, a formációrepesztést követő tranziens termelékenységét tanulmányozta [477]. A termelékenységet kezdetben korlátozza a repesztőfluidumok jelenléte; a kitisztulás akkor halad a leggyorsabban, ha a hasadék rövid és vezetőképessége nagy. Hosszú hasadék akkor tisztul ki gyorsan, ha a fluidum viszkozitása a

repesztés után kicsi. A termelékenység nem károsodik, ha a hasadék vezetőképessége a formáció permeabilitásához képest nagy. A tanulmányban leírt szimulátorral a különböző repesztőfluidumok viselkedése a repesztett gáztárolóban a relatív permeabilitásnak, a hasadék geometriájának és a tároló tulajdonságainak ismeretében összehasonlítható.

A kitámasztott hasadék vezetőképességének növelésére [478]* új módszert javasol, amelynek lényege a támasztékhalmazok szakaszos, lépcsős elhelyezése. A hasadékban egymás mögött közökkel elhelyezett támasztékszakaszok mint különálló pillérek támasztják ki a hasadékot, és biztosítják annak nyitva tartását. A hasadék vezetőképessége lépcsősen elhelyezett támasztékokkal jelentősen nagyobb, mint az egész hosszában kitámasztott hasadéké. A tanulmány közli a rendszer matematikai modelljét, a szakaszos támasztéknak elhelyezési módszerét, és beszámol annak sikeres olajmezei alkalmazásairól.

Laboratóriumi vizsgálatokkal megállapították és üzemi kísérletekkel igazolták [479], hogy egy hasadékrendszerben két egymással tökéletesen elegyedő fluidum is elkülöníthető egymástól a sűrűség és a viszkozitás szabályozásával. Ehhez 0,025 sűrűségkülönbség elég. Ennek a jelentősége a savazásos repesztésnél nagy.

Kicsitől közepesig terjedő permeabilitású homokkőformációk repesztése habbal nagyon eredményesnek bizonyult olajtárolóknál akkor, ha a habképző tenzid az olajjal összeillő volt. A legalkalmasabb habképző adaléknak az alkil-éter-szulfát típusú bizonyult, viszonylag kis koncentrációban. A tenzidkoncentráció a vizes fázis összetételétől, pH-jától, a kezelőnyomástól és -hőmérséklettől, a nyírósebességtől, a formáció permeabilitásától és a hab minőségétől függ. [480] szerzői ismertetik a repesztést habbal, és közlik a hab áramlási összefüggéseit is. A hab 0,55—0,95 minőség (gáztartalom) mellett eredményes repesztőfluidum, kevés formációkárt okoz, jó a támasztékelhelyezése és nagy hasadékfelületet ad.

Folyadékos repesztésnél a homokszállítás számítására adnak numerikus módszert [481] szerzői, a folyadékelszivárgásnak, továbbá a folyadékelszivárgás következtében a homokkoncentráció növekedésének és a homok ülepedési sebessége csökkenésének a figyelembevételével. A módszerrel kiszámítható a homokszállítás változó homokkoncentráióval és a homokpad optimális térfogata nagy viszkozitású fluidumokkal.

Folyadékos repesztésnél a termelékenység növekedésének előrebecsléséhez el kell dönteni, hogy a támaszték elhelyezésénél mi legyen a hasadék nyílása és a legnagyobb támasztékátmérő aránya. Ez az arány kis viszkozitású repesztőfluidumok és 600 kp/m³-ig terjedő támasztékkoncentrációk esetén 2,0, nagy viszkozitású repesztőfluidumok és 960 kp/m³-ig terjedő támasztékkoncentrációnál pedig 2,6. [482] szerzői tapasztalati összefüggéseket adnak a homokkal, üveggyönggyel és dióhéjjal kitámasztott hasadékok vezetőképességének az előrebecslésére.

A helyben térhálósított gélrendszerek és ultraviszkózus fluidumok kifejlesztésével olyan repesztőfluidumok állnak rendelkezésre, amelyek támasztékszállító képessége lényegileg tökéletes. Ezzel mód nyílik az álló hasadékban a kívánt vezetőképességhez szükséges támasztékelhelyezés kiszámítására. Ehhez adnak matematikai modellt [483] szerzői, amelyet 1970 óta sikerrel használnak.

Folyadékos kőzetrepesztésnél és savazásos repesztésnél első támasztéklépcsőként egy finom szemű (100 csokros) előhomokpad (prepack) elhelyezése nagyon előnyösnek bizonyult. Olyan formációkban, amelyeket apró szemű (40/60 csokros) homokkal nem tudtak sikeresen repeszteni, nagy térfogatú és 240—360 kp/m³-nél nagyobb koncentrációjú nagy szemű (10/20 csokros) homokkal jó eredménnyel repesztettek, ha ezt egy 100 csokros kezdő lépcső előzte meg. Okát [484] szerzői megkísérlik magyarázni. Sok területen és különböző formációkban ezt már szabványműveletként alkalmazzák.

Egy repesztett tárolóba állandó nyomással 32 napon át vizet sajtoltak be, amit kilencnapos lezárás követett. Mérték a besajtolt áramot és a nyomásválaszokat a környező kutakban az egész idő alatt. Numerikus és szemianalitikus technikával típusgörbéket szerkesztettek a tároló jellemzésének megkönnyítésére az állandó nyomású, csökkenő sebességű besajtolás adataiból [485] szerzői. Egyfázisú, háromdimenziós, szemikompresszibilis szimulátort fejlesztettek ki, és használták a mezei eredményekkel való egyeztetésre. Meghatározták a hasadék orientációjának a hajlamát, és kiszámították a tároló permeabilitását és a hasadék hosszát. Típusgörbéket szerkesztettek a repesztett tárolóban az állandó végső nyomás becslésére is.

Folyadékos kőzetrepesztéssel létrehozott hasadékok hosszának és irányának — amplitúdójának — a meghatározásával több tanulmány foglalkozik. A repesztés előtti és utáni pulzusvizsgálattal történő meghatározását tárgyalja, és azt két ötpontos rendszeren végzett mezei vizsgálattal szemlélteti [486]*. — A hasadékok méreteinek és irányának akusztikus és/vagy szeizmikus módszerrel végzett meghatározásáról számol be a Green River-medence Pinedale-egysége és a San Juan-medence Pictured Cliffs-formációja béléscsövezett kútjain át [487]. — A pennsylvaniai Bradford-mező egyik homokkőtárolójában pedig a szomszédos kutak nyomásválaszaiból határozták meg a hasadékok helyzetét, amiről a [488] tájékoztat.

A nevadai nukleáris kísérleti területen a Rainer Mesa-tufaformációja egyik kútján át, 455 m vastag fedőréteg alatt folyadékos kőzetrepesztéseket végeztek egy alagúthálózattól kellő távolságban, hogy abból a repesztett kőzettérfogat vágatokkal feltárható, a hasadékok helyzete megvizsgálható, és a formáció in situ feszültségi állapota meghatározható legyen. A [489] beszámoló szerint 416 m mélységben a számított legnagyobb vízszintes, függőleges és legkisebb vízszintes főfeszültség 12,33, 8,15 és 7,00 MPa volt. Megállapították, hogy a hasadékok iránya és orientációja a kőzet feszültségi állapotától függ. A vizsgált hasadékok egy kivételével, melynek dőlése a Mesa fekvőjében 60° volt, függőlegesek voltak.

Érdekes, új folyadékos repesztőmódszert javasol [490] tömött, erősen repedezett tárolók serkentésére, amilyen É-Közép-Oklahomában a sekély mélységű Mississippi-formáció. Rendkívül viszkózus, Bingham-plasztikus vizes gélt sajtolnak be szakaszosan. Két szakasz közti időben a hasadékok legalább részben „begyógyulnak", és az újabb besajtoláskor, amihez a Bingham-dugó folyáspontjánál nagyobb nyomás

szükséges, további repedések nyílnak fölfelé és oldalirányban. Ideális alkalmakkor a Bingham-dugó nem mozdul el, amivel folytonos diverziót, szelektivitást lehet elérni.

Az É-Louisianában és K-Texasban fekvő 2440—3660 m mély és 110—138 C° hőmérsékletű Cotton Valley-homokkőtárolóban mérsékelten viszkózus és hőálló vizes gélrendszerrel végzett repesztésekről és a repesztőfluidum visszanyerésének elősegítésére szolgáló tenzidek és szén-dioxid sikeres alkalmazásáról számol be [491].

Ny-Kanada gazdaságilag egyre nagyobb jelentőségű kis permeabilitású gáztárolóin a hatásos serkentő műveletekhez — repesztéshez, savazáshoz — legalkalmasabb, a kútkörnyéket nem károsító fluidumok kifejlesztéséről tájékoztat [492]. A kútbefejezéshez és a serkentéshez használt fluidum okozta kár oka lehet víz vagy vízbázisú fluidumnál a tároló agyagdiszperzió okozta vízérzékenysége, a folyadék visszatartása — vízblokk-képződés — vagy olajbázisú fluidumnál a fordított nedvesedés, az olajérzékenység. A tanulmány áttekinti a szóba jöhető — vízbázisú, alkoholos, olajbázisú és cseppfolyósított gáz — repesztőfluidumokat és a kiválasztásukhoz szükséges laboratóriumi vizsgálatokat a tároló kőzetmintáin.

ÉNy-Colorado tömött (0,008—0,069 mD) homokkő gáztárolói hatalmas gázkészletéből 68—85 · 10^{12} m^3-t becsülnek kitermelhetőnek, amivel megkettőznék az USA biztos földgázkészleteit. Itt már három nukleáris robbantást végrehajtottak (Gasbuggy 1967, Rulison 1969, Rio Blanco 1973), a negyedik (Wagon Wheel) helyét is kijelölték. Előbb azonban a Rio Blanco eredményét kívánják megállapítani, és e célból mellette két kutat fúrtak, egyet a tároló gázkészletének a becslésére, egyet pedig a behatolásra az alsó robbantott üregbe. Sőt egy harmadikat kissé távolabb egy masszív folyadékos repesztésre, hogy ennek eredményét a nukleáris repesztésével ugyanazon tárolón összehasonlítva, a két módszer között választhassanak. Masszív folyadékos repesztés alatt itt a vastag rétegösszletnek nagy, 3750 m^3 körüli térfogatú fluidummal 450 t támasztékot több lépcsőben elhelyező repesztését értik, amivel 600 m-ig terjedő hosszúságú függőleges hasadékot állítanak elő. Az említett harmadik kútban, amelyik 2500 m mély, az első lépcsőben egy 7,85 m vastag szelvényt 445 m^3 emulziós folyadékkal repesztettek, amellyel 181 t homoktámasztékot sajtoltak be. Ezt a repesztést ismerteti [493]. A repesztés további lépcsőiről [496] és [497] tájékoztat.

A masszív folyadékos kőzetrepesztés módszerét a coloradoi Wattenberg-mezőn fejlesztették ki a [494] beszámoló szerint. A 250 km^2 kiterjedésű és kb. 2450 m mélységben fekvő, átlag 15 m vastag, nagyon kis (0,05—0,005 mD) permeabilitású, 127 C° hőmérsékletű és repesztés nélkül legfeljebb 2830 m^3/d gázhozamú Muddy „J" tároló feltárására itt alkalmazták első ízben a masszív repesztést. Laboratóriumi vizsgálatokkal értékelték a különböző repesztőfluidomokat és tanulmányozták a hasadékok vezetőképességét különböző támasztékelhelyezésekkel. Az e tanulmányok alapján kifejlesztett szimulációs programmal választották ki a polimeremulziós repesztőfluidumot és a pilléres támasztékelhelyezést. A mezőn számos, 1900 m^3 fluidum- és 455 t homokmennyiségig terjedő repesztést végeztek, amelyek világosan bizonyították, hogy a legnagyobb kezelések gazdaságosak, és hogy a hasadékok hossza 900 m körüli.

A Rocky Mountain területén kívül az USA-ban az első masszív folyadékos repesztést K-Texasban, a Woodlawn-gázmező 2990 m mély Amoco-Jones gáztelepén hajtották végre [495]. A repesztéshez, amely 15 órán át tartott, 1500 m^3 repesztőfluidumot és 405 t homok- és üveggyöngytámasztékot használtak fel. Költsége kereken 250 000 $ volt. A repesztett formáció márgacsíkokkal elválasztott, viszonylag vékony homoklencséket tartalmaz, és a repesztés célja ezeket egy távolba ható, a kút mindkét oldalán 750 m-től talán 1200 m-ig terjedő hosszúságú álló, kitámasztott hasadékkal megnyitni. A repesztőfluidum emulgeálókkal, tenzidekkel és más vegyszerekkel kezelt csapadék és friss víz keveréke volt. A repesztést a béléscső 2950—2992 m szakaszán belül négy, összesen 6,1 m hosszú szakaszán jet-perforációkon át hajtották végre; a repesztés alatt a nyomás a szivattyún 69 MPa volt. A 0,012 mD áteresztőképességű homok repesztés előtt, a szokásos megnyitással 6000 m^3/d, a repesztés után 45 000 m^3/d állandósult gázhozamot adott. A Woodlawn-mezőn folyó masszív repesztésekről számol be [498] is.

4.8.2. Robbantás

A formációban egy pontban vagy egy vonal mentén végzett robbantás hatására létrejött permeabilitásnak és a robbantás helyétől való távolságának összefüggéseit tanulmányozta elméleti úton [499]. E szerint a létrejött permeabilitás a sugár függvényében szférikus robbantás körül $1/r^5$, vonal menti robbantás körül $1/r^4$ arányban csökken. Az ezen összefüggésekkel előre becsült permeabilitás kiválóan egyezett egy granodioritban végzett nukleáris robbantás és egy kőszénben végzett robbantás után mért permeabilitással.

A kanadai eredetű „Talley-Frac" kereskedelmi elnevezésű robbantásos repesztést ismerteti [500].

4.8.3. Savazás

A savazás eredményének — válaszgörbéjének — teljes értelmezéséhez a homokköveknél egy, a serkentendő közegre jellemző kinetikai paramétert, a reaktivitást vezeti be [504], amely figyelembe veszi a porózus közeg morfológiáját (szemnagyság és alak, ásványeloszlás) és a különböző ásványfajták oldódási sebességeit. A savazás hatását a porozitás, a permeabilitás és a reaktivitás együttes összefüggésével értékeli, amely független a kísérlet körülményeitől, amilyen a savbehatolás sebessége, a sav koncentrációja és térfogata. Matematikai modellt is ad a savazáshoz radiális és lineáris esetre, amellyel a savazás folyamata a formáció tulajdonságai alapján megtervezhető.

Húsz homokkőformáció kőzettulajdonságait hasonlította össze egy nagynyomású és nagy hőmérsékletű „savpermeaméterben" [505]* annak a megvizsgálására, miként „válaszolnak" azok a mátrixsavazásra. Homokkövek savazására így általános kritériumot nyert, egy korrelációt, amellyel a kőzettulajdonságok F_p függvényéből a savazás eredményére lehet következtetni. Az F_p függvényt a kőzet kvarc- és agyagtartalmából,

porozitásából és permeabilitásából számítja. Általában a jól megkövesült, nagy kvarc/agyag arányú homokkövek a legalkalmasabbak a savazásra. Gyengén kövesült, kis kvarc/agyag arányú homokkövek kevésbé alkalmasak, mert savazáskor hajlamosak a szétesésre.

Hengeres magok laboratóriumi savazási eredményei felhasználhatók homokkövek savazó műveleteinek tervezéséhez. A sav behatolásakor egy sav—ásvány reakciós öv fejlődik, amely lassabban halad előre, mint maga a sav, ezért a serkentett kőzettérfogat sokkal kisebb, mint a savval töltött térfogat. A HF-sav állandó sebességű besajtolása után — bizonyos késéssel — a permeabilitás gyorsan nő, amely növekedés a besajtolás sebességével, a HF-koncentrációval és a mag hosszával korrelálható. A sav behatolásakor történő fizikai és kémiai változásra [506] matematikai modellt ad, amellyel a sav és a reakciófrontok mozgása leírható, és a frontok mozgására ható kőzettulajdonságok és a vizsgálati körülmények meghatározhatók. A modell mind lineáris magokra, mind a radiális geometriájú kútkörnyékre alkalmazható. A modell homokkőmagokon végrehajtott vizsgálatok alapján könnyen alkalmazható a mezei savazásra.

Lineáris homokkőmagok mátrixsavazását HCl—HF keverékkel elméleti és kísérleti úton behatóan tanulmányozták [507] szerzői. Forgótárcsás kísérletekkel meghatározták a homokkő közönséges ásványainak viszonylagos reakciósebességeit, és a reakciómechanizmus alapján egy matematikai modellt alkottak homokkőmagokban a sav mozgásának és a permeabilitásnak előrebecslésére a savkoncentráció és az áramlási sebesség függvényében. Két savas elárasztó vizsgálat szükséges a modell jellemző paramétereinek, a *Damköhler*-szám és a savkapacitás-szám meghatározásához.

Kis porozitású és kis permeabilitású homokkövek hatásos savazásához kis koncentrációjú, kis határfelületi feszültségű sósav és fluor-hidrogén-sav keveréket (0,03 HCl és 0,006 HF) ajánl [508], a kapillárisfelszívás hatásának leküzdésére kis adszorpciójú kationos fluorokarbon tenziddel.

Homokkövek savazásánál a kölcsönös oldószerek hatását az adszorpcióra tanulmányozta [509], azzal az eredménnyel, hogy a kationos tulajdonságú tenzidek a savoldatokból erős adszorpciót mutatnak a kvarcon; a glikol-butil-éterek csökkentik a tenziadszorpciót a kvarc és az agyag felszínén; anionos tulajdonságú tenzidek adszorpciója gyenge a kvarcon; a kationos tenzidek adszorpciójának csökkentésére a glikol-butil-étereknél hatásosabb kölcsönös oldószert — glikol-éterek keverékét — fejlesztettek ki.

Agyagos homokkövek savazásával foglalkozik termodinamikai és kinetikai szemszögből [510]*.

Homokkövek mátrixának sikeres savazása a kútkörnyék szkinjének és a szkin radiális kiterjedésének megbízható becslésétől függ. Ezek az értékek a nyomásemelkedés elemzésével becsülhetők. Azonban kimerült, több réteges tárolóban a nyert értékek jelentős mértékben függhetnek a nyomásemelkedés értelmezésének a választott módjától. A *Horner*- és a *McKinley*-módszer összehasonlítása a tényleges mezei eredményekkel azt mutatta, hogy *McKinley* korai idős elemzése szolgáltatja a valószínűbb értékeket [511].

A Gulf Coast jellemző kútjainak gyors termelékenységcsökkenését agyag- és más finom szemű ásványnak a kút felé migrálása okozza. A fluor-hidrogénsavas serkentéskor a savazófluidum HF-tartalma hamar elhasználódik, ha e migráló kovasavtartalmú szemecskékkel érintkezik. Mélyebb hatású lesz a savazás helyben fejlődő HF-rendszerrel (Self Generating Mud Acid: SGMA), ammónium-fluorid és egy szerves észter — pl. metil-formiát — vizes oldatának a besajtolásával, amikor az észter szerves savvá — hangyasavvá — hidrolizálódik, amely nyomban HF-dá alakul át. A módszer a 37,8—107,2 C° hőmérséklettartományban használható, amikor 0,035 koncentrációjú HF-oldat keletkezik [512].

Nagy hőmérsékletű és kis permeabilitású karbonátformációk kis sebességű és kis nyomású savazására a szokásos 0,15 és 0,28-os sósavnál hatásosabbnak bizonyult egy új, tenziddel késleltetett olajban sav emulzió [513]. — Karbonátformációk mátrixsavazására és savazásos repesztésére gyakran szerves savakat használnak, mert reakciósebességük kisebb a sósavénál. E gyenge savak reakciója azonban nem befejezett, aminek okai termodinamikai korlátok. De a savreakció foka adott alkalmazáshoz döntő a megfelelő sav kiválasztásánál. [514] szerzői kísérleti úton vizsgálták a hangyasav, az ecetsav, a propionsav és a kloroecetsav reakcióját a karbonátokkal 7 MPa-nál nagyobb nyomáson, és az eredményeket pszeudoegyensúlyi arányokkal korrelálták. A felsorolt szerves savak reakciójának kiterjedése felsorolásuk sorrendjében csökken. — Karbonátkőzetek savemulziókkal való serkentéséről számol be [515] és [516] is.

Hasadékokból a savbehatolás mélységének a számítására egy új módszert dolgoztak ki, és vizsgáltak meg kísérleti úton [517] szerzői. A módszer egyesíti a forgótárcsás reakcióedényben töltött idő és a laboratóriumi hasadékokban nyert tömegtranszferadatokat, hogy figyelembe vegye mind a felületi reakciókinetika, mind a hasadékban a tényleges keveredés hatásait. Az új módszerrel sikkerrel becsülhető előre a laboratóriumi hasadékokban a sav tartózkodási ideje mind turbulens, mind lamináris áramlásnál a forgótárcsás készülékkel nyert reakciósebességi állandó használatával.

Savazásnál az alkoholok használata az elhasznált sav gyors eltávolítására, nagy koncentrációjú szerves reakciótermékek képződésére és savveszteségre vezethet. A hatás minimalizálható az alkoholkoncentráció felső határának 0,32 térfogattörtben és a kezelés legnagyobb hőmérsékletének homokkőnél 79,4, mészkőnél 93,3 C°-ban történő meghatározásával [518]*. — Alkoholt, tenzideket és szerves oldószereket tartalmazó savoldatokkal telepviszonyokat utánzó állapotban végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeiről és azok sikeres üzemi alkalmazásairól számol be [519].

Savazás után a savazott kút és a nem savazott kutak hozamának keveredésekor olyan emulziók keletkezhetnek, amelyeknek a bontása igen nehéz. Ilyen esetekben a legkedvezőbb emulgeátorok kiválasztásáról tájékoztat [520]*.

A savas korróziót gátló inhibitorokkal (Acidic Corrosion Inhibitor: ACI) szembeni ésszerű követelmények összeállításához az ipar által elfogadott, 100 C°-on felüli szabványos vizsgálat kifejlesztésére van szükség. Annál is inkább, mert az eddig használt kiváló és olcsó arzénes inhibitorokat biztonsági okok-

ból az 1970-es évek végéig kivonják a forgalomból. A korrózió sebessége nemcsak az acél minőségétől, de még a gyártójától is függ, függ a nyomástól, hőmérséklettől és más vegyi adalékoktól is, amelyek nagyon erősen befolyásolják az inhibitor hatásosságát. A savas korrózió inhibitorkiválasztásához és koncentrációjának meghatározásához kúttalpi viszonyokat utánzó vizsgálatok szükségesek. Ezeket tárgyalják [521] szerzői.

Homokkőtárolók mátrixsavazásánál a sósav—fluorhidrogén-sav keverék hatásosságát növelő kölcsönös oldószerek, amilyen az etilénglikol-monobutil-éter, nagy hőmérsékleten csökkentik a korróziógátlók hatását. Az ilyen HCl—HF kölcsönös oldószerrendszerhez új vagy módosított korrózióinhibitorok szükségesek. Egy ilyen inhibitor kifejlesztéséről tájékoztat [522]; az inhibitor alkalmazásakor a hőmérséklet, az alkalmazott kölcsönös szolvens fajtájának, a HCl/HF arányának, a biner sav kölcsönös oldószerarányának és a vizsgált acélcső jósági fokának hatásával kell számolni.

4.8.4. Vegyi kezelés

Természetes vízhajtású olajtároló végső kihozatala a termelési víz—olaj arány vegyi ellenőrzésével, a termelő formáció fakadó felszínének helyben gélesedő poliakrilamiddal való kezelésével növelhető. Ennek az új módszernek az eredményességét [523] mezei példákkal bizonyítja. — Termelőkutak közvetlen környezete polimeres kezelésének elterjedtségéről tájékoztat [524]. 1970 óta az USA-ban 400 termelőkút környezetének kezelésével csökkentették ezek vízhozamát, és állították helyre az olajhozamot. A kutak 0,88-ánál jelentősen csökkent a víz—olaj arány, és 0,72-ánál a kezelési költségek 24-szereséig nőtt a megtérülés.

Olajtermelő kutak nagy vízhozamának polimeres kezeléssel történő csökkentésére használt poliakrilamidok mozgékonyságszabályozó mechanizmusát: eltömőképességét, a mátrixhoz illőségét — kompatibilitását —, a helyben térhálósító hatóanyagok — magnézium-klorid, alumínium-szulfát, alumínium-nitrát — hatását, degradálódásukat, a velük szemben támasztott követelményeket, végül 19 üzemi alkalmazásukat ismerteti [525]. — Vízbesajtoló kútban a besajtolószelvénynek rövid kötési idejű eltömő polimerrel történő sikeres kiigazításáról — átprogramozásáról — számol be [526]. A San Andres-dolomitmező három vízbesajtoló kútjában 1160 m mélységben, 32 C°-on 20 perc volt a kötési idő.

Olajtermelő kutakban az egyéni vízproblémák — kúposodás, csatornásodás — ellenőrzésének, besajtolókutakban pedig az egyenletes elárasztás és a nagyobb kihozatal biztosítására a szelvény kiigazításának leghatásosabb módja a tároló testére szabott polimeres kőzetkezelés. Ennek a megtervezéséről és végrehajtásáról nyújt jó áttekintést [527]. — Ugyanezen problémáról értekezik [528] is.

Sikeres polimerelárasztásos üzemi kísérletről tájékoztat [529] a Morris Scott-egységen Kansasban, olyan homokkőtárolón, amelyet azelőtt vízzel el nem árasztható nak tartottak.

Az Arlan-telep termelőkútjai talpvíz-felemelkedés okozta gyors elvizesedéseinek meggátlására vizes polimeroldatokat sajtoltak be. Ezáltal csökkent a víz—olaj határon a vízpermeabilitás, ami 13 kezelt kút közül nyolcon az olajkihozatalt megnövelte. Az olaj víztartalma 0,03—0,35-dal csökkent, és a hatás 2—24 hónapig, sőt tovább is tartott [530]. — Termoplasztikus polimerek sikeres alkalmazásáról számol be [531], mély kutaknál (4200 m, 347 K) a felsőbb szintről származó vízhozzáfolyás elzárására. A 0,27-os elvizesedést teljesen megszüntették a szokásos általános kútjavítás 0,1 költségével.

Hab besajtolását a tárolókőzetbe tanulmányozták kísérleti úton a gázáttörés megakadályozására [532] szerzői. Habképzőkül egy-, két- és háromkomponensű oldatokat alkalmaztak. A vizsgálatok eredményei feltárták a különböző habok hatását és stabilitását különböző nyomásgradiensek mellett.

A formációnak monomer oldattal való kezelését írják le [533] szerzői besajtoló- és termelőkutakon át. A kútnál kevert 1,2 mPa.s viszkozitású monomer (akrilamid) oldatát és aktivátorát sajtolják a formációba, utána a kutat lezárva időt hagynak a monomernek, hogy polimerizálódjék. A cél egy polimeroldat elhelyezése anélkül, hogy az oldat a pórusszűkületeken áthaladva degradálódna. A képződött polimer elterelő ágens, és a mozgékonysági arányt is javítja. Az új eljárást „monomer/polimer" névvel illetik.

A tárolókőzet nedvesítési viszonyainak befolyásolási lehetőségeit tanulmányozták több fázisú áramlással [534] szerzői. A szilán (szilíciumhidrogén) hidrofóbizáló hatású, és 0,2—0,4-dal csökkenti a vízelárasztás alatt álló tárolóban a vízzel szembeni permeabilitást. Vízzel telített kőzetben a vízpermeabilitást kb. 0,01-ára csökkenti. A kútkörnyék kezelésére kiváló módszer.

A permeabilitás csökkentésének egy új módját ismertetik [535] szerzői a polielektrolitek egy új osztályával, polisociánurát sókkal. A permeabilitás csökkenése a pórusközi csatornáknak hidrolízis útján helyben keletkező kolloid részecskékkel való elzárásával következik be. A folyamat felső hőmérséklethatára 65 C°, és a permeabilitás a kívánt mértékre csökkenthető.

Kútbefejező és formációkezelő fluidumok — sós vizek — csökkentésére új, olajban oldódó adalékokat fejlesztettek ki. Az adalék finom szemű gyantaszemcsék keveréke, amely 120 C°-ig minden sós vízben hatásos, 900 mD permeabilitásig csökkenti a folyadékveszteséget. Hasadékos vagy nagyon áteresztő kőzetben mellette még egy másik, olajban oldódó hídképző adalék is alkalmazható. Az adalék olyan szűrőlepényt alkot, amelyet a termelt olaj teljesen old [536].

A kút környéki övben képződő és a fluidumbeáramlást gátló emulziók tenzides kezeléssel történt eltávolítását írja le a jugoszláviai Jemenovci-olajmezőn [537].

Nehézolajat termelő formációk meleg vízzel való serkentésének mezei tapasztalatairól és numerikus szimulálással végzett vizsgálatáról számol be [538]. Adott hőbevezetés és besajtolóütem mellett a hozam és olajhányada a vízhőmérséklettel nő, hosszabb felszívású idő mellett a hozamcsökkenés lassúbb. Kisebb besajtolóütemnél a kihozatal nagyobb. Vékony tárolóban a hőveszteség a fekvő- és fedőrétegekben jelentékeny lehet, a kihozatal ezek hővezető képességének növekedésével csökken.

A kútkörnyéki öv hőkezelésének laboratóriumi vizsgálatairól és a permi terület olajtelepein végzett üzemi kísérleteiről számol be [539]. Az egy kezelésre eső átlagnyereség meghaladja a 3000 R-t. — A hőkezeléshez szükséges berendezéseket és a velük szembeni követelményeket ismerteti [540].

A romániai olajmezőkön alkalmazott formációserkentési módszerekről — savazás emulziós savval, micellás oldat besajtolása, ciklikus gőzbesajtolás —, alkalmazásuk eredményeiről és tervezett fejlesztésükről nyújtanak jó áttekintést [501] szerzői, kiterjeszkedve a mély és meleg (150—160 C°) tárolókra is. — A Lengyelországban szokásos formációkezelések — folyadékos repesztés, szelektív kőzetkezelés — eredményeiről tájékoztat [502].

A Texas és Új-Mexikó határán levő permi medence San Andres-karbonátformációja öt olajmezejének három fő kőzettípusán — reef, reef mögötti és laguna típus — 25 kúton át végzett folyadékos repesztések, savazások és savazásos repesztések eredményeit hasonlítja össze a tényleges és az elméleti termelékenységi mutatók aránya alapján az [503] esettanulmány.

4.8.5. Homokellenőrzés

A homokellenőrzésről szóló, nyolc részből álló összefoglaló tanulmány [541] befejező részei a tökéletlen perforációk hatásáról, a szűrőbetétekről, a külső és belső kavicsszűrőkről, a nyitott kútba helyezett kavicsszűrőkről, a homok megszilárdításáról és a homok tulajdonságainak az alkalmazott fluidumtól és nyomástól való függéséről szólnak. (A bevezető 1. és 2. részről l. az 1975. évi Különszám 4. [464] tételét.)

Konszolidálatlan homok a kútkörnyék feszültségi állapotának ellenőrzésével is stabilizálható [542] szerint a perforálandó mélységközben elhelyezett egy vagy több tágítható külső béléscsőpakkerrel. Ez egyelőre még csak megvalósításra váró gondolat. — A trinidadi tengeri Teak-mezőn nem konszolidált, agyagos homokból termelő nagy hozamú kutakban a homok ellenőrzésével foglalkozik [543] és [544]. Alkalmas szimulátorral kiterjedt laboratóriumi és mezei kísérleteket végeztek nyitott kútban a hármas szitatekercs, kavicsszűrőnél pedig a homok/kavics arány optimalizálására, és e két homokellenőrző rendszer összehasonlítására. Ezen a mezőn a homok finom frakciója egyedülállóan nagy, 0,10—0,29 része átmegy a 0,043 mm-es szitanyíláson. A termelt olaj homokkoncentrációját e kellően megtervezett módszerrel sikerült $1 \cdot 10^{-9}$-re csökkenteni.

Nagy hozamú kutak környezetében a szokásostól eltérő, különleges és testre szabott homokellenőrző módszerek szükségesek. Ezekről ad áttekintést [545]. — A tárolókőzetnek $Al(OH)_3$ vizes oldatával történő kezelését ismerteti [546], amely nem vegyszeres homokmegszilárdítás, mivel annak szerkezeti szilárdságát alig növeli. Itt ioncserés külcsönhatásról van szó az agyagásványok felületével, amely az agyagcementező anyagot stabilizálja.

Nikkel (vagy kobalt) vizes oldatából kiváló fém és nem konszolidált homokszemek felületére rakódva, azon vékony fémbevonatot alkot, és a homokot mint cementezőanyag konszolidálja, ha a homokszemek felületére előzőleg kolloid szuszpenziójából fémkatalizátor, pl. palládium adszorbeálódott. A katalitikus fémbevonat előnye a szerves cementezőanyagokkal szemben, hogy hőálló, ami termikus termelőmódoknál nagy előny. Ezt az új, szabadalmazott homokmegszilárdító módszert ismerteti [547] és [548].

Homokellenőrző kavicsszűrő elhelyezésének a vizsgálatára mezei méretű plexi kútmodelleken vizuálisan tanulmányozták a kavics elhelyezését a perforációkon kívül, valamint a betétcső és a béléscső közötti gyűrűs térben. A megfigyelések eredményeit louisianai és kaliforniai mezei kísérletekkel vetették egybe. Tanulmányozták a viszkozitásnak, a homokkoncentrációnak, az elhelyezés módjának, a kútfurat állapotának és ferdeségének hatását. Az [549] tanulmány hasznos irányelveket tartalmaz a kavicsszűrők tervezéséhez és alkalmazásához.

Egy új, a kavicsot a tubingon át elhelyező technikát és az ehhez szükséges kúttalpi felszerelést ismertetik [550] szerzői. Kavicshordozó fluidumhoz a nagy viszkozitású térhálósított polimer használata bizonyult a legjobbnak. (Itt kavics alatt bármilyen, szűrő képzésére alkalmas anyagot értenek.) A homokellenőrzés a Gulf-part geológiailag fiatal, laza üledékeiben nehéz probléma. — Nagynyomású konszolidálatlan homokban kavicsszűrő elhelyezésére ajánl módszereket [551], egy és két termelőcsöves kutakban.

A homokellenőrzés feltétele, hogy a formáció homokszemei hidat alkossanak a kavicsszűrő szemein és azok között. Vékony metszeteken és permeabilitásmérésekkel tanulmányozta a kavics — homok szemnagyságarányt mint a homokellenőrzés hatékonyságának egyik fontos jellemzőjét [552]*. Tanulmányozta a következő paraméterek hatását: 1. a kavics nagyságáét az ágy permeabilitására és a homok migrálására, 2. a kavics nagyságának, 3. a kavics szögletességének és 4. a formáció homokja egyenletességének a hatását a homoktermelésre. Azt találta, hogy az állékony híd képződésének feltétele az $F<6$ kavics/homok szemnagyságarány, $F=4$ mint legkedvezőbb értékkel. A homok egyenletességének tényezőjéül a $C=D_{40}/D_{60}$ arányt választotta, ahol a D_{40} és D_{60} a kumulatív eloszlási görbe 40 és 60 percentilpontjaihoz tartozó szemátmérők. Jól osztályozott homoknál $C=3$; ha $C>5$, a homok már gyengén osztályozott. A tanulmány megállapításai jelentősek.

4.8.6. Lerakódások és korrózióvédelem

Olajtelepi sós vizek karbonátkéreg-képző tulajdonságának mérésével és a kéregképződést gátló inhibitor optimális adagolásának elektrolitikus konduktometriás meghatározásával foglalkozik [553]*. Az új módszer hatásos eszköz a kéregképződés kvantitatív előrebecslésére.

Bárium-szulfát kéreg kiválásának termodinamikai feltételeivel foglalkozik [554]. — $BaSO_4$ kristálymagok kristályosodásának és oldódásának a kinetikáját tanulmányozta konduktometriával, a kiválást gátló foszfonát és polifoszfát jelenlétében is [555].

A SACROC-egységen folyó szén-dioxidos elegyedő olajtermeléshez szükséges nagynyomású CO_2-nak a vezetésére szolgáló csőrendszer és szerelvényei szerkezeti

anyagaira gyakorolt korróziós hatását tanulmányozta [556]*.

4.8.7. A termelékenységvizsgálat eszközei

Egy folytonos talpnyomásmérő eszközt (Permagauge) és 75 sikeres alkalmazását ismerteti [557]. Egy fémgyűrűkkel szakaszonként a termelőcső külsejéhez erősített vékony — 2,38 mm külső és 0,66—1,37 mm belső átmérőjű — acélcső, amely nitrogéngázzal van töltve, csatlakozik a kútban levő kamrához, amely összeköttetésben van a kút fluidumtartalmával. A nitrogénoszlop kútfejen leolvasott nyomása plusz az önsúlya adja a talpnyomást a kútban.

Besajtoló- és termelőkutakban elhelyezhető mélységi árammérőnek a tárolók vizsgálatában való szerepéről szól [558].

Az Esso Production Research szabadalmát képező, és először 1972-ben bemutatott kvarckristályos nyomásmérő műszert ismerteti [559], amelynél elektromosan gerjesztett kvarckristály rezgése a nyomásmérés alapja. A kvarckristály feloldóképessége 0,069 MPa a 0—82,5 MPa nyomástartományban. A tanulmány az érzékelőt és külszíni elektronikáját írja le, és néhány alkalmazását sorolja fel.

Termelőkutak megnyitott intervallumaiban végrehajtott hangerőmérésekkel és egyidejű hozamvizsgálattal meghatározható a legnagyobb homokmentes fluidumáram. Az érdekes módszert ismerteti és példákkal szemlélteti [560].

A kaliforniai Kern River-mezőn, amelyen 600 m-nél kisebb mélységben fekvő, 1,5—15 m vastag, kis — 4,1 MPa — nyomású konszolidálatlan homokrétegből szakaszos gőzbesajtolással termelnek; a különböző szolgáltató vállalatokkal végeztetett jet-perforációs munkák minőségét tanulmányozta [561]. Arra való tekintettel, hogy a kútbefejező és a későbbi, helytelen elnevezéssel kútkezelő, valójában formációkezelő munkák legkényesebb fázisa a perforálás, mert a perforáció ütötte csatornák állapota, mérete, alakja, tisztasága jelentősen kihat a termelékenységre. A munkák minőségében olyan különbségeket talált, melyek annak a megállapítására vezették, hogy — tekintet nélkül a költségeire — a munkához a legjobb perforátort kell választani.

IRODALOM

[1] *Moody, J. D.—Esser, R. W.:* An estimate of the world's recoverable crude oil resource. WPC 3 11—20.
[2] *Adams, T. D.—Kirkby, M. A.:* Estimate of world gas reserves. WPC 3 3—9.
[3] *Kastrop, J. E.:* Potential impact of tertiary oil recovery. PE *12* 21—3.
[4] *Geffen, T. M.:* Here's what's needed to get tertiary, recovery going. WO March 53—7.
[5] *Sharp, J. M.:* The potential of enhanced oil recovery processes. SPE 5557 7 o.
[6] *Noran, D.:* ERDA's enhanced-recovery program gathers momentum. OGJ *44* 77—81.
[7] — U. S. enhanced recovery sparks interest. OGJ *37* 83.
[8] — Enhanced recovery promising, costly. OGJ *46* 26, 28.
[9] *Krülov, A. P.:* Vsztupitel'noe szlovo. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 3—4.
[10] *Pacoste, Gh.—Aldea, Gh.:* Methods for enhancement ultimate recovery in Romanian oilfields. MPG 161—5.
[11] — ERDA joins massive hydraulic frac. OGJ *43* 63.
[12] — Enhanced-recovery test using electricity slated in Texas. OGJ *25* 77.
[13] *Karaskiewicz, J.:* Badania nad zwiększaniem wydobycia ropy naftowej ze złóz karpackich przy pomocy bakterii. N (pol.) 144—50.
[14] *Lijmbach, G. W. M.:* On the origin of petroleum. WPC 2 357—69.
[15] *Selley, R. C.:* Genesis, migration and entrapment of Jurassic oil in the North Sea. SPE 5269 7 o.
[16] *Hunt, J. M.:* Is there a geochemical depth limit for hydrocarbons? PE *3* 112, 116, 118, 120, 123, 127.
[17] *Barker, C.:* Oil source rock correlation aids drilling site selection. WO Oct 121—2, 124, 126, 213.
[18] *Terescsenko, V. A.—Dzsamalova, H. F.—Scserbakov, P. M.—Hoha, Ju. L.:* Szoderzsanie argona v szvobodnom gaze — indikator velicsinü zapaszov v zalezsah. GP *5* 39—41.
[19] *Molak, B.—Krizmanić, K.—Novinc, M.:* Trokomponentni dijagram sastava smjese ugljikovodika. N (jug.) 320—5.
[20] *Ramazat, M. Sz.—Ramazanova, É. É.—Vigdorov, D. I.—Obrucsnikova, L. V.:* Primenenie metoda potencial'nüh funkcij i kriterija Szt'judenta pri raszpoznavanii tipa gazokondenszatnüh mesztorozsdenij. ANH *9* 43—6.
[21] *Drobot, D. I.—Presznova, R. N.:* Szeroorganicseszkie szoedinenija v neftjah venda i nizsnego kembrija Szibirszkoj platformü. GNG *1* 47—52.
[22] *Iszraeljan, A. D.—Ahmedova, R. A.—Aliev, G.-M. A.:* Mikroélementü v zolah neftej PT Azerbajdzsana. ANH *10* 6—10.
[23] *Alihanov, G. G.—Dzsamalov, I. M.:* K iszszledovaniju reologicseszkih szvojsztv Naftalanszkoj nefti. ANH *3* 43—5.
[24] *Ostroff, A. G.:* Subsurface water — tool for petroleum exploration. SPEJ 50—64.
[25] *Kuz'min. A. A.—Uriman, V. I.—Akent'ev, E. P.:* Otzsatie vodü iz glin v kollektorü v proceszsze razrabotki neftegazovüh zalezsej. GNG *6* 40—3.
[26] *Amerhanov, I. M.:* Izmenenie fiziko-himicseszkih szvojtsztv vod v zaviszimoszti ot gazonaszüscsennoszti i temperaturü. ND *10* 14—6.
[27] *Pavlenko, V. V.—Bronnikov, V. A.:* Vodorasztvorennüe gazü terrigennüh otlozsenij venda Irkutszkogo neftegazonosznogo baszszejna. NGG *12* 23—6.
[28] *Oganov, K. A.:* O vzaimnoj rasztvorimoszti vodü i nefti. ND *12* 27—9.
[29] — Récommandations pour la mise en oeuvre des méthodes d'échantillonnage. R. IFP *3* 445—71.
[30] *Sztepanova, G. Sz.—Kacsalov, O. B.—Kritszkaja, Sz. L.:* Metodü opredelenija fazovüh perehodov plasztovüh szmeszej. GP *10* 30—3.
[31] *Mirzadzsanzade, A. H.—Bul'csuk, D. D.—Sagiev, R. G.:* Anomalii uprugih szvojsztv sztrukturirovannüh neftej Baskirii. Izv. VUZ NG *1* 23—5.
[32] *Dranchuk, P. M.—Abou-Kassem, J. H.:* Calculation of Z factors for natural gases using equations of state. JCPT *3* 34—6.
[33] *Mattar, L.—Brar, G. S.—Aziz, K.:* Compressibility of natural gases. JCPT *4* 77—80.
[34] *Hall, A. H.—Simpson, J. A.—Whetstone, J. R.:* Investigation of densities and thermal expansion coefficients applicable to petroleum measurement. WPC 5 291—302.
[35] *Woertz, B. B.:* Vapor-liquid equilibrium ratios of gases and light hydrocarbons in methyl cyanoacetate. SPEJ 7—12.
[36] *Peng, D. Y.—Robinson, D. B.—Bishnoi, P. R.:* The use

of the Soave-Redlich-Kwong equation of state for predicting condensate fluid behavior. WPC 4 377—88.
[37] *Razamat, M. Sz.—Ramazanova, É. É.—Vigdorov, D. I.—Obrucsnikova, L. V.:* Primenenie metoda potencial'nüh funkcij i kriterija Szt'judenta pri raszpoznavanii tipa gazokondenszatnüh mesztorozsdenij (sz neftjanoj otorocskoj i bez nee). ANH *9* 43—6.
[38] *Beggs, H. D.—Robinson, J. R.:* Estimating the viscosity of crude oil systems. JPT 1140—1.
[39] *Bagir-zade, F. M.—Burjakovszkij, L. A.—Babaev, F. R.:* Zaviszimoszt' mezsdu vjazkoszt'ju, plotnoszt'ju i temperaturoj neftej. Izv. VUZ NG *3* 9—14.
[40] *Karbanov, E. M.—Geller, V. Z.:* Usztanovka dlja izmerenija vjazkoszti gazov i zsidkosztej. GP *11* 20—2.
[41] *Devlikamov, V. V.—Kabirov, M. M.—Habibullin, Z. A.:* Reologicseszkie harakterisztiki anomal'nüh neftej. Izv. VUZ NG *4* 41—5.
[42] *Jennings, H. Y., Jr.:* A study of caustic solution-crude oil interfacial tensions. SPEJ 197—202.
[43] *Verma, V. K.—Hand, J. H.—Katz, D. L.—Holder, G. D.:* Denuding hydrocarbon liquids of natural gas constituens by hydrate formation. JPT 223—6.
[44] *Sommer, F.:* Histoire diagénétique d'une série gréseuse de mer du Nord. Datation de l'introduction des hydrocarbures. R. IFP *5* 729—41.
[45] *Taylor, R. P.—Wardlaw, N. C.:* Increased precision of porosity measurements using a modified Ruska porometer. JCPT *2* 33—7.
[46] *Bagrinceva, K. I.—Jascsuk, G. N.:* Analiz zaviszimoszti mezsdu fil'trujuscsimi, emkosztnümi szvojsztvami i sztrukturnümi parametrami karbonatnüh kollektorov porovogo tipa. GNG *10* 3—10.
[47] *Jacenko, G. G.—Rucskin, A. V.:* Obosznovanie nizsnih predelov pronicaemoszti i porisztoszti kollektorov po dannüm iszszledovanij obrazcov kerna. GNG *12* 42—4.
[48] *Mattax, C. C.—McKinley, R. M.—Clothier, A. T.:* Core analysis of unconsolidated and friable sands. JPT 1423—32.
[49] *Lisztengarten, L. B.:* K voproszu izucsenija neodnorodnoszti plasztov. ANH *6* 25—8.
[50] *Zvjagin, G. A.—Susztef, I. N.:* Izucsenie trescsinovatoszti produktivnüh plasztov metodom indikatorov. NGG *8* 11—5.
[51] *Zvjagin, G. A.—Susztef, I. N.:* Vüjavlenie napravlennoszti eszteszvennüh trescsin i ee rol' pri razrabotke neftjanüh mesztorozsdenij. GNG *8* 62—5.
[52] *Burjakovszkij, L. A.—Dzsevansir, R. D.:* O zaviszimoszti porisztoszti glin ot geologicseszkogo vozraszta i litologii terrigennogo kompleksza. Izv. VUZ NG *10* 7—12.
[53] *MacKenzie, W. T.:* Petrophysical study of the Cardium sand in the Pembina field. SPE 5541 12 o.
[54] *Ciechanowska, M.:* Ciężar właściwy i objętościowy oraz współczynnik porowatości próbek skał zbiornikowych z głębokih odwiertów Synklinorium Lubelskiego i Syneklizy Perybałtickiej. N (pol.) 196—201.
[55] *Gul'bovics, V. I.:* Metod szmeszimogo vütesznenija neokrasennüh kraszitelem zsidkosztej dlja izucsenija sztrukturü porod-kollektorov. GNG *10* 29—33.
[56] *Beckmann, H.—Ghoniem, Y.:* Messeinrichtung zur Bestimmung des Formationswiderstandsfaktors an formatisierten Probekernen. EEZ *10* 364—7.
[57] *Koerperich, E. A.:* Utilization of Waxman-Smits equations for determining oil saturation in a low-salinity, shaly sand reservoir. JPT 1204—8.
[58] *Rychlicki, S.:* Ocena współczynnika nasycenia wodą piaskowców ilastych. N (pol.) 49—53.
[59] *Krawiec, U.:* Pomiary przenikalności dielektrycznej skał w zakresie częstotliwości 0,1—10 MHz. N (pol.) 319—22.
[60] *Dietrich, J. K.—Little, J. E.:* A method for determining reservoir fluid saturations using field production data. SPEJ 477—87.
[61] *Keelan, D. K.—Pugh, V. J.:* Trapped-gas saturations in carbonate formations. SPEJ 149—60.
[62] *Grist, D. M.—Langley, G. O.—Neustadter, E. L.:* The dependence of water permeability on core cleaning methods in the case of some sandstone samples. JCPT *2* 48—52.
[63] *Jennings, A. R., Jr.:* The effect of surfactant-bearing fluids on permeability behavior in oil-producing formations. SPE 5635 15 o.
[64] *Raghavan, R.—Clark, K. K.:* Vertical permeability from limited entry flow tests in thick formations. SPEJ 65—73.
[65] *Stosur, J. J.—Taber, J. J.:* Critical displacement ratio and its effect on wellbore measurement of residual oil saturation. SPE 5509 12 o.
[66] *Pence, S. A.:* Evaluating formation damage in low permeability sandstone. SPE 5638 11 o.
[67] *Cuiec, L.:* Méthode de resaturation de l'état de surface des échantillons. CI ARTEP 21—40.
[68] *Cuiec, L. E.:* Restoration of the natural state of core samples. SPE 5634 23 o.
[69] *Donaldson, E. C.—Kendall, R. F.—Baker, B. A.—Manning, F. S.:* Surface-area measurement of geologic materials. SPEJ *111*—6.
[70] *Kozlovceva, Z. I.:* Udel'naja poverhnoszt' porod-kollektorov gaza i nefti razlicsnüh mesztorozsdenij Szovjetszkogo Szojuza. GNG *11* 50—4.
[71] *Morrow, N. R.:* The effects of surface roughness on contact angle with special reference to petroleum recovery. JCPT *4* 42—53.
[72] *Marhaszin, I. L.—Sztrokina, V. R.—Guszmanova, G. M.:* K voproszu formirovanija anomal'nogo szloja nefti na kontakte sz kvarcevüm peszkom. Izv. VUZ NG *12* 33—7.
[73] *Ahmedov, Z. M.—Aszadov, A. S.—Gukaszjan, A. A.:* Ékszperimental'noe iszszledovanie fil'tracii gaza cserez glinizirovannuju porisztuju szredu, szoderzsascsuju osztatocsnuju neft'. Izv. VUZ NG *5* 57—60.
[74] *Ingerman, V. G.—Nefedova, N. I.—Szahibgareev, R. Sz.:* O szvjazi pronicaemoszti polimiktovüh porod sz diffuzionno-adszorbcionnoj aktivnoszt'ju. GNG *10* 53—8.
[75] *Hawthorne, R. G.:* The effect of capillary pressure in a multilayer model of porous media. SPEJ 467—76.
[76] *Dullien, F. A. L.:* Effects of pore structure on capillary and flow phenomena in sandstones. JCPT *3* 48—55.
[77] *Berg, R. R.:* Capillary pressures in stratigraphic traps. AAPG B. 939—56.
[78] *Guszev, V. M.:* Krivüe kapilljarnogo davlenija i oszobennoszti sztroenija porovogo prosztransztva porod. ND *7* 4—6.
[80] *Zsetvina, I. N.—Kuszakov, M. M.:* Kapilljarnüj giszterezisz i ravnoveszie dvuh zsidkosztej v konicseszkom kapilljare. Izv. VUZ NG *1* 57—62.
[81] *Dabbous, M. K.—Reznik, A. A.—Mody, B. H.—Fulton, P. F.—Taber, J. J.:* Air-water capillary pressure in coal at various overburden pressures. SPE 5348 8 o.
[82] *Bortnickaja, V. M.—Ladüka, Ju. F.:* Vlijanie plasztovüh davlenij i temperatur na kollektorszkie szvojsztva porod devona Dneprovszko-Doneckoj vpadinü. NGP *3* 7—9.
[83] *Weinbrandt, R. M.—Ramey, H. J., Jr.—Cassé, F. J.:* The effect of temperature on relative and absolute permeability of sandstones. SPEJ 376—84.
[84] *Aktan, T.—Farouq Ali, S. M.:* Effect of cyclic and in situ heating on the absolute permeabilities, elastic constants, and electrical resistivities of rocks. SPE 5633 20 o.
[85] *Gaszanov, G. T.—Iszmailova, N. A.:* Ob odnom szposzobe opredelenija temperaturnoj zaviszimoszti teplofizicseszkih szvojsztv gornüh porod. Izv. VUZ NG *3* 65—9.
[86] *Prats, M.—O'Brien, S. M.:* The thermal conductivity and diffusivity of Green River oil shales. JPT 97—106.
[87] *Sisigin, Sz. I.—Beresznev, N. F.:* Vlijanie davlenija i temperaturü na kollektorszkie szvojsztva produktivnüh porod. GNG *9* 46—9.
[88] *Stein, N.:* Mechanical properties of friable sands from conventional log data. SPE 5500 12 o.
[89] *Viktorin, V. D.—Lükov, N. A.:* Neodnorodnoszt' karbonatnüh kollektorov po uprugomehanicseszkim szvojsztvam. ND *2* 12—6.
[90] *Zaharova, N. I.:* Vlijanie neobratimüh deformacij peszcsanikov na parametr porisztoszti. NGG *11* 35—8.
[91] *Tixier, M. P.—Loveless, G. W.—Anderson, R. A.:* Estimation of formation strength from the mechanical-properties log. JPT 283—93. — Discussion: *Banthia, B. S.* JPT 595.
[92] *Zoback, M. D.—Byerlee. J. D.:* Permeability and effective stress. AAPG B. 154—60.
[93] *Szitnikov, M. F.—Kukszov, A. K.:* Prognozirovanie po kernam anomal'no vüszokogo plasztovogo davlenija v proceszsze burenija. NH *2* 11—5.
[94] *Viktorin, V. D.—Lükov, N. A.:* Neodnorodnoszt' karbonatnüh kollektorov po uprugomehanicseszkim szovjsztvam. ND *2* 12—6.
[95] *Ivanjuta, M. M.—Polihat, Z. Sz.—Pilin, Ja. A.—Verhivszkij, Sz. D.—Malahov, V. F.—Poljakov, V. I.:* Usztanovka

dlja opredelenija velicsinü raszkrütija trescsin v obrazcah porod pri vüszokih davlenijah i temperaturah. NH *11* 37—40.
[96] *Ivanjuta, M. M.—Lejbovics, F. M.—Malahov, V. F.—Pilin, Ja. A.—Polihat, Z. Sz.:* Ékszperimental'noe izucsenie vlijanija davlenija i temperaturü na velicsinu raszkrütija trescsin v porodah. NGP *4* 30—2.
[97] *Beckmann, H.:* „In-situ" Messung der Porosität von Sanden am Meeresboden. EKC 186—207.
[98] *Zseltov, Ju. P.:* Mehanika neftegazonosznogo plaszta. Izd-vo „Nedra", 1975. 216 o.
98a] *Bernadiner, M. G.—Entov, V. M.:* Gidrodinamicseszkaja teorija fil'tracii anomal'nüh zsidkosztej. Izd-vo „Nauka", Moszkva, 1975
[99] *Scserbakov, G. V.:* Gidrodinamicseszkie iszszledovanija neftjanüh szkvazsin i plasztov. Ucsebnoe poszobie dlja sztudentov MINH i GP im. I. M. Gubkina, 1975. 100 o.
[100] *Dickey, P. A.:* Possible primary migration of oil from source rock in oil phase. AAPG B. 337—45.
[101] *Burzewski, W.—Stupczyński, K.:* Hydrodynamiczne kryteria lokalizacji miejsc akumulacji węglowodorów. N (pol.) 1—8.
[102] *Dranchuk, P. M.—Flores, J.:* Non-Darcy transient radial gas flow through porous media. SPEJ 129—39.
[103] *Phipps, S. C.—Khalil, J. N.:* A method for determining the exponent value in a Forchheimer-type flow equation. JPT 883—4.
[104] *Gurbanov, R. Sz.—Ahmedov, Z. M.—Abdinov, É. T.:* Ob uravnenijah dvizsenija nen'jutonovszkoj zsidkoszti v porisztoj szrede. Izv. VUZ NG *4* 31—4.
[105] *Sihaliev, F. A.—Mehtiev, V. M.—Abdullaeva, M. G.—Melikov, F. M.:* Iszszledovanie proceszsza vüteszneniya nen'jutonovszkih zsidkosztej v porisztoj szrede. Izv. VUZ NG *9* 49—51.
[106] *Lang, Z.—Odstrčilová, V.:* Přitokové poměry a šiření tlakových změn ve vícevrstevních systémech. Prace VUGI XXXII 155—68.
[107] *Arihara, N.—Ramey, H. J., Jr.—Brigham, W. E.:* Non-isothermal single and two-phase flow through consolidated sandstones. SPE 5380 14 o.
[108] *Martin, J. M.—Crouzil, G.—Leleu, M.—Combarnous, M.:* Essais de visualisation in situ de certain types d'écoulements diphasiques en milieu poreux. R. IFP *1* 177—80.
[109] *Kissell, F. N.—Edwards, J. C.:* Two-phase flow in coalbeds. USBM RI 8066 16 o.
[110] *Gomaa, E. E.:* Evaluating effective properties of linear aquifers. SPE 5360 11 o.
[111] *Dougherty, E. L.—Khairkhah, D.:* A generalized method for making optimal estimates of reservoir-aquifer parameters. SPE 5361 20 o.
[112] *Yoon, Y. S.—Yeh, W. W-G.:* Parameter identification in an inhomogeneous medium with finite element method. SPE 5524 12 o.
[113] *Beljakov, M. A.:* O szvjazi potencialov fil'tracii sz pronicaemoszt'ju gornüh porod. GNG *12* 49—51.
[114] *Rosman, A.—Simon, R.:* Flow heterogeneity in reservoir rocks. SPE 5631 16 o.
[115] *Jones, F. O., Jr.:* A laboratory study of the effects of confining pressure on fracture flow and storage capacity in carbonate rocks. JPT 21—7.
[116] *Gurbanov, R. Sz.—Aliev, V. A.—Mamedova, M. A.:* Dvizsenie n'jutonovszkih i nen'jutonovszkih zsidkosztej v tonkih scseljah. Izv. VUZ NG *6* 37—40.
[117] *Flumerfelt, R. W.:* Laminar displacement of non-Newtonian fluids in parallel plate and narrow gap annular geometries. SPEJ 169—80.
[118] *Laumbach, D. D.:* A high-accuracy finite-difference technique for treating the convection-diffusion equation. SPEJ 517—31.
[119] *Gureghian, A. B.:* A study by the finite-element method of the influence of fractures in confined aquifers. SPEJ 181—91.
[120] *Kuliev, A. M.—Azimov, É. H.:* Opredelenie parametrov trescsinovato-porisztüh kollektorov. ND *10* 5—8.
[121] *Cannon, J. R.—Dogru, A. H.:* Estimation of permeability and porosity from well test data. SPE 5345 7 o.
[122] *Alizade, I. M.—Ametov, I. M.—Mamedzade, R. B.:* O nesztacionarnoj fil'tracii vjazko-uprugih zsidkosztej v porisztoj szrede. Izv. VUZ NG *9* 52—4.
[123] *Samaniego, V. F.—Brigham, W. E.—Miller, F. G.:* An investigation of transient flow of reservoir fluids conriding pressure dependent rock and fluid properties. SPE 5593 17 o.
[124] *Ramey, H. J., Jr.:* Commentary on the terms „transmissibility" and „storage". JPT 294—5.
[125] *Closmann, P. J.:* An aquifer model for fissured reservoirs. SPEJ 385—98.
[126] *Hurst, W.:* How to figure oil drainage across a lease line. OGJ *3* 66—8.
[127] *Gringarten, A. C.—Ramey, H. J., Jr.:* An approximatic infinite conductivity solution for a partially penetrating line-source well. SPEJ 140—8.
[128] *Cinco, H.—Miller, F. G.—Ramey, H. J., Jr.:* Unsteady-state pressure distribution created by a directionally drilled well. JPT 1392—400.
[129] *Cinco-Ley, H.—Ramey, H. J., Jr.—Miller, F. G.:* Pseudo-skin factors for partially-penetrating directionally-drilled wells. SPE 5589 12 o.
[130] *Hong, K. C.:* Productivity of perforated completions in formations with or without damage. JPT 1027—38.
[131] *Ridley, T. P.:* The unified analysis of well tests. SPE 5587 15 o.
[132] *Chastain, J.:* Should it be well weighing or well analysis? SPE 5392 4 o.
[133] *McCoy, J. N.:* Analyzing well performance VIII. SPE 5403 17 o.
[134] *Makszimov, M. M.:* Analogo-cifrovoj vücsiszlitel'nüj kompleksz „Szaturn" dlja resenija zadacs razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. NH *5* 58—62.
[135] *Ametov, I. M.—Alizade, M. M.:* O posztroenii modeli plaszta po rezul'tatam gidrodinamicseszkih iszszledovanij. ANH *8* 45—8.
[136] *Denson, A. H.—Smith, J. T.—Cobb, W. M.:* Well drainage pore volume and porosity determination from pressure buildup tests. SPE 5595 12 o.
[137] *Cobb, W. M.—Smith, J. T.:* An investigation of pressure-buildup tests in bounded reservoirs. JPT 991—6.
[138] *Lee, W. J.—Harrell, R. R.—McCain, W. D.:* Analysis procedure for variable-rate pressure drawdown data. JPT 115—6.
[139] *Prasad, R. K.:* Pressure transient analysis in the presence of two intersecting boundaries. JPT 89—96.
[140] *Ametov, I. M.—Alizade, M. M.:* O posztroenii modeli plaszta po rezul'tatam gidrodinamicseszkih iszszledovanij. ANH *8* 45—8.
[141] *Kuliev, A. M.—Azimov, É. H.:* Opredelenie parametrov trescsinovato-porisztüh kollektorov. ND *10* 5—8.
[142] *Ametov, I. M.—Berezsnoj, N. I.—Bloh, Sz. Sz.—Mordvinov, A. A.—Pozinenko, B. V.—Szemukov, Sz. V.:* Oszobennoszti fil'tracii vüszokovjazkih neftej permokarbonovoj zalezsi Uszinszkogo mesztorozsdenija. ND *1* 19—22.
[143] *Alisaev, M. G.—Mirzadzsanzade, A. H.:* K ucsetu javlenij zapazdüvanija v teorii fil'tracii. Izv. VUZ NG *6* 71—4.
[144] *Mamedov, V. I.—Ahundov, A. A.:* O pogresnoszt'jah pri izmerenijah plasztovüh davlenij. ANH *3* 39—43.
[145] *Kuliev, A. M.—Mamedova, F. M.:* Opredelenie parametrov plaszta szo szlaboproniczemoj krovlej po dannüm nesztacionarnoj fil'tracii. ANH *4* 45—7.
[146] *Gringarten, A. C.—Ramey, H. J., Jr.—Raghavan, R.:* Applied pressure analysis for fractured wells. JPT 887—92.
[147] *Bodnărescu, D.:* Consideraţii privind efectul de superskin. MPG 136—9.
[148] *Gancarz, R.:* Modelowanie zmian ciśnienia dennego dla określenia przyczyny braku przypływu płynu złożowego. N (pol.) 357—65.
[149] *Ramey, H. J., Jr.—Agarwal, R. G.—Martin, I.:* Analysis of „slug test" or DST flow period data. JCPT *3* 37—47.
[150] *Perek, S.—Reinisch, R.:* Problematyka opróbowania poziomów ropo-gazonośnych. N (pol.) 35—9.
[151] *Halama, A.—Herman, Z.:* Nietypowe wyniki opróbawaú gazonośnych kolektorów złożowych. N (pol.) 286—90.
[152] *Herman, Z.:* Określenie odległosci do elementów ekranujących z danych próbowania rurowymi próbnikami złoża. N (pol.) 477—81.
[153] *Schultz, A. L.—Bell, W. T.—Urbanosky, H. J.:* Advancements in uncased-hole, wireline formationtester techniques. JPT 1331—42.
[154] *Lescarboura, J. A.—Walther, H. C., Jr.—Wilson, P. L.:* Design and analysis of interference tests. SPE 5314 8 o.
[155] *Slater, G. E.—Hegeman, P. S.:* Visual studies of well interference. SPE 5526 6 o.
[156] *Ramey, H. J., Jr.:* Interference analysis for anisotropic

formations — a case history. JPT 1290—8. — Discussion. *Earlougher, R. C., Jr.* JPT 1525.
[157] *Kamal, M.—Brigham, W. E.:* The effect of linear pressure trends on interference tests. JPT 1383—4.
[158] *Prats, M.—Scott, J. B.:* Effect of wellbore storage on pulse-test response. JPT 707—9.
[159] *Kamal, M.—Brigham, W. E.:* Pulse-testing response for unequal pulse and shut-in periods. SPEJ 399—410.
[160] *Strobel, C. J.—Gulati, M. S.—Ramey, H. J., Jr.:* Reservoir limit tests in a naturally fractured reservoir — a field case study using type curves. SPE 5596 19 o.
[161] *Creusot, M. R.:* Étude des venues d'eau et de gaz provoquées par la déformation des interfaces au voisinage des puits. CI ARTEP 243—9.
[162] *Woods, E. G.—Khurana, A. K.:* Pseudo-functions for water coning in a 3-D reservoir simulator. SPE 5525 18 o.
[163] *Mungan, N.:* A theoretical and experimental coning study. SPEJ 247—54.
[164] *Blades, D. N.—Stright, D. H.:* Predicting high volume lift performance in wells coning water. JCPT *4* 62—70.
[165] *Singh, I.—Morse, R. A.:* Study shows dual completion aids productivity, controls water coning. OGJ *27*—45—51.
[166] *Rensvold, R. F.—Ayers, H. J.—Carlslisle, W. C.:* Recompletion of wells to improve water-oil ratio. SPE 5379 8 o.
[167] *Shuck, L. Z.—Frohne, K-H.—Rennick, G. E.—Evans, D. M.:* Directional acoustic-velocity distribution in a petroleum reservoir. SPEJ 234—46.
[168] *Dickey, P. A.—Jones, P. H.:* Review of conference on hydrology of deep sedimentary basin. AAPG B. 1198—201.
[169] *Baradat, Y.—Blanc, G.:* Étalonnage des modèles de simulation pour l'étude de nappes souterraines. R. IFP *2* 295—301.
[170] *Kaden, S.—Luckner, L.:* Die digitale Simulation horizontal-ebener Grundwasserstromungsvorgänge. Preprints des BHT 1975, Freiberg (Modellierung unterird. Strömungsvorgänge, Heft *1*, 33—57).
[171] *Brownell, D. H., Jr.—Garg, S. K.—Pritchett, J. W.:* Computer simulation of geothermal reservoirs. SPE 5381 9 o.
[172] *Toronyi, R. M.—Farouq Ali, S. M.:* Two-phase, two-dimensional simulation of a geothermal reservoir and the wellbore system. SPE 5521 29 o.
[173] *Mercer, J. W.—Faust, Ch. R.:* Simulation of water- and vapor-dominated hydrothermal reservoirs. SPE 5520 16 o.
[174] *Tansev, E.—Startzman, R. A.—Cooper, A. M.:* Predicting pressure loss and heat transfer in geothermal wellbores. SPE 5584 10 o.
[175] *Dorfman, M. H.:* A plate tectonic for development of the geology and estimation of potential petroleum reserves in Ecuador. N (jug.) 341—58, 615—28.
[176] *Jucha, S.—Nitkiewicz, K.:* Probabilistyczne metody szacowania perspektywnych zasobów węglowodorów. N (pol.) 313—8.
[177] *Nazarov, Sz. N.—Poszevics, A. G.:* K ocenke osztatocsnüh zapaszov nefti v isztoscsennüh zalezsah (na primere mesztorozsdenij Ferganü). Izv. VUZ NG *11* 3—7.
[178] *Livincev, P. N.—Jakunin, I. A.:* K ocenke zapaszov zalezsi po raszcsetnüm i fakticseszkim dannüm obvodnenija otbiraemoj zsidkoszti. NH *3* 31—2.
[179] *Koval'csuk, N. R.—Predtecsenszkaja, N. Sz.:* Kriterii ocenki promüslennogo znacsenija razvedannüh zalezsej nefti. GNG *2* 51—5.
[180] *Müszevics, R. V.:* Ocenka promüslennüh zapaszov nefti po dannüm razrabotki primenitel'no k uszlovijam neftjanüh mesztorozsdenij Prikarpat'ja. GNG *6* 36—9.
[181] *Szanin, V. P.—Csikisev, Ju. A.—Koval'csuk, Ju, A.—Evko, N. D.:* O neobhodimoszti ucseta zapaszov nefti v perehodnoj zone kak ob"ekte vozmozsnoj ékszpluatacii. GNG *1* 39—43.
[182] *Kocsetov, M. N.:* Opredelenie ob"emnogo koéfficienta plasztovoj nefti dlja podszcseta balanszovüh zapaszov. NGG *8* 29—33.
[183] *Stof, M. D.—Proncsuk, V. P.:* Ob iszpol'zovanii ob"emnogo koéfficienta plasztovoj nefti pri podszcsete zapaszov. NH *7* 51—3.
[184] *Szavvin, V. A.—Badoev, T. I.—Korosztüsevszkij, M. N.:* Ob optimal'nom ob"eme kernovoj informacii dlja dosztovernoj ocenki porisztoszti pri podszcsete zapaszov nefti i gaza. GNG *6* 66—9.
[185] *Koval'csuk, N. R.—Predtecsenszkaja, N. Sz.—Szamarszkaja, E. V.:* Iszpol'zovanie dannüh ob izmenenii udel'nüh zapaszov nefti i gaza po ploscsadi pri proektirovanii razrabotki zalezsi. NH *7* 48—51.
[186] *Abrikoszov, I. H.—Markov, N. N.—Surubor, Ju. V.—Lenszkih, M. K.—Ruszanova, G. L.:* Geometrizacija zalezsej sz primeneniem ÉVM pri podszcsete zapaszov nefti i gaza i dorazvedke mesztorozsdenij. NGG *3* 22—4.
[187] *Boriszenko, Z. G.—Szoszon, M. N.:* Ocenka podtverzsdaemoszti zapaszov promüslennüh kategorij. GNG *3* 69—72.
[188] *Melik-Pasaev, V. Sz.—Breev, V. A.—Voronova, G. T.—Kocsetov, M. N.:* Analiz podtverzsdaemoszti zapaszov nefti kategorij C_1 i C_2 pri perevode ih v vüszsie kategorii. NGG *6* 28—31.
[189] *Ovaneszov, G. P.—Fejgin, M. V.:* K voproszu o podtverzsdaemoszti zapaszov nefti kategorij C_1 i C_2. GNG *8* 7—14.
[190] *Onoprienko, V. P.—Szvihnusin, N. M.—Sztaszenkov, V. V.:* Ob usztanovlenii granic razlicsnüh grup zapaszov nefti i gaza pri ob"emnom metode podszcseta. GNG *3* 40—3.
[191] *Szamarcev, V. N.:* K voproszu podszcseta zapaszov v neftegazovüh zalezsah. NGG *10* 24—5.
[192] *Molak, B.—Celap, S.—Krizmanič, K.:* Univer-program za izračunavanje volumena i srednjnih vrijednosti regionaliziranih varijabli lezišta (pritisak, poroznost, zasićenje...). N (jug.) 583—92.
[193] *Bajmuhametov, K. Sz.—Szattarov, M. M.:* Ob odnoj verojatnosztno-sztatiszticseszkoj modeli prognozirovanija prirosztа zapaszov nefti. GNG *3* 27—32.
[194] *Bujalov, N. I.—Vagerov, V. Sz.—Sungutova, Sz. A.:* Opüt primenenija logarifmicseszki normal'nogo zakona raszpredelenija dlja ocenki prognoznüh zapaszov uglevodorodov. NGG *6* 31—4.
195] *Molak, B.—Krizmanič, K.:* Metoda Monte Carlo — primjena u rješavanju problema pridobivanja nafte e plina (I). N (jug.) 460—8.
[196] *Ianăş, M.—Zorilescu, D.:* Studiul statistic al zăcămintelor privind prognoza rezervelor în zone noi şi al reţelerol optime de exploatare cu aplicaţie la hidrocarburi. MPG 56—66.
[197] — Methods of estimating the volume of undiscovered oil and gas resources. Studies in Geology N° 1. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, 1975.
[198] *Tissot, B.—Espitalié, J.:* L'évolution thermique de la matière organique des sédiments: applications d'une simulation mathématique. R. IFP *5* 743—77.
[199] *Giusti, L. E.—Borregales, C.:* Method finds heavy-oil-reservoir pressures. OGJ *51* 66—7.
[200] *Szitnikov, M. F.:* Ob uszlovijah vozniknovenija anomal'no nizkih plasztovüh davlenij i uszilenii vtoricsnoj migracii nefti i gaza v period ih formirovanija. GNG *11* 60—6.
[201] *Wilson, H. H.:* Time of hydrocarbon expulsion, paradox for geologists and geochemists. AAPG B. 69—84.
[202] *Magara, K.:* Importance of aquathermal pressuring effect in Gulf Coast. AAPG B. 2037—45.
203] *Bradley, J. S.:* Abnormal formation pressure. AAPG B. 957—73.
[204] *Magara, K.:* Reevaluation of montmorillonite dehydration as cause of abnormal pressure and hydrocarbon migration. AAPG B. 292—302.
[205] *Abry, C. G.:* Geostatistics can indicate highest-potential acreage. WO Aug. 1. 38—9, 42—4.
[206] *Saidi, A. M.:* Mathematical simulation model describing Iranian fractured reservoirs and its application to Haft Kel Field. WPC **4** 209—19.
[207] *Houpeurt, A. H.—Groult, J.—Mollier, M.—Salle, C. L.—Simandoux, P. R.—Thomere, R.:* Principe et methodes de calcul des reserves d'huile et de gas. WPC **3** 21—30.
[208] *Miranda, A.—Raghavan, R.:* Optimization of the material balance equation. JCPT *4* 54—61.
[209] *Chen, W. H.:* Estimation of the location of the boundary of a petroleum reservoir. SPEJ 19—38.
[210] *Dowdle, W. L.—Cobb, W. M.:* Static formation temperature from well logs — an empirical method. JPT 1326—30.
[211] *Bennett, E. N.—Forgerson, C. D.:* Predicting reserves and forecasting flow rates of relatively tight gas wells using limited performance data. JPT 585—91.
[212] *Joyner, H. D.:* A correlation of electric-log-indicated reservoir temperature with actual reservoir temperature — Southwest Louisiana. JPT 181—2.
[213] *Aguilera, R.:* Analysis of naturally fractured reservoirs from conventional well logs. SPE 5342 11 o.

[214] *Sejnman, A. B.—Malofeev, G. E.—Tolsztov, L. A.:* Iszszledovanija v oblaszti geotermicseszkogo metoda vozdejsztvija na plaszt. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975. 100—6.

[215] *Orudjev, S. A.—Muravlenko, V. I.:* Integrated planning for exploration, development, production and transportation for rapid expansion of oil field operations. WPC **3** 327—36.

[216] *Nikolaevszkij, N. M.:* Rol' redkih szetok szkvazsin v povüsenii tempov oszvoenija neftjanüh mesztorozsdenij. NH *12* 20—4.

[217] *Dubinina, I. A.:* Analiz oszobennosztej razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij Kanadü. NH *3* 61—4.

[218] *Linev, V. Sz.:* Nomogramma dlja opredelenija davlenija v szkvazsinah. ND *4* 35—7.

[219] *Pavlov, V. P.—Halimov, É. M.—Bajmuhametov, K. Sz.:* O geologicseszkih uszlovijah éffektivnogo primenenija metodov povüsenija nefteotdacsi. GNG *1* 26—34.

[220] Indirekte Erkundung geologischer Strukturen-Lösungsmöglichkeiten des hydrodynamischen Umkehrproblems. NBT *9* 1974, 657—9; *3* 1975, 155—8.

[221] *Beims, U.—Luckner, L.:* Methoden der digitalen Parameteridentifikation. Preprints des BHT 1975, Freiberg (Modellierung unterird. Strömungsvorgänge, Heft *1*, 186—97).

[222] *Yeh, W. W-G.:* Optimal identification of parameters in an inhomogeneous medium with quadratic programming. SPEJ 371—5.

[223] *Makszimov, M. M.:* Analogo-cifrovoj vücsiszlitel'nüj kompleksz „Szaturn" dlja resenija zadacs razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. NH *5* 58—62.

[224] *Aliev, É. S.—Selevoj, N. S.:* Raszcset gidroprovodnoszti plaszta po debitam i davlenijam v osztanovlennüh szkvazsinah. ANH *7* 36—8.

[225] *Azimov, B. A.—Gaszanov, F. G.—Agaev, V. Sz.:* Ob odnoj zadacse adaptivnogo upravlenija razrabotkoj neftegazokondenszatnogo mesztorozsdenija. ANH *1* 42—5.

[226] *Chavent, G.—Dupuy, M.—Lemonnier, P.:* History matching by use of optimal theory. SPEJ 74—86.

[227] *Wasserman, M. L.—Emanuel, A. S.—Seinfeld, J. H.:* Practical applications of optimal-control theory to history-matching multiphase simulator models. SPEJ 347—55.

[228] *Hirasaki, G. J.:* Sensitivity coefficients for history matching oil displacement processes. SPEJ 39—49.

[229] *Sincovec, R. F.:* Numerical reservoir simulation using an ordinary-differential-equations integrator. SPEJ 255—64.

[230] *Kyte, J. R.—Berry, D. W.:* New pseudo functions to control numerical dispersion. SPEJ 269—76.

[231] *Harris, D. G.:* The role of geology in reservoir simulation studies. JPT 625—32.

[232] *Lefebvre du Prey, E. F.—Bossie-Codreanu, D. N.:* Simulation numerique de l'exploitation des reservoirs fissures. WPC **4** 233—46.

[233] *Archer, J. S.—Keith, D. R.—Letkeman, J. P.:* An approach to the evaluation of oilfield development alternatives using reservoir simulation models. SPE 5285 9 o.

[234] *Monteiro, N.—Caseli, U. A.:* The accuracy of a simulation model in the description of reservoir behavior. WPC **4** 221—31.

[235] *Riley, R. L.:* Sycamore development in Stephens County, Oklahoma. SPE 5406 8 o.

[236] *Whitson, R. E.—Burns, W. A., Jr.—Davies, W. J.:* A study of the Conroe Field. JPT 813—21.

[237] *Chambers, J. B.—Hillegeist, R. B.:* Producing sour oil and gas in the Jay Field. JPT 701—6.

[238] *Snavely, E. S., Jr.:* Removal of sulfur dioxide emissions by scrubbing with oilfield-produced water. JPT 227—32.

[239] *Finol, A.—Farouq Ali, S. M.:* Numerical simulation of oil production with simultaneous ground subsidence. SPEJ 411—24.

[240] *Madaoui, K.:* Saturation critique en gaz lors de la décompression d'un gisement. CI ARTEP 203—19.

[241] *Madaoui, K.:* Conditions de mobilité de la phase gazeuse lors de la décompression d'un melange d'hydrocarbures en milieu poreux. (A Toulouse-i Tudományegyetemen benyújtott dr-tézis.) 1975. 93 o. és 23 ábra.

[242] *Azizov, M. G.:* Ékszperimental'noe iszszledovanie szorbcionnüh javlenij v glinizirovannoj porisztoj szrede pri davlennii nizse davlenija naszüscsenija. Izv. VUZ NG *1* 35—8.

[243] *Kazemi, H.:* A reservoir simulator for studying productivity variation and transient behavior of a well in a reservoir undergoing gas evolution. JPT 1401—12.

[244] *Raghavan, R.:* Well test analysis: wells producing by solution gas drive. SPE 5588 15 o.

[245] *Merle, H. A.—Kentie, C. J. P.—van Opstal, G.—Schneider, G. M. G.:* The Bachaquero study — a composite analysis of the behavior of a compaction drive/solution-gas drive reservoir. SPE 5529 12 o.

[246] *Peaceman, D. W.:* Convection in fractured reservoirs — the effect of matrix-fissure transfer on the instability of a density inversion in a vertical fissure. SPE 5523 15 o.

[247] *Martin, J. C.:* Analysis of internal steam drive in geothermal reservoirs. JPT 1493—99.

[248] *Snyder, R. E.:* How steam is produced and handled at The Geysers. WO June 43—8.

[249] *Krizmanić, K.—Prnić, Ž.:* Kompjuterski model za analizu i predvidanje ponašanja naftnog ležišta s plinskom kapom i gravitacionim odjeljivanjem (I). N (jug.) 72—82; (II) 186—92.

[250] *Shashin, V. D.:* New aspects in theory and practice of water flooding as applied in the U. S. S. R. oil fields. WPC 4 453—64.

[251] *Abgrall, E.—Cottin, R.—Delclaud, J.—Iffly, R.—Leduc, J.:* Prévision du comportement d'un gisement d'huile soumis à un balayage par l'eau. CI ARTEP 3—20.

[252] *Vernescu, A.—Popescu, M. D.—Popa, G. C.—Ioachim, G.:* On the numerical simulation of complete water drive oil reservoir exploitation. WPC **4** 201—8.

[253] *Leighton, A. J.—Higgins, R. V.:* Improved method to predict multiphase waterflood performance for constant rates or pressures. USBM RI 8055 66 o.

[254] *Kotljarova, E. L.:* Opredelenie minimal'nogo csiszla szkvazsin pri upravlenii peremescseniem kontura neftenosznoszti v neodnorodnom plaszte. Izv. VUZ NG *4* 37—9.

[255] *Aliscsaev, M. G.:* O primenenii zavodnenija na mesztorozsdenijah neftej sz nacsal'nüm gradientom szdviga. NH *10* 38—40.

[256] *Welge, H. J.:* Predicting displacement efficiency from water-cut or gas-cut field data. JPT 944—8.

[257] *Stright, D. H., Jr.—Bennion, D. W.—Aziz, K.:* Influence of production rate on the recovery of oil from horizontal waterfloods. JPT 555—63.

[258] *Mobarak, S.:* Waterflooding performance using Dykstra-Parsons as compared with numerical model performance. JPT 113—5. — Discussion JPT 953, 1528; 1976 106, 953.

[259] *Brandner, C. F.—Slotboom, R. A.:* Vertical immiscible displacement experiments in a non-homogeneous flow cell. JCPT *1* 27—33.

[260] *Preljubović-Ćurin, N.:* Optimalizacija brzine iskorištavanja heterogenih vapneno-dolomitnih naftnih ležišta karakteriziranih potiskom podinske vode (II). N (jug.)193—9.

[261] *Dandona, A. K.—Morse, R. A.:* Down-dip waterflooding of an oil reservoir having a gas cap. JPT 1005—16.

[262] *Mingareev, R. Sh.—Krilov, A. P.—Vakhitov, G. G.—Sultanov, S. A.—Poluyan, I. G.:* Estimation of residual oil after waterflooding when spacing the wells at different distances. WPC **4** 253—7.

[263] *Abrams, A.:* The influence of fluid viscosity, interfacial tension, and flow velocity on residual oil saturation left by waterflood. SPEJ 437—47.

[264] *Rubinstein, L.:* Influence of cold water injection on residual oil saturation of multilayered oil reservoir. SPE 5555 8 o.

[265] *Parsons, R. W.:* Microwave attenuation — a new tool for monitoring saturations in laboratory flooding experiments. SPEJ 302—9. — *Baker, P. E.:* Discussion 302—10.

[266] *Aguilera, R.:* Graphical solution of imbibition equations used to predict oil recovery by water influx in naturally fractured reservoirs. JPT 1526—8.

[267] *Robertson, D. C.—Kelm, C. H.:* Injection-well testing to optimize waterflood performance. JPT 1337—42.

[268] *Barkman, J. H.—Abrams, A.—Darley, H. C. H.—Hill, H. J.:* An oil-coating process to stabilize clays in fresh waterflooding operations. JPT 1053—9.

[269] *Wiley, R.—Cocanower, R. D.:* A quantitative technique for determining injectivity profiles using radioactive tracers. SPE 5513 4 o.

[270] *Froning, S. P.—Bridwell, B. F.:* Here's how Getty controls injectivity profile in Ventura. OGJ *6* 60—4.

[271] *Smith, R. C.—Steffensen, R. J.:* Interpretation of temperature profiles in water-injection wells. JPT 777—84.

[272] *Barstow, W. F.—Watt, G. F.:* Fifteen years of progress in catalytic treating of exhaust gas. SPE 5347 10 o.
[273] *Caraway, G. E., Jr.—Lowrey, L. L.:* Generating flue gas for injection releases sales gas. OGJ *30* 126, 131—2.
[274] *Gomzikov, V. K.—Melik-Pasaev, V. Sz.:* Vlijanie geologicseszkih faktorov na raszhod vodü pri vütesznenii nefti po promüszlovüm dannüm. NGG *9* 33—7.
[275] *Bajkov, U. M.—Szkomorovszkaja, N. I.—Sztradsz, L. N.:* Éffektivnoszt' iszpol'zovanija sztocsnüh vod (neftepromüszlovüh i neftehimzavodov) dlja uvelicsenija nefteotdacsi plasztov. ND *5* 6—9.
[276] *McGill, J. C.:* Use vacuum to deaerate injection water. OGJ *16* 69—71.
[277] *Couget, P.—Samaran, J. P.—Serna, P.:* Chaîne de traitement de l'eau de mer. CI ARTEP 263—75.
[278] *Wheeler, D.:* Treating and monitoring 450 000 b/d injection water. PE *12* 68, 72—4, 79—80.
[279] *Evers, R. H.:* Mixed-media filtration of oily waste waters. JPT 157—63.
[280] *Kennedy H.:* Machinery requirements for giant water injection complex. PE *4* 73, 76, 78, 82, 84.
[281] *Shirer, J. A.:* Jay-Lec waterflood pattern performs successfully. SPE 5534 8 o.
[282] *Harris, G. A.:* History of development of the Tijerina-Canales-Blucher (Zone 2I—B) field high pressure extension area. SPE 5538 8 o.
[283] *King, R. L.—Lee, W. J.:* An engineering study of the Hawkins Woodbine reservoir. SPE 5528 12 o.
[284] *Lee, W. J.—Henry, A. J.—Frank, R. D.—Neff, H. O.—Lohec, R. E.:* A mathematical model of the Hawkins Woodbine reservoir. SPE 5527 12 o.
[285] *McNabb, D.:* Pressure maintenance to boost Hawkins recovery. OGJ *13* 65—8.
[286] *Snyder, R. E.:* Big wells — Sun's example of modern field development. Wo Jan 75—8.
[287] *Scselkacsev, V. N.:* Analiz razrabotki krupnejsego v SZSA neftjanogo mesztorozsdenija Vosztocsnüj Tehasz. NH *5* 76—80.
[288] *Poston, S. W.:* Results of waterflooding some high watercut reservoirs in South Louisiana. SPE 5532 8 o.
[289] *Burt, R. A.—Haddenhorst, F. A.—Hartford, J. C.:* Review of Bell Creek waterflood performance — Powder River, Montana, JPT 1443—9.
[290] *Wade, J. E.:* Ranger Six, case history of a pool originally developed for waterflooding. SPE 5367 7 o.
[291] *Hiatt, W. N.—Gallagher, J. L.:* History of the Rio Bravo Field. JPT 145—56.
[292] *Felsenthal, M.—Gangle, F. J.:* A case study of thief zones in a California waterflood. JPT 1385—91.
[293] *Diver, C. J.—Hart, J. W.—Graham, G. A.:* Performance of the Hemlock Reservoir — McArthur River Field. SPE 5530 8 o.
[294] *Van Kirk, C. W.:* Reservoir simulation design of a waterflood with crestal gas injection — Caranda Field, Bolivia. SPE 5533 14 o.
[295] *Kingston, P. E.—Niko, H.:* Development planning of the Brent Field. JPT 1190—8.
[296] *Booth, D.:* Phillips' landmark injection project. PE *11* 105—6, 108, 110, 112, 116.
[297] *Momtaz, W. S.:* Infill program recovers 24 million barrels of oil. WO Oct 111—2, 114, 116.
[298] *Nikitin, P. M.—Ambarcumjan, A. P.—Gaszanova, Sz. K.:* Vtoricsnüe metodü dobücsi nefti v Azerbajdzsane. ND *11* 1974, 10—3.
[299] *Rieckmann, M.:* Tertiäre Gewinnungsmethoden. EEZ *10* 348—59.
[300] *Rieckmann, M.:* Tertiäre Gewinnungsmethoden. EKC 156—76.
[301] *Levi, B. I.:* O szravnenii tehnologicseszkoj éffektivnoszti novüh metodov uvelicsenija nefteotdacsi plasztov. NH *3* 29—31.
[302] — Improved Oil-Recovery Field Reports. Quarterly. SPE 1975, **1** *1—3.*
[303] *Sames, D.—Häfner, F.—Heeg, W.:* Modellierung der räumlichen Strömung mischbarer Flüssigkeiten in porösen Stoffen. Preprints des BHT 1975, Freiberg 1975 (Modellierung unterird. Strömungsvorgänge, Heft *1*, 14—25).
[304] *Baker, L. E.:* Effects of dispersion and dead-end pore volume in miscible flooding. SPE 5632 11 o.
[305] *Yost, M. E.—Stokke, O. M.:* Filtration of polymer solutions. JPT 1271—2.
[306] *Thomas, Ch. P.:* The mechanism of reduction of water mobility by polymers in glass capillary arrays. SPE 5556 15 o.
[307] *Martin, F. D.—Sherwood, N. S.:* The effect of hydrolysis of polyacrylamide on solution viscosity, polymer retention and flow resistance properties. SPE 5339 8 o.
[308] *Maerker, J. M.:* Shear degradation of partially hydrolyzed polyacrylamide solutions. SPEJ 311—22.
[309] *Fratt, W. J.—Bernot, R.:* A new development in oil recovery polymers. SPE 5338 7 o.
[310] *Lipton, D.:* Improved injectability of biopolymer solutions. SPE 5099 12 o.
[311] *Burnett, D. B.:* Laboratory studies of biopolymer injectivitiy behavior effectiveness of enzyme clarification. SPE 5372 10 o.
[312] *Szabó, M. T.:* Some aspects of polymer retention in porous media using a C^{14}-tagged hydrolyzed polyacrylamide. SPEJ 323—37.
[313] *Szabó, M. T.:* Laboratory investigation of factors influencing polymer flood performance. SPEJ 338—46.
[314] *Chauveteau, G.—Kohler, N.:* Conditions de stabilité des solutions de polymère lors d'une injection sur champ. CI ARTEP 41—54.
[315] *Farley, R. W.—Ellebracht, J. F.—Friedman, R. H.:* Field test of a self-conforming oil recovery fluid. SPE 5553 11 o.
[316] *Bilhartz, H. L., Jr.—Charlson, G. S.:* Field polymer stability studies. SPE 5551 14 o.
[317] *Friedman, R. H.:* Recovery of acidic crude oils with PEI. SPE 5374 8 o.
[318] *Clampitt, R. L.—Reid, T. B.:* An economic polymerflood in the North Burbank Unit, Osage County, Oklahoma. SPE 5552 8 o.
[319] *Zajdullin, G. N.—Lezsenin, V. G.—Lerman, B. A.—Rijanov, A. M.—Szajfullin, Z. G.—Szviscsev, B. Sz.—Teplov, G. N.—Fatkullin, A. H.—Suralev, L. V.:* Opütnoe zavodnenie sz primeneniem otorocski rasztvora poliakrilamida na Romaskinszkom mesztorozsdenii. ND *3* 6—9.
[320] *Coffman, C. L.—Rosenwald, G. N.:* The El Dorado micellar-polymer project. SPE 5408 9 o.
[321] *Ljutin, L. V.—Burdün', T. A.—Olejnik, I. P.—Sirokov, V. A.:* O mehanizme vütesznenija nefti uglevodorodnümi micelljarnümi rasztvorami. ND *7* 49—51.
[322] *Haszaev, A. M.:* Iszszledovanie proceszsza vütesznenija nefti iz porisztoj szredü nen'jutonovszkimi szisztemami. ND *2* 6—8.
[323] *Bernard, G. G.:* Effect of clays, limestone, and gypsum on soluble oil flooding. JPT 179—80.
[324] *Poettmann, F. H.:* Update on microemulsion flooding. PE *12* 32, 36, 39, 42.
[325] *Carpenter, D. H.:* The energy yield of micellar flooding. SPE 5567 7 o.
[326] *Bavière, M.:* Stabilité des solutions micellaires en présence de sels. CI ARTEP 79—89.
[327] *Healy, R. N.—Reed, R. L.—Carpenter, C. W., Jr.:* A laboratory study of microemulsion flooding. SPEJ 87—100. — Discussion. *Jones, S. C.:* SPEJ 100—2. — Authors' reply. SPEJ 103.
[328] *Jones, S. C.—Dreher, K. D.:* Cosurfactants in micellar systems used for tertiary oil recovery. SPE 5566 11 o.
[329] *Kiszlovec, R. N.—Gul'bovics, B. I.—Borodina, M. P.—Komarov, V. G.:* Kompozicii micelljarnüh rasztvorov i ih éffektivnoszt' v povüszenii nefteotdacsi po laboratornüm dannüm. ND **4** 8—11.
[330] *Norton, Ch. J.—Falk, D. O.:* Synergism in thickened water systems for improved oil recovery. SPE 5550 15 o.
[331] *Healy, R. N.—Reed, R. L.—Stenmark, D. G.:* Multiphase microemulsion systems. SPE 5565 20 o.
[332] *Nugent, G. E.—Bessenyei, Z.—Sloat, B.:* Sensitive clay respond to chemical oil recovery. PE *12* 82, 84, 86, 88, 90.
[333] *Stahl, C. D.—Farouq Ali, S. M.—Rahman, K.—Olenick, S.:* Effectiveness of alternate mobility buffers in micellar solution floods. SPE 5340 8 o.
[334] *Earlougher, R. C., Jr.—O'Neal, J. E.—Surkalo, H.:* Micellar solution flooding: field test results and process improvements. SPE 5337 11 o.
[335] *Burt, R. A.—Haddenhorst, F. A.—Hartford, J. C.:* Performance and operations review of the major multireservoir, Bell Creek Field, Montana. SPE 5330 15 o.
[336] *Cash, R. L., Jr.—Cayas, J. L.—Hayes, M.—MacAllister, D. J.—Schares, T.—Schecter, R. S.—Wade, W. H.:*

Spontaneous emulsification — a possible mechanism for enhanced oil recovery. SPE 5562 6 o.
[337] *Johnson, C. E., Jr.:* Status of caustic and emulsion methods. SPE 5561 12 o.
[338] *Gogarty, W. B.:* Status of surfactant or micellar methods. SPE 5559 16 o.
[339] *Gilliland, H. E.—Conley, F. R.:* Surfactant waterflooding. WPC 4 259—67.
[340] *Gilliland, H. E.—Conley, F. R.:* Surfactant waterflooding. CI ARTEP 91—106.
[341] *Smith, L.—Malmberg, E. W.:* The quantitative analysis of adsorbed petroleum sulfonates. SPE 5369 8 o.
[342] *Ramirez, W. F.—Friedman, F.:* Modeling of miscible surfactant flooding. SPE 5433 16 o.
[343] *Cash, R. L.—Cayas, J. L.—Hayes, M.—MacAllister, D. J.—Schares, T.—Schechter, R. S.—Wade, W. H.:* Surfactant aging: a possible detriment to tertiary oil recovery. SPE 5564 10 o.
[344] *Pursley, S. A.—Graham, H. L.:* Borregos Field surfactant pilot test. JPT 695—700.
[345] *Szarkiszov, A. A.—Tairov, N. D.:* Adszorbcija poverhnosztno-aktivnüh vescseszty v plasztovüh uszlovijah. ND *4* 37—8.
[346] *Babaljan, G. A.—Levi, B. I.—Tumaszjan, A. B.—Lencsevszkij, A. V.—Babaljan, P. I.—Halimov, É. M.:* Tehniko-ékonomicseszkaja éffektivnoszt' primenenija PAV pri razrabotke neftjanüh plasztov. NH *10* 3—4.
[347] *Dorsey, J. B.—Litherland, J. G.—Ait Saadi, A.—Boutalbi, A.:* Past and predicted future performance of Hassi Messaoud field, Algeria under gas and water injection. SPE 5537 16 o.
[348] *DesBrisay, C. L.—Gray, J. W.—Spivak, A.:* Miscible flood performance of the Intisar „D" Field, Lybian Arab Republic. JPT 935—43.
[349] *Hardy, J. H.—Robertson, N.:* Miscible displacement by high-pressure gas at Block 31. PE *12* 24—6, 28.
[350] *Bouck, L. S.—Hearn, C. L.—Dohy, G.:* Performance of a miscible flood in the Bear Lake Cardium Unit, Pembina Field, Alberta, Canada. JPT 672—8.
[351] *Griffith, J. D.—Horne, A. L.:* South Swan Hills solvent flood. WPC 4 269—78.
[352] *Holm, L. W.:* Status of CO_2 and hydrocarbon miscible oil recovery methods. SPE 5560 17 o.
[353] *Bán Á.—Bálint V.:* Pilot plant and field results of oil displacement by CO_2. WPC 4 291—6.
[354] *Bán Á.—Bálint, V.—Doleschall S.—Török J.:* Thermodynamic behaviour and production forecast of high pressure and high temperature reservoirs containing carbonated natural gases. WPC 4 401—7.
[355] *Spivak, A.—Perryman, T. L.—Norris, R. A.:* A compositional simulation study of the SACROC unit CO_2 project. WPC 4 187—200.
[356] *Faulkner, B. L.:* Reservoir engineering design of a tertiary miscible gas drive pilot project. SPE 5539 14 o.
[357] *Crockett, D. H.:* CO_2 profile control at SACROC. PE *12* 44, 48, 50, 52.
[358] *Frey, R. P.:* West Texas unit responds to CO_2 flood. OGJ *30* 99—100, 105.
[359] *Filjasz, Ju. I.:* Rasztvorimoszt' nefti v vode, naszüscsennoj uglekiszlotoj. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 164—6.
[360] *Shelton, J. L.—Schneider, F. N.:* The effects of water injection on miscible flooding methods using hydrocarbons and carbon dioxide. SPEJ 217—26.
[361] *Bán Á.—Bálint V.—Doleschall S.—Nagy S.—Pach F.—Török J.:* La sorption inorganique augmente le rendement de récupération de l'huile. Étude de cas. CI ARTEP 55—77.
[362] *Dietz, D. N.:* Review of thermal recovery methods. SPE 5558 10 o.
[363] *Bia, P.—Combarnous, M.:* Les méthodes thermiques de production des hydrocarbures. R. IFP *3* 359—95; *4* 551—78.
[364] — Bibliography of thermal methods of oil recovery. JCPT *2* 55—65.
[365] *Mal'cev, N. A.:* Teplovüe metodü dobücsi nefti v szvete zadacs razvitija neftjanoj promüslennoszti SZSZSZR. Izd-vo „Nauka", 1975, 5—10.
[366] *Zseltov, Ju. P.:* Obzor rezul'tatov opütno-promüslennüh rabot v oblaszti teplovüh metodov povüsenija nefteotdacsi plasztov. Izd-vo „Nauka", 1975, 11—21.
[367] *Berstejn, M. A.—Vahitov, G. G.—Zseltov, Ju. P.—Szurgucsev, M. L.:* Programma iszszledovatel'szkih i opütno-promüslennüh rabot v oblaszti teplovüh metodov povüsenija nefteotdacsi plasztov. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 76—8.
[368] *Guzsnovszkij, L. P.—Balasova, T. V.:* Ékonomicseszkaja ocenka teplovüh metodov povüsenija nefteotdacsi plasztov. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 79—82.
[369] *Csekaljuk, É. B.:* Problema izvlecsenija osztatocsnoj nefti. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 107—9.
[370] *Mikitcsenko, V. F.—Oganov, K. A.—Rimek, F. F.:* Metodika i rezul'tatü termodinamicseszkih raszcsetov tehnologicseszkih parametrov pri teplovom vozdejsztvii na plaszt. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 117—23.
[371] *Abaszov, M. T.—Tairov, N. D.:* Vlijanie temperaturü na projavlenie molekuljarno-poverhnosztnüh szil v proceszsze teplovogo vozdejsztvija na plaszt. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 135—42.
[372] *Oganov, K. A.—Mazka, Sz. A.:* Fizicseszkie szvojsztva gorjacsej vodü i perszpektivü iszpol'zovanija ih dlja povüsenija nefteotdacsi. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 167—73.
[373] *Mamedov, N. T.—Dadasev, A. M.:* O povüsenii éffektivnoszti zakacski gorjacsej vodü v neftjanoj plaszt. ANH *6* 22—4.
[374] *Boriszov, Ju. P.—Vahitov, G. G.—Rozenberg, M. D.—Teszljuk, E. V.:* Principü i metodü podderzsanija plasztovoj temperaturü primenitel'no k razrabotke mesztorozsdenija Uzen'. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 83—99.
[375] *Csekaljuk, É. B.:* Vozmozsnoszti sznizsenija iszhodnoj temperaturü teplonoszitelja pri teplovoj obrabotke neftjanogo plaszta. NGP *4* 20—4.
[376] *Abbaszov, A. A.—Dzsamalov, I. M.—Litvinov, V. V.:* Éffektivnoszt' vütesznenija nefti iz plaszta otorocskami para i gorjacsej vodü. NH *12* 35—7.
[377] *Vasurkin, A. I.—Cibul'ko, A. M.—Nadieva, M. K.:* Ékszperimental'noe izucsenie vütesznenija nefti Ruszszkogo mesztorozsdenija vodoj i teplonosziteljami. ND *6* 28—30.
[378] *Zolotuhin, A. B.—Malofeev, G. E.:* Opredelenie temperaturnogo polja plaszta pri nagnetanii v nego vodjanogo para. Izv. VUZ NG *10* 35—9.
[379] *Trimble, A. E.—Menzie, D. E.:* Steam mobility in porous media. SPE 5571 16 o.
[380] *Chu, C.—Trimble, A. E.:* Numerical simulation of steam displacement — field performance applications. JPT 765—76.
[381] *Neuman, C. H.:* A mathematical model of the steam drive process — applications. SPE 4757 18 o.
[382] *Myhill, N. A.—Stegemeier, G. L.:* Steam drive correlation and prediction. SPE 5572 16 o.
[383] *Dzsamalov, I. M.—Iszmailov, M. V.:* Ékszperimental'nüe iszszledovanija vlijanija impul'sznoj zakacski para na koéfficient vütesznenija nefti v neodnorodnüh plasztah. ANH *8* 39—43.
[384] *Gates, C. F.—Brewer, S. W.:* Steam injection into the D and E zone, Tulare Formation, South Belridge Field, Kern County, California. JPT 343—8.
[385] *Bursell, C. G.—Pittman, G. M.:* Performance of steam displacement in the Kern River Field. JPT 997—1004.
[386] — Continuous steam injection, heat scavenging spark Kern River. OGJ *4* 127—30, 135—6, 140, 142.
[387] *Blevins, T. R.—Billingsley, R. H.:* The ten-pattern steamflood, Kern River Field, California. JPT 1505—14.
[388] *Bokszerman, A. A.—Zseltov, Ju. P.—Rakovszkij, N. L.—Balasova, T. V.—Dodonova, I. A.—Szobolevszkaja, Z. A.:* Opüt proektirovanija razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij putem nagnetanija para. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 54—61.
[389] *Wu, C. H.—Brown, A.:* A laboratory study on steam distillation in porous media. SPE 5569 12 o.
[390] *Taraszov, A. G.:* Vlijanie disztilljacii na koéfficient vütesznenija nefti parom. ND *5* 39—42.
[391] *Rakovszkij, N. L.—Szamarceva, L. V.—Taraszov, A. G.—Scselcskov, A. G.:* Izmenenie osztatocsnoj neftenaszüscsennoszti pri iszparenii legkih frakcij v proceszsze vütesznenija nefti parom. NH *11* 28—30.
[392] *Hagoort, J.—Leijnse, A.—van Poelgeest, F.:* Steam-strip

drive: a potential tertiary recovery process. SPE 5570 14 o.
[393] *Guţu, Gr.—Socol, S.—Constantinescu, P.—Fornazier, E.:* Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă in formaţiunile traversate la injecţia ciclică de abur. MPG 31—6, 83—7.
[394] *Rivero, R. T.—Heintz, R. C.:* Resteaming time determination — case history of a steam-soak well in Midway Sunset. JPT 665—71.
[395] *Lennon, R. B.:* Geological factors in steam soak projects on the West side of the San Joaquin Basin. California. SPE 5540 10 o.
[396] *Bernstejn, M. A.—Szimonov, P. P.—Gejvandov, I. A.:* Peredvizsnaja usztanovka glubokogo umjagcsenija vüszokomineralizovannüh vod dlja pitanija neftepromüszlovüh parogeneratorov vüszokogo davlenija. Szb. „Teplovüe motodü dobücsi nefti". Idz-vo „Nauka", 1975, 158—63.
[397] *Bradley, B. W.—Gatzke, L. K.:* Steamflood heater scale and corrosion. JPT 171—8.
[398] *Szergeev, A. I.—Celikova, A. A.—Jalov, Ju. N.:* Analiz éffektivnoszti iszpol'zovanija parogenerirujuscsego oborudovanija i puti ee povüsenija. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 143—9.
[399] *Adler Gy.:* A linear model and a related very stable numerical method for thermal secondary oil recovery. JCPT *3* 56—65.
[400] *Szimkin, É. M.—Szergeev, A. N.—Kuznecov, M. A.—Ajzikovics, O. M.—Sejnman, A. B.:* Osznovnüe napravlenija v razrabotke metodov teplovogo vozdejsztvija na prizabojnuju zonu plaszta i iniciirovanie gorenija. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 38—46.
[401] *Bljuberg, É. A.—Lebedev, Ju. A.—Szafiulin, R. H.:* Himicseszkie aszpektü proceszsza vnutriplasztovogo gorenija nefti. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 124—34.
[402] *Bogopol'szkij, A. O.—Sarifov, Ja. A.:* Ob odnoj ocenke sztacionarnoj szkoroszti fronta vnutriplasztovogo gorenija nefti. ANH *2* 39—43.
[403] *Bogopol'szkij, A. O.—Sarifov, Ja. A.:* Ob odnoj ocenke sztacionarnoj szkoroszti fronta vnutriplasztovogo gorenija nefti. ANH *2* 39—43.
[404] *Bokszerman, A. A.—Zsdanov, Sz. A.—Kocseskov, A. A.—Polkovnikov, V. V.:* Ékszperimental'noe iszszledovanie proceszsza „vlazsnogo" vnutriplasztovogo gorenija v karbonatnoj porode. NH *10* 50—3.
[405] *Amelin, I. D.—Palij, A. O.—Sztrizsov, I. N.:* Proektirovanie proceszsza vnutriplasztovogo gorenija v izvesztnjakah pri odnovremennom nagnetanii vodü i vozduha (na Borovszkom mesztorozsdenii Kujbüsevszkoj oblaszti). Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 62—71.
[406] *Oganov, K. A.:* Rezul'tatü promüszlennogo opüta po vnutriplasztovomu goreniju nefti maloj vjazkoszti na szhodnickom mesztorozsdenii. NGP *2* 34—7.
[407] *Oganov, K. A.:* Kombinirovannüj metod teplovogo vozdejsztvija na plaszt, szoderzsascsij malovjazkuju neft'. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 26—32.
[408] *Koszarev, N. N.—Szuhan, V. Sz.—Mürka, Ja. M.—Sztempickij, T. V.:* Szposzob szozdanija vnutriplasztovogo fronta gorenija v uszlovijah malovjazkoj nefti. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 33—7.
[409] *Terwilliger, P. L.:* Fireflooding shallow tar sands — a case history. SPE 5568 12 o.
[410] *Little, T. P.:* Successful fireflooding of the Bellevue Field. PE *12* 55, 58, 60, 64, 66.
[411] — Getty expands Bellevue fire flood. OGJ *2* 45—9.
[412] *Mace, Ch.:* Deepest combustion project proceeding successfully. OGJ *46* 74—6, 81.
[413] *Terwilliger, P. L.—Clay, R. R.—Wilson, L. A., Jr.—Gonzales-Gerth, E.:* Fireflood of the P_{2-3} sand reservoir in the Miga Field of Western Venezuela. JPT 9—14.
[414] *Burger, J.—Aldea, Gh.—Carcoana, A.—Petcovici, V.—Sahuquet, B.—Delye, M.:* Recherches de base sur la combustion in-situ et resultants recents sur champ. WPC 4 279—89.
[415] *Machedon, V.—Petcovici, V.:* Évolution et contrôle du processus de combustion souterraine. CI ARTEP 107—16.
[416] *Carcoana, A.—Turta, A.—Burger, J.—Bardon, C.:* Balayage et récuperation d'un gisement d'huile lourde par combustion *in situ*. CI ARTEP 117—34.
[417] *Stinson, D. L.—Carpenter, H. C.—Cegielski, J. M., Jr.:* Power recovery from in situ combustion exhaust gases. SPE 5332 11 o.
[418] *Holst, P. H.—Karra, P. S.:* The size of the steam zone in wet combustion. SPEJ 13—8.
[419] *Bokszerman, A. A.—Zsdanov, Sz. A.—Zseltov, Ju. P.—Kocseskov, A. A.:* Iszszledovanija v oblaszti metodov povüsenija nefteotdacsi putem szocsetanija zavodnenija sz teplovüm vozdejsztviem na plaszt. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 110—6.
[420] *Rossen, R. H.:* A regression approach to estimating gas in place for gas fields. JPT 1283—9.
[421] *Vernescu, Al.—Popa, C. Gh.:* Utilizarea simulării statistice în ingineria zăcămintelor de petrol şi gaze. MPG 578—82.
[422] *Chierici, G. L.—Ciucci, G. M.—Sclocchi, G.—Terzi, L.:* Abnormally high-pressured gas reservoirs subject to an „internal water drive". A numerical model study. CI ARTEP 191—201.
[423] *Fialko, A. I.—Kravcsenko, Ju. B.—Poljakov, I. I.:* Ékszperimental'noe opredelenie fil'tracionnüh i ëmkosztnüh szvojsztv gazonaszüscsennüh porod v uszlovijah, szootvetsztvujuscsih plasztovüm. NGP *5* 5—9.
[424] *Dzsamilov, K. N.—Dzsafarov, N. D.—Kadürov, B. A.:* Neusztanovivsijszja pritok gaza k szisztеme szkvazsin v neodnorodnoj zalezsi. ANH *11* 42—5.
[425] *Vezirov, D. S.—Dzsalilov, Z. I.—Kalantarov, A. I.—Tairov, N. D.:* Vlijanie glinisztoszti porod na vütesznenie gaza vodoj. GP *6* 29—30.
[426] *Gerov, L. G.—Zakirov, Sz. N.—Korotaev, Ju. P.:* Vüteszнenie gaza vodoj iz trescsinnüh kollektorov. GP *10* 22—5.
[427] *Vaszil'ev, Ju. N.—Gergedava, S. K.:* Informacionnaja model' ASZU razrabotkoj gazovogo mesztorozsdenija. GP *8* 17—9.
[428] *Vaszil'ev, Ju. N.—Pasz'ko, D. A.—Csernüh, V. A.:* Novaja matematicseszkaja model' dlja razrabotki mesztorozsdenij gaza. GP *11* 18—20.
[429] *Majgurov, E. N.:* Prognozirovanie dobücsi gaza na mnogoplasztovüh mesztorozsdenijah. GP *9* 44—9; *10* 34—7.
[430] *Vaszil'ev, Ju. N.—Gergedava, S. K.:* Informacionnaja model' ASZU razrabotkoj gazovogo mesztorozsdenija. GP *8* 17—9.
[431] *Kremsz, A. Ja.:* Predposzülki dobücsi gaza sz bol'sih glubin. GP *9* 6—7.
[432] *Bukreeva, N. A.—Zükin, M. Ja.—Kozlov, A. L.—Fis, M. L.—Friman, Ju. M.:* Oszobennoszti podszcseta zapaszov gaza v uszlovijah opütnoj i opütno-promüszlennoj ékszplua tacii. NGG *2* 33—5.
[433] *Kretzschmar, H. J.—Hörig, P.—Häuszer, D.:* Beiträge zur Reservoirmechanik klüftig-poröser Gasspeicher. Teil I: Laborative Permeabilitätsuntersuchungen an extrem ge ringpermeablen Dolomitgesteinen. ZAG *2* 80—6. Teil II: Druckdynamisches Verhalten und Berechnungsmethoden des Speichervolumens. ZAG *3* 119—24. Teil III: Numerisches Simulationsmodell des Strömungs- und Vermischungsprozesses. ZAG *6* 262—8.
[434] *Sameš, P.:* Herabsetzung der Förderleistung einer Gassonde infolge Bildung von Wasserkegeln. ZAG *1* 35—8.
[435] *Dougherty, E. L.—Khairkhah, D.:* History matching of gas simulation models using optimal control theory. SPE 5371 16 o.
[436] *Klomp, E. J. W.:* Planung der Ausbeuteoptimierung von Erdgaslagerstätten. EKC 177—85.
[437] *Miller, R. T.—Gattis, J. R.—Talbert, J. M.:* Results of an optimization study on a major gas field complex. SPE 5652 11 o.
[438] — Theory and practice of the testing of gas wells. 3. edition, 1975. Energy Resources Conservation Board. Calgary, Alberta, Canada. XXVIII + 504 o.
[439] *Keelan, D. K.:* How rock properties affect gas well performance. WO July 125—7, 130.
[440] *Biondić, N.—Krizmanić, K.:* Kompjutorski program za utvrdivanje mogućnosti davanja plinskih bušotina (I). N (jug.) 629—34.
[441] *Odeh, A. S.—Moreland, E. E.—Schueler, S.:* Characterization of a gas well from one flow-test sequence. JPT 1500—4.
[442] *Kul'pina, N. M.—Kul'pin, L. G.—Gricenko, I. V.:* K metodike obrabotki krivüh voszsztanovlenija davlenija v razvedocsnüh szkvazsinah. GP *2* 30—3.

[443] *Voight, H. D.:* Simulation der räumlichen Gasströmung und ihre Anwendung bei der Untersuchung von Gassonden. Preprints des BHT 1975, Freiberg 1975 (Modellierung unterird. Strömungsvorgänge, Heft *2*, 54—66).
[444] *Chain, R. Y.—Mountford, C. J.—Raghavan, R.—Thomas, G. W.:* Determination of reservoir properties from backpressure tests with applications to reservoir simulation. SPE 5421 14 o.
[445] *Evers, J. F.—Soeiinah, E.:* Transient tests and long range performance predictions in stress-sensitive reservoirs. SPE 5423 10 o.
[446] *Dogru, A. H.—Knapp, R. M.:* The reliability of the predicted performance of natural gas reservoirs using reservoir parameters from well test data containing errors. SPE 5343 13 o.
[447] *Lawrence, T. M.—Dzurman, P. J.:* Method of predicting the initial deliverability of shallow gas wells in Southeastern Alberta. JCPT *4* 71—6.
[448] *Vriezen, P. B.—Spijker, A.—van der Vlis, A. C.:* Erosion of perforation tunnels in gas wells. SPE 5661 14 o.
[449] *Griffith, H. D.—Collins, T.:* Determining average reservoir properties from gathering-line transient analysis for multiwell reservoir. JPT 835—41.
[450] *Holditch, S. A.—Morse, R. A.:* The effects of turbulence on the behavior of hydraulically fractured gas wells. SPE 5586 14 o.
[451] *Lübben, H.:* Operating problems with the production of high-pressure sour gas. WPC **4** 389—99.
[452] *Chen, T. K.—Kennedy, J. .H.—McElhiney, J. E.:* Recovery improvement study of the Gray Sand reservoir. JPT 28—34.
[453] *Willcox, P. J.—Riley, H. G.:* Performance matching for a North Sea gas field. SPE 5535 12 o.
[454] *Abasov, M. T.—Gurevich, G. R.—Korotaev, Yu. P.—Kundin, S. A.—Rozenberg, M. D.:* Physical and mathematical simulation for development of gas-condensate fields and fields of volatile oils. WPC **4** 369—76.
[455] *Elkins, L. F.—Brown, R. C.—Skov, A. M.:* Comparison of performance during cycling and blowdown with various prediction methods — Washington Cockfield „D" gas-condensate reservoir. SPE 5531 12 o.
[456] *Jakovlev, Ju. I.—Zükin, M. Ja.:* Gidrogeologicseszkie voproszü razrabotki Orenburgszkogo mesztorozsdenija. GP *4* 29—31.
[457] *Bond, D. C.:* Anomalous potentials in variable-density aquifers affect growth of gas storage bubbles. SPE 5425 9 o.
[458] *Hauenherm, W.:* Mehrdimensionale Modellierung der Zweiphasenströmung Gas-Wasser für Untergrundgasspeicher und Erdgaslagerstätten. Preprints des BHT 1975, Freiberg 1975 (Modellierung unterird. Strömungsvorgänge, Heft *1*, 88—104).
[459] *Trotter, J. G.:* 50 million bbls crude stored in huge underground system. Wo Apr 86—90.
[460] *Colonna, J.—Bues, J. P.—Sauvage, B.:* Injections expérimentales d'air dans une nappe souterraine en vue de l'étude du stockage du gaz en couches aquifères non structurées. CI ARTEP 221—42.
[461] *Köhsling, J.—Piekarz, J.:* Rozwój metod podziemnego składowania gazów i produktów naftowych. N (pol.) 18—23.
[462] *Solovjev, A. N.—Filinov, M. V.—Kiselev, A. I.:* Theoretical fundamentals of calculations and results of operation of the semi-commercial Gatchinskaja underground storage. WPC **5** 109—14.
[463] *Medley, A. H.:* Storage of natural gas in salt caverns. SPE 5427 9 o.
[464] *Meister, S.—Hieblinger, J.—Kleinitz, W.—Hantelmann, G. V.—Nolen, J. S.:* Die numerische Simulation des Solprocesses. EGC 217—37.
[465] *Lambrich, K. H.—Kuehne, G.:* Experiences gained in the creation and operation of caverns in salt domes with a large content of impurities. WPC **5** 81—8.
[466] *Arnold, W.—Förster, S.—Menzel, W.: In situ* investigations of fracturing in salt cavities for determining stress components. WPC **5** 89—96.
[467] *Beissner, K.—Koch, R.—Schleicher, H.—Dreyer, W.—Fürer, G.:* Underground storage of liquid and gaseous hydrocarbons with special consideration to public safety, regional planning and environment protection. WPC **5** 97—107.
[468] *Gröber, H.—Schuster, E.:* Auslegung von Anlagen für Untertagespeicherung von Erdgas. EKC 208—16.
[469] *Ellison, L.:* Fracture technology breaks gas productivity barrier. PE *6* 30, 32, 34, 37.
[470] *Pattillo, Ph. D.:* A modification of Carter's equation for fracture area. SPE 5630 4 o.
[471] *Holm, A. E.:* Perforating at base of or below sand and fracturing improves well performance. SPE 5412 11 o.
[472] *Strubhar, M. K.—Fitch, J. L.—Glenn, E. E., Jr.:* Multiple, vertical fractures from an inclined wellbore — a field experiment. JPT 641—7.
[473] *Cooke, C. E., Jr.:* Effect of fracturing fluids on fracture conductivity. JPT 1273—82.
[474] *White, J. L.—Means, J. O.:* Polysaccharide derivatives provide high viscosity and low friction at low surface fluid temperatures. JPT 1067—73.
[475] *Free, D. L.—Frederick, A. F.—Thompson, J. E.:* Fracturing with a high viscosity crosslinked gel — continuous fracturing technique. SPE 5640 6 o.
[476] *McDaniel, R. R.—Houx, M. R.—Barringer, D. K.:* A new generation of solid-free fracturing fluids. SPE 5641 13 o.
[477] *Tannich, J. D.:* Liquid removal from hydraulically fractured gas wells. JPT 1309—17.
[478] *Tinsley, J. M.—Williams, J. R., Jr.:* A new method for providing increased fracture conductivity and improving stimulation results. JPT 1319—25.
[479] *Fredrickson, S. E.—Broaddus, G. C.:* Selective placement of fluids in a fracture by controlling density and viscosity. SPE 5629 9 o.
[480] *Blauer, R. E.—Holcomb, D. L.:* Foam fracturing shows success in gas, oil formations. OGJ *31* 57—60.
[481] *Daneshy, A. A.:* Numerical solution of sand transport in hydraulic fracturing. SPE 5636 14 o.
[482] *van der Vlis, A. C.—Haafkens, R.—Schipper, B. A.—Visser, W.:* Criteria for proppant placement and fracture conductivity. SPE 5637 15 o.
[483] *Harrington, L.—Hannah, R. R.:* Fracturing design susing perfect support fluids for selected fracture proppant concentrations in vertical fractures. SPE 5642 11 o.
[484] *Miller, B. D.—Warembourg, P. A.:* Prepack technique using fine sand improves results of fracturing and fracture acidizing treatments. SPE 5643 8 o.
[485] *Locke, C. D.—Sawyer, W. K.:* Constant pressure injection test in a fractured reservoir — history match using numerical simulations and type curve analysis. SPE 5594 9 o.
[486] *Pierce, A. E.—Vela, S.—Koonce, A. T.:* Determination of the compass orientation and length of hydraulic fractures by pulse testing. JPT 1433—8.
[487] *Power, D. V.—Schuster, C. L.—Hay, R.—Twombly, J.:* Detection of hydraulic fracture orientation and dimensions in cased wells. SPE 5626 15 o.
[488] *Komar, C. A.—Shuck, L. Z.:* Pressure responses from induced hydraulic fractures in adjacent wells within a petroleum reservoir: an experiment. JPT 951—2.
[489] *Tyler, R. D.—Vollendorf, W. C.:* Physical observations and mapping of cracks resulting from hydraulic fracturing in situ stress measurements. SPE 5542 16 o.
[490] *Hannah, R. R.—Harp, L.—Longan, D.:* New fracturing techniques leads to improved performance in the Mississippian Trend. SPE 5628 4 o.
[491] *Jennings, A. R., Jr.—Sprawls, B. T.:* Succesful stimulation in the Cotton Valley sandstone — a low permeability reservoir. SPE 5627 12 o.
[492] *Campbell, B. L.—Chmilowski, W.:* Effective stimulation of low-permeability gas wells in Western Canada. JCPT *2* 17—22.
[493] *Kastrop, J. E.:* Can massive frac unlock big gas reserves? PE *2* 27—8, 30—1.
[494] *Fast, C. R.—Holman, G. B.—Covlin, R. J.:* A study of the application of MHF to the tight Muddy „J" Formation Wattenberg Field, Adams and Weld Counties, Colorado, SPE 5624 13 o.
[495] — East Texas gas field gets first massive frac. WO May 98—100.
[496] *Atkinson, Ch. H.:* Rio Blanco massive hydraulic fracturing demonstration. USBM TPR 88 11 o.
[497] — Massive frac succeeds on deep Mesaverde gas. OGJ 272.
[498] *Noran, D.:* Massive frac unlocks gas from microdarcy reservoir. OGJ *38* 112—4.
[499] *McKee, C. R.—Hanson, M. E.:* Explosively created permeability from single charges. SPEJ 495—501.

[500] *Kovačič, F.:* Povećanje pridobivanja nafte i plina frakturiranjem kolektorskih stijena po postupku Talley-Frac. N (jug.) 123—9.
[501] *Socol, S.—Cristian, M.:* Results obtained with the oil-well influx stimulation. MPG 180—5.
[502] *Reinisch, R.:* Problematyka intensyfikacji przypływu z poziomów produktywnych. N (pol.) 266—9.
[503] *Black, H. N.—Stubbs, B. A.:* A case history study — evaluation of San Andres stimulation results. SPE 5649 16 o.
[504] *Labrid, J.:* Stimulation des réservoirs gréseux. Interpretation des courbes de réponse à l'acide. R. IFP *2* 263—93.
[505] *McCune, C. C.—Ault, J. W.—Dunlap, R. G.:* Reservoir properties affecting matrix acid stimulation of sandstones. JPT 633—40.
[506] *McCune, C. C.—Fogler, H. S.—Lund, K.—Cunningham, J. R.—Ault, J. W.:* A new model of the physical and chemical changes in sandstone during acidizing. SPEJ 361—70.
[507] *Lund, K.—Fogler, H. S.—McCune, C. C.:* On predicting the flow and reaction of HCl/HF acid mixtures in porous sandstone cores. SPE 5646 20 o.
[508] *Holcomb, D. L.:* Low surface tension hydrochloric-hydrofluoric acid mixtures in low porosity, low permeability sandstones. SPE 5411 10 o.
[509] *Hall, B. E.:* The effect of mutual solvents on adsorption in sandstone acidizing. JPT 1439—42.
[510] *Labrid, J. C.:* Thermodynamic and kinetic aspects of argillaceous sandstone acidizing. SPEJ 117—28.
[511] *Burkill, C. C. C.—Lichaa, P. M.:* Successful matrix acidizing of sandstones requires a reliable estimate of wellbore damage. SPE 5590 13 o.
[512] *Templeton, C. C.—Richardson, E. A.—Karnes, G. T.—Lybarger, J. H.:* Self-generating mud acid. JPT 1199—203.
[513] *Bergstrom, J. M.—Miller, B. D.:* Results of acid-in-oil emulsion stimulations of carbonate formations. SPE 5648 12 o.
[514] *Chatelain, J. C.—Silberberg, I. H.—Schechter, R. S.:* Thermodynamic limitations in organic acid-carbonate systems. SPE 5647 10 o.
[515] *Athanasiadis, A.:* Folosirea emulsiilor acide pentru creşterea productivităţii sondelor. MPG 445—56.
[516] *Szadaj, Z.—Wodzińska-Glazar, J.:* Hydrofobowe emulsje do kwasowania złóż węglanowych. N (pol.) 291—4.
[517] *Roberts, L. D.—Guin, J. A.:* A new method for predicting acid penetration distance. SPEJ 277—86.
[518] *Keeney, B. R.—Frost, J. G.:* Guidelines regarding the use of alcohols in acidic stimulation fluids. JPT 552—4.
[519] *Labudović, V.—Holub, R.:* Povećanje uspješnosti obrade stijena nosilaca ugljikovodika kiselinama uz upotrebu alkohola, površinsko-aktivnih tvari i roganskih otapala. N (jug.) 20—7.
[520] *Coppel, C. P.:* Factors causing emulsion upsets in surface facilities following acid stimulation. JPT 1060—6.
[521] *Smith, C. F.—Dollarhide, F. E.—Byth, N. J.:* Acid corrosion inhibitors — are we getting what we need? SPE 5644 11 o.
[522] *Woodroof, R. A., Jr.—Baker, J. R.—Jenkins, R. A., Jr.:* Corrosion inhibition of hydrochloric-hydrofluoric acid/ /mutual solvent mixtures at elevated temperatures. SPE 5645 12 o.
[523] *Sloat, B.:* Increasing oil recovery by chemical control of producing water-oil ratios. SPE 5341 12 o.
[524] *Noran, D.:* Producing wells respond to polymer treatments. OGJ *47* 59—60.
[525] *Sparlin, D.:* An evaluation of polyacrylamides for reducing water production. SPE 5610 16 o.
[526] *Ford, W. O., Jr.—Kelldorf, W. F. N.:* Field results of a short setting time polymer placement technique. SPE 5609 10 o.
[527] *Goddard, J. E.—White, J. L.—VanLandingham, J. V.:* Improved control of water in producing wells and injection wells. SPE 5402 8 o.
[528] *Chauveteau, G.—Moulu, J. C.:* Traitement des venues d'eau par polymére: possibilité d'amélioration du procédé. CI ARTEP 251—61.
[529] *Novy, F.—Sloat, B.:* Flood returns 20+ % on investment. OGJ *41* 95—8.
[530] *Dorofeeva, E. Sz.—Butko, V. I.:* Puti povüsenija éffektivnoszti razrabotki vodoneftjanüh zon zalezsej nizsnego karbona Arlanszkogo mesztorozsdenija. ND *6* 10—3.
[531] *Toszunov, É. M.—Babukov, V. G.—Komiszarov, A. I.—Mollaev, R. H.:* Primenenie polimerov dlja izoljacii vodopritokov v szkvazsinü. ND *7* 37.
[532] *Lescsenko, Ju. G.—Maszlov, I. I.:* Ékszperimental'nüe iszszledovanija blokirovanija gaza penami v porisztoj szrede. ND *2* 36—8.
[533] *McLaughlin, H. C.—Diller, J.—Ayres, H. J.:* Treatment of injection and producing wells with monomer solution. SPE 5364 12 o.
[534] *Zsetluhin, Ju. L.—Alekszandrov, V. B.—Maszlov, I. I.:* Iszpol'zovanie éffekta gidrofobizacii porod szilanami dlja ogranicsenija obvodnenija szkvazsin. ND *4* 3—5.
[535] *Presley, C. T.—Argabright, C. A.—Smith, R. E.—Phillips, B. L.:* A new approach to permability reduction. JPT 592—4.
[536] *Crowe, C. W.—Cryar, H. B., Jr.:* Development of oil soluble resin mixture for control of fluid loss in water base workover and completion fluids. SPE 5662 9 o.
[537] *Kostić, R.:* Deblokada emulgirane pribušotinske zone u bušotini Je-7. N (jug.) 515—9.
[538] *Diaz-Munoz, J.—Farouq Ali, S. M.:* Effectiveness of hot-water stimulation of heavy-oil formations. JCPT *3* 66—76.
[539] *Mal'cev, N. A.—Putilov, M. F.—Csazov, G. A.:* Termogazohimicseszkoe vozdejsztvie na prizabojnuju zonu plaszta. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 47—53.
[540] *Buvajlo, I. A.—Zakirov, R. A.:* Szosztojanie razrabotki oborudovanija dlja teplovüh metodov vozdejsztvija na plaszt. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 150—7.
[541] *Suman, G. O., Jr.:* Sand control. Part 3. WO Jan 83—4, 86—8, 90—1. — Part 4. WO Feb 33—9. — Part 5. WO March 67—9, 73—4, 76. — Part 6. WO Apr 75—80. — Part 7. WO May 75—8, 80, 82—3. — Part 8. WO June 49—52.
[542] *Suman, G. O., Jr.:* Unconsolidated sand stabilization through wellbore stress state control. SPE 5717 12 o.
[543] *Holman, G. B.:* Evaluation of control techniques for unconsolidated silty sands. SPE 5656 12 o.
[544] *Likwartz, D. J.:* A history of sand control in Amoco Trinidad's offshore Teak Field. SPE 5657 14 o.
[545] *Rike, J. L.:* Shortcomings of present sand-control methods suggest new fail-safe concept. OGJ *7* 97—102; *8* 76—80.
[546] *Haskin, C. A.—Reed, M. G.—Coppel, C. P.:* Here's when and how to use hydroxy-aluminium well treatment. OGJ *45* 217, 220.
[547] *Torrest, R. S.:* Electroless nickel sand consolidation: laboratory studies of cementation and calculated effect on well productivity. SPEJ 203—8.
[548] *Strickland, W. T., Jr.—Richardson, E. A.—Hamby, T. W.—Torrest, R. S.:* A metal-plating process for sand consolidation. SPEJ 209—16.
[549] *Novonty, R. J.—Matson, R. P.:* Laboratory observations of gravel placement techniques. SPE 5659 11 o.
[550] *Shurtz, G. C.—Breiner, W. G.—Comeaux, B. G.:* New thru-tubing gravel pack techniques. SPE 5660 13 o.
[551] *Szescila, A. J.:* Methods developed for gravel packing high-pressure unconsolidated zones. OGJ *52* 159—62.
[552] *Gulati, M. S.—Maly, G. P.:* Thin-section and permeability studies call for smaller gravels in gravel packings. JPT 107—12.
[553] *Englander, H. E.:* Conductometric measurement of carbonate scale deposition and scale inhibitor effectiveness. JPT 827—34.
[554] *Vetter, O. J. G.:* How barium sulfate is formed: an interpretation. JPT 1515—24.
[555] *Nancollas, G. H.—Liu, S. T.:* Crystal growth and dissolution of barium sulfate. SPEJ 509—16.
[556] *Schremp, F. W.—Roberson, G. R.:* Effect of supercritical carbon dioxide (CO_2) on construction materials. SPEJ 227—33.
[557] *Weeks, S. G.—Farris, G. F.:* Permagauge — a permanent surface recording downhole pressure monitor — through a tube. SPE 5607 8 o.
[558] *Petovello, B. G.:* Well performance evaluation by production logging. PE *9* 48, 50, 52, 54.
[559] *Cooke, M. M.:* Quartz gauge improves pressure data. OGJ *20* 105—6.
[560] *Stein, N.:* Production test uses sound tool. OGJ *29* 77—8, 83—7.
[561] *Keese, J. A.—Oden, A. L.:* On-site inspection helps evaluate variations in jet-perforating work. OGJ *50* 71—4.

5. Kőolaj- és földgáztermelés

5.1. Több fázisú áramlás, kúthőmérséklet

A több fázisú áramlás nagy olajipari jelentősége miatt világszerte jelentős energiát fordítottak az áramlási jelenségek minél pontosabb leírását biztosító számítási módszerek kidolgozására. A ma sem lezárt kutatási tevékenység eredményeként az egyes részterületek mindegyikén (függőleges, vízszintes több fázisú áramlás stb.) jelenleg már számos elmélet, számítási eljárás ismeretes. A rendelkezésre álló módszerek viszonylag jelentős száma miatt az utóbbi években a fejlődés fő iránya az újabb elméletek kidolgozásáról egyre inkább a gyakorlati alkalmazásokra tolódik át. Ennek az irányzatnak megfelelően a több fázisú áramlással foglalkozó kutatások két fő problémakörbe sorolhatók.

Az első csoport az azonos feladat megoldására alkalmas elméletek, számítási módszerek alkalmazhatósági, pontossági vizsgálata. Ezeket az teszi szükségessé, hogy a különböző áramlási elméletek, empirikus jellegük miatt, általában csak a kidolgozásukhoz alapul vett áramlási viszonyok között alkalmazhatók megfelelő pontossággal. Így tehát adott viszonyokra, adott feladatra a legpontosabb módszert minden esetben külön számításokkal kell meghatározni.

A második problémakör a több fázisú áramlások leírására készült módszerek alkalmazása olyan számítási eljárásokban, amelyek tervezésre vagy az üzemviszonyok meghatározására használhatók. Mivel ezeket a feladatokat is konkrét viszonyokra kell megoldani, ezért az alkalmazás előtt célszerű meghatározni, hogy a számítási modellben az egyes áramlási folyamatok leírására milyen módszerek alkalmazása nyújt megfelelő pontosságot. Így tehát az előzőekben vázolt pontossági vizsgálatok a tervezés meghatározott jelentőségű részét képezik.

A fent ismertetett problémák az áramlási jelenségek leírásának bonyolultsága miatt gyakorlatilag csak számítógép alkalmazásával oldhatók meg. Jól tükrözik ezt a témakörben legújabban megjelenő publikációk is, amelyek legtöbbjében a számítógép a kutatás és alkalmazás szükségszerű és rendkívül hatásos eszköze.

Olajkutak termelésekor kialakított hidraulikai rendszerben fellépő több fázisú áramlási jelenségek szimultán matematikai leírásának pontosságát elemzi [1]*. A rendszer elemei a termelőcső, felszín alatti biztonsági szelep, kútfejfúvóka és folyóvezeték. Az egyes hidraulikai elemeket egyenként vizsgálva meghatározza a legpontosabb eredményeket adó nyomásveszteség-számítási módszereket. A rendszer együttműködését ezen eljárások felhasználásával írja le, célja a kútból termelhető folyadékhozam nagyságának és várható hibájának meghatározása. — Adott feladat esetében a legpontosabb függőleges, több fázisú áramlási elmélet kiválasztására [2] elvi módszert ad. A számítógépes vizsgálat elvégzéséhez a fontosabb elméletek programja és mérési adatbank szükséges.— A tujmazi (Szovjetunió) olajmezőn a termelőcsőben fellépő nyomásveszteséget a *Poettmann—Carpenter*-elmélettel számítva [3] bemutatja, hogy a számítási pontosság megfelelő. A számos kísérleti adattal igazolt következtetés alapján az elmélet alkalmazását más mezőknél is tervezik. — Grafikus módszert ad [4] víz—levegő habok függőleges áramlási nyomásveszteségének meghatározására. Az áramló hab folyási tulajdonságait a *Bingham*-modellel lehet leírni, a kidolgozott számítási módszer eredményeit öt termelőcsőméretre nomogramokon közli.

A vízszintes, több fázisú áramlás nyomásveszteségének számítására kidolgozott fontosabb módszerek áttekintését és a korrelációk fejlődését mutatja be [5]. Elméleti és gyakorlati vizsgálatok alapján a *Lockhart—Martinelli*-korrelációt továbbfejlesztik. A módosítás lényege, hogy az eredeti módszer elvi hiányosságát kiküszöbölve a „fi" tényezőt az áramlási gáztelítettség függvényeként adják meg a szerzők. Az elérhető pontosság megközelíti a *Dukler*-korrelációét, a számítási igény viszont jelentősen kisebb. — Jelentős mérési adatbázis alapján vizsgálták a legfontosabb 12 vízszintes, több fázisú áramlási elmélet folyadéktelítettség-számítási pontosságát. A [6]*-ban közölt elemzés egyik célja a különböző áramlási rendszerekben legpontosabb eredményeket adó korrelációk meghatározása. Vizsgálataik alapján komplex nyomásveszteségszámítási eljárást ismertetnek, amelyben a számítási lépcsőnként meghatározott áramlási rendszertől függően az adott rendszerben legpontosabb folyadéktelítettség-korrelációt használják fel. — A vízszintes, több fázisú áramlási elméletek folyadéktelítettség- és súrlódásitényező-számítási módszereinek pontosságát vizsgálja [7]. A folyadéktelítettség számítására alkalmazott hat módszer vizsgálata során megállapítja, hogy az *Eaton*-, valamint a *Beggs—Brill*-korreláció a legpontosabb. Négy korreláció összehasonlítása alapján a vizsgált viszonyokra a súrlódás

tényező meghatározásának legpontosabb módszere a *Dukler*-korreláció. Összefoglalásul megállapítják, hogy az ismert áramlási elméletek egyike sem eredményez azonos pontosságot az összes lehetséges áramlási körülmények között.

Parton túli mezők gázát a szárazföldre szállító vezetékek üzemviszonyait gyakran szárazgáz és vízszintes áramlás feltételezése mellett határozzák meg. A folyadéktartalom és a csőferdeség elhanyagolásának hatásait vizsgálva [8]* megállapítja az előző méretezési eljárás hibáit. (Ezek főleg helytelen empirikus összefüggések alkalmazásából erednek [9].) Az üzemtervezésre a *Beggs—Brill*-elméletet alkalmazták, amely megfelelő pontosságot eredményezett. — Kétfázisú keveréket szállító vezetékek tervezésére a [6]*-ban leírt vizsgálatok eredményeit felhasználó PIPEFLO nevű számítógépi program alkalmazásáról számolnak be a [10]-ben. Mintapéldák bemutatása után megállapítják, hogy a távvezeték-tervezés megbízható módszere mindinkább a megfelelő programokat felhasználó számítógépes tervezés. — Gázt és kondenzátumot szállító vezetékek tervezésénél az ismert vízszintes áramlási elméletek alkalmazási pontosságának elemzése során [11] megállapítja, hogy a különböző módszerek jelentősen eltérő eredményeket adhatnak. — A vízszintes, több fázisú áramlási elméleteket gázkondenzátumot vagy könnyű kőolajokat szállító vezetékekre alkalmazva a számítási pontosság főleg azért kicsi, mivel az áramlás fázisviszonyait a szokásos módszerek ilyen esetekben nem írják le helyesen. A [12]-ben ismertetett módszer a fázisviszonyok leírására egyensúlyi számításokat alkalmazva komplex szimulációs módszert ad. A számítási eljárással nemcsak a nyomás változása, hanem a cső menti hőmérséklet- és összetétel-változás is megfelelő pontossággal meghatározható.

Felszín alatti biztonsági szelepben áramló több fázisú keverék nyomásveszteségének számítására [13]*-ban kidolgozott módszert jelentős számú üzemi kísérlettel ellenőrizték. A kísérleti kútban OTIS J típusú viharfúvókával végzett kísérletek esetében a számított hozamok a méréseket jól megközelítették. — Kútfejfúvókákban fellépő több fázisú áramlási nyomásveszteség három számítási módszerét elemzi [14] üzemi adatok felhasználásával. Számos jugoszláviai olajmező viszonyaira egyszerűsített összefüggéseket közöl, amelyek pontossága a vizsgált módszerekénél kedvezőbb.

Az olajkutak áramlási jelenségeinek leírására kidolgozott *Krilov*-módszer alapulvételével, korábbi publikációk kísérleti adatait felhasználva, [15]-ben számítási módszert dolgoztak ki vízkutakban fellépő nyomásveszteség számítására. A módszer alkalmazását felszálló és segédlevegős termelésű vízkutakra is bemutatják. — Geotermikus kutak nyomásveszteségét és hőmérsékletviszonyait leíró matematikai modell alkalmazásáról számol be [16]. A több fázisú nyomásveszteség számítására az *Orkiszewski*-módszert alkalmazták. A kút hőmérsékletviszonyait és az áramlási jelenségeket egyidejűleg számító eljárást számos mérési adat felhasználásával megfelelően pontosnak találták.

Termelő olajkutakban a hőmérséklet-eloszlást alapvetően befolyásoló tényezők hatásait elemzi [17], és támpontokat nyújt az üzemviszonyok pontosabb értékeléséhez. — Béléscsőközön át termelt segédlevegős termálvízkutakban a hőmérséklet változásának számítására [18] módszert mutat be. A hőveszteségeket leíró egyenletek részletes ismertetése után mintapéldát közöl.

5.2. Olajkút

A Szovjetunióban 1974-ben a mechanikus termelésű olajkutakból termelt olaj 61,5%-a elektromos centrifugális búvárszivattyús berendezéssel került a felszínre [19]. Jelenleg több mint 8600 kút termel ilyen berendezéssel, és bevezetése óta az evvel a termelési móddal elért kumulatív olajtermelés 1 milliárd tonna felett van. A centrifugális búvárszivattyús termelési mód relatív elterjedése így kiemelkedően magas, 15% feletti. Az USA-ban ugyanekkor a mechanikus termelésű kutaknak csak mintegy 2%-át termelték ezzel a berendezéssel [20].

Az olajmezők minél gazdaságosabb termelésének megvalósításában világszerte egyre döntőbb szerepet kapnak a számítógéppel végzett komplex optimalizációs számítások. Az általában rendkívül bonyolult feladatok megoldásának egyik legfontosabb feltétele az egyes részjelenségek megfelelően pontos leírását biztosító számítógépi programok kidolgozása. Ezek felhasználásával lehet olyan komplex szimulációs programokat készíteni, amelyekkel a műszaki-gazdasági optimalizáció elvégezhető. Ilyen feladatokkal, számítógépes komplex tervezéssel foglalkozó cég hat jellemző megbízásának megoldási módját, eredményeit ismerteti [21, 22, 23]. A cikksorozatban bemutatott összes feladat olyan bonyolult rendszerek leírását tette szükségessé, amelyek pontos szimulációját csak jelentős számítógépi programcsaládokkal lehetett elvégezni. A bemutatott esettanulmányok között szerepel réteg-kút-folyóvezeték-szeparátor rendszer működésének leírása, olajmező hosszú távú optimális termelésének megoldása, egyenetlen terepen levő kétfázisú gyűjtőrendszer szimulációja stb. — Számítógépes vizsgálatok alapján határozza meg [24] az algyői olajmező jövőbeli termelési adatainak figyelembevételével az alkalmazandó termelőcső célszerű méretét. Számításai szerint az optimális méret a jelenleg használtaknál kisebb.

Felszín alatti biztonsági szelepek vizsgálatára alkalmas szelepvizsgáló készítéséről, működéséről számol be [25]. Az API számára készült berendezés célja annak eldöntése, hogy a vizsgált szelep mindenben megfelel-e az API Spec. 14A-ban rögzített konstruk-

ciós és működési előírásoknak. — Az OTIS cég valamennyi felszín alatti vezérlésű biztonsági szeleptípusán végzett mérések feldolgozása alapján [26] a szelepek méretezéséhez szükséges összefüggéseket vezet le.

A Szovjetunióban fokozzák a segédgázos termelés alkalmazását, a meglevő berendezések korszerűsítését és gazdaságosságának növelését. A korszerűsítés és gazdaságosabb termelés megoldásairól két cikk is beszámol, mindkettő a pakkeres kútszerkezet és a segédgázszelepek alkalmazásának előnyeit hangsúlyozza. A Mangüslak-mezőn elért eredményeket [27], a Koturtepe-mező tapasztalatait [28] ismerteti. Mindkét esetben a korszerűsítés hatására a folyamatos termelésű kutak hozama nőtt, a fajlagos gázfelhasználás viszont 15—40%-kal csökkent. — A KSz-38 típusú, béléscsőnyomással szabályozott szovjet segédgázszelep hidraulikai vizsgálatának eredményeit [29]-ben ismertetik. Az üzemi viszonyokra meghatározott átömlési tényezők felhasználásával a szelepek gázátbocsátó képessége meghatározható. — Indítószelepeken a csőköz leürítése közben átáramló folyadékmennyiség meghatározására [30] szerzői kísérleteket végeztek; eredményeik alapján a kútindítás tervezése megbízhatóbbá vált. — Folyamatos segédgázos termelésnél a tényleges gázinjekció mélységének meghatározására alkalmas méréseket és az ezekkel kapcsolatos üzemi tapasztalatokat foglalja össze [31].

Segédgázos kutakban fellépő korrózió megelőzésének korszerű módszerénél az inhibitort porlasztott állapotban a segédgázáram juttatja a kútba. A megfelelő inhibitormennyiségek biztosítására a [32]-ben ismertetett megoldással a segédgázelosztó központokban kutanként adagolószelepeket alkalmaznak, amelyeken a kívánt mennyiségek egyedileg beállíthatók. A kedvező üzemi tapasztalatokkal üzemelő rendszer beruházási költsége egy év alatt megtérült, a munkabér- és karbantartási költségek minimálisak. — Plungerliftes termelőberendezés merev falú dugattyújának a termelőcső folyadékoszlopában való süllyedését elemzi [33]. Kísérleti adatok alapján számítási módszert közöl a süllyedési sebesség meghatározására.

A mechanikus termelésű olajkutak döntő hányada világszerte himbás mélyszivattyúval termel, ezért a mélyszivattyúzás költségei az olajtermelés gazdaságosságát jelentősen befolyásolják. Az üzemeltetési költségek csökkentése tehát alapvető feladat. Erre mutat rá [20] a Petroleum Engineer szakfolyóirat felmérése alapján, bemutatva az USA mechanikus termelésű kútjain 1974-ben fellépett felszín alatti javítási költségek megoszlását. — Az üzemköltségek csökkentését, az üzemzavarok gyors felismerését lehetővé tevő adatgyűjtési és ellenőrzési módszert ismertet [34] mélyszivattyús kutakra. Alkalmazásával az üzemeltetési nehézségek csökkentek, a termelés tervszerűsége és gazdaságossága nőtt. — A felszíni berendezések (himba, hajtómű stb.) megfelelő karbantartásának jelentőségét és gazdasági hatásait elemzi [35]. Részletesen ismerteti a legfontosabb alkatrészek élettartamát növelő intézkedéseket.

Időszakos mélyszivattyús kutak felszíni vezérlésére készített elektronikus berendezést ismertetnek [36]-ban. Az eddigi módszereknél megbízhatóbb és pontosabb megoldás a meghajtó elektromotor áramának folyamatos érzékelésén alapszik. Folyadékhiány esetében a több löketre vontakoztatott átlagos felvett áram csökken, a berendezés ennek érzékelése után a termelést leállítja. A beállított időtartamú üzemszünet után a vezérlő a himbát újra megindítja. A berendezés alkalmazásának előnyei az energiaköltségek csökkenése és a termelőberendezés kisebb igénybevételéből eredő közvetett megtakarítások. — Azonos működésű és felépítésű felszíni vezérlőberendezést forgalmaz a Halliburton cég is. (Technical Data Sheet SP-11065, Halliburton Services, Duncan, Oklahoma.)

A mélyszivattyúzás felszíni üzemviszonyainak pontos leírásával több szerző foglalkozik. Nagy szlipű elektromotorok esetében [37]* a közlőmű nyomatékviszonyait és a motor terhelését a forgó tömegek tehetetlenségi nyomatékának figyelembevételével határozza meg. A jelentős számú kísérlet eredményeit felhasználó számítási eljárás az általánosan alkalmazott API-módszer ilyen esetekben érvényes jelentős hibájával szemben megfelelően pontos eredményeket ad. — A felszíni hajtómű mozgását matematikailag leírva [38]-ban módszert közölnek a sima rúd sebesség-, gyorsulás- és terhelésviszonyainak leírására. Az üzemjellemzőket a hajtóműtengely elfordulási szögének függvényében ábrázolva következtetéseket vonnak le a hajtóberendezések terhelésének csökkentésére. — A szovjet olajiparban elterjedten alkalmazott *Pljuscs—Szarkiszjan*-módszer alapján [39] nomogramokat közöl a mélyszivattyúzás felszíni teljesítményigényének meghatározására. A fontosabb szovjet himbatípusokra szerkesztett nomogramok az üzemi gyakorlatban gyors ellenőrzést és tervezést tesznek lehetővé. — A mélyszivattyú üzemviszonyait a rudazatra felírt hullámegyenlet megoldásával, számítógéppel határozza meg [40]. A számítási módszer részletes ismertetése után közölt mintapéldák a mélyszivattyú üzemviszonyainak értékelését és ellenőrzését mutatják be.

A mélyszivattyú-rudazat méretezésére világszerte alkalmazott módszerek elvi áttekintését adja [41]. — Lépcsős rudazatok alsó szakaszai gyakran nyomó igénybevételnek vannak kitéve, ilyen esetekben a rudazatszakadás gyakori. Ennek megelőzésére elterjedten alkalmazzák súlyosbítószakaszok beépítését, amelyek méretezését [42] könnyen használható nomogramokon dolgozta fel. — Mélyszivattyús kutak talpnyomásának üzem közbeni meghatározására mérési és számítási eljárást közöl [43]. A módszer alapja a kút csőközében tárolt gázmennyiség időbeli változásának matematikai leírása. Alkalmazásakor a csőközt a felszínen rövid ideig lezárva a béléscsőnyomás-emelkedés ütemét kell mérni, amelyből a dinamikus folyadéknívó és a kúttalpnyomás számítható. Az eljárás üzemi bevezetése az akusztikus mérésen alapuló módszerrel azonos pontosságot eredményezett, annak hátrányait viszont kiküszöbölte. — A termelőcső paraffintalanítására és a simarúd-tömszelence tökéletesítésére [44] új technikai megoldásokat ismertet. — Romániában szabadalmazott mandzsettás mélyszivattyú-dugattyú előnyeit elemzi [45].

Elektromos centrifugális búvárszivattyús termelőberendezés adott feladatra történő méretezését [46] részletesen ismerteti. A méretezési eljárást mintapéldákkal illusztrálja, és összefoglalja a berendezés leggyakoribb üzemeltetési problémáit és azok megoldását. — Búvárszivattyúk üzemviszonyainak felszíni

vizsgálatára készült berendezést ismertetnek [47]-ben. A vizsgálóberendezéssel a szivattyú fokozataiban a nyomás- és hőmérséklet-eloszlás meghatározható, mérhető a szükséges meghajtóteljesítmény. A szállított folyadék víztartalmának hatását is tudják vizsgálni. — Négy líbiai olajmezőn alkalmazott 317 centrifugális búvárszivattyús termelőberendezés üzemeltetési tapasztalatait ismerteti [48]. Bemutatja az üzemjellemzők folyamatos ellenőrzésének és nyilvántartásának fontosságát, valamint az üzemadatok számítógépes elemzésére használt módszereket. A termelőberendezések várható élettartama 4 éves üzemi tapasztalat alapján csaknem két év. A rendkívül alacsony termelési költségek miatt a szerző megállapítja, hogy a vizsgált kis buborékpontú olajmezők leggazdaságosabb termelőberendezésének az elektromos búvárszivattyú tekinthető.

Elektromos membránszivattyúk alkalmazásának üzemi eredményeit vizsgálták [49]-ben. A tárgyalt négy kút esetében a mélyszivattyús termeléshez viszonyítva az üzemviszonyok javultak, a berendezések meghibásodásának gyakorisága jelentősen csökkent. A Szovjetunióban több méretfokozatban gyártott membránszivattyús termelőberendezésekkel elérhető hozamok 10—20 m^3/nap; a szállítómagasságok 1000—300 m között változnak. A maximálisan 1200 m mélyre beépíthető szivattyúk kis viszkozitású és elhanyagolható gáztartalmú kútáram esetében legfeljebb 60 C° talphőmérsékletig alkalmazhatók. A különböző teljesítményű felszín alatti meghajtó elektromotorok fordulatszáma 1500 min^{-1}. — KOBE gyártmányú folyadéksugár-szivattyú (oil well jet pump) első NSZK-beli alkalmazásának műszaki és gazdasági hatásait ismerteti [50]. A termelés gazdasági viszonyait a himbás-rudazatos mélyszivattyúzáshoz viszonyítva megállapítja, hogy a beruházási költségek csaknem azonosak, a sugárszivattyú energiaköltségei azonban a kis hatásfok miatt nagyobbak. Az NSZK-ban eddig ismeretlen berendezés első alkalmazását sikeresnek tekinti, gazdaságosságának pontosabb megítéléséhez azonban további tapasztalatok szükségesek. — Rudazat nélküli hidraulikus mélyszivattyús termelésű olajkutak áramlási talpnyomásának meghatározására [51] újszerű módszert dolgozott ki. Előnye, hogy a talpnyomás a szervofolyadék felszíni nyomásának mérése alapján számítható. Az eljárás alkalmazhatóságát üzemi kísérletekkel bizonyítják, amelyek szerint az elért pontosság megfelelő.

5.3. Gázkút

Világszerte általános gyakorlattá válik a nagymélységű, általában nagy hozamú gázkutak termelése. A rendkívüli (4000—6000 m) mélységek miatt a fellépő termeléstechnológiai problémák — főleg a nagy hőmérsékletek, nyomások — a legtöbbször korrozív gázok jelenlétéből erednek. Az ilyen kutakból történő termelés nehézségei tehát jelentősen meghaladják a kisebb mélységű mezőkön fellépőket, az ultramély gázkutak termelésének problémáival ezért rendkívül sok publikáció foglalkozik.

A Shell Oil Co. $2^1/_2$ éves tapasztalatai alapján kialakított megoldásokat ismertetik [52, 53]-ban, átlagosan 6000 m mély, nagynyomású, agresszív gázt termelő kutak üzemeltetésére. A kutak hozama 1 millió m^3/nap-ot is elér, az áramlási talpnyomások 1200—1500 bar között változnak, a talphőmérséklet 180 C°, a termelt gáz H_2S- és CO_2-tartalma 27—46%, illetve 3—10%. A kútkiképzés és a kútfejszerelvény megoldásához felhasznált fémanyagoknak fokozott követelményeket kell kielégíteniük, például a speciális kútfejszerelvény nyomásfokozata 2000 bar körüli. A legnagyobb problémát a korróziós veszély jelenti, ez ellen a pakker nélküli csőközbe folyamatosan leszivattyúzott speciális inhibitorral védekeznek. — Az NSZK-ban levő 3—4000 m-es, kén-hidrogén- és elemikén-tartalmú földgázt termelő gázkutak korróziós és egyéb problémáinak megoldásával két szerző is foglalkozik. A korróziós problémákon túl a legnagyobb nehézséget a földgázzal termelt elemi kén okozza (ennek koncentrációja 4 g/m^3-t is elér), lerakódásának hatására a kutak rövid idő alatt leállnak. A korrózióvédelem célszerű megoldására számos laboratóriumi és üzemi kísérletet végeztek, amelyek eredményei alapján [54] megállapítja, hogy a leghatásosabb védelmet az etil-amin vizes oldata nyújtja. Ez az oldat az elemi ként oldható poliszulfidok alakjában megköti, a lerakódást megelőzi; előnye még, hogy a felszínen regenerálható. A kutakban az inhibitort a gyűrűs térbe nyomják, ahonnan injektálószelepen jut a kútáramba. A megoldás hatására a kénkiválás a kutakban lecsökkent, a felszíni regeneráló berendezésben fellépő rendkívül erős korrózió hatását a kritikus helyeken titánból készült szerelvényekkel csökkentik [55].

A Bécsi-medencében 1970 óta üzemelő 6000 m-es, savanyú gázt és kondenzátumot termelő kutak üzemeltetési problémáit tekinti át [56]. Részletesen ismerteti a teleszkópos termelőcsövet tartalmazó nagy hozamú kutak szerelvényeit. A termelőcső alsó szakaszán észlelt korrózió ellen a rétegbe inhibitort nyomnak vissza, majd a termelvény inhibitortartalmát a felszínen rendszeresen ellenőrizve, szükség esetén a kezelést megismétlik. — Kondenzátumot is termelő gázkutak korrózióvédelmét befolyásoló paraméterek hatásait és az általános gyakorlati megoldásokat foglalják össze az [57]-ben. A kútszerkezet megoldásának, az inhibitorok kiválasztásának és hatásosságuk ellenőrzésének célszerű megoldásait számos üzemi és laboratóriumi mérés eredményeivel illusztrálva részletesen elemzik. — Az orenburgi gázmező kútjainak (a teljes kiépítésben kb. 300 kút) speciális felszereléseit amerikai cégek szállítják. A kis mélységű, de rendkívül nagy hozamú, kén-hidrogén-tartalmú földgázt termelő kutakban a legnagyobb nehézséget a hidrátképződés és a korrózió

okozza. [58] ismerteti az alkalmazott kútszerelvények főbb jellemzőit, valamint a hidrátkiválás megakadályozásának és a korrózióvédelemnek a megoldását. Az összes szerelvény dróthuzalos művelettel építhető be. A 2 millió m^3/nap-ot is elérő hozamok miatt a nyomásveszteség csökkentése érdekében a felszín alatti inhibitorinjektáló szelepek máshol még nem alkalmazott speciális megoldásúak.

Gázkutak és gáztárolók vizsgálatának elméleti alapjait és gyakorlati megoldásait részletesen ismertető, jelentős terjedelmű kézikönyvet adtak ki Kanadában [59]. Az elméleti összefüggések részletes ismertetésén túl az egyes vizsgálatok gyakorlati végrehajtásának, kiértékelésének módszereit mintapéldákkal, formanyomtatványok bemutatásával ismertetik. Számos lényeges számítási eljárás számítógépi programját a „Függelék"-ben közlik. — Gázkutakban az egyfázisú gázáramlás nyomásveszteségének meghatározására [60] az ismertebb módszerek áttekintése után számítási eljárást ad. A módszerben az eddig szokásos elhanyagolásokat kiküszöbölve, az összes befolyásoló paraméter hatása egzakt módon van figyelembe véve. — Jelentős számú üzemi mérési adat (102 gázkút) felhasználásával vizsgálták [61]-ben a kondenzátumot is termelő gázkutakban fellépő nyomásveszteség számítási pontosságát. A mérési adatok feldolgozása alapján új számítási módszert adnak a folyadékfázisnak a csőfalat borító film és a csőtengelyben áramló gáz közti eloszlására. Négy nyomásveszteség-számítási eljárás és a kidolgozott módszer összehasonlítása alapján a számítási pontosság a javasolt eljárás esetében a legkedvezőbb. — A gázkutakban felgyűlő folyadék folyamatos eltávolítását biztosító kritikus gázhozam meghatározására alkalmas módszerek áttekintését adja [62]. — Nem állandósulásig végzett hozamvizsgálatok mérési adatainak izokrón vizsgálati adatokká történő átalakítását végző számítógépi program felépítését és alkalmazását ismertetik [63]-ban. A gázkutak vizsgálatakor gyakran fellépő problémát megoldó program számos szubrutinból áll, amelyeket részletesen bemutatnak.

Szénhidrogéngázok eltérési tényezőjének számítására [64] olyan módszert ad, amellyel a *Standing—Katz*-diagram érvényességi tartományain túl, kis redukált hőmérsékleteken is megfelelően pontos értékeket lehet kapni. A *Starling—Carnahan*-állapotegyenletet felhasználva a regresszióanalízis módszereivel dolgozták ki az új számítási eljárást, amelynek pontosságát számos mérési adattal összehasonlítva megfelelőnek találták. — Gázkutak talpnyomásának számításakor a súrlódási tényező meghatározására alkalmazott eljárás a számítási pontosságot befolyásolja. A [65]-ben leírt számítógépi szubrutin a súrlódási tényező számításának ismert módszereit összefoglalva általánosan alkalmazható eljárást eredményezett. — A súrlódási tényező számítására az *Aziz—Govier—Fogarasi* által korábban publikált módszert vizsgálva [66] megállapítja, hogy az elért eredmények pontosabbak, mint a [65]-ben leírt szubrutin alkalmazása esetében. A számításhoz szükséges gépidő is kisebb, ezért a korábbi módszer alkalmazása célszerű az egyfázisú gázáramlás nyomásveszteségének számításában.

5.4. Egyéb

A lakott területen feltárt olajmezők termelésének problémáit és azok megoldását [67] a kikindai mező tapasztalatai alapján ismerteti. A 22 termelőkúton alkalmazott biztonsági felszereléseket, valamint környezetvédelmi intézkedéseket részletesen bemutatja. — A Szeged-Móraváros alatti olajmező termelésének termeléstechnológiai problémáit ismertetve [68] bemutatja a lakott területen művelt mezőn a kúttelepítés, felszíni gyűjtés és kútkiképzés speciális megoldásait. A szigorú biztonsági és környezetvédelmi előírásokat kielégítő módszerek és berendezések alkalmazásával megoldották a mező biztonságos termelését.

Az olajmezőben fellépő paraffinlerakódás az USA olajiparának jelenleg kb. 10 millió $ évi költséget okoz [69]. Ennek csökkentése teszi indolkottá a paraffinkiválás elleni védekezés hatásosságának növelését, amelynek problémáit [69]-ben kísérleti berendezéssel vizsgálták. Az áramlási kísérleteket különböző hőmérsékleten, 10% paraffintartalmú kőolaj és különböző vegyszerek alkalmazásával végezték el. Az inhibitálás hatásosságát a vegyszer nélküli és a kezelt esetben mért nyomásveszteségek viszonyával jellemezték. Megállapítják, hogy a laboratóriumi eredmények ellenőrzésére üzemi kísérletek szükségesek.

Olajkutak folyadékszintjének akusztikus módszerrel való meghatározásában alapvető probléma a csőköz gázában a hang terjedési sebességének ismerete. Ennek meghatározására [70] nomogramokat közöl. Kiemeli, hogy az eddigi általános felfogással ellentétben a terjedési sebesség a nyomás növekedésével kb. 70 bar-ig csökken, ezen érték felett pedig nő.

Kutak homok- és szilárdanyag-termelésének mértékét lehet meghatározni a [71]-ben ismertetett akusztikus érzékelővel. A folyóvezetékbe építendő berendezés alkalmazásával a kutak üzeméről a következő információkat lehet kapni: veszélyes eróziós viszonyok felderítése; a jelentős homoktermelést még nem okozó maximális hozam meghatározása; a kútkiképzés hatásosságának ellenőrzése.

[1] *Browne, E. J. P.:* Practical aspects of predicting errors in two-phase pressure-loss calculations. JPT 515—22.

[2] *Takács G.:* Kétfázisú függőleges áramlási elméletek számítógépes alkalmazhatósági vizsgálata. OMBKE VGy. M-3 előadás. 19 o.

[3] *Panteleev, G. V.—Sitov, B. V.—Sitova, O. L.—Ignat'eva, N. E.:* Opredelenie davlenija v naszoszno-kompreszszornüh trubah na primere szkvazsin Tujmazinszkogo mesztorozsdenija. ND *7* 13—9.

[4] *Krug, J. A.:* Foam pressure loss in vertical tubing. OGJ *40* 74—6, 78.

[5] *Brookbank, M. R.—Fagiano, P. M. J.:* A review of the theory and practice of two-phase flow in gas-liquid transmission systems. SPE 5264 15 o.

[6] *Mandhane, J. M.—Gregory, G. A.—Aziz, K.:* Critical evaluation of holdup prediction methods for gas-liquid flow in horizontal pipes. JPT 1017—26.

[7] *Vohra, I. R.—Hernandez, F.—Marcano, N.—Brill, J. B.:* Comparison of liquid-holdup and friction-fractor correla tions for gas-liquid flow. JPT 564—8.

[8] *Gould, T. L.—Ramsey, E. L.:* Design of offshore gas pipe lines accounting for two-phase flow. JPT 366—74.

[9] *Uhl, A. E.:* Discussion: Design of offshore gas pipelines accounting for two-phase flow. JPT 648—52.

[10] *Gregory, G. A.—Mandhane, J. M.—Aziz, K.:* Some design considerations for two-phase flow in pipes. JCPT *1* 65—71.

[11] *Gregory, G. A.—Aziz, K.:* Design of pipelines for multiphase (gas-condensate) flow. JCPT *3* 28—33.

[12] *Gould, T. L.:* Compositional two-phase flow in pipelines. SPE 5685 18 o.

[13] *Ashford, F. E.—Pierce, P. E.:* Determining multiphase pressure drops and flow capacities in down-hole safety valves. JPT 1145—52.

[14] *Secen, J.—Baric, B.:* Nacin odredivanja promjera povrsinskih sapnica. N (jug.) 303—14.

[15] *Szilas A. P.—Patsch F.:* Áramlás felszálló és segédlevegős termelésű mély vízkutakban. KF 321—8.

[16] *Tansev, E.—Startzman, R. A.—Cooper, A. M.:* Predicting pressure loss and heat transfer in geothermal wellbores. SPE 5584 9 o.

[17] *Eremin, V. Sz.—Degtjarev, V. N.—Leckin, B. A.:* Regulirovanie temperaturnogo rezsima v ékszpluatacionnüh szkvazsinah. ND *4* 18—20.

[18] *Sotidi, K. H.:* Raszpredelenie temperaturü termal'noj vodü vdol' sztvola vodozabornoj szkvazsinü pri gazliftnom szposzobe ee pod'lema. ND *4* 24—6.

[19] *Verskovoj, V.:* Milliard tonn nefti — pogruzsnümi élektro naszoszami. NH *3* 24.

[20] *Kastrop, J. E.:* Downhole oil well maintenance costs push half billion. PE 7 22—4.

[21] *Yocum, B. T.:* Minimizing production costs — Part 1. Computerized engineering cuts production spending. OGJ *17* 72—4, 79—80.

[22] *Yocum, B. T.:* Minimizing production costs — Part 2. How to pare investments in your production systems. OGJ *18* 237—9.

[23] *Yocum, B. T.:* Minimizing production costs — Part 3. Examples show how to cut costs. OGJ *20* 110—2.

[24] *Vincze T.:* A termelőcső átmérőjének optimális mérete az algyői olajmezőben. KF 229—33.

[25] *Holster, J. L.—Bass, R. L.—Schroeder, E. C.:* Performance testing of subsurface safety valves. PE *10* 79, 82, 84, 88.

[26] *Pierce, P. E.—McLemore, E. W.:* Flow closing coefficients from water flow tests for subsurface controlled safety valves (API-SSCSV's). SPE 5601 20 o.

[27] *Orzsanov, T. K.—Szmol'nikov, N. V.—Mullaev, B. T.:* Puti szoversensztvovanija gazliftnoj dobücsi nefti na mesztorozsdenijah Mangüslaka. NH *5* 51—3.

[28] *Kuliev, G. A.:* Vnedrenie szil'fonnüh gazliftnüh klapanov KSZ-38 na mesztorozsdenii Kotur-Tepe. ND *6* 24—6.

[29] *Andriaszov, R. Sz.—Atadzsanjan, B. P.:* Ékszperimental'nüe iszszledovanija gidravlicseszkih harakterisztik gazliftnüh klapanov. ND *10* 30—1.

[30] *Adzsalov, Z. M.—Ahundov, F. G.—Kaszum-Zade, Cs. A.:* Opredelenie koéfficienta mesztnogo szoprotivlenija v gazliftnom klapane. ND *5* 21—2.

[31] *Minhajrov, F. L.—Kusilkov, A. P.—Panteleev, G. V.:* Metodü opredelenija meszta vvoda rabocsego agenta v pod' emnüh trubah gazliftnüh szkvazsin. ND *10* 26—7.

[32] *Mutti, D. H.—Atwood, J. E.—LaFayette, C. R.—Landrum, A. C.:* Corrosion control of gas-lift well tubulars by continuous inhibitor injection into the gas-lift gas stream. SPE 5612 10 o.

[33] *Ahundov, F. G.:* K raszcsetu plunzsernogo lifta. ANH *11* 35—9.

[34] *Kelm, C. H.:* Problem well analysis — pumping oil wells. SPE 5605 8 o.

[35] *Hood, C. M.:* Replacement-part shortages put premium on pump-unit maintenance. OGJ *11* 123—5.

[36] *Hudgins, T. A.:* Pump-off control, the average motor current method. SPE 5331 8 o.

[37] *Gibbs, S. G.:* Computing gearbox torque and motor loading for beam pumping units with consideration of inertia effects. JPT 1153—9.

[38] *Farhadzade, E. M.—Sihmirov, S. S.:* Puti uluscsenija uszlovij rabotü oborudovanija glubinnonaszosznoj usztanovki. ANH *11* 63—6.

[39] *Basirov, I. A.—Kalugin, N. P.—Karpuhin, B. D.—Parfenov, A. N.:* O posztroenii nomogrammü dlja raszcseta potrebnoj moscsnoszti élektrodvigatelja privoda sztanka-kacsalki. Mas. Neft. Oborud. *2* 21—6.

[40] *Pljuscs, B. M.—Farhadzade, E. M.:* Iszszledovanie stangovoj glubinnonaszosznoj usztanovki na ÉCVM pri peremennoj szkoroszti vrascsenija krivosipa. Izv. VUZ NG *11* 37—42.

[41] *Kruman, B. B.:* O konsztruirovanii kolonn naszosznüh stang. NH *2* 55—8.

[42] *Tonkonog, V. M.:* Nomogrammü dlja podbora utjazselennogo niza kolonnü stang. ND *7* 44—9.

[43] *Alexander, L. G.:* Determination of the fluid level and annular gas flow rate for a pumping well. Preprint of the Petroleum Society of CIM. 6 o.

[44] *Snyder, R. E.:* New technology is improving production efficiency. WO March 59—62.

[45] *Adamache, I.:* Pompe de adincime perfectionate, fara camasi metalice. MPG 222—4.

[46] *Langitan, F. B.:* Selecting submergible pumps for specific production rates. PE *7* 68, 72, 74, 78, 81, 85.

[47] *Kaplan, L. Sz.:* Usztanovka dlja iszpütanija pogruzsnüh centrobezsnüh élektronaszoszov. Mas. Neft. Oborud. *6* 35—7.

[48] *Mead, H. N.:* Oasis submergible lift operations. SPE 5287 8 o.

[49] *Szahüdov, M. G.—Ahmedov, F. P.:* O nekotorüh rezul'tatah vnedrenija élektrodiafragmennüh naszoszov. ANH *3* 37—9.

[50] *Liepold, R.:* Zwei hydraulische Förderhilfsmittel. Teil 2. EEZ 18—23.

[51] *Buehner, L. C.—Niebrugge, T. W.:* The determination of bottom-hole pumping conditions in hydraulically pumped wells. SPE 5394 8 o.

[52] *Hamby, T. W.—Tuttle, R. N.:* Shell solves deep, high-pressure sour gas well challenge. PE *6* 56, 59—60, 62, 64.

[53] *Hamby, T. W.—Tuttle, R. N.:* Deep, high-pressure sour gas is challenge. OGJ *19* 114, 117—8, 120.

[54] *Lechler, S.—Ockelmann, H.—Blount, F. E.:* Neuere Überlegungen zur Lösung von Korrosionsproblemen in Sauergasbohrungen. EEZ 388—94.

[55] *Lübben, H.:* Operating problems with the production of high-pressure sour gas. WPC **4** 389—99.

[56] *Heisler, L.—Moritz, J.:* Problems in treatment and production of sour natural gas from ultra deep wells. WPC **4** 409—22.

[57] *Fincher, D. R.—Marr, J. J.—Ward, J. W.:* Inhibiting gas-condensate wells can become complicated problem. OGJ *23* 52—6.

[58] *Prejean, J.—Raulins, M.:* How Soviets complete high volume, sour gas wells. PE *6* 42, 44, 46, 50, 52.

[59] Theory and practice of the testing of gas wells. 3rd Edition. Energy Resources Conservation Board, Calgary, Canada. 491 o.

[60] *Agbi, B.:* Calculation of bottom-hole pressures in single phase gas wells from wellhead measurements. Preprint of the Petroleum Society of CIM. 8 o.

[61] *Govier, G. W.—Fogarasi, M.:* Pressure drop in wells producing gas and condensate. JCPT *4* 28—41.
[62] *Aliev, Z. Sz.—Vlaszenko, A. P.—Andreev, Sz. A.—Abramova, E. Sz.:* Opredelenie kriticseszkogo debita v gazovüh szkvazsinah. GP *2* 27—30.
[63] *Biondic, N.—Krizmanic, K.:* Kompjutorski program za utvrdivanje mogucnosti davanja plinskih busotina. (I) N (jug.) 629—34.
[64] *Dranchuk, P. M.—Abou Kassem, J. H.:* Calculation of *Z* factors for natural gases using equations of state. JCPT *3* 34—6.
[65] *Dranchuk, P. M.—Abou Kassem, J. H.:* Calculation of friction factors for use in flowing gas wells. JCPT *1* 72—4.
[66] *Fogarasi, M.:* Further on the calculation of friction factors for use in flowing gas wells. JCPT *2* 53—4.
[67] *Nedeljkovic, V.:* A kőolaj- és földgázbányászat és a lakott környezet viszonya. OMBKE VGy. L-1/1 előadás. 11 o.
[68] *Pápa A.*: Korszerű kútkiképzési elvek és a termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen. OMBKE VGy. L-1/2 előadás. 17 o.
[69] *Fulford, R. S.:* Oilwell paraffin prevention chemicals. SPE 5611 8 o.; SPE 5413 8 o.
[70] *McCoy, J. N.:* Liquid level measurement. PE *7* 62, 66.
[71] *Mullins, L. D.—Baldwin, W. F.—Berry, P. M.:* How detectors measure flowline sand. OGJ *5* 101—4.

6. Kőolaj- és földgázszállítás

Az új földgáz- és kőolaj-lelőhelyek feltárása és kitermelése a világ minden részén gyors ütemben fejlődik. Ezzel összhangban fejlesztik a kőolaj- és földgáztermelő, -előkészítő, -gyűjtő és -szállító berendezéseket és eszközöket. Példaként említjük a szovjet olajipari miniszter cikkét az olajipar rohamos fejlődéséről: termelés 1946-ban kb. 22 Mt, 1975-ben 500 Mt. Szériában gyártják és alkalmazzák a modulokba szerelt, automatizált gyűjtő-, előkészítő és szállítóberendezéseket. A technológiai folyamatok szabályozását komplex automata rendszerek végzik. Az ASZU-t továbbfejlesztik, a technológiai folyamatok irányítását is bekapcsolhatják. A vízbesajtolás szükséges ütemének biztosítása érdekében 500 m^3/h kapacitású, 200 kg/cm^2 nyomású szivattyúkat hoznak létre.

A termelt olajnak a felhasználási helyre történő eljuttatása céljából (finomítók, export) létesített magisztrális olajtávvezeték hossza meghaladja a 46 Ekm-t. Az újonnan létesülő távvezetékek átmérője 1020—1220 mm, és nagy teljesítményű szivattyúállomásokkal vannak ellátva. A távvezetéki szállítás túlnyomó részben automatizált. A továbbiakban a blokkos szivattyútelepek építését valósítják meg; ezek kapacitása 1250—12 500 m^3/h között változik [3].

Hasonló ütemben fejlődik a Szovjetunió gázipara is, melynek jellemzésére az orenburgi gáztermelő és -feldolgozó komplexum szolgál.

A gázipari miniszterhelyettes összefoglalja az orenburgi gázkészlet felhasználásának jelenlegi helyzetét és perspektíváját. Az orenburgi körzetben feltárt gáz-csapadék mezők készletét $10 \cdot 10^{12}$ m^3-re becsülik. A tervezett teljes beruházást három lépcsőben valósítják meg. Az utolsó lépcsőt 1978-ban fejezik be, amikor a napi gáztermelés 135 Mm^3, stabilgazolin-termelés 7 Et, egyéb frakció termelése 2,5 Et és 4 Et kéntermelés lesz. A gáz országon belüli és külföldre történő szállítására 1230 km hosszú, 1220 mm átmérőjű vezetéket építenek. A gáz magas kénhidrogéntartalma miatt sok tudományos-műszaki problémát kellett megoldani [4]. A kőolaj, földgáz és termékeik (nyersanyagok és energiahordozók) mind nagyobb hányadát csővezetéken szállítják a feldolgozó és a felhasználó központokba.

A Brenner Institut adatai szerint az USA, Kanada és a többi tőkés ország, valamint a Szovjetunió és a szocialista országok tervezett távvezeték-rendszere mintegy 65 200 km, csaknem háromszorosa annak, ami jelenleg építés alatt van a világ ezen részeiben (összesen 22 100 km). Az építésre előirányzott távvezetékek közül 29 315 km gázszállításra (az építés alatt álló összes vezetékből erre a célra 7500 km esik) és 21 800 km a kőolajtermékek elosztására szolgál (építés alatt 5450 km van). Az olajszállításra előirányzott vezetékhossz aránylag kisebb (8500 km), ezzel szemben jelenleg építés alatt több olajtávvezeték van (9100 km).

Az [1] részletes adatokat közöl a világ 1975—1980 között tervezett kőolaj-, termék- és földgáz-távvezetékeiről. A tervezett vezetékek hossza — az USA és Kanada kivételével is — meghaladja a 76 000 mérföldet.

A [2] bemutatja a világ kivitelezés alatt levő és tervezett kőolaj-, termék- és földgáz-távvezetékeit.

Az [5] részletesen ismerteti a Szovjetunióban tervezés és kivitelezés alatt álló csőtávvezetékeket. Ismerteti a hálózatbővítés műszaki paramétereit, a kivitelezésben részt vevő külföldi vállalatokat. A szovjet hálózatbővítés — exportnövelés céljából — jelentősen megváltoztatja az eddigi kelet-nyugati, északi és távolkeleti irányú szállításokat.

A [6] csővezeték-építési terveket ismertet, közte az USA és Kanada elképzeléseit. A jövőben egyre nagyobb szerepet kapnak a több országon áthaladó, azok ellátását is biztosító nemzetközi csőtávvezetékek.

Az északi-tengeri lelőhelyeken (Ekofisk-, Frigg-, Forties-, Ninian-, Piper-, Beryl-, Brent-mező) kitermelt szénhidrogének mennyiségének növekedésével együtt bővítik a biztonságos és gazdaságos szállítási módot. Jelentősen bővítik a tengeri lelőhelyektől a szárazföldig haladó csőtávvezetéki hálózatot [7]. Egyértelmű törekvés tapasztalható az automatikus irányítási rendszerek tökéletesítésére [8]. Az automatizált irányító rendszerek elterjedésével összefüggésben felvetődik az ember szerepe. Az automatizált irányítás és az ember integrált rendszerével foglalkozik a [9].

6.1. Kútáram gyűjtése és szétválasztása

Egyre több kéntartalmú kőolaj- és földgázlelőhely kerül művelés alá; ezek termeltetési, üzemeltetési problémái sok új megoldást tettek szükségessé az utóbbi évben. A Jay-mező olajában a savanyú gáz (kénhidrogén) jelenléte komplex leválasztási eljárás kidolgozását és alkalmazását tette szükségessé. Az eljárás fő részei: az elsődleges szeparálás és az olaj stabilizálása; a gáz kezelése és a kén kinyerése [10].

Az orenburgi gáztermelő komplexum európai viszonylatban a legnagyobb gázkitermelő és -feldolgozó vállalat. A komplexum területén lefektetett vezetékrendszer hossza több mint 3300 km. A komplexum létreho-

zására 5 Mrd Rbl-t ruháztak be. A teljes kiépítéskor a földgáztermelés eléri a $45 \cdot 10^9$ m³/év mennyiséget, melyből $15 \cdot 10^9$ m³ a KGST-országokba kerül. A földgáz kén-hidrogén-tartalma 1,5—4,5 tf%, CO_2-tartalma 1,3—3%. (Gázelőkészítés, szeparálás, expanziós hűtés és glikolbefecskendezés.) A H_2S-leválasztást dietanolaminos mosással végzik, és Claus-üzemben nyerik ki a ként. A gáz mellett 1 millió tonna/év ként és ugyanennyi etángázt és könnyűszénhidrogén-frakciót nyernek ki [4]. Az orenburgi gázmező és gázfeldolgozó üzem első üzemeltetési tapasztalatai kedvezőek [11]. Az orenburgi gázüzem szénhidrogén-kondenzátumot szállító szivattyúállomásainak szívóoldalán gázleválasztó tartályokat helyeznek el, melyek a gáztalanítási technológia utolsó lépcsőjének tekinthetők. A kondenzátum megfelelő gáztalanítása és a szivattyúk zavartalan üzemeltetése céljából biztosítani kell, hogy a kondenzátumnívó minden egyes tartályban állandó és egyforma legyen. Számítási módszert javasol, melyet tervezéskor és üzemeltetéskor figyelembe kell venni a fenti igény kielégítése céljából [13].

Jelentős korróziót kiváltó kén-hidrogénes és egyéb agresszív komponenseket tartalmazó gázok szállításakor a korrózió elleni védelem azon módszerét ismerteti [12], miszerint a csővezeték belső felületén vékony inhibitor réteget (filmet) hoznak létre. Kutatási eredmények alapján az inhibitor réteg felvitelére a két elválasztós dugós technológiát javasolja. A gömb alakú elválasztó eszköz megbízhatóbban alkalmazható, mint a henger alakú. Az NSZK-ban is jelentős mennyiségben termeltetnek kén-hidrogén-tartalmú gáztelepeket, ahol a kén okozta termelőcső-eltömődés ellen 40%-os etilamin-oldatot nyomnak a kutakba, és az oldathoz inhibitort is kevernek [14]. Egy 1975-ben előfordult, kénhidrogén okozta baleset miatt a Texas Railroads Comission szigorította a kén-hidrogénnel kapcsolatos biztonsági előírásokat. Ez a jelentős szigorítás a fúrási, termelési és csővezetéki műveletek gyakorlatának felülvizsgálatát kívánja [15].

A gázkutak folyadéktartalmának leválasztására hatékonyak a korszerű centrifugálszeparátorok. Előnyük a hatékonyabb szeparáció és a kisebb szerkezeti tömeg [16]. Több cikk foglalkozik gázmezők föld alatti tárolásra való átállításával és az ehhez szükséges berendezésekkel. A [17] föld alatti gáztároló automatikus irányító rendszerét ismerteti. Az irányítás alapjául a föld alatti tárolóréteg felszíni igényeket kielégítő működési rendszere szolgál. Ismerteti az alkalmazott műszerezettséget, számítógépeket, az irányítási rendszert, a be- és kilépőadatokat, valamint azok további felhasználását. Az üzemelés eddigi tapasztalatai kedvezőek, melyek alapján továbbfejlesztik a rendszert, mint az ASZU-gaz szerves részét.

Vizsgálták a Wolfersberg-i gáztárolón a felszíni berendezéseket betáplálás és visszanyerés szempontjából: a biztonsági berendezéseket, az optimálisan védett és automatizált rendszert [18]. A Reitbrook-i olajtárolón hasonló vizsgálat volt, a távvezérelt csomópontok gyűjtő és vezérlő rendszerét, távellenőrzését ismerteti a [19].

Másodlagos termelés céljára Abu-Dhabi-ban óriás méretű vízvisszasajtoló rendszert dolgoztak ki, napi 220 ezer m³ víz besajtolását valósítják meg [20]. A szivattyúkat a Weir Pumps Ltd. cég fejlesztette ki. Jellegzetessége a könnyen cserélhető szerkezet; szárazon is futhat, ha a szívás megszűnik [21]. A termelőberendezések jellemzője a gondosan tervezett gyűjtővezeték és gáztalanító rendszer, továbbá az öt távvezérlésű kútközpont, melyektől az olaj 17, 18 és 20″-es vezetékeken áramlik a főgyűjtőhöz [22]. Módszert és képleteket dolgoztak ki a nyersolaj-előkészítés gazdasági hatásfoka becslésének számítására [26].

A [23] az olajmezők gyűjtő, előkészítő és szállító, valamint vízbesajtoló rendszereinek nagyüzemi előregyártásával foglalkozik, ami 1,5—3-szorosára csökkenti a mező kiépítéséhez szükséges időt. A széles körben alkalmazott blokk-box rendszer (jelenleg 66 típust szériában gyártanak) jelentős megtakarítást eredményez, és lehetővé teszi a gyors ütemű építkezést. Eddig kb. 24 ezer egységet gyártottak és helyeztek üzembe. A gépi berendezéseket előre gyártott, könnyű elemes épületekben helyezik el, ami jelentős anyag-, munkaerő- és szállításiköltség-megtakarítást eredményezett.

Az Uzen-i mező olajának termelése, gyűjtése és szállítása sok problémát okoz az olaj nagy paraffin- és malténtartalma és a paraffinkristályosodás nagy hőmérséklete miatt, mely megközelíti a réteghőmérsékletet. Nagyon jelentős az olaj viszkozitásának növekedése és a vezetékrendszer elparaffinosodása, ami üzemzavarokat, termeléscsökkenést okoz. A problémát a rendszer melegítésével oldják meg. A gyűjtött folyadék víztartalmának növekedése javítja az üzemeltetés feltételeit, és csökkenti a paraffinkiválást [24].

[25] ismerteti az olaj—víz—gáz keverék szállítócsőben történő folyamatos emulzióbontását FAA felhasználásával. Az eljárás alkalmazása nagy jelentőségű a gyűjtővezetékes (szeparátor és tankállomás nélküli) rendszerű kútáramgyűjtésnél és -szállításnál. Gyakorlati alkalmazásra a diszolván 4411 vízben oldódó FAA 3%-os vizes oldatát (vagy 50 g/t olajat) javasolja. Az emulzió kezdeti víztartalma nem befolyásolja az emulzió végleges víztelenítési fokát.

A Long Beach- (Kalifornia) és a Mexikói-öbölben kipróbált csoportos kút—termelőállomás—gyűjtőrendszer (manifold), tenger alá helyezett termelőberendezés, mérő- és szivattyúrendszer, műszer-automatika és az emberi munkavégzés víz alatti feltételeit biztosító berendezés létesítéséről, valamint az üzemeltetéskor szerzett tapasztalatokról ad hírt [27]. Az Ekofisk északi-tengeri mező üzembe helyezéséről, a platformokról, a közbenső nyomásfokozó állomásról számol be [28]. Ez az első tengeri vezeték, amelynek közbenső nyomásfokozó állomása van. Az Ekofisk—Emden közötti 220 mérföldes gázvezeték korrózió elleni belső bevonattal készült.

Nyugat-Szibéria természeti adottságai között alkalmazandó gázgyűjtési, előkészítési és szállítási technológia meghatározása céljából üzemi kísérletet végeztek a Nyugat-Szurgut-i és Uszty-Balükov-i mezőkben. A szokásosnál nagyobb mértékű szárítással biztosítható az üzemzavar és a szénhidrogén-veszteség megelőzése. A harmatpont értékét 1 MPa nyomásra és −0,5 C° hőmérsékletre kell beállítani [29].

A Fedorov-i mező olaját és gázát együtt szállítják 52 km hosszú vezetéken a mezőből a gázfelhasználási helyre. Itt történik az olaj és gáz szétválasztása kétlépcsős szeparátor egységekben. A gáz szállítás közben minimális mértékben dúsul föl nehezebb szénhidrogénekben. A gáz sűrűsége a kiinduló érték 1—2%-ával növekszik [30].

Matematikai modellt dolgoztak ki és vizsgálatot végeztek több komponensű gázkondenzátumra és illékony olajra, melyek nem számíthatók a „fekete olaj" eljárással (hőmérleg, slip, csomóponti feltételek, Eilers elméleti példája, üzemi tapasztalatok a Hudson Bay Oil és Gas Comp-nál, McDonald—Mark V.-modell, AGA—Dukler-eljárás) [31].

Összetett cseppfolyós anyagot szállító rendszerek tranziens áramlásának modellezésére szolgáló eljárások; vízütésegyenlet, több vezetékes rendszer szerelvényekkel és az áramlási feltételek változásával. Nyomásváltozások összegeződése, változó hullámsebesség, MOC, Galerkin-eljárás, szivattyúk által okozott zavarok. A számítási modell a Galerkin-féle eljárást alkalmazva felhasználható az izoterm állandó közegek átmeneti jellegű nyomásváltozási problémáinak megoldására [32].

A North Slope (Alaszka) gyűjtővezeték-rendszerében az olaj és gáz szétválasztása alapvető feladat. Vizsgálat során itt részletes mérési programot hajtottak végre stabilizált és tranziens dinamikus körülmények között. A vizsgálat első része a kétfázisú áramlás dinamikai viszonyait tisztázta a kútfejtől az állandósító egységig [33].

A gázzal telített olaj csővezetéki szállítása gazdaságosnak ígérkezik. Az energiamegtakarítás mellett a csővezeték átbocsátóképessége is növekszik különösebb beruházási igény nélkül (alapvető paraméterek, számítási módszerek) [34].

A [35] számítási módszert és nomogramokat közöl gázos olajnak távvezetékben történő szállításával kapcsolatban a viszkozitás meghatározására 30 m^3/m^3-nél kisebb gáztényező és 20 C°-nál kisebb hőmérséklet esetén. A korábban ismert és alkalmazott nomogramok ennél nagyobb gáztartalom és nagyobb hőmérséklet mellett alkalmazhatók csak. A vázolt módszerrel a gázzal telített olaj kinematikus viszkozitása 12,7% átlaghibával meghatározható.

A [36] vizsgálja az olaj és gáz kétfázisú csővezetéki áramlásának műszaki-gazdasági optimumát elméleti és tapasztalati összefüggések alapján. A többletszűrődési ellenállás kialakulásában meghatározó szerepe az olaj—gáz keverék gáztartalmának, illetve a keverékáram metszetében a gázfázis által elfoglalt területhányadnak van. A vizsgált elméleti összefüggés alapján meghatározott ezen mutatók értéke jelentősen eltér a tapasztalati adatoktól.

A diffúzió tényleges koefficiense csőben áramló nem newtoni folyadékok esetében különös jelentőségű az egymás utáni olajtermék-szivattyúzásnál [37].

A [38] a gázvezetékekben történő hidrátképződés megakadályozásának új módszerét ismerteti. Az elvégzett kísérletek eredményei alapján üzemi alkalmazásra javasolja a nagyfrekvenciájú elektromágneses hullámok energiáját a hidrátkristályok szétrombolása és a hidrátképződés megakadályozása céljából.

6.1.1. Szerelvények, eljárások

A „stress" vizsgálati eljárást a vezetékrendszerek és nyomástartó edények roncsolásmentes vizsgálatának helyettesítésére fejlesztették ki. Az eljárás lényege: szilárdsági próba többször leengedett vizsgálati nyomás mellett. Durva hibák kimutatására alkalmas, de nem alkalmazható általánosan [39].

A földgáz- és olajrendszerekben levő készülékek erősítés nélküli készülékcsonkjai igen veszélyes „gyenge pontok" (külső behatás, külső és belső korrózió, áramlás okozta károsodás forrása). [40] foglalkozik az erősített (vastagított) csonkok kialakítási profiljával, méretezésével; ASA- és DIN-szabványhivatkozások.

Szabályozó szerelvényként — nagy méretek esetében — ma mindinkább könyökemelős gömbcsapokat alkalmaznak. Előnyük, hogy meghatározott ellenállási érték mellett kisebb névleges átmérőre van szükség, mint az addig szokványos kétüléses szelepeknél [41].

Az NSZK gazdag tapasztalatokkal rendelkezik savanyú földgázok trietilénglikolos szárításában. A kútnál mért adatok bizonyítják, hogy a H_2S-tartalmú földgázok vízgőztartalma 2—3-szorosa az édesgázok víztartalmának. A Redlich—Kwung- és a Benedict—Webb—Rubin-egyenletek korlátok között alkalmazhatók. A harmatpontot tökéletesített UGC (USA) harmatpontmérő tükörrel mérik. A glikolhabzás leküzdése aktívszenes szűrőkkel történik, a glikolsavanyodás ellen nátrium-merkaptobenzotiazol-t használnak [42]. A savanyú gázok feldolgozására a 15×10^6 m^3/d kapacitású Grossenkneten-i üzemben 350 mg/m^3 kéntartalomig Purisol-eljárást, ennél több kén-hidrogént tartalmazó földgázokra Sulfinol-eljárást alkalmaznak. A két üzem után 700 t/d kapacitású Claus-üzemek csatlakoznak (technológiák, tapasztalatok ismertetése) [43].

A [44] ismerteti a Mubarek-i gázfeldolgozó üzem dietilénglikolos gázszárító és kis hőmérsékletű szeparáló berendezéseinek üzemeltetési tapasztalatait. A szárított gáz harmatpontjának 5—6 C°-kal való csökkentése 5—6-szorosan csökkenti a dietilénglikol-felhasználást. A −10 C° harmatpont esetén a dietilénglikol regenerálását elégséges 95—97%-ig elvégezni.

A földgázszállítás céljára szolgáló kompresszorok sorba kapcsolt és párhuzamos üzemét vizsgálja, foglalkozik a „távvezetékhengerrel" és a különleges káros térrel, a gázlüktetés (pulzáció) csökkentésével, peremek közé fogott szűkítőtárcsákkal [45].

Ma a földgáz-cseppfolyósításra expanziós turbinákat alkalmaznak. További alkalmazási területe az expanziós turbináknak a földgáz nehezebb összetevőinek (propán, bután, etán) előleválasztásánál van (turbinák konstrukciós jellemzői, különleges búvárszivattyúk cseppfolyós földgázra) [46].

Kedvező tapasztalatokat szereztek a turbódetander alkalmazásával a sebelini mezőben, melynek gáza kb. 10 g/m^3 kondenzátumot tartalmaz. A turbódetander széles körű alkalmazhatóságának megállapítása céljából speciális kísérletet végeztek a Vuktülszk-i mezőben, melynek gáza kb. 225 g/m^3 kondenzátumot tartalmaz. A kísérleti eredmények alapján nagy kondenzátumtartalmú gázmezőkben gázelőkészítő rendszerben javasolják a turbódetanderek alkalmazását [47].

Berendezést ismertetnek, modulos elvet alkalmazva, a turbinából távozó hőenergia visszanyerésére. A hulladékhőt a gázfeldolgozó és olaj-előkészítő üzemben hasznosították a Hawkins- és a New London- (Texas) telepeken, 1973 óta, kedvező üzemi tapasztalatokkal [48].

A kőolaj- és földgáz csővezetéki szállítási költségei esetleg 40%-ra is csökkenthetők, ha a két anyagot

ugyanazon a vezetéken keverékként továbbítják. Erre a célra csavarszivattyúkat fejlesztettek és próbáltak ki [49].

A Cities Service Oil Co.-nál a földgázdesztilláló oszlopok számítógépes szabályozása 22%-os energiamegtakarítást eredményezett. A tapasztalatok alapulvételével a változtatás után növekedett a feldolgozott anyagmennyiség, a tányérhatásfok, és csökkent az energiaigény [50]. A rektifikáló tornyok nem állandósult tömegátadási folyamatait vizsgálták és modellezték. A pentán-izopentán keveréket szétválasztó rektifikáló torony működési viszonyait jellemző számítási algoritmust M 222 számítógépen realizálták. A méréssel ellenőrzött értékek megbízhatóak voltak [51].

Az [52]-ben foglalkoznak az Arab-öbölben rendelkezésre álló olajkísérő gázok hasznosításának két lehetséges módjával (cseppfolyós földgáz v. metanol alakjában) az USA-ba történő értékesítés esetén. A metanol-előállítás beruházási és üzemköltsége, mivel metanol olajszállító szupertankhajókkal szállítható, lényegesen alacsonyabb, mint a cseppfolyós földgázé.

Cseppfolyós földgáz tárolására újabban betontartályt építenek rozsdamentes acél béléssel. A belső héjat 16,5 cm vastag betonelemekből építik fel, a beton belső felületére 1—1,3 mm vastag Hypalon műkaucsuk gáztömör-szigetelés kerül, erre jön egy 61 cm vastag poliuretánhab réteg, majd ezt követi az acéllemez [53]. Ismerteti a különleges kiképzésű stuttgarti cseppfolyósgáz-tároló tartályt, és javaslatot tesz „RUBO biztonsági rendszer"-re. Lényege a fenék és köpeny közti szivárgás- vagy repedésjelző; ez egy differenciális nyomás alá helyezett belső, elmozduló tartályfenék. A differenciális nyomás változása jelzi a szivárgást [54].

6.1.2. Áramlásmérés

Az Ekofisk-mezőn a termelést 3 cég végzi, a terméket közös vezetéken szállítják a partig. Az elszámolást csak tömegméréssel tudják szabatosan végrehajtani. A 36 folyadék- és több mint 60 gázmérő kialakítását tipizálták, eltérés csak a méretekben van. A gázt mérőperemmel mérik a hőmérséklet, nyomás és a sűrűség egyidejű meghatározásával, az AGA Comittee Report 3 B függeléke szerint. Az adott képletet kiegészítik a mérőperem hőtágulásával. A tömegáram számítását központi számítógép végzi, tartalékul analóg számítóegységek szolgálnak. A mérőperemek átmérője 50—600 mm.

Az olajat turbinás mérővel és sűrűségmérővel mérik. A turbinák átmérője 50—250 mm. Ellenőrzésükre 8 db 250—750 mm átmérőjű golyós prover szolgál. A számítást és a proverok vezérlését a központi számítógép végzi. A komputer a mérők egyedi jelleggörbéjét is számításba veszi [55].

A turbinás gázmérők ellenőrzésére kifejlesztett módszerek közül a pörgetési próbát és az ellenőrző mérést alkalmazza [56]. Az utóbbihoz legcélszerűbb a kritikus Venturi-cső vagy az ellenőrző turbina. Az ellenőrzésre AGA- és ASME-ajánlások vannak.

A pörgetési próba: a kiszerelt turbina járókerekét meghatározott fordulatszámig fölpörgetik, majd magára hagyják és mérik az időt, amely alatt megáll. A pörgési idő megváltozása a csapágysúrlódás változására utal.

A gáznyomás gyors váltakozása akár 10% hibát is okozhat mind a mérőperemes, mind a turbinás mérésnél. Kiküszöbölhető a hiba jól konstruált és méretezett csillapító edényekkel, vagy kis tehetetlenségű nyomástávadó adatainak számítógépes földolgozásával [57].

Az [58] 2—100% hozam között dolgozó szegmenstárcsás mérőberendezést ismertet. Új analóg tömegszámító egységről tudósít [59], ez lépcsőzött méréshatárú, átkapcsolható mérőhidakat is ki tud szolgálni. Egyetlen közlemény [60] foglalkozik az örvénymérővel (vortex meter). Négy különféle szerkezeti kialakítást mutat be az oszcilláló örvények érzékelésére.

Az analóg és digitális számítógépek egyre kevésbé nélkülözhetők a földgázfeldolgozásban; az üzemek optimalizálása, a művelet változóinak pontos szabályozása, anyagmérlegek készítése stb. számítógéppel történik [61].

A Belgiumban létesült, felügyelet nélküli földgázcseppfolyósító üzem olyan műszerekkel és szabályzókkal van ellátva, melyek az ingadozásokat, pl a nyersgáz nyomásingadozását a környezeti feltételek és az eljárás szerint automatikusan szabályozzák [62].

6.1.3. Automatizált rendszer

1975-ben a tőkés országokban alig nőtt a számítógépesített termelőrendszerek száma. A 218 működő rendszerből mindössze 2 létesült ebben az évben [63]. A fejlődés ennek ellenére gyors, sok régi rendszert modernizáltak. Terjednek az osztott intelligenciájú rendszerek, ezen belül a mikroprocesszorok alkalmazása. A növekvő biztonsági igények kielégítésére távellenőrzéshez két párhuzamos ágból álló rendszert alkalmaznak, úgy, hogy az ágak elemei fölcserélhetők. Az üzembiztonság fokozásán kívül a karbantartási igény is csökken: a hiba meghatározására és a hibás elem cseréjére szorítkozik [64]. Ugyanezen okból terjednek a szavazó (Polling) rendszerek, amelyeknél a fontos érzékelőket megháromszorozzák. Ha az egyik elromlik, a három jel közül kettő azonos, egy eltérő. A számítógépes központ mindig a többségi információt veszi figyelembe, egyben jelzést ad a hiba beálltáról [65]. A parton túli termelésben az automatizálásnak kiemelt jelentősége van, ezen belül is fontos a megbízható távközlés. A BP alkalmazott először parton túli telepekre troposcatter rendszert [66]. Különösen a fúró- és termelőbárkákon kell igen magas biztonsági követelményeket kielégíteni. A vészleállás, ill. -lezárás három szintre sorolható a kiváltó hiba veszélyessége szerint [67]. Ezzel szemben villamos szabályozásnál csak a legfontosabb szabályozó köröket látják el tartalék táplálással [69].

A gázmezők művelésének automatikus irányítási rendszerét csak automatizált üzemben (mezőben) lehet megvalósítani. A [68] a gáz- és gázkondenzátumos mezők művelésének hatékonyságnövelését biztosító ASZU (automatikus irányítási rendszer) létrehozásának feltételeit és a megvalósítás módját tárgyalja. Közli az ASZU informatikai modelljét [68].

Egy gázüzemben az analóg számítógépes kolonnaszabályozás bevezetése 10—15% energiamegtakarítást eredményezett [70]. Egy kis gázelőkészítő üzemben (kb. 10^6 nm^3/d kapacitás) egy analóg számítógépes sza-

bályozás évi 45 000 $-ig terjedő megtakarítást eredményezett. Nagyobb üzemben a digitális szabályozás gazdaságosabb [71].

A Mobil kutató vállalata homokérzékelőt dolgozott és próbált ki, amely riasztást ad, ha a gyűjtőcsőben az erozivitás megnő, ha a kútkiképzés tökéletlensége miatt sok a beáramló homok. Segítségére van a kezelőnek a maximális biztonságos hozam megállapításában [72].

Új áramláskapcsolóról ad hírt [73], amely 1 m^3/d ±20% tartományban megbízhatóan dolgozik, és 3 mm/s áramlási sebességet érzékel. A gáz víztartalmát, ill. harmatpontját meghatározó készüléket ismertet [74], [75] és [76]. A műszaki tervezésben terjedő rendszerszemlélet egyre nagyobb termelőegységek egybefogását, együttes tervezését és automatizált irányítását kívánja meg. Termelőmezők komplex tervezéséről — számítógép segítségével — esettanulmányokat közöl [8].

Az automatizált rendszerben a folyamat és az ember integrált egésszé válik. Ezzel együtt előtérbe kerülnek az ember szerepe és képességei. A tervezés egyik legfontosabb feladata ennek átgondolása. Elemeznie kell, hogy mit tegyen a kezelő az információval, milyen információmennyiséget tud megemészteni stb. Esettanulmányokat közöl [9]. Az ember—gép kapcsolat eszközeinek célirányos kialakítását vizsgálja [77]. A számítógépes rendszerek műszaki osztályozását ismerteti [78]. Megállapítja, hogy a számítástechnikai eszközök olcsóbbodása miatt a hierarchikus számítógép-rendszerek alkalmazása az üzemek automatizálásában is kezd gazdaságossá válni. A képcsöves kijelző berendezések megválasztására ad szempontokat [79].

6.2. Kőolaj és kőolajtermékek szállítása csőtávvezetékben

A kőolaj áremelkedésének következtében a legtöbb országban, elsősorban Nyugat-Európában nem növekedett jelentősen a kőolaj mennyiségi felhasználása, ennek ellenére tovább növekszik a létesített és létesíteni tervezett csőtávvezetékek száma, a csővezetékek hossza és átmérője. Az 1975—80 között tervezett csőtávvezetékek hossza (az Egyesült Államok és Kanada kivételével) meghaladja a 122 000 km-t (76 000 mérföldet [1, 2]. A csővezetékek hossza tovább nő többek között azáltal, hogy a termelőterületek egyre távolabb kerültek az ipari centrumoktól. A Szovjetunióban különösen dinamikusan bővítik a hálózatot. Az export növelése megváltoztatja az eddigi kelet-nyugati irányú szállításokat. A szibériai területek olajának kitermelése bővíti az exportlehetőséget, a szállítási irányok észak, illetve kelet irányába is bővülnek. A nagyarányú kivitelezési munkába külföldi vállalatokat is bevonnak [5].

Az Egyesült Államok és Kanada is jelentősen növelni kívánja távvezetéki hálózatát. A távvezetékek létesítésében egyre nagyobb szerepet kapnak a több országon áthaladó nemzetközi csőtávvezetékek [6].

Európában az északi-tengeri lelőhelyeken kitermelt szénhidrogének mennyiségének növekedésével együtt jelentősen bővítik a biztonságos és gazdaságos szállítást jelentő, a lelőhelyektől a szárazföldig haladó csőtávvezetéki hálózatot [7].

6.2.1. A távvezeték üzeme, szerelvényei

Az elmúlt évek egyik legnagyobb vállalkozása a Transz-Alaszka kőolajvezeték megépítése volt. A létesítményben több olyan műszaki megoldást alkalmaztak, amelyek a csővezeték üzemeltetésének biztonságát, a költségek csökkentését szolgálják. A Transz-Alaszka vezeték felszíni vezetésű szakaszaihoz 71 000 darab tartót készítettek. A nagy darabszám indokolta automata, henger-henger áthatási vonal mentén haladó csővágó gép üzemelését. A lángvágó berendezés elvégzi a csőrézselést is [80]. A csővezetéket ¼″ vastagságú, üvegszállal erősített poliészter bevonattal látták el. Hőszigetelésre poliuretánt alkalmaztak; [81] ismerteti a szigetelés műszaki adatait.

A föld feletti csővezetésre, mocsaras területeken alkalmazott szigetelésre, hődilatáció kiegyenlítésére, hírközlési rendszerre, a szivárgás detektálására alkalmazott megoldásokat ismerteti [82] és [83]. A rendkívüli körülmények különleges hőszigetelési, hegesztési technológia alkalmazását kívánták. Újszerű a szivattyúés a fogadóállomások kialakítása is [84]. A távvezeték üzemeltetését, üzemeltetésének ellenőrzését a rendszer és állomásainak kapcsolási sémáját [85] ismerteti.

[86] a paraffinos olaj szállítására szolgáló föld alatti távvezeték hőmérséklet-változásának (lehűlésének) meghatározására szolgáló számítási módszert közöl. A melegítési és lehűlési idő ismeretében a javasolt módszerrel modellezhető a csővezeték—talaj rendszerben lejátszódó, nem stacioner hőmérséklet-változási folyamat.

[87] a 199 km hosszú, 702 mm belső átmérőjű „Barátság" távvezeték paraffintalanítási tapasztalatait elemzi. A vezetéken továbbított olaj 75%-a romaskinói, 8%-a kulesovi, 11%-a muhanovi, 5%-a recsicki és 1%-a mangüslaki eredetű volt. Az olaj víztartalma 0,08%, sótartalma 25—27 mg/l, szilárd szennyezőanyag-tartalma 0,003—0,005%, paraffintartalma 6—8%. Az olaj dermedéspontja −10 C°, sűrűsége 20 C°-nál 0,861 t/m^3. Megállapítható, hogy

1. 3 éves tapasztalat szerint az elparaffinosodás maximális értéke augusztusban van. Január—május és október—december között a paraffinkiválás minimális (0,3 mm/nap), sőt előfordul paraffinlemosás is.

2. A várható paraffinlerakódást előre lehet jelezni az előző ívek adatainak statisztikus feldolgozása útján 5 mm/hó pontossággal.

3. A vezeték paraffintalanítása után csökken a paraffinlerakódás intenzitása.

4. A csővezeték tisztítás utáni átmérője lineárisan függ a kiinduló ekvivalens átmérőtől.

Nagy viszkozitású kőolajok, kőolajtermékek szállítására egyre több, nagy átmérőjű vezetéket létesítenek. A kívánt szállítási hőmérséklet biztosítására a csővezetéket hőszigetelni kell, a hőátadást a legkisebbre kell csökkenteni, és megfelelő üzemeltetést kell biztosítani, különösen ott, ahol több terméket szállítanak ugyanazon csővezetékben [88]. Ismerteti a poliuretán szigetelésre vonatkozó vizsgálatok eredményét többféle termék dugóban történő szállításakor. Megadja a hőátadás számítására használható összefüggéseket. Az USA-ban létesített, fűtőolaj szállítására szolgáló vezeték poliuretán hőszigetelésének felhordására olyan berendezést alkalmaztak, amely a 450 mm átmérőjű csőre folyamatosan viszi fel az 5 cm vastag uretán-anyagot. Az így felhordott hőszigetelő +82 C° szállítási hőmérsékleten is megfelelőnek bizonyult [89].

Az arktikus csővezetékeknél fennálló alacsony hőmérsékletekre különleges anyagú szerelvényeket fejlesztettek ki. A Rockwell gyártmányú gömbcsap −63 C° (−80 F°) hőmérsékletig és 130 bar (1800 psi) nyomásig alkalmazható. Tekintettel a rendkívüli igénybevételre, speciális tömítéseket, tömítő- és kenőanyagokat alkalmaztak [90]. Az alaszkai olajvezeték szerelvényeihez kifejlesztett 1200 mm átmérőjű karimák −46 C°-os ütőmunkával (Charpy-V) alkalmasak 100 bar üzemnyomás elviselésére is [91].

Az Északi-tenger kőolajának elszállítását szolgálja a 360 km-es (224 mm) NÁ 850-es, Ekofisk—Teeside (Anglia) közötti távvezeték. [92] ismerteti a problémákat, a kőolaj jellemzőit, a hidraulikai számításokat, a szivattyúállomások kialakítását, az alkalmazott csöveket, az üzem ellenőrzési rendszerét; a hírközlési, mérési, tárolási megoldásokat.

Új megoldásokat alkalmaznak az NSZK olajtávvezetékeinek üzemeltetéséhez, a szivattyú, nyomásszabályozó, átadó-, tárolóállomások technológiai kialakításához. A vezetékeket folyamatos és automatikus golyózással tisztítják. A szabad felszíni áramlások elkerülésére a vezeték különleges pontjaira nyomásszabályozó állomásokat telepítenek. Szabályozásra a korábbi kétülékes szelepek helyett gömbcsapokat alkalmaznak. A tartályparkok műveleteit számítógéppel irányítják. Biztonsági célokra tányéros szelepek helyett hengermembránós biztosítószelepeket alkalmaznak. Sűrűségmérésre radioaktív izotóppal működő berendezést használnak [93].

Az olajnak csőből csőbe (szivattyúból szivattyúba) rendszerben történő szállításakor igen fontos a szivatytyúk, illetve a távvezeték-rendszer hidraulikus jellemzőinek folyamatos változtatása. Ezt a célt automatikus nyomásszabályozók alkalmazásával érik el. Az automatikus nyomásszabályozókat két vagy több szivattyúállomás változó rendszerű üzemeltetésekor szükséges alkalmazni [94].

[95] a távvezetéki szivattyúállomások megbízható üzemeltetését biztosító paraméterek meghatározásával foglalkozik. Az üzemeltető és szállító közötti ellentmondások feloldása és a szivattyúállomások megbízható üzemelése érdekében már a tervezéskor műszaki normaként elő kell írni a folyamatos üzemeltetés mellett rendelkezésre álló időt, a tartalék átlagos értékét — meghatározott főjavításig — és a szivattyúk leírásáig az üzemidőt. A környezetvédelmet szolgálják a csővezetékek lyukadásainak detektálására kidolgozott módszerek.

Speciális golyót fejlesztettek ki a szivárgási helynek üzemszünet, szakaszolás nélküli felderítésére és izolálására [96]. Az elektromotorral hajtott csőmalaccal üzem közben tudják vizsgálni a csővezetéket. A körforgó csőmalac szondája a csővezetékben örvényáramot indukál. Repedéses helyen az örvényáram megváltozik, és a készülék elektromos jelet ad. A mérési adatokat a csőmalacban levő magnetofonszalagra veszik, és később papírszalagra játsszák át. A hatóságok a berendezést olyan belső repedések kimutatására is alkalmasnak találták, melyek más úton nem mutathatók ki [97].

A Colonial Pipe Line (USA) termékvezeték-rendszeren 118-féle termék szállítását, elosztását végzik. A rendszer hossza közel 6000 km, a szivattyúállomásokon 242 gépegység üzemel. A rendszer berendezései távműködtetéssel és távellenőrzéssel üzemelnek [98].

[99] franciaországi ismeretek alapján összefoglalja a kőolajtermékek csőtávvezetéki szállításának általános kérdéseit. Bevált külföldi megoldások alkalmazását javasolja a magyarországi rendszer létesítéséhez. A csőtávvezeték üzemeltetési költségének kb. 70%-át az energia- és munkaerőköltségek teszik ki. Ezek csökkentésére távvezérelt szivattyú- és letöltőállomásokat létesítenek, és a szállítást az energiaköltségek minimumán végzik. Az energiaköltségek minimalizálására a TRAPIL termékvezeték-rendszerre kidolgozott módszer elvét ismerteti [100].

Az etilénnel már bevált sódómos tárolást kívánják kőolajra alkalmazni. A tervezett tárolókban (Clovelly Salt Dome, Galliana) a Mexikói-öböl sekély tengeri előfordulásoktól csővezetéken odaszállított kőolajat kívánják tárolni. A 14 kavernatároló kapacitása egyenként kb. 650 000 m³. A kavernák mérete: 230 m magasság, 70 méter átmérő. A 690 m mélységig nyúló, 457 m mélységig cementezett béléscsőbe 400 mm-es terelőcsövet helyeznek [101].

6.2.2. Méretezés, tervezés

Az egyre nagyobb számban létesülő tenger alatti vezetékek méretezése, tervezése új megoldások kidolgozását kívánja. [102] ismerteti az északi-tengeri csővezeték-hálózat bővítésének részét képező, Norvégiába és Skóciába haladó kőolajvezetékek tervezésének, építésének eredményeit, különös tekintettel a tengerfenék adatainak felmérésére kidolgozott módszerekre. A tengeri fektetés különleges előkészítő, koordinációs munkát kíván [103].

Az amerikaiak mellett a franciák végeznek tenger alatti csővezeték-építést. Első eredményeiket a délfranciaországi, tengeröblök alatti átvezetések jelentették. Ezek alapján dolgozták ki az amerikai módszertől eltérő, nagy mélységű vezetékek fektetésére szolgáló módszerüket [104].

A víz alatti csővezetékek elvágására új, robbantásos módszert fejlesztettek ki. Az eljárás alkalmas tenger alatti csövek, csőterhelő idomok víz alatti elvágására, acélcsövek perforálására. [106] bemutatja az elvégzett vizsgálatokat, a robbantás alkalmazhatóságát. A tenger alatti, nagy átmérőjű csövek felúszás elleni biztosítására olyan acélszálas, acélrostos kemény műanyag bevonatot alkalmaznak, amely a cső passzív védelmét is biztosítja. Feleslegessé teszi a költséges terhelőidomok alkalmazását [107].

A csővezetékek hődilatációs mozgásainak számításához fontos a csőbevonat és a talaj közötti súrlódási tényező ismerete. [108] ismerteti a mérési módszert és a súrlódási tényezőt bevonatos csövekre, kátránypapírra, „vékonyfilc" epoxi bevonatokra, különféle talajoknál.

A tenger alatti csővezetékek építése felveti a meghibásodások javítására vonatkozó eljárások tervezését. A sérülés elsősorban hegesztéssel javítható. A víz alatti vezetékek javítására 3 változattal számolnak, melyek közül a víz alatt is elvégezhető ún. „nedves" hegesztési technológia a leghatékonyabb.

[109] bemutatja a víz alatti hegesztés alapvető problémáját, foglalkozik a hegesztéskor képződő buborékok viselkedésével, a vízhatlan elektródával, ismerteti a szovjet és amerikai hegesztési módszert.

A [110] számítási módszert és számítógépi programot közöl több indító- és fogadóponttal rendelkező olajvezeték optimális útvonalának meghatározására a távvezeték átmérője és a szállított olaj mennyisége változásának figyelembevételével. A számításhoz ismerni kell a vezeték nyomvonala által érintendő településeket, az indító- és fogadópontok helyét, valamint a betáplált és kivett mennyiségeket minden egyes indító- és fogadóponton.

Nagy átmérőjű olajvezetékek hidraulikai méretezésére, mely lamináris és turbulens tartományban is alkalmazható, számítógépi programot dolgoztak ki [111]. Számítógép végzi a térfogat, hőmérséklet és nyomás korrekcióját. [112] megadja a hőmérsékleti korrekciós tényezőt és a csődeformáció számítását. A javasolt módszer lehetővé teszi terméktávvezetékekben a termékek érintkezési helyének meghatározását. A szivattyúk szívási képességének növelésére minimális hatásfokcsökkenés mellett, új szerkezetű, ún. „SSS" szivattyút terveztek [113].

Különböző olajoknak vagy termékeiknek dugós rendszerben történő távvezetéki szállításakor igényként merülhet fel a távvezeték különböző pontjain az elvétel, amely megváltoztatja a végső rendeltetési helyre érkező folyadékkeverék összetételét. Egydimenziós lineáris turbulens diffúzió felhasználásával számítási módszert közöl az olajtermék koncentrációjának meghatározására a keverékzónában [114].

Különböző folyadékok egymást követő dugók formájában történő szállításakor a kialakuló átmeneti (kevert) zóna nagysága az effektív diffúziós tényező értékének függvénye. A javasolt módszerrel meghatározott effektív diffúziós tényező a nem newtoni folyadékokra kisebb, mint newtoni folyadék esetén, így a keverékzóna hossza is kisebb lesz, amit a vezeték méretezésekor figyelembe kell venni [115].

A kőolajtermékek csőtávvezetéki szállításának gazdaságosságában nagy szerepe van annak, hogy ne növeljék az elosztó telepek számát, szétszórtságát. Ehelyett az egy helyre koncentrált telepek tárolótérfogatát és ezen belül egy-egy tartály térfogatát kell növelni. Az elosztó telepek tervezésekor és a kapcsolódó csővezetékek tervezésekor javasolják megvizsgálni az adott terület kereskedelmi helyzetét, a termékeknek az adott telepre történő elhelyezésének költségét, a telep beruházási és üzemeltetési költségeit, a telepről a fogyasztókhoz történő szállítás költségeit [116].

A távvezetékek tervezését, építését, üzemeltetését biztonságtechnikai, környezetvédelmi szempontból is szabályozzák minden iparilag fejlett országban [117]. [6] felsorolja a nyugat-európai országok kőolajvezetékeire érvényben levő szabályzatokat, előírásokat.

6.2.3. Automatizált rendszer

Az automatizált folyadéktávvezeték-rendszerek tervezéséről, a berendezések méretezéséről, ill. megválasztásáról összefoglaló és rendszerező cikket közöl [118]. A tervezésben terjednek a számítógépes módszerek. Kőolajvezeték méretezéséhez és üzemeltetéséhez egyaránt használható számítógépes programokról számol be [119]. A programok egyik része fix, a másik interaktív. A Colonial egy új termékvezetéke 118-féle terméket szállít. Üzemeltetését ismerteti [120].

A telemechanikai rendszerek kialakult fölépítéséhez hozzátartozik a két párhuzamos számítógépből és perifériarendszerből álló központ és a színes képcső. Fejlődés főként a software oldalon mutatkozik, pl. egyre finomodnak az adagkövetés módszerei, általánossá válik folyadékvezetékeken a hidraulikus lengések elleni védelem [121]. Egy körkérdésre az USA szállítóvállalatoitól befutott válasz szerint a különféle termékek adagjainak számítógépes programozása 6%-ig terjedő energiamegtakarítást hoz a szivattyúzásban [65]. A Szuez—Alexandria olajvezeték végén 5×5 mérős, automatikus működtetésű mérőállomás épült. A mérők proveres ellenőrzése is automatikus [122]. Egy finomító 10 különféle termékvezetékét egyetlen számítógépes központból irányítják. Hőfok és nyomás szerint korrigált pontos be- és kilépő hozammérés útján, különbség és hányados számításával következtetnek törésre vagy szivárgásra [123].

Az alaszkai Alyeska-vezetéken a szivárgás ellenőrzésére ultrahangos áramlásmérőt fognak alkalmazni. Valamennyi szivattyúállomást a fejlesztés alatt álló mérővel fognak fölszerelni [124]. Folyadékvezeték nyomáshullámának keletkezését és terjedését szimuláló módszer kísérleti ellenőrzéséről számol be [125]. Az eredmények igazolták a számítást.

Az automatizálás eszköztárában jelentős újdonság a mikroprocesszor. A PLC (programozható logikai vezérlő, a mikroprocesszor egyik fajtája) kezdi kiszorítani a relés vezérlést, mert olcsóbb, megbízhatóbb és könnyebb a létesítése a programozhatóság miatt. Ezenfölül közvetlenül csatlakozhat a felügyelő szabályozóhoz. Egy PLC elláthatja a szivattyúk vezérlését, a szelepek állítását, a görény irányítását, s a mérők proveres ellenőrzését [126]. [65] szerint a telemechanikai állomások huzalozott áramköreit a megkérdezett üzemeltetők fokozatosan PLC-re cserélik, a szekvenciális relévezérléseket PLC-vel helyettesítik, sőt nyomáshullám elleni védelemre is használnak PLC-t. Nagy fejlődés mutatkozik a forgó gépek vibrációs ellenőrzésében. [127] szerint a forgó gépek állapotának ellenőrzésére legjobbnak talált módszer a rezgéselemzés. Miniszámítógépes, hordozható analizáló berendezést készítettek, s ezzel elemezték száznál több turbinás gép működését. A rezgési ábrákról következtetni lehet a kiegyensúlyozás, az egytengelyűség hibáira, vizsgálni lehet a kritikus fordulatszám tartományát stb. Egy nagyobb gépellenőrző berendezést ismertet [128]. A 36 rezgésérzékelőből, 40 hőelemből és 1 miniszámítógépből álló rezgésanalizáló rendszer ára kb. 65 ezer $ volt. A forgó gépek rezgéseit új korukban fölvették, és a komputerben tárolták,

majd az üzem közben periodikusan fölvett rezgésképekkel összehasonlították. Így idejében észlelték a gépek elhasználódását. Csökkent az üzemzavarok száma és súlyossága, a hibakeresés, javítás és karbantartás munkaideje, át lehetett térni a menetrend szerinti karbantartásról a szükség szerintire [128].

Az OGJ ankétján résztvevők valamennyien használnak beépített rezgésérzékelőt. Egyikük szerint 600 min fordulat, illetve 0,8 MW teljesítmény fölött minden gépen. Megoszlanak a vélemények, hogy az érzékelőről csak riasztás vagy gépleállítás történjen-e [129].

6.3. Földgáz szállítása csőtávvezetékben

6.3.1. A távvezeték üzeme, szerelvényei

Kanada jelentősen növelni kívánja csőtávvezetéki hálózatát, elsősorban a sarkkörön túli szigeteken talált földgázmezők bekapcsolásával. Ezen vezetékek közül legjelentősebb vállalkozás az Artic Gas, Trans Alaska Gas, Polar Gas. A Kanada déli területéig haladó vezetékeket 1050—1200 mm átmérőkkel tervezik. A Polar Gas vezeték tervezett hossza 5120 km [130, 131, 132]. Az Oklahoma Natural Gas Co. új gázátadó állomást létesített, ahol mérésre turbinát alkalmaznak. [133] bemutatja az állomás technológiai kapcsolási sémáját.

A nagyipari fogyasztók előzetes szerződésekkel jelentős kedvezményekhez jutnak. A csúcsidőszakban a szerződésben rögzített mennyiség fölötti fogyasztás esetén jelentős büntetéseket kell fizetni. Ennek elkerülésére a gázátadó állomásokon turbinás mennyiségmérőből és -szabályozóból álló, a szerződés szerinti limitnek megfelelően működő, automatikus üzemű egységeket építenek be [134].

A korábban és újonnan létesített, eltérő nyomásfokozatú csőtávvezetéket csak úgy lehet összekötni, ha az előírásoknak megfelelően biztosítják. [135] az ilyen összekapcsolások berendezéseit és tapasztalatait ismerteti az NSZK-ban. A beállított berendezésekről az üzemi és zavarjeleket a távvezetéki központba továbbítják. A berendezések csak távfelügyeletesek, a beállítás, kapcsolás a helyszínen történik. [136] ismerteti a pilot vezérlésű szabályozók működési elvének alapjait. Foglalkozik az utánállítással, instabilitással, nyomásellenőrzéssel.

A hagyományos anyagú, nagy átmérőjű csövek nagy nyomások esetén túlzott falvastagságot kívánnak. Több, új szerkezeti anyagot fejlesztettek ki a szilárdság növelésével. Az Italsider cég különleges, Molytar X 70 elnevezésű csőanyagának szénegyenértéke 0,38×0,42. Ötvözőként molibdént, mangánt, nióbiumot, nikkelt alkalmaznak [137]. Ilyen anyagú csőből NÁ 1000 mm méretben mintegy 100 000 tonnát szállítottak szovjet gázvezetékek építéséhez.

A franciák a szilárdság növelésére új eljárást dolgoztak ki. Az ún. „abroncsozott", kettős falú csövek folyáshatára magas, ugyanakkor kevesebb acél szükséges, mint hagyományos csövekhez. Az így gyártott csövek sikerrel vizsgáztak a Gaz de France vezetékeiben [138].

A Mannesmann cég termomechanikusan kezelt, redukált széntartalmú acélt alkalmaz. Az így kezelt acélcsövek terepen is jól hegeszthetők. Az új csőgyáruk 1977-től ilyen acélból 1620 mm átmérőjű, 40 mm falvastagságú, 18 m hosszúságú csövek gyártására is képes lesz [139].

Kanadában alumínium csőből létesítettek gázvezetéket. A korrózióvédelmet extrudált polietilén bevonat biztosítja. A csövek hegesztése robbantásos módszerrel történik [140]. Ismert anyagvizsgálati módszereket módosítottak, hogy alkalmasak legyenek csővezetékek, készülékek szerkezeti anyagának, varratainak egzakt vizsgálatára. Ezek közül jelentős eredményt hozott az ultrahang, a Foucault-áram, az akusztikus emisszió alkalmazása. Az ultrahangos, automatikus üzemű berendezés teljesítménye 1 m körvarrat öt percenként. Elkészültek a hosszvarratok és T-hegesztések vizsgálatára is alkalmas berendezések. A fényképen rögzített eredmények összevethetők a radiografikus vizsgálatok felvételeivel [141].

Az öntöttacél csővezetékek tömítésein történő szivárgások detektálására kifejlesztett vizsgálati módszer feleslegessé teszi hosszú szakaszok kiásását, csökken a javítás költsége [142].

Az acélcsövek védelmét szolgálja az új, anorganikus szigetelés (Cermet, Sermeclad 2004), ami hagyományos festéssel alkalmazva jó korrózió elleni védelmet nyújt [143]. Az elektromos távvezetékek hatásából származó, csőtávvezetékeket veszélyeztető korrózióval, a korrózió ellenőrzésével foglalkozik [144, 145]. A Bristol Division Co. új, turbinás generátort fejlesztett ki. A turbina a vezetéken szállított gázzal üzemel −40 és +160 C° között. Teljesítménye 50 watt, kimenő feszültsége 12—24 ±5 volt. A berendezés a szakaszoló szerelvény két oldalán a csővezetékekhez csatlakozik. A turbina működtetéséhez 0,7—3,5 bar nyomáskülönbség szükséges. Különösen gáztávvezetékek telemechanikai rendszerében használható. Költsége 1000 U$ [146]. Hidraulikus működtetésű, robusztus szerelvények lezárására kisméretű szolenoid szerelvényeket fejlesztettek ki [147].

A cseppfolyós földgáz szállítása egyre nagyobb szerepet kap az energiahordozók szállításában. [148] bemutatja a tervezés, üzemeltetés szempontjait, a lefejtés, tárolás, elgőzölögtetés technológiáját. Részletesen ismertet egy speciális csőkompenzátort. A világ egyik legnagyobb, algériai cseppfolyósföldgáz-rendszerének építését, cseppfolyósítási technológiáját, a tárolás-, áramlás-ellenőrzési, hidrátmentesítési módszerét ismerteti [149].

A gázellátás folyamatosságának biztosítására egyre több helyen létesítenek távvezetéki rendszerrel együtt

üzemelő föld alatti gáztárolót. A kaliforniai gázvezeték-rendszeren létesített tároló adatait ismerteti [150]. Michiganben a Wisconsin Pipeline Co. föld alatti gáztárolója a világ első, automatikus üzemű tárolója [151]. A cseppfolyóspropán-tárolás és -szállítás különböző biztonságtechnikai előírásait ismerteti és hasonlítja össze [152].

6.3.2. Méretezés, tervezés

A csőtávvezeték-rendszerek üzemének optimalizálására egyre gyakrabban használják a számítógépet. A kidolgozott dinamikus programozás bármilyen csővezeték optimális tervezésére alkalmas. [153] bemutatja a vonal és az állomások méretezésének, számításának elvét.

[154] a magisztrális gázvezeték-rendszerek működési hatékonyságának vizsgálatára módszert és egy „hatékonysági tényező"-nek nevezett paramétert vezet be. Ezen paraméter konkrét értékének rendszeres meghatározása alapján ki lehet jelölni azokat a feladatokat, melyek eredményes megoldásaként a távvezeték-rendszerek létesítése és üzemeltetése hatékonyabbá tehető. Számítógép végzi a gázterhelés időszakok és fogyasztók szerinti becslését is [155].

Megyei-területi gázellátó rendszerek létesítésével kapcsolatos optimalizálási számításokat tiszta matematikai módszerekkel a terjedelmes számítások és a szükséges nagy teljesítményű számítógép hiánya miatt elvégezni nem lehet. A számítások leegyszerűsíthetők a mérnöki tapasztalatok és a gazdasági kibernetika felhasználásával. Számítási-tervezési módszert közöl komplikált gázellátó rendszerek (távvezetékről több leágazás, több kompresszorállomás stb.) optimalizálására mind műszaki, mind gazdasági szempontból [156].

A Central Illionois Publ. Serv. Company módszere (Read only memory) biztosítja a csúcsok optimális kielégítését [157]. A kompresszorállomásokon jelentkező vibrációs és pulzációs jelenségek ellenőrzésére, méretezésére használják a bonyolult vezetékkonfigurációkra kidolgozott dinamikus számítógépi analizálást (SGA Analog Simulator, rezonancia-frekvencia módszer) [158, 159].

Speciális kísérletekkel vizsgálták „cső a csőben" típusú gázhőcserélők hidrotermodinamikai jellemzőit. Több tapasztalati matematikai összefüggést határoztak meg, melyek pontossága pl. a hőátadási tényezőre vonatkoztatva $\pm 3{,}4\%$ a hőmérleg képletével meghatározott értékhez viszonyítva. A „cső a csőben" gázhőcserélők méretezéséhez—tervezéséhez javasolják ezen, a korábbiaknál jóval egyszerűbb képletek alkalmazását [160].

A korrózió megállapítására új módszert dolgoztak ki. A mérés bakteriológiai és vízanalizálással történik [162].

A kőolaj és földgáz szállítására új módszereket terveznek. Ezek közül tervezési szinten jól kidolgozott a kőolaj és földgázok egy csővezetékben való szállítása. Az eljárás során a cseppfolyós földgázba keverik és fagyasztják a nyersolajat. A távvezeték végén a folyadékot és gázt szeparálják [165]. A fedorovi mezőben üzemi kísérletet végeztek 52 km hosszú és 720 mm átmérőjű vezetéken gáz és olaj nagy távolságon történő együttes szállítási feltételeinek meghatározására. A kísérlet eredményeiből megállapítható, hogy a gáz összetétele nem változik (nem dúsul föl nehezebb szénhidrogénekben), jelentős pulzálást és hidrátdugó-képződést sem tapasztaltak. A kidolgozott technológia alkalmazható nagyüzemi méretben [163].

Számítási módszert közöl gázzal (propánnal-butánnal) telített olaj távvezetéki szállításakor a vezeték legfontosabb paramétereinek meghatározására. Egyfázisú áramlást feltételezve (a nyomás a távvezeték bármely szelvényében egyenlő, vagy meghaladja a szeparációs nyomás értékét) a javasolt módszer pontossága $\pm 1{,}4\%$ a tapasztalati adatokkal összevetve [164]. A Szovjetunió a szibériai földgázokat csőtávvezetéken tervezi szállítani a Csendes-óceánig, és onnan cseppfolyós földgázként az Egyesült Államokba exportálni [166].

A földgáz-cseppfolyósítás költségeinek csökkentését szolgálja a gázturbinák alkalmazására kidolgozott technológia [167]. A cseppfolyós földgáz szállítása mellett felvetődik a földgáznak mint primer energiahordozónak metanol formájában való szállítása [168]. 100 Gth/év energiahordozóra vonatkoztatva összehasonlító adatokat közöl a cseppfolyósítás, a metanollá alakítás, a tengeri szállítás, az elgőzölögtetés, az elgázosítás, a cseppfolyós metanol költségeiről. A vizsgálat szerint a cseppfolyósföldgáz-szállítás ma még gazdaságosabb.

6.3.3. Automatizált rendszer

A megjelent közlemények a számítógépes rendszerek további gyors terjedéséről [63], a régi rendszerek számítógépesítéséről, a mikrokomputerek terjedéséről számolnak be. 1975-ben 122 gázrendszert láttak el a tőkés világban számítógéppel, ezzel az ilyen rendszerek száma 475-re nőtt. Több észak-amerikai vállalat egyesítette vezetékrendszereinek irányítását [65].

A [169] ismerteti a gázipar egységes automatikus irányítási rendszerét (ASZU). Magában foglalja a vállalati, területi, az egész országra kiterjedő, egyesülés szintű és országos központi irányítási rendszereket. A különböző szintű automatikus irányítási rendszerek zártak önmagukban, de ugyanakkor nyitottak a magasabb szintű rendszerre vonatkozóan. Ismerteti az eszközöket, berendezéseket, számítógépeket.

A Ruhrgas AG 4600 km-t (ebből 4000 km földgázvezeték) kitevő és 14 kompresszorállomást, valamint 4 föld alatti gáztárolót magába foglaló vezetékrendszerének optimális üzemelését szabályozó és ellenőrző számítógépes irányítását ismerteti [170]. Kidolgoztak egy költségoptimalizáló programot, amely a dinamikus optimalizálás elvén alapul. Korlátként az átadási pontok meghatározott legalacsonyabb nyomása szerepel [170]. A [171]-ben leírt kanadai gázhálózat 278 állomást ellenőrző számítógépes telemechanikai rendszerénél különös gondot fordítottak az egyszerű karbantartásra, amely cserén alapszik. Kisebb hibát a hibás elem cseréje után a műhelyben javítanak, a nagyobb javítást a berendezés szállítója végzi. A hibakeresést bő tesztkészlet könnyíti meg. Egy másik kanadai irányító rendszer 10 éves fejlődését és a legújabb kiépítését [172] írja le. Érdekessége az irányító teremben elhelyezett

5 db fénytollas, színes képcsöves kijelző. A [173]-ban leírt gázszolgáltató hálózat teherelosztását új, számítógépes rendszer végzi. A 10 átadóállomás irányítóközpontja az irányításon fölül ellátja az elszámolást is, off line üzemmódban. A számítógépek programozását föladatanalízissel kezdték. Ezt követte a durvaprogramozás, a fölhasználónak és a komputer szállítójának közös munkájaként. A finomprogramozást a szállító végezte. Ezután jött a gyári próba, amelyen az üzemeltető személyzet is részt vett, negyedéves gyári betanítás keretében [173]. Az első félévben viszonylag gyakori volt az üzemzavar, főként kezdeti hardware hibák miatt. Az azóta eltelt öt évben a rendszer kifogástalanul működött [173].

Az irányító rendszerrel egyesített elszámolás az USA-ban is terjed [65]. Másutt a számítógépes központ föladata a távvezeték-hálózaton végzett munkálatok ütemezése. Ilyenek: bővítés, módosítás, új létesítmény üzembe helyezése, nagyobb fönntartási munkálatok [74]. Ezeket lehetőleg lefúvatott vezetéken végzik. [175] szerint az Oasis PL vállalatnál (USA) a kompresszorállomások üzemét központi számítógép optimalizálja a kompresszorok jelleggörbéinek ismeretében. Ugyanitt a vezetékben tárolt gáz mennyiségének prognosztizálásához két modellt: egy minimálist és egy maximálist használnak [157].

A távvezetéki irányító rendszerek élettartamát egy ankét résztvevői 15—20 évre becsülik, de az erkölcsi kopás 5—10 év. Egyes vállalatoknál 12—15 éve alkatrészcsere nélkül dolgozik a telemechanikai irányítás [65]. Az automatizált irányító rendszer nem csak a fejlett országokban nélkülözhetetlen. A pakisztáni gázhálózat üzemét a Lyallpur-i központból irányítják. Az irányítóberendezések műszaki színvonala eléri a legmodernebb kanadaiakét [176]. Újabb tipizált software csomagról ad hírt [177]. Az első, kezelő nélküli, számítógéppel irányított kompresszorállomáson szerzett tapasztalatok alapján a Trans—Canada Pipelines vállalat tipizált softwaret dolgozott ki. Föltétele a berendezések tipizálása, eredménye jelentős megtakarítás volt.

A ma már hagyományosnak számító kis és minikomputereknek új versenytársa jelent meg: a mikroprocesszor. [178] szerint a mikroprocesszoros adaptív (tanuló) szabályozórendszerek matematikai modell nélkül, tapasztalati alapon jutnak el az optimumszabályozásig. A lehetséges eredmény: 10—30%-kal kisebb energiafogyasztás csővezetékeken, 5—20%-os a finomítói üzemekben, ami évi 20%-os vagy nagyobb megtérülést jelent. Ha valaki ma nem alkalmaz számítógépet, 30 éves technológiai elmaradással kezdi, 5—15%-kal megnöveli a beruházás, és 8—22%-kal az üzemelés költségeit [178]. Terjed a mikroprocesszorok alkalmazása a kompresszorállomásokon. A fölhasználó vállalatok szerint ezeket a gyártói tanfolyamon kiképzett személyzet igen jól fogadja [58]. A terjedés egyik oka, hogy a mikroprocesszorok ára a 3 évvel ezelőtti 3000—6000 dollárról 100—800 dollárra esett [178]. Így a PLC-k egy ellenőrzött pontra eső költsége sokkal kisebb, mint a korábbi eszközöké [65]. A számítógépes technika előretörése ellenére újonnan kidolgozott, de hagyományos elemeket használó (pneumatikus távadók és szabályozók, 2. és 3. generációs NYÁK-kártyák stb.) berendezésről is jelent meg közlemény. A kompresszorállomási automatika tipizált egységekből áll, és szabadon applikálható különféle hajtással ellátott dugattyús vagy centrifugálkompresszorokra [179].

Az USA-ban 7 megkérdezett gázszállító vállalat mindegyike használ gázkoncentráció-mérőt és tűzfigyelő berendezést az állomásokon. A gázkoncentrációmérő („szimat") műszert 3—9 havonként ellenőrzik. Mindegyik vállalat laboratóriumban összeállított gázkeveréket használ az ellenőrzésre [65].

[180] a gázipar automatikus irányító rendszerének (ASZU gaz) informatikai-számítástechnikai központjaiban alkalmazandó egységes műszer, számítógép stb. fejlesztésével és alkalmazásával foglalkozik. Megállapítja az egységes műszerezettség és számítógép-háttér, valamint irányítási rendszer szükségességét, és javaslatot tesz a feladat megoldására. [181] szerint a katódvédő állomások üzemelését járőröző repülőgépről ellenőrzik. A repülő hívójelére adásra kapcsol az állomás rádióadója, és „minden rendben", „áramerősség a kritikushoz közel", „áramerősség kicsi" jellel válaszol.

A gáz növekvő ára miatt a pontos elszámolás egyre fontosabbá válik. Mivel a gáz fűtőértéke jó közelítéssel arányos a tömegével, a tömegmérés egyszerűbb és pontosabb, mint a normáltérfogat és a fajlagos fűtőérték meghatározása. A nem szénhidrogén összetevők okoznak eltérést a fűtőérték—tömeg összefüggésben. Ezt elemzéssel hosszabb időre beállítva kompenzálni lehet. Ehhez való grafikonokat közöl [182]. A növekvő pontossági igények magyarázzák azt is, hogy az USA gázelosztó hálózatain a mérőperemeket mérőturbinával igyekeznek helyettesíteni [183]. Az USA-ban végzett közvélemény-kutatás szerint a gázszállító vállalatok többsége automatikusan leállítja a távvezetéki állomást tűz, robbanásveszély, túl nagy kilépőnyomás jele esetén. Kisebb részük nem alkalmaz automatikus leállást, csak jelzést. A villamos műszerek táplálása minden megkérdezett vállalatnál akkumulátoros tartalékra kapcsolható, de több vállalat csak néhány műszert von be az átkapcsolós táplálásba [65]. Ugyanezen vállalatok az automatizálás hasznát a következőkben látják: 200—300 operátor megtakarítása, 26% kapacitásnövelés 9,5% létszámnöveléssel, kezelő nélküli állomások létesítése, sima üzemvitel, késés nélkül kapott megbízható adatok, üzemanyag-megtakarítás, hajlékonyabb üzemvitel [65].

6.4. Egyéb

A Szovjetunióban új módszerként az utóbbi időben előtérbe került a konténeres csővezetéki szállítás gondolata. A gázt a kompresszorokkal a környezet hőmérséklete alá hűtenék, illetve kristályosítanák. A konténeres olaj—gáz szállítás teljesítménye 3—5-ször nagyobb lenne, mint a hagyományos szabad áramoltatásé [184].

Sok problémát okoz továbbra is a korrózió és ennek vizsgálata. A SACROC-mező CO_2-ot szállító vezetékre (I 60 acélcső) vizsgálták a szuperkritikus CO_2 hatását, és kimutatták, hogy érzékeny az ilyen állapotú CO_2-gázra [185]. Különböző korróziógátló inhibitorok—kondenzátum—víz—emulzió viselkedését és az inhibitormegválasztást elemzi a Satlik-gázmezőre vonatkozóan [186]. Berendezést szerkesztettek a fémek feszültség alatti korróziójának vizsgálatára, és kidolgozták a korróziós folyamatok előrejelzését [188]. Vizsgálták az acél viselkedését kén-hidrogén közegben különböző nedvességtartalom mellett [189]. Önálló katódvédelmi tápforrásaggregátot fejlesztettek ki — elektromos hálózattól távoli területekre — gázmotoros meghajtással gázvezetékek számára [190].

Az Európai Biztonsági Kódex (ESC) követelményei számítógéppel irányított veszélyes üzemek tervezésére, szerelésére és üzembe vételére sok fontos feltételt szabnak [191]. Matematikai számítási módszereket és nomogramokat közöl a biztonsági övezetek meghatározására gázszivárgások, gázkifúvások esetére [192]. A termomechanikusan kezelt acélok a terepi hegesztési és csőfektetési vizsgálatok szerint jobban megfelelnek a követelményeknek mint a konvencionális gyártmányok [193].

Gáz-halmazállapotú közegek motorikus célra való alkalmazásának feltételeit metánszám alapján ítélik meg (metán = 100, hidrogén = 0.) A tökéletesített gázmotorok többcélú alkalmazása lehetséges, és a hulladékhőjük hasznosítható [194].

A földgázfeldolgozó üzemek elektromos rendszere és berendezései nagy biztonságtechnikai követelményt támasztanak; meg kell akadályozni a hosszú idejű kiesést, és minimálisra kell csökkenteni a rövid idejű kiesést is. Ez különösen áll a sóványgáz-üzemekre (Grossenkneten), ahol kedvező tapasztalatokról számolnak be [195]. Az NSZK-ban a cseppfolyósított földgáz szállítására 10—30 m^3-es közúti tartálykocsikkal gazdasági számítás szerint elegendő 2 att-ra méretezni a kettős falú tartályokat [196]. A cellulóz bevonatos elektródok alkalmasabbak körvarratok hegesztésére a kedvező hegesztési teljesítmény alapján különösen nagy szilárdságú acélcsövekhez, melyek beedződésre hajlamosak [197]. Az API-szabvány szerinti csővezeték-hegesztés és -vizsgálat nem nyújt már kellő biztonságot. Jelentős lépések történtek korszerűbb vizsgálati technológiára és a szabvány tökéletesítésére [198].

IRODALOM

[1] *Deason, D.:* Construction plans exceed 76,000 miles. PLI Nov 31—6.

[2] *Reese, S. E.:* World pipelines activity continues at good level. PGJ *11* Sep 17—30.

[3] *Sasin, V. D.:* Neftjanaja Promüslennoszt' SZSZSZR — ee nasztojascsee i buduscsee. NH *5* 3—9.

[4] *Zajcev, Ju. V.:* Orenburgszkij gazovüj kompleksz i ego perszpektivü. GP *3* 6—8.

[5] *Rigassi, D. A.:* Soviet pipeline plans moving full speed ahead. PLI Nov 43—7.

[6] *Reese, S. E.:* Nearly 100,000 miles of pipeline planned or underway worldwide. PGJ July 15.

[7] *Hale, D.:* Pipeline activity contiunes at fast pace in North Sea. PGJ *12* Oct 36—42.

[8] *Yocum, B. T.:* Minimizing production costs. OGJ *17* 72—80; *18* 237—9; *20* 78—82.

[9] *Dallimonti, R.:* Human factors should have role in design of process control centres. OGJ *49* 62—71.

[10] *Chambers, J. B.—Hillegeist, P. B.:* Producing sour oil and gas in the Jay field. JPT 701—6.

[11] *Csernomürdin, V. Sz.:* Pervüj opüt ékszpluatacii Orenburgszkogo GPZ. GP *3* 9—11.

[12] *Odisarija, G. E.—Klapcsuk, O. V.:* Ingibirovanie truboprovoda. GP *3* 38—41.

[13] *Mokljuk, A. A.—Sztepancsuk, V. V.:* Szisztema avtomaticseszkogo vüravnivanija urovnja kondenszata v podpornüh emkosztjah naszosznüh sztancij. GP *2* 16.

[14] *Lechner, S.—Ockelmann, H.—Blount, F. E.:* Neure Überlegungen zur Lösung von Korrosionsproblemen in Sauergasbohrungen. EEZ 386—94.

[15] *Snyder, R. P.:* H_2S new regulations force uptodate of oil practices. WO Nov 57—65.

[16] *Lordell, W. R.—Ayers, L. M.:* Separators cut weight, cost for gas-production equipment. OGJ *10* 57—9.

[17] *Vaszil'ev, Ju. N.—Raaben, V. N.:* Avtomatizirovannaja szisztema upravlenija rezsimom rabotü plaszta na podzemnom hraniliscse gaza. GP *3* 23—6.

[18] *Petrusch, E.:* Die Umstellung der Gaslagerstätte Wolfersberg auf Gasspeicherung. Grundlagen und Erfahrungen. EEZ 145—9.

[19] *Düwel, G.:* Untergrundspeicherung und Spitzengasversorgung in Hamburg. GWF GE 1—8.

[20] *McColl, J. R.:* Going for the last drop. Drllg. Nov 65—6.

[21] *McColl, J. R.:* Abu—Dhabi waterflood will use specially-developed pumps. PI Feb 23—4.

[22] *Davis, J. A.:* New pool boots Abu Dhabi's production. OGJ *19* 106—8, 110.

[23] *Dongarjan, S. Sz.:* Indusztrializacija promüszlovogo sztroitel'sztva—osznova uszkorennogo vvoda neftjanüh meszto-rozsdenij v promüslennuju ékszpuluataciju. NH *5* 27—32.

[24] *Szmol'nikov, N. V.—Mullaev, B. T.:—Gazijane. A. P.—Szalamatov, M. Sz.—Turehanov, A. M.:* O pricsinah oszlozsnenij v rabote vükidnüh linij szkvazsin i szoversensztvovanie szisztemü szbora nefti na mesztorozsdenii Uzen'. NH *8* 44—7.

[25] *Medvedev, V. F.—Szaval'ev, V. A.:* Vnutritrubnaja deémul'szacija nefti v potoke neftevodogazovoj szmeszi. NH *4* 59—60.

[26] *Matijcsenko, A. P.:* K voproszu ékonimicseszkoj éffektivnoszti povüsenija kacsesztva podgotovki nefti. Himija i Tehnologija Topliv i Maszel *4* 35—7.

[27] *Chatas, A. T.—Richardson, E. M.:* The multiple-well manifold production station. ASME 75—Pet—15 8 o.

[28] *Schaub, D. P.:* Ekofisk oil and gas pipeline construction. SPE 5277 11 o.
[29] *Antip'ev, V. N.—Vohmincev, V. N.—Szoldatov, V. D.:* O podgatovke gaza Zapadno-szurgutszkogo i Uszt'-balükszkogo mesztorozsdenij. NH *6* 59—61.
[30] *Kirsenbaum, R. P.—Kagan, Ja. M.—Antip'ev, V. N.:* O rabote koncevoj szeparacionnoj usztanovki pri szovmesztnom transzporte prirodnogo gaza i nefti. NH *8* 48—9.
[31] *Gould, T. J.:* Compositional twophase flow in pipelines, SPE 5685 16 o.
[32] *Rachford, H. H.:* Application of variational methods to model transient flow in complex liquid transmission system. SPE 6563 20 o.
[33] *Brainerd, H. A.—Hedquist, T. G.:* Twophase-flow test completed on North Slope. OGJ *9* 117—23.
[34] *Perevoscsikov, Sz. I.:* Raszcset osznovnüh parametrov nefteprovoda, transzportirujuscsego gazonaszüscsennuju neft'. NH *1* 39—41.
[35] *Perevoscsikov, Sz. I.—Korableva, Z. V.:* Opredelenie vjazkoszti gazonaszüscsennoj nefti. NH *2* 62—5.
[36] *Kornilov, G. G.:* Vlijanie vjazkosztnüh szvojsztv faz szmeszi na isztinnuju gazonaszüscsennoszt' dvuhfaznüh potokov. NH *1* 41—4.
[37 *Maron, V. I.:* Éffektivnüj koéfficient diffuzii v potoke nen'jutonszkoj zsidkoszti v trube. NH *2* 65—6.
[38] *Besevli, B. I.—Ivascsenko, V. F.—Kasz'jan, A. P.—Kovalenko, G. A.—Kotendzsi, A. V.—Poloszin, I. A.—Savorükin, Ju. V.—Sul'ga, V. G.:* Primenenie élektromagnitnüh voln szverhvüszokocsasztotnogo diapazona dlja bor'bü sz gidratoobrazovaniem. GP *2* 21—2.
[39] *Kottmann, A.—Brenner, J.—Kolb, K.:* Grenzen des Stresstests. GWF GE 211—6.
[40] *Kahl, F.:* Unverstärkte Apparatestutzen sind gefährliche Schwachstellen. ÉK 238—43.
[41] *Feizlmayr, A. H.:* Planung und Bau von Stationen für Mineralölfernleitungen. EEZ 157—64, 188—93, 257—63.
[42] *Misra, A.:* Erfahrungen bei der Trocknung sauerer Erdgase. EEZ 99—105.
[43] *Müller. R.:* Die Erdgasaufbereitungsanlagen Grossenkneten. EK 132—7.
[44] *Bekirov, T. M.—Nikolaev, V. Ju.—Szidorova, E. A.:* Ékszpluatacija usztanovki oszuski gaza na Mubarekszkom GPZ. GP *2* 13—5.
[45] *Decker, V.:* Verdichter und Antriebmaschinen für den Erdgastransport. EEZ 150—6.
[46] *Reuter, K.:* Turbinen für Erdgasverflüssigungsanlagen und Pumpen. EK 478—81.
[47] *Jazik, A. V.—Tverdohlebov, V. I.—Bogdanov, V. A.— Praszol, G. G.—Medvedev, V. K.—Poluljah, V. A.—Sihov, E. M.—Szolov'ev, P. N.—Kosztanov, I. A.:* Primenenie turbodetandera na Vuktül'szkom mesztorozsdenii. GP *11* 15—7.
[48] *Smith, A, E.—Schaefer, G. I.:* Heat recovery from multiturbine installations. SPE 5608 11 o.
[49] Pumps for oil/gas mixtures. PPI Apr 36—7.
[50] *Kemp, D. W.—Ellis, D. G.:* Computer controls fractination plants. OGJ *32* 60—4.
[51] *Demidenko, N. D.—Bütev, V. O.:* Analiz modeli nesztacionarnüh rezsimov maszszoperedacsi v rektifikacionnüh kolonnah. Izvesztija Szibirszkogo Otdelenija Akademii Nauk *13* 134—9.
[52] *Soedjanto, P.—Schaffert, F. W.—Mason, N. C. M.:* Gastransfer als LNG oder Metanol? GWF GE 271—82.
[53] *Brux, G.:* Abdichtung eines LNG-Speicherbehälters. GWF GE 27.
[54] *Rupf-Bolz, O.:* Doppelwandige LNG-Metallbehälter mit erhöhter Betriebssicherheit. GWF GE 269—74.
[55] *Tuck, L.:* Mass measurement at Ekofisk. PE *11* 96, 99—100.
[56] *La Nasa, P. J.:* A new look at methods to field test turbine meters. PLI *4* 33—8.
[57] *Less, G. G.:* Device measures pulsations accurately. OGJ *43*, 96, 98, 100, 102, 105, 108, 113, 116.
[58] — Segmentblendenschieber für extreme Durchflussmessbereiche. EK 544.
[59] *Marlin, S. L.:* Flow computers give accuracy... OGJ *6* 56—8.
[60] *Powers, L.:* Vortex shedding provides accurate flow OGJ *34* 84—7.
[61] *Buss, R. A.—Griffin, D. E.:* Computer optimizes gas processing. OGJ *20* 113—5.
[62] *Larass, A.:* Flüssigerdgas für den Spitzenbedarf Belgien. GWFGE 266—9.
[63] *Farrar, G. L.:* Oil industry continues to add process control computers. OGJ *49* 55—7.
[64] *Franklin, G. J.:* Frigg gas field: TOTAL installing advanced telemetry/control system. PLI *4* 27—32.
[65] PLM annual automation symposium. PLM *7* 8—20.
[66] — BP expands use of remote control for offshore fields. OGJ *21* 77—9.
[67] *Smith, R. S.:* Safety systems demand extensive design study. OGJ *37* 194—200.
[68] *Vaszil'ev, Ju. N.—Gergedava, S. K.:* Informacionnaja model'ASZU razrabotkoj gazovogo mesztorozsdenija. GP *8* 17—9.
[69] — Cutting costs in power backup for analog instrumentation. OGJ *8* 74—5.
[70] *Seemann, R. C.—Nisenfeld, A. E.:* Digital distillation column control offers flexibility. OGJ *42* 57—60.
[71] *Buss, R. A.—Griffin, D. E.:* Computer optimizes gas processing. OGJ *20* 47—51.
[72] *Mullins, L. D.—Baldwin, W. F.—Berry, P. M.:* How detectors measure flowline sand. OGJ *5* 101—4.
[73] — Flow/no-flow switch aids field automation. OGJ *3* 97—8.
[74] *Korljakov, G. A.—Partnov, M. Ja.—Brajtkrajc, A. L.—Oganeszjanc, G. M.—Sigorin, N. N.—Juszfin, V. Sz.—Ohotnikov, B. P.:* Pribor IP-VSZV dlja opredelenija parov vodü v prirodnom gaze. GP *2* 17—18.
[75] *Lauffer, H.:* Registrierende Taupunktmessung in Erdgasen. GWF GE 477—8.
[76] *Schnitler, E.:* Automatisch registrierende Wasserbestimmung in Erdgasen. GWF GE 475—6.
[77] *Parsons, J. D.:* Improved control system designed to hike efficiency. OGJ *49* 58—61.
[78] *Urbach, W.:* Systemgedanke in der Automatisierung. EK 126—31.
[79] *Sellars, H. L.—Cormack, D. E. —Dierker, W. E.—Hanson, N. M.:* Select computer videos to aid process operator. OGJ *49* 72—8.
[80] Special equipment solves problems in making T-ring for VSM's. PGJ *12* Oct 56—8.
[81] *Hale, D.:* Special insulated pipe system developed for Trans-Alaska pipeline. PGJ *10* Aug 66—74.
[82] *Deason, D.:* Trans-Alaska scheduled for spring pipelay start. PLI Jan 28—32.
[83] *Hale, D.:* First pipe laid on Trans-Alaska. PGJ *6* May 86—92.
[84] *Hale, D.:* Trans-Alaska oil pipeline moves ahead at full steam. PGJ *10* Aug. 26—33.
[85] How the pipeline will be operated and controlled. PLI Aug 69—72., 75, 77—8, 80—4.
[86] *Gubin, V. V.—Sutov, A. A.:* Osztüvanie podzemnogo truboprovoda, zapolnennogo parafinisztoj neft'ju. NH *7* 69—71.
[87] *Vjazunov, E. V.—Goloszovker, V. I.:* Parafinizacija magisztral'nogo nefteprovoda i éffektivnoszt' ego ocsisztki sarovümi razdeliteljami. NH *3* 42—4.
[88] *Smith, R. S.—Martin, B.:* Heat transfer considerations for multi-product pipelines. PLI Apr 51—3.
[89] *Deason, D.:* Insulated oil line to fuel Pennsylvania power plants. PLI Oct 39—41.
[90] *Hale, D.:* Arctic valves developed by intensive, extensive research. PGJ *10* Aug 80, 82, 84, 89.
[91] *Auler, E. P.—Abraham, T. O.:* Flaged developed for arctic service. PGJ *10* Aug. 76—9.
[92] *Massey, P. S.:* Ekofisk-Teesside line designed for operations efficiency. PLI Apr. 39—42.
[93] *Feizlmayr, A. H.:* Planung und Bau von Stationen für Mineralölfernleitungen. EEZ 157—64, 188—93, 257—63.
[94] *Zajcev, L. A.:* Avtomaticseszkoe regulirovanie davlenija na perekacsivajuscsih naszosznüh magisztral'nüh nefteprovodah. NH *5* 67—9.
[95] *Garaeva, V. A.—Irmjakov, R. Z.—Levencov, A. M.—Rascsepkin, K. E.:* Vübor vida normiruemüh pokazatelej nadezsnoszti osznovnüh naszosznüh agregatov magisztral'nogo nefteprovoda. NH *4* 57—9.
[96] *Gagey E.:* Leak detection with spheres. PGJ *8* July 47—8.
[97] *Kittel, A.:* Der NWO—Rissprüfmolch. EK 147.
[98] *Paisley, G. J.:* How Colonial handles 118 grades of products. PLI May 26—8.

[99] *Török A.:* Kőolajtermékek csőtávvezetéki szállítása. KF 17—21.
[100] *Lauriol, Ch.:* Recherche d'économies dans l'exploitation des pipelines. R. AFTP *233* 89—95.
[101] LOOP to store crude oil in 14 salt dome caverna. PLI Nov 57—60.
[102] *Kuhn, H.:* Comment relier Frigg á l'Ecosse et á Norvege, reconnaissance d'un tracé de pipeline. L'Industrie du Petrole dans le Monde Gaz-Chimie *43 1/2* 33—5.
[103] *Durand de Bousingen, A.:* Une operation difficile: la pose des pipelines en mer profond. IPM *9* 29—33.
[104] *Labbe, H.:* Le pipeline sous-marin profond. IPM *9* 40—1.
[105] *Silvestri, A.—Ells, J.:* Above — water tie — in technique proved for deepwater pipelines. PGJ *6* May 60, 62, 67, 70, 73.
[106] *Flint, R. W.—Martin, D. L.—Balle, E.:* Cutting pipe with explosives in ultra-deep water. PGJ *6* May 52—8.
[107] Steel fiber toughen coating for offshore pipelines. PGJ *6* May 76.
[108] *Ligon, J. B.—Mayer, G. R.:* Coefficient of friction for pipe coating materials. PLI Feb 31—2.
[109] *Stepath, M.:* Underwater welding: where do we go from here? PLI Oct 44—6.
[110] *Borodavkin, P. P.—Beszhizsko, V. V.:* Vübor optimal'noj traszszü nefteprovoda, imejuscsego neszkol'ko nacsal'nüh i konecsnüh punktov. NH *12* 56—8.
[111] *Smith, E. M.—Sweeney, D. T.:* Computer helps design run pipeline. OGJ *49* 94—106.
[112] *Techo, R.:* Volumetric corrections for pipe, products dues to pressure, temperature. PGJ *8* July 30—4.
[113] *Janigro, A.—Ferrini, F.:* Inducer pumps: a survey of various design and performance problems. IPM *5* 65—7.
[114] *Vladimirszkij, A. I.—Szaakov, Ju. M.—Jufin, V. A.:* Poszledovatel'naja perekacska neftej ili nefteproduktov sz otborom csaszti szmeszi na promezsutocsnom punkte truboprovoda. HN *8* 50—2.
[115] *Maron, V. I.:* Éffektivnüj koéfficient diffuzii v potoke nen'jutonovszkoj zsidkoszti v trube. NH *2* 65—6.
[116] *Bouffard, J. C.:* Evolution de la mise en place des produits petroliers et des dépota. R. AFTP *233* 78—80.
[117] Codes, standards and regulations for Western Europe oil pipelines. PGJ *11* Sep 36—42.
[118] *Feizlmayr, A. H.:* Planung und Bau von Stationen für Mineralölleitungen. EEZ 157—64, 188—93, 257—63.
[119] *Smith, E. M.:* Computer helps design, run pipeline. OGJ *49* 94—106.
[120] *Paisley, G. J.:* How Colonial handles 118 grades of products. PLI *5* 26—8.
[121] — Rangeland introduces new automation/control concepts. PLI *4* 25—6.
[122] *Griffiths, Ch.:* Skid-mounted stations to measure SUMED line flow. PLI *6* 24—8.
[123] *Young, H. A.:* Computer system finds, reports pipeline leaks. OGJ *24* 52—60.
[124] — Ultrasonic flowmeters check line. OGJ *49* 103.
[125] *Atsuhi Hara—Tatsuki Yoshikai—Hideo Hayashi—Shigeru Sugaya—Osamu Susuki—Kotato Fukuzawa—Munetaka Kondo—Kourchi Tobo:* Test results validate computer simulation of pipeline surges. OGJ *51* 41—6.
[126] *Henry, D.:* Engineerable PLC-s mean low cost control... PLM *4* 25—30.
[127] *O'Dea, D. M.:* Computerized machinery vibration analysis improves reliability. OGJ *51* 50—4.
[128 *Harry, E. C.—Shipp, E. M.:* Signature analysis for large rotating machinery benefist plant. OGJ *15* 59—61.
[129] NPRA Maintenance Q and A. OGJ *38* 97—9.
[130] Canada proposal total more than 20,000 miles. PLI Aug. 127—30.
[131] Polar gas gost set for the long pull. PGJ *10* Aug 48—52.
[132] *Deason, D.:* Polar gas plans High Arctic gas line by early 1980's. PLI Aug. 131—3.
[133] *Poyhonen, E.:* How Oklahama Natural assures accurate gas measurement. PLI Sep 31—3.
[134] Gas load limit monitor saves penalties. PGJ *13* Nov. 70—1.
[135] *Stammen, R.—Quade, T.:* Druckbegrenzungsanlagen für Erdgastransportleitungen. GWF GE 471—4.
[136] *Crabtree, G. M.:* How pilot controls work. PGJ *6* May 46—8.
[137] *Civallero, M. A.—Parrini, C. A.—Pizzimenti, A.:* High strength steel for cold climate pipeline. PLI Dec. 31—3.
[138] *Denoor, G.:* New concept requires less steel for high pressure pipelines. PLI Jan. 33—6.
[139] *Forst, T.—Schuster, H. G.:* Längsnaht geschweisste Grossrohre für Fernleitungen. GWF GE 85—90.
[140] Canadian Western plowing in 74 miles of aluminium gas line. PLI Jan. 43—4.
[141] *Saglio, R.:* Procédés de controle non destructifs en métallurgie. Techniques nouvelles. Nouveaux progres. R. AFTP *229* 53—64.
[142] *Graf, F. L.:* A new way to defect cast iron joint leak. PLI Sep 34—7.
[143] *Genieys, E.:* Revétements inorganiques appliqués á la protection des structures et tubuluers en acier. IPM *10* 46—8.
[144] *Pohl, J.:* Hochspannungbeeinflussung von Rohrleitungen. GWF GE 105—11.
[145] *Behesti, M.:* Charts simplify OPSO compliance. PLI Dec. 37—9.
[146] Differential gas pressure drives 50 watt generator. PLI Sep. 40—2.
[147] Small valves play big role shutdown systems. PGJ *13* Nov 68—9.
[148] *Anderson, Ph. J.—Daniels, E. J.:* LNG terminals existing and proposed systems compared. PGJ *11* Sep. 44—66.
[149] *Stilgenbauer, H.:* Expediting for A Superventure PGJ *7* June. 34—60.
[150] *Magruder, Ph. S.:* Aliso-canyon facility is giant among gas storage projects. PGJ *13* Nov. 20—3.
[151] *Clark, W. H.:* First storage field automation in operation in Michigan PGJ *8* July 23—9.
[152] *Centre Professionnel du butane et propane:* La securité dans le stockage et le transport des G. P. L. IPM *10* 63—7.
[153] *Zimmer, H.:* A new way to calculate optimum operation. PLI July 44—8.
[154] *Gracsev, V. V.—Scserbakov, Sz. G.—Bobrovszkij, Sz. A.:* Opredelenie éffektivnoszti szisztem magisztral'nüh gazoprovodov. GP *12* 26—30.
[155] *Ferber, E. P.:* Computer method calculates gas load estimating factor. PLI Oct 48—51.
[156] *Matevoszjan, P. A.—Nazarjan, G. G.—Grigorjan, G. F.:* Metodika raszcseta optimal'nüh gazovüh potokov i tehnicseszkih parametrov gazotranszportnüh szisztem RGSZ. GP *4* 33—7.
[157] *Brown, G. A.—Black, E.:* Gas measuring computer eliminates winter overruns. PGJ *10* July 20—2.
[158] *von Nimitz, W.:* New design criteria for reciprocating stations. Part 2. PLI Jan. 45—8.
[159] *von Nimitz, W.:* New techniques assure effective vibration and pulsation control. Part 3. PLI Feb 45—7.
[160] *Hudjakov, O. F.—Bulejko, M. D.—Sztarodubcev, A. M.—Poluljah, V. A.:* Ékszperimental'noe izucsenie termodinamicseszkih harakterisztik gazovüh teploobmennikov tipa „truba v trube". GP *5* 34—8.
[162] *Bush, H. E.—Beasly, A. E.:* Corrosion control in gas storage wells and lines. PGJ *13* Nov 36—56.
[163] *Kirsenbaum, R. P. —Antip'ev, V. N.—Kagan, Ja. M.—Nazarov, N. M.—Szoldatov, V. D.:* Opütno-promüslennüe iszpütanija dal'nego transzporta prirodnogo gaza szovmesztno sz neft'ju. NH *5* 63—6.
[164] *Perevoscsikov, Sz. I.:* Raszcset osznovnüh parametrov nefteprovoda, transzportirujuscsego gazonaszüscsennuju neft'. NH *1* 39—41.
[165] New concept — transport frozen oil slurry in LNG. PLI Dec 23—4.
[166] *Proes, N. M. E.:* LNG can play importante role in U.S. — U.S.S.R. trade. PGJ 7 June 79—83.
[167] *Doherty, M. C.:* Gas turbine's role in LNG liquefaction and vaporization. PLI Feb. 42—4; March. 57—8.
[168] *Reboul, J.—Royeries, A.:* Methanol ou GNL por le transport de l'energie primaire de gaz naturel. R. AFTP *230* 22—7.
[169] *Majorov, M. M.:* Razvitie otraszlevoj szeti informacionno vücsiszlitel'nüh centrov otraszli. GP *3* 12—6.
[170] *Tigemann, E.:* Prozessrechnereinsatz zur Überwachung und Steuerung von Gasversorgungsnetzen GWr GE 223—8.
[171] *Jacobs, T. E.—Goodenough, R. D.:* TGPC installs digital computers. OGJ *39* 116—21.
[172] *Bomford, J.:* Alberta Gas gets new supervisory control system Canada network. OGJ *43* 71—6.
[173] *Weiss, H.:* Lastverteilung in einem Gasversorgungsunternehmen mittels Fernwirkanlagen und Prozessrechner. EEZ 359—64.

[174] *Jones, G.—Wilson, J.—McPhee, A.:* Here is how British Gas uses the computer for special pipeline jobs. OGJ *52* 165—70.
[175] *Klinger, O.:* Oasis Pipe Line complets two years automated operations. PLM *3* 13—7.
[176] *Ewing, R. C.:* Pakistan in midst of long-range gas pipeline expansion program. OGJ *48* 119—22.
[177] *Moellenkamp, G. E.:* Compressor station software can be standardized. PLM *6* 16—20.
[178] *McDevitt, D. B.:* Microcomputer widens automatic control use. OGJ *36* 55—8.
[179] *Frank, A.:* Steuerung und Überwachung von Erdgasverdichterstationen. EEZ 265—6.
[180] *Sufcsuk, Ju. B.:* Kompleksz tehnicseszkih szredsztv informacionno-vücsiszlitel'nüh centrov gazovoj promüslennoszti. GP *3* 17—22.
[181] — Aerial pipeline patrol monitors rectifiers. PLM *5* 20—2.
[182] *Yost, K. C.:* Btu correction for accurate gas measurement. PE *2* 34—8.
[183] *PLI Symposium:* What gas utilities are doing to reduce operating costs. PLI *4* 18—24.
[184] *Bokszerman, J.:* Puti povüsenija éffektivnoszti transzporta topliva. Planovoe Hozjajsztvo *2* 20—9.
[185] *Schremp, F. W.—Roberson, G. R.:* Effect of supercritical carbon dioxid (CO_2) on construction materials. SPEJ 227—33.
[186] *Zavjalova, E. P.—Joannidisz, O. K.—Kazakov, K. M.:* K voproszu obrazovanija usztojcsivüh émul'szij v szisztеme gazokondenszat-voda-ingibitor korrozii. Korrozija i Zascsita Truboprovodov, Szkvazsin (Miniszterstvo Gazovoj Prom.) *6* 3—6.
[187] *Kemhadze, T. V.:* Zascsita promüszlovogo oborudovanija ot szerovodorodnoj korrozii v szisztеme élektrolit-zsidkie uglevodorodü. NH *2* 51—3.
[188] *Legezin, N. E.—Szturejko, O. G.:* Usztanovka dlja iszszledovanija metallov pod naprjazseniem. Korrozija i Zascsita Truboprovodov, Szkvazsin (Miniszterstvo Gazovoj Prom.) *6* 6—10.
[189] *Dorofeev, A. G.—Korolev, A. I.—Tagiev, E. E.—Moreev, G. V.:* Povedenie sztalej v szerovodorodnoj szrede razlicsnoj sztepeni vlazsnoszti. Korrozija i Zascsita Truboprovodov, Szkvazsin (Miniszterstvo Gazovoj Prom.) *6* 10—3.
[190] *Tregubova, E. Sz.:* Vübor isztocsnika pitanija dlja sztancij katodnoj zascsitü magisztral'nüh gazoprovodov. Korrozija i Zascsita Truboprovodov, Szkvazsin (Miniszterstvo Gazovoj Prom.) *6* 19—27.
[191] *Benke, H.:* A review of European safety code requirements for comparized instrumentation in hazardous area chemical plants. Instrumentation in the chemical and petr. Industries *11* 99—111.
[192] *Schwanecke, R.:* Festlegung von Sicherheitsbereichen unter Zugrundlegung von Ausbreitungsvorgängen bei Gasausbrüchen und Leckagen. GWF GE 355—60.
[193] *Forst, T.—Schuster, H. G.:* Längsnaht geschweisste Grossrohre für Frenleitungen. GWF GE 85—90.
[194] *Will, K.:* Moderne Viertakt-Gasmotoren. GWF GE 28—30.
[195] *Tomm, H.:* Elektrische Ausrüstung von Erdgasaufbereitungsanlagen. EEZ 106—12.
[196] *Bachaus, H.:* Grundlagen des Flüssigerdgastransportes mit Strassentankfahrzeugen. EEZ 248—53.
[197] *Rabensteiner, G.:* Die Feldschweissung von Pipelines mit Zelluloseelektroden. Schweisstechnik *2* 37—48.
[198] *Underwood, A. C.:* Is money wasted on pipeline welds? OGJ *1* 84—6.
[199] *Klass, D. L.—Cramer, T. L.:* Perpetuel sources of energy? PGJ *12* Oct 29—35.

7. Általános információk

E fejezet célja továbbra is a szénhidrogén-kitermelés technikájával tágabb összefüggésben levő, tendenciákat tükröző információk közlése, amilyenek a szakirodalom, az információtudomány, a szakemberképzés, a kölcsönhatás a környezettel, gazdasági jelenségek, üzem- és iparszervezés, üzem- és ipargazdaság a feldolgozott folyóiratok, előnyomatok és jelenségek alapján.

A Society of Petroleum Engineers of AIME (SPE) 1965-ben közzétett betűjelszabványa a rezervoármérnöki, a földgázmérnöki tudomány és a kútszelvényezés számára (AIME Transactions *234* 1463), majd ennek 1968-ban (AIME Trans. *243* 423) és 1972-ben közzétett (AIME Trans. *253* 556) kiegészítései folytatásaképp újabb kiegészítést közöl a kútszelvényezés és a formációértékelés, továbbá a gazdaságtudomány betű- és számítógépi jeleiről [1]. Hogy az információk megértéséhez nélkülözhetetlen betűjelszabványokat 20 év alatt három ízben kellett kiegészíteni, az is a tudomány és technika gyorsuló fejlődését mutatja. A következő jelentős lépés az angolszász nyelvterületen a „metrifikálás", a nemzetközi mértékrendszer kötelező használatának a küszöbön álló bevezetése lesz — hazánkban is.

A szakemberképzés minden szak létkérdése. Az USA-ban az 1972—73, 1973—74 és 1974—75-ös tanévekre beiratkozott olajmérnök-hallgatók létszáma sorrendben 1701, 1507 és 1947 volt, ami egy kicsit az olajembargós energiaválságuk hatását tükrözi. Ugyanakkor a felsőbb képzésre beiratkozottak száma 319, 309 és 340 volt, az előbbi számok 16,6, 20,5 és 19,6%-a. Az 1973—74. tanévben végzettek havi kezdő átlagfizetése B. S.-fokozattal 1063, M. S.-fokozattal 1169, doktorfokozattal 1556 $ volt. Az M. S.-fokozat tehát 10, a dr.-fokozat pedig 46,5% többletet jelentett a B. S.-fokozathoz képest a pályakezdéskor [2].

Az USA olajiparának műszaki és gazdasági szektorában az elhelyezkedési lehetőségekről, a szakemberkeresletről és -kínálatról, a fizetésekről tájékoztat [3]. Több mint 40 000 vállalat kínál 2000 különböző alkalmazást.

Az USA 21, olajmérnököt képező főiskoláján a közvetlen és a hosszú távú oktatóhiányt és okait vizsgálta meg egy bizottság [4]. A hiány ma 29, — 1978-ban 37 fő lesz. A hiány okai részben anyagiak, a fizetések alsó és felső átlagai a 9 hónapos iskolaévre 14 800 és 21 600 $, ami viszonylag alacsony, részben pedig az iskolák adminisztrációjában rejlenek. Az oktatóhiánnyal foglalkozik [5] és [6] is. A nagyvállalatok körében felmerült az a gondolat, hogy matematikus, fizikus és vegyész alapképzettségűekből maguk nevelhetnének szakembereket.

A több mint 24 000 tagot számláló Society of Petroleum Engineers of AIME társadalmi műszaki egyesület felülvizsgálja feladatait hosszabb távra, 1985-ig, hogy azoknak a gyorsan változó világban megfelelhessen: 1. műszaki tevékenységi körét, 2. műszaki tevékenységének minőségét, 3. információterjesztő munkáját, 4. tagságát, 5. a továbbképzés és a gyakorlat helyzetét, 6. világméretű szolgáltatásait, 7. interdiszciplináris viszonyait és viszonyát a nyilvánossággal, 8. hivatásos, szakmai és szellemi légkörét, és 9. szerkezetét [7], [8] és [9]. Ennek a társadalmi egyesületnek a szerepe az olajbányászat területén a tudomány és a technika fejlesztésében és az információk terjesztésében megalakulása óta kiemelkedő, az olyan intézmények mellett is, mint a szövetségi U. S. Bureau of Mines és az ipar által felállított American Petroleum Institute.

Az alkalmazottak produktivitását elemzi az USA nagy — a kutatástól az értékesítésig integrált multinacionális — olajvállalatainál [10], a független olajtermelő vállalatainál [11], a termelő iparon kívül [12] és az ipar más hét nagy ágazatában [13]. A négy írás érdekes képet nyújt a munkavállaló—munkaadó viszonyáról a világ legnagyobb tőkés országában az olajbányászat szemüvegén át.

7.1. Tengeri szénhidrogén-kitermelés

A USA-ban a szövetségi parton túli — tengeri — területek szénhidrogén-kutatás és -kitermelés céljára történő bérbeadásánál az árverési eredményeket elemzi statisztikailag [14]. — A tenger alatti szénhidrogén-kutatás és -kitermelés jóval költségesebb, mint a szárazföldön, és az ilyen célra árverésen bérbe vett terület értékének a becslésében is nagyobb a bizonytalanság és a vállalkozásban a kockázat. A kockázat minimalizálásával és az árajánlat optimalizálásával foglalkozik [15]. Valószínűségszámítással lehet az egyes döntésekkel járó kockázatokat figyelembe venni az ésszerű magatartás kialakításához.

Kalifornia 90 000 km^2 területű kontinentális selfjének szénhidrogénkészletét $16{,}2 \cdot 10^9$ m^3 olajekvivalensre becsülik. Ebből $0{,}955 \cdot 10^9$ m^3 esik a termelőmezőkre, $0{,}795 \cdot 10^9$ m^3 felfedezett, de még nem termelő mezőkre, a többi még felfedezésre vár. Az egész készletre kiterjedő műveléssel $4 \cdot 10^9$ m^3 lenne kitermelhető. Azonban a készlet földrajzi elhelyezkedésére való tekintettel a környezetvédelem ésszerű mértéke fogja eldönteni, mennyire lesz a kitermelés kiterjeszthető [16].

Az Északi-tengerrel mint a változó világban egy új, nagy jelentőségű olajterülettel foglalkozik [17], részletezve a felfedezés történetével, az olaj- és gázkészletekkel, a kitermeléssel és a szállítással és ezek költségeivel, a műveletek finanszírozásával és az érdekelt országok politikájával. Az Északi-tengeren a kutatófúrások kezdetétől, 1965-től 1975 áprilisáig, amikor 41 fúróberendezés dolgozott, 737 kutat fúrtak. A felfedezett egész olajkészlet $7{,}1 \cdot 10^9$ m^3, ebből biztos $3{,}4 \cdot 10^9$ m^3, az egész olajjal társult gáz $3{,}1 \cdot 10^{12}$ m^3, amiből biztos $1{,}7 \cdot 10^{12}$ m^3, a nem társult gázkészlet pedig $1{,}4 \cdot 10^{12}$ m^3, aminek kb. a fele biztos. — Az Északi-tenger szénhidrogénkészleteinek a parti államok szerinti eloszlásáról és az ezzel kapcsolatos kitermelési problémákról, főként ennek az Egyesült Királyságot illető részéről ír [18] is.

7.2. Sarkvidéki szénhidrogén-kitermelés

Permafrost területen a felengedett kőzet visszafagyását írják le analitikai úton [19]* szerzői, és az üzemi megfigyelésekkel egybehangzóan megállapítják, hogy a béléscsőre ható legnagyobb nyomás a permafrost kőzet rugalmas tulajdonságaitól függ, de a nyomásnövekedés ütemét a felengedés kezdeti ideje és a *Coulomb*-féle plasztikus tulajdonságok befolyásolják. A modell alapján szimulált viszonyok közt végrehajtott kísérletekkel tisztázták, hogy a béléscsőoszlop összeroppanása ellen védekezni lehet.

Permafrost területen meleg olajat termelő kutak termikus viselkedését és a permafrost épségét biztosító hőszigetelés kérdését tanulmányozta [20].

Sarki vizek felszínére kiömlő olajból a hullámzás hatására képződő vízben-olaj emulzió stabilitását tanulmányozta [21] szerzője fagyáskor-olvadáskor, négy különböző kőolajjal végzett kísérlettel a környezetvédelem érdekében. Azt tapasztalta, hogy a fagyás-olvadás növeli a cseppnagyságot, és csökkenti az olajcsepp koncentrációját az emulzióban.

7.3. Környezetvédelem

Texasban a szénhidrogén-termelést ellenőrző Texas Railroad Commission (TRRC) $1 \cdot 10^{-4}$ térfogatrészben szabályozza kén-hidrogén-tartalmú fluidumok esetében a fúrás, termelés és kezelés közben a művelet szoros környezetében megengedett legnagyobb H_2S-koncentrációt [22].

Földgázt termelő üzemekben a zajártalom elleni védelem két — egy aktív és egy passzív — módjáról tájékoztat [23].

Matematikai modellel oldja meg az atmoszferikus forrásból — kéményből — eredő levegőszennyezés problémáját [24]. A szennyező gáz vagy füst diszperzióját leíró konvekciódiffúzió egyenletét másodrendű explicit módszerrel, megállapodott állapotot feltételezve oldja meg. — Ugyanezzel a problémával foglalkoznak [25] szerzői is.

Az USA-ban a geotermikus energiabányászat számára a mai, több oldalú korlátozás helyett egységes környezetvédelmi szabályozást sürget [26].

A tenger felszínére kiömlött olajszennyezés eredetének azonosítására szolgáló módszereket: a fluoreszcenciás spektroszkópiát, az atomabszopciót, a gázkromatográfiát és az infravörös spektrofotométert ismerteti röviden [27].

Az USA új szövetségi szervezete, az Energy Research and Research Administration (ERDA) első jelentésében foglalt becslés szerint 2000-ben az USA energiaszerkezete a következő lesz: kőolaj és földgáz 0,3, kőszén 0,3, nukleáris 0,3, egyéb 0,1, és ennek megvalósításával az USA energiában önellátóvá válik. A másik szervezet, a Federal Energy Administration (FEA), külön jelentése a fokozott olajkitermelési módszerek elterjedésétől $10{,}5 \cdot 10^9$ m³ olajat vár. Az olajtermelés gyorsított programmal 1985-ben elérheti a 160 000—240 000 m³/d-ot. A fokozott módszerekkel termelt olaj költsége hordónként 7—12 $ lehet [28].

„A megnövelt gazdaságosság az első energiaalternatíva" címmel hívja fel a figyelmet [29] arra, hogy az ésszerű gazdálkodás a meglevő fosszilis energiahordozókkal az első lehetőség az átmeneti hiány enyhítésére. Ebből kiindulva foglalkozik a szénhidrogéneket helyettesítő energiafajtákkal.

Kanada jövő energiaellátásában a kőolaj szerepével, más energiafajtákkal való helyettesítésével és az új energiafajtákra való átváltás lehetőségeivel foglalkoznak [30] szerzői.

Más energiaforrások — szén, palaolaj, szilárd hulladék, vízierő, nukleáris, szoláris és geotermikus energia — kifejlesztésének a kőolajiparra várható hatásával foglalkoznak [31] szerzői, kiindulva a világnak a United Nations 1973 Yearbook szerinti 10^9 t szénegyenértékben kifejezett energiafogyasztásából:

Energiaforrás	Évi fogyasztás	Egész ismert készlet
Nyers kőolaj	3,44	100
Kőszén és lignit	2,41	7660
Földgáz	1,60	72
Víz- és nukleáris energia	0,18	—
A világ összesen	7,63	

Alberta mintegy 50 000 km² kiterjedésű és $143 \cdot 10^9$ t bitument tartalmazó hatalmas kátrányhomoktelepeinek 0,083-e fekszik 0—45 m mélységben, ezt tekintik ma külfejtéssel kitermelhetőnek. A telepek 45—150 m között fekvő 0,151 részén eddig végzett in situ kitermelési módszerekkel — gőzbesajtolással, földgáz-, gázbesajtolással, szakaszos gőzserkentéssel, helyben nedves elégetéssel — végzett kísérletekről számol be, és előre tekint a jövőbe [32]. A bitumen 0,25—0,50-át becsülik kitermelhetőnek. A készlet 0,7-e esik az Athabasca-övezetre. — Alberta kátrányhomokjaiból a bitumen in situ kitermelésének bizonyos szokatlan és még ki nem próbált módszereit foglalja össze, és az eddigi ez irányú jelentős kutatómunkát ismerteti [33].

Olajpalák egyidejű elgázosításáról és retortázásáról mint kettős energiaforrásról tájékoztat [34].

A Tatár Autonóm Szocialista Szovjet Köztársaság területén elhelyezkedő bitumentelepekről nyújt áttekintést [35]. Tájékoztat a bitumentartalmú kőzetekből történő szénhidrogén-kitermelés területén végzett laboratóriumi és ipari kísérletekről, azok eredményeiről és a további tervekről. — A Jareg-olajtelep (Komi ASZSZK) bányászati mélyműveléssel való termelését ismerteti [36]. Így kívánják később feltárni és kitermelni a Balaháni olajtelepet az Apseron-félszigeten.

A kőszéntelepek gáztartalmáról mint lehetséges földgázforrásról szól [37]. Az U. S. Bureau of Mines szerint az USA széntelepeiből ma $5{,}7 \cdot 10^6$ m³/d „földgáz" távozik a légkörbe. Az USA széntelepeinek gáztartalmát $8{,}8 \cdot 10^{12}$ m³-re becsülik. A szerző a szénből gáz termelésére végzett kísérletekről is beszámol.

A Szovjetunió kárpáti területein előforduló nagyon hasznos ásványkincs, a 0,3-ig terjedően bitumenes anyagokat tartalmazó olajpalák — menilitpalák — kitermelésének és ipari feldolgozásának távlatait tekinti át [38]. Előzetes számítások szerint a kitermelés és feldolgozás nagyon gazdaságosnak ígérkezik.

A világ ismert olajpalakészleteinek több mint a felét a Colorado, Utah és Wyoming államok területén 44 000 km² kiterjedésű Green River-formáció tartalmazza, amelynek olajkészlete 0,095 m³/t-val számolva $95 \cdot 10^9$ m³. Ennek a jövőjével foglalkozik [39]. Itt az Atlantic Richfield Co. egy 7300 m³/d kapacitású olajpalatelep létesítését tervezi. — Alberta Athabasca-homokja, gazdasági jelentőségéhez mérten két — [40] és [41] — előadásban is szerepelt a tokiói Kőolaj-Világkongresszuson.

Folyékony tüzelőanyagok kőszénből való előállításának európai és afrikai terveivel foglalkozik [42]. Egy ilyen nagy üzem D-Afrikában, Sasolbury-ben már működik. — Ugyanilyen tervekről számol be az USA-ból [43].

Kőszén föld alatti elgázosítására — amit első ízben 1868-ban *William Siemens* javasolt — matematikai modellt ad [44], amely egy korábbi egydimenziós modell továbbfejlesztése kétdimenzióssá, és alkalmas a folyamat változói hatásainak a vizsgálatára.

A Laramie Energy Research Center által a wyomingi Hanna mellett a kőszén in situ elgázosítására végrehajtott második kísérlet során eszközölt kémiai és fizikai mérések értelmezéséről számol be [45]. Viszonylag kis hőmérsékletű, 1,5 m/d előhaladású, fordított elégetéssel előállított nagy permeabilitású, erősen karbonizált ösvényen át 38 nap alatt fejezték be az elgázosítást. Átlag 54 000 m³/d levegő besajtolásával 76 000 m³/d gázt termeltek 305 kcal/m³ fűtőértékkel. Ehhez anyagmérleg-számítás szerint helyben 1688 t szenet használtak fel. — Két kisüzemi kísérletet ismertet a kőszén föld alatti helyben elégetésére — retortázására — Kentucky-ben, az olaj helyben elégetéséhez hasonló módszerrel [46]*.

Kőszén föld alatti elgázosításának, mintegy 1000 MW-os kombinált ciklusos erőmű tüzelőanyag-ellátásának gazdaságosságát tanulmányozza az ERDA kísérletei alapján [47].

Az USA geotermikus energiatermelésének mint a

„Project Independence" jelentős részének nagyarányú terveiről tájékoztat [48]. Gyorsított programmal 1985-re 20 000, 2000-re 200 000 MW elektromosenergia-kapacitást terveznek. A geotermikus tervek között szárazgőz-mezők, nedvesgőz-mezők, sós termálvizek, mérsékelt hőmérsékletű, kis szalinitású fluidumok, fedőnyomásos tárolók, meleg száraz kőzetek és magmatikus telepek vannak. — Kalifornia geotermikus-energia-készletének jelenével és jövőjével foglalkozik [49] is.

7.5. Gazdasági összefüggések

Az olaj világpiaci árában 1974 elején bekövetkezett árrobbanás drasztikusan és egyszer s mindenkorra véget vetett az olcsó olaj — olcsó energia — évtizedeken át tartó korszakának. A hirtelen előállt új világgazdasági helyzetben országonként előtérbe került az olajkészlet-olajfogyasztás, és szükségszerűen az energiakészlet-energiafogyasztás felülvizsgálata, az energiaszerkezet távlati kialakítása. A tőkés világ energiaválsága és a vele járó világgazdasági következmények áthúzódnak 1975-re, és ezek a meghatározói az alább vázolt gazdasági összefüggéseknek is.

A világ kőolajkészleteiről, amely meghaladja a $240 \cdot 10^9$ m³-t, a tokiói Kőolaj-Világkongresszus számára készült becslést ismerteti [50]. Szemléletes a készletek földrajzi eloszlása, a készletek és a fogyasztási gócok hatalmas távolsága. Becslést közöl arról is, hogy a nagy termelőkörzetekben a becsült végső kihozataloknak mekkora hányadát termelték eddig ki. A kitermelt hányadok az USA-ban 0,45, Latin-Amerikában 0,29, Észak-Afrikában 0,15, a Közel-Keleten 0,11, a szocialista országokban 0,09.

A világ gáziparáról: a földgáz készleteiről és termeléséről, szállításáról, felhasználásáról, tárolásáról, árának alakulásáról, és végül a Franciaország gazdaságában játszott szerepéről nyújt részletes tájékoztatást az 1972. évi 1. kiadása után a 2. kiadásában [51]. Ebből tudjuk meg, hogy 1972-ben a világ földgáztermelése $1464 \cdot 10^9$ m³ volt, és ennek 0,823-ét értékesítették.

A kőolaj és a más energiaformák közötti helyettesítés mechanizmusának vizsgálati módszereit, a helyettesítések következményeit a beruházási programokra és hatását az egyensúlyi energiaárakra írja le [52]. Közelebbről a gáz és az olaj közötti helyettesítést vizsgálja középtávra, mielőtt hosszú távon a szén, a nukleáris energia és más energiafajták hatása lesz érezhető.

A Szovjetuniónak, 1975-ben a világ olajtermelésben vezető országának szénhidrogénkészleteiről és -termeléséről nyújt jó áttekintést [53].

Az USA-ban az energia kutatásának és fejlesztésének ügyeiben a belügyminisztérium az illetékes. A belügyminisztérium keretében az arab olajembargó hatására 1975 januárjában egy új szervezetet létesítettek az energia kutatásának és fejlesztésének központosítása érdekében, az Energy Research and Development Administration-t, az ERDA-t. Az ERDA költségvetése 1975-ben 486 millió dollár volt, amiből a kőolajra és gázra 67,7, az olajpalákra 11,7 millió dollár jutott. Az új szervezet létrehozásáról tájékoztat [54].

A világ szénhidrogén-termelésének és -fogyasztásának alakulását az utolsó évtizedben elemzi, a jövőbe is előre tekintve [55].

Az USA lehetséges energiaforrásainak 1985-ben várható helyzetével foglalkozik a Federal Energy Administration (FEA) részéről [56], szem előtt tartva az USA gazdasági függetlensége megteremtésének követelményét. Következtetései: a jövő energiaárainak arányban kell lenniük társadalmi értékükkel: az árak hatása lesz döntő a technológiai fejlődésre, következésképp a termelés szintjére; a gazdasági növekedés nem áll meg, csak az üteme lassul. Az új technológia hatásos lesz mind az energia jobb felhasználásában, mind az elváráshoz mért mennyiségi termelésben. Amint a gazdaság jobban a szolgáltatásokra orientált lesz, új korszak következik, amelyben a több, nagyobb, gyorsabb és tekintélyesebb már nem lesz célja a társadalomnak. Írja ezt egy amerikai.

Az USA gáziparának gázelosztás- és gázszállítás-szektorát képviselő American Gas Association (AGA) véleményét terjeszti elő [57] az USA mai földgázhelyzetéről és ennek javasolt orvoslási módjairól. Megállapítja, hogy az USA energiakrízise voltaképp gázkrízis, a gázhiány problémája. Márpedig a folyamatos gáznemű tüzelőanyag-ellátásnak életképes alternatívája az előre becsülhető jövőben nincs. Némi változást fognak jelenteni a következő esztendők, amikor a gazdaságtalan felhasználásról át kell térni a minőségi (prémium) felhasználásra. A megoldás kulcsa a szövetségi kormányzat kezében van, a földgázt fel kell szabadítani az árkorlátozás alól, az ipart ezzel a kutatásra, új készletek feltárására ösztönözve. Ugyanezzel a problémával foglalkozik [58]*, [59] és [60] is.

A szénhidrogénkészletek kutatása és feltárása finanszírozásának és a beruházások kockázatának a problémáival foglalkoznak a következő tanulmányok, elsősorban az USA-ban. A kutatás és a kitermelés az egyre nagyobb mélységekbe, a tenger alá, a lakhatatlan sarkvidékek felé halad, ahol az egyre tőkeigényesebb, kockázatosabb, bizonytalanabb. Külföldi vállalkozásoknál mindezt megtetézi a gazdasági és politikai bizonytalanság, ami a bankszakmát tartózkodóvá teszi [61]. — Az inflációs viszonyok közti beruházásokkal foglalkozik [62]* és [63]*. — Nagyberuházásoknál, nagy kockázatú gazdasági és nehéz természeti környezetben, külön súllyal esik latba a megvalósítás késedelmének a szerepe [64]. — Mindez összefoglalható akként, hogy a gazdasági viszonyok, amelyek mellett a kutatásba tőkét fektetnek, az utóbbi években döntően megváltoztak. A tőke-

beruházások szintjei, kockázatai és bizonytalanságai — nem túlzás a szó — drámaian megnőttek. A beruházási stratégia alapja a kockázat és a bizonytalanság mértékének kvantitatív meghatározása. Erről tájékoztat [65] és [66].

A következő tanulmányok az olajárak kérdésével foglalkoznak. A nemzetközi kőolaj-kereskedelemben a kőolajárak megállapítása terén a multinacionális olajkartell 1928-ban történt megalakításától 1973 végéig, vitathatatlanul az Exxon-é — korábban Standard Oil of New Jersey-é — volt a vezető szerep. Ezt azóta az OPEC olajban leggazdagabb tagja, Szaúd-Arábia vette át. Ezt a folyamatot írja le és elemzi az exportra rendelkezésre álló olajkészleteket [67].

Az Interstate Oil Compact Commission (IOCC) a Federal Energy Administration (FEA) számára tanulmányt készített arról, hogy az USA-ban a mai, a szövetségi árkorlátok miatt a világpiaci áraktól elmaradó olajáraknak a kutatásra és termelésre ösztönzőbb módosítása vagy feloldása eredményeképp a fokozott kitermelési módszerek miképpen terjednének, és mennyi olajat eredményeznének. A [68] tanulmány ezt vizsgálja, és áttekintést nyújt a fokozott módszerek mai gazdaságosságáról.

Érdekesen és tiszteletre méltó objektivitással elemzi a világ — és benne az USA — energiahelyzetének, a termelésfelhasználásnak gazdasági-pénzügyi vonatkozásait [69], az USA gazdasági politikája tökéletlenségét [70], olajpolitikáját arab oldalról szemlélve [71], és a világméretű inflációnak az Oil Producing and Exporting Countries (OPEC) országai gazdaságára gyakorolt hatását [72].

Az USA-ban a nyersolajnak 1972-ben érvényben volt hordónkénti 3,39 $ átlagárával szemben az 1975 elejei, 6,85 $ átlagárral végzett becslés szerint az USA kitermelhető olajkészletei 0,05—0,06-dal, azaz kb 290—350 · 10^6 m^3-rel nőttek [73].

A jövő olajhozam jelen értékének a kiszámítására ad mintát [74] arra az esetre, amikor a hozam és a termelési költségek állandó arányban változnak.

Az USA-ban a mérsékelt áremeléssel művelésre érdemesekké váltak azok az olajtelepek is, amelyek termelése korábban gazdaságtalan lett volna. Ezért átértékelték e telepek készleteit. Az ún. csepegőtelepek kategóriájában, csepegőnek nevezve azt a kutat, amelynek napi olajhozama 1,6 m^3-nél kisebb, a készletek 1,17 · 10^9 m^3-re emelkedtek. Az USA csepegőkútjainak (stripper well) száma 1974-ben 366 100, termelésük 66,5 · 10^6 m^3 — az USA olajtermelésének 0,14-a —, kutankénti átlaghozama pedig 0,49 m^3/d volt [75].

IRODALOM

[1] 1975 Supplements to 1965 Standard: V. Letter and computer symbols for well logging and formation evaluation, VI. Letter and computer symbols for economics. Society of Petroleum Engineers of AIME. JPT 1244—64.

[2] — Engineering manpower: a near-crisis situation JPT. 54—6.

[3] *Lair, R. G.—Kelley, S.:* Oil industry offers carreer opportunities aplenty. OGJ *34* 46—52, 55—6, 59, 61, 63, 76, 78.

[4] — Teacher shortage: immediate and long range. JPT 730—1.

[5] — A second look at the faculty shortage. JPT 861.

[6] — Long-range report submitted for member feedback. JPT 851—5.

[7] — Proposed parameters of technical coverage defined and probed. JPT 1351—2.

[8] — Communication techniques and professionalism given form and goals by Long-Range Subcommittees. JPT 1459—61.

[9] — Into a new frontier: professionalism. JPT 1461—2.

[10] *Merklein, H. A.:* How productive are employes of major oil companies? WO July 108, 110—2, 114.

[11] *Merklein, H. A.:* How productive are employes of independent producers? WO Aug 1. 19—23.

[12] *Merklein, H. A.:* How productive are employes outside the producing industry? WO Sep 52—6.

[13] *Merklein, H. A.:* Employe productivity — how seven industries compare. WO Oct 99—100, 102, 104, 109.

[14] *Dougherty, E. L.—Lohrenz, J.:* Statistical analysis of bids for federal offshore leases. SPE 5583 19 o.

[15] *Dougherty, E. L.—Nozaki, M.:* Determing optimum bid fraction. JPT 349—56.

[16] *Hardoin, J. L.:* Public opinion will govern California's offshore future. WO Aug 1. 49, 52, 54, 58—9.

[17] *Bexon, R.:* The North Sea — a new major oil province in a changing world. JCPT *4* 22—7.

[18] *Rogers, F. W.:* U. K. North Sea oil coming despite political problems. WO Aug 15. 93—6, 98—9, 102, 104, 108.

[19] *Goodman, M. A.—Wood, D. B.:* A mechanical model for permafrost freeze-back pressure behavior. SPEJ 287—301.

[20] *Merriam, R.—Wechsler, A.—Boorman, R.—Davies, B.:* Insulated hot oil-producing wells in permafrost. JPT 357—65.

[21] *Chen, E. C.:* The influence of freezing-thawing on the stability of crude oil-in-water emulsions. JCPT *2* 38—41.

[22] *Snyder, R. E.:* H_2S — New regulations force update of old practice. WO Nov 57—65.

[23] *Sołtys, L.:* Czynna walka z hałasem na kopalniach gazu ziemnego. N (pol.) 68—75.

[24] *Wallis, J.—Aziz, K.:* Some aspects of the computer modelling of pollution from an athmospheric source. JCPT *1* 21—6.

[25] *Wallis, J.—Thusoo, A.—Donnelly, J.—Aziz, K.:* Some computational problems in the simulation of stack gas dispersion. JCPT *2* 27—32.

[26] *Robinson, J.:* Environmental constraints on geothermal development. SPE 5384 5 o.

[27] — New lab methods identify oil spill origins. WO Jan 111—2, 114.

[28] — ERDA says enhanced recovery urgent. OGJ *27* 34—5.

[29] *McNally, R.:* Increased efficiency is first energy alternative. PE July 15, 18, 20—2.

[30] *Stabback, J. G.—Vollman, K. W.:* Role of petroleum in a changing energy scene. JCPT *4* 17—21.

[31] *McKetta, J. J.—Scott, R. W.—Lambert, D. E.—Ponder, T. C.—Hoffman, H. L.—Wall, J. D.:* The impact on the petroleum industry of developing alternate sources of energy. WPC **5** 3—9.

[32] *Farouq Ali, S. M.:* Current status of in-situ recovery from the tar sands of Alberta. JCPT *1* 51—8.

[33] *Flock, D. L.—Tharin, J.:* Unconventional methods of recovery of bitumen and related research areas particular to the oil sands of Alberta. JCPT *3* 17—27.

[34] *Burwell, E. L.—Jacobson, I. A., Jr.:* Concurrent gasification and retorting of oil shale — a dual energy source. SPE 5335 8 o.

[35] *Faktullin, A. H.—Belov, E. P.—Akisev, I. M.—Kamenev, V. N.—Petuhov, V. K.:* Iszszledovatel'szkie i opütno-pro-

müslennüe rabotü po izvlecseniju uglevodorodov iz bituminoznüh porod. Izd-vo „Nauka", 1975, 22—25.
[36] *Kuliev, I. S.:* K voproszu szozdanija avtomatizirovannüh neftjanüh saht. NH *1* 34—6.
[37] *Deul, M.—Kimm, A. G.:* Coal beds: a source of natural gas. OGJ *24* 47—9.
[38] *Ladüzsenszkij, N. R.—Szidorovics, Ja. I.:* Perszpektivü dobücsi i promüslennoj pererabotki karpatszkih gorjucsih szlancev. Szb. „Teplovüe metodü dobücsi nefti". Izd-vo „Nauka", 1975, 72—5.
[39] *Bond, H. E.:* Oil shale — the dawn of a new U. S. energy industry. WPC **5** 41—50.
[40] *Humpreys, R. D.—Spragins, F. K.—Craig, D. R.:* Oil sands — Canada' first answer to the energy shortage. WPC **5** 17—27.
[41] *Mungen, R.—Nicholls, J. H.:* Recovery of oil from Athabasca sands and from heavy oil deposits of Northern Alberta by *in-situ* methods. WPC **5** 29—39.
[42] *Pichler, H.—Schulz, H.—Heike, Th.:* The production of liquid fuels from coal in Europe and Africa. WPC **5** 51—6.
[43] *Hill, G. R.—Alpert, S. B.—Gilman, H. H.:* Liquids from coal in the United States. WPC **5** 57—64.
[44] *Magnani, C. F.—Farouq Ali, S.M.:* Mathematical modeling of the stream method of underground coal gasification. SPEJ 425—36.
[45] *Brandenburg, Ch. F.—Reed, R. P.—Boyd, R. M.—Northrop, D. A.—Jennings, J. W.:* Interpretation of chemical and physical measurements from an in situ coal gasification experiment. SPE 5654 28 o.
[46] *Raimondi, P.—Terwilliger, P. L.—Wilson, R. A., Jr.:* A field test of underground combustion of coal. JPT 35—41.
[47] *Jennings, J. W.:* Some economic considerations of underground coal gasification. SPE 5429 9 o.
[48] *Glass, W. A.:* Geothermal projects and estimates through 1985 and the year 2000. SPE 5397 6 o.
[49] *Lande, D. P.* Geothermal energy in California. SPE 5390 4 o.
[50] — World crude resource may exceed 1500 billion barrels. WO Sep 47—50.
[51] *Valais, M.—Durand, M.:* L'industrie du gaz dans le mond. Janvier 1975, 2me edition. Les informations technico economique de l'Institut Française du Pétrole. — Editions Technip. Paris. 251 o.
[52] *Deam, R. J.—Leather, J.—Hale, J. G.:* World petroleum energy model. WPC **5** 397—414.
[53] *Rigassi, D. A.:* USSR becomes the world's leading oil producer. WO Aug 15. 121—2, 124, 126, 128—32.
[54] *Timenes, N., Jr.:* Energy R & D planning in the U. S. Department of the Interior from the Arab oil embargo to the creation of ERDA. SPE 5357 8 o.
[55] *Kastrop, J. E.:* Energy independence and world demand spotlight production technology. PE July 15. 5—6, 8.
[56] *Jenny, W. M.:* Potential energy sources. SPE 5431 3 o.
[57] *DeLaMater, S. T.:* Natural gas supply situation. SPE 5650 6 o.
[58] *Knop, D. R.—Roorda, J. F.:* Economic restraints on U. S. energy supply and demand. JPT 803—12.
[59] *DeLaMater, S. T.:* Natural gas supply situation. SPE 5432 8 o.
[60] *Deman, L. J.:* Gas industry policy options: an analysis. SPE 5574 4 o.
[61] *Matthews, T. K.:* Considerations in financing the development of petroleum resources. SPE 5577 4 o.
[62] *Davidson, L. B.:* Investment evaluation under conditions of inflation. JPT 1183—9.
[63] *Lyon, J. R.:* Using multiple cutoff rates for capital investment. JPT 822—6.
[64] *Gaffney, P. D.—Cox, T. F.:* The relative cost of major project delay. SPE 5582 10 o.
[65] *Newendorp, P. D.:* Risk analysis — is it really worth the effort? SPE 5578 7 o.
[66] *Newendorp, P. D.:* A method for treating dependencies between variables in simulation risk analysis models. SPE 5581 12 o.
[67] *Debanné, J. G.:* The new oil price leadership and the world price of oil. JCPT *1* 42—6. — Discussion: *Havlena, Z. G.* 46—7. — Author's reply: 47—50.
[68] — Enhanced-recovery surge seen via price decontrol. OGJ *8* 19—21.
[69] *Merklein, H. A.:* How energy relates to world monetary problems. WO Jan 92, 95—6, 98. WO Feb 1. 47—50.
[70] *Merklein, H. A.:* The NEW U. S. economic policy: it's not going to work, either. WO Feb 15. 47—8, 50—2.
[71] *Merklein, H. A.:* Oil and the U. S. economy: a view from the Arab side. WO May 90, 94, 96.
[72] *Merklein, H. A.:* How world inflation is affecting OPEC nations. WO June 53—5.
[73] — Higher crude prices add sharply to U. S. reserves. OGJ *3* 31—5.
[74] *Glass, E. D.:* Here's simplified way to evaluate a field's future oil production. OGJ *15* 67—8.
[75] — Higher prices help hike stripper flow. OGJ *44* 23.

NÉVMUTATÓ

A, Á

Abasov, M. T. **4.** 454
Abaszov, M. T. **4.** 371
Abbaszov, A. A. **4.** 376
Abdinov, É. T. **4.** 104
Abduhalikov, Ja. N. **3.** 130, 131
Abdullaeva, M. G. **4.** 105
Abdullah, H. **3.** 220
Abdullin, R. A. **3.** 196
Abgrall, E. **4.** 251
Abou—Kassem, J. H. **4.** 32, **5.** 64, 65
Abraham, T. O. **6.** 91
Abramova, E. Sz. **3.** 37, **5.** 62
Abrams, A. **4.** 263, 268
Abrikoszov, I. H. **4.** 186
Abry, C. G. **4.** 205
Acker, W. L. **2.** 57
Adameche, I. **5.** 45
Adams, N. J. **1.** 380
Adams, T. D. **4.** 2
Adler Gy. **4.** 399
Adzsalov, Z. M. **5.** 30
Afanasz'ev, V. S. **3.** 134
Agadzsanov, Sz. T. **1.** 288
Agaev, V. Sz. **4.** 225
Agaeva, M. A. **1.** 225
Agarwal, R. G. **4.**149
Agbi, B. **5.** 60
Agiza, M. N. **1.** 600
Aguilera, R. **3.** 124, **4.** 213, 266
Ahmadisin, Z. S. **1.** 338
Ahmedov, F. P. **5.** 49
Ahmedov, Z. M. **4.** 73, 104
Ahmedova, R. A. **4.** 22
Ahundov, A. A. **4.** 144
Ahundov, F. G. **5.** 30, 33
Ajt Saadi, A. **4.** 347
Ajzikovics, O. M **4.** 400
Ajzuppe, Z. A. **1.** 132
Akbasev, V. **3.** 46
Akent'ev E. P. **3.** 146, **4.** 25
Akisev, I. M **7.** 35
Akszel'rod, Sz. M.**3.** 19
Aktan, T. **4.** 84
Aladinszkaja' G. K. **2.** 28
Aldea, Gh. **4.** 10 414
Alder, B. **1.** 13, 145, 146
Aldrich, C. H. **1.** 325
Alexander, G. T., Jr. **1.** 364
Alexander, L. G. **5.** 43
Alekszandrov, B. L. **3.** 116, 276
Alekszandrov, M M. **1.** 110
Alekszandrov, V. B. **4.** 534
Alekszeev, N. A. **3.** 65
Alekszeev, V. N. **2.** 35
Alger, R. P. **3.** 41
Aliev, A. A. **1.** 80
Aliev, É. S. **4.** 224
Aliev, G. M. A. **4.** 22
Aliev, Sz. M. **1.** 225
Aliev, T. M. **1.** 194
Aliev, V. A. **4.** 116
Aliev, V. Sz. **1.** 86, 179
Aliev, Z. Sz. **3.** 37, **5.** 62
Alihanov, G. G. **4.** 23
Alisaev, M. G. **4.** 143
Aliscsaev, M. G. **4.** 255
Alizade, A. A. **1.** 588
Alizade, I. M. **4.** 122
Alizade, M. M. **4.** 135, 140
Allen, D. **1.** 405
Allen, J. H. **1.** 74, 187
Allen, L. S. **3.** 98
Alliot, J. M. **1.** 543
Alliquander Ö. **1.** 262, 282, 479
Alpert, S. B. **7.** 43
Al-Saif, A. S. **3.** 43
Althaus, V. E. **3.** 178
Ambarcumjan, A. P. **4** 298
Ambos, E. **1.** 554
Amelin, I. D. **4.** 405
Amerhanov, I. M. **4.** 26
Ametov, I. M. **4.** 122, 135, 140, 142
Amirov, A. D. **1.** 588
An, P. V. **3.** 8
Anan'ev, B. A. **2.** 93
Anderson, Ph. J. **6.** 148
Anderson, R. A. **3.** 171, **4.** 91
Andreev, Sz. A. **3.** 37, **5.** 62
Andriaszov, R. Sz. **5.** 29
Anikienko, G. I. **1.** 240
Annas, R. **1.** 13, 145
Antip'ev, V. N. **6.** 29, 30, 163
Antonakis, J. **1.** 582
Antonenko, V. I. **3.** 125
Antonov, A. A. **1.** 53
Antonov, V. A. **1.** 324
Aoyaghi, K. **1.** 264
Appl, F. C. **1.** 99, 135
Arbuzov, V. M. **3.** 196
Archer, J. S. **4.** 233
Ardaszov, L. V. **2.** 2
Argabright, C. A. **4.** 535
Arihara, N. **4.** 107
Arnold, W. **4.** 466
Árpási M. **1.** 407
Artem'eva, L. P. **3.** 202
Artjunov, Ju. G. **1.** 102
Ashford, F. E. **5.** 13
Ashford, S. E. **1.** 448
Aszadov, A. S. **4.** 73
Aszkerov, A. G. **1.** 224
Aszrijanc, L. Ja. **3.** 160
Atadzsanjan, B. P. **5.** 29
Athanasiadis, A. **1.** 495, **4.** 515
Atkinson, A. **3.** 28.
Atkinson, C. H. **1.** 475, **4.** 496
Atkinson, H. L. **1.** 628
Atwood, J. E. **5.** 32
Aud, B. W. **3.** 189
Auler, E. P. **6.** 91
Ault, J. W. **1.** 486, **4.** 505, 506
Avetiszov, A. G. **1.** 367
Ayers, H. J. **4.** 166, 533
Ayers, L. M. **6.** 16
Azar, J. J. **1.** 115
Azimov, B. A. **4.** 225
Azimov, É. H. **4.** 120, 141
Aziz, K. **5.** 6, 10, 11, **7.** 24, 25, 33, 257
Azizov, M. G. **4.** 242

B

Babaev, F. R. **4.** 39
Babaev, N. B. **1.** 572
Babajan, É. V. **1.** 215
Babak, V. K. **1.** 102
Babaljan, G. A. **4.** 346
Babaljan, P. I. **4.** 346
Babock, J. A. **1.** 196
Babukov, V. G. **4.** 531
Bachaus, H. **6.** 196
Badoev, T. I. **4.** 184
Bagaturova, O. Sz. **1.** 194
Bagautdinov, R. H. **1.** 396
Bagirov, K. G. **1.** 234
Bagir—Zade, F. M. **4.** 39
Bagrinceva, K. I. **4.** 46
Bagshaw, F. R. **1.** 221
Bajkov, D. G. **3.** 2.
Bajkov, U. M. **4.** 275
Bajmuhametov, K. Sz. **4.** 193, 219
Bajuncsikov, V. A. **2.** 76
Baker, B. A. **4.** 69
Baker, J. R. **4.** 522
Baker, L. E. **3.** 31, **4.** 305
Balasova, T. V. **4.** 368, 388
Baldenko, D. F. **1.** 126
Baldwin, W. F. **5.** 71, **6.** 72
Balickaja, Z. A. **1.** 327, 356
Bálint V. **4.** 353, 354, 361
Balle, E. **6.** 106
Bán Á. **4.** 353, 354, 361
Bandov, V. P. **3.** 160
Baradat, Y. **4.** 169
Baranov, Ju. V. **2.** 50
Baranov, O. L. **2.** 83
Bardon, C. **4.** 416
Baric, B. **5.** 14
Barinov, V. N. **1.** 334
Barker, C. **4.** 17
Barkman, J. H. **4.** 268
Barringer, D. K. **1.** 457, **4.** 476

Barrios, J. R. **1.** 376
Barstow, W. F. **4.** 272
Barszuk, G. V. **1.** 308
Bartumjan, G. T. **1.** 80
Barül'nik, V. N. **1.** 84
Basirov, I. A. **5.** 39
Baslükin, I. I. **3.** 24, 138, 139
Bass, R. L. **1.** 447, **5.** 25
Baszova, T. G. **1.** 227
Basztrikov, Sz. N. **1.** 396
Baviére, M. **4.** 326
Bazanova, T. D. **1.** 147
Beasly, A. E. **6.** 162
Beckmann, H. **3.** 92, 220, **4.** 56, 97
Beggs, H. D. **4.** 38
Behesti, M. **6.** 145
Beims, U. **4.** 221
Beirute, R. M. **1.** 349
Beissner, K. **4.** 467
Bejda, J. **2.** 27
Bekirov, T. M. **6.** 44
Belikov, V. G. **1.** 163, 188
Beljakov, M. A. **3.** 96, **4.** 113
Belkin, N. V. **3.** 15
Bel'kovics, E. Ja. **2.** 86
Bell, W. T. **1.** 420, **3.** 152, **4.** 153
Belov, E. P. **7.** 35
Benke, H. **6.** 191
Bennett, E. N. **4.** 211
Bennett, R. B. **1.** 209
Bennion, D. W. **4.** 257
Benson, G. **1.** 129
Berensztén', L. K. **2.** 74
Bereszney, N. F. **4.** 87
Berezsnoj, N. I. **4.** 142
Berg, R. R. **4.** 77
Bergstrom, J. M. **1.** 494
Berkovics, E. A. **1.** 276
Berlitz, R. E. **3.** 112
Bernadiner, M. G. **4.** 98a
Bernard, G. G. **4.** 323
Bernot, R. **4.** 309
Bernstejn, M. A. **1.** 588, 4. 396
Berry, D. W. **4.** 230
Berry, L. N. **1.** 24, 270
Berry, P. M. **5.** 71, **6.** 72
Berstejn, M. A. **4.** 367
Berzsec, G. N. **1.** 14, 52
Besevli, B. J. **6.** 38
Bessenyei Z. **4.** 332
Beszhizsko, V. V. **6.** 110
Bettge, G. W. **1.** 245
Bexon, R. **7.** 17
Bezdrobnüj, O. I. **1.** 347
Bia, P. **4.** 363
Biberman, M. I. **2.** 84
Biggs, M. E. **3.** 209
Bikbulatov, I. K. **1.** 11, 88, 172, 178
Bikcsurin, T. I. **1.** 176
Bikcsurin, T. N. **1.** 16, 128
Bilhartz, H. L., Jr. **4.** 316
Billingsley, R. H. **4.** 387
Biloszevics, R. M. **1.** 303
Bingham, M. G. **1.** 204
Bion Dic, N. **4.** 440, **5.** 63
Birdwell, B. F. **4.** 270
Bishnoi, P. R. **4.** 36
Black, E. **6.** 157
Black, H. N. **1.** 502, **4.** 503
Blades, D. N. **4.** 164
Blakely, R. F. **3.** 209
Blanc, G. **4.** 169
Bland, R. G. **1.** 209
Blauer, R. E. **1.** 480, **4.** 480
Blazskevic, I. I. **3.** 34
Blevins, T. R. **4.** 387
Blinov, G. A. **2.** 7, 31, 32, 76
Blinov, V. I. **1.** 433
Bljuberg, É. A. **4.** 401
Bloh, Sz. Sz. **4.** 142
Blount, F. E. **1.** 36, 426, **5.** 54, **6.** 14
Blythe, E. J., Jr. **1.** 401, 402, **3.** 149
Bobrovszkij, Sz. A. **6.** 154
Bodnárescu, D. **4.** 147
Bodunov, V. P. **3.** 34
Bogatov, V. I. **1.** 66, 200
Bogdanov, R. K. **2.** 89
Bogdanov, V. A. **6.** 47
Bogdanov, V. L. **1.** 338
Bogomolov, A. K. **2.** 102
Bogopol'szkij, A. O. **4.** 402
Bojarcsuk, A. F. **3.** 101, 123
Bojcsuk, L. G. **3.** 34
Bokszerman, A. A. **4.** 388, 404, 419
Bokszerman, J. **6.** 184
Bokszerman, Ja. A. **1.** 192
Bolocsij, B. Ju. **3.** 34
Bolonov, N. I. **1.** 214
Bomford, J. **6.** 172
Bond, D. C. **4.** 457
Bond, H. E. **7.** 39
Bondarev, V. I. **1.** 308
Boone, D. E. **1.** 22, 170
Boorman, R. **7.** 20
Booth, D. **1.** 70, 162, **4.** 296
Boriszenko, Z. G. **4.** 187
Boriszov, Ju. P. **4.** 374
Borodavkin, P. P. **6.** 110
Borodina, M. P. **4.** 329
Borregales, C. **4.** 199
Bortnickaja, V. M. **4.** 82
Bory, L. **1.** 61
Bossie—Codreanu, D. N. **4.** 232
Bott, G. **1.** 562
Bouck, L. S. **4.** 350
Bouffard, J. C. **6.** 116
Bourgoyne, A. T., Jr. **1.** 375
Boutalbi, A. **4.** 347
Bower, A. B., Jr. **1.** 101
Boyadjieff, G. I. **1.** 140
Boyd, R. M. **7.** 45
Bradley, B. W. **4.** 397
Bradley, J. S. **4.** 203
Bradley, W. B. **1.** 21, 120, 137, 314, 316, 317, 392
Brainerd, H. A. **6.** 33
Brajtkrajc, A. L. **6.** 74
Brandenburg, Ch. F. **7.** 45
Brandner, C. F. **4.** 259
Brar, G. S. **4.** 33
Brazsnikov, A. Ja. **1.** 240
Brazsnikov, V. A. **1.** 132, 154
Brejcha, R. J. **1.** 516
Breev, V. A. **4.** 188
Breiner, W. G. **1.** 32, 442, **4.** 550
Brenner, J. **6.** 39
Brewer, J. H. **1.** 551
Brewer, S. W. **4.** 384
Brigham, W. E. **4.** 107, 123, 157, 159
Brighaw, R. J. **3.** 158
Brill, J. B. **5.** 7
Brjuskov, N. I. **1.** 433
Broaddus, G. C. **1.** 461, **4.** 479
Brodszkij, V. M. **1.** 82
Brojtman, P. M. **2.** 112
Bronnikov, I. D. **2.** 26, 82, 95
Bronnikov, V. A. **4.** 27
Brookbank, M. R. **5.** 5
Brooks, J. P. **1.** 207
Broun, Sz. I. **1.** 412
Brown, A. **4.** 389
Brown, A. D. **1.** 618
Brown, G. A. **6.** 157
Brown, R. C. **4.** 455
Brown, R. J. S. **3.** 173
Brown, R. L. **1.** 400
Brown, T. **1.** 13, 145, 146
Browne, E. J. P. **5.** 1
Brownell, D. H., Jr. **4.** 171
Brownscombe, E. R. **1.** 436, **3.** 165
Brux, G. **6.** 53
Brülkin, Ju. L. **3.** 64
Buckij, A. L. **1.** 102
Buckman, D. **1.** 609
Buckup, K. **3.** 22
Budjukov, Ju. E. **2.** 16, 81
Buehner, L. C. **5.** 51
Bues, J. P. **4.** 460
Bugaev, A. A. **2.** 89
Bugaev, Ju. Sz. **2.** 91
Buhalov, V. M. **2.** 37
Buharev, N. N. **2.** 98
Bujalov, N. I. **4.** 194
Bukreeva, N. A. **4.** 432
Bulatov, A. I. **1.** 31, 215, 320, 337, 355
Bul'csuk, D. D. **4.** 31
Bulejko, M. D. **6.** 160
Bulgakov, E. Sz. **2.** 2, 26
Bulgakov, R. T. **1.** 255
Buracsek, N. A. **2.** 55
Burdün, T. A. **4.** 321
Burger, J. **4.** 414, 416
Burget, C. **1.** 326
Burimov, Ju. G. **1.** 290
Burjakovszkij, L. A. **4.** 39, 52
Burkill, C. C. C. **4.** 511
Burnell, A. J. **1.** 542
Burnett, D. B. **4.** 311
Burnus, W. A., Jr. **4.** 236
Bursell, C. G. **4.** 385
Burt, R. A. **4.** 289, 335
Burwell, E. L. **7.** 34
Burzewski, W. **4.** 101
Bush, H. E. **6.** 162
Buss, R. A. **6.** 61, 71
Buszlaev, V. F. **1.** 394
Butko, V. I. **4.** 530
Buttery, L. M. **1.** 532
Button, W. R. **3.** 40
Buvajlo, I. A. **4.** 540
Bücsenkov, E. I. **2.** 78, 86
Bütev, V, O, **6.** 51
Byerlee, J. D. **4.** 92
Byth, N. J. **1.** 499, **4.** 521

C

Calvert, D. G. **1.** 330
Cambell, B. L. **1.** 462
Campbell, A. B. **3.** 31
Campbell, B. L. **4.** 492
Campbell, R. A. **3.** 113
Cannon, D. E. **3.** 117
Cannon, J. R. **4.** 121
Caraway, G. E., Jr. **4.** 273
Carcoana, A. **4.** 414, 416
Caricin, U. V. **2.** 10
Carico, R. D. **1.** 221
Carlslisle, W. C. **4.** 166
Carlson, R. C. **3.** 6
Carlton, L. A. **1.** 243
Carney, L. L. **1.** 341
Carpenter, C. W., Jr. **4.** 327
Carpenter, D. H. **4.** 325
Carpenter, H. C. **4.** 417
Carter, L. G. **1.** 361
Caseli, U. A. **4.** 234
Cash, R. L. **4.** 343
Cash, R. L., Jr. **4.** 336
Cassé, F. J. **4.** 83
Cayas, J. L. **4.** 336, 343
Cegielski, J. M., Jr. **4.** 417
Celap, S. **4.** 192
Celikova, A. A. **4.** 398
Chace, R. N. **1.** 513
Chain, R. Y. **4.** 444
Chambers, J. B. **4.** 237, **6.** 10
Chance, M. J., Jr. **7.** 514
Charles, K. B. **1.** 519
Charlson, G. S. **4.** 316
Chastain, J. **4.** 132
Chatas, A. T. **6.** 27
Chatelan, J. C. **4.** 514

CHATTEJI, J. **1.** 345
CHAUVETEAU, G. **4.** 314, 528
CHAVENT, G. **4.** 226
CHEN, E. C. **7.** 21
CHEN, T. K. **4.** 452
CHEN, W. H. **4.** 209
CHEVALLIER, J. **1.** 553
CHIARELLI, A. **1.** 371, **3.** 182, 183
CHIERICI, G. L. **4.** 422
CHILDERS, M. A. **1.** 528
CHMILOWSKI, W. **1.** 462, **4.** 492
CHOV, A. J. **1.** 551
CHRISTIAN, W. W. **1.** 345
CHU, C. **4.** 380
CIBUL'KO, A. M. **4.** 377
CIECHANOWSKA, M. **4.** 54
CINCO, H. **4.** 128
CINCO-LEY, H. **4.** 129
CINTRACT, M. B. **1.** 546
CIUCCI, G. M. **4.** 422
CIVALLERO, M. A. **6.** 137
CLAMPITT, R. L. **4.** 318
CLARK, K. K. **4.** 64
CLARK, R. K. **1.** 232
CLARK, W. H. **6.** 151
CLAV, L. Z. **3.** 11
CLAY, R. R. **4.** 413
CLOSMANN, P. J. **4.** 125
CLOTHIER, A. T. **3.** 87, **4.** 48
COBB, W. M. **3.** 198, **4.** 210
COCANOWER, R, D. **3.** 47, **4.** 269
COCHRANE, J. E. **3.** 43
COFFMAN, C. L. **4.** 320
COLLINS, T. **4.** 449
COLONNA, J. **4.** 460
COMBARNOUS, M. **4.** 108, 363
COMBS, J. **3.** 104
COMEAUX, B. G. **1.** 32, 442, **4.** 550
CONLEY, F. R. **4.** 339, 340
CONNER, D. C. **3.** 107
CONOLLY, E. T. **3.** 84
CONRAD, K. M. **1.** 274, **3.** 181
CONSTANTINESCU, D. **2.** 100
CONSTANTINESCU, P. **4.** 393
COOK, C. **1.** 361
COOK, J. H. **1.** 10, 71
COOKE, C. E. **1.** 456
COOKE, C. E., JR. **4.** 473
COOKE, M. M. **4.** 559
COOPER, A. M. **4.** 174, **5.** 16
COPPEL, C. P. **4.** 520, 546
CORMACK, D. E. **6.** 79
CORTES, A. **1.** 96
COTTIN, R. **4.** 251
COUGET, P. **4.** 277
COVLIN, R. J. **1.** 40, 473, **4.** 494.
COX, P. T. **3.** 23
COX, T. **1.** 114, 246
COX, T. F. **7.** 64
CRABTREE, G. M. **6.** 136
CRAIG, D. R. **7.** 40
CRAM, M. E. **3.** 81
CRAMER, T. L. **6.** 199
CRANFIELD, J. **1.** 615
CRETU, I. **1.** 252
CREUSOT, M. R. **4.** 161
CRINKELMEYER, O. W. **1.** 357
CRISTIAN, M. **1.** 496, **4.** 501
CROCKETT, D. H. **4.** 357
CROCKFORD, A. L. **1.** 511
CROUZIL, G. **4.** 108
CROWE, C. W. **1.** 254, **4.** 536
CRUCEAU, S. **2.** 100
CRYAR, H. B., JR. **1.** 254, **4**, 536
CUIEC, L. E. **4.** 67, 68
CUKERMAN, V. A. **3.** 15
CUMMING, J. D. **2.** 6.
CUNNINGHAM, J. R. **1.** 485, **4.** 506
CÜGANKOV, V. A. **3.** 15
CÜPLAKOV, V. I. **3.** 8
CVETOV, V. V. **3.** 48

Cs

CSABA J. **1.** 374
CSATH B. **1.** 417
CSAZOV, G. A. **4.** 539
CSEKALJUK, É. B. **4.** 369, 375
CSELEY A. **1.** 407
CSELOMBIEV, B. K. **1.** 126, 230
CSERNJAK, G. A. **3.** 66
CSERNOMÜRDIN, V. SZ. **6.** 11
CSERNOPJATOV, V. G. **1.** 239, 328
CSERNÜH, V. A. **4.** 428
CSERNÜJ, V. B. **3.** 39
CSERNÜS, M. A. **2.** 83
CSERNÜSEV, G. I. **3.** 46
CSIKISEV, JU. A. **4.** 181
CSINAKINA, N. T. **1.** 234
CSIRIKOVA, V. I. **1.** 308
CSUDNOVSZKIJ, M. SZ. **1.** 87, 180
CSURINOVA, I. M. **3.** 156
CSUTNÜJ, A. L. **2.** 108

D

DABBOUS, M. K. **4.** 81
DADASEV, A. M. **1.** 191, **4.** 373
DAEV, D. SZ. **3.** 66
DAHL, P. **1.** 617
DALLIMONTI, R. **6.** 9
DANDONA, A. K. **4.** 261
DANESHY, A. A. **1.** 463, **4.** 481
DANEVIA, V. I. **3.** 19
DANEVICS, V. I. **3.** 20
DANIELJANC, SZ. M. **1.** 123
DANIELS, E. J. **6.** 148
DANIELS, J. J. **3.** 208
DARCSUK, V. D. **1.** 310
DARLEY, H. C. H. **1.** 28, 206, **4.** 268
DASEVSZKIJ, A. É. **3.** 103
DAVID, A. **3.** 111
DAVIDENKO, A. N. **1.** 228
DAVIDSON, L. B. **7.** 62
DAVIDSON, T. M. **3.** 29
DAVIES, B. **7.** 20
DAVIES, W. J. **4.** 236
DAVIS, J. A. **6.** 22
DAVIS, W. E., JR. **1.** 501
DAW, R. N. **3.** 203
DEAM, R. J. **7.** 52
DEAR, S. F. **1.** 207
DEASON, D. **6.** 1, 82, 89, 132
DEBANNÉ, J. G. **7.** 67
DECKER, V. **6.** 45
DECS, V. N. **3.** 132
DEGFAREV, V. A. **2.** 61
DEGTJAREV, V. N. **5.** 17
DELAMATER, S. T. **7.** 57, 59
DELCLAUD, J. **4.** 251
DELESTRADE, A. **1.** 142, 593
DEL ORBE VALDINIEZO, J. F. **1.** 408
DELYE, M. **4.** 414
DEMAN, L. J. **7.** 60
DEMIDENKO, N. D. **6.** 51
DEMIN, V. E. **2.** 45
DEMIRAY, G. **3.** 220
DENISZ, B. D. **1.** 148
DENISZENKO, V. V. **1.** 199
DENOOR, G. **6.** 138
DENSON, A. H. **4.** 136
DERES J. **3.** 169
DERKACS, N. D. **1.** 16, 127, 128
DERUSZOV, V. P. **2.** 56
DES BRISAY, C. L. **4.** 348
DETIN, G. D. **1.** 191
DETKOV, V. P. **1.** 338
DEUL, M. **7.** 37
DEVLIKAMOY, V. V. **4.** 41
DEYELL, J. W. **1.** 621
DIAZ—MUNOZ, J. **4.** 538
DICKEY, P. A. **4.** 100, 168
DIERKER, W. E. **6.** 79
DIESBURG, D. E. **1.** 301
DIETRICH, J. K. **4.** 60
DIETZ, D. N. **4.** 362
DILLER, J. **4.** 533
DINABURG, L. SZ. **1.** 339
DINMUHAMETOV, D. H. **1.** 308
DITCSUK, V. M. **1.** 159 .
DIVER, C. J. **4.** 293
DIXON, B. **1.** 13, 145
DOBRÜDNEV, V. P. **1.** 324, 337
DODISZ, JA. M. **2.** 20, 21
DODONOVA, I. A. **4.** 388
DOGRU, A. H. **4.** 121, 446
DOHERTY, M. C. **6.** 167
DOHY, G. **4.** 350
DOLESCHALL S. **4.** 354, 361
DOLLARHIDE, F. E. **1.** 499
DON, N. SZ. **1.** 306
DONALDSON, E. C. **4.** 69
DONGARJAN, S. SZ. **6.** 23
DONNELLY, J. **7.** 25
DORCSI G. **3.** 32
DORMAN, M. H. **4.** 175
DORMÁN J. **1.** 238
DOROFEEV, A. G. **6.** 189
DOROFEEVA, E. SZ. **4.** 530
DORSEY, J. B. **4.** 347
DOSZMUHANBETOV, B. M. **2.** 83
DOUGHERTY, E. L. **7.** 14, 15, 111, 435
DOWDLE, W. L. **3.** 198, **4.** 210
DRAHOS D. **3.** 145
DRANCHUK, P. M. **5.** 64, 65
DREHER, K. D. **4.** 328
DRESSEL, E. J. **1.** 576
DREYER, W. **4.** 467
DROBOT, D. I. **4.** 21
DROSTE, W. **1.** 535
DROZSZSIMOV, JU. M. **3.** 74
DRWIEGA, Z. **3.** 61
DUBININA, I. A. **4.** 217
DULLIEN, F. A. L. **4.** 76
DUMESTRE, A. C. **3.** 150
DUMIN, I. I. **1.** 159
DUNAY, G. **2.** 27
DUNLAP, R. G. **1.** 486, **4.** 505
DUPUY, M. **4.** 226
DURAND, M. **7.** 51
DURAND DE BOUSINGEN, A. **6.** 103
DUVAL, B. C. **1.** 620
DÜWEL, G. **6.** 19
DVORECKIJ, P. J. **3.** 110
DVORZSAK, V. A. **1.** 94
DZURMAN, P. J. **4.** 447
DZSAFAROV, N. D. **4.** 424
DZSALILOV, Z. I. **4.** 425
DZSALIL—ZADE, G. N. **1.** 80
DZSAMALOV, I. M. **4.** 23, 376, 383
DZSAMALOVA, H. F. **4.** 18
DZSAMILOV, K. N. **4.** 424
DZSASITOV, A. E. **1.** 388
DZSERIKI, G. K. **2.** 106
DZSEVANSIR, R. D. **4.** 52

E, É

EARLOUGHER, R. C., JR. **4.** 334
EATON, B. A. **1.** 101, **3.** 177
ECKERFIELD, R. J. **1.** 589
ÉDEL'MAN, A. E. **1.** 214
ÉDEL'MAN, JA. A. **1.** 133
EDMUNDSON, H. N. **3.** 43
EDWARDS, A. G. **1.** 421
EDWARDS, J. C. **4.** 109
EFIMOV, G. F. **2.** 34
EGERER F. **3.** 56
EGORENKO, B. F. **1.** 69
ELAS, R. E. **2.** 113
ELKASSAS, F. **3.** 220
ELKINS, L. F. **4.** 455

ELLEBRACHT, J. F. **4.** 315
ELLIOT, S. E. **3.** 176
ELLIS, D. G. **6.** 50
ELLISON, L. **4.** 469
ELLS, J. **6.** 105
EMANUEL, A. S. **4.** 227
ENGLANDER, H. E. **4.** 553
ENTOV, V. M. **4.** 98a
ÉPSTEJN, E. F. **1.** 228
EREMIN, G. A. **1.** 335
EREMIN, V. SZ. **5.** 17
EREMISZIN, I. F. **2.** 103
ERMAKOV, V. I. **3.** 16
ERMEY, B. R. **3.** 41
ERSOV, R. I. **1.** 304
ESPITALIÉ, J. **4.** 198
ESSER, R. W. **4.** 1
ESTERKA, F. **1.** 210, 212
ESZENTAEV, U. E. **2.** 48
EVAN, D. M. **4.** 167
EVDOKIMOV, A. F. **3.** 19, 20
EVERELL, M. D. **2.** 59
EVERS, J. F. **3.** 55, 213, **4.** 445
EVERS, R. H. **4.** 279
EVKO, N. D. **4.** 181
EWING, R. C. **6.** 176
EZEPENKO, V. N. **1.** 394

F

FÁBER, P. **1.** 256
FAGIANO, P. M. J. **5.** 5
FAJN, G. M. **1.** 123
FAJZULLIN, I. SZ. **3.** 8
FAKTULLIN, A. H. **7.** 35
FALK, D. O. **4.** 330
FARADZSEV, T. G. **1.** 91
FARHADZADE, E. M. **5.** 38, 40
FARLEY, R. W. **4.** 315
FAROUQ ALI, S. M. **4.** 538, **7.** 32, 44, 84, 172, 239, 333
FARRAR, G. L. **6.** 63
FARRIS, G. F. **4.** 557
FAST, C. R. **1.** 40, 473, **4.** 494
FATIEVA, R. S. **1.** 225
FATKULLIN, A. H. **4.** 319
FAULKNER, B. L. **4.** 356
FAUST, CH. R. **4.** 173
FEIZMAYR, A. H. **6.** 41, 93, 118
FEJGIN, M. V. **4.** 189
FEL'DMAN, I. N. **2.** 84
FELSENTHAL, M. **4.** 292
FERBER, E. P. **6.** 155
FERRINI, F. **6.** 113
FERTL, W. H. **1.** 268, 271, 351, 373, **3.** 13, 73, 79, 105, 119, 179, 189, 190
FIALKO, A. I. **4.** 423
FIELD, A. J. **1.** 534
FILATOV, B. SZ. **1.** 305
FILINOV, M. V. **4.** 462
FILJASZ, JU. I. **4.** 359
FINCHER, D. R. **1.** 425, **5.** 57
FINOGENOV, I. SZ. **1.** 346
FINOL, A. **4.** 239
FIS, M. L. **4.** 432
FISCHER, F. J. **1.** 378
FITCH, J. L. **1.** 454, **4.** 472
FITZPATRICK, H. J. **1.** 364
FLEWITT, W. E. **3.** 42
FLINT, R. W. **6.** 106
FLOCK, D. L. **7.** 33
FLORES, J. **4.** 102
FLUMERFELT, R. W. **4.** 117
FOGARASI, M.**5.** 61, 66
FOGLER, H. S. **1.** 485, 487, **4.** 506, 507
FOMENKO, N. I. **2.** 97, 102
FONTENOT, J. E. **1.** 18, 21, 24, 134, 270, 315, 316
FORD, E. **1.** 584
FORD, W. O., JR. **4.** 526
FORGERSON, C. D. **4.** 211
FORGOTSON, J. M. **3.** 122
FORGOTSON, J. M., JR. **3.** 122
FORNAZIER, E. **4.** 393
FORST, T. **6.** 139, 193
FÖRSTER, S. **4.** 466
FRANC, J. **1.** 419, 604, 605
FRANCO, A. **1.** 62
FRANK, A. **6.** 179
FRANK, R. D. **4.** 284
FRANKLIN, G. J. **6.** 64
FRANKLIN, L. J. **1.** 521, 612
FRATT, W. J. **4.** 309
FREDERICK, A. F. **1.** 41, 458, **4.** 475
FREDERICKSON, S. E. **1.** 461, **4.** 479
FREE, D. L. **1.** 41, 458, **4.** 475
FREY, R. P. **4.** 358
FRIDLJANDER, L. JA. **1.** 430
FRIDMAN, N. JA. **3.** 142
FRIEDMAN, F. **4.** 342
FRIEDMAN, R. H. **4.** 315, 317
FRIEV, K. A. **2.** 83
FRIMAN, JU. M. **4.** 432
FROHNE, K. H. **4.** 167
FROLOV, E. P. **3.** 199
FROLOVA, L. A. **3.** 67
FRONING, S. P. **4.** 270
FROST, J. G. **1.** 492, **4.** 518
FULFORD, R. S. **5.** 69
FULTON, P. F. **4.** 81
FURMANJUK, A. A. **1.** 333
FÜRER, G. **4.** 468

G

GAĆEŠA, J. **3.** 108
GADALOV, V. M. **1.** 130
GAFFNEY, P. D. **7.** 64
GAFIJATULLIN, R. H. **2.** 61, 114, 115
GAGEY, E. **6.** 96
GALAN, R. **1.** 68, 202
GALJAVICS, A. S. **3.** 127
GALLAGHER, J. L. **4.** 291
GALLJAMOV, F. SZ. **1.** 422
GALOVIĆ, S. **3.** 108
GALUSZTOVA, M. A. **1.** 224
GANCARZ, R. **3.** 151, **4.** 148
GANGLE, F. J. **4.** 292
GARAEV, A. I. **1.** 73
GARAEVA, V. A. **6.** 95
GARCIA, J. A. **1.** 13, 144, 145
GARDNER, F. J. **1.** 508
GARG, S. K. **4.** 171
GARRETT, R. L. **1.** 243
GAROOD, D. **1.** 46, 510, 557
GASEVSZKIJ, B. JA. **1.** 422
GASZANBALA, M. O. **1.** 80
GASZANOV, F. G. **4.** 225
GASZANOV, G. T. **4.** 85
GASZANOVA, SZ. K. **4.** 298
GATES, C. F. **4.** 384
GATTIS, J. R. **4.** 437
GATZKE, L. K. **4.** 397
GAUTHIER, G. **1.** 415
GAVRILJUK, A. E. **1.** 363
GAVRILOVA, L. V. **1.** 226
GAZIJANE, A. P. **6.** 24
GEFFEN, T. M. **4.** 4
GEJVANDOV, I. A. **4.** 396
GELBKE, C. **3.** 220
GEL'FGAT, JA. A. **1.** 394, **2.** 45
GELLER, V. Z. **4.** 40
GENIEYS, E. **6.** 143
GEOFFROY, P. **1.** 415
GERARDIN, J. **1.** 96
GERGEDAVA, S. K. **4.** 430, **6.** 68
GERON, S. **1.** 233
GEROV, L. G. **4.** 426
GHONIEM, Y. **3.** 92, **4.** 56
GIBBS, S. G. **5.** 37
GILL, J. A. **1.** 275, 372, **3.** 185, 187, 188
GILLILAND, H. E. **4.** 339, 340
GILMAN, H. H. **7.** 43
GILREATH, J. A. **3.** 112
GINSZBURG, I. M. **2.** 98
GIRILOVICS, G. N. **1.** 346, **3.** 197
GIUSTI, L. E. **4.** 199
GLANC, A. A. **2.** 119
GLASS, E. D. **7.** 74
GLASS, W. A. **7.** 48
GLAZKOV, A. D. **2.** 9
GLAZKOV, M. G. **2.** 50
GLEITER, J. **1.** 13, 145
GLENN, E. E., JR., **1.** 454, **4.** 472
GLENN, W. E. **3.** 75
GLOBA, V. A. **2.** 25
GLUHOV, I. F. **2.** 106
GNIBIDIN, V. N. **1.** 353, **3.** 191
GODDARD, J. E. **4.** 527
GOGARTY, W. B. **4.** 338
GOILLANDEAU, F. **1.** 543
GOKANAEV, K. Z. **1.** 224
GOLDSMITH, R. G. **1.** 269, 272
GOLOPUROV, A. G. **2.** 21
GOLOSZOVKER, V. I. **6.** 87
GOMAA, E. E. **4.** 110
GOMZIKOV, V. K. **4.** 274
GONCSARENKO, A. M. **1.** 235
GONCSARENKO, A. SZ. **2.** 91
GONCSAROV, A. E. **2.** 94
GONZALES—GERTH, E. **4.** 413
GOODENOUGH, R. D. **6.** 171
GOODMAN, M. A. **7.** 19
GORBACSEV, N. A. **1.** 69
GOREEV, A. V. **3.** 214
GORELOV, A. A. **3.** 212
GORIN, A. Z. **3.** 131
GORODNOV, V. D. **1.** 230, 347
GORSKOV, G. F. **1.** 388
GORSKOV, L. K. **2.** 18, 81
GOSS, R. **3.** 104
GOULD, T. J. **6.** 31
GOULD, T. L. **5.** 8, 12
GOVIER, G. W. **5.** 61
GRABESENKO, A. I. **2.** 103
GRACE, R. D. **1.** 189, 381
GRACSEV, V. V. **6.** 154
GRAF, F. L. **6.** 142
GRAF, L. E. **2.** 49, 51
GRAHAM, G. A. **4.** 293
GRAHAM, H. L. **4.** 344
GRAS, C. **1.** 371, **3.** 182, 183
GRAY, G. R. **1.** 237
GRAY, J. W. **4.** 348
GREGG, D. N. **1.** 275, 372, **3.** 187, 188
GREGORY, G. A. **5.** 6, 10, 11
GRICENKO, A. G. **3.** 24
GRICENKO, I. V. **4.** 442
GRIDIN, E. A. **2.** 83
GRIELSZKAJA, A. O. **3.** 59
GRIFFIN, D. E. **6.** 61, 71
GRIFFITH, H. D. **4.** 449
GRIFFITH, J. D. **4.** 351
GRIFFITHS, C. H. **6.** 122
GRIGOREV, U. V. **2.** 8
GRIGORJAN, G. F. **6.** 156
GRIGORJAN, N. A. **1.** 397
GRIGORJAN, N. G. **3.** 2
GRINGARTEN, A. C. **4.** 127, 146
GRIST, D. M. **4.** 62
GROBNER, P. J. **1.** 301
GROULT, J. **4.** 207
GRÖBER, H. **4.** 468
GRUMBKOV, A. P. **3.** 15
GRUNDT, G. **1.** 183
GUBAREV, B. P. **2.** 84
GUBERMAN S. A. **3.** 156
GUBIN, V. V. **6.** 86
GUBKIN, N. A. **1.** 306, 329
GUDOK, N. SZ. **1.** 265
GUIN, J. A. **1.** 498, **4.** 517
GUKASZJAN, A. A. **1.** 234, **4.** 73

GULATI, M. S. **1.** 443, **4.** 160, 552
GUL'BOVICS, B. I. **4.** 329
GUL'BOBICS, V. I. **4.** 55
GUL'JANC, G. M. **2.** 106, 111
GUMENIK, R. L. **2.** 105
GURBANOV, R. SZ. **4.** 104, 116
GUREGHIAN, A. B. **4.** 119
GUREVICH, G. R. **4.** 454
GUSMAN, M. T. **1.** 124
GUSZELJOV, T. T. **1.** 225
GUSZEV, V. M. **4.** 78
GUSZEVA, N. SZ. **3.** 15
GUSZMAN, A. M. **1.** 85, 86, 179
GUSZMANOVA, G. M. **4.** 72
GUTNIKOV, N. SZ. **2.** 48, 50
GUTU, GR. **4.** 393
GUU, J. Y. **3.** 208
GUZIK, M. **2.** 116
GUZSNOVSZKIJ, L. P. **4.** 368

Gy

GYULAY Z. **1.** 479

H

HAAFKENS, R. **1.** 464, **4.** 482
HABIBULLIN, R. A. **1.** 255
HABIBULLIN, Z. A. **4.** 41
HADDENHORST, F. A. **4.** 289, 335
HADEN, E. L. **1.** 181
HAFFNER, M. **2.** 120
HAGOORT, J. **3.** 392
HAJRETDINOV, R. S. **3.** 48
HALAMA, A. **3.** 153, **4.** 151
HALATOV, D. A. **3.** 125
HALE, D. **6.** 7, 81, 83, 84, 90
HALE, J. G. **7.** 52
HALEY, R. A. **3.** 140
HALIMOV, É. M. **4.** 219, 346
HALL, A. H. **4.** 34
HALL, B. E. **1.** 488, *4*, 509
HALL, J. E. **3.** 81
HAMBY, T. W. **1.** 285, 439, **4.** 548, **5.** 52, 53
HAMILTON, J. M. **3.** 40
HAMMACK, G. W. **3.** 13, 105
HAMMETT, D. S. **1.** 538, 539
HAND, J. H. **4.** 43
HANNAH, R. R. **1.** 465, 471, **4.** 483, 490
HANSON, M. E. **1.** 483, **3.** 170, **4.** 499
HANSON, N. M. **6.** 79
HANTELMANN, G. V. **4.** 464
HARDOIN, J. L. **7.** 16
HARDY, J. H. **4.** 349
HARKOVSZKIJ, V. I. **2.** 21
HARP, L. **1.** 471, **4.** 490
HARRELL, R. R. **4.** 138
HARRINGTON, L. **1.** 465, **4.** 483
HARRIS, D. G. **4.** 231
HARRIS, G. A. **4.** 282
HARRY, E. C. **6.** 128
HART, J. W. **4.** 293
HARTFORD, J. C. **4.** 289, 335
HARTMANN, D. J. **3.** 80
HASBROUCK, W. P. **3.** 208
HASIMOV, M. H. **1.** 347
HASKIN, C. A. **4.** 546
HASZAEV, A. M. **4.** 322
HASZAEV, R. M. **1.** 191
HAUENHERM, W. **4.** 458
HAWTHORNE, R. G. **4.** 75
HAY, R. **1.** 468, **3.** 195, **4.** 487
HAYES, M. **4.** 336, 343
HAZELWOOD, D. T. **1.** 556
HÄFNER, F. **4.** 303
HÄUSZER, D. **4.** 433
HEALY, R. N. **4.** 327, 331
HEARN, C. L. **4.** 350
HEARST, J. R. **3.** 6, 78
HEDQUIST, T. G. **6.** 33
HEEG, W. **4.** 303
HEEREMA, P. S. **1.** 573
HEGEMAN, P. S. **4.** 155
HEIKE, TH. **7.** 42
HEILHECKER, J. K. **1.** 205
HEINTZ, R. C. **4.** 394
HEISLER, L. **5.** 56
HELFER, P. E. **1.** 603
HENRY, A. J. **4.** 284
HENRY, D. **6.** 126
HENRY, J. C. **1.** 368
HEPP, V. **3.** 150
HERBERT, S. **2.** 63
HERMAN, Z. **3.** 153, **4.** 151, 152
HERNANDEZ, F. **5.** 7
HESLOP, A. **3.** 88
HETHERINGTON, CH. R. **1.** 614
HIATT, W. N. **4.** 291
HIEBLINGER, J. **4.** 464
HIGGINS, B. **1.** 250
HIGGINS, R. V. **4.** 253
HILL, G. R. **7.** 43
HILL, H. J. **4.** 268
HILLEGEIST, R. B. **4.** 237, **6.** 10
HIRASAKI, G. J. **4.** 228
HIRSCH, T. J. **1.** 575
HISZAMUTDINOV, A. I. **3.** 214
HMELEVCOV, A. D. **2.** 114, 115
HNATIUK, J. **1.** 626
HODSON, G. M. **3.** 13, 105
HOFFMAN, H. L. **7.** 31
HOHA, JU. L. **4.** 18
HOLAUB, R. **1.** 493
HOLCOMB, D. L. **1.** 480, 489, **4.** 480, 508
HOLDER, G. D. **4.** 43
HOLDITCH, S. A. **4.** 450
HOLLAND, D. S. **3.** 112
HOLLIS, J. W. **1.** 63
HOLM, A. E. **1.** 352, **3.** 194, **4.** 471
HOLM, L. W. **4.** 352
HOLMAN, G. B. **1.** 34, 40, 444, 473, **4.** 494, 543
HOLST, P. H. **4.** 418
HOLSTER, J. L. **1.** 447, **5.** 25
HOLT, O. R. **3.** 82
HOLTER, M. E. **3.** 215
HOLUB, R. **4.** 519
HONG, K. C. **1.** 38, **4.** 130
HOOD, C. M. **5.** 35
HOPKINSON, E. C. **3.** 14, 17
HORJUSIN, I. G. **2.** 52
HORNE, A. L. **4.** 351
HOUOT, G. **1.** 608
HOUPEURT, A. H. **4.** 207
HOUX, M. R. **1.** 457, **4.** 476
HOWARD, J. A. **1.** 157, 591
HOYER, W. A. **3.** 90, 148
HOZA, F. **2.** 58, 60
HÖRIG, P. **4.** 433
HRADIL, F. **1.** 298
HUBBE, J. **3.** 22
HUDGINS, T. A. **5.** 36
HUDJAKOV, O. F. **6.** 160
HUGHEN, R. L. **3.** 31
HUMPHREYS, R. D. **7.** 40
HUNT, A. E. **1.** 586
HUNT, J. M. **1.** 281, **4.** 16
HURLEY, D. C. **1.** 56
HURST, W. **4.** 126

I

IANĂS, M. **4.** 196
IFFLY, R. **4.** 251
IGNAT'EVA, N. E. **5.** 3
IKEDA, A. **1.** 300
IL'INSZKIJ, V. M. **3.** 103
ILLARIONOVA, T. M. **2.** 38, 54
IMANOV, K. SZ. **1.** 194
IMRE GY. **3.** 32
INGERMAN, V. G. **3.** 97, **4.** 74
INOUE KIOSI **2.** 80
INOZEMCEV, P. N. **1.** 324
IOACHIM, G. **4.** 252
IOANESZJAN, JU. R. **1.** 124
IOF, V. M. **3.** 20
IOVNOVICS, B. I. **1.** 155
IRMJAKOV, R. Z. **6.** 95
ISCSENKO, I. M. **1.** 343
ISHAM, C. E. **2.** 113
ISSARTS, J. P. **1.** 608
ISZAEV, M. I. **2.** 1, 5, 98
ISZKENDEROV, R. K. **1.** 261
ISZMAILOV, M. V. **4.** 383
ISZMAILOVA, N. A. **4.** 85
ISZMAJÜLOV, I. G. **1.** 397
ISZRAELJAN, A. D. **4.** 22
IVACSEV, L. M. **1.** 222, **2.** 109
IVAKIN, B. N. **3.** 8
IVANJUTA, M. M. **4.** 95, 96
IVANOV, F. P. **1.** 126
IVANOV, O. V. **2.** 72
IVANOV, SZ. V. **1.** 82
IVASCSENKO, V. F. **6.** 38
IVES, G. **1.** 569
IYER, B. G. **3.** 55, 213
IZBERGALIEV, H. ZS. **1.** 333
IZMAJLOV, L. B. **1.** 319
IZMALJOV, T. Z. **1.** 218, 386
IZOTOVA, T. SZ. **3.** 59

J

JACENKO, G. G. **4.** 47
JACOBS, T. E. **6.** 171
JACOBSON, I. A., JR. **7.** 34
JAGELER, A. H. **3.** 27
JAKOVLEV, JU. I. **4.** 456
JAKUNIN, I. A. **4.** 178
JALOV, JU. N. **4.** 398
JANIGRO, A. **6.** 113
JANSZ, J. W. **1.** 574
JAROSENKO, V. A. **2.** 94
JASCSUK, G. N. **4.** 46
JASZASIN, A. M. **1.** 433
JAZIK, A. V. **6.** 47
JEDLICKA, M. **2.** 47
JELIČ, K. **3.** 69
JENKINS, P. B. **1.** 511
JENKINS, R. A., JR. **4.** 522
JENNINGS, A. R. **1.** 472
JENNINGS, A. R., JR. **4.** 63, 491
JENNINGS, H. Y., JR. **4.** 42
JENNINGS, J. W. **7.** 45, 47
JENNY, W. M. **7.** 56
JESCH A. **1.** 432, **4.** 4, 86, 175
JOANNIDISZ, O. K. **6.** 186
JOHNSON, C. E., JR. **4.** 337
JOLY, G. **1.** 500
JONES, F. O., JR. **4**, 115
JONES, G. **6.** 174
JONES, G. H. **1.** 616
JONES, K. M. **1.** 619
JONES, M. R. **1.** 526, 603
JONES, P. H. **4.** 168
JONES, S. C. **4.** 328
JONS, F. O. **3.** 102
JOYNER, H. D. **4.** 212
JUBKEVICS, A. D. **2.** 115
JUCHA, S. **4.** 176
JUFIN, V. A. **6.** 114
JURECKA, J. **1.** 212
JUSZFIN, V. SZ. **6.** 74
JUSZUPOV, M. Z. **3.** 201

K

KABIROV, M. M. **4.** 41
KACSALOV, O. B. **4.** 30
KACSERZSUK, SZ. SZ. **2.** 22, 23

KADEN, S. 4. 170
KADÜMOV, JA. B. 1. 155
KADÜROV, B. A. 4. 424
KAGAN, JA. M. 6. 30, 163
KAGANOVICS, A. E. 3. 65
KAGANSZKIJ, A. M. 3. 64
KAHL, F. 6. 40
KALANTAROV, A. I. 4. 425
KALASNIKOV, V. N. 3. 36
KALICSENKO, A. SZ. 1. 319
KALUGIN, N. P. 5. 39
KALUZSNÜJ, B. SZ. 1. 148
KAMAL, M. 4. 157, 159
KAMENEV, V. N. 7 35
KAPLAN, L. SZ. 5. 47
KAPRALOV, V. I. 3. 167
KARAEV, M. A. 2. 107
KARASKIEWICZ, J. 4 13
KARBANOV, E. M. 4. 40
KARDÜS, V. C. 2. 30
KARICH, J. 2. 99
KARIMOV, N. H. 1. 306, 329
KARLIC, S. 1. 517
KARMOLIN, V. G. 1. 211
KARNES, G. T. 1. 491, 4. 512
KARPUHIN, B. D. 5. 39
KARRA, P. S. 4. 418
KARUSZ, E. V. 3. 7, 141
KASTOR, R. L. 1. 378
KASTROP, J. E. 1. 2, 474, 4. 3, 493, 5. 20, 7. 55
KASZINCEV, A. A. 1. 83
KASZ'JAN, A. P. 6. 38
KASZPERSZKIJ, B. V. 1. 240
KASZUMOV, K. A. 3. 134
KASZUM—ZADE, CS. A. 5. 30
KATZ, D. L. 4. 43
KAZAK, R. G. 2. 54
KAZAKEVICS. V. Z. 2. 33
KAZAKOV, K. M. 6. 186
KAZAMA, T. 1. 264
KAZEMI, H. 4. 243
KEELAN, D. K. 4. 61, 439
KEENEY, B. R. 1. 492, 5. 518
KEESE, J. A. 1. 431, 4. 561
KEITH, D. R. 4. 233
KELLAND, D. G. 3. 107
KELLDORF, W. F. N. 4. 526
KELLEY, S. 7. 3
KELM, C. H. 5. 34
KEMENECI, R. 3. 126
KEMHADZE, T. V. 6. 187
KEMP, D. W. 6. 50
KEMP, G. 1. 389
KENDALL, H. A. 1. 383
KENDALL, R. F. 4. 69
KENNEDY, H. 4. 280
KENNEDY, J. H. 4. 452
KENNEDY, J. L. 1. 580, 610
KENTIE, C. J. P. 4. 245
KERESZELIDZE, V. P. 3. 101
KERIMOV, Z. G. 1. 111, 387
KEVORKOV, SZ. A. 1. 236
KHAIRKHAH, D. 4. 111, 435
KHALIL, J. N. 4. 103
KHURANA, A. K. 4. 162
KIMM, A. G. 7. 37
KING, E. E. 3. 147
KING, R. L. 4. 283
KINGSTON, P. E. 4. 295
KIPANIN, G. T. 2. 117
KIPKO, E. JA. 2. 117
KIRCHOFF, D. L. 3. 140
KIRCSIPENKO, B. I. 3. 154
KIRKBY, M. A. 4. 2
KIRSENBAUM, R. P. 6. 30, 163
KISELEV, A. I. 4. 462
KISSELL, F. N. 4. 109
KISZELEV, A. T. 2. 49, 51
KISZLOVEC, R. N. 4. 329
KILLER, A. 6. 97
KLAPCSUK, O. V. 6. 12
KLASS, D. L. 6. 199
KLEINEGGER, J. 1. 352
KLEINITZ, W. 4. 464
KLEMPERT, B. V. 1. 240
KLEVANSZKAJA, B. V. 3. 19
KLICSUK, V. G. 1. 94
KLIMOCSKIN, É. E. 2. 104
KLINGER, O. 6. 175
KLJACSKO, L. I. 2. 85
KLJUSIN, G. P. 1. 312
KLOMP, E. J. W. 4. 436
KLÜGL, J. 1. 326, 344
KNAPP, R. M. 4. 446
KNOP, D. R. 7. 58
KNOX, C. C. 3. 83
KOBAYASHI, N. 1. 264
KOCH, B. 1. 13, 145, 146
KOCH, R. 4. 467
KOCH, R. D. 1. 597
KOCSESKOV, A. A. 4. 404, 419
KOCSETOV, M. N. 4. 182, 188
KOCSIKJAN, R. G. 1. 69
KOERPERICH, E. A. 3. 9, 121, 4. 57
KOGAN, D. I. 2. 51, 90
KOHLER, N. 4. 314
KOKSAROV, V. Z. 3. 12
KOLASZNIKOV, N. A. 1. 235
KOLB, K. 6. 39
KOL'COV, O. P. 2. 84
KOLCSIN, A. V. 2. 85
KOLDOBSZKIJ, L. S. 3. 11
KOLESZNIKOV, P. I. 1. 230
KOLESZNIKOV, V. G. 1. 87, 180
KOLESZNIKOV, V. N. 3. 129
KOLESZOV, V. I. 3. 15
KOLOSZOV, B. V. 3. 39
KOMAR, C. A. 1. 469, 4. 488
KOMAROV, M. A. 2. 2, 22, 23, 26
KOMAROV, V. G. 4. 329
KOMISZAROV, A. I. 4. 531
KOMLÓSI ZS. 3. 159
KONDOR I. 1. 61
KONDRAT'EV, JU. V. 3. 10, 192
KOONCE, A. T. 4. 486
KOONCE, K. T. 1. 467
KOPÜLOV, A. SZ. 1. 290
KORLJAKOV, G. A. 6. 74
KORNILOV, G. G. 6. 36
KORNILOV, N. I. 2. 76
KOROLEV, A. I. 6. 189
KOROL'KO, E. I. 2. 11
KOROSZTÜSEVSZKIJ, M. N. 4. 184
KOROTAEV, JU. P. 4. 426, 454
KORRINGA, J. 3. 173
KOSELEV, A. T. 1. 367
KOSELEV, N. N. 3. 199
KOSTIC, R. 4. 537
KOSZAREV, N. N. 4. 408
KOSZTANOV, I. A. 6. 47
KOTENDZSI, A. V. 6. 38
KOTLJAROVA, E. L. 4. 254
KOTOV, P. T. 3. 52
KOTTMANN, A. 6. 39
KOTYLAK, E. 1. 395
KOVAČIČ, F. 1. 482, 4. 500
KOVAL'CSUK, JU. A. 4. 181
KOVAL'CSUK, N. R. 4. 179, 185
KOVALENKO, A. V. 1. 433
KOVALENKO, G. A. 6. 38
KOVALEV, L. N. 2. 103
KOWALSKI, J. 3. 172
KOWALSKI, J. J. 3. 215
KOZLOV, A. L. 4. 432
KOZLOV, F. A. 1. 176
KOZLOVA, A. L. 1. 251
KOZLOVCEVA, Z. I. 4. 70
KOZLOVSZKIJ, E. A. 2. 24
KOZSEVNIKOV, D. A. 3. 74
KÖHSLING, J. 4. 461
KRASZJUKOV, V. P. 1. 388
KRASZNOV, JU. SZ. 1. 288
KRAUSE, E. R. 1. 579
KRAVCSENKO, JU. B. 4. 423
KRAWIEC, U. 4. 59
KREMSZ, A. JA. 4. 431
KRETZSCHMAR, H. J. 4. 433
KRILOV, A. P. 4. 262
KRISZT, M. O. 1. 334
KRITSZKAJA, SZ. L. 4. 30
KRIZMANIC, K. 4. 19, 192, 195, 249, 440, 5. 63
KRÓL, L. 3. 109
KROMEK, C. 1. 109
KRUFIK, T. N. 1. 16, 128
KRUG, J. A. 1. 481, 5. 4
KRUGLICKIJ, N. N. 1. 333
KRUGLIKOV, N. A. 3. 162
KRUMAN, B. B. 5. 41
KRUSZIR, I. N. 2. 49
KRUZSEL, A. A. 3. 123
KRÜLOV, A. P. 4. 9
KRÜLOV, V. I. 1. 335
KUANG, J. G. 1. 540
KUCSERUK, E. V. 1. 369
KUDRJASOV, B. B. 2. 81
KUEHNE, G. 4. 465
KUHN, H. 6. 102
KUKSZOV, A. K. 1. 266, 4. 93
KUKURUDZ, SZ. F. 1. 159
KULIEV, A. M. 4. 120, 141, 145
KULIEV, G. A. 5. 28
KULIEV, I. P. 1. 572
KULIEV, I. S. 7. 36
KULIEV, K. A. 1. 387
KULIEV, R. I. 1. 261
KUL'PIN, L. G. 4. 442
KUL'PINA, N. M. 4. 442
KUNCMANN, R. 3. 219
KUNDIN, S. A. 4. 454
KUNIN, N. JA. 3. 210
KURDACSEV, A. I. 1. 339
KUROCSKIN, B. M. 1. 388
KUROCSKIN, P. N. 2. 31, 32
KUSILKOV, A. P. 5. 31
KUSZAKOV, M. M. 4. 80
KUTLAKOVA, K. G. 3. 127
KUZELJEVIĆ, B, 3. 126
KUZ'MIN, A. A. 4. 25
KUZ'MIN, V. M. 3. 200
KUZNECOV, L. N. 3. 135
KUZNECOV, M. A. 4. 400
KUZNECOV, O. L. 2. 45, 3. 7, 35, 71, 141
KUZOVLEV, A. K. 1. 69
KWON, B. S. 3. 57
KYTE, J. R. 4. 230

L, Ly

LABBE, H. 6. 104
LABORDE, A. J. 1. 533
LABRID, J. C. 1. 484, 490, 4. 504, 510
LABUDOVIĆ, V. 1. 493, 4. 519
LACSINJAN, L. A. 2. 101, 102
LADÜKA, JU. F. 4. 82
LADÜZSENSZKIJ, N. R. 7. 38
LAFAYETTE, C. R. 5. 32
LAGUNOV, V. A. 2. 117
LAIR, R. G. 7. 3
LAMBERT, D. E. 7. 31
LAMBRICH, K. H. 4. 465
LA NASA, P. J. 6. 56
LANDE, D. P. 7. 49
LANDRUM, A. C. 5. 32
LANG, Z. 4. 106
LANGITAN, F. B. 5. 46
LANGLEY, G. O. 4. 62
LANGSTON, J. V. 1. 3
LANIN, M. R. 3. 131
LAPIN, V. B. 1. 218

LAPSIN, V. I. **2.** 31
LARASS, A. **6.** 62
LARIONOV, V. D. **2.** 12, 13, 15, 44
LARRETGERE, O. **1.** 413
LARSON, V. F. **1.** 559
LAUFFER, H. **6.** 75
LAULETTA, J. F. **1.** 23, 185, 263
LAUMBACH, D. D. **4.** 118
LAURIOL, CH. **6.** 100
LAVALEE, L. **2.** 79
LAVERS, B. A. **3.** 106
LAWRANCE, R. J. **1.** 190
LAWRENCE, T. M. **4.** 447
LEA, J. F., JR. **1.** 260
LEATHER, J. **7.** 52
LEBEDEV, JU. A. **4.** 401
LEBKIN, V. T. **1.** 251
LECHLER, S. **1.** 36, 291, 426, **5.** 54, **6.** 14
LECKIN, B. A. **5.** 17
LEDUC, J. **4.** 251
LEE, W. J. **4.** 138, 283,284
LEFEBVRE DU PREY, E. F. **4.** 232
LEGEZIN, N. E. **6.** 188
LEIGHTON, A. J. **4.** 253
LEIJNSE, A. **4.** 392
LEJBOVICS, F. M. **4.** 96
LELEU, M. **4.** 108
LEMONNIER, P. **4.** 226
LENCSEVSZKIJ, A. V. **4.** 346
LENNON, R. B. **4.** 395
LENSZKIH, M. K. **4.** 186
LEONOV, E. G. **1.** 305
LEONT'EV, E. I. **3.** 120
LEONTOVICS, JA. J. **3.** 10, 192, 193
LE PEUVEDIC, J. **1.** 541
LERMAN, B. A. **4.** 319
LERNER, M. B. **3.** 162
LERNER, R. S. **1.** 248
LESCARBOURA, J. A. **4.** 154
LESCSENKO, JU. G. **4.** 532
LESS, G. G. **6.** 57
LETBETTER, S. C. **1.** 382
LETICKIJ, A. V. **1.** 339
LETKEMAN, J. P. **4.** 233
LEVENCOV, A. N. **6.** 95
LEVI, B. I. **4.** 301, 346
LEVIN, E. F. **2.** 53
LEVIT, A. M. **3.** 202
LEYDENECKER, E. A. **1.** 241
LEZSANKIN, SZ. I. **3.** 51
LEZSENIN, V. G. **4.** 319
LIBERZON, M. I. **1.** 194
LICHAA, P. M. **4.** 511
LIEPOLD, R. **5.** 50
LIGON, J. B. **6.** 108
LIJMBACH, G. W. M. **4.** 14
LIKWARTZ, D. J. **1.** 445, **4.** 544
LILJESTRAND, W. E. **1.** 67, 203
LIMBERGER, JU. A. **3.** 103
LINDSEY, H. R., JR. **1.** 359
LINEV, V. SZ. **4.** 218
LIN'KOV, V. A. **3.** 70
LIPSCOMBE, D. **1.** 611
LIPTON, D. **4.** 310
LISOWICZ, S. **2.** 116
LISZOVSZKAJA, G. P. **1.** 121
LISZTENGARTEN, L. B. **4.** 49
LITHERLAND, J. G. **4.** 347
LITTLE, J. E. **4.** 60
LITTLE, T. P. **4.** 410
LITVAKOV, V. J. **1.** 367
LITVAKOV, V. U. **3.** 46
LITVINOV, SZ. JA. **3.** 60
LITVINOV, V. V. **4.** 376
LITVISKO, V. G. **1.** 332
LI UN HOL, **2.** 17
LIU, S. T. **4.** 555
LIVESAY, B. J. **1.** 49, 171
LIVINCEV, P. N. **4.** 178
LIVSIC, V. N. **2.** 89, 91
LJAH, N. E. **2.** 115
LJUTIN, L. V. **4.** 321
LOBAKOVA, S. A. **1.** 248
LOCKE, C. D. **4.** 485
LOCKE, S. **3.** 44, 76, 77
LOGINOV, I. V. **3.** 135, 137
LOGVINENKO. SZ. V. **1.** 350
LOGVINOV, V. P. **3.** 85
LOHEC, R. E. **4.** 284
LOHRENZ, J. **7.** 14
LOKOTOS, B. N. **1.** 159
LOMACSEV, E. P. **3.** 192
LOMAKIN, V. A. **1.** 58
LONGAN, D. **1.** 471, **4.** 490
LORDELL, W. R. **6.** 16
LOVELESS, G. W. **3.** 171, **4.** 91
LOWREY, L. L. **4.** 273
LOY, S. E. **1.** 19, 118
LUBINSZKI, A. **1.** 109, 174
LUCKNER, L. **4** 170, 221
LUKOV, V. P. **3.** 33, 68
LUMMUS, J. L. **1.** 115
LUND, K. **1.** 485, 487, **4.** 506, 507
LUR'E, M. V. **1.** 217
LUZGANOV, V. I. **2.** 119
LÜBBEN, H. **4.** 451 **5** 55,
LÜKOY, N. A. **4** 89, 94
LÜSZIJ, M. I. **1.** 102
LYBARGER, J. H. **1.** 491, **4.** 512
LYON, J. R. **7.** 63

M

MACALLISTER, D. J. **4.** 336, 343
MACE, CH. **4.** 412
MACHEDON, V. **4.** 415
MACIEVSZKIJ, V. P. **1.** 102
MACKAY, W. B. **1.** 565
MACKENZIE, W. T. **4.** 53
MADAOUI, K. **4.** 240, 241
MAERKER, J. M. **4,** 380
MAGANOV, U. M. **3.** 48
MAGARA, K. **3.** 184, **4.** 202, 204
MAGNANI, C. F. **7.** 44
MAGRUDER, PH. S. **6.** 150
MAHONY, B. J. **1.** 376
MAJGUROV, E. N. **4.** 429
MAJOROV, M. M. **6.** 169
MAKAROV, L. V. **3.** 36
MAKAROVA, M. K. **3.** 216
MAKSZIMEC, V. E. **1.** 199
MAKSZIMOV, M. M. **4.** 134, 223
MALACSIHANOV, T. B. **1.** 295, 336
MALAGA, M. **1.** 395
MALAHOV, V. F. **4.** 95, 96
MAL'CEV, N. A. **4.** 365, 539
MALHAZOV, N. A. **1.** 335
MALIEV, A. U. **1.** 295
MALKIN, I. B. **1.** 86, 179
MALMBERG, E. W. **4.** 341
MALOFEEV, G. E. **4.** 214, 378
MALÜSEV, V. N. **2.** 74
MALY, G. P. **1.** 443, **4.** 552
MAMEDOV, G. G. **1.** 58
MAMEDOV, N. T. **4.** 373
MAMEDOV, N. V. **3.** 60
MAMEDOV, R. G. **1.** 515
MAMEDOV, V. I. **4.** 144
MAMEDOVA, F. M. **4.** 145
MAMEDOVA, M. A. **4.** 116
MAMEDTAGIZADE, A. M. **1.** 218, 386
MAMEDZADE, R. B. **4.** 122
MANDHANE, J. M. **5.** 6, 10
MANNING, F. S. **4.** 69
MARABAEV, V. A. **1.** 87, 180
MARAEV, I. A. **3.** 63
MARCANO, N. **5.** 7
MARHASZIN, I. L. **4.** 72
MARHEL, I. N. **1.** 393
MARKELOV, E. G. **1.** 66, 200
MARKOV, JU. M. **1.** 66, 200
MARKOV, N. N. **4.** 186
MARLIN, S. L. **6.** 59
MARON, V. I. **6.** 37, 115
MARR, J. J. **1.** 425, **5.** 57
MARSHALL, G. D. **1.** 43, 152, 399, **3.** 25
MARTIN, B. **6.** 88
MARTIN, D. L. **6.** 106
MARTIN, F. D. **4.** 307
MARTIN, I. **4.** 149
MARTIN, J. C. **4.** 247
MARTIN, J. M. **4.** 108
MARTIN, Y. **1.** 543
MARTIS, A. J. **1.** 101
MARTNER, S. T. **3.** 158
MARUHNJAK, N. I. **1.** 346
MARX, C. **1.** 97
MASON, B. N. **1.** 624
MASON, N. C. M. **6.** 52
MASSEY, P. S. **6.** 92
MASZLOV, I. I. **4.** 532, 534
MATAEV, G. A. **1.** 295, 336
MATAL, L. **1.** 344
MATEVOSZJAN, P. A. **6.** 156
MATIJCSENKO, A. P. **6.** 26
MATSON, R. P. **4.** 549
MATTAX, C. C. **3.** 87, **4.** 48
MATTER, L. **4.** 33
MATTHEWS, T. K. **7.** 61
MATUSZEVICS, V. M. **3.** 100
MATVEEV, G. I. **1.** 11, 88, 172, 178
MATVEEV, JU. A. **2.** 50, 93
MATVEEV, V. M. **1.** 347
MAVROMATI, V. D. **1.** 226
MAYER, G. R. **6.** 108
MAYES, T. M. **1.** 213
MAZKA, SZ. A. **4.** 372
MÄDLER, K. **3.** 22
MCCAIN, W. D. **4.** 138
MCCOLL, J R. **6.** 20, 21
MCCOY, J N. **4.** 133, **5.** 70
MCCUNE, C. C. **1.** 485, 486, 487, **4.** 505, 506, 507
MCDANIEL, R. R. **1.** 457, **4.** 476
MCDEVITT, D. B. **6.** 178
MCDONALD, W. J **1.** 149
MCELHINEY, J. E. **4.** 452
MCEWER, J. W. **1.** 315
MCGILL, J. C. **4.** 276
MCKEE, C. R. **1.** 483, **3.** 170, **4.** 499
MCKETTA, J. J. **7.** 31
MCKINLAY, P. F. **3.** 21
MCKINLEY, R. M. **3.** 87, **4.** 48
MCLAUGHLIN, H. C. **4.** 533
MCLEMORE, E. W. **5.** 26
MCMORDIE, W. C. **1.** 209
MCNABB, D. **1.** 530, 568, 570, **4.** 285
MCNALLY, R. **1.** 6, 55, **7.** 29
MCPHEE, A. **6.** 174
MCWHIRTER, V. C. **3.** 14
MEAD, H. N. **5.** 48
MEADOR, R. A. **3.** 23
MEANS, J. O. **1.** 455, **4.** 474
MEARS, F. C. **1.** 160
MECSNÓBER M. **2.** 66
MEDDERS, W. **1.** 555
MEDLEY, A. H. **4.** 463
MEDVEDEV, V. F. **6.** 25
MEDVEDEV, V. K. **6.** 47
MEDVEDEVA, N. J. **3.** 212
MEHDIZADEH, P. **1.** 293
MEHTIEV, S. G. **1.** 397
MEHTIEV, V. M. **4.** 105
MEISTER, S. **4.** 464
MELAVGH, J. F. **1.** 49, 171
MELENT'EV, N. JA. **2.** 111
MELIKOV, F. M. **4.** 105
MELIK—PASAEV, V. SZ. **4.** 188, 274
MELIK—SAHNAZAROV, A. M. **3.** 19
MEL'NIKOV, JU. V. **3.** 167
MEL'NIKOVA, N. A. **3.** 128
MÉNARD, L. **1.** 578

MENZEL, W. **4.** 466
MENZIE, D. E. **4.** 379
MERCER, J. W. **4.** 173
MERCER, R. F. **3.** 203
MERKLEIN, H. A. **7.** 10, 12, 13, 69, 70, 71, 72
MERLE, H. A. **4.** 245
MERRIAM, R. **7.** 20
MES, M. J. **1.** 577
MIGUNOV, N. I. **3.** 71
MIHAIESCU, ST. S. **1.** 79
MIHAJLOVA, T. V. **3.** 193, 334
MIHELEV, I. P. **3.** 12
MIKITCSENKO, V. F. **4.** 370
MIKOLAEVSZKI, É. JU. **3.** 52
MILLER, B. D. **1.** 466, 494, **4.** 484, 513
MILLER, F. G. **4.** 123, 129
MILLER, R. T. **4.** 437
MILLS, W. R. **3.** 98
MINGAREEV, R. SH. **4.** 262
MINHAJROV, F. L. **5.** 31
MIRANDA, A. **4.** 208
MIRZADZSANZADE, A. H. **1.** 31, 320, **4.** 31, 143
MISCSENKO, V. I. **1.** 337
MISCSEVICS, V. I. **1.** 5, 9, 31, 320
MISK, A. **3.** 144
MISRA, A. **6.** 42
MISZKARLI, A. K. **1.** 225
MITCHELL, B. J. **1.** 325
MITEL'MAN, B. I. **1.** 85, 86, 89, 179
MIYOSHI, E. **1.** 300
MJASZNIKOV, B. I. **1.** 89
MOBARAK, S. **4.** 258
MOCSERNJUK, D. JU. **1.** 303
MODY, B. H. **4.** 81.
MOELLENKAMP, G. E. **6.** 177
MOERBE, O. E. **1.** 72, 175
MOKLJUK, A. A. **6.** 13
MOLAK, B. **4.** 19, 192, 195
MOLCSANOV, A. A. **3.** 2
MOLLAEV, R. H. **4.** 531
MOLLIER, M. **4.** 207
MOLOKOVICS, M. F. **2.** 48
MOMTAZ, W. S. **4.** 297
MONTAGUE, J. **1.** 318
MONTEIRO, N. **4.** 234
MOODY, J. D. **4.** 1
MOORE, P. L. **1.** 379
MORDVINOV, A. A. **4.** 142
MOREEV, G. V. **6.** 189
MORELAND, E. E. **4.** 441
MORGAN, G. W. **1.** 525
MORITZ, J. **5.** 56
MOROZOV, A. A. **3.** 214
MOROZOV, JU. T. **2.** 46
MORROW, N. R. **4.** 71
MORSE, R. A. **4.** 165, 261, 450
MOSCH, H. J. M. **1.** 579
MOSKIN, A. K. **2.** 78
MOSZEJKOV, V. A. **1.** 304
MOSZKALEV. O. B. **3.** 74
MOSZKVITIN, I. F. **3.** 5
MOSZUNOV, JU. A. **3.** 196
MOTORENKO, A. P. **2.** 3
MOULU, J. C. **4.** 528
MOUNFORD. C. J. **4.** 444
MOVSZUMOV, A. A. **1.** 261
MRTÜNJUK, V. J. **3.** 10
MUHER, A. A. **3.** 95
MUHIN, L. K. **1.** 239, 328
MULLAEV, B. T. **5.** 27, **6.** 24
MULLINS, L. D. **5.** 71, **6.** 72
MUNGAN, N. **4.** 163
MUNGEN, R. **7.** 41
MURASEV, SZ. F. **2.** 2
MURAVLENKO, V. I. **1.** 410, **4.** 215
MURAZBEKOV, T. K. **2.** 83
MUREJKO, L. **3.** 38.
MURJADIN, I. M. **1.** 251
MURPHEY, C. E. **1.** 120
MURRAY, S. C. **1.** 241
MURTHY, H. K. N. **2.** 40
MUTTI, D. H. **5.** 32
MUZSIK, L. **2.** 19
MÜLLER, R. **6.** 43
MÜRKA, JA. M. **4.** 408
MÜSZEVICS, R. V. **4.** 180
MYERS, D. L. **3.** 203
MYHILL, N. A. **4.** 382

N

NADIEVA, M. K. **4.** 377
NAGUMANOV, M. M. **1.** 422
NAGY S. **4.** 361
NAKONECSNÜJ, V. I. **1.** 148
NALJUBICKIJ, V. I. **3.** 127
NANCOLLAS, G. H. **4.** 555
NATHAN, P. R. **1.** 516
NAZARJAN, G. G. **6.** 156
NAZAROV, N. M. **6.** 163
NAZAROV, SZ. N. **4.** 177
NECSAJ, A. M. **3.** 101, 123
NEDELJKOVIC, V. **5.** 67
NEFEDOV, V. P. **2.** 1, 36
NEFEDOVA, N. I. **3.** 97, 120, **4.** 74
NEFF, H. O. **4.** 284
NEKRASZOV, A. M. **1.** 93
NELSON, C. C. **1.** 313
NELSON, M. D. **1.** 186
NELSON, P. H. **3.** 75
NERETIN, V. D. **3.** 19
NESZTERENKO, N. G. **3.** 125, 192
NEUMAN, C. H. **4.** 381
NEUSTADTER, E. L. **4.** 62
NEWENDORP, P. D. **7.** 65, 66
NEZSEL'SZKIJ, A. A. **1.** 319
NG. F. W. **1.** 257, 623
NGUYEN DUC, X. **1.** 543
NGUYENMINH, D. **1.** 165
NICHOLLS, J. H. **7.** 41
NIEBRUGGE, T. W. **5.** 51
NIEDERLE, J. **1.** 168
NIEHAUS, H. A. **1.** 377
NIKANOROV, A. M. **2.** 97
NIKITIN, E. A. **1.** 102
NIKITIN, P. M. **4.** 298
NIKO, H. **4.** 295
NIKOLAEV, N. L. **2.** 39
NIKOLAEV, V. JU. **6.** 44
NIKOLAEVSZKIJ, N. M. **4.** 216
NIKOLASZ, A. L. **2.** 78
NIKOMAROV, SZ. SZ. **1.** 127
NIMITZ, W. **6.** 158, 159
NISENFELD, A. E. **6.** 70
NITKIEWICZ, K. **4.** 176
NOLEN, J. S. **4.** 464
NORAN, D. **1.** 39, 156, 161, 478, **4.** 6, 498, 524
NORRIS, R. A. **4.** 355
NORTHROP, D. A. **7.** 45
NORTON, CH. J. **4.** 330
NOSZIKOV, N. E. **2.** 108
NOVGORODOV, A. C. **2.** 85
NOVIKOV, A. E. **1.** 107
NOVINC, M. **4.** 19
NOVOHATSZKIJ, D. F. **1.** 324, 355
NOVONTY, R. J. **4.** 549
NOVY, F. **4.** 529
NOWICKA, E. **3.** 180
NOZAKI, M. **7.** 15
NUGENT, G. E. **4.** 332
NUZSNÜJ, A. Z. **2.** 105

O

O'BRIEN, S. M. **4.** 86
OBRUCSNIKOVA, L. V. **4.** 20, 37
OCKELMANN, H. **1.** 36, 426, **5.** 54, **6.** 14
ODD, R. A. **1.** 351, **3.** 190
O'DEA, D. M. **6.** 127
ODEH, A. S. **4.** 441
ODEN, A. L. **1.** 431, **4.** 561
ODISARIJA, G. E. **6.** 12
ODSTRČILOVÁ, V. **4.** 106
OGANESZJANC, G. M. **6.** 74
OGANOV, K. A. **4.** 28, 370, 372, 406, 407
OGOLIHIN, E. A. **1.** 328
OHAREK, B. **1.** 435
OHOTNIKOV, B. P. **6.** 74
OLEJNIK, I. P. **4.** 321
OLENICK, S. **4.** 333
OL'HOVIJ, I. M. **1.** 303
OMESZ', SZ. P. **3.** 89
O'NEAL, J. E. **4.** 334
ONOPRIENKO, V. P. **4.** 190
ONOSKO, JU. A. **2.** 98
ORDRONNEU, M. **1.** 220
OREMOVIC, B. **1.** 435
ORLOV, A. V. **1.** 290
ORLOV, G. L. **3.** 19, 20
ORUDJEV, S. A. **4.** 215
ORUDZSEV, S. A. **1.** 410
ORZSANOV, T. K. **5.** 27
OSTRIZEK, V. **1.** 298
OSTROFF, A. G. **4.** 24
OSTROOT, G. W. **1.** 345
OSZIPENKO, L. P. **1.** 367
OSZIPOV, E. G. **1.** 211
OSZIPOV, V. V. **2.** 84
OSZTAPENKO, T. A. **1.** 228
OVANESZOV, G. P. **4.** 189
OVSZJANNIKOV, B. A. **1.** 130

P

PACOSTE. GH. **4.** 10
PADVA, I. I. **1.** 295
PAISLEY, G. J. **6.** 98, 120
PALASCSENKO, JU. A. **1.** 76
PALIJ, A. O. **4.** 405
PAN, R. B. **1.** 561
PANTELEEV, G. V. **5.** 3, 31
PÁPA A. **5.** 68
PARFENOV, A. N. **5.** 39
PARGATOV, V. M. **1.** 388
PARIGOT, M. **1.** 370
PARIGOT, M. PH. **1.** 25, 267
PAROULEK, V. **1.** 348
PARRINI, G. A. **6.** 137
PARSONS, J. D. **6.** 77
PARSONS, R. W. **4.** 265
PARTNOV, M. JA. **6.** 74
PASZANAEV, A. **3.** 146
PASZ'KO, D. A. **4.** 428
PATCHETT, J. G. **3.** 53, 54
PATILLO, P. D. **1.** 453
PATSCH F., JR. **5.** 15
PATTILLO, PH. D. **4.** 470
PAVLENKO, V. V. **4.** 27
PAVLOV, V. N. **3.** 46
PAVLOV, V. P. **4.** 219
PEACEMAN, D. W. **4.** 246
PELIGRAD, N. **1.** 59
PENCE, S. A. **4.** 66
PENG, D Y. **4.** 36
PEN'KOV, A. J. **1.** 226
PENNY, S. J. **1.** 23, 185, 263
PEREK, S. **4.** 150
PERET, J. W. **1.** 525
PEREVOSCSIKOV, SZ. I. **6.** 34, 35, 164
PEREZ—ROSALES, C. **3.** 58
PEROV, A. V. **1.** 255
PERRYMAN, T. L. **4.** 355
PERTIK B. **1.** 358
PETCOVICI, V. **4.** 414, 415
PETERSON, M. L. **1.** 563, 564
PETERSON, M. N. A. **1.** 518

Peterszon, A. Ja. **1.** 334, **3.** 10, 190, 192, 193
Petovello, B. G. **3.** 45, **4.** 558
Petrukovics, Sz. N. **2.** 97
Petrusch, E. **6.** 18
Petruhov, V. K. **7.** 35
Phillips, B. L. **4.** 535
Phipps, S, C. **4.** 103
Pichler, H. **7.** 42
Pickard, A. F.
Picckett, G. R. **3.** 57
Piekarz, J. **4.** 461
Pierce, A. E. **1.** 467, **4.** 486
Pierce, P. E. **1.** 448, **5.** 13, 26
Pierrot, M. A. **1.** 365
Pilin, Ja. A. **4.** 95, 96
Pilkington, P. E. **1.** 271, 351, 373, 377, **3.** 73, 186, 190
Pionov, A. I. **3.** 2.
Pirson, S. J. **3.** 204
Pirverdjan, A. M. **1.** 309
Piterszkij, V. M. **2.** 2, 26, 95
Pittman, G. M. **4.** 385
Pixler, B. O. **3.** 185
Pizzimenti, A. **6.** 137
Plavszkij, D. N. **2.** 29
Plehanov, M. I. **2.** 95, 96
Pljuscs, B. M. **5.** 40
Plohotnikov, A. N. **3.** 128
Plotnikova, E. A. **3.** 116
Plummer, F. B. **1.** 561
Plusznin, M. I. **3.** 65
Poettmann, F. H. **4.** 324
Pogoreckij, R. G. **1.** 106
Pohl, J. **6.** 144
Pointer, R. **3.** 28
Poladko, E. P. **2,** 89
Polihat, Z. Sz. **4.** 95, 96
Poljakov, G. D. **2.** 71
Poljakov, I. I. **4.** 423
Poljakov, L. P. **1.** 388
Poljakov, V. I. **4.** 95
Poljanszkaja, L. V, **1** 217
Polkovnikov, V. V. **4.** 404
Poloszin, G. A. **3.** 114
Poloszin, J. A. **6.** 38
Polskov, M. K. **3.** 135
Polskov, V. K. **1.** 133
Poluljah, V. A. **6.** 47, 160
Poluyan, I. G. **4.** 262
Ponder, M. **1.** 284, 391
Ponder, T. C. **7.** 31
Ponomarenko, N. A. **1.** 126
Ponomarev, E. F. **2.** 25
Ponomarev, P. V. **2.** 5
Popa, C. Ch. **4.** 421
Popa, G. C. **4.** 252
Popescu, M. D. **4.** 252
Popov, A. N. **1.** 81
Porter, A. **1.** 46, 510, 557
Porter, P. **1.** 46, 510, 557
Postgate, J. C. **1.** 30, 280
Poston, S. W. **4.** 288
Poszevics, A. G. **4.** 177
Posztas, Sz. A. **1.** 83, 84
Potapov, A G. **1.** 342
Pouget, G. **1.** 141, 592
Poupon, A. **3.** 144
Povh, I. L. **1.** 214
Powell, G. E. **1.** 307, 406
Power, D. V. **1.** 468
Powers, L. **6.** 60
Poyhonen, E. **6.** 133
Pozdjakov, K. K. **1.** 176
Pozinenko, B. V. **4.** 142
Prasad, R. K. **4.** 139
Praszol, G. G. **6.** 47
Prats, M. **4.** 86, 158
Prazsky, J. **1.** 174, **2.** 41, 42, 43
Predtecsenszkaja, N. Sz. **4.** 179, 185
Prejean, J. **1.** 37, 451, **5.** 58
Preljubovic—Curin N. **4.** 260
Presley, C. T. **4.** 535
Presznova, R. N. **4.** 21
Prikryl, J. **1.** 256
Primm, L. A. **1.** 100
Prisljak, A. M. **1.** 106
Pritchett, J. W. **4.** 171
Prnič, Ž. **4.** 249
Proes, N. M. E. **6.** 166
Prokop'eva, R. G. **3.** 100
Proncsuk, V. P. **4.** 183
Proszelkov, Ju. M. **1.** 259, **3.** 193
Pugh, V. J. **4.** 61
Pulja, Ju. A. **1.** 110
Pursley, S. A. **4.** 344
Pusztovalov,$_2$V. I. **1.** 332
Pusztovojtenko, I. P. **3.** 5
Pusztovojtov, I. D. **1.** 123
Putilov, M. F. **4.** 539

Q

Quade, T. **6.** 135

R

Raaben, V. N. **6.** 17
Rabensteiner, G. **6.** 197
Rachford, H. H. **6.** 32
Rader, W. B. **1.** 375
Raes, R. **2.** 70
Rafikov, V. G. **3.** 136
Raghavan, R. **4.** 64, 146, 208, 244, 444
Ragimov, A. Sz. **1.** 80
Rahman, K. **4.** 333
Raimondi, P. **7.** 46
Rakovszkij, N. L. **4.** 388, 391
Ramazanova, É. É. **4.** 20, 37
Ramazat, M. Sz. **4.** 20
Rame, H. J., Jr. **4.** 83
Ramey, H. J., Jr. **4.** 107, 124, 127, 128, 129, 146, 149, 156, 160
Ramirez, W. F. **4.** 342
Ramsey, E. L. **5.** 8
Randall, B. V. **1.** 182
Rascsepkin, K. E. **6.** 95
Rasmussen, N. F. **3.** 26
Raszizade, Ja. M. **1.** 339
Raszszudov, V. M. **1.** 388
Raszulov, R. A. **1.** 91
Rath, H. **1.** 232
Raulins, M. **1.** 37, 451, **5.** 58
Ravdel', V. A. **3.** 65
Ray, G. G. **1.** 607
Razamat, M. Sz. **4.** 37
Razomovszkaja, I. G. **1.** 393
Razumov, Ju. Sz. **2.** 91, 103
Razuvaev, V. D. **1.** 388
Reboul, J. **6.** 168
Rebutinszkij, L. Sz. **2.** 39
Réderon, Ch. **1.** 537
Red'ko, V. P. **1.** 240
Reed, M. G. **4.** 546
Reed, R. L. **4.** 331, 327
Reed, R. P. **7.** 45
Reese, S. E. **6.** 2, 6
Reid, T. B. **4.** 318
Reimert, L. E. **1.** 523
Reinisch, R. **4.** 150, 502
Renard, B. **1.** 541
Rennick, G. E. **3.** 72, **4.** 167
Rensvold, R F. **4.** 166
Resetnikov., V. G. **1.** 215
Reuter, K. **6.** 46
Rey-Grange, A. **1.** 545
Reynolds, E. B. **1.** 373, **3.** 186
Reynolds, S. H. **1.** 294, 622
Reznicsenko, I. N. **1.** 69, 199, 226
Reznik, A. A. **4.** 81
Ricard, M. G. **1.** 27, 229
Richardson, E. A. **1.** 439, 491, **4.** 512, 548
Richardson, E. M. **6.** 27
Ridley, T. P. **4.** 131
Rieckmann, M. **4.** 299, 300
Rigassi, D. A. **7.** 53, **6.** 5
Riggs, E. D. **1.** 436, **3.** 165
Rijanov, A. M. **4.** 319
Rike, J. L. **1.** 253, 366, 424, 440, **4.** 545
Riley, H. G. **4.** 453
Riley, R. L. **4.** 235
Rimek, F. F. **4.** 370
Rinehardt, C. E. **3.** 99
Ritch, H. J. **3.** 133
Rivero, R. T. **4.** 394
Rjabkov, V. V. **3.** 160
Rjabokon', Sz. A. **1.** 240
Rjabov, N. I. **1.** 154
Rjazancev, N. F. **1.** 418
Roberson, G. R. **4.** 556, **6.** 185
Roberts, L. D. **1.** 498, **4.** 517
Robertson, D. C. **4.** 267
Robertson, N. **4.** 349
Robertson, R. E. **1.** 208
Robinson, D. B. **4.** 36
Robinson, J. **7.** 26
Robinson, J. M. **3.** 40
Robinson, J. R. **4.** 38
Robinson, L. H **1.** 205
Rodin, G. N. **2.** 2, 26
Rogal'szkij, N. N. **2.** 82
Rogers, F. W. **7.** 18
Rogers, M. G. **1.** 196
Rogers, W. M. **1.** 113
Rohde, M. H. **1.** 136
Romanovszkaja, N. Sz. **3.** 89
Romasov, V. N. **1.** 236
Roorda, J. F. **7.** 58
Rosenwald, G. N. **4.** 320
Rosman, A. **4.** 114
Rossen, R. H. **4.** 420
Royeries, A. **6.** 168
Rozenberg, M. D. **4.** 374, 454
Rubarzs, V. M. **1.** 94
Rubinstein, L. **4.** 264
Rubometov, Ju. G. 2. 104
Rucskin, A. V. **4.** 47
Rudman, A. J. **3.** 209
Rudnickaja, D. I. **3.** 67
Rulisek, P. **1.** 105, 403, **2.** 92
Rupf—Bolz, O. **6.** 54
Ruszaev, A. A. **1.** 347
Ruszakavszkij, E. G. **2.** 108
Ruszanova, G. L. **4.** 186
Ruszinova, T. I. **3.** 52
Rutman, J. **3.** 1
Rübal'csenko, V. Sz. **1.** 239
Rükavincün, V. N. **2.** 45
Rülov, N. I. **1.** 255
Rüzskin, E. P. **1.** 177
Rüszikov, Ju. V. **1.** 84
Rychlicki, S. **3.** 115, **4.** 58

S

Sadrin, L. N. **1.** 321
Sagaev, Ju. P. **1.** 107
Sagiev, R. G. **4.** 31
Saglio, R. **6.** 141
Sahigareev, R. S. **3.** 97
Sahmaev, Z. M. **1.** 17, 125
Sahuquet, B. **4.** 414
Saidi, A. M. **4.** 206
Sajahmetov, F. S. **3.** 130, 131
Sajkin, I. M. **1.** 147
Sakirov, A. F. **1.** 422, **3.** 130
Salát P. **3.** 145
Salavin, A. M. **1.** 312
Salle, C. L. **4.** 207
Samaniego, V. F. **4.** 123

Samaran, J. P. **4.** 277
Sames, D. **4.** 303
Sameš, P. **4.**434
Samsulova, V. **1.** 344
San'gin, L. P. **2.** 54
San'gin, N. N. **1.** 418
Sarapanov, N. N. **3.** 66
Sarifov, Ja. A. **4.** 403
Saripov, A. Sz. **2.** 110
Sasaki, S. **1.** 264
Sasin, V. D. **6.** 3
Sato, M. **1.** 164
Sauvage, B. **4.** 460
Savorükin, Ju. V. **6.** 38
Sawa, T. **1.** 269
Sawyer, W. K. **4.** 485
Schaefer, G. I. **6.** 48
Schaff, J. C. **1.** 619
Schaffert, F. W. **6.** 52
Schaner, D. S. **1.** 527
Schaper, D. **3.** 220
Schares, T. **4.** 336, 343
Schaub, D. P. **6.** 28
Schaumberg, G. **1.** 354
Schecter, R. S. **4.** 336, 343, 514
Scheuerman, R. F. **1.** 232
Schipper, B. A. **1.** 464, **4.** 482
Schleicher, H. **4.** 467
Schneider, F. N. **4.** 360
Schneider, G. M. G. **4.** 245
Schnitler, E. **6.** 76
Schönfeld, H. **1.** 562
Schremp, F. W. **4.** 556, **6.** 185
Schroeder, E. C. **1.** 447, **5.** 25
Schuck, L. Z. **3.** 72
Schueler, S. **4.** 441
Schultz, A. L. **1.** 420, **3.** 152, **4.** 153
Schultz, W. E. **3.** 18
Schulz, H. **7.** 42
Schuster, C. L. **1.** 468, **3.** 195, **4.** 487
Schuster, E. **4.** 468
Schuster, H. G. **6.** 139, 193
Schwanecke, R. **6.** 192
Sclocchi, G. **4.** 422
Scott, J. **1.** 7, 277, 278, 287, 507
Scott, J. B. **4.** 158
Scott, J. H. **3.** 208
Scott, R. W. **7.** 31
Scselcskov, A. G. **4.** 391
Scselkacsev, V. N. **4.** 287
Scserbakov, G. V. **4.** 99
Scserbakov, P. N. **4.** 18
Scserbakov, Sz. G. **6.** 154
Scserbakov, T. V. **3.** 137
Secen, J. **5.** 14
Seemann, R. C. **6.** 70
Seinfeld, J. H. **4.** 227
Sejnman, A. B. **4.** 214, 400
Selevoj, N. S. **4.** 224
Sellars, H. L. **6.** 79
Selley, R. C. **4.** 15
Selzer, M. **1.** 210
Sembritzki, E. **1.** 562
Senderej, L. P. **1.** 369
Serna, P. **4.** 277
Serra, O. **1.** 371, **3.** 182, 183, 207
Sersztnev, N. M. **1.** 31, 320, 339
Serüsev, V. A. **2.** 3
Sevcsenko, I. E. **2.** 105
Sevcsenko, J. M. **1.** 89
Sharp, J. M. **4.** 5
Shashin, V. D. **4.** 250
Sheffer, L. **1.** 4, 45, 506, 512
Sheffield, J. R., Jr. **1.** 601
Sheldon, L. B. **1.** 157, 591
Shelton, J. L. **4.** 360
Sherman, H. **3.** 76, 77
Sherwood, N. S. **4.** 307
Shier, D. E. **3.** 205
Shirer, J. A. **4.** 281
Shirley, K. **1.** 390
Shuck, L. Z. **1.** 469, **4.** 167, 488
Shurtz, G. C. **1.** 32, 442, **4.** 550
Sidiev, U. Z. **1.** 288
Sieck, H. C. **1.** 598, 599
Sifferman, T. R. **1.** 181
Sigaev, Sz. I. **1.** 356
Sigorin, N. N. **6.** 74
Sihaliev, F. A. **1.** 387, **4.** 105
Sihmirov, S. S. **5.** 38
Sihov, E. M. **6.** 47
Silberberg, I. H. **4.** 514
Silvestri, A. **6.** 105
Simandoux, P. R. **4.** 207
Simmons, S. O. **3.** 148
Simon R. **4.** 114
Simorin, V. I. **3.** 135
Simpson, J. A. **4.** 34
Sincovec, R. F. **4.** 229
Singh, I. **4.** 165
Sirinov, M. M. **1.** 515
Sirko, G. I. **2.** 86
Sirokov, A. A. **3.** 217
Sirokov, V. A. **4** 321
Sisigin, Sz. I. **4.** 87
Sisin, K. A. **1.** 93, 324
Sitov, B. V. **5.** 3
Sitova, O. L. **5.** 3
Skácel, J. **1.** 344
Skinner, D. J. **1.** 538
Skov, A. M. **4.** 455
Slater, G. E. **4.** 155
Slawomirski, M. **1.** 166
Sloan, J. P. **1.** 207
Sloat, B. **4.** 332 523, 529
Slotboom, R. A. **4.** 259
Słupczyński, K. **4.** 101
Slys, J. **1.** 60
Smith, A. E. **6.** 48
Smith, C. F. **1.** 499, **4.** 521
Smith, D. E. **1.** 409
Smith, E. M. **6.** 111, 119
Smith, H. D., Jr. **3.** 18
Smith, J. T. **4.** 137
Smith, L. **4.** 341
Smith, M. B. **3.** 157
Smith, R. **3.** 44, 49
Smith, R. C. **1.** 330, **4.** 271
Smith, R. E. **4.** 535
Smith, R. S. **6.** 67, 88
Smits, L. J. M. **3.** 106
Smolik, S. **1.** 348
Snavely, E. S., Jr. **4.** 238
Snurman, G. A. **3.** 134
Snyder, R. E. **1.** 416, 581, **3.** 164, **4.** 248, 286, **5.** 44, **7.** 22
Socol, S. **1.** 496, **4.** 393 , 501
Soedjanto, P. **6.** 52
Soeiinah, E. **4.** 445
Sokula, F. **2.** 27
Solovjev, A. N. **4.** 462
Soltys, L. **7.** 23
Soltysik, A. **1.** 517
Somerton, W. H. **3.** 218
Sommer, F. **4.** 44
Sotidi, K. H. **5.** 18
Souder, W. W. **3.** 157
Souhaite, P. **3.** 144
Soylemezoglu, I. M. **3.** 218
Spann, M. M. **3.** 90
Sparks, C. P. **1.** 583
Sparlin, D. **4.** 525
Spataru, E. **2.** 100
Spijker, A. **3.** 163, **4.** 448
Spivak, A. **4.** 348, 355
Sponseller, D. L. **1.** 301
Spragins, F. K. **7.** 40
Sprawls, B. T. **1.** 472, **4.** 491
Srejber, G. K. **1.** 77, 94
Srewart—Gordon, T. J. **1.** 531
Stabback, J. G. **7.** 30
Stahl, C. D. **4.** 333
Stamberg, V. F. **1.** 123
Stammen, R. **6.** 135
Stanciulescu, O. **2.** 100
Stanton, P. N. **1.** 540
Startzman, R. A. **4.** 174, **5.** 16
Steffensen, R. J. **3.** 49, **4.** 271
Stegemeier, G. L. **4.** 382
Stein, N. **3.** 174, **4.** 88, 560
Stemler, A. M. **3.** 161, 162
Stenmark, D. G. **4.** 331
Stepath, M. **6.** 109
Sterba, L. **1.** 78, 92, 168
Sterengarc, E. M. **3.** 137
Stieber, S. J. **3.** 118
Stiff, H. A., Jr. **1.** 208
Stilgenbauer, H. **6.** 149
Stinson, D. L. **4.** 417
Stof, M. D. **4.** 183
Stokke, O. M. **4.** 305
Stosur, J. J. **3.** 111, 211, **4.** 65
Strain, H. J. **1.** 614
Strickland, W. T., Jr. **1.** 439, **4.** 548
Stright, D. H. **4.** 164
Stright, D. H., Jr. **4.** 257
Strobel, C. J. **4.** 160
Strubhar, M. K. **1.** 454, **4.** 472
Stubbs, B. A. **1.** 502, **4.** 503
Sufcsuk, Ju. B. **6.** 180
Sul'ga, V. G. **6.** 38
Sulpice, L. **3.** 207
Sultanov, S. A. **4.** 262
Suman, G. O. **1.** 35, 446
Suman, G. O., Jr. **1.** 437, **3.** 167, **4.** 541, 542
Sungutova, Sz. A. **4.** 194
Suralev, L. V. **4.** 319
Surkalo, H. **4.** 334
Surubor, Ju. V. **4.** 186
Susbielles, G. **1.** 543
Susztef, I. N. **4.** 50, 51
Sutko, A. A. **1.** 181
Sutley, C. E. **3.** 112
Sutov, A. A. **6.** 86
Sweeney, D. T. **6.** 111
Synder, R. E. **6.** 15

Sz

Szaakov, Ju. M. **6.** 114
Szabó Gy. **1.** 15, 54
Szabó, M. T. **4.** 312, 313
Szacsivko, V. P. **2.** 118
Szadaj, Z. **1.** 497, **4.** 516
Szadühov, J. V. **1.** 177
Szadühov, M. A. **1.** 111
Szafarov, Ja. I. **1.** 261
Szafarov, N. G. **1.** 219
Szafiulin, R. H. **4.** 401
Szafronov, V. D. **1.** 353, 363, **3.** 191
Szahibgareev, R. Sz. **4.** 74
Szahüdov, M. G. **5.** 49
Szajfullin, Z. G. **4.** 319
Szalamatov, M. Sz. **6.** 24
Szamarcev, V. N. **4.** 191
Szamarceva, L. V. **4.** 391
Szamarszkaja, E. V. **4.** 185
Szamoszenko, V. I. **1.** 188
Szanin, V. P. **4.** 181
Szarkiszov, A. A. **4.** 345
Szarkiszov, G. M. **1.** 122
Szakriszov, Ju. V. **3.** 162
Szakriszov, V. K. **1.** 163
Szattarov, M. M. **4.** 193
Szaval'ev, V. A. **6.** 25
Szavvin, V. A. **4.** 184
Szedalov, R. G. **3.** 39
Szehtman, E. N. **2.** 112
Szeid—rza, M. K. **1.** 219
Szeleznev, A. P. **2.** 55
Szel'vascsuk, A. P. **1.** 297, 311
Szemencev, V. I. **1.** 126

Szemencov, G. N. **1.** 159
Szemencova, A. A. **1.** 131
Szemukov, Sz. V. **4.** 142
Szen'kin, G. A. **2.** 88
Szepesi J. **1.** 262, 479
Szeresnyikov, V. V. **1.** 102
Szergeev, A. I. **4.** 398
Szergeev, A. N. **4.** 400
Szergeev, M. I. **1.** 154
Szerjakov, A. Sz. **1.** 327, 356
Szescila, A. J. **1.** 33, 441, **4.** 551
Szeverencsik, N. A. **1.** 106
Szidorova, E. A. **6.** 44
Szidorovics, Ja. I. **7.** 38
Szilas A. P. **5.** 15
Szimkin, E. M. **3.** 35, **4.** 400
Szimonenkov, I. D. **1.** 235
Szimonjanc, L. E. **1.** 236
Szimonov, P. P. **4.** 396
Szimonov, V. V. **1.** 75, 76
Szirik, V. F. **1.** 228
Szitnikov, M. F. **1.** 266, **4.** 93, 200
Szkomorovszkaja, N. I. **4.** 275
Szkornjakov, A. A. **2.** 94
Szkovorodnikov, I. G. **3.** 36
Szladkov, V. I. **2.** 55
Szluckina, G. A. **3.** 202
Szlupkina, L. M. **2.** 73
Szmoljaninov, V. G. **1.** 66, 87, 180, 200, **3.** 167
Szmol'nikov, N. V. **5.** 27, **6.** 24
Sznarev, A. I. **1.** 123
Szobolevszkaja, Z. A. **4.** 388
Szobolevszkij, V. V. **1.** 89
Szohranov, N. N. **3.** 2, 155
Szoldatov, V. D. **6.** 29, 163
Szolov'ev, O. N. **6.** 47
Szomov, V. Sz. **2.** 93
Szorokin, G. H. **1.** 77
Szorokin, G. M. **1.** 94
Szoszon, M. N. **4.** 187
Szpaszov, V. **3.** 94
Szrebrodol'szkij, D. M. **3.** 48
Sztalennüj, Sz. T. **3.** 110
Sztarodubcev, A. M. **6.** 160
Sztaszenkov, V. V. **4.** 190
Sztempickij, T. V. **4.** 408
Sztepancsuk, V. V. **6.** 13
Sztepanjan, A. Sz. **1.** 102
Sztepanov, P. M. **2.** 3, 81
Sztepanova, G. Sz. **4.** 30
Sztepcsenko, A. G. **1.** 347
Sztradsz, L. N. **4.** 275
Sztrelko, I. S. **1.** 239, 328
Sztrizsov, I. N. **4.** 405
Sztrokina, V. R. **4.** 72
Szturejko, O. G. **6.** 188
Szuhan, V. Sz. **4.** 408
Szuharev, Sz. Sz. **1.** 226
Szuhenko, N. I. **1.** 335
Szukurenko, E. I. **1.** 350
Szulaksin, Sz. Sz. **2.** 39
Szultanov, Sz. A. **3.** 95
Szumaneev, N. N. **2.** 16, 32, 81, 95,96
Szurgucsev, M. L. **3.** 35, **4.** 367
Szuson, L. Ja. **1.** 396
Szücsev, Ju. Sz. **1.** 108
Szvesnikov, I. A. **2.** 89
Szvihnusin, N. M. **4.** 190
Szviscsev, B. Sz. **4.** 319

T

Taber, J. J. **3.** 211, **4.** 65, 81
Tagiev, E. E. **6.** 189
Tagunov, E. M. **1.** 276
Tairov, N. D. **4.** 345, 371, 425
Takács G. **5.** 2
Talbert, J. M. **4.** 437
Tanaka, S. **1.** 164
Tanaka, T. **1.** 300
Tangaev, I. A. **2.** 20, 21
Tanner, H. L. **3.** 21
Tannich, J. D. **1.** 460, **4.** 477
Tansev, E. **4.** 174, **5.** 16
Tarakanov, V. A. **3.** 85
Taraszov, A. G. **4.** 390, 391
Taratün, É. A. **3.** 52, 155
Tarnauszkij, A. P. **1.** 323
Tatu, Gr. **1.** 167
Taylor, P. A. **3.** 62
Taylor, R. P. **4.** 45
Tazsiev, H. D. **2.** 83
Techo, R. **6.** 112
Telegin, B. V. **1.** 239, 328
Temnikov, V. F. **2.** 104
Templeton, C. C. **1.** 491, **4.** 512
Tempo, G. **1.** 587
Teplov, G. N. **4.** 319
Terasaki, F. **1.** 300
Terescsenko, V. A. **4.** 18
Ter—Szaajan, Sz. A. **3.** 24
Terwilliger, P. L. **4.** 409, 413, **7.** 46
Terzi, L. **4.** 422
Teszlenko, V. N. **1.** 239, 347
Teszljuk, E. V. **4.** 374
Thale, J. S. **1.** 157, 591
Tharin, J. **7.** 33
Thomas, Ch. P. **4.** 306
Thomas, E. C. **3.** 118
Thomas, G. W. **4.** 444
Thomere, R. **4.** 207
Thompson, J. E. **1.** 41, 458, **4.** 475
Threadgold, P. **3.** 3, 62
Thusoo, A. **7.** 25
Tigemann, E. **6.** 170
Tilbe, J. R. **1.** 524, 552
Timenes, N., Jr. **7.** 54
Timohin, I. M. **1.** 230, 347
Tims, M. D. **1.** 621
Timur, A. **3.** 104
Tinsley, J. M. **1.** 459, **4.** 478
Tipugin, A. V. **1.** 423
Tissot, B. **4.** 198
Titkov, N. I. **1.** 31, 320, 342
Tixier, M. P. **3.** 40, 171, **4.** 91
Tjutcsev, I. G. **3.** 202
Tocan, D. **1.** 109
Tolsztikova, T. M. **3.** 127
Tolsztov, L. A. **4.** 214
Tomashek, J. **1.** 157, 591
Tomiska, J. **1.** 326, 344
Tomm, H. **6.** 195
Tonkonogov, V. M. **5.** 42
Topcsiev, L. V. **1.** 192
Toronyi, R. M. **4.** 172
Torrest, R. S. **1.** 438, 439, **4.** 547, 548
Toszunov, É. M. **4.** 531
Tóth B. **1.** 195
Török A. **6.** 99
Török J. **4.** 354, 361
Ttegubova, E. Sz. **6.** 190
Trenque, M. **1.** 231
Tricot, Ph. **1.** 96, 142, 384, 593, 594
Trimble, A. E. **4.** 379, 380
Trop, A. E. **2.** 114
Trotter, J. G. **4.** 459
True, M. E. **1.** 19, 20, 117, 118
Tschirley, N. K. **1.** 237, 340
Tuck, L. **6.** 55
Tucker, Ch. T. **1.** 551, 596
Tudor, I. **2.** 100
Tumaszjan, A. B. **4.** 346
Turapov, M. K. **2.** 110
Turehanov, A. M. **6.** 24
Turta, A. **4.** 416
Tuttle, R. N. **1.** 285, **5.** 52, 53
Tverdohlebov, V. I. **6.** 47
Twobly, J. **1.** 468, **3.** 195, **4.** 487
Tyler, L. D. **1.** 470
Tyler, R. D. **4.** 489

U

Ugarov, Sz. A. **2.** 101
Uhanov, Ju. A. **1.** 192
Uhanov, R. F. **1.** 334, 337
Uher, B. **2.** 58, 60
Uhl, A. E. **5.** 9
Uhlman, D. R. **1.** 289
Ulankin, A. P. **1.** 295
Uliasz, J. **1.** 360
Underwood, A. C. **6.** 198
Urbach, W. **6.** 78
Urbain, C. **1.** 414
urbanosky, H. J. **1.** 420, **3.** 152
Uriman, V. I. **4.** 25
Urumov, M. N. **1.** 239, 328
Uszol'cev, A. V. **1.** 86, 179
Utkin, V. I. **3.** 16
Utrobin, A. Sz. **3.** 167
Uzbekgaliev, H. Zs. **2.** 83

V

Vadeckij, Ju. V. **1.** 16, 127, 128
Vagerov, V. Sz. **4.** 194
Vahitov, G. G. **4.** 262, 374, 367
Vakula, Ja. V. **1.** 255
Valais, M. **7.** 51
Valiahmetov, F. M. **1.** 17, 125
Van Baasen, C. **3.** 106
Van Der Horst, G. **1.** 524
Van Der Vlies, A. C. **1.** 464, **3.** 163, **4.** 448, 482
Van Kirk, C. W. **4.** 294
Van Laar, H. **1.** 232
Van Landingham, J. V. **4.** 527
Van Lingen, N. H. **1.** 50
Van Opstal, G. **4.** 245
Van Poelgeest, F. **4.** 392
Varga J. **3.** 143
Varlamov, P. Sz. **1.** 418, 423
Vasseur, B. **1.** 536, 543
Vasurkin, A. I. **4.** 377
Vaszil'ev, G. G. **1.** 192
Vaszil'ev, Ju. N. **4.** 427, 430, **6.** 17, 68
Vaszil'ev, Ju. Sz. **2.** 45
Vdovjak, B. **3.** 126
Ved', E. I. **1.** 327, 356
Vedeneev, L. V. **2.** 16
Vela, S. **1.** 467, **4.** 486
Veliev, R. V. **1.** 177
Velikov, G. **3.** 94
Veprincev, V. I. **2.** 77, 85
Veremejkin, B. Ja. **1.** 112
Veresczaka, I. G. **1.** 327, 356
Veretennikov, A. G. **2.** 104
Verhivszkij, Sz. D. **4.** 95
Verlet, J. **1.** 522
Verma, V. K. **4.** 43
Vernescu, A. L. **4.** 252, 421
Verskovoj, V. **5.** 19
Vezirov, D. S. **4.** 425
Vidovszkij, A. L. **1.** 215
Vigdorov, D. I. **4.** 20, 37
Viktorin, V. D. **4.** 89, 94
Vil'ge, B. I. **3.** 65
Vincze T. **5.** 24
Vingoe, R. J. **1.** 10
Vingoe, R. L. **1.** 71
Vinogradov, V. N. **1.** 77, 94
Visser, W. **1.** 464, **4.** 482
Viszlobickij, P. A. **1.** 296
Vjazel'scsikov, V. M. **1.** 353, **3.** 191
Vjazunov, E. V. **6.** 87
Vladimirszkij, A. J. **6.** 114
Vlaszenko A. P. **3.** 37, **5.** 62
Vohmincev, V. N. **6.** 29
Vohra, I. R. **5.** 7
Voigt, H. D. **4.** 443
Vojtenko, V. Sz. **1.** 305

Vol'gemut, Z. A. **1.** 130
Volkov, A. Sz. **2.** 82
Volkov, L. L. **2.** 16
Vollendorf, W. C. **1.** 470
Vollman, K. W. **7.** 30
Voloszjuk, G. K. **2.** 4, 98
Vood, W. D. **1.** 197
Vopijakov, V. A. **1.** 84
Voronov, L. N. **3.** 50
Voronova, G. T. **4.** 188
Vorotnikov, V. Ja. **1.** 82
Vorotnjuk, O. V. **1.** 350
Vozdvizsenszkij, B. I. **2.** 8
Vracsev, V. M. **2.** 22, 23
Vrestál, J. **1.** 326
Vriezen, P. B. **3.** 163, **4.** 448
Vüszkrebcov, V. G. **1.** 75
Vüsztorop, V. K. **1.** 216
Vyslouzil, J. **1.** 153

W

Wade, J. E. **4.** 290
Wade, W. H. **4.** 336, 343
Wahl, E. L. **1.** 181
Walczak, A. **1.** 193
Walker, R. E. **1.** 213
Wall, J. D. **7.** 31
Waller, W. C. **3.** 81
Wallis, J. **7.** 24, 25
Wallwork, D. W. **1.** 567
Walther, H. C., Jr. **4.** 154
Ward, Ch. E. **1.** 149
Ward, D. H. **1.** 157, 591
Ward, J. W. **1.** 425, **5.** 57
Ward, R. H. **1.** 375
Wardlaw, N. C. **4.** 45
Warembourg, P. A. **1.** 466, **4.** 484
Wassermann, M. L. **4.** 227
Watt, G. F. **4.** 272
Webb, G. W. **1.** 56
Weber, H. J. **3.** 99
Wechsler, A. **7.** 20
Weeks, S. G. **4.** 557
Weinbrandt, R. M. **4.** 83
Weiner, P. D. **1.** 19, 20, 117, 118
Weiss, H. **6.** 173
Welge, H. J. **4.** 256
Well, K. **6.** 194
Wells, P. **1.** 198
West, J. **1.** 57
West, E. R. **1.** 286
Wetter, O. J. G. **4.** 554
Whaley, J. F. **3.** 209
Wheeler, D. **4.** 278
Whetstone, J. R. **4.** 34
White, J. L. **1.** 455, **4.** 474, 527
Whitfill, D. L. **1.** 244
Whitson, R. E. **4.** 236
Whittaker, A. H. **1.** 23, 185, 263
Wichmann, P. A. **3.** 14
Wicklund, A. P. **2.** 6
Wiley, B. F. **3.** 176
Wiley, R. **3.** 47, **4.** 269
Willcox, P. J. **4.** 453
Williams, J. R. **1.** 459
Williams, J. R., Jr. **4.** 478
Williams, R. C. **1.** 450
Willm, P. **1.** 543
Wilson, H. H. **4.** 201
Wilson, H. M. **1.** 566
Wilson, J. **6.** 174
Wilson, L. A., Jr. **4.** 413
Wilson, P. L. **4** 154
Wilson, R. A., Jr. **7.** 46
Winchell, D. A. **1.** 283
Wiśniewski, E. **3.** 109
Wodzińska—Glazar, J. **1.** 497, **4.** 516
Woertz, B. B. **4.** 35
Wood, D. B. **7.** 19
Wood, T. R. **1.** 385
Woodall—Mason, N. **1.** 552
Woodhouse, R. **3.** 62
Woodlan, B. **1.** 307, 406
Woodroof, R. A. Jr. **4.** 522
Woods, E. G. **4.** 162
Work, Ph. L. **3.** 206
Worthington, A. E. **3.** 91
Wright, T. R. **1.** 143
Wright, T. R., Jr. **1.** 138, 158, 223, 590, 627
Wu, C. H. **4.** 389

Y

Yeh, W. W. G. **4.** 112, 222
Yocum, B. T. **5.** 21, 22, 23, **6.** 8
Yoon, Y. S. **4.** 112
Yost, K. C. **6.** 182
Yost, M. E. **4.** 305
Youens, J. W. **1.** 201, 249, 595
Youmans, A. M. **3.** 17
Young, H. A. **6.** 123
Youngblood, W. E. **3.** 43
Yungblut, Ch. **1.** 520

Z

Zabrodin, P. I. **3.** 46
Zaharova, N. G. **3.** 67
Zaharova, N. I. **3.** 93, **4.** 90
Zajcev, Ju. F. **1.** 350
Zajcev, Ju. V. **6.** 4
Zajcev, L. A. **6.** 94
Zajdullin, G. N. **4.** 319
Zajonc, O. L. **2.** 25
Zakirov, R. A. **4.** 540
Zakirov, Sz. N. **4.** 426
Zakolobjaznüj, V. V. **2.** 33
Zamora, M. **1.** 13, 145, 183
Zapovalov, I. A. **2.** 37
Zav'jalov, É. I. **2.** 3
Zavjalova, E. P. **6.** 186
Zejnalov, N. E. **1.** 219
Zejnalov, R. R. **1.** 73
Ziaja, M. **1.** 602
Zil'berman, E. N. **1.** 227
Zimmer, H. **6.** 153
Zincsenko, V. Sz. **3.** 66
Zinnatulin, N. H. **3.** 95
Zlatopol'szkij, Sz. Sz. **3.** 130
Zlotnik, L. E. **1.** 227
Zoback, M. D. **4.** 92
Zolotuhin, A. B. **4.** 378
Zorilescu, D. **4.** 196
Zubarev, A. V. **1.** 84
Zundelevics, Sz. M. **3.** 155, 161
Zükin, M. Ja. **4.** 432, 456
Zvereva, L. A. **3.** 131
Zvjagin, G. A. **4.** 50, 51

Zs

Zsarov, E. F. **1.** 327, 356
Zsdanov, Sz. A. **4.** 404, 419
Zseleznjakov, F. I. **1.** 184
Zseltov, Ju. P. **4.** 98, 366, 367, 388, 419
Zsesztovszkij, A. D. **1.** 304
Zsetluhin, Ju. L. **4.** 534
Zsetvina, I. N. **4.** 80
Zsidovcev, N. A. **1.** 11, 88, 172, 178
Zsurba, V. M. **1.** 192

TÁRGYMUTATÓ

A, Á

adszorpció agyagásványon **4.** 73, 74
—, kőolaj-összetevőé, termikus termelésnél **4.** 371
—, tenzideké **4.** 341, 345
—, —, kvarcon **4.** 72
—, —, savazáskor **4.** 509
AGA — Dukler-eljárás **6.** 31
agyagellenállás **3.** 54
agyagmárga duzzadása **1.** 230—232, 234, **3.** 184
agyagok stabilizálása vízelárasztásnál **4.** 268
— tömörülése **1.** 264
— vízleadása **4.** 25
agyagos homok ellenőrzése $Al_2(OH)_3$-dal **4.** 546
— homokkövek értelmezése **3.** 113—117, 119, 121, 122
agyagosság hatása a szelvényekre **3.** 21, 54
— meghatározása szelvényekből **3.** 88, 118, 142, 183
agyagtényező-szelvény **1.** 275
akusztikus amplitúdómérés **3.** 11, 127
— cementmérés **3.** 10, 11, 167, 190—192
— csillapításmérés **3.** 73, 127, 128, 137
— frekvenciaszondázás **3.** 71
— hullámkép elemzése **3.** 70
— — regisztrálása **3.** 11, 192
— hullámterjedés **3.** 72, 176
— — mérése **3.** 33
— impedancia mérése **3.** 71
— mérés **5.** 70
— — száraz lyukban **3.** 6
— mikroszonda **3.** 9
— sebesség eloszlása anizotrop tárolóban **4.** 167
— sebességmérés **3.** 6, 64
— —, irányított **3.** 72
— sebességszelvényezés **3.** 67, 69, 70, 80, 103, 124, 135, 160, 177
— szelvényezés csövezett lyukban **3.** 7, 141
— — elmélete **3.** 33, 68, 136
— — regisztrálási módja (SZPAK—2M) **3.** 12
— —, széles sávú **3.** 7, 141
— televízió **3.** 125
akvatermális hatás **4.** 202
alkalmazottak produktivitása az USA független olajvállalatainál **7.** 11
— — — — két ipari ágazatban **7.** 13
— — — — nagy olajvállalatainál **7.** 10
— — — — nem olajipari vállalatainál **7.** 12
állapotváltozások a termikus olajkitermelésnél **4.** 363
ammóniás olajkiszorítás **4.** 361
anizotrop tároló **4.** 167
anomális folyadékok szűrődése **4.** 98/a
anyagmérleg **6.** 61
anyagmérleg-egyenlet optimalizációja **4.** 208
áramlás hasadékban **4.** 115, 116, 119, 128
— heterogenitása **4.** 114
— homokkőben (meleg és forró vizé) **4.** 107
—, kétfázisú, függőleges anyagtranszferrel **4.** 108
—, —, széntelepben **4.** 109
— kettős porozitású tárolóban **4.** 120
— porózus közegben (tranziens gázáramlás) **4.** 102, 104, 105
— víztestben **4.** 169, 170
áramlási potenciálvizsgálatok **4.** 113
— vizsgálat gáztárolóban **4.** 438
— — hasadékos tárolóban **4.** 141
— — repedezett tárolóban **4.** 146
— — tárolóban **4.** 121, 134, 142
— — teszterrel **4.** 148—153
— — zárt tárolóban **4.** 137
áramlásmérés **3.** 36—39, 45, **6.** 58—60, 123, 171, 173, 182, 183
árammérő műszer, mélységi **4.** 558
arktikus fúrások **1.** 257, 289
— szénhidrogén-kutatás **1.** 614—617
— tengeri fúrás **1.** 522, 618, 620, 622, 625—629
Aronofsky-egyenlet **4.** 266
ASZU **6.** 68, 169
automatizálás **6.** 78, 120—122, 151, 173, 178

B

baktériumos formációserkentés **4.** 13
Barátság távvezeték **6.** 87
Barenblatt-módszer **4.** 141
barit hidrofobizálása **1.** 240
— kiválasztása öblítőfolyadékból **1.** 204, 205
bárium-szulfát kiválása **4.** 555, 556
beakasztott béléscsőoszlop cementezése **1.** 359, 360
— — kihajlása **1.** 360
— — szerelvényei **1.** 360
— — toldása felszínig **1.** 359
beáramláshiány elemzése **3.** 151
béléscső, gáztömörzáró **1.** 429
— kopásvédelme **1.** 20, 21, 117
— méretválasztéka **1.** 10, 71
—, műanyag **1.** 427
béléscsövek arktikus körülményekre **1.** 294
— falvastagság-egyenetlensége **1.** 295
— horpadási szilárdsága **1.** 293
— kihajlása **1.** 313
— kopása **1.** 317, 319
— — a fúrócső mozgatása következtében **1.** 314, 315
— — a kötél mozgatása következtében **1.** 315
— kritikus belső nyomása **1.** 297
— — külső nyomása **1.** 296, 297
— — — nyomásának csökkentése **1.** 295
— meneteinek tömör zárása **1.** 298
— összeroppanása **1.** 303—306
— sérülése perforáláskor **1.** 312
— tulajdonságai API szerint **1.** 299
— üvegszállal erősített műanyagból **1.** 297, 302
béléscső-cementezés **1.** 31, 320, 321
—, beakasztott béléscsőoszlopé **1.** 359, 362
— excentrikus gyűrűs térrel **1.** 353
— felszíni berendezései **1.** 350
— ferde fúrólyukban **1.** 363—365
— — gázkutakban **1.** 361
— gélesített vízzel **1.** 368
—, nagymélységű fúrásé **1.** 359
— — savanyúgáz-kutakban **1.** 291
— tervezése számítógéppel **1.** 349
béléscsőkopás előrejelzése **1.** 21, 316
béléscső-központosító **1.** 364
béléscsőoszlop grafikus méretezése ferde fúrólyukban **1.** 307
— hőszigetelése **1.** 257
— méretezése nagy dőlésszögű fúrásokban **1.** 406
— nyomáspróbája **1.** 310, 311, 354
— tervezése arktikus fúráshoz **1.** 622
béléscsőpakker **1.** 348
béléscsősaru átfúrása **1.** 74
béléscsővédő gumigyűrű **1.** 314, 316, 318, 319
béléscsövezési sebesség **1.** 308
Benedict—Webb—Rubin-egyenletek **6.** 42
beruházások (külföldi beruházások) kockázata **7.** 64, 65
— az USA olajiparában **7.** 61—64
besajtoló termelőszelvény kiigazítása polimerrel **4.** 523—531, 533
besajtolókutak ellenőrzése **3.** 49
besajtolószelvény hőmérséklet-eloszlása **4.** 271
— meghatározása **4.** 269, 270
besajtolóvíz kezelése **4.** 276, 278, 279
— — levegőeltávolítással **4.** 276
betű- és számítógépjel-szabvány **7.** 1
biogáztermelés **6.** 199
biopolimeroldatok szűrődése **4.** 305, 310, 311

biztonsági kérdések 3. 5
— szabályok tengeri fúróberendezéseken 1. 517
— szelep, felszín alatti (l. még viharfúvóka) 5. 27
biztonságtechnika 6. 67, 129, 145, 152
Brookfield-viszkoziméter 4. 330
búvárszivattyú cseppfolyós gázra 6. 46

C, Cs

Carter-egyenlet 1. 453
—, módosított 4. 470
cement 1. 331
— adalékolása 1. 321
— — borkősavval 1. 358
— — kvarcliszttel 1. 358
— API szerinti vizsgálata 1. 331, 362
— kén-hidrogén-szennyezésű fúrólyukhoz 1. 323
—, kohósalak- 1. 355
— kötéskésleltető adaléka 1. 333
— súrlódáscsökkentő adaléka 1. 332
— szabványos kereskedelmi elnevezései 1. 322
— szállítása 1. 321
— tárolása 1. 321
cementezés l. még béléscső-cementezés
—, másodlagos 1. 366, 367
—, nagynyomású gázos kutaké 1. 328
cementezőegységek 1. 347
cementezőfej 1. 346
cementkő szilárdulása 1. 31
cementkötési idő gyorsítása 1. 356
cementösszetétel számítógépes elemzése 1. 356
cementpalást ellenőrzése 3. 10, 11, 73, 154, 167, 190—194
— hővezető képessége 1. 342
— szilárdsága 1. 343
cementsűrűség-szelvényezés 1. 351, 352
cementtej, duzzadó 1. 329, 330
— felfelé áramlási sebessége 1. 336
—, fordított emulziós 1. 328
— gázosodása 1. 345, 361
— habzásának megakadályozása 1. 326
— hőstabilitása 1. 258
—, könnyített sűrűségű 1. 324, 325
— kromátadagolással 1. 329
—, polimeradagolású 1. 327
—, tengervízközegű 1. 330
— víztartó képessége 1. 345
cementtej-elválasztó folyadék 1. 334, 335, 337, 338, 339, 340, 341
centrifugális búvárszivattyú 5. 19, 46, 47, 48
centrifugálszeparátor 6. 16
Coats-módszer 4. 169
Coats—Smith-modell 4. 304
COFCAW l. még nedves tűzelárasztás
CRC—automatikus hegesztés 6. 28

CS

csapda, hidrodinamikai 4. 101
csavarszivattyú 6. 49
csepegőkutak olajhozama az USA-ban 7. 75
cseppfolyós földgáz 6. 53, 196
— — szállítása 6. 52, 149, 166, 168
cseppfolyósítás 6. 165, 167
csigasorlengés kiegyenlítése úszó fúróberendezéseken 1. 518, 552—554
csőacél, kén-hidrogén-korrózionak ellenálló 1. 300, 301
csőbevonat 6. 108
csődeformáció 6. 112
csőtávvezetéki tervek 6. 1, 5
csőtávvezeték-rendszerek 6. 1, 5
csőtörés ellenőrzése 6. 123, 124
csővezeték anyaga 6. 137, 138, 139, 140, 165
— belső felületének védelme 6. 12
— csomóponti feltételei 6. 31, 32
— ellenőrzése 6. 85, 141
— elvágása 6. 106
— építése 6. 80, 82, 83, 84
— szigetelése 6. 143
— tervezése 6. 111
— üzemeltetése 6. 82, 84, 85, 92
csövezett kútban végzett szelvényezés 3. 41, 140, 141

D

„d" tényező 1. 271
Damköhler-szám 4. 507
Darcy-törvény, kibővített 4. 143
diagenezis, homokkőtárolóké 4. 44
dielektrikus állandó, kőzeté 4. 59
dielektromos állandó mérése 3. 23
— hullámszelvényezés alkalmazása 3. 66
— lyukszelvényezés elmélete 3. 64
dietilénglikol 6. 44
diffúzió csőben 6. 114
diffúziókoefficiens 6. 37
diffúziókonvekció egyenlete 4. 118
diffúziós tényező 6. 115
digitális regisztrálás szelvényezésnél 3. 30, 219
Drauelunk—Purvis—Robinson-állapotegyenlet 4. 33
dugós szállítás 6. 88, 114, 115
dugóvizsgálat 4. 149
Dykstra—Parsons-módszer 4. 114, 258
Dyna-drill 1. 43, 129, 152

E, É

égésfront sebessége tűzelárasztásnál 4. 402
égésgázok katalitikus kezelése 4. 272
egyensúlyi arányok, gőz—folyadéké 4. 35
egygörgős fúró 1. 92—94
Eilerts-feltételezés 6. 31
elárasztott zóna hatása 3. 144
— — tulajdonságai 3. 59, 61, 101, 120, 139
elektromos olajtermelés 4. 12
— szelvényezés csövezett lyukban 3. 60
— vezetés kőzetekben 3. 52
elgőzölögtetés 6. 148, 165, 167
ellenállásmérés elméleti kérdései 3. 52—59, 61, 80, 94, 144
ellenállásmérések értelmezése 3. 145
ellenállás-szelvényezés alkalmazása 3. 129, 177
eltérési tényező 4. 32, 5. 64
emulgeálódás, spontán 4. 336
emulzióbontás csőben 6. 25
energiaárak a jövőben 7. 56
energiaellátás 6. 69
—, Kanadáé 7. 30
—, a világé 7. 31
energiaszelektív radioaktív mérések 3. 13, 14, 18
energiaszerkezet, USA-é 7. 28, 31, 58
epoxi belső bevonat 6. 28
ERDA 4. 5—7, 11, 320, 7. 28, 47, 54
ergonómia, fúrási 1. 412
érintkezési szög érdes felületen 4. 71
erózió 6. 72
eróziós fúrás 1. 49, 171, 172
etil-amin-oldat 6. 14
etilénglikol-monobutiléter 4. 522
etilénvezeték 6. 5
Európai Biztonsági Kódex (ESC) 6. 191

F

fagyott tárolók szelvényezési nehézségei 3. 148
fajlagos felület mérése 4. 69, 70
„fekete olaj" eljárás 6. 31
félig merülő fúrófedélzet 1. 45
felszíni öblítőrendszer l. szilárdanyag-kiválasztás öblítőfolyadékokból
ferdefúrás műszerezése 1. 42
ferdeségmérés 3. 25, 149
feszültségi állapot sótestben gáztároló üreg körül 4. 466
flexofúrás 1. 50, 413
fluidium-mintavétel, mélységi 4. 29
fluor-hidrogén-sav, helyben keletkező 4. 512
fogadóállomás 6. 148
fokozott olajkitermelés 4. 4—8, 10
— olajkitermelési módszerek összehasonlítása 4. 301, 337, 338, 352
folyadék eltávolítása gázkútból 5. 62
folyadékos kőzetrepesztés l. kőzetrepesztés
folyadéksugár-szivattyú 5. 50
folyadéksűrűség-mérés 3. 45
folyamatmodellezés (műszertervezéshez) 3. 20
folyékony tüzelőanyagok szénből 7. 42, 43
Forchheimer-egyenlet 4. 103
fordított probléma l. paraméterazonosítás
formáció feszültségi állapotának meghatározása folyadékos repesztéssel 4. 489
formációegyensúly-gradiens 1. 263
formáció-ellenállási tényező 4. 56
formációfaktor 3. 56, 58, 90—93
formációkezelés emulzióbontó tenziddel 4. 537
— helyben térhálósított polimerrel 4. 523—531
— hővel 4. 539, 540
— meleg vízzel 4. 538
— polisociánurát sókkal 4. 535
— szilánnal 4. 534
formációvizsgálat 1. 418, 3. 151, 153
— felszíni szerelvényei 1. 419
—, fúrószáras 1. 421—423
—, kábeles 1. 420
— tengeri fúróberendezésnél 1. 604, 605
fotoneutron-módszer 3. 214
föld alatti fluidumtárolás biztonsági követelményei 4. 467
— — gáztárolás 6. 150, 151
— — — üzeme 4. 468
— — gáztároló 6. 17
— — — sóüregben 4. 459, 460, 463—465
— — — szimulációja 4. 458
— — — üreg, sótestben oldott 4. 465
— — — víztestben 4. 457, 460, 462
— — kőolajtárolás 6. 101
földgáz cseppfolyósítása 6. 46
— kristályosítása 6. 184
földgáz-cseppfolyósító, felügyelet nélküli 6. 62
földgázdesztilláló oszlop 6. 50
földgázfeldolgozás optimalizálása 6. 61
földgázfeldolgozó üzem 6. 43, 195
földgázhelyzet, USA-é 7. 57, 59
földgáztermelés, a világé 7. 51
fúrás, nagymélységű 1. 23, 26, 29, 30
—, ultramély 1. 28—30
fúrási diszpécserrendszer 1. 147, 148
— folyadék l. öblítőfolyadék
— hidraulika 1. 187
— —, optimális 1. 181, 182
— időmérleg 1. 54
— költség 1. 190, 191
— —, tengeri 1. 511
— műszerkabin 1. 592, 593
— művelet automatizálása 1. 159, 160
— — optimalizálása 1. 144, 145, 170, 187, 189—197

fúrási sebesség **1.** 187, 189
— — csökkenése **1.** 184, 186
— sebességszelvényezés **1.** 269, 270
— szakemberek képzése **1.** 3, 4
— szelvényezés **1.** 13, 272
— — (pórusnyomás-) **1.** 170
— — (sebesség-) **1.** 142, 170
— technológia a SZU-ban **1.** 9
— teljesítmények az USA-ban **1.** 2
— tevékenység a SZU-ban **1.** 5
— — az USA-ban **1.** 1
— — a világon **1.** 1, 6
fúrhatósági szilárdság **1.** 170
— vizsgálat l. kőzetfúrhatóság vizsgálata
fúróárboc teherbírása **1.** 52
fúróberendezés arktikus fúrásokra **1.** 64
—, helikopterszállítású **1.** 62
— műszerezése **1.** 13, 141, 144—146, 153, 159, 160
— —, lyuktalpi **1.** 149
— —, műszerkabin **1.** 143, 146
—, sivatagi szállítású **1.** 63
— szállítása **1.** 65
—, tengeri **1.** 45
fúróberendezések emelőmű-teljesítménye **1.** 52
— hidromechanikus erőátvitele **1.** 61
— mélységkapacitása **1.** 14, 15, 51, 52, 54, 55
fúróberendezés-állomány, világé **1.** 51
fúróberendezés-gyártás, USA-ban **1.** 51
fúróberendezés-hajtás, dízel-elektromos **1.** 56—58
—, dízel-hidraulikus **1.** 59, 60
—, elektrohidraulikus **1.** 59
—, villamos **1.** 56—58
fúrócső API-adatai **1.** 103, 104
fúrócső kifáradási határa **1.** 106—108
— korróziós kifáradása **1.** 113—115
—, könnyűfém **1.** 121, 122
—, —, duzzasztott védőgyűrűvel **1.** 123
—, —, kopása **1.** 123
— roncsolásmentes vizsgálata **1.** 113
— terhelhetősége **1.** 105
— törése **1.** 113
fúrócső-bepörgető kulcs **1.** 140
fúrócsőkapcsoló kopásvédelme **1.** 20, 117
— sérülése **1.** 140
fúróhajó **1.** 45
— dinamikus helybentartása **1.** 522, 523, 535—537
—, jégtörő **1.** 619
fúrólyuk elferdítése **1.** 396—398
— elferdülése **1.** 110 393—395
— függőlegessége **1.** 290
— hűtése **1.** 259
— mélységének pontossága **1.** 432
fúrólyukfal stabilitása **1.** 230, 232, 235—238
— üveggel való bélelése **1.** 237
fúrólyukkönyök **1.** 275
— elkerülése **1.** 392, 395
fúrólyukszerkezet tervezése **1.** 262, 272
fúrólyuk-szimulátor **1.** 169
fúrómotor talpi, pozitív folyadékkiszorítású **1.** 17, 124—127, 129
fúrószár be- és kiépítésének automatikus rendszere **1.** 157, 158, 591
— forgatónyomaték-mérése **1.** 153
— kihajlása **1.** 109
— lengése **1.** 111, 112
— megszorulása **1.** 385—388
— stabilizálása **1.** 98, 99, 135—137
— visszavezérlése tengerfenéki fúrólyukba **1.** 46, 556, 557
fúrószerszám mentése **1.** 391
— — marással **1.** 389, 390
fúróturbina fékes forgóréssel **1.** 124
— jel-fúráshoz **1.** 124
—, reduktoros **1.** 16, 128, 128
fúró-utánengedő **1.** 155, 156

G

Galerkin-eljárás **6.** 32
gamma-mérések elméleti kérdései **3.** 143
Gasbuggy-telep nukleáris robbantása **4.** 493
gáz ellenőrzése habos formációkezeléssel **4.** 532
gázáramlás állandósítása **4.** 441
— gázkútban **5.** 59—61, 65, 66
— kútcsoporthoz **4.** 424
gázátadó állomás **6.** 133
gázbesajtolás, inert gázé **4.** 272, 273
gáz-csapadék kitermelése **4.** 455, 456
gáz-csapadék-kitermelés szimulációja **4.** 454
gáz-csapadék-rendszerek **4.** 36, 37
gázdugó beáramlása fúrólyukba **1.** 376, 379
— felfelé áramlása fúrólyukban **1.** 375
gázellátás **6.** 156, 157
gázelosztás **6.** 155
gázelőkészítés **6.** 4, 29, 47
— tervezése **6.** 13
gáz- és vízbesajtolás **4.** 294
gázexport **6.** 5
gázfeldolgozó üzem **6.** 11
gázfelhasználás **6.** 134, 155
gázgyűjtés **6.** 29
— ellenőrzése **6.** 64
gázhozam mérése **6.** 55—57
gázkarotázs **3.** 200—203
gázkészlet becslése **4.** 221, 420—422, 432
— kőszéntelepekben (USA) **7.** 37
gázkészletek, a világé **4.** 2
gázkiszorítás vízzel **4.** 425
— — hasadékos tárolóból **4.** 426
gázkitermelés előrebecslése **4.** 429, 453
— optimalizálása **4.** 427, 436, 437
— szimulációja **4.** 428, 433
gázkút hozamvizsgálata **5.** 59, 63
—, kondenzátumot termelő **5.** 57
—, ultramély, nagy hozamú **5.** 52, 53, 56, 58
— üzeme **5.** 62
— vizsgálata **5.** 59
gázkutak folyadéktartalma **6.** 16
gázleválasztás **6.** 13
gázlüktetés **6.** 45, 158, 159
gázmérés **6.** 157
gázmező felszíni berendezései **6.** 18
— termelésének automatikus irányítása **6.** 68
gázmotor **6.** 194
gáznyomás szabályozása **6.** 136
gázok argontartalma **4.** 18
gázpermeabilitás csökkentése l. gáz ellenőrzése
— nagymélységű gáztárolókban **4.** 433
gázszabályozás **6.** 133
gázszállítás **6.** 4, 12, 29, 44, 154
gáztalanító **1.** 67
gáztárolás **6.** 162
gáztároló nyomásváltozási görbéi **4.** 443, 445
— szállítóképessége **4.** 441
gáztárolók fojtási vizsgálatai **4.** 444
— teljesítményének előrebecslése **4.** 446
— tulajdonságai gyűjtővezeték tranzienseiből **4.** 449
— viselkedése a kőzet tulajdonságaitól függően **4.** 440
gáztávvezeték tervezése **5.** 8, 9
gáztelep, túlnyomásos, belső vízhajtással **4.** 422
gáztelítettség, kritikus, kimerülésnél **4.** 240
gáztermelés elmélete **5.** 59, 62
gáztömörzáró bélés- és termelőcső **1.** 429
gázturbina **6.** 167
gázüzem **6.** 70, 71
gázvezeték **6.** 1, 2, 5—7, 28, 130—132, 135, 162
gázvezeték automatizálása **6.** 65, 126, 172, 175
— karbantartása **6.** 174
gázzal telített olaj csővezetéki szállítása **6.** 34
— — — kinematikus viszkozitása **6.** 35
gélesített víz **4.** 330
geofizikai műszaki balesetek **3.** 5
geotermikus energia **4.** 107
— — az USA-ban **7.** 48
— — felhasználása **3.** 31
— — Kaliforniában **7.** 49
— fúrás **1.** 414, 416, 417
— kút termelése **5.** 16
— kutak nyomás- és hővesztesége **4.** 174
— tároló, belső gázhajtású **4.** 247
— — gőztermelése **4.** 248
— — szimulációja **4.** 171—173, 304
— viszonyok olajtárolókban **4.** 214
görgős fúró csapágyában ébredő feszültségek **1.** 83
— — csapágyainak kenőanyaga **1.** 84
— — csapágy-élettartama **1.** 83
— — csapágykopásának mérése **1.** 154
— — cserélhető fúrógörgőkkel **1.** 95
— —, egygörgős **1.** 92—94
— — fogainak keményfém vértezése **1.** 81
— — forgatónyomatékának mérése **1.** 131, 132, 154
— — fúvókaelrendezése **1.** 85—88, 179—181
— — görgőinek fogelosztása **1.** 80
— — — mozgása **1.** 79
— —, keményfém betétes, műgyémánt vértezéssel **1.** 101
— —, — fogazású **1.** 8, 72—74
— — kiválasztása **1.** 72, 97, 174—176
— — kódjelzése **1.** 91
— — kőzetbontása **1.** 78
— — méretválasztéka **1.** 10, 71
— — optimális fordulatszáma **1.** 111
— — öblítési rendszere **1.** 11, 178
— — terhelése **1.** 188
— —, új típusú **1.** 12
— — végtelen görgős lánccal **1.** 95
— —, zárt, siklócsapágyas **1.** 8, 72, 74
gőzdesztilláció gőzelárasztásnál **4.** 389, 390
gőzelárasztás **4.** 366, 378, 383—386
—, szakaszos **4.** 395
gőzfejlesztők üzeme gőzbesajtolásnál **4.** 397
gőzhajtás **4.** 388
—, szakaszos és folytonos **4.** 382
— szimulációja **4.** 380, 381
gravitációs elkülönülés optimalizációja **4.** 250, 283
guar-mézga **1.** 455—458, **4.** 475
guar-polimer **4.** 473
GURC **4.** 5, 6

Gy

gyantaszemcsék, folyadékveszteség csökkentésére **4.** 356
gyémántfúrás **1.** 100
gyémántfúró **1.** 96
— gazdaságossága **1.** 97
— műgyémánttal **1.** 102
— optimális fordulatszáma **1.** 98
— stabilizálása **1.** 98, 99, 135, 136
gyémántturbófúrás **1.** 134
gyorsértelmező módszerek **3.** 147
gyűjtő—előkészítő rendszer a SZU-ban **6.** 3
gyűjtő—előkészítő—szállító automata rendszer **6.** 23
gyűjtőrendszer **6.** 27
— melegítése **6.** 24
gyűjtővezeték-rendszer **6.** 22, 33

H

hab áramlása vertikális hasadékban **1.** 481
haböblítés, stabil **1.** 250, 251
haböblítéses fúrás **1.** 415
hangerőmérő műszer, mélységi **4.** 560
harmatpont **6.** 44
harmatpontmérés **6.** 75
hasadék méretének meghatározása **1.** 469 470
— — — akusztikus vizsgálattal **1.** 468
— — — pulzusvizsgálattal **1.** 467—469
— nyílása telepviszonyoknál **4.** 96
— vezetőképessége **1.** 464, 465
hasadékeloszlás **4.** 50, 51
hasadékos tárolók értelmezése **3.** 101, 102, 124, 127, 130, 134, 135
— — szelvényezése **3.** 9
határfelületi feszültség, kőolaj-kausztikus oldatoké **4.** 42
hegesztés **6.** 197, 198
helyben elégetés l. tűzelárasztás
helyettesítő energiaforrások **7.** 31, 52
heterogén tárolók értelmezése **3.** 126
hidrátképződés **6.** 38
— hatása kőolajokon **4.** 43
hidraulikus mélyszivattyú **5.** 51
hidrociklon (turbóciklon) **1.** 69
hidrodinamikai vizsgálat, tároló—kútrendszeré **4.** 121, 122, 127, 131—133, 135, 138—140, 143, 145, 438
hírközlés **6.** 85
homokbeáramlás megakadályozása **1.** 34
homokdetektor **5.** 71
homokellenőrzés **1.** 437—446, **4.** 541—548
— felfújható külső béléscsőpakkerrel **4.** 542
— szitatekerccsel **4.** 543
homokkőtárolók értelmezése **3.** 107, 113, 122
homokkövek kompresszibilitása **4.** 90, 91
homokmagok vizsgálata **4.** 48
homokmegszilárdítás katalitikus fémbevonattal **4.** 547, 548
homokok mechanikai tulajdonságai **4.** 88
homokréteg stabilizálása **1.** 35
homoktartalom-vizsgáló készülék, API-szabványú **1.** 201
HOREG-modell **4.** 170
Horner-módszer **4.** 442, 511
hosszabbítócső tengeri fúrólyukfejhez **1.** 523—526, 536
hozammérés **6.** 122
hőáramlás matematikai modellje **5.** 16, 17, 18
hőátadás fúrólyukban **1.** 259
— számítása **6.** 88
hőcserélő méretezése **6.** 160
hőmérsékleti gradiens **1.** 281, 282
hőmérsékletmérés **3.** 49
hőmérsékletmérő szonda **3.** 38
hőmérséklet-szelvényezés **3.** 48
hőmérséklet-változás csővezetékben **6.** 86
hőtágulás **6.** 82
hőveszteség a kútban szakaszos gőzbesajtolásnál **4.** 393
hővezető képesség, kőzeteké **4.** 85, 86
— — meghatározása szelvényekből **3.** 104
hővisszanyerés gázüzemben **6.** 48
hulladékhő-hasznosítás **6.** 48
Hypalon műkaucsuk **6.** 53

I

illóolaj-kitermelés szimulációja **4.** 454
impulzusüzemű gamma-forrás alkalmazása **3.** 15
indukciós mikroszelvényezés **3.** 63
— szelvényezés **3.** 22, 62, 63, 65
információelmélet **3.** 145
inhomogén tárolók értelmezése **3.** 123
inhomogenitás értékelése **4.** 49
injektivitási profil felvétele **3.** 46, 47
interferenciavizsgálat **4.** 154, 155, 157
— anizotrop formációban **4.** 156
interpretációelmélet **3.** 145
invert emulziós iszap l. öblítőfolyadék, olajközegű
ioncserélő-kapacitás agyagoknál **3.** 53
irányított áramterű mérések **3.** 59
— ferdefúrás **1.** 42, 43, 129, 150, 151, 392, 393, 409
— — műszerei **3.** 25
— —, tengeri **1.** 610
— — nagy mélységben **1.** 404, 405
— — talpi fúrómotorral **1.** 398
— — — irányító műszerrel **1.** 398—401
— — tengelyének térbeli meghatározása **1.** 402, 403
— — turbinával **1.** 396, 397, 410
iszaplepény és fúrócső tapadása **1.** 218
— tapadásának csökkentése **1.** 219
iszaplepény-képződés sebessége **3.** 138
iszapveszteséges kőzetek átfúrása **1.** 250
izotópos gamma-szelvényezés **3.** 48
— nyomjelzés **3.** 45, 46

J

jéghegyeltérítés **1.** 620
jet-fúrás optimalizálása **1.** 182, 183
jet-öblítősugár kőzetbontó hatása **1.** 89
JOIDES-terv **1.** 47, 508, 510, 518, 558, 559

K

kábeles teszterezés **3.** 152
kapillárishiszterézis **4.** 80
kapillárisnyomás **4.** 78
— kőszénben **4.** 81
— rétegcsapdában **4.** 77
— rétegezett tárolóban **4.** 75
karbonátkéreg inhibitor **4.** 553
karbonátkőzetek inhomogenitása **4.** 94, 95
— értelmezése **3.** 68
— mechanikai tulajdonságai **4.** 89
karbonátos tárolók értelmezése **3.** 103, 123, 126, 130
karbon/oxigén-szelvényezés **3.** 18
katódvédelem **6.** 181, 190
kavicsszűrő elhelyezése **4.** 549—552
kavitáció **6.** 113
kén okozta termelőcső-eltömődés **6.** 14
kén-dioxid eltávolítása rétegvízből **4.** 238
kén-hidrogén **6.** 15
kén-hidrogénes gáz **6.** 12
kén-hidrogén-koncentráció, megengedett legnagyobb **7.** 22
kén-hidrogén-mentesítés **6,** 4, 10
kén-hidrogén-tartalmú gázok termelése **5.** 52—56, 58
kéntermelés **6.** 4
kénvegyületek kőolajban **4.** 21, 23
készletbecslés **3.** 212
készletek, fajlagos **4.** 185
kiegyensúlyozatlan fúrási mód **1.** 273—276, 286, 287, 381
kiegyensúlyozott nyomású fúrás **1.** 8, 23, 24, 184, 185, 276, 286, 287
kigőzölés gőzelárasztásnál **4.** 392
kis ellenállású tárolórétegek **3.** 121
kisszámítógépek alkalmazása szelvénykiértelmezéshez **3.** 157—159
kiszorítás (nem newtoni fluidumoké) hasadékból, gyűrűs térből **4.** 117—119
kitámasztó közeg **1.** 463, 464
kitermelés optimalizálása **4.** 225
kitörés fúrószáron át **1.** 379
kitörésgátló, nagynyomású **1.** 594
—, —, ellennyomás-szabályozó rendszerrel **1.** 384
— nyomáspróbája **1.** 310
— tengeri fúráshoz **1.** 603
— úszó fúróberendezésekhez **1.** 602
kitörésgátló-rendszer **1.** 70
kitörésvédelem **1.** 375—378, 380, 381, 384
—, tengeri **1.** 597—599
kitörésvédelmi kiképzés **1.** 382, 383
— szimulátor **1.** 382, 383
klórszelvényezés **3.** 21
kockázat elemzése **7.** 65, 66
kombinált szonda **3.** 38, 140
komplex szelvényezési programok **3.** 2, 13, 105—113, 117, 119, 123, 133, 134, 140
— tárolóértékelés **3.** 89
kompresszibilitás, gázoké **4.** 33
kompresszor **6.** 158, 159
— földgázszállításra **6.** 45
—, turbókompresszor **6.** 45
kompresszorállomás **6.** 153
— automatizálása **6.** 126, 175, 177, 179
kondenzátum **6.** 13
— áramlása termelőcsőben **5.** 59, 61
konténeres olaj- és gázszállítás **6.** 184
konvekciós-diffúziós egyenlet **4.** 118
korrelációk, kőolajoké **4.** 19, 20
korrózió ellenőrzése csővezetéknél **6.** 145, 162
— előrejelzése **6.** 188
— geotermikus kutakban **1.** 416
— savanyú gáz következtében **1.** 279, 280, 285
— savanyúgáz-rétegeket harántoló fúrásokban **1.** 36
—, szén-dioxidé **4.** 556
— tengeri acélszerkezeteken **1.** 564, 565
korróziógátlók savazásnál **4.** 521, 522
korrózióvédelem **6.** 12, 186, 187
— folyamatos inhibitorbetáplálással **1.** 425, 426
— segédgázos kútban **5.** 32
kölcsönös oldószerek savazásnál **4.** 509, 522
kőolaj és földgáz együttes szállítása **6.** 49
— keletkezése **4.** 14, 15
kőolaj-előkészítés **6.** 26
kőolajgyűjtés **6.** 8
kőolajkészletek az USA-ban **4.** 3, 4, 8
— a világon **4.** 1, **7.** 50
— — —, tenger alatt **4.** 1
kőolajtermék **6.** 112, 116
— elosztása **6.** 116
— szállítása **6.** 116
— tárolása **6.** 116
kőolajvezeték **6.** 1, 2, 5—7, 28, 81—85, 92, 130
— automatizálása **6.** 65, 126
— építése **6.** 117
— hőszigetelése **6.** 81, 82, 89
— méretezése **6.** 164
— szigetelése **6.** 81, 107
— tervezése **6.** 118, 119
— több pontos megcsapolása **6.** 114
— üzemeltetése **6.** 117, 119
környezetvédelem geotermikus energiatermelésnél **7.** 26
— magas kéményeknél **7.** 24, 25
— mélyfúrással kapcsolatban **1.** 411
— olajmezőben **5.** 67, 68
—, tengeri **1.** 514, 515
környezetvédelmi előírás H_2S-re **7.** 22
kőszén föld alatti elgázosítása **7.** 44—47
kőzetbontás folyamata **1.** 78
— — viszkoelasztikus kőzetekben **1.** 146
— összefüggése a fúróátmérővel **1.** 177
kőzetek túlnyomásának keletkezése **1.** 264, 265, 267
kőzetfizikai és szelvényezési paraméterek kapcsolata **3.** 172—176

kőzetfúrhatóság 1. 22, 163—165, 167, 170
— vizsgálata 1. 168, 169
kőzetmintákon végzett mérések 3. 90—92, 96—99, 101, 102
kőzetnedvesség mérése 3. 66
kőzetrepesztés, folyadékos 1. 453, 454, 459, 463, 466, 478, 479, 504
—, —, gáztárolóban 1. 460
—, —, hőtűrő vizes géllel 1. 472
—, —, masszív 1. 39, 40, 458, 473—478
—, —, nagymélységű tárolóban 1. 500
—, —, nagy viszkozitású géllel 1. 41, 503
— folyékony robbanóanyaggal 1. 482
— habbal 1. 480, 481
—, nukleáris 1. 474
— repedezett tárolóban 1. 471
— robbantással 1. 482, 483
— rossz áteresztőképességű tárolókban 1. 39
—, savazásos 1. 466, 500, 502
kőzetrepesztési nyomás 1. 262
kőzetrepesztő folyadék elkülönített áramlása 1. 461
— — eltávolítása 1. 460
— — kiválasztása 1. 462
— —, nagy viszkozitású 1. 455, 464, 465
— —, — —, helyben térhálósított 1. 456—458
— — támasztékkoncentrációja 1. 466
— — vizsgálata szimulátorral 1. 460
kőzetsűrűség meghatározása 3. 27
kőzetszilárdság meghatározása szelvényekből 3. 171, 172
kőzettömörödés 1. 25
kriogén-csővezeték 6. 165
kúposodás 4. 161, 163
kútáram hőmérséklete 5. 17, 18
kútfejszerelvény ultranyomásra 1. 428
kútfejszerelvény-betét nagynyomású műveletekhez 1. 505
kútjavító berendezés l. lyukbefejező berendezés
kútkiképzés, szelektív, tengeri 1. 607, 608
—, wire-line rendszerű 1. 161
kútsűrűség a Szovjetunióban 4. 216
külszín süllyedése 4. 239, 303

L

lábakra emelhető fúrófedélzet 1. 45
— — mocsári fúrófedélzet 1. 62
Laplace-transzformáció 4. 122
légöblítés levegőáram-szükséglete 1. 252
légöblítéses fúrás 1. 415
Lejbenzon-törvény 4. 104
lemeztektonika és kőolajkészlet-becslés 4. 175
leterheltség fokának becslése szelvényekből 3. 42, 51
lézeres regisztráló 3. 30
litológiai szelvényértelmezés 3. 13, 105, 106, 107, 108, 117, 119, 123, 126, 131, 133
LOOP 6. 101

Ly

lyukbefejező berendezés automatizálása 1. 161
— —, nagymélységű 1. 162
— folyadék 1. 253, 257
— — kiválasztása 1. 424
— —, olajközegű 1. 255
— — stabilizálása olajban oldható műgyantával 1. 254
— —, vizes közegű 1. 254
lyukbőségmérés 3. 197
lyukelfojtás 1. 379, 380
— sósvíz-beáramlás esetén 1. 600
lyukgraviméter 3. 27
— alkalmazása 3. 26
lyukkörnyék sűrűségének meghatározása 3. 26
lyuktalpi differenciális nyomás hatása 1. 184

M

magfúrócső talpi fúrómotorokhoz 1. 133
magmintán telepállapot helyreállítása 4. 67, 68
maradékkészlet-becslés 4. 177, 178
maradék olaj gőzelárasztás után 4. 391
— — vízelárasztás után 4. 262, 263, 264, 265
maradékolaj-telítettség 3. 211
— mérése 4. 65
MARAFLOOD 4. 324, 330, 334
Mark V-modell 6. 31
másodlagos porozitás kimutatása szelvényekből 3. 123, 126
masszív folyadékos kőzetrepesztés 1. 39, 40, 458, 473, 474, 475—478
McDonald-modell 6. 31
McKinley-módszer 4. 511
mechanikus termelésű olajkút 5. 19, 20, 49
megcsapolás területe 4. 126, 136
meggyújtás tűzelárasztásnál 4. 400, 408
megrekedt gáztelítettség karbonátokban 4. 61
melegvíz-elárasztás 4. 370, 377
— polimerrel 4. 373
mélyfúrási geofizikai kábelek nyúlása 1. 432
mélységi vizek összetétele 4. 24, 26, 27
mélységmérés pontossága 3. 85, 86
mélyvízi tengeri mélyfúrás 1. 47
membránszivattyú 5. 49
menilitpalák 7. 38
mentés 3. 2
mennyiségmérés 6. 99
—, kőolajoké 4. 34
mérési adatok gépi feldolgozása 3. 13, 39, 44, 143, 149, 150, 155, 156, 157—161, 205, 215
mérőszondák behatolása 3. 77, 144
mérőturbina 6. 56, 134
mészkőtároló értelmezése 3. 42
metamorf tárolók értelmezése 3. 133
metanol előállítása földgázból 6. 52
— szállítása 6. 168
micellás oldatok társtenzidjei 4. 328
— — tulajdonságai 4. 326, 327, 329—332
micellás-polimer elárasztás 4. 320—325, 334, 335
micellás-tenzides elárasztás 4. 338
migrálás, primer 4. 100
mikroakusztikus szelvényezés 3. 9
mikroellenállás-mérés 3. 24
mikroemulzió, több fázisú 4. 331
mikroemulziós elárasztás l. micellás elárasztás
mikroszelvényezés 3. 138
MOC-eljárás 6. 32
Monte Carlo-módszer 4. 195, 421, 446
montmorillonit dehidratációja 4. 204
mozgékonyság, gázoké, oldottgáz-hajtásnál 4. 421
— gőzhajtásnál 4. 379
mozgékonyságpufferek micellás elárasztásnál 4. 333
mozgékonyságszabályozás polimerekkel. 4. 306
műanyag bélés- és termelőcső, API-szabvány 1. 427
műgyémánt 1. 101
műszerek, fúrási 1. 13, 141, 144—146, 153, 159, 160
műszerek, fúrási, lyuktalpi 1. 149
— irányított ferdefúrásnál 1. 42, 150—152
műszerezés 6. 9, 65, 69, 72—79, 124, 127—129

N

nagy átmérőjű fúrások szelvényezése 3. 28
— hőmérsékletű fúrások szelvényezése 3. 31—34
nagymélységű fúrás 1. 23, 26, 29, 30, 273, 276—278, 283, 285, 289, 290
— — béléscső-cementezése 1. 358
— — irányított ferdítése 1. 44
— — szelvényezése 3. 31—34
— — tervezése 1. 185
— gázkutak kiképzése 1. 292
nagynyomású elegyedő dúsgázbesajtolás 4. 351, 352
— — gázbesajtolás 4. 341—350
nem newtoni folyadékok 6. 37
— — olaj csővezetéki szállítása 6. 115
— — olajok 4. 31
neutronaktiválásos szelvényezés 3. 50
neutronbefogási hatáskeresztmetszet 3. 50
neutronélettartam-szelvényezés 3. 17, 18, 40, 41, 43, 44, 78, 79, 98, 99
neutrongenerátoros mérések 3. 17
neutronszelvényezés elméleti kérdései 3. 74, 75, 76—78
nukleáris-mágneses szelvényezés 3. 19, 20

Ny

nyomáscsökkentő állomás 6. 93
nyomásemelkedés kétfázisú áramlásnál 4. 144
nyomásfenntartás vízbesajtolással 4. 293
nyomásfokozó állomás 6. 28
nyomáshullám béléscsőoszlop leeresztéséből 1. 309
— csővezetékben 6. 32
nyomáshullámzás nagymélységű fúrásokban 1. 216, 217
nyomáskorlátozó berendezés 6. 135
nyomáskorrekció 6. 112
nyomásmérő műszer, permanens, mélységi 4. 557
— —, mélységi, kvarc 4. 559
nyomásszabályozás, automatikus 6. 94
nyomelemek kőolajban 4. 22

O

oktatóhiány az USA főiskoláin 7. 4—6
olaj—anyakőzet korreláció 4. 17
olaj és gáz együttes szállítása 6. 30
— kátrányhomokból 7. 32, 33
— oldódása meleg vízben 4. 372
— — szén-dioxidos vízben 4. 359
olajár hatása a készletbecslésre 7. 73—75
olajárak, világpiaci 7. 67, 68
olajbányászat 7. 36
olajembargó 7. 54
olajhomokok Kanadában 7. 40, 41
olajhozam mérése 6. 55
olajipari szakemberlétszám az USA-ban 7. 3
olajkészletbecslés, oldottgáz-hajtású telepeké 4. 180
olajkészletek, az Északi-tengeré 7. 17, 18
olajkiömlés eredetének meghatározása 7. 27
olajkiszorítás 3. 211
— ammóniával 4. 361
— nem elegyedő, hasadékos tárolóból 4. 259, 260

olajkút optimális termelőcső-átmérője 5. 24
— termelésének gazdaságossága 5. 20, 22, 23, 27, 28, 34, 35, 48, 50
— vizsgálata 5. 70
olajmérnökképzés az USA-ban 7. 2
olajpalák az USA-ban 7. 39
— a Szovjetunióban 7. 38
— elgázosítása és retortázása 7. 34
olajpolitika, USA-é 7. 70—72
olajstabilizálás 6. 10
olajszállítás 6. 24, 110
olajtárolás 6. 92
olajtávvezeték tervezése 5. 10, 11
olajtelítettség kis szalinitású márgás homokban 4. 57
— meghatározása szelvényekből 3. 23
olajtermék szivattyúzása 6. 37
oldottgáz-hajtás agyagos tárolóban 4. 242—244
— fedőnyomással 4. 245
— hasadékos tárolóban 4. 246
optimális szabályozás elve 4. 225, 226, 227, 435
óriás szénhidrogén-mezők 4. 1

Ö, Ő

öblítőfolyadék furadékszállító képessége 1. 213
— gáztalanítása 1. 67, 203
— hőállósága 1. 212
— hőstabilitása 1. 258
—, inhibitált 1. 229
— lyukbefejezéshez l. lyukbefejező folyadék
—, káliumközegű 1. 230—233, 237
— kén-hidrogén-tartalmának kimutatása jodometrikus módszerrel 1. 243
— — semlegesítése 1. 244, 245, 247, 249
— kenőképessége 1. 228
—, kis szilárdanyag-tartalmú 1. 229
— kocsonyásodása okozta hidrosztatikus-nyomás-csökkenés 1. 215
— korróziós hatása 1. 114, 115, 246
—, különleges 1. 222
— metrikus számításai 1. 221
— módosított hatványkitevős áramlási modellje 1. 208
— — — — —, olajközegűé 1. 209
—, nagy sűrűségű 1. 242
—, nem agyagos 1. 222
—, olajközegű 1. 235—238
—, —, nagy sűrűségű 1. 239—241
—, —, viszkozitásváltozása hőmérséklet hatására 1. 209
— reológiai számításai zsebszámítógéppel 1. 220
— súrlódáscsökkentő adaléka 1. 219
— szilárdanyag-tartalmának szemnagyság szerinti vizsgálata 1. 201
— tisztítása 1. 8, 66, 68—70, 198, 201, 203—205
— turbulens áramlása 1. 214
öblítőfolyadékok definíciói 1. 223
öblítőfolyadék-adalék, viszkozitáscsökkentő 1. 224
—, vízleadás-csökkentő 1. 225
—, —, hőálló 1. 226, 227
öblítőfolyadék-nehezítő adalék, savval oldható 1. 207
öblítőfolyadék-reológia 1. 208
öblítőfolyadék-szeparátor 1. 204, 205
öblítőiszap l. öblítőfolyadék
öblítőkör hőmérséklete fúrásban 1. 259—261
— hőmérsékletének meghatározása számítógépes programmal 1. 260
öblítőrendszer, felszíni 1. 595
öregedés, tenzideké 4. 343

P

pakkerfolyadék l. lyukbefejező folyadék
pakkerfolyadék átgázosodása 1. 256
Papadopulos-módszer 4. 156
paraméterazonosítás 4. 112, 220—224, 226—228
— gáztárolónál 4. 435
paraffinkiválás 6. 24
— szintézise 6. 87
paraffinlerakódás 5. 69
— eltávolítása 5. 44
paraffintalanítás 6. 87
perforáció hatása a cementpalástra 3. 167
perforációk állapota 4. 448, 561
— tisztítása szonikus ütőhullámmal 1. 436
perforálás 1. 430
— a tároló károsítása nélkül 1. 38
— eredményessége 3. 168, 169
— minőségének ellenőrzése 3. 46, 163
— okozta béléscsősérülés 1. 312
— termelőcsővel működtetett perforátorral 1. 434
— vizsgálata mélybeli körülmények között 1. 431
perforált csatorna eróziója 3. 163
— csatornák tisztítása 3. 164—166
permafrost kőzetek átfúrása 1. 250, 257, 623
— rétegek értelmezése 3. 148
— terület termelőkútjainak hőszigetelése 7. 20
permeabilitás hőmérséklettől függése 4. 83, 84
— meghatározása szelvényekből 3. 13, 57, 97, 111, 138, 139
permeabilitásmérés 4. 62
— tenzides folyadékkal 4. 63
— tömött tárolóban 4. 66
—, vertikális 4. 64
PIPEFLO 5. 10
polietilénimin (PEI) polimer 4. 317
polimer 4. 306
polimerelárasztás 4. 318, 319
polimeroldatok tulajdonságai 4. 307—309, 312—316
Pontragin-féle maximumelv 4. 225
porozitás, agyagoké 4. 52
— meghatározása szelvényekből 3. 13, 27, 88, 95, 107, 109, 111, 120, 121, 126, 134
— mérése tengerfenéken 4. 97
—, permeabilitás alsó határértékei 4. 47
—, — telepviszonyokon 4. 82, 87, 92, 93
pórusnagyság-eloszlás 4. 76
pórusnyomás 1. 262, 263
— előrejelzése 1. 8, 23, 24, 185
— értelmezése 1. 23
— geosztatikus összetevője 1. 265
— számítása 1. 266
— — szelvényekből 3. 181, 186
pórusnyomás-szelvényezés 1. 170, 275
pórussugár-eloszlás karbonátkőzetben 4. 46
pórusszerkezet 4. 53—55
prompt gamma-sugárzás mérése 3. 18
propán szállítása 6. 152
— tárolása 6. 152
pszeudofüggvények 4. 230
pszeudokapillárisnyomás-függvény 4. 162
pszeudonyomásfüggvény 4. 123, 444
pszeudopermeabilitásfüggvény 4. 162
pszeudoszkintényező 4. 129
pulzáló neutronmérés 3. 17
pulzusvizsgálat 4. 158, 159, 486
Purisol-eljárás 6. 43

R

radioaktív mérések 3. 17, 46 50, 76, 196
— nyomjelzés 3. 47
rázószita 1. 68, 202
Redlich—Kwung-egyenlet 6. 42
regisztrálóberendezések 3. 29
Reiner-tétel 4. 122
rektifikálótorony 6. 51
repedezett tárolók értelmezése 3. 116, 124, 134, 135
— — szelvényezés 3. 9
repesztés ferde kútban 4. 472
— habbal 4. 480
—, masszív folyadékos 4. 493—497
— robbantással 4. 471
— talp alatti 4. 499
— tömött gáztárolókban 4. 469, 490, 492, 493
repesztési gradiens meghatározása 3. 178
repesztett hasadék pulzusvizsgálata 4. 486
— — területe 4. 470
— — vezetőképessége 4. 473, 478, 482
— tároló akusztikus vizsgálata 4. 487
— — hidrodinamikai vizsgálata 4. 485, 486, 488
repesztőfluidum és a hasadék vezetőképessége 4. 473
—, gélesített 4. 474
—, helyben térhálósított 4. 475, 476
— visszanyerése a hasadékból 4. 477, 491
repesztőfluidumok szelektív elhelyezése 4. 479
részben megnyitott réteg 4. 127, 129
rétegdőlésmérés értelmezése 3. 150
rétegezett tároló 4. 262—264, 374
rétegvíz felületi vezetése 3. 55
— koncentrációja 3. 114
— laboratóriumi mérése 3. 114
retrográd kondenzáció 6. 31
rezgéselemzés 6. 128, 129
Rio Blanco nukleáris robbantás 4. 493
robbantásos repesztés 3. 170, 499
RUBO biztonsági rendszer 6. 54
rudazatos mélyszivattyúzás himbás hajtóművel 5. 34—45
Rulison nukleáris robbantás 4. 493
Ruska-paraméter 4. 45

S

savanyú földgáz szárítása 6. 42
savanyú gáz 6. 10, 195
— — kéntelenítése 6. 43
savanyúgáz-kutak, nagy hozamú, kiképzése 5. 58
savanyúgáz-telepek 6. 14
—, nagynyomású 4. 451
savazás agyagos homokkövekben 4. 510
— ellenőrzése 3. 43
— emulziós karbonátokban 4. 513—516
— homokkőtárolóban 1. 484—493, 4. 504—511
— karbonátos tárolókőzetben 1. 494—497
— korrózióvédelme 1. 499
— nagymélységű tárolóban 1. 500, 501
— olajközegű emulzióval 1. 494—497
savazó folyadékok 4. 518—520
savbehatolás mélysége 1. 498
— — a hasadék falába 4. 517
segédgázos kút szerelvényei 5. 29
— termelés 5. 27—29, 31, 33
— termelőberendezés 5. 18
— kút üzemtervezése 5. 30
segédgázszelep 5. 28, 29
— üzemviszonyai 5. 30, 31
serkentő formációkezelő módszerek 4. 501—503
sliphatás kétfázisú áramlásnál 6. 31
Soave—Redlich—Kwong-állapotegyenlet 4. 36
sós víz okozta korrózió 1. 248

sótömzs átfúrása olajközegű öblítőfolyadékokkal **1.** 241
sóüreg oldásának szimulációja **4.** 464
Starling-állapotegyenlet **4.** 32
Starling—Karnahan-állapotegyenlet **5.** 64
sugárzóanyag-kutatás **3.** 143
Sulfinol-eljárás **6.** 43
súlyosbító feszültségmentesítő horonnyal **1.** 19, 118, 119
— nehézötvözetből **1.** 120
— optimális meghúzási nyomatéka **1.** 119
— törése **1.** 118
súlyosbítóstabilizátor, ékes rögzítésű **1.** 138
—, hidraulikus rögzítésű **1.** 139
súrlódási tényező **5.** 65, 66, 108
sűrítőkutak **4.** 297
sűrűségszelvényezés elméleti kérdései **3.** 69, 76, 77

Sz

szabadfolyadék-index **3.** 19
szabályozott nyomású fúrás **1.** 8, 23, 24, 184, 185
— — fúrásmód **1.** 381, 407, 408
szállítás tervezése **6.** 99
szállítórendszer **6.** 32
szamáriumárnyékolás radioaktív méréseknél **3.** 21
szeizmokarotázs **3.** 195, 210
szelvényadatok összesítése **3.** 112
— térképezése **3.** 204, 206
szelvények digitalizálása **3.** 29, 30, 157
szelvényértelmezés **3.** 3, 120, 153, 161
— gépi úton **3.** 131, 132, 155, 156
— statisztikai alapon **3.** 141, 150
szelvény- és magadatok összevetése **3.** 88, 104, 111
szelvényezés, fúrási **1.** 13
— pontossága **3.** 81—86, 155
szelvényezési és felszíni geofizikai adatok kapcsolata **3.** 204, 208—210
— — fúrási paraméterek kapcsolata **3.** 179, 187, 188
szelvényezéstechnikai kérdések **3.** 29
szelvényező berendezések **3.** 29, 219
szén kimutatása szelvényezéssel **3.** 215—218
szén-dioxidos elegyedő kiszorítás **4.** 352—358
szénhidrogén valószínű előfordulásának mélységhatára Magyarországon **1.** 282
szénhidrogének hőstabilitása **1.** 281, 282
szénhidrogén-előfordulások mélységhatárai **1.** 281, 282, **4.** 16
szénhidrogénkészlet-becslés, távlati **4.** 176, 193, 194, 207
szénhidrogén-kiszorulás anyakőzetből **4.** 201
szénhidrogén-migrálás **4.** 204
szénhidrogén-telítettség meghatározása szelvényekből **3.** 41, 110, 113, 146, 153
szilárdanyag-kiválasztás öblítőfolyadékból **1.** 8, 66, 68—70, 198
szivárgás detektálása **6.** 82, 85, 96, 97, 142
— ellenőrzése **6.** 123, 124
szivattyú **6.** 113
szivattyúállomás **6.** 82, 85, 92, 93, 95
— automatizálása **6.** 118, 126
— tervezése **6.** 118
szolvensdugó diszperziója **4.** 304
szolvens—gáz elárasztás **4.** 351, 352
szövetségi tengeri területek bérbeadása árlejtéssel **7.** 14, 15
sztorativitás **4.** 124
szupermély fúrás **1.** 279, 280
szuperszkinhatás **4.** 147
szűrőzés **1.** 32, 33

T

Talley-Frac **1.** 482
Talley-repesztés, robbantásos **4.** 500
talphőmérséklet meghatározása szelvényekből **3.** 198
talpi fúrómotor, pozitív folyadékkiszorítású **1.** 17
— —, villamos **1.** 131, 132
támasztékelhelyezés repesztett hasadékban, szelektív **4.** 483, 484
— szimulációja repesztett hasadékban **4.** 481, 483
tányérhatásfok **6.** 50
tápvíz-előkészítés gőzbesajtoláshoz **4.** 396
tárolás **6.** 148, 149
tárolóhatár-becslés **4.** 209
tárolóhatár-vizsgálat **4.** 160
tárolók határporozitásának meghatározása **3.** 89
tárolóképes szakaszok kijelölése **3.** 146
tároló—környezet kölcsönhatása **4.** 145
tárolókőzet kezelése **1.** 456
tárolóréteg károsítása öblítőfolyadékkal **1.** 206
— termelőképességének megőrzése **1.** 239
tárolóréteg-károsodás **1.** 28
tárolószimulálás **4.** 229, 232—234
—, hasadékos tárolóé **4.** 232
— a külszín süllyedésével **4.** 239
tárolótartály l. tartály
tartály **6.** 53
— cseppfolyós gáz tárolására **6.** 54
— szigetelése **6.** 53
távközlés **6.** 66
távvezérelt csomópont-gyűjtőrendszer **6.** 19
távvezeték-rendszer **6.** 154
— a SZU-ban **6.** 3, 5
telemechanika **6.** 170—173, 176
telepfluidumok vizsgálata **4.** 30
telephőmérséklet, statikus, becslése **4.** 210, 212
tenger alatti termelőberendezés **6.** 27
— — vezeték **6.** 1, 2, 7, 102—107
tengerfenéken végzett szelvényezés **3.** 220
tengeri cölöpverés **1.** 574—576
— építmények alapozása **1.** 577, 579
— fúrás **1.** 507, 508
— — félig merülő fúrófedélzetről **1.** 540—551
— —, mélyvízi **1.** 509, 510, 530, 531, 538, 539, 558, 559
— — stabil fedélzetről **1.** 560, 561, 566—573, 606, 617
— — szabad fúrószárral **1.** 46, 47
— — személyzetének továbbképzése **1.** 512, 513
— — technológiája **1.** 519—521, 529, 590
— fúrási építmények **1.** 562, 563
— — fedélzet, gravitációs **1.** 580—587
— — tevékenység **1.** 611, 612
— fúróberendezés, félig merülő **1.** 543
— — kiválasztása **1.** 533
— fúróberendezések nyilvántartása **1.** 532
— — száma **1.** 45
— fúróberendezés-állomány **1.** 506
— kútkiképzés, víz alatti, arktikus **1.** 624
— szállítás **6.** 168
— szénhidrogén-kutatás **1.** 508, 609, 613
— szénhidrogén-termelés **6.** 66, 67
— területek az USA-ban **7.** 14, 15
— — Kaliforniában **7.** 16
tenzides elárasztás **4.** 339—346
térfogati korrekció **6.** 112
termékvezeték **6.** 1, 2, 5, 6, 99, 130
— üzemeltetése **6.** 120
termékvezeték-rendszer **6.** 100
— diszpécserközpontja **6.** 98
termelékenység károsodott perforációkkal **4.** 130
termelékenységi vizsgálat **4.** 135
termelés vízkútból **5.** 15, 18
termelési mérések **3.** 36—45, 47—51
termelőállomás **6.** 27
termelőberendezés gazdaságos kiválasztása **5.** 50
termelőcső, gáztömörzáró **1.** 429
— kihajlása **1.** 450
—, műanyag **1.** 427
— nyúlása nagymélységű gázkutakban **1.** 292
termelőcsőoszlopok hőszigetelése **1.** 257
termelőcsövek üvegszállal erősített műanyagból **1.** 302
termelőcsővel beépített perforátor **3.** 168
természetes gamma-sugárzás mérése **3.** 14, 142, 143, 196
— potenciál mérése **3.** 96, 146, 213
termikus módszerek **4.** 9
— — bibliográfiája **4.** 364
— kitermelési módszerek hatásfoka **4.** 369
— olajkitermelési módszerek gazdaságossága **4.** 368
— — — összehasonlítása **4.** 362
— — — termodinamikája **4.** 370
termomechanikus acélcsőkezelés **6.** 193
teszterezés l. formációvizsgálat
Texas Railroads Comission **6.** 15
tolvajövek vízelárasztásnál **4.** 292
továbbképzés mélyfúrási műveletre **1.** 279, 280
több fázisú áramlás csővezetékben **6.** 31, 36
— — — ferde csőben **5.** 8
— — — fúvókában **5.** 1, 13, 14
— — — függőleges csőben **5.** 1—4, 15, 21, 24, 61
— — —, tranziens **6.** 33
— — — vízszintes csőben **5.** 1, 5—12, 16, 21
— réteges rendszer **4.** 106
— szintes irányítás **6.** 170—172, 174, 176
törmelékes zónák szelvényezése **3.** 68
történetegyeztetés l. paraméterazonosítás
transzferfolyamatok a termikus olajkitermelésben **4.** 363
transzmisszivitás **4.** 124
tranziens áramlás **6.** 32
trietilénglikolos gázszárítás **6.** 42
túlnyomás tárolókban **4.** 168, 203, 204
túlnyomásos kőzetek előrejelzése **1.** 185, 369, 370
— — keletkezése **1.** 369, 370
— rétegek **1.** 24
— — előrejelzése **1.** 23, 25, 26, 267, 272, 273
— — — fúrási szelvényezéssel **1.** 267—271, 369, 370, 373, 374
— — — geofizikai szelvényezéssel **1.** 267, 268, 274, 369—372
— tárolók kimutatása szeizmikus mérésekből **3.** 189
— — — szelvényezéssel **3.** 177—186
turbina, expanziós **6.** 46
—, gázturbina **6.** 48
turbinafúrás gyémántfúróval **1.** 18, 96, 134
— optimalizálása **1.** 192
— utánengedővel **1.** 155
turbinás jet-fúrás **1.** 87
turbódetander **6.** 47
turbótachométer **1.** 130
turbulencia repesztett gáztelepben **4.** 450
tűzelárasztás égésgázainak felhasználása **4.** 417
— karbonátokban **4.** 404
— kátrányhomokban **4.** 409
— könnyű olajnál **4.** 406
—, nedves **4.** 405, 418, 419
— reakciókinetikája **4.** 401
— szimulációja **4.** 399

U

U.G.C. harmatpontmérő tükör **6.** 42
újszerű fúrásmód, eróziós fúrás **1.** 49, 171, 172
— — folytonos vágóélű görgős fúrókkal **1.** 75—77
— —, szikrafúrás **1.** 48, 173
— —, terrafúrás **1.** 48
ultramély fúrás **1.** 28—30, 273, 274, 278—280, 285—288
uránkutatás **3.** 14
úszó fúróberendezések **1.** 45

V

varratvizsgálat **6.** 141
végszeparátor **6.** 30
vibrátor megszorult fúrószár felszabadítására **1.** 388
vibrofúrás **1.** 413
viharfúvóka **1.** 449, 450, **5.** 13, 25, 27
— nyomásesése **1.** 448
— teljesítményének vizsgálata **1. 447**
világrekord-mélységű fúrások technológiája **1.** 283, 284
viszkoelasztikus olaj tranziens áramlása **4.** 122
viszkoziméter, rotációs, nagynyomású, fűthető **1.** 210, 211
viszkozitás, kőolajrendszereké **4.** 38—41
víz ellenőrzése polimeres formációkezeléssel **4.** 523—531, 534
víz olajoldó képessége **4.** 28
vízbeáramlás hasadékos tárolóba **4.** 125
— olajtárolóba, lineáris, változó **4.** 110
— —, —, —, radiális **4.** 111
vízben olaj emulziók stabilitása **7.** 21
vízbesajtolás **6.** 20
— hatása az elegyedő elárasztásra **4.** 360
vízbesajtoló szivattyú **6.** 21
víz/cement tényező **1.** 344
vízelárasztás **4.** 251, 252, 257, 259, 282, 288, 289
—, alkalikus **4.** 337
— a Szovjetunióban **4.** 250
— hasadékos tárolóban **4.** 226
— hulladékvízzel **4.** 275
—, intenzív **4.** 215
— lefelé **4.** 261
— nem newtoni olajnál **4.** 255
— optimalizálása **4.** 254, 267
— rétegezett tárolóban **4.** 258, 264, 266
— tengervízzel **4.** 277
— több fázisú **4.** 253
— vízszükséglete **4.** 274
víz—gőz keverék besajtolása **4.** 375, 376
vízhajtású telepek összehasonlítása **4.** 287, 288
vízkúp ellenőrzése kettős kútkiképzéssel **4.** 165
— — vízszintes gáttal **4.** 166
— gázkútban **4.** 434
vízkúposodás **4.** 162, 164
vízkutatás **3.** 66, 213
vízpermeabilitás csökkentése l. víz ellenőrzése
vízszennyezés ellenőrzése **6.** 101
víztartalom mérése **6.** 74, 76
víztelítettség meghatározása **4.** 59, 60
— — szelvényekből **3.** 23, 95, 107, 109, 115, 121, 144, 147
víztelítettségi kitevő márgás homokokban **4.** 58

W

Wagon Wheel nukleáris terv **4.** 493
Waxman—Smits-egyenlet **4.** 57
Welge-módszer, kihozatal előrebecslésére **4.** 256
Winestock és Colpitts módszere **4.** 138
wire-line kútkiképzés **1.** 161, 449, 451

X

XANFLOOD-oldatok l. biopolimeroldatok

Z

Zaj elleni védelem **7.** 23

HELYNÉVMUTATÓ

A

Abu Dhabi **4.** 280, **6.** 20, 21, 22
Afganisztán, **6.** 5
Afrika **6.** 1, 2
Ahnachapan-mező (Salvador) **1.** 414
Ahwaz-mező (Irán) **1.** 70
Alaszka (USA) **3.** 148, **4.** 293, **6.** 80, 82, 83, 84, 85
Alberta (Kanada) **4.** 259, 350, 351, 447, **6.** 121, 130, 172, **7.** 32, 33, 40, 41
Algéria **1.** 522, **4.** 347
Algyő **5.** 24
Aliso-Canyon (Kalifornia) **6.** 150
Altamont-mező (Utah, USA) **1.** 100
Amazonia (Peru) **1.** 62
Amund Ringnes-sziget (Kanada) **6.** 132
Anadarko-medence (USA) **1.** 274, 501, **3.** 113, 181
Andres-formáció (Texas, Új-Mexikó) **1.** 502
Angola **1.** 522
Apseron (OSZSZSZK, SZU) **4.** 179, **7.** 36
Arab-öböl (Perzsa-öböl) **3.** 185, 187, **6.** 52
Ardjuma-mező (Ny-Jáva, Indonézia) **1.** 607
Arlan-mező (OSZSZSZK, SZU) **4.** 135, 301, 530
Arzew (Algéria) **6.** 168
Athabasca-homok (Kanada) **7.** 41
Atlanti-óceán **1.** 47, 510
Ausztrália **1.** 521, 611, 612, **3.** 185, 187, **6.** 2
Ausztria **6.** 117
Azerbajdzsán (SZU) **1.** 80, **4.** 22, 49, 322

B

Bachaquero-mező (Venezuela) **4.** 245
Bakesfield (USA) **6.** 73
Baku (ASZSZK, SZU) **6.** 3, 5
Balahna-mező (OSZSZSZK, SZU) **7.** 36
Baltikum **4.** 54
Baskíria (ASZSZK, OSZSZSZK, SZU) **3.** 127, **4.** 31, 301, 346, 404
Bathurst-sziget (Kanada) **6.** 131, 132
Batumi (Grúz SZSZK, SZU) **6.** 5
Bear Lake Cardium-egység (Alberta, Kanada) **4.** 350
Beaufort-tenger (Kanada) **1.** 618, 626
Beaumont (Texas, USA) **6.** 123
Bécsi-medence (Ausztria) **5.** 56
Belgium **6.** 62, 117
Bell Creek-mező (Montana, USA) **4.** 289, 335
Bellevue-mező (Ohio, USA) **4.** 410, 411
Belly River (Kanada) **3.** 117
Benicani-mező (Jugoszlávia) **1.** 435
Beryl (Északi-tenger) **6.** 7
Big Muddy-mező (Wyoming, USA) **4.** 339, 340
Big Wells-mező (Texas, USA) **4.** 286
Blue Island (Illinois, USA) **6.** 119
Bolívia **4.** 294
Boothia-félsziget (Kanada) **6.** 131
Borovszkij-mező (OSZSZSZK, SZU) **4.** 405
Borregos-mező (Texas, USA) **4.** 344
Bradford-mező (Texas, USA) **3.** 72, **4.** 167, 324, 488
Brent-mező (Északi-tenger) **1.** 586, **4.** 295, **6.** 7
Bresse-tároló (Franciaország) **4.** 460
Brit-Columbia **6.** 130
Budafa-mező **4.** 353
Buhara (Üzbég SZSZK, SZU) **6.** 5
Bulgária **3.** 94
Buzzard Buy (Massachusetts, USA) **6.** 53

C

Calgary (Kanada) **5.** 6, **6.** 172
Caranda-mező (Bolívia) **4.** 294
Chester (Pennsylvania, USA) **6.** 89
Chicago (USA) **6.** 119
Cinta-mező (Szumátra, Indonézia) **1.** 610
Colorado (USA) **1.** 473, **4.** 494, **7.** 39
Conroe-mező (Texas, USA) **4.** 236
Cook Inlet (Alaszka, USA) **4.** 293
Cornwallis-sziget (Kanada) **6.** 131
Cotton Valley-telep (Texas, USA) **3.** 122, **4.** 412, 491
Crane County Block 31-mező (Texas, USA) **4.** 273, 349
Crossett-mező (Texas, USA) **4.** 358

Cs

Csecsen-Ingus ASZSZK (OSZSZSZK, SZU) **1.** 276, **3.** 68
Csendes-óceán **6.** 1

D

Das-sziget (Arab-öböl) **6.** 66
Denver (Colorado, USA) **3.** 113
Dél-Afrika **7.** 42
Dél-Alföld **1.** 374
Dél-Amerika **4.** 461, **6.** 1, 2
Dél-Franciaország **4.** 459
Dél-kínai-tenger **1.** 373, **3.** 186
Dél-Louisiana (USA) **3.** 118, 177, **4.** 288
Dél-Oklahoma (USA) **4.** 235
Dél-Texas (USA) **4.** 282
Délkelet-Ázsia **6.** 1
Délnyugat-Louisiana (USA) **4.** 212
Délnyugat-Texas **4.** 286
Dnyeper—Donyec-medence (SZU) **4.** 18, 82
Dráva—Száva köze (Jugoszlávia) **3.** 69
Dyce (Nagy-Britannia) **6.** 6

E, É

Easington (Nagy-Britannia) **6.** 66
Ecuador **4.** 175
Edda (Nagy-Britannia) **6.** 92
Eddy Conunty (USA) **3.** 168
Efremovszkoje-gázmező (SZU) **3.** 89
Ekofisk-mező (Északi-tenger) **4.** 298, **6.** 7, 28, 55, 92, 107
Eldfisk (Északi-tenger) **7.** 92
El Dorado-mező (Kansas, USA) **4.** 323
Ellef Ringnes (Kanada) **6.** 132
Emden (NSZK) **6.** 28, 92, 107
Észak-Dakota (USA) **1.** 503
Észak-Kaukázus **3.** 116
Észak-Louisiana (USA) **3.** 122
Észak-Pennsylvania (USA) **4.** 167
Észak-Wyoming (USA) **3.** 213
Északi-tenger **1.** 231, 275, 372, 508, 511, 519, 542, 565, 576, 579, 581, 609, **3.** 105, 106, 107, 133, 185, 187, 188, 190, **4.** 15, 44, 233, 295, 296, 453, **6.** 1, 2, 7, 102, 103, **7.** 17, 18
Északnyugat-Colorado (USA) **4.** 493
Északnyugat-Florida (USA) **4.** 281
Északnyugat-Louisiana (USA) **1.** 504, **4.** 469
Európa **6.** 1, 168

F

Fedorovszkoje-mező (SZU) **6.** 30
Fergana-medence (Üzb. SZSZK, SZU) **4.** 177
Forties-mező (Északi-tenger) **1.** 508, **6.** 66
Földközi-tenger **1.** 522
Franciaország **4.** 460, **6.** 116, 117
Frigg (Északi-tenger) **6.** 7, 64, 102

G

Gabon **1.** 365
Gacsira-tároló (SZU) **4.** 462
Geysers-terület (Kalifornia, USA) **1.** 415, 416, **4.** 248
Gray Sand-mező (Louisiana, USA) **4.** 452, 469

Greasy Creek-mező (Oklahoma, USA) **4.** 444
Green River (USA) **4.** 86, 332, 487, **7.** 39
Grondin-mező (Gabon) **1.** 365
Groningen (Hollandia) **1.** 50, **4.** 448
Grossenkneten (Oldenburg, NSZK) **6.** 43, 195
Groznij (OSZSZSZK, SZU) **4.** 179, **6.** 3
Gulf Coast (Colorado, USA) **3.** 119, 122, 185
Gulf-part (USA) **4.** 201, 203

H

Haft Kel-mező (Irán) **4.** 206
Hamburg (NSZK) **4.** 465, **6.** 19
Hanna (Kanada) **7.** 45
Hassi Messaoud-mező (Algéria) **4.** 347
Hawkins-mező (Texas, USA) **4.** 283, 284, 285, **6.** 48
Heide'berg-mező (Mississippi, USA) **4.** 412, **6.** 173
Hill-County (Texas, USA) **3.** 133
Hollandia **6.** 117
Houston (Texas, USA) **6.** 175
Hull (Texas, USA) **6.** 123
Huntington Beach-mező (Indiana, USA) **4.** 278

I

Illinois (USA) **4.** 315, 324
Imperial Valley (Kalifornia, USA) **3.** 104
Indonézia **3.** 144, 185, 187
Intisar „D"-mező (Líbia) **4.** 348
Irán **1.** 70, **4.** 206
Irkutszk (OSZSZSZK, SZU) **4.** 27, **6.** 5
Írország **6.** 1, 2
Ír-tenger **1.** 541

J

Japán **6.** 5
Jareg-mező (SZU) **7.** 36
Jaroszlav (Lengyelország) **6.** 5
Jay—Little Escambia Creek-mező (Florida—Alabama, USA) **4.** 281
Jay-mező (Alabama, USA) **4.** 237, **6.** 10
Jáva (Indonézia) **1.** 607
Jemenovci-mező (Jugoszlávia) **4.** 537
Jugoszlávia **4.** 537
Julesburg-medence (Colorado, USA) **3.** 113

K

Kalifornia (USA) **1.** 415, 416, **3.** 111, **4.** 248, 270, 278, 290, 291, 292, 384, 385, 386, 395
Kamennlozsszkaja-mező (SZU) **4.** 329
Kanada **1.** 462, 520, **3.** 172, **4.** 217, 259, **6.** 2, 130, 131, 132, 140, **7.** 30, 32, 33, 40, 41, 49
Kansas (USA) **4.** 320, 529
Kárpátok **7.** 38
Kárpátok előtere **4.** 180
Kaspi-tenger **1.** 413
Katangli-mező (Szahalin, SZU) **4.** 388
Katy (Texas, USA) **6.** 175
Kaukázus **1.** 288
Kazahsztán (SZU) **6.** 3, 5
Kazany (OSZSZSZK, SZU) **6.** 5
Kelebia **3.** 126
Kelet-Texas (USA) **4.** 287, 495, 498
Kenkiaki-mező (SZU) **4.** 388
Kentucky (USA) **4.** 409
Kern County (Kalifornia, USA) **4.** 384
Kern River-mező (Kanada) **4.** 57, 385, 386, 387, 561, **6.** 73
Kikinda (Jugoszlávia) **5.** 67
Komi (ASZSZK, SZU) **7.** 36
Kongó **1.** 587
Kotur-Tepe-olajmező (Türk. SZSZK, SZU) **5.** 28
Közel-Kelet **6.** 1, 2
Közép-Amerika **6.** 1, 2,
Közép-Ázsia **6.** 3
Krasznodar (OSZSZSZK, SZU) **6.** 3
Kremencsug (Ukr. SZSZK, SZU) **6.** 5
Kujbisev (OSZSZSZK, SZU) **1.** 363, **4.** 405, **6.** 5

L

Labrador-tenger (Kanada) **1.** 519, 522, 541, 620
Lagunillas-mező (Venezuela) **4.** 199
Laramie (Wyoming, USA) **3.** 213
Le Havre (Franciaország) **6.** 100, 168
Leman-mező (Nagy-Britannia) **4.** 453
Lengyelország **1.** 497, **4.** 13, 101, 150, 502
Lepavina (Jugoszlávia) **3.** 108
Levkin (SZU) **3.** 199
Líbia **4.** 348
Long-Beach (Kalifornia, USA) **6.** 27
Lost Hills (Kalifornia, USA) **3.** 111
Louisiana (USA) **3.** 178, **4.** 455, **6.** 72, 101, 171
Lubbock-mező (Texas, USA) **4.** 356
Lublin (Lengyelország) **4.** 54
Ludwigshafen (NSZK) **6.** 173
Lyallpar (Pakisztán) **6.** 176

M

Mabereks (SZU) **6.** 44
Mackenzie-Delta (Kanada) **3.** 203
Magyarország **1.** 358
Main Consolidated-mező (Illinois, USA) **4.** 315
Malossa-mező (Olaszország) **1.** 26, 273, 287
Mangüslak-mező (SZU) **1.** 87, 180, 324, **5.** 27, **6.** 5
Mani-mező (Új-Zéland) **1.** 567
Mannheim (NSZK) **6.** 173
Manosque-tároló (Franciaország) **4.** 459
McArthur River-mező (Alaszka, USA) **4.** 293
Medicin Hat (Kanada) **3.** 117
Medvezsje-telep (OSZSZSZK, SZU) **4.** 427
Melville-sziget (Kanada) **1.** 289, **6.** 131, 132
Menton-mező (Ny-Texas, USA) **1.** 286
Mesaverde-formáció (Colorado, USA) **4.** 497
Mexikó **1.** 408, **3.** 140, 178, **6.** 171
Mexikói-öböl **1.** 508, 530, **3.** 140, 178, **6.** 27, 101, 103
Michigan (USA) **6.** 151
Micsurinszk (OSZSZSZK, SZU) **6.** 5
Milk River (Kanada) **3.** 117
Minnelusa-mező (Wyoming, USA) **4.** 316
Mississippi (USA) **3.** 119, 122, **4.** 412
Mississippi-tárolókőzet (USA) **1.** 471
Montana (USA) **4.** 285, 335
Morris Scott-egység (Oklahoma, USA) **4.** 529

N

Nagy-Britannia **3.** 215, **6.** 1, 2, 28, 92, 117
Nahodka (OSZSZSZK, SZU) **6.** 5
NDK **1.** 66
Nekraszov (Szahalin, SZU) **3.** 199
New England (Észak-Dakota, USA) **6.** 171
New London (Texas, USA) **6.** 48
Nigéria **3.** 144
North Burban K-egység (Oklahoma, USA) **4.** 318
North Cross-egység (Texas, USA) **4.** 358
Nort-Slope (Alaszka, USA) **6.** 33
Novégia **6.** 1, 28, 92, 102
Novorosszijszk (OSZSZSZK, SZU) **6.** 5
NSZK **4.** 300, 465, 467, **5.** 50, 54, 55, **6.** 14, 28, 42, 92, 117, 135

Ny

Nyugat-Európa **4.** 461, **6.** 1, 2
Nyugat-Kanada **4.** 492
Nyugat-Kaukázus **3.** 93
Nyugat-Kubán (SZU) **4.** 90
Nyugat-Szibéria (SZU) **1.** 410, **4.** 215, 216, 428, **6.** 5, 29, 30
Nyugat-Szurgut-mező (OSZSZSZK, SZU) **6.** 29
Nyugat-Texas (USA) **4.** 356, 358

O

Ohai-mező (Új-Zéland) **4.** 388
Oklahoma (USA) **1.** 471, **3.** 181, **4.** 318, 444, 491
Olaszország **6.** 117, 137
Ontario (Kanada) **6.** 130
Orenburg-mező (OSZSZSZK, SZU) **3.** 128, **4.** 456, **5.** 58, **6.** 4, 5, 11, 12, 13

P

Patoka (Illinois, USA) **6.** 119
Pannon-medence **4.** 19
Párizs (Franciaország) **6.** 100
Pembina-mező (Alberta, Kanada) **4.** 53, 350
Pennsylvania (USA) **4.** 167, 324, 488, **6.** 89
Perm (OSZSZSZK, SZU) **4.** 329, 539
Pinedale-egység (Észak-Karolina, USA) **4.** 487
Piper-mező (Északi-tenger) **3.** 107, **6.** 7
Poltava (Ukr. SZSZSZK, SZU) **1.** 8
Pó völgye (Olaszország) **1.** 26, 273, 287
Powder River-medence (Wyoming, USA) **4.** 289
Prikumszk (SZU) **3.** 114
Pripjaty-medence (SZU) **3.** 130, 131
Prudhoe-öböl (Alaszka, USA) **1.** 627, **3.** 148, **6.** 85

Q

Quebec (Kanada) **6.** 130

R

Rainer Mesa-formáció (Kalifornia, USA) **4.** 489
Rama-mező (Szumátra, Indonézia) **1.** 610
Ranger Six-telep (Texas, USA) **4.** 290
Rainbow Keg River-mező (Alberta, Kanada) **4.** 259
Ras Gharib-mező (Egyiptom) **4.** 297
Reforma-mezők (Mexikó) **1.** 408
Reidsville (Észak-Karolina, USA) **6.** 126
Reitbrook (NSZK) **6.** 19
Rio Blanco (Bolivia) **1.** 474, 475, **4.** 496
Rio Bravo-mező (Mexikó) **4.** 291
Robinson-mező (Illinois, USA) **4.** 324
Románia **1.** 495, 496, **4.** 10, 414, 415, 416, 501
Romaskino-mező (SZU) **4.** 218, 319

S

SACROC-egység (Nyugat-Texas, USA) **4.** 355, 357, **6.** 185
Salvador **1.** 414
San Andres-formáció (Nyugat-Texas, USA) **4.** 503, 526
San Joaquin-mező (Bolívia) **4.** 395
San Juan-medence (Új-Mexikó, USA) **4.** 487
San Miguelito-mező (Kalifornia, USA) **4.** 292
Santa Barbara-csatorna (Kalifornia, USA) **1.** 566
Saskatchewan (Kanada) **3.** 117
Sasolburg (Dél-afrikai Köztársaság) **7.** 42
Satlik-gázmező (Türk. SZSZK, SZU) **4.** 427, **6.** 186
Scurry County (Texas, USA) **4.** 357
Sebelinka-gázmező (SZU) **6.** 47
Sheridan-Provident City-mező (Texas, USA) **4.** 437
Sholom Alechem-mező (Oklahoma, USA) **4.** 235
Skandinávia **6.** 2
Skikda (Algéria) **6.** 168
Skócia **6.** 1, 102
Sloss-egység (Nebraska, USA) **4.** 417
Smackover-homokkő (Arkansas, USA) **1.** 504
Smackover-mező (Arkansas, USA) **3.** 205
Somerset-sziget (Kanada) **6.** 131
South Belridge-mező (Kalifornia, USA) **4.** 384
South Swan Hills-mező (Alberta, Kanada) **4.** 351
Spearfish-telep (É-Dakota, USA) **1.** 503
Sterlitamak (SZU) **6.** 5
Stuttgart (NSZK) **6.** 54
Sumed **6.** 122
Suplacu de Barcan-telep (Románia) **4.** 414, 415, 416
Svájc **6.** 117

Sz

Szamotlor-mező (Ny-Szibéria, SZU) **1.** 338, **4.** 216, **6.** 5
Szeged-Móraváros **5.** 68
Szibéria (SZU) **6.** 3
Szibériai-tábla (SZU) **4.** 21
Szovjetunió **1.** 5, 9, 73, 413, 451, **4.** 9, 70, 188, 189, 191, 365, 462, 539, **5.** 19, **6.** 1, 3, 5, 137, 166; 184, **7.** 35, 36, 38, 53
Szudéták **4.** 151
Szuez (Egyiptom) **6.** 122
Szuezi-öböl (Egyiptom) **1.** 600
Szumátra (Indonézia) **1.** 610

T

Tadzsikisztán (SZU) **6.** 5
Taranto (Olaszország) **6.** 137
Tatár ASZSZK (SZU) **1.** 255, **3.** 95, **7.** 35
Tatum-medence (Új-Mexikó) **4.** 205
Távol-Kelet **6.** 2
Teak-mező (Trinidad) **1.** 444, 445, **4.** 543, 544
Tennessee (USA) **6.** 171
Ten Section-mező (Kalifornia, USA) **4.** 60
Texas (USA) **1.** 502, **3.** 181, **4.** 283, 284, 285, 349, 357, **6.** 171
Tijerina-Conales Blucher olajmező (Texas, USA) **4.** 282
Toronto (Kanada) **6.** 177
Trinidad **1.** 444, 445, **4.** 543, 544
Tujmazi-olajmező (OSZSZSZK, SZU) **4.** 287, **5.** 3
Tulsa (Oklahoma, USA) **6.** 133
Tunisz **1.** 522
Türkmén SZSZK (SZU) **3.** 146, **4.** 25, 184, **6.** 5

U

Új-Mexikó (USA) **1.** 502, **3.** 168, **4.** 205
Új-Zéland **1.** 567, **6.** 2
Ukrajna (SZU) **6.** 5
Umm Shaif-mező (Abu-Dhabi) **4.** 280
University Block 31-mező (USA) **4.** 349
Urengoj-mező (OSZSZSZK), SZU) **4.** 442
USA **1.** 1, 2, 51, 277, 278, **4.** 3, 4, 8, **5.** 20, **6.** 52, 101, 166, 168, **7.** 2—13, 14, 15, 16, 22, 28, 37, 39, 43, 45, 48, 49
Usinszki-mező (SZU) **4.** 142
Uszty-Balükovszki-mező (OSZSZSZK, SZU) **6.** 29
Utah (USA) **7.** 39
Uzeny-mező (SZU) **4.** 135, 374, **6.** 24

Ü

Üzbegisztán (SZU) **3.** 137, **6.** 5

V

Valdez (Alaszka, USA) **6.** 84, 85
Venezuela **4.** 245, 413
Ventura-mező (Kalifornia, USA) **4.** 270, 292
Viernheim (NSZK) **6.** 173
Volga—Ural (SZU) **6.** 3
Volgográd (OSZSZSZK, SZU) **3.** 66
Vuktülszki-gázmező (OSZSZSZK, SZU) **6.** 47

W

Washington Cockfield „D"-mező (USA) **4.** 455
Wattenberg-mező (Colorado, USA) **1.** 40, 473, **4.** 494
Weinheim (NSZK) **6.** 173
West Sole (Északi-tenger) **6.** 66
Wilcox (Louisiana, USA) **3.** 119
Wilmington-mező (Kalifornia, USA) **4.** 290
Wolfersberg (NSZK) **6.** 18
Woodlon-gázmező (Texas, USA) **1.** 477, 478, **4.** 495, 498
Worms (NSZK) **6.** 173
Wyoming (USA) **4.** 332, 339, 497, **7.** 39, 45

Y

Yukon (Alaszka, USA) **6.** 82, 94

Z

Zakum-mező (Abu Dhabi) **4.** 280
Zetland-(Shetland-) szigetek (Nagy-Britannia) **1.** 508

Zs

Zsetibaj-mező (SZU) **4.** 184

TARTALOM

Előszó ... 3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel ... 4

1. Mélyfúrás ... 5
1.1. A fejlődés általános irányai ... 5
1.1.1. Kőzetfúrás a mélyben ... 6
1.1.2. A mélyfúrás fejlődésének tárgyi feltételei ... 6
1.1.3. Fúrási technológia ... 7
1.1.4. Újszerű fúrásmódok ... 8
1.2. Fúrási felszerelés ... 9
1.2.1. Fúróberendezések ... 9
1.2.2. A fúrószerszám ... 10
1.2.3. Fúrási műszerek ... 12
1.2.4. Lyukbefejező berendezések ... 13
1.3. Fúrási technológia ... 14
1.3.1. A kőzetfúrhatóság és a fúrókiválasztás szempontjai ... 14
1.3.2. Fúrási tényezők ... 15
1.3.3. Öblítés, öblítőiszap ... 16
1.3.4. Fúrólyukszerkezet, kiegyensúlyozott — szabályozott nyomású — fúrás ... 20
1.3.5. Nagymélységű fúrások ... 21
1.3.6. Béléscsövezés, cementezés ... 22
1.3.7. Fúrási üzemzavarok, mentés ... 26
1.3.8. Fúrólyukak elferdülése, irányított ferdefúrás ... 27
1.3.9. Rotari fúrási gyakorlat ... 28
1.4. Lyukbefejezés ... 29
1.4.1. Formációvizsgálat, formációmegnyitás, kútkiképzés ... 29
1.4.2. A tárolókőzet serkentése ... 30
1.4.2.1. A folyadékos kőzetrepesztés ... 30
1.4.2.2. Különleges kőzetrepesztési módszerek ... 31
1.4.2.3. Formációsavazás ... 32
1.5. Tengeri és arktikus fúrások ... 33
1.5.1. Tengeri fúrások ... 33
1.5.2. Arktikus tengeri fúrások ... 38
Irodalom ... 38

2. Sekélyfúrás ... 49
2.1. A fejlődés általános irányai ... 49
2.2. A fúrásmód és a fúrási folyamat ... 49
2.3. Fúrási felszerelés ... 52
Irodalom ... 56

3. Mélyfúrási geofizika ... 59
3.1. A fejlődés általános irányai ... 59
3.2. Mérési technológia, mérőeszközök ... 60
3.2.1. Akusztikus méréstechnika ... 60
3.2.2. Nukleáris mérések ... 60
3.2.3. Egyéb eljárások ... 61
3.2.4. Nagy hőmérsékletű mérések ... 62
3.3. Mérések a termelés és a besajtolás ellenőrzésére ... 62
3.4. A mérési módszerek elméletével foglalkozó tanulmányok ... 63
3.4.1. Elektromos mérések ... 63
3.4.2. Az indukciós módszerek ... 64
3.4.3. Az akusztikus eljárások ... 64
3.4.4. A nukleáris eljárások ... 64
3.4.5. Pontossági kérdések ... 65
3.5. Kőzetmagokon mért paraméterek, felhasználásuk a szelvények értelmezésénél ... 65
3.6. Szelvényértelmezés ... 66
3.6.1. Komplex mérési programra épülő értelmezés ... 67
3.6.2. Agyagos homokkőtárolók értelmezése ... 67
3.6.3. Karbonátos tárolók értelmezése ... 68
3.6.4. Rétegtulajdonságok meghatározásának speciális esetei ... 68
3.6.5. Egyéb értelmezési kérdések ... 69
3.7. Digitális technika, számítógépek alkalmazása ... 69
3.8. Rétegmegnyitás, robbantási munkák ... 70
3.9. Kapcsolatok más területekkel ... 71
3.9.1. Kőzetmechanikai kérdések ... 71
3.9.2. Túlnyomásos tárolók kimutatása ... 71
3.9.3. Kapcsolatok a fúrástechnikával ... 72
3.9.4. Kapcsolatok a földtannal és a felszíni geofizikai kutatással ... 72
3.9.5. Egyéb alkalmazások ... 73
Irodalom ... 73

4. Rezervoármérnöki tudomány ... 78
4.1. A fejlődés általános iránya ... 78
4.2. Telepfluidumok ... 82
4.3. Tárolókőzetek ... 84
4.4. Fluidumáramlás ... 87
4.5. Készletbecslés ... 92
4.6. Szénhidrogén-kitermelés ... 94
4.6.1. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül ... 96
4.6.2. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással ... 96
4.6.3. Olajkiszorítás elegyedő fluidummal ... 99
4.6.4. Olajkiszorítás meleg fluidummal ... 104
4.6.5. Olajkiszorítás tűzelárasztással ... 107
4.7. Földgázkitermelés ... 108
4.7.1. Földgáztelepek ... 108
4.7.2. Gáz-csapadék telepek ... 110
4.7.3. Föld alatti gáztárolás ... 110
4.8. A tárolókőzet kezelése ... 111
4.8.1. Folyadékos kőzetrepesztés ... 111
4.8.2. Robbantás ... 113
4.8.3. Savazás ... 113
4.8.4. Vegyi kezelés ... 115
4.8.5. Homokellenőrzés ... 116
4.8.6. Lerakódások és korrózióvédelem ... 116
4.8.7. A termelékenységvizsgálat eszközei ... 117
Irodalom ... 117

5. Kőolaj- és földgáztermelés ... 127
5.1. Több fázisú áramlás, kúthőmérséklet ... 127
5.2. Olajkút ... 128
5.3. Gázkút ... 130
5.4. Egyéb ... 131
Irodalom ... 132

6. Kőolaj- és földgázszállítás ... 134
6.1. Kútáram gyűjtése és szétválasztása ... 134
6.1.1. Szerelvények, eljárások ... 136
6.1.2. Áramlásmérés ... 137
6.1.3. Automatizált rendszer ... 137
6.2. Kőolaj és kőolajtermékek szállítása csőtávvezetékben ... 138
6.2.1. A távvezeték üzeme, szerelvényei ... 138
6.2.2. Méretezés, tervezés ... 139
6.2.3. Automatizált rendszer ... 140
6.3. Földgáz szállítása csőtávvezetékben ... 141
6.3.1. A távvezeték üzeme, szerelvényei ... 141
6.3.2. Méretezés, tervezés ... 142
6.3.3. Automatizált rendszer ... 142
6.4. Egyéb ... 144
Irodalom ... 144

7. Általános információk ... 148
7.1. Tengeri szénhidrogén-kitermelés ... 148
7.2. Sarkvidéki szénhidrogén-kitermelés ... 149
7.3. Környezetvédelem ... 149
7.4. Helyettesítő energiák ... 150
7.5. Gazdasági összefüggések ... 151
Irodalom ... 152
Névmutató ... 154
Tárgymutató ... 166
Helynévmutató ... 174
Részletes tartalomjegyzék ... B-3