

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104). évfolyam · 1—32 oldal

BUDAPEST, 1971. JANUÁR HÓ

1

**TARTALOM**GYULAY ZOLTÁN  
ZAKÓ VILMOS  
FARKAS ISTVÁN  
HARGITTAI PÉTER—  
MIKOLA MÁRTA  
RÉTI SÁNDOR

A magyarországi bányatisztképzés és a selmeci Bányászati Akadémia .....	1
A szeged—algyői kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése.....	9
A szénhidrogén-kutatási kockázat földtani vonatkozásai .....	15
Széndioxid okozta korrózió a gáziparban .....	19
Mélységi vizek analitikája és geokémiája 6. r. ....	23
<b>Dr. dr. h. c. VADÁSZ ELEMÉR</b> .....	29
Egyesületi és szakosztályi hírek .....	8
Szakosztályi hírek .....	18
Egyetemi hírek .....	29
Nyelv és technika .....	30
Az iparág köréből (A 8. Kőolaj-Világkongresszus; Moszkva, 1971. június 13—19.) .....	28
A kőolaj-feldolgozás hírei (A 12. Nemzetközi Kenéstechnikai Szimpozium; Lipcse, 1970. szeptember 8—10.) .....	14
Tanulmányúton az ÖMV AG schwechati finomítójában .....	26
Külföldi hírek .....	22
Tájékoztatás, Felhívások .....	B/3
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	31, 32

**A SZÁM SZERZŐI:**

FARKAS ISTVÁN okl. bányamérnök-geológus, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); GYULAY ZOLTÁN dr. okl. bányamérnök, egyetemi tanár, igazgató (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); HARGITTAI PÉTER villamosmérnök (Kőolajvezeték Vállalat, Siófok); MIKOLA MÁRTA villamosmérnök (Kőolajvezeték Vállalat, Siófok); RÉTI SÁNDOR dr. okl. vegyész, a kémiai tudományok kandidátusa, csoportvezető kutatómérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ZAKÓ VILMOS dr. okl. közgazdász, igazgatóhelyettes (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

Minden kedves olvasónknak  
boldog és eredményes új esztendőt kíván  
a **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**  
szerkesztősége

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

2000 - 1034  
2000 ÁPR 8.

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**  
**KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**  
1971. ÉVI  
TARTALOMMUTATÓJA

# I. ÖNÁLLÓ SZAKCIKKEK, TÉMAKÖRÖK SZERINT

## KUTATÁS; GEOLÓGIA, GEOFIZIKA

	Folyó- irat sz.	Oldal- sz.	Folyó- irat sz.	Oldal- sz.
FARKAS I.: A szénhidrogén-kutatási kockázat földtani vonatkozásai .....	1	15		
JESCH A.: A szelvényezési technika információt nyújtó lehetőségei .....	12	360		
JESCH A.: Mélyfúrás geofizika. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	42		

## FŰRÁS

ALLIQUANDER Ö.: A mélyfúrás jelene és jövője ..	12	356		
ALLIQUANDER Ö.: Mélyfúrás. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	5		
ARNOLD, W.: Haladás a sekélyfúrás és a nagy átmérőjű fúrás terén .....	12	358		
ARNOLD, W.: Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	34		
BALLA I.: A ferdtőátmenet hatásirányának beállítása .....	5	136		
CSATH B.: Mély hévízkutak kiképzése .....	5	130		
FERENCZY L.: A robbantásos csőszállítás tízéves tapasztalatai .....	10	299		
HINGL J.—TÓTH B.: A lyukfalszabvány kérdései, 1. r. ....	6	161		
HINGL J.—TÓTH B.: A lyukfalszabvány kérdései, 2. r. ....	10	293		
SZABÓ J.—FÜLÖP M.—TÓTH Z.: Hőmérsékletviszonyok alakulása mélyfúrásokban .....	7	205		
VUJKOV, M.: A beceji földgázmező a Bč-5. jelű fúrás vad széndioxidgáz-kitörése után .....	7	193		
ZSÓKA I.: Hidrosztatikus energiával működő rétegzáró szerkezetek .....	11	321		

## TERMELÉS

AVAR B.: Nagy széndioxid-tartalmú gázok rétegbe sajtolásával kapcsolatos korróziós tapasztalatok ..	4	110		
BALÁZS Á.—ECSER L.: Gáztermelő kutak korrózióvédelme inhibitoradagolással .....	6	170		
BÁLINT V.—TISZAI GY.—PACH F.: A széndioxidos olajkiszorítás relatíváteresztőképesség-görbéi ..	5	140		
BÁLINT V.—PACH F.—TISZAI GY.: A széndioxid átoldódási mechanizmusának vizsgálata .....	10	301		
CSÁKÓ D.—VARGA I.: Folyadékerosztás jelenségek vizsgálata a szanki gáztermelő rendszerben .....	8	240		
GOMBOS Z.—ŐRI V.: A Zala-sorozat olajtelített-ségének meghatározása termelési adatok alapján ..	6	166		
GYULAY Z.: A rezervoármérnöki tudomány eredményei és lehetőségei a szénhidrogének kitermelésének a fokozásában .....	12	361		
GYULAY Z.: Rezervoármérnöki tudomány. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	59		
KRISTÓF M.: A szeged—algódi bázisitepek vízelárasztásos művelésének gazdaságossági vizsgálata ..	5	145		
LŐRINC I.—RÁCZ D.: A parciális oxidáció és a termokatalitikus reakciók hasznosítása olajmezők leművelésénél, 1. r. ....	2	33		
MATING B.: Porózus kőzetek tekervényességének vizsgálata diffúziós modellel .....	11	336		
MEGYERI M.: A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata .....	4	101		
MEGYERI M.: Hévíztárolók készletének és termelő-képességének meghatározása áramlástani vizsgálatok alapján .....	10	308		

NÉMETH E.: Kisüzemi széndioxidos kiszorítási kísérletek a lovászi mezőben .....	7	197		
PÁPAY J.: Gáztelep, -kút és -vezeték teljesítmény-egyenlete .....	8	231		
PATSCH F. ifj.: Függőleges kétfázisú áramlás nyomásviszonyainak vizsgálata .....	12	371		
RÉTI S.: Mélységi vizek analitikája és geokémiája, 6. r. ....	1	23		
SZEGEDI I.: Olajgyűjtő állomások gáztüzelésű kazánjainak automatikája .....	10	313		
SZILAS A. P.: Tixotrop pszeudoplasztikus kőolaj nyomásvesztés-számításra alkalmas folyási görbéinek meghatározása .....	4	97		
SZILAS A. P.: A kőolaj és földgáz termelésének, szállításának jelene és jövője .....	12	363		
SZILAS A. P.: Kőolaj- és földgáztermelés. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	91		
SZITTÁR A.: Relatív áteresztőképességek üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata .....	8	236		
ZOLTÁN GY.: A kapillaritás hatása a „kiszorítási front” alakjára .....	6	182		
ZOLTÁN GY.: A kiszorítási hatások növelésének elvi lehetőségei .....	12	367		

## FELDOLGOZÁS

ÁROKSZÁLLÁSI K.—NAGY S.: Egyedi C <sub>8</sub> -aromás szénhidrogének gyártása .....	7	215		
BLASKOVITS A.—GÁRDOS J.: Az országúti oktatászámmérések jelentősége és a hazai mérési tapasztalatok .....	3	84		
FAZEKAS A.-né—MÁNDY T.—BODA A.: Széndioxidgáz szénhidrogén-tartalmának eltávolítása katalitikus oxidációval .....	11	342		
KÁROLYI J.—STEINGASZNER P.—JAKOB K.: Motorbenzinek fejlesztési irányai .....	3	66		
MÓDI M.—SCHNEIDLER Z.—GYÖRFFY E.: Karbantartási módszerek a kőolaj-feldolgozó iparban ..	6	184		
NAGY B.—NAGY S.: A minőségi bitumenek gyártásának fejlesztési kérdései .....	3	74		
NAGY S.: A maradványolaj-termelés intenzifikálási lehetőségei a Dunai Kőolajipari Vállalat propános bitumenmentesítő üzemében .....	3	70		
NAGYPATAKI GY.: Kénvegyületek hatása a sugárhajtómű-üzemanyag termikus stabilitására .....	2	48		
VALASEK I.—CSOP Á.—VÁMOS E.: A kenőzsírok gépi vizsgálati módszerei és fejlesztési irányelvei ..	9	271		
VÁMOS E.—PATAKI E.: Fűtőolajok primer iszapképzési hajlamának vizsgálata .....	3	77		
ZAKAR P.: A bitumenemulzió .....	8	225		

## SZÁLLÍTÁS ÉS TÁROLÁS

FALUVÉGI GY.—POLLOK L.: Földbe fektetett csővezetékek hőtágulásból eredő hosszirányú elmozdulásának meghatározása .....	2	41		
MARKÓ I.: Acél csőhálózatok aktív korrózióvédelme .....	11	325		
SMOLING I.—TÖRÖK A.: Szénhidrogén-távvezetékek szilárdsági méretezése .....	6	174		
SZILAS A. P.: A kőolaj és földgáz termelésének, szállításának jövője .....	12	363		
SZILAS A. P.: Kőolaj- és földgázszállítás. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	95		

## GÁZIPAR

	Folyó- irat sz.	Oldal- sz.
HARGITAI P.—MIKOLA M.: Széndioxid okozta korrózió a gáziparban .....	1	19
MOLNÁR J.: Hazai gázmennyiségmérő berendezés .....	4	115
PETŐ E. L.: A hajdúszoboszlói földgázüzemben előforduló hidrátosodási jelenségek .....	8	245

### BIZTONSÁGTECHNIKA

GOND F.: Kőolaj- és gázipari üzemek szerkezeti-anyag-megválasztási kérdései a biztonság szemszögéből .....	5	148
PULJIZ, JOSIP: A szénhidrogén-bányászat villamos berendezéseinek biztonsága .....	6	177
SZABÓ J.: A baleset-elhárítás gyakorlati alapjai és alkalmazásuk a kőolajbányászatban .....	9	257

### GAZDASÁGI ÉS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

ALLIQUANDER Ö.: A tudományos kutatás információs rendszere a fluidumbányászatban .....	9	278
ÁROKSZÁLLÁSI K.—SUGÁR P.: Optimalizálási feladatok kőolaj-finomítók tervezésében .....	3	87
FÖLDVÁRI I.: A kőolaj-feldolgozó ipar számítógépesítési feladatai .....	3	89

	Folyó- irat sz.	Oldal- sz.
GYULAY Z.: A magyarországi bányatisztképzés és a selmeci Bányászati Akadémia .....	1	1
GYULAY Z.: Általános információk. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	106
JAKOB K.—SCHLER Ö.—STEINGASZNER P.: Számítógépes iparági termelés-tervezési módszerek .....	10	289
KÁROLYI J.: 20 éves a Nagynyomású Kísérleti Intézet .....	5	152
KISS L.: A Gázenergia Törvény és végrehajtási jogszabályainak jelentősége és főbb rendelkezései .....	8	249
ALLIQUANDER Ö.—ARNOLD, W.—JESCH A.—GYULAY Z.—SZILAS A. P.: A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1970. Bibliográfiai tanulmány .....	klsz.	
PARÁZS B.: Hegesztés és vágás propán-bután gázzal és földgázzal .....	9	268
PETI L.: A szeged—algyői gázüzemek fajlagos beruházási költségeinek vizsgálata .....	7	212
POGÁNY L.: Hosszú távú kutatás és fejlesztés a hazai szénhidrogén-gazdaságban .....	11	331
SZAITZ A.: Az üzemfenntartási tevékenység irányítása .....	3	81
VAJTA L.—SZEBÉNYI I.: Száz éve alapították a Műegyetem Vegyészmérnöki Karát .....	12	374
ZAKÓ V.: A szeged—algyői kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése .....	1	9

## II. NÉVMUTATÓ

	Oldalsz.
ALLIQUANDER ÖDÖN DR. ....	267, 278, 356, 373, klsz. 3, 5
ANDOR ISTVÁNNÉ .....	320
ARNOLD, WERNER DR.—ING. ....	358, klsz. 3, 34
ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN .....	87, 215
ÁRPÁSI MIKLÓS .....	124, 239
AVAR BÉLA .....	110
BALÁZS ÁDÁM DR. ....	170
BÁLINT VALÉR .....	140, 301
BALLA IMRE .....	136
BÁN ÁKOS DR. ....	317
BÁNDI JÓZSEF .....	165, 221
BARANYAI TIBOR .....	248
BESE VILMOS .....	355
BINDER BÉLA 8, 28, 29, 1. sz. B-3, 51, 52, 63, 121, 125, 126, 157, 189, 196, 239, 255, 280, 281, 285, 324, 330, 353, 375, 376, 379, 383	
BLASKOVITS ALADÁR .....	84
BODA ANDRÁS .....	342
BORKÓ REZSŐ .....	22
CSÁKÓ DÉNES .....	135, 176, 181, 188, 240
CSATH BÉLA .....	130
CSETE JENŐ .....	277
CSIKY GÁBOR DR. ....	63
CSOP ÁKOS .....	271
DOBOS SÁNDORNÉ DR. ....	22, 51
ECSER LÁSZLÓ .....	170
FALUVÉGI GYÖRGY .....	41
FARKAS ISTVÁN .....	15
FARKAS IVÁN .....	381
FAZEKAS ANDRÁS NÉ .....	342
FERENCZ GYÖZŐ .....	18
FERENCZY LÁSZLÓ .....	299
FÖLDVÁRI ISTVÁN DR. ....	89
FÜLÖP MIKLÓS .....	205
GÁRDOS JÁNOS .....	84
GOMBOS ZOLTÁN .....	166
GOND FERENC .....	148
GYÖRFFY ELEK .....	184
GYULAY ZOLTÁN DR. ....	1, 121, 361, klsz., 3, 59, 106
HARGITAI PÉTER .....	19
HEINEMANN ZOLTÁN DR. ....	8
HINGL JÓZSEF .....	161, 293

	Oldalsz.
HORVÁTH LÁSZLÓ .....	1. sz. B-3
HORVÁTH RÓBERT .....	341
JAKOB KÁROLY .....	66, 289
JELINEK TAMÁSNÉ .....	348
JESCH ALADÁR .....	360, klsz. 42
KÁROLYI JÓZSEF DR. ....	66, 152
KIS JÁNOS .....	292
KISS BERTALAN .....	157
KISS LÁSZLÓ DR. ....	249, 381
KISHÁZI ANNA 51, 52, 80, 92, 109, 120, 126, 147, 183, 204, 223, 235, 298, 312, 316, 320, 350	
KÓKAI JÁNOS DR. ....	379
KRISTÓF MIKLÓS .....	145
LÁPOSI SÁNDOR .....	255
LŐRINC IMRE DR. ....	33
MAJERSZKY BÉLA .....	129
MÁNDY TAMÁS .....	342
MARKÓ IVÁN .....	325
MATING BÉLA DR. ....	336
MEGYERI MIHÁLY DR. ....	101, 308
MIKOLA MÁRTA .....	19
MÓDI MIHÁLY .....	184
MOLNÁR JÁNOS .....	115, 135
MUNKÁCSI ZOLTÁN .....	30, 156, 190, 254, 380
NAGY BÉLA .....	74
NAGY SÁNDOR DR. ....	70, 215
NAGY SÁNDOR .....	74
NAGYPATAKI GYULA DR. ....	48
NÉMETH EDE .....	18, 197, 307
ÓVÁRI ANTAL .....	324
ŐRI VIKTOR .....	166
PACH FERENC .....	140, 301
PÁLFI ZITA .....	221
PÁPAY JÓZSEF DR. ....	231
PARÁZS BÉLA .....	268
PATAKI EMIL .....	77
PATSCH FERENC .....	211
PATSCH FERENC IFJ. DR. ....	371
PATVAROS JÓZSEF DR. ....	47
PETI LÁSZLÓ .....	212
PETŐ EDE LÁSZLÓ .....	245

	Oldalsz.		Oldalsz.
POGÁNY LÁSZLÓ .....	14, 93, 331	SZEGEDI ISTVÁN .....	313
POLLOK LÁSZLÓ .....	41, 285	SZELES JÁNOS .....	307
PULJIZ, JOSIP .....	177	SZILAS A. PÁL DR. ....	97, 366, 379, klsz. 91, 95
RÁCZ DÁNIEL .....	33	SZITTÁR ANTAL .....	236
RÉTI SÁNDOR DR. ....	23	SZUROVY GÉZA DR. ....	29
SASS LÓRÁNT .....	26	TAKÁCS ERZSÉBET .....	124, 239
SCHLER ÖDÖN .....	289, 335, 348	TISZAI GYÖRGY .....	140, 301
SCHNEIDLER ZOLTÁN .....	184	TÓTH BÉLA .....	161, 293
SMOLING IMRE .....	174	TÓTH FERENC .....	214, 284
SOKORAI ISTVÁN .....	248	TÓTH ZOLTÁN .....	205
STEINGASZNER PÁL DR. ....	66, 289	TÖRÖK ATTILA .....	174
SUGÁR PÉTER .....	87	VAJTA LÁSZLÓ DR. ....	292, 374
SZABÓ GYÖRGY .....	125, 151	VALASEK ISTVÁN .....	271
SZABÓ JENŐ .....	205	VÁMOS ENDRE DR. ....	65, 77, 271
SZABÓ JÓZSEF .....	257	VARGA ISTVÁN .....	240
SZAITZ ANTAL .....	81	VARGA KÁROLY .....	155
SZAKONYI GÉZA .....	189	VUJKOV, MIROSLAV .....	193
SZALAI JÓZSEF .....	144	ZAKAR PÁL .....	225
SZALÓKI ISTVÁN .....	47	ZAKÓ VILMOS DR. ....	9
SZÁNTHÓ GÉZA .....	317	ZOLTÁN GYÖZÖ DR. ....	182, 367
SZEBÉNYI IMRE DR. ....	374	ZSÓKA ISTVÁN .....	321

### III. HÍREK, KÖZLEMÉNYEK, NEKROLÓGOK

#### EGYESÜLETI, SZAKOSZTÁLYI, SZERKESZTŐ BIZOTTSÁGI HÍREK

Oldalsz.: 8, 18, 51, 121, 123, 125, 151, 189, 196, 255, 267, 280,  
285, 320, 324, 330, 373, 381

#### EGYETEMI HÍREK

Oldalsz.: 29, 47, 277, 292

#### HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Oldalsz.: 47, 124, 135, 144, 155, 157, 176, 181, 188, 221, 239,  
307, 381

#### AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Oldalsz.: 28, 52, 63, 2. sz. B-3, 93, 126, 151, 165, 211, 221,  
255, 281, 317, 330, 341, 348, 375

#### KÖZLEMÉNYEK

	Folyó- irat sz.	Oldal- sz.		Oldalsz.
Tájékoztatás az Egyesület új elhelyezéséről .....	1	B-3		
A moszkvai 8. Kőolaj-Világkongresszus előadásai Beszámoló „A kőolaj-feldolgozó ipar fejlesztése a 4. ötéves tervidőszakban” című 1970. október 20— 22-e között Győrben megtartott konferenciáról ..	3	96		
1871—AIME—1971 .....	3	65		
Az Egyesülettől beszerezhető könyvek és kiadvá- nyok .....	10	317		
Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vizszakosztályának XII. Vándorgyűlése. Keszthely, 1971. okt. 5—7.	11	351		
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egye- sület választmányi ülése. Várpalota, 1971. szept. 17. ....	12	370		
1971. évi pályázati eredmények és pályázati felhívás az 1972. évrre .....	12	353		
A Kőolaj és Földgáz 1971. évi tartalommutatója ..	12	376		
	2	379		

#### A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Oldalsz.: 14, 26, 248, 292, 335, 348

#### KÜLFÖLDI HÍREK

Oldalsz.: 22, 51, 80, 92, 109, 120, 126, 147, 183, 204, 235,  
239, 298, 312, 350

#### NYELV ÉS TECHNIKA

Oldalsz.: 30, 156, 190, 254, 380

#### KÖNYVISMERTETÉSEK — ÚJ KÖNYVEK

Oldalsz.: 120, 125, 223, 285, 316, 320

#### MÚZEUMI HÍREK

Oldalsz.: 1. sz. B-3, 214, 284, 383

#### NEKROLÓGOK

	Oldalsz.
<i>Dániel Lajosné</i> .....	125
<i>Gallov Piroška</i> .....	189
<i>Gyöngy Lajos</i> .....	189
In memoriam ( <i>Vadász E., Papp S., Vendl A., Mauritz B.</i> )	157
<i>Staney Albert</i> dr. h. c. ....	379
<i>Vadász Elemér</i> dr. dr. h. c. ....	29

#### MEGEMLÉKEZÉSEK

35 év a kőolajbányászat szolgálatában ( <i>Ajtay László, Bene- dek Ferenc</i> ) .....	63
<i>Zsigmondy Vilmosra</i> emlékezünk .....	129, 255

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BANDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSAKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÓZÓ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

1. szám

1971. január

## A magyarországi bányatisztképzés és a selmeci Bányászati Akadémia\*

GYULAY ZOLTÁN

SELMEC



SOPRON



MISKOLC



A Habsburg-birodalom uralkodója, Mária Terézia, országai bányatiszt-utánpótlásának biztosítására, a monarchia akkor leg-  
rangosabb bányavárosában, Selmecbányán — német nevén Schem-  
nitz, ma Banská Štiavnica Csehszlovákiában —, 1770-ben egy  
bányászati akadémiát alapít.

Az akadémia, mely 1809-től egyúttal az erdőtisztképzés otthona  
is, 1867-ben megszűnik birodalmi intézménynek lenni, magyar  
iskolává válik. Az iskola az első világháború végén Sopronba költö-  
zőik, majd 1934-ben több más, műszaki és gazdaságtudományi  
karral együtt beolvad az akkor alapított Műszaki és Gazdaság-  
tudományi Egyetembe. A második világháború után, 1949-ben,  
a bánya- és kohómérnök-képzés elvlik az erdómérnök-képzéstől  
és azóta, mint az akkor alapított miskolci Nehézipari Műszaki  
Egyetem bánya- és kohómérnöki kara működik tovább.

Az alapítás 200. évfordulója alkalmából elhangzott alábbi meg-  
emlékezés szól az egykori Magyarország, a Kárpát-medence  
bányászatának a jelentőségéről, a bányatisztképzés kezdeti for-  
máiról, a magyarországi bányaiskolákról, majd a bányászati  
akadémia alapításának előzményeiről, az alapításról, az akadémia  
első professzorairól és első évtizedeiről. Röviden áttekinti azonban  
a magyarországi bányatisztképzés — mai szóhasználattal bányá-  
mérnök-képzés — egész történetét napjainkig.

### Bevezetés

Az a fejlődés, amit az emberiség az utolsó 200 év alatt meg-  
tett, csak azáltal vált lehetővé, hogy a Föld ásványkincseit egész  
más mértékben hasznosíthatta, mint azelőtt. Korábbi évszázadok  
és évezredek kultúrája lényegében a növény- és állatvilág nyers-  
anyagainak felhasználásán alapult, az ásványvilágból csak az olcsó  
építőanyagot, a sötét és — főként pénzverésre — a nemesfémeket,

amellett korlátolt mennyiségben a fegyverhez és a szerszámhoz  
a vasat, mindenféle használati tárgyhoz pedig a rezet és az ónt  
használta. A 19. század első felében az ipari forradalom kibon-  
takozásával, a gőzgép elterjedésével kezdődik a kőszén és a vas  
(acél), a század végén az elektromosság alkalmazhatóságának a  
felfedezésével a réz korszaka, majd századunk elején a jármű-  
motorok kifejlesztésével a kőolaj diadalútja, ami más műszaki  
területekre is behatol. A legfiatalabb fázist a földgáz térhódítása  
és számos új fém és ásványi anyag előretörése jelzi, amelyeket  
az atom- és rakétatechnika, valamint az elektronika használ.  
Mai életformánk fejlődését csak az teszi lehetővé, hogy a bányá-  
szat az ásványi nyersanyagokat és energiahordozókat, a kohá-  
szat pedig a fémeket a szükséges mennyiségben, minőségben és  
gazdaságilag elviselhető költséggel, mindenkor a technika fej-  
lődésével kölcsönhatásban, előteremt.

Ennek a fejlődési folyamatnak volt cselekvő részese alapítá-  
sától maig, mindenkorri hatásterületén belül, a magyarországi  
bánya- és kohómérnök-képzés otthona, az *alma mater*. Az elő-  
történetéről és az alapításáról szólnak az alábbi sorok.

### Bányatisztképzés az akadémia alapítása előtt

Tanult bányatisztek utánpótlására irányuló gondoskodással  
már a 18. század előtt is találkozunk Közép-Európa klasszikus  
bányavidékein, így a Magyar Érchegységben is. Magyarországon  
egy 1609-ben kiadott udvari kamarai rendelet az első, amely már  
expektánsokról — várományosokról vagy tisztjelöltekről — szól,  
olyan a bányászletre alkalmas fiatalemberekről, akiket a  
kincstári üzemekben tapasztalt bányatisztek mellé osztanak be,  
hogy tőlük a bányászati ismereteket és az üzemvezetés módját  
elsajátítsák. Ez a célszerű nevelési forma azonban nagyon töké-  
letlen, egyre kevésbé elégíti ki a fejlődéssel járó mennyiségi és  
minőségi követelményeket, főként azután, hogy Erdély is *Habs-  
burg* kézbe kerül és a Bánát is felszabadul a török uralom alól.

A 18. század folyamán az előző évszázad, az első tudományos  
forradalom évszázadának tudományos eredményei egyre több  
gyakorlati alkalmazást találnak, és a tudományos módszerek  
fokozatosan behatolnak a műszaki tevékenység különböző terü-  
leteire.

*Johann Franz Lauer* cseh kamarai tanácsos és bányafelügyelő  
1713-ban jelentést küld a bécsi pénzverészeti és bányászati ud-  
vari kamarának — „Hofkammer im Münz- und Bergwesen”  
— a csehországi bányászat hanyatlásáról, aminek fő okát a  
hozzáértó bánya- és kohótisztek hiányában jelöli meg. Feltehe-  
tően e jelentés miatt hívják *Lauert* Bécsbe részletes jelentéstételre  
és a csehországi bányászat állapotának megjavításához szükséges  
teendő előterjesztésre, amit rövidesen *Lauer*nak a cseh fő  
pénzverő és bányászati hivatal gazdasági ügyintézőjévé történő  
kinevezése követ.

VI. — a magyar királyok sorában III. — *Károly* 1716. októ-  
ber 13-án részletes utasításban szabályozza a cseh kincstári

\* A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem a selmeci Bányászati Akadémia  
alapításának 200. évfordulója és a Nehézipari Műszaki Egyetem két évtizedes  
működésének megünneplésére Miskolcon 1970. szeptember 3—4-én tudomá-  
nyos ülésszakot rendezett, amely alkalommal *Gyulay Zoltán* emlékezett meg  
az akadémia alapításáról. Ezt a megemlékezést közöljük most, az alapító levél  
első magyar közlésével kiegészítve. (A szerkesztő.)

bányagazgatás új szervezetét és ebben a többek közt elrendeli egy jó bányaiskola — „eine gute berg Schuel” — felállítását és számára egy tanulmányrend kidolgozását, valamint egy bányászati levéltár létesítését is. Jó bányaiskola alatt olyan bányaiskolát értve, melyben háromvenként négy bányaiskolás tanuló, akik a második év utolsó negyedében a csehországi, a harmadik évben pedig magyar, szász és lüneburgi (Harz hegységi) bányákban praktizálnak. Ennek értelmében a cseh kamara 1716. december 23-án elrendeli egy bánya-, kohó- és bányamérő iskola — „Berk, Schmoltz- und Markscheidts Schuel” — felállítását a nagy múltú és akkor virágzó Sankt Joachimsthal-ban, ahol az oktatás 1717-ben meg is indul.

Hadmérnökök nevelésére *Savoyai Jenő* javaslatára III. Károly Bécsben, 1717-ben felállítja a birodalmi hadmérnök-akadémiát „damit eine prob gemacht werden solle”, és felállít Brüsszelben is egy hasonló mérnöki iskolát.

VI. Károly 1730. július 4-én új rendeletet intéz *Lauer*hoz és ebben csaknem szó szerint megismétli az 1716-os rendelkezését egy bányaiskola létesítésére, mert hiány van bányatisztekben minden országhoz és tartományhoz. Jó bányaiskola alatt itt most már olyat ért, amely nem állandóan egy helyen van, hanem mindig ott, ahol valami más tanulható. 1733. február 3-án az uralkodó jóváhagyja a *Lauer*től kívánt instrukciót a joachimsthal-i bányaiskola számára, a növendékek számát négyről háromra csökkenti és összesen hat instruktor — üzemi tiszt javadalmazásáról intézkedik. Az instrukció — tanulmányrend — *Johann Christian Reimbs* joachimsthal-i bányaintéző nagy látókörrel tanúszkodó munkája.

Az udvari kamara 1724-ben a selmeci főkamagrófi figyelmét is felhívja a fogyatékosokra: tapasztalt és az arte montanica-ban képzett bányatisztekben, különösen Erdélyben nagyok a hiányok. Majd 1735. június 22-én a joachimsthal-i bányaiskolások számára kiadott instrukciót némi szövegmódosítással Selmecnek is kiadja. Ez az intézkedés tekinthető a selmeci bányaiskola — értelem szerint bányatisztképző iskola — alapításának. Az iskola nyolc expektánssal 1737 elején indul meg.

Az iskola célja bánya-, kohó- és pénzverő tiszték kiképzése a kincstári bányászat és pénzverés szolgálatára; vannak azonban az iskolának magánalkalmazásban álló növendékei is. Az iskola a selmeci főkamagrófi hivatal igazgatása alatt áll. Mindkét tanulmányi év a naptári évvel kezdődik és végződik. A téli hónapokban a városban, a nyári hónapokban Szélnán, esetenként Kőrmöcön vagy Besseneterebányán folyik a tanítás. Az első évben a matematika néven összefoglalt elméleti tárgyak mellett a növendékek nagy vonásokban megtanulják mind a négy szaktárgyat, hogy a bányászat egészéről és üzemágazatainak összefüggéséről áttekinthető képet nyerjenek. A második évben már mindegyik növendék a négy fő üzemágazat — a bányaművelés és bányamérés, az ércelőkészítés, a kémlelészet és a kohászat, továbbá a pénzverés — közül a képességeinek legjobban megfelelő szaktárgyat tanulja a teljes részletességgel és csak abból vizsgázik. Az iskola tehát az általános bányásztképzés mellett tulajdonképpen specialistákat nevel.

A matematikai tudományok oktatását, amelyen a 18. század első felében a mai értelemben vett matematika, a számtan, mér-tan, sík- és gömbháromszög-tan mellett a csillagászatot, az idő-mérést, az elméleti és alkalmazott mechanikát, a hidraulikát, az optikát, sőt az erődítést és a löismereteket is értették, amint azokat *Christian Wolff* széles körben elterjedt „Elementa mathe-seos universae” című tankönyve tartalmazta, az udvari kamara Selmecen *Mikoviny Sámuel*-re, az alsó-magyarországi bányavárosok geometriére — mai értelemben általános mérnökre — bizza, a bányászati-kohászati szakismeretek oktatására pedig instruens-ként névszerint öt üzemi tisztet jelöl ki.

*Mikoviny Sámuel* (1700—1750) kora egyik legnagyobb mér-nök-polihiisztora, működése az igényes alapképzést jelenti a bányaiskolán. Kiemelkedő tehetségével azonban alig egy évtized alatt túlnő Selmecen, működése kiterjed az ország nagy részére, sőt a határain is túl. Működésének jelentőségét gyakorló bányászok fel sem tudják mérni, fölösleges matematikai spekulációknak tartják, amit tanít. A szakismeretek instruensei nem mérhetők hozzá. Ezért áll elő a kiváló instrukció dacára, a laza és szünetes végrehajtás miatt olyan állapot, hogy a tekintélyes *Georg Ernst Multz de Walda* szomolnoki főbányafelügyelő a selmeci oktatási rendszert, megindulása után tíz évvel, már nem tartja iskolának.

Az udvari kamara *Multz* javaslatára alapján 1747-ben egyszerre három bányaiskola felállítását rendeli el, egyet-egyet Alsó-Magyarországon Selmecen, Felső-Magyarország számára Szomolnokon és a temesvári Bánátban Oravicán. Ugyancsak az ő javaslatára, az expektánsok törekvésének fokozására, ekkor rend-

szerezítik a bányaiskolákon a versenyvizsgákat, melyeken a növendékek a bányászat legjobb altiszteivel és munkásaival mérik össze tudásukat és ügyességüket a bányaművelés, a bányamérés, a kémlelészet és a kohászat közül a tetszés szerint választott egy vagy több vizsgatárgyban. Az egyes szaktárgyban legkiválóbb expektáns jutalomban részesül, mely egy 15 dukát súlyú arany- és egy ezzel egyező veretű ezüstérem. Az aranyérem helyett annak értékét a jutalmazott óhajára pénzben fizetik. A versenyvizsgák száma 1755-től az ércelőkészítéssel, bányagépészettel és a pénzveréssel hétre nő.

A század derekán az a felismerés, hogy a Föld kezdi egyre nehezebben hozzáférhető kincseit egyre szűkebben ontani, nyilvánvalóvá teszi, hogy a bányászatban és a kohászatban a szegényebb bányatermékek feldolgozása terén is újabb, tudományos módszerekre van szükség. Megsűrűsödnek az udvari kamara rendeletei az expektáns-képzés javítása érdekében, a pillanatnyi nagyobb szükség szerint hol a bányagépészet, hol a kohászat, hol az erdészet, majd a kémlelészet oktatását helyezve előtérbe. Megszaporodnak az intézkedések a birodalom 15 nagy, regionális igazgatási szervezetének, kamaráinak átszervezésére is. Egyre inkább parancsoló szükségként jelentkezik, hogy a bányatisztképzésben minőségi változásra van szükség.

Az akadémia alapítása előtti két évtized bányatisztképző rendszerére visszatekintve *Delius* 1773-ban megjelent bányászatról szóló tankönyvének az uralkodónőhöz intézett ajánlásában ezt írja: „Fiatalemberek számára, akiket egyszer alkalmas bányatisztekkel kellett volna képezni, hiányzott a kellő bevezetés a sokrétű bányászati tudományokba. Arra voltak kényszerítve, hogy hosszú és fáradságos magántanulással sajátítsák el e tudományok alapjait ezek alkalmazásait. Ezzel sok év telt el, míg a cs. k. Felső legmagasabb szolgálatára képesek és használhatók lettek, és az oktatás hiányában ezt a végecét gyakran el sem érték.” *Delius*nál a helyzetet jobban ismerő nem találhatunk, hiszen ő ebben az oktatási rendszerben — melyre az iskola szót nem is alkalmazza — nyeri a kiképzését, sőt oktat is, előbb Szomolnokon, majd Oravicán.

#### Javaslat egy bányászati akadémia alapítására

Az új típusú iskola szervezését 1761 végén *Johann Thaddäus Peithner*nek, (1727—1792), a cseh legfelső pénzverő és bányahivatal levéltárosának egy a k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesenhez benyújtott emlékeztetője indítja meg, melyben *Peithner* azt javasolja, mérlegelje a kamara egyes bányászati tudományok oktatásának a bevezetését valamely fennálló főiskolán. *Peithner* 1762-ben Bécsbe hívják, ahol előterjeszti egy négy tanulmányi évre terjedő, az alap- és a természettudományokra épülő bányász-kohász képzés, azaz egy teljes bányászati akadémia — Bergwerks-academie — tervét és az intézmény helyéül a prágai egyetemet javasolja. Ez az átfogó, alapjában főiskolai jellegű terv az a mag, amelyből a selmeci bányászati akadémia kisarjad.

*Peithner* a bányászati tudományokat négy osztályban — évfolyamban — a következő sorrendben javasolja oktatni:

Az I. évfolyamban a fizikát vagy a „föld alatti természettant” egy jó gyakorlattal bíró „Bergphysicus” által, a következő beosztásban: a) a föld alatti geográfia vagy a hegyek és a telérjeik különböző tulajdonságainak a leírása; b) a mineralógia vagy a füldek, kőzetek, ásvány- és ércfajták, és c) a metallurgia vagy az ércet és a fémek egymással összefüggő ismerete. Mai értelemben ez az ásvány-, föld- és teleptani ismereteket jelenti.

A II. évfolyamban a bányaművelést egy jó gyakorlati bányász szakember által, aki lehetőleg matematikus-mechanikus és jó földmérő is egyben, a következő beosztásban: a) a bányászati kutatás tárókkal, aknákkal, keresztvágatokkal stb.; b) a különböző bánya-, ércvágató, zúzó- és mosómunkálatok; c) bányagépészet, és d) a bányamérés.

A III. évfolyamban a kohászatot egy jól képzett kémlelész által, aki egyben tapasztalt a kohászatban és az olvasztásban is, a következő fejezetekkel: a) a kémlelészet; b) az ércet és az ásványok hasznosításához szükséges műveletek ismerete; c) a „bányászati manufaktúrák”, a fémek alakításának az ismerete, és végül

a IV. évfolyamban a bányajogot egy az egész bányászatot és az ország jogot is teljesen ismerő szakember által. A gyenge testalkatú, egész életét a levéltárban töltött *Peithner* itt gondolt magára.

A terv egy négy évfolyamos, négy professzoros (tanszékes) bányászati akadémia terve, amihez *Peithner* még egy jó könyvtár, egy gondosan összeállított ásvány- és kőzetgyűjtemény, eg-





Egyesületünk érme a selmeci Bányászati Akadémia alapításának emlékére. (Eredeti nagyság)  
A jobb oldali kép Delius tankönyve címképének egy részlete.

hazai és külföldi gépmodellgyűjtemény, valamint egy tökéletesen berendezett laboratórium felállítását tartja elengedhetetlennek.

Peithner jól tudja, hogy egy ilyen méretű bányászati akadémia feállítására nem megy máról holnapra, ahhoz előbb oktatói kart is kell nevelni. Ezért azt ajánlja, hogy Prágában először csak a bányajogot oktassák, ami mellett a többi bányászati tudományt a professzor mellé beosztandó, a bányamérésben és a kémlelészetben járatos oktatók csak főbb tételeikben demonstrálják, addig, amíg ki nem nevelik a szükséges és megfelelő képességű szakembereket a teljes tanulmányrend oktatásához.

A bányászati ismeretek eme akadémiai oktatásában a javaslat szerint csak azok részesülhetnek, akik előtte a filozófiát, különösen a fizikát, valamint a jogi tanulmányokat abszolválták, vagy az utóbbiakat egyúttal hallgatják. De felvehető emellett olyan alkalmas személyek is, akik a valóságos bányászati gyakorlatban jó előmenetellel már kitűntek.

A Peithner javaslatát fölött tartott tanácskozások eredményeképp az uralkodónak 1762. december 13-án elrendeli, hogy az egész bányászat — montanisztikum — javára, a bányászat vezetésére alkalmas, a metallurgiában, de főként az olvasztásban járatos személyek képzésére

1. Selmecen kincstári költségen, az összes örökös országok számára, egy gyakorlati tanintézetet — „eine praktische Lehrschule” — kell felállítani. Azért Selmecen, mert ez az egész birodalomban erre a legalkalmasabb bányaváros, ahol a bányák, zúzó, kohók, űzők, kémli laboratóriumok tökéletesen be vannak rendezve, és ezek mellett ott vannak a tűz-, víz- és légépek, valamint a rudas művek is, amilyenek máshol nincsenek. Itt tehát minden megtalálható, amire a professzornak elméleti tantételei igazolásához, a növendékeknek pedig az elmélet gyors felfogásához szükségük van. Emellett a növendékeknek még arra is alkalmuk nyílik, hogy a kémiát, amennyiben ez a kohászatba vág, a mechanika mellett megtanulják.

2. Prágában az összes bányászati tudományok professzorává kinevezte Peithnert, és

3. elrendelte, hogy örökös országai minden filozófiai fakultásán a fiatalokat készítsék elő a bányászati tanulmányokra, azaz a fizikát — a természetfilozófiát — a bányászati tudományokra való tekintettel oktassák.

A Selmecen létesítendő bányaiskolában, mely mindenki számára teljesen díjtalanul rendelkezésre áll, az első évfolyamban a bányászati tudományok alapjait — „die rudimenta zu den mineralischen Wissenschaften” — német nyelven adják elő, a másodikban pedig az elmélet gyakorlati alkalmazását tanítják — „die Theorie ad praxim reduciuntur werden” —. Az iskolába csak azok léphetnek, akik a metallurgia két alaptudományát, az aritmetikát és a geometriát megtanulták és ezekből a vizsgát jó eredménnyel letették. A nem tehető ifjak ugyanazt az ösztöndíjat kapják, mint a fizetett bányapraktikánsok. Utóbbiak közül minden olyan országból, ahol bányászat folyik, egyet vagy többet e stúdiumok hallgatására Selmecre kell küldeni, mert ezután mind fizetett, mind ösztöndíjas gyakorlónként, de főleg bányásztként csak azt lehet felvenni a bányászatba, aki ezt a két éves

tanulmányt — „studii theoretico-mineralis” — sikeresen elvégezte és arról bizonyítványa van.

Az udvari kamara elnöke Johann Siegfried zu Herberstein 1763. június 13-án kelt dekrétumával értesíti Gottlieb Stampfer selmeci főkamara grófot, hogy a Felső június 9-én elrendelte az elméleti bányászati tudományok oktatását — „Studii theoretici de Mineralibus” — Selmecen és ennek ellátására az e tudományokban kitűnő Nikolaus Jacquin (1727—1817) nevezi ki professzornak és bányatanácsosnak. Jacquinnek egy eszterdőre van szüksége, hogy az oktatáshoz szükséges laboratóriumot és gyűjteményeket felállítsa. Az oktatást 1764. szeptember 1-én kezdi meg.

A latinnal megtűzdelt későbarokk kancelláriai német nyelvű dekrétumoknak nem erényük a szabadság és a következetesség a bányászati tudományok egyes ágazatainak a megjelölésében. Jacquin felváltva nevezik a gyakorlati bányászat és vegytan, máskor a mineralógia és a vegytan, az utódját Johann Scopoli (1723—1788) pedig a metallurgia és a vegytan professzorának. Mivel az alapításkor a források szerint a kohászatban a legnagyobb a szükség a színvonal emelésére, a tanszék az első évtizedében olyan kohászati tanszéknek tekinthető, amely szükség-szerűen a kohászathoz szükséges előtanulmányokat, a kémiai és ásványtani ismereteket is tanítja. Az első professzorok kéziratai, tankönyvei is ezt tanúsítják.

Az első tanszék felállítását csakhamar a másodiké követi. Az udvari kamara 1765. augusztus 13-i dekrétuma közli a főkamara gróffal a Felső június 4-i rendelkezését, hogy a bányászatban a gépészet színvonalának emelésére Selmecen a mechanikát és a hidraulikát is tanítani kell és ennek ellátására Nikolaus Podát (1723—1798) rendeli. Podát felváltva nevezik a matematikai tudományok és a mechanika professzorának. Az előadásairól fennmaradt három könyv szerint fő munkaterülete Selmecen a bányagépészet, ezért az előbbi értelmezés alapján a második tanszék első éveiben egy olyan bányagéptani tanszéknek tekinthető, amely a gépészet megértéséhez szükséges alaptudományokat is tanítja.

A selmeci bányaiskola első professzorai, Jacquin, Poda, majd 1769. augusztus 14-től Jacquin utóda, Scopoli, már természettudósok voltak a javából, egyetemes természettudósok, Linné fajtájából. Működésük híre Párizsig és Szt. Pétervárig terjed. Működésük kiválóságát barátjuk, Born Ignác (1742—1791) tanúsítja. Iskolájukból kerül ki a bányászat több későbbi jelese. Jacquin tanítványa az erdélyi reichensteini Müller Ferenc (1740—1825), a tellur későbbi felfedezője is.

#### A selmeci Bányászati Akadémia alapítása

A pénzverés és a bányászat ügyeit irányító bécsi udvari kamara 1770. április 14-én kelt leiratával arról értesíti Gottlieb Stampfer királyi alsó-magyarországi főkamara grófot, hogy az uralkodó Franz Anton Kollowrat gróf előterjesztésére, az ügyes bányatisztviselők és tisztek utánpótlására korábban létesített

bányaiskolából, a bányászati tudományok felé forduló ifjúság számára, mostantól fogva egy rendes, három osztályra osztott cs. kir. bányászati akadémiát alapít, és erre az akadémiára osztályainak különbözősége szerint három különböző professzort helyez. Az első osztály élére a matematikai tudományok már ott működő professzorát, *Podá* táteret, a második osztály élére a metallurgia és kémia professzorát, dr. *Scopolit* állítja, a harmadik osztály számára pedig, amelynek tárgya a bányászat lesz minden hozzátartozó lényeges művellettel együtt, egy alkalmas személyt kell javasolni, akit egyúttal a főkamagrófi hivatal bányatanácsosai közé kell besorolni. A rajz és a bányamérés elméleti és gyakorlati oktatásával pedig egy ezekben az ismeretekben jól képzett bányamérő adjunktust kell megbízni. Elrendeli a főkamagrófnak, hogy ezt a bányászati akadémiát — „Bergwesens Academie” — haladéktalanul állítsa fel, a már ott levő két professzornak, hogy kötelességüket teljesíthessék, a csatolt tantervet hozza tudomására, a hallgatókat — praktikánsokat — pedig ezen üdvös iskola szorgalmas és folyamatos látogatására utasítsa. Egyúttal felhívja a főkamagrófit, hogy mivel a hallgatók az első évek anyagával már eleget foglalkoztak, mielőbb terjessze elő, hogy a harmadik osztály professzorául az ismert bányatanácsosok közül jó eredmény reményében kit javasol, akinek az előmenetelét a Felsőg elő fogja segíteni, ha a katedrán töltendő éveit alkalmas utódok is fog nevelni.

A leirathoz mellékelte az összes cs. kir. örökös országok bányászata számára a királyi alsó-magyarországi bányavárosok közül Selmecen létesítendő bányászati iskola 1770. április 3-án jóváhagyott alapító levelét — „Systema Accademiae Montanisticae per Sac. Caes. Resolutionem confirmatur 3tia Aprilis anno 1770.” — amely valójában a *Mária Terézia* jóváhagyásával ellátott német nyelvű részletes előterjesztés az akadémia alapítására.

A Bányászati Akadémia 5 fejezetre osztott, 5800 szavas és alább magyar nyelvre első ízben átültetett alapító levele azzal kezdődik, hogy az uralkodó gondoskodás korábban már létrehozott egy két professzurdából — tanszékből — álló bányaiskolát Selmecen. E tanszékek egyike, az 1763-ban létesített, 1764 óta a mineralógiát és a metallurgiát, a másik pedig 1765 óta a matematikai tudományokat tanítja. Ennek az iskolának a gyümölcse az azonban még nem érhetek be teljesen, mert az elmélet a gyakorlattal még nincs kellőképp összekötve, hiányzik a tanévek és az osztályok, a tanmenet helyes elosztása, a vizsgák előírása, és legfőképp hiányzik a két meglevő mellett a harmadik professzura, ami nélkül egy bányászati iskola nem teljes, amely a tulajdonképpeni bányaművelést, az ércelőkészítést, ezek berendezéseit és a gazdaságot tanítja. Ezért nem csodálható, hogy az eddigi bányaiskolából kikérült növendékek sem számukat, sem képességeiket tekintve nem olyanok, amilyenekre az örökös országok egyre növekvő jelentőségű bányaműveinek a közjó érdekében szükségük van.

Ahhoz, hogy az iskola a bányászat minden, bánya, zúzó, mosó, iszapoló, gépészeti, kémlő, olvasztó és hozzátartozó egyéb üzeme számára és ezek majdani igazgatására alkalmas és hasznos tisztviselőket neveljen, elegendhetetlenül szükséges a selmeci iskolát három professzorral, három évfolyamból állóvá szervezni, melyek közül az elsőben a matematikát és részben a fizikát, a másodikban az ásványtant és a metallurgiát, — mint a bányászati tudományok nélkülözhetetlen alapjait —, végül a harmadikban az ezen alapokat alkalmazó és azokat a gyakorlattal összekötő bányászati tudományokat, valamint a bányajogot oktatják.

Az iskola számára az örökös országokban jobb helyet Selmecenél választani nem lehet, nemcsak azért, mert ott a majdnem mindenfajta fémtermelő bányászati gépekkel felszerelve egymás mellett találhatók, hanem mert ott elsajátíthatók a jó igazgatás módszerei is a főkamagrófi hivatal érdemes fejtől és tagjaitól. Ez a bányaiskola tehát csak ott maradhat, a többi bányavárosokban levők felhagyandók, a prágai kivételével, ahol az egyetem keretében a bányászatnak már egy professzora működik, hozzáértőket nevel a magánbányászat számára. A bányavárosok ezután a megállapított számú praktikánsaikat ezen előírás szerint javasolják Selmecre küldeni.

**Az első fejezet az akadémiára belépni szándékozó növendékektől megkívánt tulajdonságokat sorolja fel.**

1. Mivel az iskola három évfolyamában igen nehéz és mélyértelmű tudományokat kell a hallgatóknak elsajátítani, akik nem végezték el a humánorákat, a logikát és a fizikát, azoktól az írás és számolás kiváló ismeretét kell a felvételhez megkövetelni.
2. Hogy az örökös országok bányászata számára minden tekintetben alkalmas tisztviselőket neveljenek, mindenképp a bányászatban kiváló képességekkel kitűnő érdemes bányatisztek

vagy bányatársak, gyűrűs polgárok fiait kell kiválasztani és Selmecre javasolni, akik fiatal koruk óta megszokták a bányába járást, a hegyi levegőt és a bányászéletet.

3. Az alkalmazásban álló kincstári praktikánsokon kívül az udvari kamara engedélyével és saját költségen a magánbányászat számára kiválasztott ifjak is látogathatják az iskolát.
4. A Selmecen felvételre jelentkező ifjaknak az előtanulmányaikról szóló bizonyítványaikat, különösen a matematikából, rajzolásból és a fizikai — műszaki — ismeretekből be kell mutatniok.

**A második fejezet a három professzurdából álló iskola tanulmányrendjéről és szervezetről szól.**

1. Mivel a matematika minden bányászati tudományhoz szükséges, alapja a bányamérésnek, a gépészetnek és az egész bányászatnak, matematikát kell az első, mineralógiát és metallurgiát a második, bányászatot pedig a harmadik osztályban tanítani.
2. A növendékeket minden osztályban egy egész tanéven át kell oktatni, és csak miután minden félévben a főkamagrófi hivatal képviselőjének jelenlétében tartandó vizsgákon ügyesnek találtattak, léphetnek feljebb az egyik osztályból a másikba.
3. A professzor minden osztályban hetenként négy kollégiumot — előadást — tart, és pedig hétfőn, szerdán, pénteken és szombatonkorán, mindegyik két órán át tartson, amihez a praktikánsoknak mindenkor félórával korábban kell megjelenniök, hogy a tanórákból a hallgatók gyülekezésével ne vesszen el haszontalanul idő; a többi napokon pedig minden praktikáns részben maga ismét, részben pedig az alkalmazásban gyakorolja magát, s főként a rajzban, valamint a soron levő üzemi műveletek megtekintésében vesz részt. Az utóbbi cél érdekében a professzorok a kollégiumuk megkezdése előtt egy sommás tervezetet nyújtanak be a főkamagrófi hivatalnak a kollégiumaikban az egész tanévben tárgyalandó anyag beosztásáról.
4. Kezdetben minden professzor előadásai anyagához maga választja ki egy korábbi szerző művét, a jövőben azonban egy mind a rendszeres tananyagot magában foglaló, mind a végcélnek megfelelő saját, nyomtatásban megjelenő munkájából kell az előadásait tartania.
5. Mivel a Bányászati Akadémia a három megnevezett osztályból áll, amelyek a valódi végcél eléréséhez egyforma fontosságúak, ezért a professzorok más rangot nem viselnek, mint ami nekik eméltül a szolgálati idő, és különösen az egyidejű bányatanácsosi kinevezés után jár.
6. Minden osztályban, minden negyedében a professzor minden hallgatót megvizsgáztat, az eredményt elbírálja és erről a főkamagrófi hivatalnak jelentést nyújt be; félévenként és a tanév végén pedig a főkamagrófi hivatal jelenlétében fővizsgát tart, amiről a bányászati udvari kamarának is jelentést tesz, amely minden hallgatóról tartalmazza a tanúsított szorgalmat, az illető tudományágból szerzett ismeretek osztályzatát és a minősítését.
7. E vizsgákon kívül a hallgatóknak, különösen a harmadik osztályban, gyakorlati feladatokat is kell adni, amilyenek az érc-kémlészet, a bányamérés, a gépek számítása, amelyeket meg kell oldaniok, hogy az alkalmazásbani képességeiket is bizonyítsák, és akik közülük
8. a negyedévi és a tanév végi fő vizsgákon, nemkülönbön a gyakorlati feladatok megoldásában a legjobban megállják a helyüket, azok a Felsőg által meghatározott prémiumban — jutalomban — részesülnek, ami a jövőendő szolgálati és fizetési beosztásukban előnyt fog jelenteni.

**A harmadik fejezet az első osztályról szól, melyben a bányászathoz szükséges matematikai tudományokat tanítják.**

**Elméleti rész**

1. Már említettett, hogy az ezen Bányászati Akadémiára felveendő praktikánsoknak a közönséges számolásban már gyakorlottaknak kell lenniök, az első kollégiumban mégis egész röviden ismételni kell a különböző arányszámításokat, a számtani és mértani sorokat, a logaritmusokat és a tizedes számításokat, a négyzet- és köbgyökönvont, nemkülönbön egyes gyakorlati feladatokat, amilyenek az érc és az érmék finomtartalmának, az aranyos ezüstnek számítása. Ezenkívül a pénzverés számítását is jól megérthetően elő kell adni. A számtan után
2. a geometria és a földmérő, a sztereometria és trigonometria következik, amiből a professzoroknak a tananyagot úgy kell beosztani, hogy a praktikánsok ne foglalkozzanak túl soká az elméleti bemutatásokkal, azonban a professzor a szükséges részekben ne túl gyorsan fusson át, hogy a praktikánsok mindent

a kellő bizonyításokkal kapjanak; a mennyiségtanban annyi elméletet kell nyújtani, amennyi ahhoz szükséges, hogy a hallgatók matematikai rendszerességgel gondolkodjanak és következtessenek.

3. Az algebrából ebben az osztályban csak annyit kell előadni, amennyi az algebra öt fejezetének és az egyenleteknek megértéséhez szükséges, hogy a hallgatók az anyagban ezután önálló tanulással és alkalmazással haladhassanak tovább, és képesek legyenek az algebrai műveleteket tartalmazó matematikai könyveket megérteni. Az aritmetika, a geometria, a trigonometria és a sztereometria a bányászati szolgálathoz szükséges tudományok alapjai.
4. A praktikánsoknak ebben az első tanévben kell a bányászati tudományokhoz hasonlóképpen szükséges fizikai alapokat is megkapniok, elegendő ismereteket az elemekről és a testek tulajdonságairól, főként a bányatisztek és a bányatársak ama fiainak minden kollégium után egy órában, akik a bányavárosokban növekedtek fel, és ott ezeket az ismereteket — amelyeket különben az iskolában levő praktikánsoktól előre megkövetelnek —, megtanulni módjukban nem volt. Ezért a professzor különösképpen a kísérleti fizikát vegye kézbe, és a matematika folytatásaképp a mechanikát, hidrosztatikát, aerometriát és hidraulikát, valamint az optika alapelveit — amennyire ez a bányaméréshez szükséges —, elméletileg és gyakorlatilag adja elő, és emellett olyan feladatokat, példákat, rajzokat gyakoroltasson, amilyenek a bányaiüzemben fordulnak elő és ott használatosak, hogy ezáltal a matematika eme részének szükségességét és hasznát a praktikánsok számára megfoghatóvá tegye.

#### Gyakorlati rész

Mivel egy praktikáns számára ennek a főként mechanikai bányászati tudománynak jobb megértéséhez a rajzolás rendkívüli segítséget nyújt, mert az neki nemcsak a bányamérésben, különböző tervek, bányá- és külszíni térképkészítésben nélkülözhetetlen, de kézügyességet ad a művek és gépek rajzolásához is, ezért a praktikánsok mindjárt az első évvel kezdve minden nap, mikor előadásai nincsenek, és pedig télen minden csütörtökön korán, nyáron pedig minden kedden délután három órát töltsenek rajzolással, és mivel a Selmecen alkalmazott bányamérő szolgálati elfoglaltsága mellett a praktikánsokat rajzolásban, geometriai metszetek készítésében és a bányamérésben alaposan oktatni nem tudja, mellé egy mind a rajzolásban, mind a bányamérésben ügyes adjunktust kell állítani, aki nemcsak az első osztály praktikánsait gyakoroltatja a rajzban és velük mindenféle sík- és perspektivikus metszet készítésének elveit ismerteti, hanem a második- és harmadosztályosokat is a tulajdonképpeni bányamérésben mind a külszínen, mind a bányában oktatni köteles.

2. Ez a bányamérő adjunktus és rajzmester az első évfolyam minden hallgatóját és a második- és a harmadévesek közül a több szorgalmat mutatókat, a meghatározott napokon és órákban és egyéb alkalmas időben is oktatja.
3. A praktikánsok arra törekedjenek, hogy professzoruk nélkül is a külszínen és a bányákban azokat a gépeket és műveleteket, melyeknek alapjait a matematikai osztályban megismerték, gyakran megtekintésük, ezek működését és használatát maguknak alaposan bemutattassák, ezért,
4. kéthetenként járják a bányákat, hogy ennek közlekedését, világítását, munkahelyeit, közezeit, teléireit, a bányagépeket, a vízmérést és ami még a matematikai tananyaghoz tartozik, máris megismerjék.
5. Jóllehet a bányamérést teljes terjedelmében csak a harmadik tanévben ismeretik a hallgatókkal, a matematikai osztály hallgatói arra utasítandók, hogy meghatározott napokon a soron levő bányamérő műveleteknél legyenek jelen és azokban a dolgok alakulásának megfelelően részt is vegyenek.
6. Minden praktikáns mind a három osztályban minden héten köteles a gyakorlatra fordított idejéről a professzorának írásbeli jelentést adni, amivel egyúttal a jelentéskészítést gyakorolja és képességeit is bizonyítja.

A negyedik fejezet a második osztályról szól, amelyben a mineralógiát és a metallurgiát adják elő.

A második osztály célja, hogy a praktikánsok a földeket és a kőzeteket, mindenféle sót és kén, minden fém, félfémet és ásványt alkatrészeiből felismerjenek, ezeket a kémlelés segítségével pontosan megvizsgálják, majd a nagy tűzben gazdaságosan értékesítsék, és megtanulják azt hasznos kereskedelmi áruvá alakítani. Ehhez a professzornak itt is a fizika bizonyításait kell segítségül vennie.

#### Elméleti rész

1. A hallgatóknak, akik a négy elemet már az első osztályban megismerték, ezeknek az elemeknek az ásványtanban megfigyelhető szerepét meg kell magyarázni.
2. Meg kell tanítani a Föld és hegységeinek felépítését és az ezekben található különböző kőzetek, ércetek, telérek stb. tulajdonságait, a bennük fakadó vizek viselkedését, következtetésképp a teljes föld alatti geografiát és hidrografiát.
3. Ismertetni kell a különböző földeket, kőzeteket, sókat, a kén, a fémeket, valamint a különböző alkatrészekből összetett ásványokat és fossziliákat.
4. Ki kell mutatni, hogy az ásványos anyagok egymás között nedves vagy száraz állapotban miként viselkednek, milyen valamely anyag viselkedése egy másikkal szemben, egyik miként alkot csapadékot a másikkal, és az miként ülepedik.
5. A professzor kötelessége a kémleléshez szükséges eszközöket, szerszámokat, a különböző — próba-, szél-, láng- és desztilláló — kemencéket és azok használatát, bennük a különböző műveleteket — pörkölést, kupellálást, oldást, kicsapást, kristályosítást —, ezek alkalmazásait, hasznát, tulajdonságait, valamint a kémlelésben használatos anyagokat, amilyenek a borkő, salétrom, hamuszir, bórax, a szén stb. a hallgatóknak előadni. Ezután az általános előkészítés után
6. a professzornak elő kell adnia, miként vizsgálandók meg az ásványos testek, fémek, félfémek, más ásványok, mint például a kén, arzén, timsó stb., de főleg a fémek a maguk jobb, gyengébb minőségében és belső tartalmukban,
7. miként történik az oldóműves sóbányászatban a sók kristályosítása, a timsó, vitriolok, a salétrom és a konyhasó, és miként történik kicsiben a kémlelés.
8. Magától értetődik, hogy a professzornak saját kémiai laboratóriummal kell bírnia, hogy osztályában ne csak elméleti előadásokat tartson, de minden tanítélet, amennyiben az a hallgatóknak szükséges vagy hasznos lehet, kísérletekkel igazolja és egyúttal a praktikánsoknak az e tudományokhoz tartozó fogásokat is megtanítsa. Azonban
9. ez a mineralógiai osztály alapul nemcsak a kémlelést, de a nagy tűzben történő olvasztást is oktatja, hogy minden ásványos testet nagyban is hasznosítani lehessen, ezért oktatni kell az ezüst, réz, ólom, vas és ón minden fő (érc) fajtájához használandó olvasztókemencéket, a különböző pörkölt és olvasztó módszereket, az ezekhez használandó adalékokat, az ezüst elválasztását az olomtól az üzőhődön, a réz csurgatását és finomítását, a kohótermékek természetét és tulajdonságait és az egyéb ásványi anyagok feldolgozását nagyban, mint például a higany égetését, a kén- és arzényártást, a kobaltműveket, a bizmutgyártást, a timsó-, vitriol-, salétromgyártást és a sófőzést.

#### Gyakorlati rész

Jóllehet a mineralógiai és metallurgiai osztályban, amikor csak lehet, az elmélet mellett legtöbbször a gyakorlatot is tanítják, hogy a különböző érc, és ásványok ismeretét alaposabban lehessen oktatni, a metallurgia professzorának egy mindenféle bel- és külföldi ércet és ásványt tartalmazó gyűjteményt kell rendelkezésre bocsátani, amelyet ő a hallgatóknak rendszerbe foglalva: 1. a földek, 2. a sók, 3. az éghető ásványok, végül 4. a fém- és kőzetfajták bontásában, meghatározott időben darabonként megmagyaráz, hogy a hallgatók ezek különbözőségét megismerve a különösképpen szükséges kohászati eljárát meg tudják határozni. Ezért

1. a praktikánsok utasítandók, hogy a meghatározandó, előadásoktól szabad napokon és órákban ezzel foglalkozzanak, a mineralógia alaptételeit a gyakorlatban is alkalmazzák. Mivel azonban ez a foglalkozás a bányában, a hányókon, az érckamrákban, a választóházakban, a mosóművekben és különösképp a kémlelműhelyben történik, és az utóbbiban egyszerűen több praktikáns jó eredménnyel nem gyakorolhat, a főkamara-gófi hivatal ezek számának megfelelően egy jó beosztást készítsen, hogy azok nem mind egyszerre, hanem a mű akadályozása nélkül megengedhető számban hétről-hétre felváltva vagy a bányát járják, vagy a mosóműveket, érckamrákat és választóházakat, vagy a zúzó- és ülepítőműveket látogassák, főként azonban a kémlelműhelyben gyakoroljanak.
2. Amint a tanév utolsó hónapjában az olvasztástan előadása következik, a praktikánsok a többi napokon a lehetőség szerint az olvasztókohók látogatására utasítandók.
3. Mindezek mellett ugyanilyen figyelemmel kell lenni arra, hogy a praktikánsok a tantermen kívül előírt gyakorlataikról professzorainknak jelentést készítsenek, amelyet ő negyedévenként

a főkamagrófi hivatálnak tudomásvétel és felhasználás végett beküld, hogy abból a hallgatók elméleti és gyakorlati előmenetele megítható legyen.

**Az ötödik fejezet** a harmadik osztályról szól, ahol magát a bányaművelést és a vele összefüggő részeket oktatják.

#### Elméleti rész

1. Ebben az osztályban a praktikánsoknak a föld alatti geográfia és hidrográfia második osztályban tanult alaptételeit röviden megismertlik és amennyire az idő engedi, a közép és magas hegyek különböző fajtáit, bányásznyelven a lankás, dombos vagy meredek hegyeket, azok fő- és mellékvölgyeit, közeiteik fajtáit, és a bennük rejlő érceteket, a meredek, lebegő vagy lapos teléreket, telepeket és tömzsoket, torlatokat, a telérek keresztvezését, elmetsződését, találkozásait, ezek ásványos tartalmát, a külszínen a fémekre és ásványokra utaló jegyeket adják elő.
2. A hallgatóknak, jóllehet az előző, második osztályban többnyire már megismerték a természetben különböző feltevéseit arról, miként keletkeznek, nőnek vagy fognak, mállanak az ásványok a Föld méhében, mégis röviden ki kell fejteni és meg kell magyarázni az okait annak, hogy az ércet valamely hegy felszínén vagy a mélyében miért nemesednek, vagy szegényednek.
3. Mivel az értelmű bányászoknak a második osztályban az elméleti hidrográfában előadottak értelmében tekintetét a bányavizekre kell irányítani, a professzor magyarázza meg hallgatóinak a föld alatti vízforrások eredetét, a víz útját a réseken és teléreken, valamint a kőzeteken keresztül, a bányában és a külszínen, ismeretesen ennek a hidrosztatikai és hidraulikai alaptételeit és mindezt példákkal támaszsa alá.
4. A hallgatók ebben az osztályban nyerik teljes kiképzésüket az erre rendelt bányamérő adjunktustól a bányamérésben, amelyhez az alapokat az első tanévben a geometria, a trigonometria és a rajzoktatás nyújtotta, itt megismerik a mérőeszközök és műszerek különböző fajtáit, alaposan megtanulják a szintezést, huzagolást, a kompaszokkal a mágnesű deklinációját, ezután következik
5. annak oktatása, miként kell az érchegegekben a réseket és teléreket kutatni, a frissen felkutatott telepeken bányászatot indítani, azt megítélni, hogy érdemes és kifizetődő-e egy régen felhagyott bányát újból művelésre fogni.
6. Itt kell a praktikánsoknak megmagyarázni annak az alaptételeit, miként kell a bányászatot egy művelésben álló bányában folytatni, a bánya személyzetét beállítani, azt jó rendben és felügyelet alatt tartani, itt kell a szükségeseket ismertetni az aknákról, tárókról, vágatokról, nyílasmokról, a fedű- és fekűvágatokról, a feltörésekről és ereszkékről, az áttörésekről és légvágatokról, a talp-, főté- és keresztváza-fejtésekről, a tüzetkrásról, a löporral robbantásról, a különböző meddő kőzetekben és az ércben, a réselésről, a műszakmunkáról, az öl szerinti bérézésről, a meddőben és a nemes telérben, a fúrás előnyéről, a lyukasztásokról, a külszínen a vízhez és a szellőztetéshez szükséges létesítményekről.
7. Az érc- és meddőszállítás berendezéseiről és rendjéről sem szabad megfeledkezni, hogy miként kell a szállítást a tárókban és vágatokban csilléssel, az ereszkékben és aknáknál vitlával, lójárgányos és vízikerekes emelővel az üzem viszonyainak leggazdaságosabban elrendezni, amihez még a leggazdaságosabb külszíni szállítási csúsztatókkal és fuvarokkal is hozzátartozik.
8. Jól megérthetően kell előadni a bánya biztosítását, az ácsolást, az aknáknál és tárókban a biztosítást karózással és szekrényekkel és a bányagépek tereiben.
9. A harmadik osztályban a bányagéptanban, amihez az alapokat, a gépek egyes részeinek és azok működésének ismertetését a matematikai osztály nyújtotta, a bányagépek használatát kell tanítani, hogy mikor, miként és mely esetben kell azokat alkalmazni.
10. Az aerometriában a különböző levegőről, a légvezetésről és eszközeiről előadottak alkalmazását kell a harmadik osztályban előadni, különösen a rossz levegőnél, az elővigyázatára való tekintettel.
11. Jelentős tárgya az osztálynak az ércelőkészítés a külszínen, a válogatás, az osztályozás, a szemelés, a mérés, de főként
12. a zúzás művelete, a különböző zúzóművek és szélerek építése, működésük elve, és ami az aranykivonást illeti, a szerkék használata a zúzott érc és a folyók és patakok aranyos homokja fémtartalmának a meghatározására.

13. A praktikánsoknak különösen alapos fogalmak legyenek a bányaművekben szükséges személyzetéről, minden felsőbb vagy alsóbb tisztviselőről, nem kevésbé az egyszerű munkások elnevezéseiről és kötelességeiről, az itt betartandó rendről, a helyes bérézésről és az ebből előálló gazdaságos háztartásról, ugyancsak a bányászathoz szükséges anyagokról és felszerelésekről, hogyan lehet azok jó minőségét felismerni és azokról az illő időben gazdaságosan gondoskodni, a jól szervezett fuvarozásról és a közvetlenül együttműködő kézművesekről, mint kovácsokról, kötélgyártókról és bormunkásokról.
14. A bányászat mellett a fő tárgyat az erdősegek teszik, ezért a praktikánsoknak a kellő ismeretekkel kell bírniuk az erdő műveléséről és használatáról, minden fajfajtaról, amelyek a bányában szükségesek, mikor kell azokat vágni és előkészíteni, nem kevésbé arról, miként lehet a jó faszenet megismerni, és miként kell az erdőfelügyelőket, fávágókat, hántolókat, fuvarosokat és szénégetőket igazgatni.
15. Végül, hogy ne csak jó manipulánsokat, hanem ügyes előjárókat, bányamestereket és bányabírókat is neveljenek, a harmadik osztály professzora elegendő rendszeres gyakorlatban részesítse hallgatóit a bányászat kamerális ismereteiből és a bányászati jogokból, hogy hallgatói megismerjék miként kell minden fém és ásványt, mint a fejedelmi regále tárgyat tekinteni (kivéve azokat az országokat, melyekben különleges szerződések és egyezmények vannak), és főképpen milyen tárgyakra kell a bányajogban figyelemmel lenni, nevezetesen: 1. a bányászathoz tartozó személyekre, mint tisztviselőkre, bányatársakra és bányászokra; 2. a bányászathoz tartozó minden műre és építményre és az azokban előállított fémekre és ásványokra, és 3. a bányászban jól bevezetett bíráskodásra, amelynek során a bányarendtartás is, mint minden más jog három részre oszlik: személyi, dologi és eljárási részre.
16. Mivel ebben a tanévben a hallgatóknak az összes cs. kir. örökös országokban érvényben levő különböző bányarendtartásokat előadni nem lehetséges, csupán egy jól berendezett bányarendtartás rendszeres fogalmait és módszereit kell előadni, amellyel azonban a végcél érdekében az iskolának rendelkeznie kell az örökös országok mindegyikében érvényben levő bányarendtartások gyűjteményével, hogy azokat a professzor hallgatóinak külön órákban, főként télen előadhassa és kifejthesse, és hogy azokat a praktikánsok is (akik a főös órákban különös szorgalommal a bányajogokban kívánják magukat gyakorolni) a tantermükben olvashassák, amely bányarendtartások közül főként a Miksa császár-felől kell a hallgatóknak a harmadik tanév végi fővizsgán vizsgáznia. A bányajog ismerete minden bányatisztviselő számára különösen azért szükséges, hogy hivatali kerületében és az újonnan létesítendő bányaműveknél az érvényes bányajog a Fejedelemmel szemben se, a bányatársakkal és a földesurakkal szemben se maradjon figyelmen kívül és az esetenként kiszabott határokat ne lépje túl, de ellenkezőleg se a Fejedelem, se a bányatársak és a bányászok jogai ne szenvedjenek sérelmet, hogy ne legyen indító ok bosszantó eljárásokra, amelyek eddig a bányatársakat akadályozták és azok vállalkozói kedvét nagyon károsan befolyásolták.

#### Gyakorlati rész

Hogy az elméletet a ebben a harmadik osztályban is annak tulajdonsága szerint a gyakorlattal összekötve nyújtják a hallgatóknak, a tulajdonképpeni gyakorlati utasításhoz már csak az kell, hogy

1. a hallgatókat ama napokon, melyeken előadás nincs, professzor vagy a lehetőség szerint más jól képzett bányatisztviselő a különböző távoli bányaművekbe vezesse, hogy a külszín megtekintésével a hegyekről, azok helyzetéről bányász véleményét alkothassanak és erről rendes jelentést készítsenek.
2. A praktikánsok hetenként ne csak járják a különböző bányákat, de amint az iskolában az egyik anyag a másik után előadásra kerül, a bányában itt is arra irányítsák a figyelmüket, hogy ezáltal minden művelet gyakorlati kivételét megismerjék.
3. A hallgatóknak a bányamérő adjunktus vezetésével maguknak kell teljes bányaméréseket végezniük a külszínen és a bányában, pontos bányatérképeket, alap- és keresztmetszeteket készíteniük, lyukasztásokat, valamint munkahelyeket és teléreket a külszínen kitzúzniük, ilyeneket javasolniük, új telepben a teléreket kitzúzniük, omlásokat felkeresniük, kutató és bányamértékeket bányarendtartás-szerűen kimérniük, hasonlóképpen vízvezetékeket kitzúzniük, a víz esését kiszámítaniük, a tő-építésekkel és javításokkal megismerkedniük, az alap vizsgál-

latával, a gátak emelésével, a víztartalom kiszámításával és a be- és kifolyó víz mérésével foglalkozniok.

4. A praktikánsok arra utasítandók, hogy a választóházakat, ülepítőműveket, de főként a zúzó- és mosóműveket, kémlő-műhelyeket és olvasztókohókat szorgalmasan látogassák és emellett maguk is művelkedjenek, hogy semmi szükséges kézi fogás ne maradjon előtűk rejtve.
5. És mivel egy bányatisztnak mindezek mellett a különböző vízi létesítmények és kerékművek ismerete is szükséges, a hallgatóknak a különböző építményekről, zúzóművekről, réz- és vas-hámorokról, mindenféle vízvezetékéről, a vízemelő, tűz- és lég-gépekről, a lovas és rudazatos emelőművekről, ne csak jó modelleket és metszeteket adjanak másolásra és a megfigyelendő szabályok magyarázatára, de a professzor által kiadandó feladat megoldását — mint a felsorolt létesítmények és gépek valóságos kitűzése, felrajzolása és kiszámítása a megadott terepi körülmények mellett — gyakorolják.
6. Ezen gyakorlati utasításhoz még az is nagyon szükséges, hogy a praktikánsok, akik az eméleti részben a jó intézményről, háztartásról és az elszámolásokat vezetősről már előzetes fogalmat alkottak, gyakran forduljanak meg a könyvtárban, tekintsenek be a jó és világos elszámolásokba és a könyvvezetésbe, a könyvek minden rubrikájába, hogy miként kell azokból különböző számadásokat, a főkönyvekből megbízható kivonatokat és táblázatokat készíteni, amint az minden műveletnél szükséges, és ne hagyják figyelmen kívül a napi jelentéseket sem, miként kell ezek tételeit a rubrikákba, a főkönyvbe bevezetni és miként lehet abból a nyereségre és veszteségre következtetni és a valódi vagyoni helyzetet megállapítani.

### Megjegyzés

A három osztály eddig felsorolt tantárgyaiból bőségesen kiderül, milyen széles terjedelműek egy teljes értékű bányász és kohász képzéséhez szükséges tudományok, ezért a praktikánsok, ha a három felsorolt osztályt teljesen abszolválták is, mégsem tekinthetők és alkalmazhatók nyomban ügyes bányatisztviselőknak, mivel az ehhez elkerülhetetlenül szükséges művelési és üzemi tapasztalatokból még nagyon sok hiányozhat. A legmagasabb szolgálattal és a bányászati biztonságáért megköveteli, hogy

1. az ezen Bányászati Akadémiát abszolvált nemesi és más praktikánsok kezdetben csekélyebb hivatalokban, amint azok betöltésre kerülnek, vagy próbaképp nyomban az alsó-magyarországi bányavárosokban vagy ama országokban, amelyekből őket Selmecre küldték tanulni és ahol rájuk a befejezett triennium után szükség van, lesznek alkalmazva, később azonban érdemeik és képességeik szerint fokozatosan jobb beosztásba emelkednek, de eddig az állapotig praktikáns fizetésükkel már valóságos tisztviselők mellé nyerne beosztást, azok segítségére és azok általi instruálásra és pedig ama műveletnél, amelyhez befejezett tanulmányi idejük alatt a legtöbb hajlamot és képességet tanúsították, aminek a megfigyelésére a főkamagrófi hivatal különleges súlyt helyezzen, mivel a tulajdonképpeni cél: minden üzemi műveletre olyan ügyes és alkalmas embert nevelni, aki mindjárt kezdetben a saját képességeinek legmegfelelőbbben alkalmazható.
2. Ha az ilyen személy néhány évig valóságos szolgálatban állt és abban a jó viselkedése és ügyessége napvilágra került, akkor rá, mint teljesen megbízható, hasznos tisztviselőre szükség van és mint ilyen alkalmazható, sőt egyesek a különösen kiváló közül a legtöbb cs. kir. örökös országbeli bányához, a művek és műveletek sokrétűsége jobb megtanulására pár évre elküldhetők. Ilyen szemlélettel arra is figyelni kell, hogy
3. ama személyek, akikből különleges teljesítményükkel és képességükkel fogva egyszer jó és alkalmas előjáró válhat, és ehhez kitűnő reményt nyújtanak, külföldi bányákba is kiküldendők, ahol ezek a műveletek, a vezetés és a szervezet különbségéről, nem kevésbé a gyakran és részben itt még ismeretlen különleges előnyökről tapasztalatokat szereznek, amelyek itthon a bel-földi művek előbbre vitelére és a legmagasabb szolgálattal javára értékesíthetők.

Ezek valójában ama utak, amelyeken át az ember tévedhetetlenül megérheti magát, hogy a magas kincstár és a köz számára oly előnyös és üdvös bányászatként ügyes és tapasztalt személyeket nevel, akik nélkül az általánosan hasznos bányászat fel-emelkedése lehetetlen lenne, mivel a bányatársak vállalkozási kedve, amitől valójában a bányázat függ, csak a rendszeres, gazdaságos és előnyös műveléssel és üzemvezetéssel érhető el, amit egyedül ügyes és tapasztalt bányatisztviselők valósíthatnak meg és észlelhetnek.

Franz Anton Graf von Kollorant

Az uralkodói jóváhagyás az alapítói levélen így hangzik: „Ezt a javasolt tervet jóváhagyom és a bizottság elnökének munkáját kifejezem külön megelégedésemel. Azonban az erdészeti kultúra oktatására is gondos figyelemmel kell lenni, mivel ez a kultúra a bányászat számára elengedhetetlenül szükséges.

Maria Theresia”

Eddig az alapítólevél. A harmadik tanszék élére Mária Terézia 1770. szeptember 4-én *Christoph Traugott Delius* (1728—1779) bánati főbányamestert állítja. Így válik teljessé a kezdetekben 1763-tól fennálló, 1764-től működő és az uralkodói elhatározás szerint 1770-ben alapított selmeci Bányászati Akadémia. Ez az évtized és a következők különben a Bányászati Akadémiák alapításának az évtizedei: Freiberg 1765; Selmec, Berlin 1770; Szt. Pétervár 1773; Clausthal 1775; Madrid (Almadén) 1777; Párizs 1783 és Mexikó 1792 a sorrend.

Új jelenség volt az első, idegen természettudós professzorok közt a bányász *Delius*. 1761-ben — amikor még vicebányamester és bányamérő Oravicán —, minősítésében az áll, hogy a bányászati és a kémiai tudományokban nagyon olvasott és jártas, képzettsége, ügyessége nagy reményekre jogosít. Rövid két éves tanársága alatt olyan bányaművelést írt, amely német és francia nyelven majdnem 80 évig az egész világon tisztelt tankönyv. Páratlan teljesítmény, mintha egy lélegzetre írta volna, olvasva ma is frissnek hat. Kevésbé ismeretes, hogy az erdélyi értelemekben éles szemével ő ismert fel és írta le először a másodlagos dúsulást a cementációs övben. Őt a tanszéken *Peithner* (1727—1792) követi.

E két férfinak az emléket idézzük fel tisztelettel a 200 éves jubileumon; az Akadémia létesítésére javaslatot tevőnek és a bányászati tanszék első professzorának az emléket. A múlt ködéből úgy tűnik, hogy természetük ellentétes; *Delius* a nyugtalan, indulatos, az igazságáért nem szűnően harcoló forradalmár, a gyenge testalkatú, legszívesebben a levéltárban, könyvtárban búvárkodó inkább jogtudós *Peithner* pedig a higgadt, aulikus természet. A fiatal *Born Ignác* azonban *Peithner*t tartja Prága legjelentősebb tudományos tekintélyének. *Peithner* 1400 kötetes könyvtára, melyet az udvari kamara 1000 aranyért vásárolt meg az Akadémia számára és melynek saját kézírású jegyzékét a selmeci bányászati levéltár őrzi, egy rendkívüli műveltségű emberről tanúskodik. Ő is rövid időt tölt a tanszéken, mint az első természettudós professzorok általában. Nincs meg az állandóság a tanszékek vezetésében, mert a császárváros elszívó ereje a kiemelkedő tehetségekre nagy. *Podát* még egy másik paptanár, *Karl Thierenberger* követi. De az alapítás után egy évtizeddel már az Akadémia saját nevelésű professzorai állnak a tanszékek élén, ami felemelkedéssel jár. Ekkorra érik be az Akadémia saját terméke, amit *Peithner* a javaslatában szükségesnek tartott.

### Az alapítást követő évtizedek

A mai bányamérnöki és kohómérnöki karok tanszékei mind e három őstanszék valamelyikéből erednek, az alap- és a szak-tudományoknak a fejlődéssel járó differenciálódása eredményeként.

A selmeci Bányászati Akadémia a korabeli műszaki tudományok legtöbbjét oktatta és bölcsője volt hazánkban nemcsak a bányászati-kohászati, a kémiai és a geológiai tudományoknak, hanem a geodéziai és az erdészeti tudományoknak is. Első évtizedeinek színvonalára jellemző, hogy *Born Ignác* kezdeményezésére 1786-ban mellette alakult meg az első nemzetközi bányászati társaság — „Societät der Bergbaukunde” — 15 országból 154 taggal, köztük a tudomány és a technika olyan óriásaival, mint *Lavoisier*, *Watt* és *Goethe*, és hogy az Akadémia egyéni, öntevékeny laboratóriumi oktatási módszere, a Mézières-i tűzériskola oktatási módszerével együtt, 1794-ben mintául szolgált a párisi École Polytechnique alapításához, amely iskola viszont példaképe lett a 19. század elején alapított műszaki főiskoláknak. Ez az igazi egyetemi szellem súlypontja ma is; a szemináriumi-laboratóriumi munka, a természetnél fogva kis hallgatói létszámú karoknak kezdettől máig fő erőssége. Ezért volt iskolánk nemcsak külsőleg minősítő, hanem a személyiséget belsőleg is formáló iskola.

A selmeci Bányászati Akadémia 1808-ban kiegészül egy erdészeti intézettel és mint Bányászati és Erdészeti Akadémia működik tovább. Fennállása első 100 esztendeje alatt birodalmi intézmény, német nyelvű iskola, az egész *Habsburg*-birodalomnak 1849-ig egyetlen, de 1849 után is, a két fiatalabb testvér-

iskola, a leobeni és a püribami bányászati tanintézetek mellett továbbra is első bányászati akadémiaja, egy nagy birodalomé, mely legnagyobb kiterjedése idején a Pótól a Visztuláig, a Bodentótól Bukovináig és Szászországtól a Székelyföldre terjed, területén három hatalmas, bányászati kincsekben gazdag hegység-szerrel, a Kárpátokkal, az Alpokkal és a Cseh-Szász Érc-hegységgel.

Az iskola a kiegyezés után magyar iskolává lesz, hatósugara ekkor az 1918 előtti Magyarország területére szűkül. Az első világháború végén pedig, amikor a soknemzetiségű Habsburg-birodalom szétesik és területén nemzeti államok alakulnak, a fiatal magyar köztársaság kormánya az iskolát Selmecről hazarendeli és Sopronban telepíti le. Hatósugara ekkor tovább, a mai Magyarország területére rövidül. Sopronban 1934-től, mint az akkor szervezett József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem bányá-, kohó- és erdőmérnöki kara működik tovább.

A II. világháború ismét változást jelent az intézmény életében. A Dunántúlon még folyik a felszabadító háború, amikor a már felszabadult Nagy-Miskolc bejelenti igényét a soproni iskolára. 1949-ben a bányászat-kohászat és az erdészeti útjai elválnak és az iskola bányász-kohász fele beolvad az akkor alapított új, miskolci Nehézipari Műszaki Egyetembe.

A kétszeres székhelyváltás megrázkódtatásokkal jár, hiszen egy intézményt számtalan fizikai és lelki hajszálgyökér köt a környezetéhez. Hogy az iskola a megrázkódtatásokat viszonylag gyorsan kiheverte, az az életerejét mutatja. A hatósugár kétszeres szűkülése sem jelent az iskola életében törést; az általános fejlődés és ezzel kölcsönhatásban a bányászat és kohászat fejlődése ezt szinte ki is zárja.

Befejezésül jellemezze pár kerek szám az iskola népességét. A selmeci Bányászati Akadémiára fennállása első, „német” évszázadában 4460 növendék iratkozott be bányásznak, ezek 52%-a volt magyarországi, 48%-a külföldi. A „magyar” évszázad alatt pedig 6740 hallgató iratkozott be bányásznak és kohásznak, ebből 3000 fő a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem alapítása előtt, 3740 utána. Ez összesen 11 200 növendék.

A milléneum előtti 25 tanévből van kimutatás arról, hogy az akadémiaira beiratkozott hallgatók közül 62% maradt a megkezdett pályán. Ha ezt az adatot vesszük alapul az akadémia egész életére, akkor az *alma mater* 200 éve alatt kerekben 7000 bányá- és kohótisztet — 1894 óta bányá- és kohómérnököt — nevelt a bányászat és kohászat számára.

Oklevelet 1876 óta az akadémia, korábban a végzett hallgatók abszolutóriummal távoztak az akadémiáról. 1876 óta az iskola 4250 bányász és kohász — illetve bányamérnöki és

kohómérnöki — oklevelet adott ki, ezek 35%-át 1949-ig, 65%-át 1949 óta.

És még egy adat a hallgatókra vonatkozók után. Az iskola 200 éve alatt a bányász és kohász növendékeket összesen 108 professzor oktatta, nevelte; ök hordozták — és utódaik ma is hordozzák — az akadémiai gondolatot: nevelni, tanítani, buzdítni, lelkesíteni — a falakon túl is.

## A FORRÁSMUNKÁKRÓL

A selmeci Bergwesens Academie (Bányászati Akadémia) alapító levelét *Franz Anton Schmidt* közölte a „Chronologisch-systematische Sammlung der Bergesetze der österreichischen Monarchie, Wien 1836, Zweite Abtheilung 13.” kötete 153—180. oldalain. — Az első centenárium közeledtével az akadémia hallgatói részéről felmerült kérdés, hogy mikor esedékes a jubileum, *Georg Walach* adott feleletet az osztrák mérnökegyet bányászati szakosztályának 1863. január 7-i ülésén, amit „Historische Notizen über die Begründung des bergacademischen Unterrichts in Österreich” címmel az Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1863. évfolyama a 17—19 és 25—28 oldalain közöl. — Az „akadémia létezésének századik évfordulója alkalmából” 1870. augusztus 1—2-án Selmecben rendezett ünnepséget pedig *Pauer János* írja le „A selmeci-bányai magyar királyi Bányászati és Erdészeti Akadémia története alapításától, vagyis 1770-től kezdve az 1895/96. tanév végéig, a honfoglalás ezredik évfordulójának emlékére (1896)” c. műve 207—214 oldalain.

Szlovákiában, ahol az érdeklődés az akadémia múltja iránt sokkal melegebb, mint nálunk, a Bányászati Akadémia egykori székhelyén, Selmecbányán — ma Banská Štiavnica — 1964. augusztus 24—28-a között emlékezetes bányaműszaki tudományos konferenciával ünnepelték meg az akadémia alapításának 200. évfordulóját, amiről a Bányászati Lapok 1964. évfolyama 855—895. oldalain *Faller Jenő* számolt be. Számos kutató ez alkalomra írt tanulmányát a Szlovák Tudományos Akadémia által kiadott „Z dejin vied a techniky na Slovensku” című könyvsorozat 1964. évi III. és 1966. évi IV. kötetei tartalmazzák. Ezek a gazdag levéltári anyagra támaszkodó értékes tanulmányok nélkülözhetetlen forrásai az akadémia és egyúttal a korabeli bányászat és kohászat történetének. A Bányászati Akadémia harmadik tanszéke alapításának 200. évfordulója alkalmából pedig 1970. szeptember 9—11. között rendeztek nemzetközi szimpóziumot Selmecbányán.

## EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége *Gyulay Zoltán* elnökletével 1970. november 13-án 15 órakor az egyesület helyiségében elnökségi ülést tartott.

*Moharos Jenő* főtitkárhelyettes részletesen ismertette a párt-határozat végrehajtásával kapcsolatos tapasztalatokat és további feladatokat, melyeket a legutóbbi választmányi gyűlés határozatának megfelelően egyesületünk különösképpen magáévá tett, s melyek megvalósítását egyben szorgalmazza is. A jelenlevő *Valkó Lajos*, az MTESZ főtitkára, szerint az egyesület e vonatkozásban is tiszteletre méltó munkásságát az eddiginél differenciáltabban is vizsgálni kellene, hogy az még pozitívabban legyen értékelhető.

Az elnökségi ülés bizottságot küldött ki *Zsigmond Vilmos* születése 150. évfordulója (1971. május 14.) méltó megünneplésének megrendezésére.

A Bányászati Szakosztály javaslatot tett három újabb egyesületi emlékérem (*Szentkirályi Zsigmond-, Debreczeny Márton- és Delius Traugott Kristóf-emlékérem*) alapítására.

*Szabó László* beszámolt a magyar bányászat 25 éves fejlődését bemutató, s 1971-ben kiadandó képes album szerkesztéséről;

a képanyagot összeállító, s az anyagi előfeltételeket biztosító bizottság megalakítása a következő feladat.

*Klemencics István* a Bányamérő Munkabizottság tevékenységét vizsgálta a nemzetközi együttműködés létrehozásában.

Végül *dr. Ember Kálmán* tiszteleti tag keresetlen szavak kíséretében adta át az elnökség ajándékát a 70. életévét betöltött *dr. Gyulay Zoltán* elnöknek.

B. B.

### Előadó ülés

Szakosztályunk rendezésében 1970. november 5-én 10 órai kezdettel a Dipl. Ing. STOJAN cég szervezésében a J. S. SIEGER cég szakemberei: *Roland Cunnell* igazgató és *Gerald Moore* mérnök

„Gázkoncentráció-mérő, -jelző és -riasztó berendezések”

címmel Egyesületünkben előadást tartottak.

A nagy érdeklődéssel kísért előadást — melyet mintegy 70 érdekelt szakember hallgatott meg —, bemutató és vita követte.

H. Z.

# A szeged—algyői kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése\*

ZAKÓ VILMOS

A tanulmány részletesen elemzi a szeged—algyői kőolaj- és földgázipari létesítmények beruházásában egymásnak ellentmondó népgazdasági és vállalati jövedelmezőséget.

A világgiazi értékelés alapján megállapítható, hogy a mai szabályozó rendszer alapján számított gazdaságosság nem fejezi ki a fejlesztés népgazdasági előnyeit. A beruházási program gazdasági értékelése szerint az 1977—1986-ig terjedő időszakban évente mintegy 2,2—1,5 milliárd forint népgazdasági megtakarítás érhető el. Ugyanezen időszakban a termelés világgiazi áron mért gazdaságossága átlagosan 41,— Ft/\$-os értéket mutat.

A cikk rámutat a beruházás nagyfokú hatékonyságára, gyors megtérülésére, de ugyanakkor feltárja az ellentmondó népgazdasági és vállalati (tröszt) érdekeltégi hatékonysági problémákat. (Ar, adó, nyereség, fejlesztési alap, termelékenység stb.) A szerző az érintett problémák egyikénél javaslatokat is tesz az ellentmondások feloldására és a hatékonyabb szabályozó eszközök alkalmazására.

## Bevezetés

A szeged—algyői kőolaj- és földgázipari létesítmények a magyar olajbányászat eddigi legnagyobb beruházása. A kutatási eredmények alapján 1968. október 1-ével készült el az 1969 júliusában jóváhagyott beruházás termelési alapadatait tartalmazó generál művelési terv, amely megvizsgálta az egyes telepeknél számításba vehető művelési és termelési előrejelzésre alkalmas számítási módszereket, majd kiválasztotta a telepenkénti leggazdaságosabb művelési rendszert.

A vizsgált variánsokra vonatkozó számítások azt az eredményt adták, hogy a természetes rétegenergiák hasznosítása esetén csak 20% körüli, vízelárasztásos művelés esetén viszont 35—40%-os kihozatal érhető el. A vízzel történő olajkiszorításnak a nagyobb olajkihozatalon felül az is a számottevő előnye, hogy biztosítja a legtöbb termelő kút felszálló termelését a teljes művelési folyamat alatt, mivel a rétegyomás alig csökken.

A művelési folyamat 2000-ig tart, az olajtermelés 1970-től 1980-ig évi 1 millió t, ezután egyre csökkenő mennyiségű, s az utolsó 6 évben már évi 100 000 t alatt lesz a termelés. Az olajtermelés napi maximuma 3000 t, a víztermelés 6000 m<sup>3</sup>, a vízbesajtolás 13 000 m<sup>3</sup>.

A beruházásokkal párhuzamosan folyik a termelőtevékenység is. A szénhidrogén-bányászat egyik gazdasági sajátossága, hogy a termelés kezdeti időszakában a fajlagos eredmények a legmagasabbak, és ez az általános elv a szegedi szénhidrogéntelepekre is

fokozottan érvényesül. Ugyanis, míg a jóváhagyott beruházások üzembe nem lépnek, addig egyszerű, a lehetőség szerint olcsó portábilis létesítmények látják el a termelési feladatokat. Ezeknek értéke, üzemköltége alacsonyabb a végleges létesítmények beruházási értékénél. Ezen párhuzamos termelési és beruházási tevékenység gazdasági előnye abban van, hogy a teljes beruházási költségigényre mérséklőleg hat.

## 1. A beruházási javaslat tartalma, fő összefüggései

A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények beruházási javaslatát a GB 10 105/1970. sz. határozata hagyta jóvá.

A beruházás teljes költség-előirányzata 6464,5 millió Ft, melyből a tartósan lekötött forgóeszközök 280 millió Ft-ot tesznek ki.

Pénzügyi forrásait tekintve, a fejlesztési költség megoszlása a következő:

saját fejlesztési alap	21,3%,
állami kölcsön	38,1%,
költségvetési juttatás	40,6%.

A szegedi beruházások által biztosított termékmennyiségek évenként:

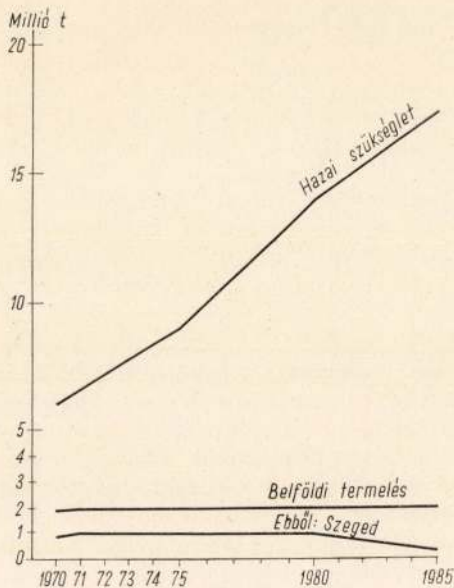
kőolaj	1,0 millió t/év,
földgáz	2,0 milliárd m <sup>3</sup> /év,
pb-keverék	164,0 et/év,
izopentán	36,0 et/év,
gazolin	214,0 et/év.

A termelés teljes felfutásakor a belföldi kőolaj-szükségletnek 15%-át, (1. ábra) a földgázszükségletnek 44%-át (2. ábra), a pb-szükségletnek 63%-át, az izopentánszükségletnek 20%-át, a gazolinszükségletnek 89%-át biztosítja a szegedi terület.

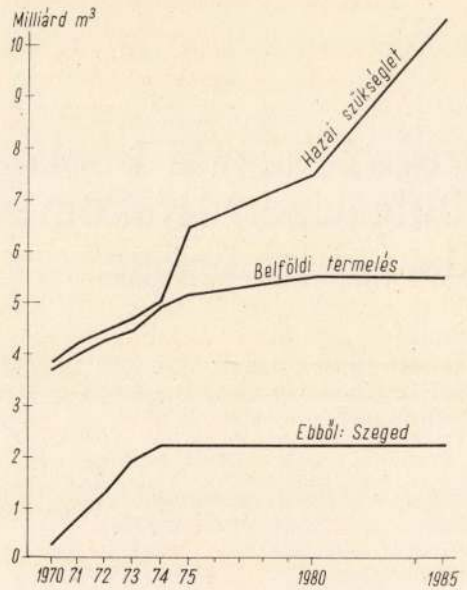
A beruházás több program keretében valósul meg. A programokra való bontás azért vált szükségessé, mert a termelésnek és a beruházásnak párhuzamosan kellett és kell folynia, ez pedig a feltárással, valamint a népgazdasági szükségletekkel összhangban a beruházási program készítésében, illetve a beruházások kivitelezésében meghatározza az időbeli rangsort.

Az „A” program — mely a teljes fejlesztési költségnek mintegy 10%-a (626 millió Ft) —, a nem közvetlen bányászati tevékenység részeit, tehát a kiszolgáló üzemek létesítését tartalmazza, az ÁFOR-középtelep, valamint a felvonulási telep és a baraktábor építésével együtt.

\* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya Ipargazdasági Szakcsoportja által „A szegedi kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése” c., 1970. szeptember 24—25-én Szegeden tartott konferencián elhangzott előadás. (A szerk.)



1. ábra  
A kőolajszükséglet alakulása



2. ábra  
A földgázszükséglet alakulása

A „B” programra a teljes fejlesztési költség csaknem 20%-a (1205 millió Ft) jut. Ez tartalmazza a kőolaj- és kísérőgáz-termelés és -gyűjtés I. ütemét.

A „C<sub>1</sub>” program létesítményei a fejlesztési költség 5%-át (340 millió Ft-ot) teszik ki és három nagy részre tagozódnak:

- a kőolaj-előkészítő üzemre,
- a vízbesajtoló rendszerre és az
- alapközmű-jellegű beruházásokra.

A „C<sub>2</sub>” program a kőolajkísérő gáz előkészítését, komprimálását és pb-leválasztó üzemét, a teljes fejlesztési költség 4%-át (285 millió Ft-ot) kitevő költség-előirányzattal tartalmazza.

A „D” program — a teljes fejlesztési költség-előirányzatnak 4%-a (273 millió Ft) — a mező szabad gázának termelő és előkészítő létesítményeit tartalmazza, gázgyűjtő és gerincvezeték-rendszerrel, gázgyűjtő állomásokkal együtt.

Az „E” jelű program a tulajdonképpeni gázüzem (propán, bután, i-pentán, stabil gazolin és maradékolaj leválasztásának I. üteme) kivitelezésének első szakaszát tartalmazza. A program jóváhagyott összege (850 millió Ft) a teljes fejlesztési költség 13%-át teszi ki.

Az „F” program tartalmazza a szegedi és algyői, összesen 1000 lakás, szegedi iroda és munkásszállás létesítését.

Az ún. kétbetűs („BB”, „CC<sub>1</sub>”, „CC<sub>2</sub>”, „DD”, „EE”) programok az egy betűvel jelölt programok II. ütemét jelentik. Az eredeti 3,2, illetve 4,6 milliárd Ft, valamint a végleges 6,5 milliárd Ft fejlesztési költség közötti növekedés döntően ezen programok beütemezése következtében állott elő.

A kapcsolódó beruházások a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények tervszerű működését segítik elő, illetve biztosítják. A kapcsolódó beruházások egy része a kőolaj- és gáziparon belül valósul meg, másik része azonban a kőolaj- és gáziparon kívül.

A kőolaj- és gáziparon belüli kapcsolódó beruházások értéke 970 millió Ft és fő létesítményei

- a szeged—százhalombattai kőolajvezeték,
- az algyő—kecskemét—budapesti földgáz-távvezeték,
- továbbá
- a pb-palacktöltő.

E beruházások forrása az „Országos földgázvezeték-rendszer bővítése” és az „Országos kőolaj- és termékvezeték-rendszer bővítése” elnevezésű célcsoportok, valamint az OKGT saját fejlesztési alapja.

A kőolaj- és gáziparon kívüli kapcsolódó beruházások fejlesztési költsége 150 millió Ft, melynek 80%-a a kőolajnak, illetve a pb-gáznak a felhasználó helyre történő szállítását hivatott szolgálni (algyői vasútállomás bővítése, pb-tartálykocsik beszerzése, KPM-beruházás), 20%-a pedig árvízvédelmi célokat szolgál (a Tisza-jobbparti védővonal-rendszer megerősítése, OVH-beruházás.)

## 2. A beruházási javaslat gazdasági értékelése

A gazdasági értékelést néhány fajlagos mutató idősoros számértékével jellemezhetjük (1. táblázat).

1. táblázat

Idő	Bruttó árbevétel figyelembe véve (MFt/MFt)	Nettó árbevétel figyelembe véve (MFt/MFt)
1970	2,89	3,36
1971	2,51	3,10
1972	2,56	3,28
1973	2,76	3,59
1974	2,80	3,65
1975	2,87	3,61
1980	2,75	3,39
1985	3,58	4,57



### a) A beruházás színvonalának mutatói

Az egységnyi bruttó és nettó árbevételre jutó fejlesztési költségcsorok az egységnyi bruttó és nettó árbevétel létrehozásának eszköz- (kapacitás-) igényét mutatják be a kiválasztott időszakokban.

A IV. ötéves terv évenként növekvő irányú viszony-számsora úgy áll elő, hogy az évenként növekvő beruházási tevékenység ezen időszakban meghaladja a termelés, illetve az árbevétel növekedését. Az 1985. évi mutatók értéke döntően a tároló kimerülése miatti csökkent kőolaj-értékesítési volumen következtében áll elő. A bruttó és nettó árbevétel alapján kiszámított mutatók közötti eltérés a termelési adó, a két mutató közötti ütemkülönbség és az értékesítendő termékek (kőolaj, földgáz) arányváltozásának következménye.

### b) A termelés színvonalának mutatói

Amint arra már sajátosságként korábban utaltunk, a beruházás és termelés egyidőben folyik. A közvetlen termelési célt szolgáló (elsősorban olajtermelő, -gyűjtő és -előkészítő, illetve gáztermelő, -gyűjtő és előkészítő) beruházások a termelés felfutásának időszakában megvalósulnak, a gázfeldolgozás üzemi létesítményei azonban döntően ezt követőleg. Ezen időszakban az árbevétel már nem nő olyan mértékben, mint a beruházások s az ezzel járó üzemköltségek. Ez az ütemkülönbség okozza a IV. ötéves terv időszakában az egyenletes költségszintromlást. Az 1985. évi bruttó árbevétel alapján számított 0,81-es, illetve nettó árbevétel alapján számított 1,03-as költségszint viszont az olajtermelés (olajárbevétel) 1/4-ére való csökkenése következtében alakul ki (2. táblázat). Az olajtermelés

2. táblázat

Idő	Bruttó árbevétel figyelembe véve (MFt/MFt)	Nettó árbevétel figyelembe véve (MFt/MFt)
1970	0,66	0,77
1971	0,61	0,75
1972	0,64	0,81
1973	0,69	0,88
1974	0,74	0,95
1975	0,73	0,91
1980	0,73	0,89
1985	0,81	1,03

csökkenése, illetve a földgáztermelés szinten maradása költségarány-eltolódást eredményez a mintegy 50%-os termelési adót tartalmazó földgáz felé. Így 1985-ben a nettó árbevétel nem fedezi a termelési költségeket. Ebből egyértelmű következtetést lehet levonni, miután nem lehet vitás az importmegtakarítást eredményező ezen időszakbeli termelés népgazdasági szintű gazdaságossága: a népgazdasági és a vállalati (tröszt) érdek nincs összhangban.

Az érdekellentét feloldására egy lehetőséget megemlítünk; felül kellene vizsgálni a kőolaj és földgáz, valamint a termékek belföldi árrendszerét, különös tekintettel a termelési adóra, az egyéb állóeszközök eszközleértékesítési járulékkára és amortizációjára.

A termelési adó a természeti adottságokból eredő többleteredmény járadékjellegű elvonását célozza. Minthogy a leművelés során a készletek csökkenés-

vel ez az adottság egyre romlik, ezért a lineáris termelési adó helyett célszerűbb lenne egy, a leművelés ütemét figyelembe vevő elvonási rendszer alkalmazása.

Az eszközleértékesítési járulék célja: ösztönözni az álló- és forgóeszközökkel való takarékos gazdálkodásra. Ennek ösztönző hatása mindaddig helyes is, amíg az alapberuházás meg nem valósul (a termelés és a kiszolgáló létesítmények optimális eszközállományának meghatározása és kivitelezése), illetve a mező technológiai korlátok mellett évenként maximális termékmennyiséget képes biztosítani. Attól az időtől kezdve azonban, amikor bármely termék termelése a készletek csökkenése, a rétegyparaméterek változása következtében visszaesik, és a termelés szinten tartó (ún. másodlagos stb. termelési módot szolgáló) beruházások válnak szükségessé, a termékek önköltségében a linearitás következtében indokolatlanul megnő az eszközleértékesítési járulék részaránya.

Ezt szemlélteti a 3. táblázat, amely a termelési költségek program szerinti százalékos megoszlását tartalmazza.

3. táblázat

Megnevezés	1970	1975	1980	1985
Anyagköltség	6,6	10,0	9,4	8,1
Béreköltség + közteher	9,5	5,0	4,9	6,0
Egyéb üzemköltség	4,6	3,9	4,0	3,2
Távolsági szállítási költség	25,7	22,6	20,4	19,7
Kutatási költség	15,4	14,2	12,7	10,5
Amortizáció:				
kutak után	2,2	2,0	1,8	1,5
egyéb állóeszközök után	19,2	23,0	25,3	28,0
Eszközleértékesítési jár.:				
kutak után	3,1	2,9	2,6	2,1
egyéb állóeszközök után	13,7	16,4	18,9	20,9
Termelési költség összesen	100,0	100,0	100,0	100,0

Az egyéb állóeszközök után fizetendő költségek 1970-ben az összes költségeknek 32,9, 1975-ben 39,4, 1980-ban 44,2, 1985-ben 48,9%-át teszik ki. Ha a költségszerkezet, valamint a költségszint alakulását összevetjük, megállapíthatjuk, hogy a költségszint romlására döntően az állóeszközökkel kapcsolatos járulékos (fix) költségek arányának növekedése hat.

A fix költségek 1970-ben 52,1%; 1975-ben 60,0%; 1980-ban 63,8%; 1985-ben pedig 67,4% az összes költségen belül.

A nyereségfedezeti számítás elvei szerint az a kedvező a vállalat szempontjából, ha a fedezet — amely a fix költség és nyereség összege —, növekvő tendenciájú.

A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények vonatkozásában 1980-ban érjük el a maximális fedezetet: amikor maximális a nyereségünk. Ettől az időtől kezdve — a nyereségcsökkenés miatt — csökken a fedezet is. 1982-ben elérjük a fedezeti pontot, mely mutatja, hogy termelésünk veszteségesé válik.

A felszíni beruházások által megvalósult létesítmények mindenkor adott készletek leművelésére hivatottak. Ezen állóeszközöknek a leművelés ideje alatt amortizáció formájában meg kell térülniük. Nem közömbös azonban a vállalati érdekesség szempontjából a megtérülés üteme, azaz az amortizációs költségeknek az összköltségben elfoglalt részaránya.

A klasszikus leírási (degresszív, lineáris és progresszív) módok közül egymagában egyik sem megfelelő a kitermelő iparágakban, ezért ennek olyan kombinált formáját kell kialakítani, amely a sajátosságoknak leginkább megfelel. Ezt a kombinált formát eredményezi — igazodva a szénhidrogén-bányászat sajátosságaihoz — a termelésarányos leírási mód, melyben a termelés felfutásának időszakában progresszíven, a maximális termelés időszakában lineárisan, a hanyatló termelés időszakában viszont degresszíven valósul meg a leírás.

#### c) A termelékenységi mutatók alakulása

Mind a bruttó, mind a nettó árbevétel figyelembevételével megállapított értékek a termelés felfutásának időszakában egyenletesen növekednek, az árbevétel tehát a létszámnál gyorsabban emelkedik. Az 1985. évi mutatók csökkent értéke az olajértékesítésből eredő — változtalan átlagos állományi létszám melletti — árbevétel csökkenése következtében jelentkezik (4. táblázat).

4. táblázat

Idő	Az egy főre jutó árbevétel	
	bruttó árbevétel figyelembe véve eFt/fő	nettó árbevétel figyelembe véve eFt/fő
1970	501	430
1971	714	580
1972	769	601
1973	852	655
1974	898	690
1975	981	781
1980	1108	899
1985	851	666

A termelékenységszökkenés a kimerülés időszakában törvényszerű is a szénhidrogén-bányászatban. Ezen időszakban a termelés visszaesésének mérsékelését szolgáló, ún. másodlagos stb. termelési módok alkalmazása továbbra is igényli a szinten tartott átlagos állományi létszámot.

#### d) A jövedelmezőség és a felhalmozás mutatói (MFt/MFt)

Az egységnyi fejlesztési költségre jutó realizált vállalati tiszta jövedelem a beruházás népgazdasági jövedelmezőségét mutatja, vállalati jövedelmezőségét pe-

5. táblázat

Idő	Az egységnyi fejlesztési költségre jutó			
	realizált vállalati tiszta jövedelem	vállalati eredmény	vállalati eredményből képezett fejlesztési alap	összes fejlesztési alap
1970	0,17	0,07	0,02	0,05
1971	0,22	0,08	0,03	0,06
1972	0,20	0,05	0,02	0,05
1973	0,18	0,03	0,01	0,04
1974	0,16	0,01	0,01	0,04
1975	0,16	0,02	0,01	0,04
1980	0,17	0,03	0,01	0,05
1985	0,11	-0,01	—	0,04

dig az egységnyi fejlesztési költségre jutó vállalati eredmény (5. táblázat). A két mutató azonos időszakbeli egybevetése a népgazdasági és vállalati érdek között fennálló ellentétekre hívja fel a figyelmet (pl. az 1985. évben a mező népgazdasági jövedelmezőségi mutatója 0,11, a vállalati jövedelmezőségi mutatója -0,01).

A jelenleg érvényes szénhidrogénárak mellett számított vállalati eszközarányos nyereség a kívánatos 7—12%-os érték alatt van. A kívánatos érték elérése célszerű lenne annak érdekében, hogy az iparág az igen eszközigenyes fejlesztéseit minél nagyobb mértékben saját erőből tudja megvalósítani.

Az egységnyi fejlesztési költségre jutó vállalati eredményből képezett fejlesztési alap mutatója dinamikájában követi a vállalati jövedelmezőségi mutató alakulását. A vállalati teljes fejlesztési alap 1972-től kezdődően zömében az amortizációból képződik.

### 3. A beruházás népgazdasági hatékonyságának vizsgálata a „D” mutató segítségével

A „D” mutató azt fejezi ki, hogy — a minimális évi hozamnak tekintett 12%-os kamat alkalmazásával — a beruházás ráfordításai az egységesen megválasztott időhorizonton (15 éven) belül hányszor térülnek meg a képződő társadalmi tiszta jövedelemből. Vagy másként megfogalmazva: a fejlesztési költség egységére mekkora tiszta jövedelem jut az egységesen megválasztott időhorizontban, diszkontált értékek mellett.

A tiszta jövedelem az értékesítési árbevétel és a reálköltség különbsége. Az árbevételnél — mivel a szénhidrogének importhelyettesítő termékek —, világgazdasági egységáras értékelést kell végezni.

A beruházási programra vonatkozó „D” mutató értékelést vállalatunknál elvégeztük a rendeletben foglaltak szerint, világgazdasági árak figyelembevételével.

A mutató értéke 3,57 Ft/Ft, a megtérülési idő 4,2 év

Számításainkban a kőolajnál 990 Ft/t, a földgáznál 840 Ft/em<sup>3</sup>, a pb-nél 1500 Ft/t, a gázolinnál 1200 Ft/t, az izopentánál 4200 Ft/t világgazdasági árat vettünk figyelembe.

### 4. Az SZKFL beruházásgazdasági vizsgálata az elmúlt időszak adatai alapján

A témakör terjedelmessége következtében nincs lehetőségünk arra, hogy teljeskörűen elvégezzük az algyői mező elmúlt időszakra vonatkozó gazdasági értékelését. Így csak a főbb mutatók alakulását és lehetőség szerinti összehasonlító vizsgálatát mutatjuk be.

#### a) Az elmúlt időszak gazdasági értékelő mutatóinak alakulása

1969. december 31-ig a teljes fejlesztési előirányzat 19,7%-át használtuk fel. Ebből az aktivált és a vállalat állományába tartozó állóeszközérték 484 millió Ft-ot, a tartósan lekötött forgóeszközök értéke pedig 33 millió Ft-ot tett ki.

Az elmúlt időszakban már megvalósított fejlesztés gazdasági értékelését a 6. táblázat mutatóival adjuk meg.

6. táblázat

Időszak	F/Ab Ft/Ft	F/An Ft/Ft	K/Ab Ft/Ft	K/An Ft/Ft	N/F Ft/Ft	J/F Ft/Ft	Ab/L eFt/fő	An/L eFt/fő
1966	0,30	0,50	0,45	0,77	0,46	1,91	1327	779
1967	1,40	2,32	0,42	0,70	0,13	0,43	659	398
1968	1,62	1,79	0,46	0,51	0,27	0,36	600	542
1969	2,79	3,10	0,54	0,60	0,13	0,19	444	399

F/Ab az egységnyi bruttó árbevételre jutó fejlesztési költség;  
 F/An az egységnyi nettó árbevételre jutó fejlesztési költség;  
 K/Ab a bruttó árbevétel alapján számított költségszint;  
 K/An a nettó árbevétel alapján számított költségszint;  
 N/F az egységnyi fejlesztési költségre jutó vállalati eredmény;  
 J/F az egységnyi fejlesztési költségre jutó, vállalatnál realizált tiszta jövedelem;  
 Ab/L az egy főre jutó bruttó árbevétel;  
 An/L az egy főre jutó nettó árbevétel.

Az 1966. évi mutatók kiugróan jobbak az elmúlt időszak többi mutatóinál. Ez érthető is, hiszen alacsony beruházással és létszámmal már jelentős kőolaj-termelés folyt a mezőben. Az értékesítési teljes önköltség 88%-át a termeléssel és értékesítéssel arányos költségek tették ki.

A mutatók kimunkálásához szükséges tényadatokat, egyben a mező fő gazdasági adatainak dinamikáját a 7. táblázat szemlélteti.

7. táblázat

Megnevezés	1966		1967	1968	1969
	Érték, %		Az előző év %-ában		
Fejlesztési költség	17,7	100	1473	151	153
Bruttó árbevétel	59,7	100	332	210	110
Termelési (+ forg.) adó	24,7*	100	317*	51	122
Nettó árbevétel	35,0	100	342	314	108
Értékesítési telj. önköltség	26,9	100	314	230	127
Értékesítési eredmény	8,1	100	447	509	89
Vállalatnál realizált tiszta jöv.	33,8	100	355	201	100
Átl. állományi létszám, fő	45	100	669	231	148

(Az értékelő mutatók 1968. évi alakulását az 1968. január 1-i árváltozás jelentős mértékben befolyásolta.)

A szállítási árbevételt is figyelembe véve az 1967. évi fajlagos kőolaj-árbevétel 956 Ft-t volt, ebből a forgalmi adó 400 Ft/tonnát tett ki. Az 1968. évi bruttó egységár viszont 750 Ft-t, ebből a termelési adó címén történő költségvetési befizetés a kőolajnál 69 Ft/tonnát jelentett. A földgáz részaránya ebben az időszakban még elenyésző. A fűtőérték alapján számított összes földgáz-értékesítés az összes termékértékesítésen belül 1967-ben 9,3%, 1968-ban 5,2%. Így a földgáz árváltozása — az értékesített földgáz mennyiségénél fogva — kevésbé hatott a mutatók alakulására.

A költségszintmutatók változására 1967 után — az 1968. január 1-i árváltozáson kívül — elsősorban az állóeszköz-állomány növekedése miatti fixköltség-részarány gyors ütemű emelkedése hatott, de a bértömeg növekedése is elősegítette a mutatók emelkedő tendenciáját.

#### b) Az 1969. évi program szerinti tervadatok és a tényadatok összehasonlító vizsgálata

A tényadatok csak részben hasonlíthatók össze a beruházási program tervadataival, ugyanis a program

szerinti terv- és tényadatok egy része tartalmában eltér egymástól. Különösen vonatkozik ez a költségekre.

A tervezés során a költségeket a kialakított költség-helyekre (kőolaj-, kísérogáz-, szabadgáz-, egyedi szénhidrogén-termelés és segédüzemek) költségnemenként határozták meg.

Az egyes segédüzemi költségeket egy összegben — mint komplex költséget — tételezték át a produktumokra meghatározott jellemzők alapján. (Pl. a villamos energia, víz- és gőzenergia fajlagos önköltséggel, a műhelyek költségei a létesítmények eszközértéke alapján stb.). Így az áttételezés miatt az energia-, valamint az egyéb költségek összetettek.

Ezzel szemben a vállalati utókalkuláció csak a közvetlen termelési költségek egy részét mutatja ki költségnemenként, a költségek nagy része komplexen nem a tervezett konstrukciójú költség-helyeken jelenik meg.

Az 1969. évi tényleges összes költség a tervezetthez viszonyítva 93,6%. Az azonos tartalmú költségtételek az összes költségnek terv szerint 62,2%-át, ténylegesen 65,5%-át teszik ki. Így a nem azonos tartalmú költségtételek aránya terv szerint 37,8%, ténylegesen 34,5%.

A beruházási programban költségnemenként tervezett és az utókalkulációval nem azonos tartalmú egyes költségtételek az utókalkulációban nagyrészt komplexen jelennek meg a következő tételekben: folyó javítások költségei, réteghozam-növelésre fordított költségek, a termékek mezőn belüli kezelési, szállítási és egyéb költségei, valamint az üzemi, gyáregységi és vállalati általános költségek.

A költségek szerkezeti vizsgálata az utókalkuláció alapján tervezéshez, illetve a tervszerűség méréséhez közvetlenül nem használható fel. A jelenleg érvényes számviteli rendben nincs lehetőség arra, hogy a komplex költségeket összehasonlítható költségtételekre szétválasszuk.

A nyereségorientált gazdálkodás mind népgazdasági, mind vállalati szinten előtérbe helyezte a gazdaságossági vizsgálatokat. Az elmúlt időszakban szerzett tapasztalataink szerint azonban a jelenleg érvényes számviteli rend nem segíti elő kellő mértékben ezt a munkát. Ahhoz, hogy a számvitel ne csupán adatregisztráló szerepet töltsön be, hanem kellően megalapozza a tervezést és a gazdasági értékelést, felül kell vizsgálni a jelenlegi rendet és azt az igényeknek megfelelően módosítani kell. Olyan utókalkulációs rendre van szükség, amely rá tud mutatni egy termelő üzemben belül a szénhidrogén-művelési egységek, a hozzájuk tartozó előkészítő berendezések s az ezeken keresztül nyert termékfeleségek gazdaságosságára. Lényegében a közgazdaságtudomány napjainkban legáltalánosabban alkalmazott, úgynevezett ÁKN (ár-költség-nyereség), vállalatnyereség-optimalizációs számvitelt kellene az olajiparban is alkalmazni.

#### Művelelősségi minősítés

A művelelősségi csak a kitermelő iparágakra vonatkozó fogalom, új népgazdasági szemléletű gazdasági értékelő módszer. Illetékes hatósági, minisztériumi, felügyeleti szervek (OMFB, NIM, OÁB, OKGT) a közelmúltban kidolgozták az ásványi nyersanyagok

költségghatárának és műrevalóságának egységes szemléletű számbavételi módszerét.

A műrevalósági vizsgálatok olyan speciális gazdaságossági vizsgálatok, melyekben az értékmérő szerepét a költségghatár tölti be. Valamely ásványi nyersanyag-előfordulás népgazdaságilag értelmezett műrevalósági foka az ásványi nyersanyag megfelelően számba vett költségghatárának és reálköltségének hányadosával, illetve különbségével mérhető.

A hazai szénhidrogének az import szénhidrogénekkel közvetlenül helyettesíthetők, így azok költségghatárát ezen költségekből közvetlenül vezették le. (Ab termelőhely a kőolaj 100 Ft/Mkcal, földgáz 95 Ft/Mkcal. A minőségi eltéréseket egy többváltozós függvény figyelembe veszi.)

Az ásványi nyersanyagoknak a költségghatárral szembeállítandó távlati reálköltségét úgy kell számításba venni, hogy az a kérdéses ásványi nyersanyag (pl. kőolaj, földgáz) ki nem termelése esetén elmaradó költséget, illetve azt a mindenkori távlati növekményköltséget tükrözze, amellyel a kérdéses ásványi nyersanyag a szóba jöhető, korszerű és biztonságos technológiával kitermelhető.

A műrevalósági vizsgálatok célját és jelentőségét többek között a következőkben látjuk:

Helyesen értelmezett költségghatárok és reálköltségek alapján történő műrevalósági vizsgálatoknak jelentős szerepük lehet az ásványi nyersanyagokat termelő iparágak távlati fejlesztése, ezen belül az energiastruktúra-kialakítás döntés-előkészítési és döntési munkáiban.

A műrevalósági megítélésnek döntő fontossága van az ásványi nyersanyag-gazdálkodás terén, a már termelésbe vont mezők műszaki határain belül levő ásványi nyersanyagok védelme szempontjából is. Amennyire hely-

telen ugyanis a nem műre való ásványi nyersanyagok ki-termelésére ösztönözni vagy utasítani az állami szerveknek a termelő vállalatokat, annyira szükséges az illetékes állami szerveknek gondoskodni arról, hogy a termelővállalatok — vállalati (tröszt) érdektől indítatva — ne hagyják kitermeletlenül a valóban műre való ásványi nyersanyagokat.

A szegedi terület tömbjeire vonatkozó műrevalósági vizsgálatokat a jövőben el kell készíteni. Ehhez azonban a számvitel, az utókalkuláció módosítása szükséges. Jelenleg az utókalkulációs számbavételi egység a mező. A műrevalóság vizsgálatá azonban ettől kisebb vizsgálati egységeket igényel.

Ezzel párhuzamosan az utókalkulációs rendet abból a szempontból is módosítani kell, hogy a tervezéshez felhasználható adatokat szolgáltatson, a tervszerűség mérésének lehetőségét megteremtse, a gazdasági értékelő munkát elősegítse. Véleményünk szerint a javasolt, ÁKN-alapokon nyugvó számvitel ezeknek a követelményeknek is eleget tenne.

#### FELHASZNÁLT FORRÁSMUNKÁK

- [1] Dudas J.—Papai J.: Az algyői kutatási terület szénhidrogén-telepeinek rövid ismertetése. Vállalati jelentés. 1966 június.
- [2] OKGT Műveléstervezési Osztály: Az algyői szénhidrogén-telepek tárolómérnöki vizsgálata. Vállalati jelentés. 1967 március.
- [3] OLAJTERV: A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények beruházási javaslat. Vállalati jelentés. 1969 november.
- [4] Varga B.: Energetikai beruházások gazdaságossága. Korreferátum, 1970 augusztus.
- [5] Ladó L.—Deli L.: Az optimális vállalati nyereség számítása. Köz. és Jogi Könyvkiadó, Bp., 1968.
- [6] A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények 102/B/1970. sz. beruházási engedélyokmánya.

## A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

### A 12. Nemzetközi Kenéstechnikai Szimpózium

Lipce, 1970. szeptember 8—10.

A Kammer der Technik kenéstechnikai szakbizottsága a sorrendben tizenkettedik nemzetközi találkozót ismét Lipcsében, az NDK vásárvárosában rendezte. A témakijelölésből arra következtethettünk, hogy a kenéstechnikusok érdeklődése a gépészeti problémák és az alkalmazástechnikai kérdések felé fordult. Az előadások tartalmából kitűnt a rendszerelméleti közelítés, a gazdasági szemlélet és a matematikai tárgyalási mód térhódítása a tribológiában. Az átfogó, rendszerelméleti-gépészeti feldolgozás kitűnő példája volt Fleischer, G. professzornak, a szakbizottság elnökének plenáris megnyitó előadása, amely a gépi berendezések megbízhatóságának (üzembiztonságának) elemeként értékelte a tribológia műszaki-gazdasági problémáit.

Az előadásokat három szekcióban tartották; a szekciók témaköre a következő volt: csapágytechnika, anyagkérdések, valamint a kopásmegeelőzés és kenéstechnika.

A magyar delegáció tagjai mindhárom szekció munkájában részt vettek és a következő előadásokat tartották: Bíró B.: Az élettartam-vizsgálat rövidítésének lehetősége görgőcsapágyaknál, a kiértékelés tapasztalatai; Gács G.: Illeszkedés és használati időtartam között fennálló összefüggések görgőcsapágyak-

nál; Harkányi I.: Kenőanyag-bevitel sarus csapágyakba; Gribovszki L.: A finommegmunkálás befolyása csapágyacélből készített próbatestek felületére; Marechal K.: Poliamid/metamid csapágy siklasi tulajdonsága víz- és olajkenésnél; Seres L.: A poliamid 11 szerkezetianyag-tulajdonságai laboratóriumi mérések alapján; Skripeczky G.: Görgőcsapágyak zaj- és méreteltérés-paraméterei között fennálló összefüggések; Vámos E.: A több fokozatú motorkező olajok felhasználása Magyarországon; Zalai A.: Kétütemű motorokkal végzett kísérletek Arol 2T kenőolajjal.

A viták tartalmából és színvonalából megállapítható, hogy az elmúlt esztendő kutatásai és beruházásai nyomán a kenőanyag-termelés és -ellátás alapvető kérdéseit a szocialista országokban megoldották. Elérkezett az intenzív fejlesztés és a nemzetközi együttműködés ideje.

Budapest, 1970. október hó

Pogány László  
okl. vegyész mérnök  
műszaki-gazdasági tanácsadó  
(OGIL, Budapest)

# A szénhidrogén-kutatási kockázat földtani vonatkozásai

FARKAS ISTVÁN

*A tanulmány a perspektivitási tényező minőségi és mennyiségi meghatározásának lehetőségét vizsgálja üledékes medencék objektumaira telepítendő felderítő kutatófúrások vonatkozásában. Taglalja a perspektivitási tényező számszerű meghatározását a szénhidrogén-felhalmozódások keletkezését és megőrzését befolyásoló geológiai feltételekből kiindulva.*

*Az értékelés eredményét a kutatási objektumoknak a minőségi és mennyiségi mérőparaméterek alapján történő rangsorolása képezi, amely paraméterek lehetővé teszik a felderítő kutatófúrást finanszírozó szero földtani vonatkozású kockázatának becslését.*

A geológiai megkutatottság függvényében az egyseges üledékes medence (pl. Pannon-medence) a litogenezis és a tektogenezis folyamataiban kimutatható azonosságok és analógiák alapján részekre tagolható (pl. szegedi medence). Az előkutatások során (regionális geofizikai mérések, paraméter- és alapfúrások) nagy vonalakban kirajzolódik a medencerész szerkezeti vázlata, hozzávetőlegesen tisztázódnak a rétegtani és ősföldrajzi sajátosságok, amelyek a szénhidrogén-kutatási lehetőségek, vagyis a perspektivitás megítéléséhez alapul szolgálnak.

A medencerészeket összehasonlítva, már első közeletésből is következhet, hogy a medencében vannak területrészek (medencerészek), amelyekben a szénhidrogén-keletkezés, a migráció, a felhalmozódás és a megőrzés feltételei kedvezőek, kedvezőbbek vagy a legkedvezőbbek, azaz a medencerészek a szénhidrogén-kutatás szempontjából nem képviselnek azonos lehetőségeket, vagyis perspektivitásuk különböző.

A szénhidrogéntelepek (vagy -előfordulások) minden esetben valamely földtani alakzattal, tárolóközetekkel és záró- vagy fedősorozatokkal kapcsolatosak, így a kutatás kezdeti fázisában a földtani alakzatok kimutatása, felderítése a fő cél, amelyeket a továbbiakban részletező geofizikai mérésekkel (esetenként szerkezetkutató fúrásokkal) pontosítanak és a földtani alakzatok ezek eredményei alapján konkrét kutatási objektummá válnak. Ha a medencerész perspektivitását a rendelkezésre álló adatok alapján már felmérték, úgy a további tevékenység a medencerész kutatási objektumainak perspektivitása értékelésére irányul, amelynek eredménye a kutatási objektumok rangsorolására helyezett kutatási koncepció.

A kutatási objektumok perspektivitás szerinti rangsorolásához szükséges a minőségi kategóriákon túlmenően mérőszám alkalmazása, amely a perspektivitás mértékét számszerűen fejezi ki. Ez a mérőszám — a következőkben  $p$  perspektivitási tényező —, a szénhidrogéntelepek kialakulási feltételeinek értékeléséből számítható [1]. Egyedüli feltétel, amely lehetővé

teszi az értékelési módszer alkalmazását, a kutatási objektum komplex geofizikai anyaga (geofizikai és geológiai értelmezéssel), valamint a fentebb említett azonosságok és analógiák létezése a medencerészben.

Az értékelési módszer szerint külön kell becsülni mindazon geológiai paramétereket, amelyek a telepialakulás feltételeit befolyásolják. Ennek megfelelően az adott kutatási objektumra becsülni kell a tároló effektív vastagságát, porozitását, permeabilitását, a fedősorozat litológiai összetételét, vastagságát, homoktartalmát, repedezettségi permeabilitását, valamint a csapda (szerkezet) hosszúságát, szélességét és relatív amplitúdóját (a legmélyebb záródó izohipsza és a legmagasabb értékű izohipsza különbsége a szeizmikus mérések alapján szerkesztett szerkezeti térképen). A külön-külön becsült paraméterek a következő táblázatok valamely értékintervallumához tartoznak és ehhez meghatározott pontszám tartozik. A továbbiakban kiszámítjuk a tároló, a fedősorozat és a csapda pontszámait, majd ennek alapján a kutatási objektum összpontszámát. Az összpontszámhoz minőségi kategória és „rang-potenciál” [1], vagyis perspektivitási tényező tartozik.

## A tároló

Pontszám	Tárolóképes vastagság, $n_1$ m	Effektív porozitás, $n_2$ %	Permeabilitás, $n_3$ mD
0	<2	<5	<1
1	2—24	5—8	1—100
2	25—49	9—12	100—200
3	50—74	13—16	200—300
4	75—100	17—20	300—400
5	>100	>20	>400

## A fedősorozat

Pontszám	Litológia, $n_4$	Vastagság, $n_5$ m	Homoktartalom, $n_6$ %	Repedezettségi permeabilitás, $n_7$ mD
0	Laza, repedezett kőzet	—	>20	>50
1	Erősen homokos tömött márga	>300	15—20	25—50
2	Homokos tömött márga	>200	10—15	5—25
3	Enyhén homokos tömött márga	>100	5—10	1—5
4	Kissé tömött aleuritós márga	>80	1—5	0
5	Tiszta márga, agyag plasztikus halogén sorozatok	>50	0	0

### A csapda

A csapda méretei			
Pontszám	Hosszúság, $n_8$ km	Szélesség, $n_9$ km	Magasság, $n_{10}$ m
0	< 1	< 1	< 50
1	1—5	1—2	50—100
2	5—10	2—4	100—200
3	10—15	4—6	200—400
4	15—20	6—8	400—600
5	> 20	> 8	> 600

### Összesítés

Minőségi kategória	Összpontszám, $N$	Perspektivitási tényező, $p$
Értéktelen	0	0,0
Alacsony	1	0,2
Elégséges	2	0,4
Közepes	3	0,6
Jó	4	0,8
Magas	5	1,0

A tároló pontszáma  $n_I = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{3}$

A fedősorozat pontszáma  $n_{II} = \frac{n_4 + n_5 + n_6 + n_7}{4}$

A csapda pontszáma  $n_{III} = \frac{n_8 + n_9 + n_{10}}{3}$

A kutatási objektum összpontszáma  $N = \frac{n_I + n_{II} + n_{III}}{3}$

A kutatási objektum perspektivitási tényezője  $p = 0,2 N$  (az összesítő táblázatból látható  $p$  és  $N$  egyszerű kapcsolata).

\*

A kutatási objektum perspektivitásának jelen értékelési módszere megfelel a gyakorlati realitásoknak, hiszen alacsony kategóriához alacsony (0,2), közepeshez közepes (0,6), magashoz magas (1,0) perspektivitási tényező tartozik. Ez megfelel a gyakorlati realitásoknak azért is, mert minél magasabb perspektivitású egy adott kutatási objektum, annál nagyobb valószínűséggel tárható fel rajta szénhidrogén-felhalmozódás, így a perspektivitási tényező a kutatási objektum szénhidrogéntartásának a priori valószínűsége részkomponenseként is értelmezhető.

A módszer széleskörűen alkalmazható és lehetővé teszi a Sebelinszkoje gázelőfordulás példáján [1] túlmenően hazai példák (szegedi medence) is szemléltethetők.

A Sebelinszkoje gázelőfordulás az Ukrán SZSZK legnagyobb gázmezője és [1] adatai szerint feltárását megelőzően becsült paramétere a következők:

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$n_1: > 100$	5
$13 < n_2 < 16$	3 $n_I = \frac{5+3+1}{3} = 3$
$1 < n_3 < 100$	1

### A fedősorozat

$n_4$ : plasztikus söösszlet	5
$n_5: > 50$	5 $n_{II} = \frac{5+5+5+5}{4} = 5$
$n_6: 0$	5
$n_7: 0$	5

### A csapda

$n_8: > 20$	5
$n_9: > 8$	5 $n_{III} = \frac{5+5+5}{3} = 5$
$n_{10}: > 600$	5

$$N = \frac{3+5+5}{3} = 4,333$$

$$p = 0,2 \cdot 4,333 = 0,8666$$

### Algyő

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$n_1: > 100$	5
$n_2: > 20$	5 $n_I = \frac{5+5+3}{3} = 4,33$
$200 < n_3 < 300$	3

### A fedősorozat

$n_4$ : kissé tömött aleuritos márga	4
$n_5: > 80$	4 $n_{II} = \frac{4+4+2+3}{4} = 3,25$
$10 < n_6 < 15$	2
$1 < n_7 < 5$	3

### A csapda

$n_8: > 20$	5
$n_9: > 8$	5 $n_{III} = \frac{5+5+5}{3} = 5$
$n_{10}: > 600$	5

$$N = \frac{4,33+3,25+5}{3} = 4,193$$

$$p = 0,2 \cdot 4,193 = 0,8386$$

### Dorozsma

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$25 < n_1 < 49$	2
$17 < n_2 < 20$	4 $n_I = \frac{2+4+3}{3} = 3$
$200 < n_3 < 300$	3

### A fedősorozat

$n_4$ : kissé tömött aleuritos márga	4
$n_5: > 80$	4
$5 < n_6 < 10$	3 $n_{II} = \frac{4+4+3+3}{4} = 3,5$
$1 < n_7 < 5$	3

<i>A csapda</i>	
$5 < n_8 < 10$	2
$2 < n_9 < 4$	$2 n_{III} = \frac{2+2+0}{3} = 1,33$
$n_{10} < 50$	0

$$N = \frac{3+3,5+1,33}{3} = 2,61$$

$$p = 0,2 \cdot 2,61 = 0,522$$

#### Ásotthalom (a szeizmikus szerkezet magyarországi része)

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$25 < n_1 < 49$	2
$9 < n_2 < 12$	$2 n_I = \frac{2+2+2}{3} = 2$
$100 < n_3 < 200$	2

<i>A fedősorozat</i>	
$n_4$ : agyagmárga	5
$n_5$ : >50	5
$1 < n_6 < 5$	$4 n_{II} = \frac{5+5+4+5}{4} = 4,75$
$n_7$ : 0	5

<i>A csapda</i>	
$5 < n_8 < 10$	2
$2 < n_9 < 4$	$2 n_{III} = \frac{2+2+2}{3} = 2$
$100 < n_{10} < 200$	2

$$N = \frac{2+4,75+2}{3} = 2,916$$

$$p = 0,2 \cdot 2,916 = 0,5832$$

#### Üllés

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$25 < n_1 < 49$	2
$9 < n_2 < 12$	$2 n_I = \frac{2+2+2}{3} = 2$
$100 < n_3 < 200$	2

<i>A fedősorozat</i>	
$n_4$ : agyagmárga, márga	5
$n_5$ : >50	5
$n_6$ : 0	$5 n_{II} = \frac{5+5+5+5}{4} = 5$
$n_7$ : 0	5

<i>A csapda</i>	
$1 < n_8 < 5$	1
$2 < n_9 < 4$	$2 n_{III} = \frac{1+2+0}{3} = 1$
$n_{10} < 50$	0

$$N = \frac{2+5+1}{3} = 2,666$$

$$p = 0,2 \cdot 2,666 = 0,5332$$

#### Szank

Paraméter	Pontszám
<i>A tároló</i>	
$75 < n_1 < 100$	4
$17 < n_2 < 20$	$4 n_I = \frac{4+4+1}{3} = 3$
$1 < n_3 < 100$	1

<i>A fedősorozat</i>	
$n_4$ : kissé tömött aleuritos márga	4
$n_5$ : >80	4
$1 < n_6 < 5$	$4 n_{II} = \frac{4+4+4+4}{4} = 4$
$n_7$ : 0	4

<i>A csapda</i>	
$5 < n_8 < 10$	2
$2 < n_9 < 4$	$2 n_{III} = \frac{2+2+2}{3} = 2$
$100 < n_{10} < 200$	2

$$N = \frac{3+4+2}{3} = 3,000$$

$$p = 0,2 \cdot 3,000 = 0,6000$$

\*

Összefoglalva a szegedi medence objektumaira számított  $N$  és  $p$  értékeket, a következő előzetes rangsorolás lehetséges:

Sorszám	Objektum	$N$	$p$
1.	Algyő	4,193	0,8386
2.	Szank	3,000	0,6000
3.	Ásotthalom	2,916	0,5832
4.	Üllés	2,666	0,5332
5.	Dorozsma	2,610	0,5220

A felsorolásban szereplő feltárt eredményes objektumok gazdasági jelentősége követi a kizárólag előzetes adatok szerint (a feltárófúrások figyelembevétele nélkül) értékelt perspektivitási tényezők alapján felállított rangsort.

Figyelembe véve, hogy  $x$  feltárt objektumból rendszerint  $y$  foglal magában szénhidrogén-felhalmozódást ( $x \gg y$ ), vagyis a medencerész perspektivitása véges, ezért a kutatási objektumok további rangsorolását a perspektivitási tényezőkön túlmenően a szénhidrogéntartás a priori valószínűségére ( $P$ ) kell helyezni. Az  $y/x = M$  érték kifejezi a találati arányt  $0 < M < 1$  értéktartománnyal. Ennek megfelelően a  $P = \frac{y}{x} p = pM$

érték tekinthető az objektum szénhidrogéntartása a priori valószínűségének, vagyis  $P$  fejezi ki azt a valószínűséget, amellyel az első felderítő kutatófúrás (poiskovaja szkvazsina, SZU; wildcat well, USA) szénhidrogéntelep tár fel a kutatási objektumon.  $M$  értéke nem tekinthető állandónak egy medencerészen belül, mivel állandó  $x$  mellett  $y$  értéke pozitív irányban változhat, így  $P$  értéke is, amelyet viszont a tények igazolnak. Hiszen a geológiai megkutatottság egy bizonyos mértékű növekedésével (a medencerésre

optimálisnak tekinthető mértékig) nagyobb valószínűséggel tárható fel szénhidrogén-felhalmozódás az előkészített objektumon.

A kutatási objektumok rangsorolásakor — a kutatási koncepció racionalitása érdekében — célszerű figyelembe venni a várható geológiai kockázatot, amely szükségzerű velejárója a szénhidrogén-kutatásnak is.

*Daniel Bernoulli* ismerte fel, hogy ha valakinek  $x$  vagyona van és  $p$  valószínűséggel  $dx$  nyereséget érhet el, úgy e várhatóság értéke egyenes arányban van  $p$ -vel és  $dx$ -szel, de fordított arányban van a már meglévő  $x$  vagyonnal, vagyis a nyereség értéke  $p \frac{dx}{x}$

mennyiséggel arányos. Ebből következik [2], hogy ha vagyona  $p$  valószínűséggel  $x_0$ -ról  $x_1$ -re emelkedik, ennek a kilátásnak az értéke

$$p \int_{x_0}^{x_1} \frac{dx}{x} = p[\log x_1 - \log x_0] = \log \left( \frac{x_1}{x_0} \right)^p,$$

tehát az érték nem a vagyonok különbségével [ $p(x_1 - x_0)$ ] arányos, mint az aritmetikai várhatóság esetén, hanem a vagyonok logaritmusainak különbségétől függ. A változó geometriai eltérései geometriai átlagának logaritmusát geometriai várhatóságnak nevezik.

A kockázatot a veszteség geometriai várhatóságával célszerű mérni [2]. Ha a szénhidrogén-kutatást finanszírozó szerv egy adott tervidőszakban  $X$  összeggel rendelkezik, amelyből  $s_i$  összeget folyósít az  $i$ -edik objektumon mélyítendő felderítő kutatófúrás költségeinek fedezésére és ezt az összeget  $1 - p_i M$  valószínűséggel elvesztheti, amennyiben a felderítő kutatófúrás nem tár fel szénhidrogén-felhalmozódást, úgy kockázata

$$R_i = \log \left[ \frac{x - s_i}{x} \right]^{(1-p_i M)} = \log \left[ 1 - \frac{s_i}{x} \right]^{(1-p_i M)}.$$

A tervidőszaknak megfelelő intenzitású kutatási tevékenységhez kiszámíthatók a különböző objektumokhoz tartozó  $R_i$  értékek, amelyek — mint minden lényeges geológiai szempontra kiterjedő paraméterek — meghatározhatják a fúrási munkálatok sorrendjét.

## IRODALOM

- [1] *Vorob'ev, B. Sz.:* O novuh principah resenija poiskovuh i razvedocsnuh zadacs. *Geologija Nefti i Gaza* 1 p. 21—26 (1970).
- [2] *Jordan K.:* Fejezetek a klasszikus valószínűségszámításból. Budapest, Akad. Kiadó, 1956.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Olajbányász—erdész találkozó Gellénházán

Szakosztályunk Gellénházi Csoportjának régi terve valósult meg 1970. október 9-én: a mindig is jó barátságban élő bányászok és erdészek egyesületük helyi csoportjának kezdeményezésére, a két évszázadra visszanyúló barátság elmélyítésére találkozót szerveztek. A vendéglátó gellénházi csoport tagjai szeretettel készültek és fogadták erdész kollégáikat. Az emlékeket halványító idő távlatából sok régi ismerős, iskolatárs talált újra egymásra, s elevenítette fel a közös emlékeket.

A találkozó első részében kölcsönösen megismertették egymással örömeinket, gondjainkat, terveinket.

*Farkas Pál*, a Zala megyei Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság igazgatója átfogó képet nyújtott a vállalatról, amely 60 000 hektár területen gazdálkodik. A megye területének 26,3%-át erdő borítja, s ennek 83,1%-a lomberdő. Örömmel hallottuk, hogy a fokozódó fafeldolgozó tevékenység nem jár erdőink pusztulásával, sőt az okos erdőgazdálkodás nyomán most már évről évre gyarapodás figyelhető meg. Évente 500 hektáron végeznek újratelepítést és ez biztosítja az állandó körforgást.

Az olajbányászok és erdészek együttműködéséről emlékezett meg *Andor József*, az Országos Erdészeti Egyesület nagykanizsai helyi csoportjának elnöke. Elmondotta, hogy a zalai első olajfúrások idején épp egy erdész, a lenti felügyelő adott otthont annak a tanácskozásnak, amelyen az első dél-zalai fúrások kivételét tárgyalták meg. Később, a kerettyei kultúrház bővítéséhez 100 m<sup>3</sup> fenyőrönkre volt szükség. Az erdészet révén soron kívül sikerült megszerezni az akkor igen nagy jelentőségű engedélyt. Jót derültünk, amikor elmondta, hogy sokáig félve nézett az épületre: nem vetemedtek-e meg az ajtók, ablakok. A további együttműködésre is javaslatot tett: a legjobb minőségű Caterpillar vontatók élettartamát is jelentősen lecsökkenti a tengelyig érő sár; a láncfalpak felújítására szükséges összeg árán évente 20 km utat lehet építeni. Így születtek meg az akkor korszerű, kőalapú utak.

Az olajbányászok is sokoldalúan tájékoztatták az erdészeket. *Tóth Ferenc* csoportelnök, igazgató visszatekintett a legősibb emberi foglalkozás, a bányászat történetére, s képet nyújtott a hazai olajbányászat történetéről napjainkig, sőt pár markáns vonással felvázolta a jövő képét is. *Németh Géza* és *Németh Ede* osztályvezető olajmérnökök a nagylengyeli, ill. a dél-zalai



*Tóth Ferenc, a DKFV igazgatója, a hazai olajbányászat életútját ismerteti*

mezők műveléstörténetéről, s a jövő feladatairól tartottak szakelőadást.

A verőfényes őszi napsütésben, a színpompába öltözött erdők borította kerettyei dombokon tett üzemlátogatás során bemutatuk az olajosok által felfedezett „karácsonyfát”, s az öreg mező életét megfiatalító széndioxidos kísérlet felszíni berendezéseit. „Az olajpar 25 éve” c. film megtekintése után a késő éjszakai órákba nyúló, sokáig emlékezetes, baráti hangulatú estén a bányász- és erdészhimnuszt közös nótáink, majd magyar nóták követték. Az elváláskor a megújult régi barátság melegebb színt adott ősi köszöntéseinknek

Üdv az erdészeknek!  
Jó szerencsét!

Gellénháza, 1970. november hó

*Ferencz Győző és Németh Ede*



# Széndioxid okozta korrózió a gáziparban

HARGITTAI PÉTER—  
MIKOLA MÁRTA

*A tanulmány a földgázok széndioxid-tartalmának korróziós hatásaival foglalkozik. Tárgyalja a korróziós folyamat jellemzőit és a védekezési módokat. Részletes ismertetést ad a különféle külső tényezők korróziósebességet befolyásoló hatásáról.*

## Bevezetés

A széndioxid okozta korrózió a gáziparban is nagy problémát okoz. A földgáz bányászatának, szállításának és felhasználásának szinte valamennyi fázisában találkozunk intenzív korróziós jelenségekkel. A védekezést megnehezíti, hogy a gyakorlatban a legkülönbözőbb állapotjellemzőjű és széndioxid-tartalmú gázok fordulnak elő.

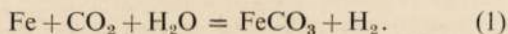
A földgázok széndioxid-tartalma általában 0,5–3 térfogatszázalék, bár a pusztaföldvári mezőben ez a 60,8 térfogatszázalék-értéket is eléri. A nyomás 40–100 atmoszféra.

A korróziós hatást figyelembe kell venni a berendezések tervezésénél és üzemeltetésénél, hogy elkerüljük a korrózió okozta üzemzavarokat, melyek szinte kivétel nélkül jelentős anyagi kihatással járnak. A védekezés módszeréhez elsősorban ismerni kell magát a korróziós folyamatot.

## A széndioxid-korrózió folyamata

A széndioxid gáz egymagában nem korrozív tulajdonságú. A korróziós hatás csak a gázközegben jelenlévő nedvességtartalom közreműködésével jelentkezik.

A kémiai reakció eredményeként vas(II)karbonát keletkezik, mely vízben oldhatatlan. A reakcióegyenlet:



A keletkezett hidrogén már atomos állapotban hajlamos a diffúzióra, így hidrogénkorrózióval kombinált széndioxid-korrózió következhet be. A diffundáló hidrogén a fém zárvényaiban összegyűlik, molekuláris állapotba kerül és sokszor  $10^4$ – $10^5$  atmoszféra nyomás is elérhet.

A vas(II)karbonát a további nedvesség hatására vízben oldható vas(II)bikarbonáttá alakul a következő egyenlet alapján:

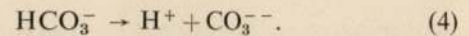
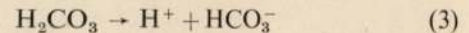


A keletkező korróziós termék laza szerkezetű, a felületről könnyen leválik.

Nagy nedvességtartalmú gázt tartalmazó tartályokban, csővezetékben a fémfelületen folyadékfilm ke-

letkezhet. A vízben a széndioxid nagy mértékben oldódik; 1 l víz 0 C°-on 1 atmoszféránál 1713 ml széndioxidot képes oldani.

Az oldott széndioxid egy része a vízzel szénsavat alkot, mely két lépésben disszociál a következők szerint:



(Az oldott széndioxid mennyisége a parciális nyomástól és az abszolút hőmérséklettől függ.)

A disszociált szénsav a nedvességfilmet elektromosan vezetővé teszi, tehát elektrolit alakul ki. Az elektrolit kialakulásával egyidőben a fémfelület különböző pontjai között elektromos potenciálkülönbségek, korróziós cellák keletkeznek.

A korróziós cellák eltérő potenciálú helyei között megindul a korróziós áram, és a cellák anódjain megkezdődik a fémek oldódása. Az anód és a katód közötti potenciál (25 C°-on) az ún. standard potenciál:

$$E = E_a - E_k \quad [\text{V}], \quad (5)$$

$$E_{a_{\text{Fe}^{++}}} = 0,44 + \frac{0,0591}{2} \log [a_{\text{Fe}^{++}}] \quad [\text{V}], \quad (6)$$

$$E_{k_{\text{H}_2}} = 0,0591 \log \frac{(a_{\text{H}^+})}{\sqrt{p_{\text{H}_2}}} \quad [\text{V}], \quad (7)$$

ahol  $[a_{\text{Fe}^{++}}]$  a vasion-koncentráció;  
 $[a_{\text{H}^+}]$  a hidrogénion-koncentráció;  
 $p_{\text{H}_2}$  a hidrogén parciális nyomása.

A katódon felszabaduló hidrogén miatt a katód-potenciált a hidrogénelektrod potenciáljával egyezőnek tekinthetjük. Ha a hőmérséklet eltér 25 C°-tól, az

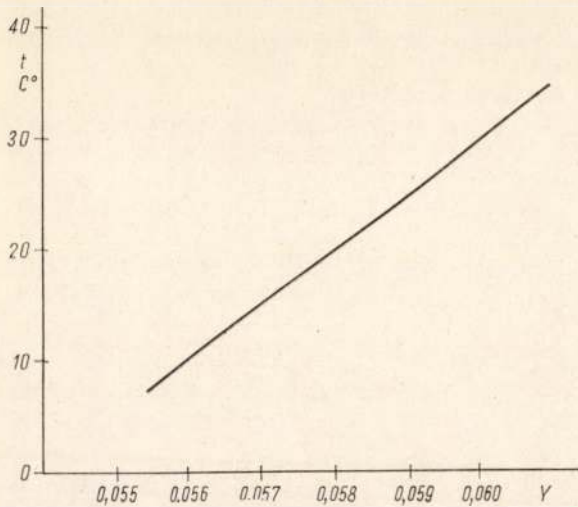
$$\frac{R \cdot t}{F} \cdot \ln [a] = Y \cdot \log [a] \quad (8)$$

összefüggésben  $Y$  értéke nem 0,0591 lesz, hanem az 1. ábrán látható diagram szerint módosul.

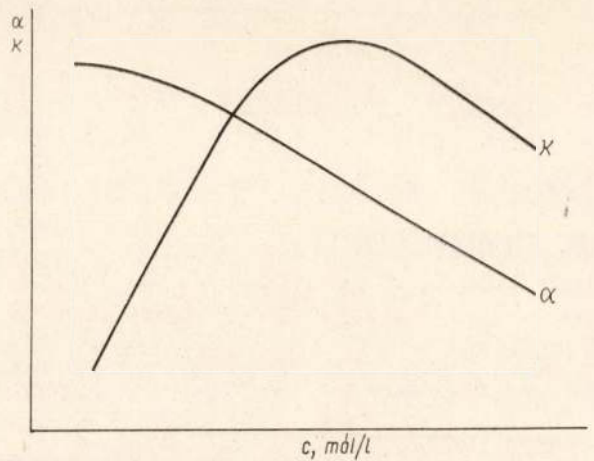
A kialakuló  $E$  potenciálkülönbség a fenti összefüggések alapján az ionkoncentrációtól függ. Az ionkoncentráció azonban befolyásolja az elektrolit vezetőképességét is, az alábbi összefüggés szerint:

$$\kappa = c \cdot \alpha \cdot (U_k + U_a), \quad (9)$$

ahol  $\kappa$  a fajlagos vezetőképesség;  
 $c$  az ionkoncentráció;  
 $\alpha$  a disszociációs állandó;  
 $U_k$  a kationok relatív mozgékonyága;  
 $U_a$  az anionok relatív mozgékonyága.



1. ábra  
Az Y tényező hőmérsékletfüggése



2. ábra  
 $\alpha$  és  $\kappa$  változása a koncentráció függvényében

A fajlagos vezetőképesség a koncentráció függvényében a 2. ábra szerint változik. A görbe a koncentráció növekedésével emelkedik, egy csúcspont után azonban csökken, mivel az  $\alpha$  értéke egyre kisebb lesz.

A fenti Nernst-egyenletek nem veszik figyelembe a polarizáció okozta potenciálcsökkenést, mely azáltal következik be, hogy az elektrolitben az ionkoncentráció csak az egyensúlyi határig nőhet, ha nem tudnak az ionok eltávolítani a felület közeléből. A polarizáció csökkenti a korróziósebességet.

Több korróziós cella esetén a korrózió sebessége az alábbiak szerint számítható:

$$v = \frac{223,17 \cdot Q \cdot M \cdot (E_a - E_k)}{m \cdot R} \text{ [g/év, m}^2\text{]}, \quad (10)$$

ahol  $Q$  a korróziós cellák száma 1 m<sup>2</sup> felületen;  
 $M$  a korrodáló fém atomsúlya;  
 $E_a$  az anódpotenciál, V;  
 $E_k$  a katódpotenciál, V;  
 $m$  a fémionok töltéseinek száma;  
 $R$  az áramkör ellenállása, ohm.

A kialakuló korróziós áram számítása egyszerűbben Walter szerint a következőképpen történhet:

$$I = \kappa_f \cdot (-0,601 - 0,0295 \cdot \log [a_{\text{CO}_2^-}] [a_{\text{H}^+}]), \quad (11)$$

ahol  $\kappa_f$  a korrodáló fém vezetőképessége;  
 $[a_{\text{CO}_2^-}]$  a széndioxid-ionok koncentrációja;  
 $[a_{\text{H}^+}]$  a hidrogénion-koncentráció.

A korróziós áram láthatóan az elektrolit  $p_{\text{H}}$  függvényében változik.

A korróziós áram ismeretében a korróziósebesség:

$$v = \frac{223,17 \cdot Q \cdot M}{m} \cdot I \text{ [g/év, m}^2\text{]}. \quad (12)$$

A jelölések megegyeznek a (10) összefüggés jelöléseivel.

A széndioxid okozta korróziós folyamatnál sokfajta tényezőnek van befolyásoló szerepe.

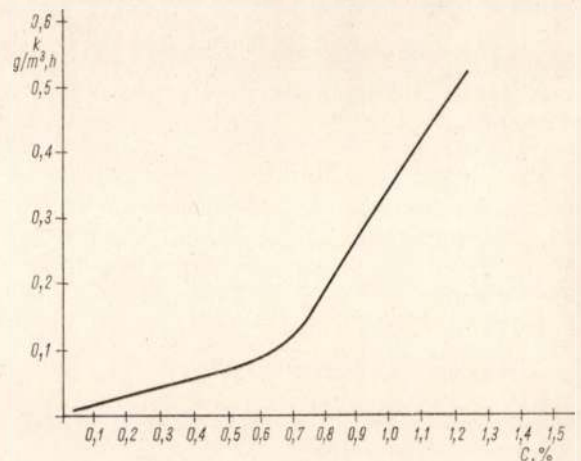
Így egyik lényeges jellemző a felhasznált szerkezeti anyag. Ez túlnyomó részben szénacél, ritkábban ötvözött acél vagy más fém (alumínium, réz stb.).

A szénacélok korróziójánál az a tapasztalat, hogy a korrózió sebessége a széntartalom függvényében változik. A kettő közötti összefüggést a 3. ábra mutatja. A korrózió 0,6 C% felett erősen növekszik.

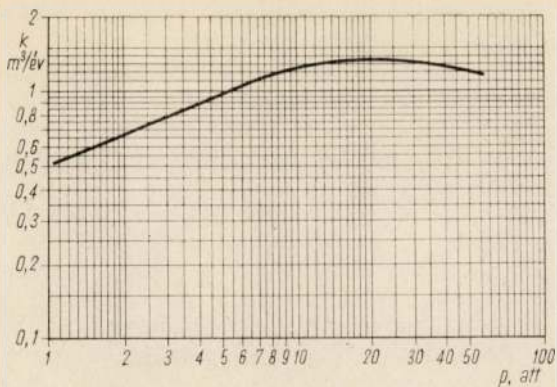
Jelentős befolyásoló tényező a nyomás. Azonos körülmények között a korróziósebesség kb. 30 atmoszféráig a nyomással arányosan nő. Ezen felül — annak ellenére, hogy a gáz parciális nyomása nő —, a diszociációs állandó csökkenése miatt a korróziósebesség is csökken, és 50 atmoszféránál a 10 atmoszférás korróziósebességet éri el. A korróziósebesség és nyomás közötti összefüggést a 4. ábrán olvashatjuk le. Az ábra hasonló az 1. ábrához.

A korrózió sebessége a nedvességtartalom függvényében is növekszik. Abban az esetben, ha a nedvességtartalom lecsapódik, a cső belső felületén kialakuló nedvességfilm az előzőekben ismertetett okok miatt elektrokémiai korróziót is okoz. Ha a nagy nedvességtartalom alacsony hőmérséklettel és nagy nyomással párosul, az 5. ábra szerint jég-, ill. hidrátképződés indulhat meg a csővezetékben, amely a cső elzáródását okozza.

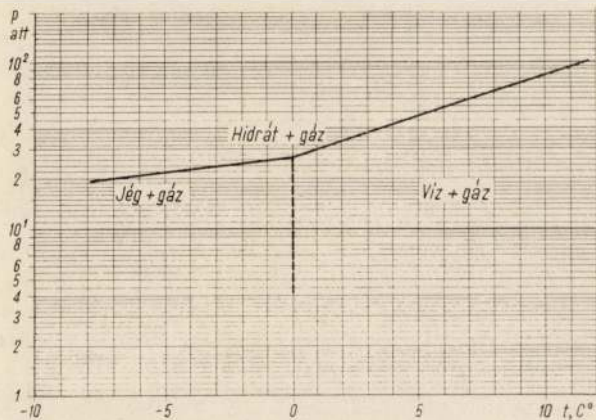
Ez az oka annak, hogy a későbbiekben ismertetett védekezési módok közül a nedvességtartalom csökkentése az egyik leghatásosabb módszer.



3. ábra  
A széntartalom hatása a korróziósebességre



4. ábra  
A nyomás és a korróziósebesség összefüggése

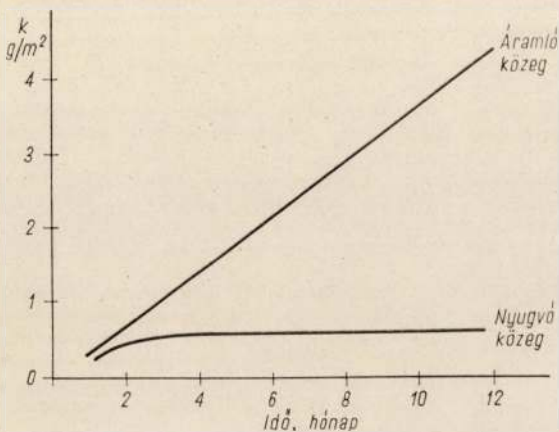


5. ábra  
Hidrátképződési állapotábra

A korróziósebességet a hőmérséklet emelkedése is növeli. A hőmérséklet emelkedésével a kémiai reakció sebessége is megnő.

A növekedés értékére jellemző az, hogy kb. 10 C° hőmérséklet-emelkedésnél a korrózió sebessége kétszeresére növekszik.

Befolyásolja a korróziót az is, hogy a széndioxid-tartalmú közeg nyugvó vagy áramló. A kettő közötti különbséget a 6. ábrán láthatjuk. A növekedés oka abban keresendő, hogy nyugvó közegnél nincs lehetőség az elektrolitban oldódó fémionok eltávozására.



6. ábra  
Korróziós közeg mozgásának hatása a korróziósebességre

Az ionkoncentráció növekedésével polarizációs jelenségek alakulnak ki, az áramló közeg azonban (főként folyadékánál) a polarizációt megakadályozza.

Ha az áramlási sebesség erősen nő, a kémiai reakció nem tud lefolyni, mert a reakcióidő nagyobb a rendelkezésre álló időnél. Az ilyen nagy sebességeknél már számolni kell a kavitációs hatással, valamint azzal a ténnyel, hogy a nagy sebességű közeg a korróziós terméket a felületről eltávolítja, és szabaddá teszi az utat a további korrózió előtt. Ez különösen irányváltási helyeken lép fel veszélyes mértékben.

A fenti tényezők változása természetesen egymásra is hatást gyakorol.

## 2. A korróziós hatás elleni védekezés módjai

### a) Megfelelő szerkezeti anyagok megválasztása

Ez a módszer az ötvöztött acélok magas ára miatt gyakorlatilag nem valósítható meg. Egyéb (műanyag, alumínium) anyagok felhasználása sem tudja megoldani korróziós problémáinkat, főként nagynyomású vagy magas hőmérsékletű helyeken.

Cr—Ni—Mo-acél felhasználása esetén 1% O<sub>2</sub>-adagolással lehet korrózióvédő passzív réteget létrehozni.

Kisebb igénybevételű helyeken PVC, polietilén stb. csövek alkalmazása megfelelő megoldást jelent.

### b) A széndioxid-tartalom csökkentése

A nedvességtartalom csökkentésével a korróziót nagymértékben csökkenthetjük.

A nedvességelvonás szilikagél, aktív alumínium-oxid, káliumkarbonát, különféle aminoszármazékok segítségével történhet. Ha hidrátképződés is várható, glikol-, metanoladagolással a fagyponit is csökkenthetők.

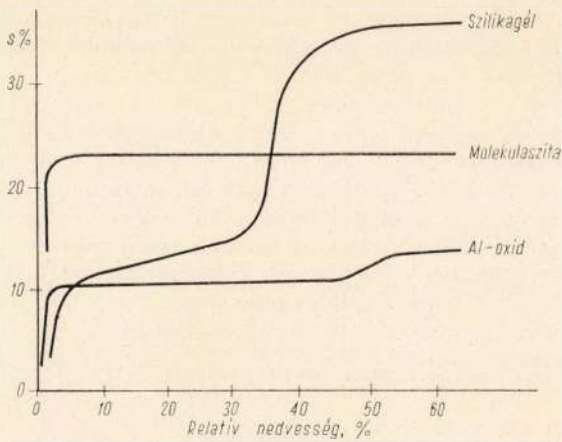
Jó módszer a molekulasziták alkalmazása is. Ezek nagy teljesítményű, regenerálható, nedvességelnyelő anyagok (zeolitok). Teljesítményükre jellemző, hogy 172 g/m<sup>3</sup> nedvességtartalmú gáz molekulaszitás szűrőn átbocsátva -73 C° harmatpontúra csökkenthető. Ezzel nemcsak a korrózióveszélyt csökkentettük minimálisra, hanem a hidrátképződést is megakadályozhatjuk. A nedvességkiválást a gáz melegítésével is el lehet érni, de ez a módszer csak kis kiterjedésű technológiákban gazdaságos.

A 7. ábrán a nedvességcsökkentő anyagok jellemző teljesítményét ábrázoltuk a relatív nedvességtartalom függvényében.

### c) Inhibitorok alkalmazása

Az inhibitorok olyan katalizátorok, melyek a korróziós folyamat megindulását megakadályozzák. Hatásmechanizmusuk különböző. Számtalan inhibitoranyagot gyártanak, ezek leggyakrabban aminoszármazékok.

Nagyon hatásosak; pl. a Gaz de France „Polarosamin” inhibitorát 0,5 g/l mennyiségben adagolva, olyan eredményt érhetünk el, mintha a nedvesség 95%-át elvontuk volna. Az inhibitorok adagolása egyszerűen végrehajtható; hatásukat a nyomástól függetlenül fejtik ki. Korróziógátló inhibitorokat különböző néven hazánkban is gyártanak.



7. ábra  
Nedvességelvonó szerek teljesítménye

#### d) Bevonatok

Csővek, tartályok korróziója védőbevonatok alkalmazásával megakadályozható.

A védőbevonatoknak nagyon sok fajtája létezik, egyedül a Farbwerke *Hoechst* AG hétfélét gyárt. A bevonatok katepoxgyanták, vinilgyanták, szilikon bevonatok lehetnek. A műanyagok ráolvasztásos eljárással is alkalmazhatók bevonatok céljára. A Telcon Plastic Ltd. már a 30-as évek végén por alakú poli-tilént állított elő bevonatok céljára. Ráolvasztásos eljárással PVC, polietilén, cellulózacetobitát porokat 1,5–2 mm vastagságban visznek fel a védendő felület-

re. Belső bevonatok készítésére műanyag fóliát is lehet alkalmazni (Penton fólia).

A belső bevonatok megjavítják a cső hidrodinamikai viszonyait. A bevonatok egyes fajtái földbe fektetett csövek esetén fektetés után is felhordhatók a felületre. Ilyenkor a felhordási költségek a lefektetés költségeinek negyedét teszik csak ki.

A belső bevonatok alkalmazásakor arra kell figyelemmel lenni, hogy vizes közegben egyes bevonatok hajlamosak a cső felületéről leválni (pl. a katepox).

A fentiekben ismertetett korróziós védekezési módok közül mindig a legcélszerűbbet kiválasztva, a korróziós károk minimálisra csökkenthetők.

#### Összefoglalás

A tanulmány a széndioxid-tartalmú gázok által okozott korrózió fizikai-kémiai okait tárgyalja az állapotjellemzők hatásával összefüggésben.

Tárgyaltuk a korrózió elleni védelem lehetséges módszereit, ismertetve az egyes módszerek hatásosságát és előnyeit. A tanulmány több gyakorlati összefüggést is tartalmaz.

E helyütt is köszönetet mondunk mindazoknak, akik tapasztalataikkal segítséget nyújtottak a tanulmány elkészítéséhez.

#### IRODALOM

- [1] Bock, M.: Corrosion prevention in gas condensate and sweet oil wells. *Petr. Engineer* 29 1 p. B111—122 (1957).
- [2] Carrier, J. E.: Ausserer und innerer Korrosionsschutz in erdgelegten Röhrenleitungen. *Gas, Wasser, Wärme* p. 258—265 (1955).

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Új csőgyártási eljárás a Szovjetunióban

A Szovjetunióban új csőgyártási eljárást dolgoztak ki, amely többféle közbelső munkafázist kiküszöböl, a hagyományos eljárásához viszonyítva 13%-kal csökkenti a gyártási költségeket és az acélcsővek jobb minőségét eredményezi. Az eljárás lényege, hogy oxigénkonverterekből folyékony acélt öntenek egy folyamatos extruderbe, amelyik tetszőleges hosszúságú acéltömböket produkál. A nyers öntvényt azonnal csövekké dolgozzák fel.

A Szovjetunió a világ legnagyobb acélcsőtermelője. Ez idei terve 12,3 millió t.

*Petroleum Times*, 1970. szept. 25.

D. S.-né  
(NIMDOK)

### Part menti bányászat 1800 m-es vízmélységben

Az elkövetkezendő évtizedben a part menti bányászat az 1200 és 1800 m-es vízmélységig fog előrehaladni. Próbaúrásokat végeztek már 1000 m-es vízmélységen keresztül 5480 m-es talpmélységig, s előkészületben van a 9000 m-es vízmélységen való áthatolás is. A fúrási költségek a tengermélység növekedésével természetesen aránytalanul jobban nőnek.

A 70-es években — költségcsökkentés céljából — a fúrási tevékenységet a víztükről a tengerfenékre kívánják áthelyezni. Így az időjárástól függetlenebbül dolgozhatnak és lényegesen rövidebb fúrórudazatok szükségesek. Folyamatban van egy 1800 m-es tengermélységben a tengerfenékre telepítendő fúrás terveinek előkészítése is.

*VDI-Zeitschrift*, 1970. 10. sz.

Borkó Rezső

### Bolgár—iraki együttműködés

1970. október 3-án egy, az iraki kőolajminiszter vezette küldöttség Szófiában szerződést írt alá, amelynek értelmében Bulgária 12 millió \$-os kölcsönt ad Iraknak, továbbá egy sor ipari és műszaki terv kivitelezésében is segítséget nyújt. A kölcsön visszafizetése 500 000 t iraki kőolaj szállításával történik évi 2,5% kamatot figyelembe véve.

*Erdöl-Dienst*, 1970. okt. 15.

D. S.-né  
(NIMDOK)

### 500 000 tonnás szuper-tankhajók

Rövidesen 500 000 tonna űrtartalmú szuper-tankhajók építése várható. Befejeződtek ugyanis egy 300 000 tonnás tankhajó üzembe helyezésének előkészületei. A British Ship Research Association (BSRA) újabban komoly vizsgálatokat folytat a hajóegységek rendkívüli növekedését illetően. A BSRA szerint a legutóbbi 4 év alatti ugrásszerű fejlődést (70 000 tonnás egységekről 300 000 tonnásra) nem előzte meg elegendő kísérlet és kutatómunka.

Éppen ezért a törzskonstrukciók igénybevételét analízis alá vették; a veszélyes részek számítógépes segítségével kimutathatók. Hasonló vizsgálat alapján erősítették meg még az építés alatt az „Essonort Numbria” 253 000 tonnás tankhajót. A *Science Journal* értesülése szerint a Shell cégnek az a véleménye, hogy 200 000 t az optimális tankhajóméret, költségmegtakarítás vonatkozásában is.

*VDI-Zeitschrift*, 1970. 10. sz.

Borkó Rezső

# Mélyégi vizek analitikája és geokémiája 6. r.

RÉTI SÁNDOR

A kőolajtároló rétegek vizei rendszerint jelentős mennyiségű bórsavat tartalmaznak, melynek meghatározása geokémiai szempontból is jelentős. A szerző ismerteti a meghatározási módszer tökéletesítésére irányuló vizsgálatait. A vizsgálatok eredményei — a bemutatott titrálási görbék — szerint a méréshez alkalmazandó legmegfelelőbb aktiváló reagens a mannit, legmegfelelőbb kiindulási és végső  $p_H$ -érték 8. Az így kapott titrálási eredményeket — a számítások és mérések alapján — 1,09-dal (nagyobb pontossági igény esetén a 2. táblázatban szereplő faktorial) kell szorozni. A szerző az eddig elvégzett mérések alapján ismerteti és geokémiai szempontból értékeli az egyes magyarországi medencék különböző geológiai szintjeiből származó rétegvizek átlagos bórsavtartalmát.

## Rétegvizek bórsavtartalmának meghatározása potenciometriás módszerrel

A bórsav a mélyégi vizek igen fontos mikrokomponense; geokémiai értékelésekhez mind abszolút koncentrációját, mind más komponensekhez viszonyított mennyiségét felhasználják. A kőolajtároló rétegek vizei rendszerint jelentős mennyiségű bórsavat tartalmaznak, koncentrációjuk a több száz mg  $HBO_2$ /l-t is eléri. (Összehasonlítás céljából: a tengervíz bórsavtartalma csak mintegy 20 mg/l, ami alig haladja meg a földkéreg átlagos bórtartalmát.) Az olajtelepek rétegvizeinek magasabb bórtartalma — Schoeller [1] szerint — a biogén anyagoknak az olajtartalmú kőzetekben történő feldúsulásával, egyes esetekben pedig vulkanikus eredetű kőzetekkel való érintkezésükkel magyarázható.

A rétegvizek bórsavtartalmának mérését néhány éve végezzük laboratóriumunkban részben a klasszikus

indikátoros, részben potenciometriás módszerrel. Szükségessé vált a meghatározási módszer felülvizsgálata és tökéletesítése, valamint egybekapcsolása a többi gyenge sav meghatározására kidolgozott módszereinkkel [2]; az alábbiakban az ezzel kapcsolatos vizsgálatainkat ismertetjük.

A bórsav igen gyenge sav, első disszociációállandója  $5 \cdot 10^{-10}$ . Ebből következik, hogy a szokásos körülmények között túlnyomórészt szabad sav formájában van jelen a rétegvizekben. Az 1. ábráról leolvashatjuk, hogy különböző  $p_H$ - és ionerősség ( $\mu$ ) értékeknél a bórsav hány molszázaléka van jelen szabad sav alakjában (a többi borát-ion). Bár a metabórsav ( $HBO_2$ ) vizes oldatokban gyorsan ortobórsavvá ( $H_3BO_3$ ) alakul át, a vízelemzéseknél a bórsav mennyiségét  $HBO_2$  formájában szokták megadni.

A bórsav leggyakrabban alkalmazott meghatározási módja [3, 4, 5] azon a sajátságán alapszik, hogy a több hidroxilcsoportot tartalmazó szerves vegyülettel (ún. polialkoholokkal, mint a glicerin, cukoralkoholok, cukrok) közepes erősségű komplex savakat alkot első komplex képződése folytán. A leggyakrabban alkalmazott aktiváló reagenst és a megfelelő komplex savak disszociációállandóját az 1. táblázat mutatja be.

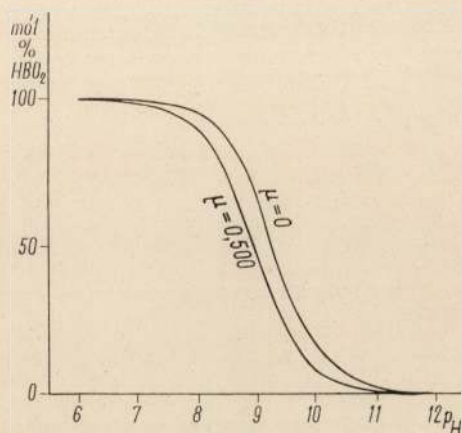
1. táblázat

A bórsav acidimetriás meghatározásához alkalmazott aktiváló reagenst és a keletkező komplex savak disszociációállandója

Kompleképző	$K_d$
Glicerin	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Fruktóze	$4,9 \cdot 10^{-6}$
Glukóze	$4,1 \cdot 10^{-7}$
Mannit	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Szorbit	$1,5 \cdot 10^{-5}$

(Megjegyzés: A fruktózet rendszerint invert cukor formájában szokták alkalmazni, a vele együtt a cukoroldatban jelen levő glukóze aktiváló hatása egy nagyságrenddel kisebb — lásd a táblázatot —, és így hatása a fruktózéé mellett elhanyagolható.) Ez az eljárás lehetővé teszi a bórsav meghatározását erős savak mellett is: először meghatározzuk az erős savak mennyiségét, majd aktiválás után a bórsavat.

A klasszikus metodika [3] az erős savak titrálásához metilvörös vagy metilnarancs, a bórsav titrálásához fenoltalein indikátor alkalmazását javasolja. Így a titrálás kiindulási  $p_H$ -ja 4–5, a végpont  $p_H$ -ja kb. 9. Erre azért van szükség, mert egyrészt az igen gyenge bórsavnak is 7-es  $p_H$ -nál (az ionerősségtől függően) még csak 98,5–99,4%-a van szabad sav formájában, másrészt a bórsav-komplexek is csak közepes erősségű savak, és így a végpont  $p_H$ -ja 8 körül van. Mindebből



1. ábra  
Bórsavoldatok szabad savtartalma a  $p_H$  és az ionerősség ( $\mu$ ) függvényében (az összbórtartalom mól%-ában)

következik, hogy a bórsav titrálásakor pontos eredményt aktiváló reagens alkalmazása esetén is csak akkor kaphatunk, ha a kiindulási oldat  $p_H$ -ja legfeljebb 6, a végpont  $p_H$ -ja pedig legalább 8.

Rétegvizek elemzésénél azonban a kiindulási és a végpont  $p_H$ -nak meg kell egyeznie, mert különben az egyéb gyenge savak (elsősorban a szerves savak) és a gyenge bázisok (elsősorban az ammónia) mennyiségének egy részét is mérnénk, és ez a mérési eredményt meghamisítaná. Ezért általában azt a megoldást kell választani, hogy a vízminta  $p_H$ -ját egy meghatározott értékre beállítva az oldathoz azonos  $p_H$ -jú aktiváló reagenst adunk, majd lúggal a kiindulási  $p_H$  eléréséig titrálunk. Az alábbiakban az eljárás két változatát ismertetjük.

A bórsav meghatározását előnyösen az összlúgoság és a szerves lúgoság mérése után végezhetjük el, ez utóbbi meghatározások menetét korábbi közleményünkben [2] ismertettük részletesen. A bórsav méréséhez is leghelyesebb a karbonátmentes baritlúgot alkalmazni. (Bár a báriumborát vízben kevésbé oldódik, az oldhatóság még 0,1 n méretben is elegendő ahhoz, hogy zavaró csapadékképződés a titrálás során ne következzen be. Ez a tény részben azzal magyarázható, hogy a bórsav 8-as  $p_H$ -nál is túlnyomórészt szabad sav, az aktiváló reagens hozzáadása után pedig stabil komplex formájában van jelen az oldatban és így a borátkoncentráció az egész titrálás folyamán csak néhány százaléka a bórsav összkoncentrációjának.)

Vizsgálatainkhoz aktiváló reagensként részben invert cukrot, részben mannitot alkalmaztunk. A célra mindkettő jól bevált, mi a mannitot tartjuk némileg előnyösebbnek, mert könnyen beszerezhető analitikailag tiszta minőségben, nem igényel előzetes kezelést (a cukrot invertálni kell), s állás közben nem savanyodik, mint a cukor. Az invert cukor hátránya még az is, hogy az aktív fruktóze mellett — gyakorlatilag ballasztanyagként — azonos mennyiségben tartalmaz glukózt, így az oldat igen sűrű, a szükséges  $p_H$  beállítása nehezen végezhető el, és általában figyelembe

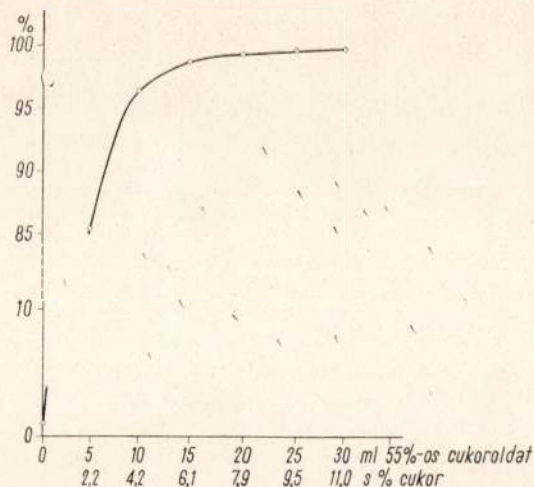
kell venni a külön meghatározott vakfogyást. A mérésekhez alkalmazott 55%-os cukoroldatot a [3] szerint készítettük el; a mannitnak 15%-os oldatát alkalmaztuk.

A meghatározási módszer alábbiakban ismertetendő két változata a kiindulási és végpont  $p_H$ -értékeiben tér el egymástól.

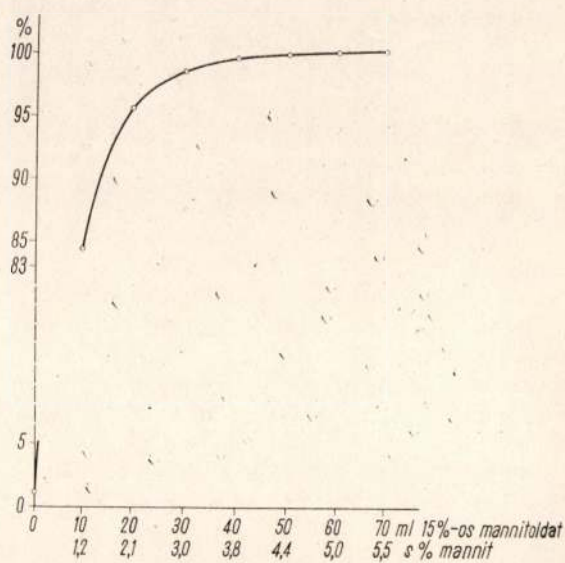
### 1. A kiindulási és a végpont $p_H$ 7

A lúgoságok meghatározása után az oldat  $p_H$ -ját 7-re állítjuk be, majd 7-es  $p_H$ -jú aktiváló reagenst adunk hozzá, és az oldat  $p_H$ -ját, 0,02 n  $Ba(OH)_2$ -dal titrálva, ismét 7-re állítjuk. Ezután az aktiváló reagens adagolását és a 7-es  $p_H$ -ig történő titrálást addig ismételjük, míg az oldat  $p_H$ -ja gyakorlatilag változatlan marad. A 2. és 3. ábrán azt tüntettük fel, hogy növekvő mennyiségű komplexképző hozzáadása után a titráláshoz fogyott lúg mennyisége hány %-a a számított értéknek. Az ábrákból kitűnik, hogy 100 mg  $HBO_2$ /l koncentrációhoz gyakorlatilag elegendő a megtitrált oldatra vonatkoztatva a 8 s.% invert cukor (100 ml kiindulási oldatra 20 ml 55%-os cukoroldat), ill. 4 s.% mannit (40 ml 15%-os mannitoldat) jelenléte. Látható, hogy ilyen nagy aktiválóreagens-koncentráció esetén a bórsav 7-es  $p_H$ -nál is gyakorlatilag kvantitativ megtitrálható.

Az előírás szerint 7-es kiindulási  $p_H$ -tól az aktiváló reagens hozzáadása után 7-es végpont  $p_H$ -ig titrálva 8 s.% cukor jelenlétében  $98,9 \pm 0,6\%$ ; 4 s.% mannit esetén  $98,4 \pm 0,7\%$  eredményt kaptunk. A titrálás pontossága így gyakorlati szempontból kielégítő; a 100%-nál némileg kisebb eredményt részben a kiindulási 7-es  $p_H$ -nál borát alakban jelenlevő 0,6—1,3% (az ionerősségtől függően) rész, részben a 7-es végpont  $p_H$ -nál még titrálatlanul maradó bórsavrész okozza. (Mivel az eltérés rendszeres hibának tekinthető, az eredményt a szorzófaktor — mintegy 1,02 — alkalmazásával javíthatjuk.)



2. ábra  
Bórsav potenciometriás titrálása; végső  $p_H$  érték 7, aktiváló reagens: invert cukor



3. ábra  
Bórsav potenciometriás titrálása; végső  $p_H$  érték 7, aktiváló reagens: mannit

A lúgosságok meghatározása után az oldat  $p_H$ -ja 8; 8-as  $p_H$ -jú aktiváló reagens hozzáadása után 0,02 n  $Ba(OH)_2$ -dal titrálva az oldat  $p_H$ -ját ismét 8-ra állítjuk. A 4. és az 5. ábra a komplexképző növekvő kon-

A borsav borát alakban jelenlevő hányada 8-as  $p_H$ -nál (%-ban, az ionerősség függvényében) és a titrálás eredményének kiszámításához alkalmazandó szorzófaktor

$\mu$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
[BO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ] <sup>o</sup> %	számított	4,8	6,8	7,8	8,7	9,5	10,3
	mért	—	6,6	7,6	8,4	9,5	10,8
faktor	1,05	1,07 <sup>b</sup>	1,08 <sup>b</sup>	1,09 <sup>b</sup>	1,10 <sup>b</sup>	1,11 <sup>b</sup>	

(Megjegyezzük, hogy gyakorlati szempontból kielégítő pontosságú eredményt kaphatunk egységes 1,09 szorzófaktor alkalmazásával is.)

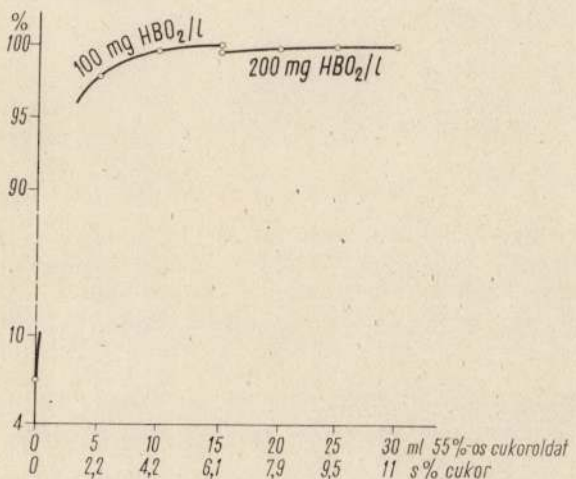
A 3. táblázatban két rétegvíz elemzési adatait mutatjuk be különböző titrálási (kiindulási és végpont)  $p_H$ , ill. aktiváló reagens alkalmazása esetén; a különböző módszerrel kapott eredmények, a mérési hibahatáron belül, jó egyezést mutatnak.

3. táblázat

Rétegvizek borsavtartalmának mg HBO<sub>2</sub>/l meghatározása az aktivációs potenciometriás módszer különböző változataival

Titrálási $p_H$	8 (korrekciós faktor: 1,08)		7		
	2 s. % mannit	4 s. % cukor	4 s. % mannit	8 s. % cukor	
A vízminta jele	DK-114.	57,8	57,8	56,4	57,6
	DK-138.	64,9	63,9	64,7	64,8

Megjegyzés: Mindkét vízminta ionerőssége 0,15 volt.



4. ábra

Borsav potenciometriás titrálása; végső  $p_H$  érték 8, aktiváló reagens: invert cukor

centrációjának függvényében mutatja a titrálás eredményét (a számított fogyást 100%-nak véve). Látható, hogy itt a gyakorlatilag kvantitatív eredmény eléréséhez lényegesen kevesebb aktiváló reagensre van szükség, mint 7-es  $p_H$ -ig titrálva. Tapasztalataink szerint a borsav-koncentráció növekedésével az aktiváló reagens szükséges mennyisége csak kis mértékben nő (lásd pl. a 4. ábrát).

Ugyanakkor e változatnál már semmi esetre sem hanyagolhatjuk el a kiindulási 8-as  $p_H$ -nál már borát alakban levő (más szóval „kötött, megtitrált”) borsavmennyiséget. E hányadot elméletileg a

$$[BO_2^-]_{\%} = \frac{100}{1 + \frac{[H^+] \cdot \text{num log}(-0,51 \sqrt{\mu})}{K_d}}$$

összefüggés alapján számíthatjuk ki, ahol

$[H^+]$  a hidrogénion aktivitása [= num log ( $-p_H$ ), jelen esetben  $10^{-8}$ ];

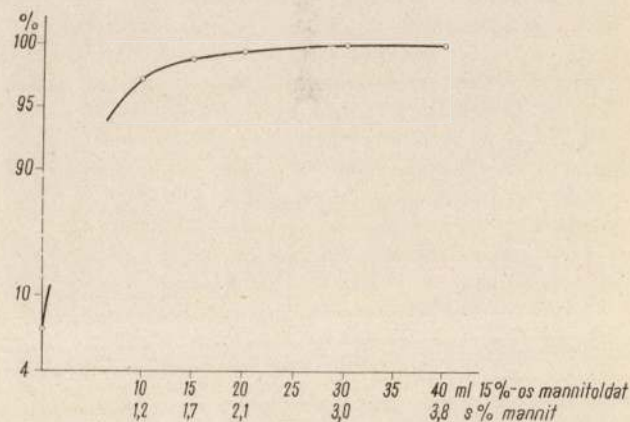
$\mu$  az ionerősség;

$K_d$  a borsav disszociációállandója.

A kísérletileg mért értékek átlaga kielégítően egyezett a számított értékkel (lásd a 2. táblázatot), a szórás mintegy 0,5% volt. A 2. táblázatban feltüntettük azt is, hogy a fenti jelenség következtében az ionerősségtől függően milyen szorzófaktorral kell javítani az előírás szerint elvégzett titrálás eredményeit.\*

A megfelelő szorzószám alkalmazásával a 4 s.% invert cukor jelenlétében  $99,8 \pm 1,0\%$ ; 2 s.% mannit esetén  $100,1 \pm 0,4\%$ -os eredményt kaptunk.

\* A hiba kiküszöbölésének más, az irodalomban [4] leírt módja: a mérőoldat titerét azonos körülmények között ismert koncentrációjú borsavoldatra állítjuk be.



5. ábra

Borsav potenciometriás titrálása; végső  $p_H$  érték 8, aktiváló reagens: mannit

Az ez ideig elvégzett rétegvíz-elemzési adatok alapján hazai mélyvizeink átlagos borsavtartalmát az egyes medencék geológiai szintjei szerint a 4. táblázatban foglaltuk össze. (Az alsópannon három víztároló szintjét római számokkal jelöltük: Alsópannon I. — felső homoklencsés szint; Alsópannon II. — középső homokos szint; Alsópannon III. — alapkonglomerátum [6, 7]. Algyón a felsőpannoniai alemelet alsó részét az egyéb vizelemzési adatok alapján két szintre lehetett felosztani [7], melyek a helyi jelölések szerint a Szőreg 1.—Szeged 1., illetve az Algyó 2.—Maros 6. rétegeket foglalják magukban. A táblázat adataiból kitűnik,

A magyarországi rétegvizek bórsavtartalma (mg HBO<sub>2</sub>/l)

Medence	Szint	Felsőpannon alsó része	Alsópannon			Miocén			Mezozoós	Paleo- zoós
			I.	II.	III.	szarmata	torton	helvét		
Dráva-medence			17,2	66,5	144,2		150,6			
Inke és környéke						198,1			328,8	
Dél-zalai medence				40,0					299,7	
Észak-zalai medence			45,6	73,3	121,4					
Balaton-Dél			22,0	52,4	60,7		90,5			
Lovászi			25,6		97,9		617,5			
Budafa				26,1			264,0			
Kisalföld		17,1	33,4	69,3	93,6		127,9		219,1	
Szank és környéke		25,1		97,3			75,3		128,7	
Algyő		36,4	72,2	—	123,4	126,1				
Pusztaföldvár				87,2	340,0					

hogy e két szint a bórsavtartalom alapján is jól elkülöníthető.)

Bár ez az összeállítás még nem tarthat igényt a teljességre, látható, hogy hazai — viszonylag kis sótartalmú — mélységi vizeink is rendszerint lényegesen nagyobb mennyiségű bórsavat tartalmaznak, mint a tervvíz. A bórsavtartalom általában növekszik a tárolóréteg települési mélységével; az egymás alatt elhelyezkedő szintek vizeinek bórsavtartalma közötti eltérés az esetek többségében matematikai-statisztikai szempontból [7] is szignifikáns. Mindebből következik, hogy a rétegvizek bórsavtartalma rétegzonosításra, illetve a rétegvizeknek a bórsavat gyakorlatilag nem tartalmazó ipari vizektől való megkülönböztetésére is felhasználható.

A bórsav az összes sótartalom nem elhanyagolható részét képezi az olajtároló rétegek vizeiben; így a Dráva-medencében 0,45—0,96 mól%, míg az egyébként kis sótartalmú, lúgos algyői vizekben 1,98—3,67 mól% az összes sótartalomban a bórsav mennyisége. A bórsavtartalom abszolút értéke rendszerint növekszik a vizek összes sótartalmával (mely utóbbi általában szintén növekszik a vízáadó szint települési mélységével). Ez a tapasztalat ellentétben áll Bagirzade és munkatársai megfigyeléseivel [8], akik a cselekeni olajmezőn a bórtartalom növekedését észlelték a rétegvizek általános ásványosodásának csökkenésével.

Geokémiai szempontból érdekes megvizsgálni a bórsav és a klórtartalom viszonyát (B/Cl) is a rétegvizekben.

A tengervíznél ez az érték  $2,4 \cdot 10^{-4}$  g/g, míg a kőolajtelepek rétegvizeinél általában ennél magasabb [1]. Hazánkban a Dráva-medence Alsópannon I., Alsópannon II. és Torton szintjeiben rendre  $4,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $2,9 \cdot 10^{-3}$ ; illetve  $3,1 \cdot 10^{-3}$  g/g; az algyői Felsőpannon I. és II. valamint az Alsópannon II. és III. szintekben pedig  $95 \cdot 10^{-3}$ ;  $41 \cdot 10^{-3}$ ;  $35 \cdot 10^{-3}$ , illetve  $7,7 \cdot 10^{-3}$  g/g a rétegvizek B/Cl hányadosának átlagos értéke.

## IRODALOM

- [1] Schoeller, H.: Geochimie des eaux souterraines. Paris, Soc Editions, 1956.
- [2] Réti S.—Madarász né Kozák R.: Mélységi vizek analitikája és geokémiája 5. r. Gyenge savak (ill. anionjaik) meghatározása rétegvizekben. Kőolaj és Földgáz 8 p. 242—247 (1970).
- [3] Erdy L.: Bevezetés a kémiai analízisbe. II. Tértfogatos módszerek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
- [4] Nemodruk, A. A.—Karalova, Z. K.: Analiticeszkaja himija bora. Moszkva, Nauka, 1964.
- [5] Nazarenko, V. A.—Jermak, L. D.: Optimal'nije uszlovija alkalimetriczeszkogo opredelenija bornoj kiszlotu v vide komplekszov sz poliokszizsoedinenijami. Zavodszkaja Laboratorija 3 p. 257—260 (1968).
- [6] Körössy L.: Entwicklungsgeschichtliche und paläogeographische Grundzüge des ungarischen Unterpannon. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 12. 1—4. p. 199—217 (1968).
- [7] Tóth—Réti—Pethő: Komplex geokémiai vizsgálatok. OGIL jelentés, III. k. (1969).
- [8] Bagir-Zade—Kuliev—Molcsanov: Oszobennosztí raszpredelenija nekotoruh mikroelementov v podzemnuh vodah szredneplicenovuh otlozsenij plocszadej Neftjanue Kamni i Cseleken. Izv. VUZ Neft' i Gaz 11 p. 13—16 (1968).

## A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Tanulmányúton az Österreichische Mineralölverwaltung AG schwechati finomítójában

Az Österreichische Mineralölverwaltung AG (ÖMV) Ausztria egyetlen jelentős kőolajipari vállalata. Egy nagy finomítója van Schwechatban, melyben kb. évi 4,3 millió t olajat dolgoznak fel. A feldolgozott olajból mintegy 2 millió t importból származik.

A jelenlegi finomítót 1958-ban kezdték építeni a régi finomító helyén. Az új üzemek elkészülte után a régieket sorra lebontották.

A finomító a következő üzemekből áll:

atmoszferikus desztilláló	2 × 2000 ezer t/év
vákuumdesztilláló	1200 ezer t/év
benzinkéntelenítő és -reformáló	350 ezer t/év
katalitikus krakkoló	
70%-os konverzió esetén	500 ezer t/év
55%-os konverzió esetén	750 ezer t/év

gázolaj-kéntelenítő	200 ezer t/év
gázsztválasztó	240 ezer t/év
ferrofiner (kenőolaj-hidrogénező üzem)	40 ezer t/év
etilénüzem	70 ezer t/év
bitumenfűtató	6 ezer t/év

kapacitással.

A katalitikus krakkolóhoz kapcsolódik még a Merox-üzem, melyben az összes krakkbenzint és közvetlen lepárlású benzint merkaptánmentesítik. A hidrogénező üzemekben képződő kénhidrogént a gázokból kimossák és Claus-üzemben kénre dolgozzák fel.

Ezeket kívül 1969 őszén megkezdtek egy újabb 3,8 millió t/év kapacitású atmoszferikus desztilláló építését, melynek terv szerint 1970 őszén kell termelésbe lépnie.



Az üzem telepítése a mi üzeminkhez képest szoros, mert így mind a beruházásban, mind pedig az üzemeltetésben jelentős megtakarítást értek el.

Az üzemnek saját erőműve van, de biztonsági szempontból a városi áramhálózatra is rá van kötve. Az üzem gőz-, víz-, fűtőgáz-, komprimáltlevegő-ellátása is az erőműhöz tartozik.

Az üzemben termelt különböző benzinekből kétféle motorbenzint kevernek össze: a 88-as Research oktánszámú normálbenzint és a 98-as Research oktánszámú szuperbenzint. Minőségi előírásai olyanok, hogy az megfelel az ausztriai töltőállomásokkal rendelkező összes nyugati cég előírásainak. A gőznyomás beállítására butánt, az oktánszám beállítására a normálbenzinekhez ólomtetráit, a szuperbenzinekhez ólomtetrámetilt adagolnak. Az osztrák cégek benzinkútjai részére eladott szuperbenzinekbe még jegesedésgátlót is kevernek.

Repülőgép-turbomotorok részére a kb. 100—250 °C forráshatárú JP-4 jelű és a kb. 200—290 °C forráshatárú ATK jelű termékeket gyártják. Előírásai igen szigorúak, de ezzel egyidejűleg biztosítják azt is, hogy a schwechati nemzetközi repülőtéren leszálló valamennyi repülőgép részére megfelelő üzemanyag álljon rendelkezésre.

Gázolajból téli és nyári minőséget hoznak forgalomba, melyek csak a dermedéspontban térnek el egymástól. Az előírás szerinti kéntartalom 0,5 súly%, azonban a 0,3 súly%-ot ritkán lépik túl. A háztartási tüzelőolaj minőségi előírása csaknem megegyezik a gázolajéval. Adókedvezmény miatt színezik. Nagyobb fűtőberendezések részére könnyű, közép és nehéz fűtőolajfajtákat állítanak elő.

Kenőolaj-választékuk igen nagy. Ezeket részben a matzeni, részben pedig importolajból állítják elő. A nafténbázisú matzeni olajjukkal igen kényelmes helyzetben vannak, mivel az ebből származó párlatok sem oldószerezrel nem kell finomítaniuk, sem paraffintalanításukra nincs szükség. A gondosan elkészített párlatokat a Ferrofining üzemben színjavítás céljából enyhén hidrogénezik. Az importból származó párlatokat bémunkában Magyarországon finomítatják és paraffintalanítatják. Mind a matzeni, mind pedig az importolajból csak kevés számú alapolajat állítanak elő, és ezekből keveréssel és adagolással készítik el a kész kenőolajok széles választékát.

Az üzemhez hatalmas tartálypark tartozik, mely Európa legnagyobb tartályparkja. Ez részben közvetlenül a finomító mellett van, részben pedig a finomítóval szemben a Duna bal partján, Lobau község mellett. A tartálypark megoszlása a következő (ezer m<sup>3</sup>-ben):

	Schwechat	Lobau	Összesen
Kőolaj	234	146	380
Folyékony gáz	13,9	—	13,9
Motorbenzin	—	194	194
Egyéb benzin	82	—	82
Petróleum és turbina-üzemanyag	25,1	—	25,1
Diesel-olaj	—	216	216,0
Kenőolaj	25,1	—	25,1
Fűtőolaj	347,6	3,2	350,8
Bitumen	40,4	—	40,4
Összesen	768,1	559,2	1237,3

Ezek a számok körülbelül azt jelentik, hogy kőolajból 1 havi motorbenzinnél, Diesel-olajból és fűtőolajból 2 havi készletet tudnak tárolni. Ez a viszonylag hatalmas tartálypark lehetővé teszi, hogy az üzemet tartósan egyenletesen működtethessék és csak ritkán kelljen a termelés módját megváltoztatni. Ez a megoldás jelentősen hozzájárul a gazdaságos termeléshez.

A vállalat nemcsak a feldolgozás területén tartja szem előtt a korszerűséget, hanem a termékek keverésében és elszállításában is. A lobau tartályparkot központi műszerteremből irányítják, mely a következő feladatokat látja el: a tartályok töltését és ürítését, hőmérsékletének és szintjének mérését, a benzinkeverést végző „In Line Blending System” működtetését. A nagymértékű távirányítás és automatizálás folytán a tartályparkot kisszámú kezelőszeméllyel tudják kiszolgálni.

A vasúti kocsik töltésére automata töltőállomást, ún. „On spot” berendezést építettek. A berendezés két vágány közé van beépítve és az ezekre rátolt két kocsisort egyszerre tudja tölni. A kocsik mozgatása és töltése teljesen automatikus. Normál- és szuperbenzin, tüzelőolaj és Diesel-olaj egymás után bármilyen sor-

rendben, keveredés nélkül tölthető. Egy 40 tonnás vasúti koci megtöltése kb. 12 perc. Ez azt jelenti, hogy óránként mintegy 400 t terméket lehet a tartálykocsikba feltölteni. A berendezés kiszolgálásához műszakonként 4—5 fő szükséges. Az automata a megtöltött kocsikhoz tartozó szállítólevélre minden olyan számot rányomtat, amely a gépi könyveléshez és adatfeldolgozáshoz szükséges.

Nagy, mintegy 30 töltőhelyből álló tartályautó-töltő állomást is építettek, mely jelentős mértékben automatizált. A töltést központi épületből irányítják. Minden töltőhelyhez egy töltőoszlop tartozik. Ez adagolja 130—1300 l/min sebességgel a töltés megkezdése előtt beállított értéknek megfelelő mennyiséget, és rányomtatja a szállítólevélre a gépi könyveléshez és adatfeldolgozáshoz szükséges adatokat. A telepről évente több mint 1 millió t fehérarut szállítanak el tartályautóval.

A finomító laboratóriuma jól fel van szerelve műszerekkel, melyek közül sok automatikus. Az évek során szerzett tapasztalatok, valamint az egyenletes, változtatás nélküli üzemvitel lehetővé tette, hogy az üzemeltetéshez és ellenőrzéshez szükséges mintavételek és vizsgálatok számát jelentősen csökkentésék. Emiatt az ellenőrzési feladatokat kis létszámmal el tudják látni.

A finomító mellett önálló egységként működik a „Laboratorium Verarbeitung”, melynek feladata elsősorban a termékfejlesztés, de bonyolultabb és drága műszereivel rendszeresen végez vizsgálatokat az üzem részére is. E laboratórium feladata még a reklamációs ügyek intézése is. A laboratórium bitumen-rezlegének egyik fő feladata a szerződések alapján a bitumენ felhasználásának rendszeres ellenőrzése, elsősorban az útépítő iparban. Az építési helyekről vett mintákat alaposan megvizsgálják és a vizsgálatok eredményéről az építési helyeket tájékoztatják. Hibák esetén szaktanácsot adnak.

A termékfejlesztési munkákban a lobau motorkísérleti állomás is részt vesz. Benzinjeiket országúton és görgős fékpadon vizsgálják. Ugyanilyen módon vizsgálják és térképezik fel az országos gépkocsipark oktánszámigényét is. Fékpadokon és egyéb olajvizsgáló berendezéseiken a kenőolajjaikat vizsgálják. Ezeket a méréseket fékpadra szerelt motorban izotópos mérésekkel is kiegészítik.

Termékfejlesztési munkáik jelentős részét a különböző konkurens cégek kőolajipari termékeinek vizsgálata teszi ki. A vizsgálatok alapján teljes átfogó képet tudnak alkotni arról, hogy az egyes cégek milyen komponensekből, milyen adalékkal, milyen minőségben állítják elő a termékeiket. Az így alkotott kép alapján a saját adottságaik és lehetőségeik figyelembevételével jól ki tudják tűzni fejlesztési céljaikat.

Fejlesztési tevékenységük alapszemlélete, hogy nem céljuk új technológia kifejlesztése, inkább megvásárolják a kész, megbízható eljárásokat, mivel az gazdaságosabb.

A vállalat sok gondot fordít új mérnököknek a betanítására. Az egyetemről kikerült mérnökök betanítási ideje általában 1 év. Ez alatt az idő alatt a finomító valamennyi jelentősebb részlegében általában 1—1 hónapot töltenek el, beleértve a laboratóriumot, termelési osztályt és a technológiát is. Végleges beosztásukat a betanítás után kapják csak meg. A betanítás ideje alatt teljes fizetésüket folyósítják. Idősebbek felvételénél a betanítási idő a korábban szerzett tapasztalatoktól függően rövidebb lehet. Laboránsaik részére hároméves tanfolyamokat szerveznek, mely a mi iparitanuló-képzésünkhöz hasonló.

A finomító és az egész vállalat adatfeldolgozásában már hosszabb ideje jelentős szerepet játszik a számítógép. Nagy energiát fektetnek abba, hogy a számítógépet minél inkább bevonják a termelésbe és termelésirányításba.

Hiányos lenne beszámoló, ha az ÖMV büszkeségéről, kőolajipari kiállításokról nem emlékeznék meg. A vállalat Taborsstrasse-i irodaházában nagyon ügyesen összeállított kiállítást rendeztek, amely laikusoknak is jó áttekintő képet ad a kőolaj keletkezéséről, a földkéregben való elhelyezkedéséről, a kutató mérésekről és vizsgálatokról, fűrésről, olajtermelésről és -feldolgozásról, valamint az ezekhez szükséges fontosabb készülékekről és berendezésekről. Terepasztalok, makettek, mozgó fényképek teszik szemléletessé a kiállítást.

Beszámolómban igyekeztem átfogó képet adni egy Magyarországhoz hasonló nagyságú ország fejlett kőolajipari vállalatáról. Úgy gondolom, hogy a figyelmes olvasókban e beszámoló olvasása során merülnek fel olyan gondolatok, melyek valóra váltása kőolajiparunkra hasznos lehet.

Sass Lóránt

okl. vegyész-mérnök  
(Nagynyomású Kísérleti Intézet,  
Budapest)

# AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

## A 8. Kőolaj-Világkongresszus

Moszkva, 1971. június 13—19.

A négyévenként rendezett Kőolaj-Világkongresszusok sorában az 1971. június 13—19-e között, a szovjet fővárosban lezajló, s a világ kőolajipari szakembereit összetoborzó seregszemle minden bizonnyal a legnagyobb lesz az eddigi hasonló összejevetelek történetében.

Első ízben kerül szinte egyetlen helyen lebonyolításra ez a találkozó: a Vörös tér közelében levő Roszszija szálló hatalmas épületkomplexumában, ahol mintegy 3000 külföldi vendég elhelyezését biztosítják.

A három fő előadóterem, a kongresszusi iroda, bank- és pénzváltó központ, éttermek, kávézó-eszpresszók, postahivatal, a kongresszusi kiadványok megrendelését is elfogadó nyilvános könyvkereskedés, valamint a hölgyprogram központja, mind a világ ez idő szerinti legnagyobb szállójában lesz megtalálható.

A kongresszust 1971. június 13-án, vasárnap 16 órakor a Kreml kongresszusi palotájában nyitják meg ünnepélyesen, mely után *V. D. Sasin*, a Szovjetunió kőolaj-termelési minisztere „A kőolajipar a Szovjetunióban” címmel tart előadást. A megnyitó ünnepséget zenei program és hidegbüfé álló fogadás zárja le. A június 19-i, szombati záróülést ugyancsak a Kreml kongresszusi palotájában tartják.

A megnyitást követően hétfőtől kezdve a Roszszija szállóban naponta 9—10 óra között párhuzamosan három helyen ún. *áttekintő előadások* (Review Papers), majd félórás szünet után 10.30—12.45 óráig ugyancsak három helyen ún. *keretvíták* (Panel Discussions) tartanak. A kétórás ebédszünetet két teremben ismét keretvíták követik, míg a harmadik teremben ún. *különleges előadásokra* (Special Papers) kerül sor.

A 3000-et meghaladó számú külföldi jelentkezőket a Roszszija szállóval azonos rangú szállodákban helyezik el. A költségek személyenként és naponként: egyágyas szobában 23, kétágyasban 17 Rbl, amiben a reggeli, továbbá ebéd vagy vacsora, valamint az érkezési helyről és helyre való egyszeri szállítás is bentfoglaltatik. 1 rubelt általában 1 USA-dollár értékkel számolnak.

A kongresszusra való jelentkezés legutolsó időpontja 1971. május 13.

A kongresszust követően a Szovjetunió legkülönbözőbb területeire 8, repülőgéppel vagy vonattal lebonyolítandó közös kirándulást, körutazást szerveznek, mely 1971. június 20-án reggelivel kezdődik. A kirándulások költségében a szállás, napi háromszori étkezés, napi két kirándulás útiköltsége, a színház- és üzemlátogatások belépődíja is bentfoglaltatik.

A kirándulások költségeinek 50%-át egyedi utazásoknál a kongresszus kezdete előtt egy hónappal, csoportos utazásnál két hónappal kell az Inturiszt szovjet utazási irodának befizetni.

A kirándulások időpontját, útirányát, s egy főre eső költségeit az alábbiakban ismertetjük.

A kongresszus előadásainak szekciónkénti részletes ismertetésére, az egyes szekciók elnökeinek, előadói-

### 1. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Taskent—Buhara—Szamarkand—Moszkva  
241 Rbl.

### 2. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Krasznodar—Szocsi—Moszkva  
160 Rbl.

### 3. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Kazan—Al'met'eszki—Moszkva  
147 Rbl.

### 4. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Volgograd—Baku—Moszkva  
181 Rbl.

### 5. körutazás

1971. VI. 20—VI. 23.

Moszkva—Jaroszlavl'—Moszkva  
63 Rbl.

### 6. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Leningrád—Moszkva  
124 Rbl.

### 7. körutazás

1971. VI. 20—VI. 26.

Moszkva—Tallin—Tartu—Pszkov—Moszkva  
127 Rbl.

### 8. körutazás

1971. VI. 20—VII. 2.

Moszkva—Szamarkand—Buhara—Taskent—Baku—Szocsi—Moszkva  
311 Rbl.

nak, az előadások tematikájának felsorolására — azok végleges lerögzítése után — egy későbbi számunkban még visszatérünk. Az üléstermek szimultán tolmácsberendezésekkel lesznek felszerelve; a hivatalos nyelv: angol, francia, orosz.

Az Elsevier Publishing Co., Ltd. (22. Rippleside, Commercial Estate, Barking, Essex, England) cég által kiadásra kerülő, s ott máris megrendelhető 6 kötet kiadvány („Proceedings”), továbbá mintegy 40 előnyomat tartalmazza majd az elhangzott előadásokat és az előre bejelentett hozzászólásokat.

B. B.

VADÁSZ ELEMÉR-rel a magyar gyakorlati bányaföldtan egyik nagy egyénisége távozott körünkéből.

Bár eredetileg az öslénytan tudományos művelőjének készült, a kényszerítő körülmények a gyakorlati földtan felé irányították, és a gyakorlati munka közben szerzett mélyreható és sokoldalú ismeretek érlelték benne a későbbi nagy tudású elméleti tudóst.

Egyetemi tanulmányait 1906-ban fejezte be, és 1907-ben doktorált, majd *Koch Ferenc* professzor intézetében gyakornoki állást kapott. 1909-ben *id. Lóczy Lajos* felszólítására megpályázott egy geológusi állást az Állami Földtani Intézetben, de elutasították. Ettől kezdve több ízben is megkísérelte, hogy mint egyetemi oktató érvényesüljön, de rendre visszautasították. A gyakorlati munkába mint egyetemi tanársegéd 1910-ben a Mecsek hegység reambulálásával kapcsolódik be. 1913-ban mint egyetemi adjunktus a Magyar Általános Kőszénbánya szakértője lett.

Harmincnégy éves korában úgy látszik teljesül az álma, mert a *Tanácsköztársaság kinevezi a budapesti Tudományegyetem öslényntani tanszékének tanárává*. A magyar tanács hatalom bukásával ezek a remények szertefoszlának. Úgy látszik VADÁSZ ELEMÉR-nek végleg le kell mondania az egyetemi nevelői tevékenységéről.

Fél évre sem terjedő professzori tevékenység után kisebb gyakorlati munkákból tartja fenn magát és családját. 1922-ben azonban a *Magyar Általános Kőszénbánya RT* állományába kerül, de esetenkénti megbízásokat is vállal. Így pl. 1923—24-ben az Állami Földtani Intézet megbízásából a borsodi szénterületet dolgozza fel.

1928-ban az *Alumíniumérc Bánya és Ipar RT* megbízásából a bauxitkutatásba is bekapcsolódik, és működési területét külföldre is kiterjeszti. Dolgozik Erdélyben, Franciaországban, Ausztriában, Jugoszláviában, Görögországban és Egyiptomban. 1929-ben ismét a Mecsek hegységgel foglalkozik.

1934-ben a *Vacuum Oil Co.* megbízásából szakvéleményt készít a magyarországi szénhidrogén-kutatások lehetőségeiről. Igazi szakterülete azonban továbbra is a feketeszen és a bauxit

marad. 1935-ben az Állami Földtani Intézet kiadja a Mecsek hegység általános földtani összefoglalását és földtani térképét.

Gyakorlati tevékenységét az aprólékos földtani megfigyelés, a megfigyelt adatok lelkiismeretes, részletes feljegyzése, valamint a részletvizsgálatok adataiból levonható következtetések világos szintézisbe foglalása jellemzi. VADÁSZ ELEMÉR gyakorlati tevékenysége nagymértékben hozzájárult a magyarországi feketeszen- és bauxittelepek felkutatásához, készleteik és bányaművelési szempontokból is fontos földtani települési viszonyaik tisztázásához. Terepi naplói még ma is példamutatóak a térképező geológus számára annak ellenére, hogy csupán a legegyszerűbb eszközök alkalmazásával készültek. Ceruza (mert a tintát elmossa az eső), kézi nagyító, földtani iránytű, egy hosszú nyelű kalapács és egy jó topográfiai térkép — ez volt minden felszerelése. De az egyszerű kelléktárat briliánsan egészítette ki az éles, oknyomozó szem és a ragyogóan kombinatív elme.

1944-ben már úgy tűnt, hogy a fasiszta fajüldözés mindennek véget vet. De a jó barátok — elsősorban *Tasnádi Kubacska András* és *Balló Rudolf* — segítségével sikerült átvészelnia a nehéz időket.

1945 decemberében a *Magyar Népköztársaságtól visszakapja a hön óhajtott katedrát* és teljes virágjába szökkenhet egy alkotó élet. VADÁSZ ELEMÉR professzor, a *Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja* (1950) számos közéleti funkció viselője, a *dizsdoktor* (1957) széles körű nevelői és tudományos alkotó tevékenysége közben sem szakad el a gyakorlati bányaföldtantól. Irányításával intézete munkatársai részt vesznek pl. a kutatófúrások közetanyagának feldolgozásában és még sok más gyakorlati tevékenységben. VADÁSZ ELEMÉR véleménye és iránymutatása továbbra is döntő a magyarországi ásványi nyersanyagkutatásban.

És most, amikor kiesett a kalapács, az elmaradhatatlan kézi nagyító és a toll a dolgos kézéből, fájo szívvel és tisztelettel mondunk utolsó

Jó szerencsét!

Dr. Szurovy Géza

## EGYETEMI HÍREK

**A Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszékének centenárius ünnepsége**

A Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karának Tanácsa és a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Kémiai Bizottsága

**a Kémiai Technológia Tanszék alapításának 100. évfordulója alkalmából**

1970. október 23-án, a Műszaki Egyetemen együttes ülést tartott.

*Holló János* dékán, az MTA levelező tagjának elnöki megnyitóját *Polinszky Károly* művelődésügyi miniszterhelyettes, az MTA levelező tagja „*A műszaki kémiai felsőoktatás és kutatás helyzete és fejlődése Magyarországon*” c. előadásában méltatta a tanszék alapítójának, *Wartha Vince* professzornak, de *Pfeifer Ignác* és *Varga József* professzorokon, valamint a jelentőségében egyre növekvő, s ez idő szerint *Szebenyi Imre* és *Vajta László* által vezetett és irányított tanszék valamennyi eddigi vezetőjének és munkatársának érdemeit, s a magyar vegyipar kiterjedésében végzett munkásságát.

A megjelent legrégebb tanítványok, *Freund Mihály* és *Korach Mór* akadémikusok közül utóbbi emlékezett vissza a sokat ígérő indulásra, a küzdelmes, de tartalmas életútra, s az elért eredményekre.

Az emelkedett szellemű ülés a tanszék kiváló alkalmazottainak és a törzsgárda tagjainak kitüntetésével és megjutalmazásával, valamint *Wartha Vince* és *Varga József* professzorok mellszobrainak megkoszorúzásával zárult.

B. B.

### Műszaki doktori szigorlat

*Pataki Nándor* okl. mérnök az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karán 1970. október 26-án kiváló eredménnyel műszaki doktori szigorlatot tett.

A doktori szigorlat alapját a „*Technológia és hidraulika kapcsolata a korszerű kútépítésben*” témájú disszertáció képezte.

Az értekezés opponensei: *dr. V. Nagy Imre*, a műszaki tudományok doktora, tanszékvezető egyetemi tanár és *dr. Öllös Géza*, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens voltak.

Az értekezés részletes témája az alábbi:

A mélységi vízáadó rétegek optimális hasznosítása, továbbá a vonatkozó vízigények minőségi, gazdaságos kielégítése megköveteli az adott hidrogeológiai és kútépítés-technológiai feltételek összehangolt vizsgálatát. A vizkutatás és -feltárás terén így ma már nem nélkülözhetők a kúthidraulikai megfontolások.

Az említett alapkonceptiókból kiindulva az értekezés mindekenélőtt átfogó értékelést ad a hazai harmad- és negyedkori mélységi víztárolókról, különös tekintettel a vizkutatás szempontjából lényeges genetikai, szerkezeti és nyomásviszonyokra.

A továbbiakban a disszertáció foglalkozik a különböző kúthidraulikai aspektusok összehasonlító értékelésével, bizonyítva, hogy mind a műszaki-tudományos, mind a gazdasági szempontok megkövetelik a nem permanens szivárgási állapot figyelembevételével történő jellemzési módot. Ennek megfelelően bemutatja és értékeli az ún. „egyutas” vízfeltárási feltételek között is alkalmazható, nem permanens szemléleten alapuló kúthidraulikai módszereket, különös tekintettel a kútelállás mértékének közelítő meghatározására. Programot tartalmaz a szivárgási tényező elektronikus számítógéppel történő meghatározására vonatkozóan.

Ezt követően javaslatokat tesz az adott feltételek között alkalmazandó kútkiképzési technológiát illetően. Hidraulikai megfontolások alapján elemzi a szűrőszerkezet és a rétegtisztítási módszer megválasztásánál figyelembe veendő szempontokat. Felhívja a figyelmet néhány új technológiai eljárásra, végül útmutatásokat tartalmaz a perspektivikus fejlesztésre vonatkozóan.

*Pataki Nándornak*, szerkesztő bizottságunk ügybuzgó tagjának szép eredményéhez, továbbá új, felelősségteljes beosztásához is szívből gratulálunk és sok szerencsét kívánunk!

B. B.

Ásványolaj — kőolaj — nyersolaj

Szerkesztő bizottságunk egyik ülésén *Bándi József* tagtársunk szóvá tette, hogy szakmai körökben némi bizonytalanság tapasztalható a címként felsorolt alakok használatával kapcsolatban. Ez a bizonytalanság érthető, hiszen a címünkbe fölvetett alakokon kívül használatosak még szaknyelvünkben olyan régi, meghonosodott — idegen nyelvekből tükörszóként átvett — kifejezések, amelyek nem utolsósorban idegen nyelvű kiadványokban található formák hatására még ma is felbukkannak szóban és írásban egyaránt. Mielőtt azonban rátérnénk a szóban forgó fogalom kifejezési formáinak vizsgálatára, nem árt rövid visszapillantást vetnünk a *kőolaj* fogalmának régebbi megjelenési alakjaira, illetve a mai szóhasználatban meggyökeresedett formák kialakulására.

A *kőolaj* — napjainkban is általánosan használt — alak a görög—latin eredetű *petróleum* (*πετρος* = szikla, *oleum* = olaj) szóösszetétel tükörszavaként keletkezett. Ebben a formában megtalálható már *Czuczor Gergely* és *Fogarasi János* hatkötetes értelmező szótárában (*A magyar nyelv szótára*, 1862—1874) az alábbi értelmezéssel: „*kőolaj* különféle színű, ún. sárga, vöröses, zöldes, barna vagy fekete s különböző sűrűségű bányáolaj, mely a borszeszben föl nem oldódik, másképp *ásványolaj* (petroleum)”. A *földolaj* pedig: „az olajhoz némileg hasonló folyadék, mely némely helyeken a földből csepeg, vagyis szivárog (Naphta)”. Az *olaj* címszó értelmezése tulajdonképpen a gyűjtőfogalom jellemzése („folyékony, zsíros test, melyet víz által nem, vagy alig lehet feloldani, s meggyűlvá füstöléssel ellángol”), emellett inkább az alakváltozatok érdemelnek figyelmet: az *ásványi olaj*, *kőolaj*, *elevenolaj*. Az *elevenolaj* (földi olaj) alak feltehetően az olaj éghetőségén alapuló elnevezési forma (vö. ugyanitt az *elevenszén* = *égő szén* alakkal). A *földolaj* mellett — *kőolaj*-földtani szakkifejezésként — a *földolajér* szóösszetétel is megtalálható a szótárban.

Ez a kitérő szótár tehát már száz évvel ezelőtt közölte a ma is használt alakokat, egyedül a *nyersolaj* hiányzik a szótár anyagából. Ugyanezek a kifejezésformák megtalálhatók *Ballagi Mór* jóval szerényebb, kétkötetes értelmező szótárában is (*A magyar nyelv teljes szótára* 1868—1873).

*Péchy Antal Magyar és német bányászati szótárának* első kiadásában (1879) csak a *kőolaj* található, mellette azonban zárójelben a *Naphta*, *Steinöl*, *Erdöl* és a *Petroleum* alakváltozatok is, tehát a *kőolaj* elnevezés eddig használt minden formája az *ásványolaj* kivételével. A szótár második kiadásában (1891) ugyanezek a formák találhatók, sőt az *ásványolaj* (Mineralöl) alak is.

*Szeőke Imre Bányászati szótára* (1903) tulajdonképpen értelmező szótár, függetlenül bányászati tájszótárral, és egyetlen címszóként csak a *petroleum* formát közli *földolaj*, *kőolaj* és *nafta* (Erdöl) kiegészítésekkel. Figyelemre méltó, hogy már *olajív* és *olajvonal* címszó is található az *ásvány olaj* előfordulásával kapcsolatban.

*Réz Géza klasszikus Bányaműveléstanában* (1910) a *kőolaj* (petrole, naphta, mineraloil) és *petroleum* mellett megjelenik a *nyers kőolaj*, tehát a *nyersolaj* kifejezés elődje is.

Érdekes a *Bányászati és Kohászati Lapok* cikkeinek címében található megnevezések változatossága és gyakorisága is: 1868—1950 között 41 *kőolaj*-bányászati cikk jelent meg lapunkban és a címekben előfordult a *petróleum* (petroleum) 23, a *földolaj* (földi olaj) 6, az *olaj* 5, a *nyersolaj* (nyers földolaj) 4, az *ásványolaj* 2 és a *naphta* egy esetben, míg a *kőolaj* egyetlen cikk címében sem található meg.

A *Technikai Lexikonban* (1928) az *ásványolaj* (nyers *kőolaj*, *nafta*, *nyers petróleum*) mellett a *petróleum* is címszó, de csak utalással a *kőolajra*, ez viszont a címszavak közül hiányzik! Szóösszetéti előtagként megtalálható még a *nyersolaj* is, de csak a *nyersolajmotor* címszóban.

Nézzük meg most, hogy milyen elnevezésváltozatok találhatók *A magyar nyelv értelmező szótárában* (1966). 1. *ásványolaj* [Tud] (kőolaj, nafta); 2. *földolaj* (a föld címszó összetételként); 3. *kőolaj* (ásványolaj, nafta, ritkán petróleum); „a föld mélyében keletkezett, legnagyobb részben könnyen meggyújtható s az iparban sokféle célra haszn. olaj”. 4. *nafta* „kőolajból desztillálás útján termelt folyékony, színtelen, erős szagú, könnyen illó, gyúlékony

anyag”. 5. *nyersolaj* [Ásv] „természetes állapotában levő, feldolgozatlan kőolaj”. 6. *olaj* (negyedik jelentésváltozatban) „ásványolaj, kőolaj”.

Némi zavart okozhat a *nafta* alaknak *ásványolajként*, *kőolajként* történő megnevezése, hiszen önálló címszóként már desztillációs kőolajtermékek minősíti a szótár. Az *ásványolaj*-formát a szótár tudományos nyelvi, a *nyersolajat* pedig ásványtani stílusminősítéssel jelöli. A *petróleum* alakot nem is vettük fel a felsorolásba, hiszen ez az elnevezés ma már szaknyelvi és köznyelvi használatban egyaránt a kőolaj egyik, a benzinnél magasabb forrpontrú, régebben főleg világításra használt desztillációs termékét jelenti. Érdekes azonban, hogy a szótár összetételként említi a *petróleumsforrás*, *petróleumkutató*, *petróleumréteg*, *petróleumtársaság*, *petróleumtröszt* és a *petróleumvidék* változatokat, jóllehet ezekben az összetételekben a *petróleum* előtag *kőolaj* jelentésű.

Az *olaj* előtagú szóösszetételek között megtalálható az *olajér* alakulat is. Nem derül ki azonban, hogy ez a forma azonos jelentésű-e a *Czuczor—Fogarasi-féle földolajér* alakokkal, de feltételezhetően ugyanúgy kőolaj-földtani jelentésű, mint a régebbi forma.

Új *Műszaki Lexikonunk* (1970) nemrég megjelent első kötete (A—F) nem említi az *ásványolajat*, mindössze az *ásványolaj-bitumen* összetételt a *bitumenre* való utalással. A *bitument* a *kőolaj* lepárlási termékének nevezi, és ebből arra következtethetünk, hogy a lexikon — a mai szóhasználatnak megfelelően — az általánosan használt formának a *kőolaj* alakot tekinti.

Szándékosan hagytuk felsorolásunk végére műszaki értelmező szótárunkat (*Kőolaj- és földgázbányászat* 1967), melynek címe is bizonyos tekintetben állásfoglalás a *kőolaj* szaknyelvi használatában. Bár a nemrég megjelent szótár szakmai szóhasználatunk jelenlegi állapotát tükrözi, mégsem árt most négy év távlatából saját munkánkat is alaposabban szemügyre venni.

Az *ásványolaj* alakot a szótár — talán szigorúan — elavult formának minősíti, és bár a továbbiakban csak a *kőolaj* alakot értelmezi, *olaj* előtagú címszó hét is található, az értelmező szócikkekben pedig több tucat *olaj* elő- és utótagú szókapcsolat akad. Ezt a rövidebb alakot általánosan használják szaknyelvünkben. Egyetemünk *Olajtermelési* Tanszéke gáz- és *olajmérnök* képez, az *olajkútcement* és az *olajmező* is egyértelmű, hiszen csak *kőolaj* jelentésű lehet mindkét összetétel előtagja, és a *gáz-olaj viszony*nál sem jelent többet vagy mást a *földgáz-kőolaj viszony*, ezért lesz még hosszú életű az előbbi szókapcsolat.

Ehhez a rövidebb *olaj* formához még annyit kell hozzáfűznünk, hogy összetételi előtagként gyakran *kőolaj* jelentésű, tehát az *olajkutató*, *olajlelőhely*, *olajtársaság*, *olajtröszt*, *olajvállalat*, *olajréteg* összetételekben, míg utótagként valamilyen előfűléség vagy kőolajtermék megnevezésére használják, tehát *csontolaj*, *étolaj*, *hajolaj*, *lenolaj*, *napolaj*, továbbá *gázolaj*, *gép-olaj*, *kenőolaj*, *lámpaolaj*, *könnyűolaj*, *nehézolaj* stb.

Érdekeségként említhetjük meg, hogy a külföldi folyóiratok címében meglehetősen változatos formában jelennek meg a *kőolaj* és az *olaj* elnevezés, így az *Erdöl Erdgas Zeitschriften* a *földolaj* (földi olaj), az *Oil and Gas Journalban* az *olaj*, a *Geologija Nefti i Gaz*-ban a *nafta*, a *Petroleum Engineer*-ben a *petróleum* változat található, valamennyi *kőolaj* értelemben.

Összegezve az elmondottakat, a címbeli alakulatok használatával kapcsolatban a következőket ajánlhatjuk: maradjon meg szaknyelvünkben az általánosan használt *kőolaj* forma mellett a rövidebb *olaj* alak is, akár önmagában, akár összetételi vagy szerkezeti tagként, ha mondatbeli funkciója egyértelműen jelzi *kőolaj* jelentését. Az *ásványolaj* alakok szemben is legyűnk elnézőbbek, ez a forma ugyanis jól használható az *ásványtan* szaknyelvben, hiszen még előtagjuk is azonos. A *nyersolaj* változat viszont a kőolaj-feldolgozás szaknyelvébe illik bele, mert a *kőolaj nyers*, feldolgozatlan állapotát a *nyersolaj* forma fejezi ki legjobban a finomítás során nyert termékekkel szemben.

Hogy a *jövő* melyik formát szentesíti, nehéz volna megjósolni, ma azonban a *kőolaj* és az *olaj* mellett az *ásványolaj* és a *nyersolaj* formát is használhatjuk, nem vétünk ezzel sem nyelvtani szabályaink, sem pedig a szakmai nyelvhasználat ellen.

Munkácsi Zoltán

Д-р З. Дюлаи, горный инж., профессор: **Воспоминания об основании Горной Академии в Шелмече** ..... Стр. 1

Монархия Габсбургской империи, *Мария Терезия* для обеспечения подготовки горных офицеров в 1770 году обосновала Горную Академию, в то время в самом прославленном городе горняков, в Шелмебене (по немецкому наименованию Шемниц, а в настоящее время Баншка Штиавница ЧССР).

Академия, в которой с 1809 г. проводилась одновременно — подготовка и лесоводов, в 1867 году прекращает функционировать как институт монархии, она становится венгерским учебным заведением. В конце первой мировой войны учебное заведение переселится в г. Шопрон, потом в 1934 году вместе с рядом других факультетов технических и экономических наук сливается с основанным в то время Институтом технических и экономических наук. После второй мировой войны, в 1949 году, подготовка инженеров горного дела и металлургии отделяется от подготовки инженеров по лесоводству и с того времени Институт продолжает свою работу как факультет горного дела и металлургии созданного в то время Политехнического и института тяжелой промышленности в г. Мишкольце.

В приведенных ниже воспоминаниях, высказанных по случаю 200-летней годовщины основания Академии говорится о значении горного дела в пределах прежней Венгрии, Карпатского бассейна, первоначальных формах подготовки горных офицеров, венгерских школах горняков, потом о предистории создания горной академии, условиях ее создания, первых профессорах и десятилетиях работы академии. Дается также короткий обзор всей истории подготовки горных офицеров — сегодняшним выражением горных инженеров — в Венгрии, до настоящего времени.

Д-р В. Зако, экономист: **Экономическая оценка капиталовложений в обустройство нефтегазового месторождения Алдьё (Сегед)** ..... Стр. 6

В статье детально анализируется рентабельность капиталовложений в обустройство нефтегазового месторождения Алдьё (Сегед), показывающая противоречие с точки зрения народного хозяйства и предприятия.

На основании оценки по мировому рынку можно установить, что экономичность, определенная по действующей в настоящее время системе регулирующих средств, не выражает народнохозяйственные преимущества развития. По экономической оценке программы капиталовложений за период 1977—1986 гг. ежегодно в народном хозяйстве может быть достигнута экономия в сумме 2,2—1,5 млрд. форинтов. В этот же период экономичность выпуска продукции, определяемой по ценам мирового рынка показывает в среднем величину, равную 41,— фор/доллар.

В статье указывается на высокую эффективность, быструю окупаемость капиталовложений, но в то же время вскрываются противоречия в заинтересованности народного хозяйства и предприятия (треста) в связи с проблемами эффективности (цены, налоги, прибыль, фонд развития, производительность и т. д.). В связи с одной из затронутых проблем автором даются и рекомендации для решения противоречий и применения более эффективных средств регулирования.

И. Фаркаш, горный инж.-геолог: **Геологические аспекты риска поисков и разведки на нефть и газ** ..... Стр. 15

В данной статье рассматривается возможность количественной и качественной оценки степени перспективности отдельных объектов для поисково-разведочного бурения в определенной части седиментационного бассейна.

Вопрос сводится к численному определению степени перспективности, исходя из геологических условий, благоприятствующих образованию и сохранению скоплений нефти и газа.

Итогом оценки является группирование поисковых объектов по качественным и количественным характеристикам, представляющим возможность для организации, финансирующей работы по поисково-разведочному бурению оценивать меру риска в геологическом отношении.

П. Харгиттай, инж.-электрик — М. Микола, произв. инженер-электрик: **Коррозия, вызываемая CO<sub>2</sub> в газовой промышленности** ..... Стр. 19

В статье излагается коррозионное влияние содержания CO<sub>2</sub> в природных газах. Обсуждается характеристика процесса коррозии и способы борьбы с коррозией. Детально излагается влияние различных внешних факторов на скорость коррозии.

Д-р Ш. Рети, химик, к. х. н.: **Аналитика и геохимия глубинных вод, часть VI** ..... Стр. 23

Воды нефтеносных пластов обычно содержат значительное количество борной кислоты, определение которой представляет интерес и с геохимической точки зрения. В статье излагаются исследования, направленные на совершенствование метода определения. По результатам исследований — по приведенным кривым титрования — самым подходящим активизирующим реагентом, применяемым для определения является маннит, а самая соответствующая исходная и конечная величина  $p_H$  — 8. Полученные таким путем результаты титрования — по расчетам и определениям — необходимо умножить на 1,09 (а в случае потребности большей точности на фактор, приведенный в таблице 2). На основании проведенных до сих пор определений автором приводятся сведения о средних величинах содержания борной кислоты в пластовых водах различных геологических горизонтов в отдельных бассейнах Венгрии и дается их оценка с геохимической точки зрения.

\*

Dr.-Ing. Zoltán Gyulay, Universitätsprofessor: **Zur Erinnerung der Gründung der Bergakademie von Selmec** ..... S. 1

*Maria Theresia*, Herrscherin des habsburgischen Reiches gründete 1770 eine Bergakademie in Selmecbánya (deutsch: Schemnitz, heute Banská Štiavnica, Tschechoslowakei), der Bergstadt höchsten Ranges der damaligen Monarchie um den Nachwuchs von Bergbeamten zu sichern.

Die Akademie, die von 1809 gleichzeitig das Heim der Bildung von Förstern war, hörte 1867 auf ein Reichsinstitut zu sein und wurde eine ungarische Hochschule. Die Hochschule übersiedelte am Ende des ersten Weltkriegs nach Sopron, dann wurde dieselbe 1934 mit anderen technischen und wirtschaftlichen Fakultäten in die damals gegründete Technische und Wirtschaftswissenschaftliche Universität einverleibt. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde in Jahre 1949 das Bilden von Berg- und Hütteningenieuren von der Försterbildung getrennt und seitdem funktioniert dieselbe als die Fakultät für Bergbau u. Hüttenwesen der damals gegründeten Technischen Universität für Schwerindustrie in Miskolc.

Die nachstehende Erinnerung zur 200. Jahreswende der Gründung behandelt die Bedeutung des Bergbaus im damaligen Ungarn im Karpaten-Becken, die Anfangsformen der Bergbeamtenbildung, die Bergbauschulen in Ungarn, die Vorgeschichte der Gründung der Bergakademie, dann die Gründung, die ersten Professoren der Akademie, und die ersten Jahrzehnten derselben. Ein kurzer Überblick wird über die Geschichte der Bergbeamtenbildung (heute Bergingenieurbildung) bis auf den heutigen Tag gegeben.

- Dr. *Vilmos Zakó*, Ökonom: **Wirtschaftliche Wertung der Erdöl- und Erdgasanlagen in Szeged—Algyő** ..... S. 9  
 Der Beitrag analysiert ausführlich die widerspruchsvolle volkswirtschaftliche und Unternehmungsrentabilität der Erdöl- und Erdgasanlagen in Szeged—Algyő. Nach einer Wertung des Weltmarktes kann festgestellt werden, dass die aufgrund der heutigen Regelungssystems kalkulierte Wirtschaftlichkeit die volkswirtschaftlichen Vorteile der Entwicklung nicht ausdrückt. Anhand einer wirtschaftlichen Wertung des Investitionsprogramms kann 1977 bis 1986 jährlich eine volkswirtschaftliche Ersparnis von rd. 2,2—1,5 Md Forint erreicht werden. In derselben Periode beträgt die bei einem Weltmarktpreis gemessene Wirtschaftlichkeit der Produktion 41 Ft/\$. Die grosse Wirksamkeit und der schnelle Umschlag der Investition werden gezeigt. Zur gleichen Zeit werden die mit dem volkswirtschaftlichen und Unternehmungsinteresse (Trust) verbundenen Wirksamkeitsprobleme erörtert (Preis, Steuer, Gewinn, Entwicklungsfonds, Produktivität, usw.). Im Falle eines der erwähnten Probleme werden Vorschläge zur Auflösung der Widersprüche und zur Anwendung wirksamerer Regelungsmittel gegeben.
- Berging.-Geologe *István Farkas*: **Über die geologischen Beziehungen des Risikos der Kohlenwasserstoff-Erfor-schung** ..... S. 15  
 Der Beitrag untersucht die Möglichkeiten der qualitativen und quantitativen Bestimmung des Perspektivitätsfaktors im Falle von Aufschlussbohrungen in den Sedi-mentbecken. Ausgehend aus den die Entstehung und die Bewahrung der Kohlenwasserstoff-Akkumulationen be-einflussenden geologischen Bedingungen wird die zahl-renmässige Bestimmung der Kohlenwasserstoff-Akkum-ulationen erörtert. Die Rangordnung der Schürfbjekte aufgrund von qualita-tiven und quantitativen Parametern gibt das Ergebnis der Wertung. Diese Parameter ermöglichen für das die Aufschlussbohrungen finanzierende Organ die Schätzung des geologischen Risikos.
- Ing. *Péter Hargittai*—Ing. *Márta Mikola*: **CO<sub>2</sub>-Korrosion in der Gasindustrie** ..... S. 19  
 Korrosionseffekte des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Erdgase werden behandelt. Charakteristische Züge des Korrosionsprozes-ses und Bekämpfungsmethoden werden beschrieben. Die die Korrosions-geschwindigkeit beeinflussenden Faktoren werden eingehend besprochen.
- Dr.-Ing. *Sándor Réti*, Kandidat der Chemischen Wissen-schaften: **Analytik und Geochemie von Tiefwässern — 6. Teil** ..... S. 23  
 Die Wässer erdölspeichernder Schichten enthalten ge-wöhnlich bedeutende Mengen von Borsäure, deren Be-stimmung auch in geochemischer Hinsicht wichtig ist. Der Verfasser beschreibt seine zur Verbesserung der Bestimmungsmethode durchgeführten Untersuchungen. Laut den Untersuchungsergebnissen, d. h. den vorge-führten Titrationskurven ist Mannitol das für die Messun-gen anzuwendende entsprechendste Aktivierungsreagens, und der entsprechendste Ausgangs- und End-p<sub>H</sub>-Wert beträgt 8. Die derart erhaltenen Titrationsergebnisse müssen aufgrund der Berechnungen und Messungen mit 1,09 (im Falle eines grösseren Genauigkeitsbedarfs mit dem Faktor aus Tabelle 2) multipliziert werden. Der durchschnittliche Borsäuregehalt aus verschiedenen geo-logischen Horizonten der einzelnen ungarischen Becken stammender Schichtwässer wird anhand von bisher durch-geführten Messungen gezeigt und von geochemischen Gesichtspunkt gewertet.
- \*
- Dr. *Zoltán Gyulay*, Mining Eng., University Professor: **In commemoration of the foundation of the Selmec Mining Academy** ..... P. 1  
 In order to secure the replacement of mining officers, *Maria Theresa*, Monarch of the Habsburg Empire, founded the Mining Academy at Selmecbánya (Schemnitz in German, today Banská Štiavnica, Czechoslovakia), proud-est mining town of the Monarchy at that time, in 1770. The Academy which was also the home for forestry officer education since 1809, ceased to be an Imperial establish-ment and became a Hungarian school in 1867. At the end of World War I, the school was moved to Sopron and later on, in 1934, merged with many other technical and economic faculties into the newly founded Technical and Economic University. After World War II, mining and metallurgical engineer education was separated from fore-stry engineer education in 1949 and since that time it continues operating as the Mining and Metallurgical Faculty of the Miskolc Heavy Industrial Technical Uni-versity founded at the time. The following commemoration delivered on the occasion of the 200th Anniversary of the foundation discusses the importance of mining in the former Hungary in the Carpa-thian Basin, initial forms of mining officer education, min-ing schools in Hungary, antecedents of the foundation of the Mining Academy, the foundation, the first profes-sors of the Academy and the first decades of the life of the Academy. The whole history of the mining officer (today mining engineer) education in Hungary up to the present days is briefly surveyed.
- Dr. *Vilmos Zakó*, Economist: **Economic evaluation of the Szeged—Algyő petroleum and gas field projects** ..... P. 9  
 A detailed analysis is given of the contradictory people's economy and company rentability of the Szeged—Algyő petroleum and gas field projects investment. Based on world-market evaluation, it can be stated that economy calculated on the basis of the present regulating system does not express the people's economy advantages of development. According to an economic evaluation of the investment program, people's economy savings of about 2.2—1.5 billion Forint per year may be achieved from 1977 to 1986. For the same period, rentability of pro-duction calculated at a world-market price averages 41 Ft/\$. The high efficiency, the quick rate of return is pointed out but the contradictory people's economy and company (Trust) interest, efficiency problems are revealed, too (Price, tax, income, development funds, productivity, etc.). For one of the problems considered, suggestions are made to dissolve contradictions and to use more efficient regulating means.
- István Farkas*, Mining Eng.—Geologist: **Geological aspects of the risks in petroleum exploration** ..... P. 15  
 Possibilities of qualitative and quantitative determina-tion of prosperousness factors for wildcat wells to be drilled in sedimentary basins are examined. Starting from geo-log-ical conditions influencing the origine and preservation of hydrocarbon accumulations, a numerical determination of the prosperousness factor is discussed. Results of evaluations are given by classifying exploration objects on the basis of qualitative and quantitative measur-ing parameters. These parameters permit the estimation of geological risks for the company financing the drilling of wildcat wells.
- Péter Hargittai*, Electrical Eng.—*Márta Mikola*, Electrical Eng.: **Corrosion caused by carbon dioxide in the gas in-dustry** ..... P. 19  
 Corrosion effects of carbon dioxide contained by natural gas are dealt with. Corrosion process characteristics and protection methods are discussed. A detailed survey is given of various external factors influencing corrosion rate.
- Dr. *Sándor Réti*, Chemist, Candidate of Chemical Scien-ces: **Deep water analytics and geochemistry — Part 6. P.** 23  
 Oil bearing formation waters usually contain consid-erable amounts of boric acid the determination of which is important from the geochemical view-point, too. Exam-inations aiming at improving the determination method are discussed. Based on results of examinations, on titra-tion curves shown, the most suitable activating reagent to be used for measurements is mannitol, and the most convenient initial and final p<sub>H</sub>-value is 8. On the basis of calculations and measurements, the titration results obtain-ed should be multiplied by 1,09 (or the factor shown in Table 2 in case a higher accuracy is needed). From meas-urements carried out so far, average boric acid contents of formation waters coming from various horizons of individual Hungarian basins are shown and evaluated from the geochemical point of view.

## TÁJÉKOZTATÁS

Egyesületünk budapesti központja a Technika Házán belül a III. emeletről a II. emeletre költözött.

Ennek megfelelően Egyesületünk új címe: **Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 221.**

Elnök-Főtitkár .....	223. sz.
Titkár ( <i>Csák Tibor</i> ) .....	220. sz., tel.: 121-742
Titkárság ( <i>Boda Józsefné, Király Ottóné, Vásárhelyi Dezsőné</i> ) .....	221. sz., tel.: 318-926, 121-742
Pénzügyek ( <i>Varga Frigyes</i> ) .....	211. sz., tel.: 124-248
Lapexpedíció és tagdíjügyek ( <i>Jakóby Lászlóné</i> ) .....	222. sz., tel.: 127-084
Szakosztályi előadók ( <i>Kiszely Mária, Vékony Mária</i> ) .....	212. sz., tel.: 311-725
Munkabizottságok, könyvtár .....	228. sz. —
Előadóterem .....	224. sz. —

A BKL KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ Szerkesztő Bizottsága minden hó második hétfőjén 15 órakor tartja üléseit Egyesületünk központjában.

*Binder Béla* okl. bányamérnök, főszerkesztő címe: Budapest VI., Munkácsy Mihály u. 16. NIMDOK, telefon: 123-519; kéziratosokat, megkereséseket kérjük erre a címre küldeni.

B. B.

## FELHÍVÁS TAGTÁRSAINKHOZ

A Magyar Posta a 61.770-es egyéni tagdíjbefizetési csekkek kizárását 1970. december 31-ével megszüntette.

Minden befizetést az MTESZ központi csekkjén kell eszközölni.

Kérjük, hogy ezt követően tagdíjbefizetéseiket csak a Titkárság által küldött csekkklapon szíveskedjenek intézni.

Tagdíjbefizetési csekk a 127-084 telefonszámon igényelhető.

Az OMBKE Titkársága

## FELHÍVÁS

A Magyar Olajipari Múzeum számba kívánja venni és részben össze kívánja gyűjteni mindazokat a tárgyi, írásos és egyéb emlékeket (fényképeket, emléktárgyakat, érmeket, jelvényeket, feljegyzéseket, emlékkönyveket, igazolványokat, tervrajzokat, helyszínrajzokat, térképeket, visszaemlékezéseket stb.) amelyek

a) a magyar olaj- és földgázipar történetére (ideértve a szénhidrogének kutatását, feltárását, bányászatát, szállítását, feldolgozását és értékesítését, a városi gázgyártást és -szolgáltatást, a szénsavgyártást, valamint az ezekhez kapcsolódó kereskedelmi és tervező tevékenységet, tudományos kutatást, gépgyártást, szakoktatást stb.),

b) magyarok külföldi olajipari tevékenységére,

c) a magyar olajipar kiemelkedő személyeinek munkásságára és életére,

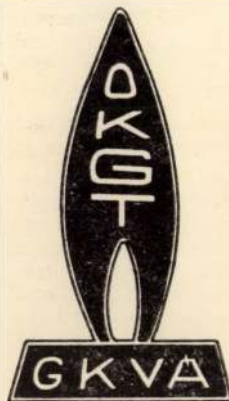
d) az olajipari dolgozók politikai, gazdasági, társadalmi, szociális, kulturális és sporttevékenységére, továbbá szervezeteire vonatkozóan.

Kérjük mindazokat, akik ilyen jellegű emlékek bitrokában vannak, vagy ilyen hollétéről tudnak, nyújtsanak segítséget munkánkhoz, és személyesen vagy írásban keressenek fel bennünket.

Címünk: Magyar Olajipari Múzeum,  
Zalaegerszeg, Batthyány u. 2.

Zalaegerszeg, 1970. november hó

*Horváth László*  
mb. múzeumigazgató



**ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT**  
**GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS**  
Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Telefon: 290—020 Telex: 3716

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok, valamint
- gázfelhasználók

részére ajánlja szolgáltatásait

— GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!

---

**VILÁGSZÍNVONAL**



**MINDEN KOCSIHOZ**

**MINDEN IDŐBEN**



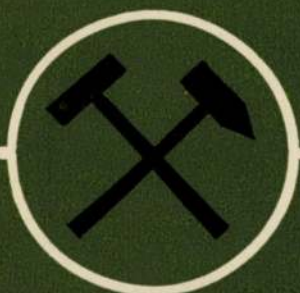
**AFOR**  
BENZIN-OLAJ



**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

**1971**



**AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA**  
4. (104.) évfolyam · 33—64 oldal

**BUDAPEST, 1971. 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: Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 221.  
Telefon: 127-742, 127-084, 318-926, 328-175.

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

## TARTALOM

LŐRINC IMRE—  
RÁCZ DÁNIEL  
FALUVÉGI GYÖRGY—  
POLLOK LÁSZLÓ

NAGYPATAKI GYULA

A parciális oxidáció és a termokatalitikus reakciók hasznosítása olajmezők leművelésénél, 1. r.	33
Földbe fektetett csővezetékek hőtágulásából eredő hosszirányú elmozdulásának meghatározása	41
Kénvegyületek hatása a sugárhajtómű-üzemanyag termikus stabilitására	48
Egyesületi hírek	51
Egyetemi hírek	47
Hírek az üzemekből	47
Külföldi hírek	51
Az iparág köréből (A 8. Kőolaj-Világkongresszus; Moszkva, 1971. június 13—19.)	52
Az iparág köréből. [35 év a kőolajbányászat szolgálatában: AJTAY LÁSZLÓ—BENEDEK FERENC	63
Az iparág köréből (A fejlődő országok beruházásaival foglalkozó konferencia; Budapest, 1971. április 13—14.)	B/3
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS	64, B/3

### A SZÁM SZERZŐI:

FALUVÉGI GYÖRGY okl. gépészmérnök, osztályvezető (Kőolaj-és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); LŐRINC IMRE dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, nehézipari miniszterhelyettes (Nehézipari Minisztérium, Budapest); NAGYPATAKI GYULA dr. okl. vegyész, mérnök-közgazdász, főosztályvezető (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta); POLLOK LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, főszakértő (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); RÁCZ DÁNIEL okl. olajmérnök, igazgató (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

70-6933 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:  
ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSAKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁS; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYŐZŐ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

2. szám

1971. február

## A parciális oxidáció és a termokatalitikus reakciók hasznosítása olajmezők leművelésénél

LŐRINC IMRE —  
RÁCZ DÁNIEL

Világviszonylatban nagy erőfeszítések történnek az olaj-  
kihozatal növelésére. E téren — a nemzetközi tudományos prog-  
nózis szerint — néhány különleges termikus módszer bevezetése  
járhat jelentősebb eredménnyel.

Hazai viszonylatban a rossz hatásfokú leművelés problémája  
exponáltan jelentkezik a dél-zalai (Budafa—Lovászi) mezők  
esetében. A dél-zalai típusú, kis sűrűségű olajok és a nagyobb  
mélységű tárolók viszonyaira a termikus módszereket eddig nem  
alkalmazták. A szerzők e különleges viszonyok közötti olaj-  
kihozatal növelése érdekében a föld alatti parciális oxidáció  
kísérleteit indították meg 1968-ban a termokatalitikus ráhatás,  
a sokk- és az akusztikus hatások figyelembevételével.

A közlemény a szerzők kutatótevékenység szervezésével  
és a kísérleti munka előkészítésével foglalkozik.

A kísérletek eredményeit és a következtetéseket további cik-  
kekben közlik majd.

### Bevezetés

A világ kőolajtermelése 1965-től 5 év alatt több mint  
500 millió tonnával növekedett, ezzel párhuzamosan  
világviszonylatban rendkívüli mértékben fejlődött a  
kőolaj-bányászati technológia. A technológia fejlődése  
megfigyelhető a geológiai kutatás, a fúrás és a termelés  
területén egyaránt. A közvetlen készletnövelő kutatási  
módszerek mellett a legkülönbözőbb formában vizs-  
gálják a végső olajkihozatal növelésének lehetőségeit.

Hazai viszonylatban a rossz hatásfokú leművelés  
problémája exponáltan jelentkezik a dél-zalai terü-  
leten, de nagy erőfeszítésekre lesz szükség, hogy a többi  
területek visszamaradt olajkészletéből a lehetőség  
szerinti maximumot kitermeljük.

Foglalkoznunk kell olyan hosszú távú termelés-  
technológiai módszer kutatásával, amelynek segítsé-  
gével a visszamaradt készlet jelentős mértékben csök-  
kenhető.

Ezekhez a kutatásokhoz határozottabban kell fel-  
használni a határterületi tudományok eredményeit és  
az alkalmazott tudományos módszereket.

A nemzetközi tudományos prognózis szerint néhány  
év múlva különleges termikus művelési módszerek ke-  
rülnek előtérbe. Jelenleg azonban még a hagyományos  
termikus módszereket alkalmazzák, elsősorban olyan  
esetekben, amikor az olaj nagy viszkozitása miatt nem

remélnék magas olajkihozatal az elsődleges termelés  
során. Ezeknek a módszereknek bő irodalmuk és  
kísérleti tapasztalatuk van. A szélesebb körű beveze-  
tést azonban több tényező gátolja, elsősorban a kis  
viszkozitású olaj és nagy mélységű kutak esetében.

A hagyományos termikus módszerek közül a négy  
legfontosabbat csupán említjük:

- kőolajtermelés kúttalpmegítéssel,
- meleg fluidumok besajtolása,
- kőolajtermelés az áramlás irányában haladó  
(„in situ”) elégetéssel,
- kőolajtermelés az áramlással ellentétes irányban  
haladó („in situ”) elégetéssel (ún. fordított égetéssel).

Közülük a kúttalpmegítést általában a Szovjet-  
unióban alkalmazzák. A meleg fluidumok besajtolásá-  
nak hátránya a nagy költségigénye. Az „in situ”  
elégetések előnye a fűtőanyag alacsony önköltségi ára;  
a tüzelőanyag ugyanis magának a kezdeti olajkészlet-  
nek egy része. Az „in situ” elégetések közül az áramlás  
irányában haladó elégetést kísérletezték ki a legjobban,  
a fordított égetés csak rövid múltra tekint vissza.  
Az elmúlt néhány év során számos közlemény jelent  
meg a fordított elégetésről. Ezekből úgy tűnik, hogy  
a módszer üzemszerű alkalmazása küszöbön áll; az  
erre vonatkozó laboratóriumi és fülüzemi kísérletek  
eredményei biztatóak.

### A parciális oxidáció és a termokatalitikus kémiai reakció hasznosítása

A termikus olajtermelési módszereket eddig  
0,83 g/cm<sup>3</sup>-nél nagyobb sűrűségű, 5 cP-nál nagyobb  
viszkozitású olajoknál alkalmazzák. A fordított el-  
égetés nem követel meg meghatározott olajtulajdon-  
ságokat, de általában nagy sűrűségű és nagy viszkozitá-  
sú olajoknál javasolják ott, ahol előrehaladó égetési  
eljárás nem tartható fenn.

A lovászi típusú olajoknál, amelyeknek átlagos sűrű-  
sége 0,82 g/cm<sup>3</sup>, átlagos viszkozitása 2,8 cP, különle-  
ges technológia szükséges.

Kutatásunk a lovászi típusú kőolajainak az eddigénél nagyobb arányú kitermelését tűzte ki célul, az ismert eljárásoktól eltérő módon. Elgondolásunk szerint a geológiai készlet nagyobb arányú kitermelése elérhető a tároló kőolajkészletének részleges oxidációja útján. Célunk, hogy a kőolaj részleges oxidációja viszonylag alacsony hőmérsékleti tartományban következzen be, és így az energiának csak kis része vessz el a tárolókőzet hőelvonása következtében. Ezt a lényegében parciális oxidációs folyamatot, amely az általa termelt hő hatására a nehezebb szénhidrogének krakkolását hivatott előidézni, illetve ezáltal a gőz-gáz állapotig könnyített szénhidrogéneket képes kihajthatóvá tenni, kémiai kinetikai szempontból láncreakciónak kell tekinteni. A szénhidrogének elégetésére vonatkozó kémiai mechanizmus degenerált láncreakció, amelynek jellemzője, hogy a primer folyamatokban olyan molekuláris közti termék képződik, amely megfelelő körülmények között láncvivő gyököket képes létrehozni.

Az oxidációs folyamatot meggyorsítják, illetve alacsonyabb hőmérsékleten számottevő sebességgel lehetővé teszik mindazon vegyületek, amelyek a láncvivő szénhidrogényök képződését elősegítik, vagy éppenséggel alacsony hőmérsékleten is bomlás útján termelik és a közti termék elbomlását elősegítik. A föld alatti parciális oxidáció abban különbözik alapvetően a kőolajtermelés „klasszikus” termikus módszereitől, hogy célkitűzéséből eredően, a szénhidrogének kisebb mélységű bontását valósítja meg a levegő-adagolás mértéke és katalizátor alkalmazása útján — a kitermelendő kőolaj szélesebb minőségi skálájánál.

Könnyű szénhidrogénelemek bontása részleges (parciális) oxidáció útján megfelelő katalizátor jelenlétében több száz Celsius fok hőmérsékleten megoldott probléma a vegyipari eljárásoknál.

A tárolókőzetben levő olaj, valamint a leművelés után visszamaradt olaj könnyebb frakciókká történő átalakítását célzó föld alatti parciális oxidációs folyamat megvalósíthatóságához meg kell vizsgálni a parciális oxidációs folyamatot felépítő reakciók aktiválási energiaigényének csökkentésére számba jövő, úgynevezett termokatalitikus lehetőségeket, az „in situ” katalitikus és inhibítív hatásokat, a láncreakciót beindító iniciálási lehetőségeket, a folyamat számára kedvező fizikaiparaméter-tartományokat. Termokatalízissal — a porózus közeg „falhatása” miatt — elsősorban az energiatermelő oxidációs folyamatok hőmérséklet-szintjét van módunkban lecsökkenteni olyan mértékben, hogy a parciális oxidációs folyamat ne korlátozódjék a tárolóréteg szűk zónájára, hanem a kis amplitúdójú termikus hullám nagy kiterjedésű reakciózónát hozzon létre, és emellett tegye lehetővé a szénhidrogének kívánt irányú átalakulását, elbomlását a termikus hullám által előidézett hőmérsékleten.

Előre tisztázni kellett a tárolókőzet és a rétegfolyadékok befolyását a feltételezett parciális oxidáció megvalósítása szempontjából. Vizsgálat tárgyává kellett tenni, hogy a Budafa és Lovászi mezők rétegfizikai paraméterei elősegítik vagy akadályozzák-e a parciális oxidációs, illetve láncreakciós folyamatot, a kőzetek katalitikus hatását és a rétegvíz sótartalmának esetleges ellentétes hatását. Hogyan viselkedik a kőzet-, víz-, olajrendszer egyes hőmérséklet-tartományokban,

és ha kedvező természeti hatások vannak, hogyan lehet azokat mesterséges úton befolyásolni és a kedvezőtlen hatások mértékét csökkenteni.

Az iniciálási lehetőségeknél a robbantástechnikát is igénybe vettük. Modellkísérleteket végeztünk célszerűen a hasonlósági elvek figyelembevételével.

Ezen vizsgálatok rendkívül komplex feladatot jelentenek. A kizáró okok felmérése érdekében együttműködtünk a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályával, a robbantási vizsgálatok vonatkozásában pedig a Bányászati Kutató Intézettel. A modellek tervezését és a modellkísérleteket a Kőolaj- és Földgáz-bányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) keretén belül szerveztük meg együttműködve a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályával és a Bányászati Kutató Intézettel.

A kutatást hálódiaagram alapján terveztük és irányítottuk.

### *1. Termoderivatográfus kőzet-, rétegvíz- és rétegolaj-vizsgálatok*

A téma felvetését követően a tárolókőzet termoderivatográfus vizsgálatai azt mutatták, hogy magasabb hőmérsékleten a kőzet kötött vizét elveszítve atmoszferikus viszonyok mellett 100 °C körüli hőmérsékletig endoterm átalakuláson megy át. Ezt egy enyhe exoterm folyamatban lejátszódó átalakulás követi 500—550 °C hőtartományig. 600 °C körüli hőmérsékleten a kvarc módosulatváltozását endoterm folyamat kíséri. További hőmérséklet-emelkedés hatására 600 °C fölötti hőtartományban a kőzet nagy súlyváltozásával együttjáró rendkívül endoterm folyamat következik, amit 930—950 °C hőmérsékleten újabb exoterm változás zár be (1. és 2. ábra).

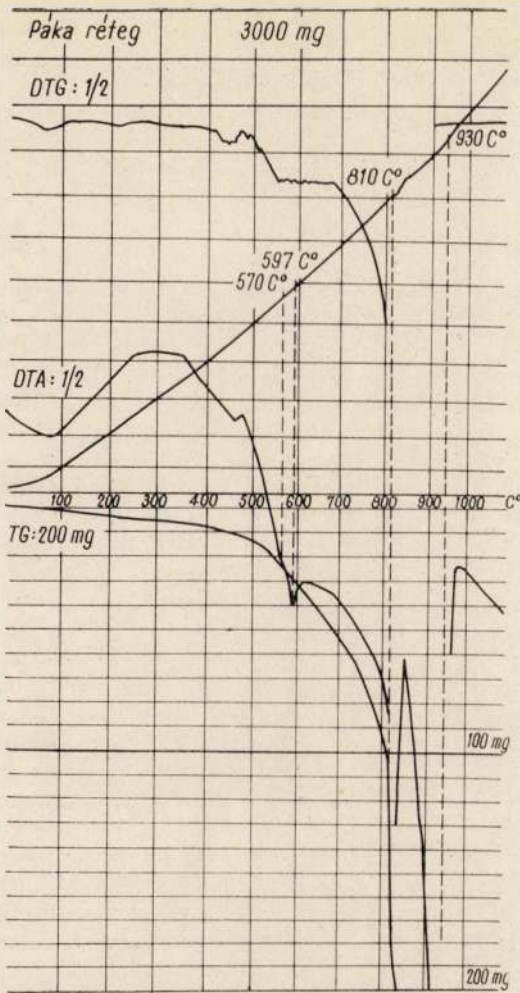
Röntgenkristallográfiás vizsgálatok szerint a tárolókőzet kvarcot, dolomitot és illitszerű ásványokat, valamint muszkovitot tartalmaz. Utóbbi két ásványi alkotó %-os mennyisége 6,5—6,8-ra tehető. A termoderivatográfus vizsgálat alapján kimutatott átalakulási folyamatok és bizonyos termokatalitikus jelenségek azt mutatták, hogy a tárolókőzetben magában vannak olyan anyagok, amelyek a parciális oxidációs folyamatot elősegíthetik.

Az extrahált minta 400 °C-ig súlyváltozás nélküli exotermitást mutat, és 500 °C után kezdődik az endoterm folyamat.

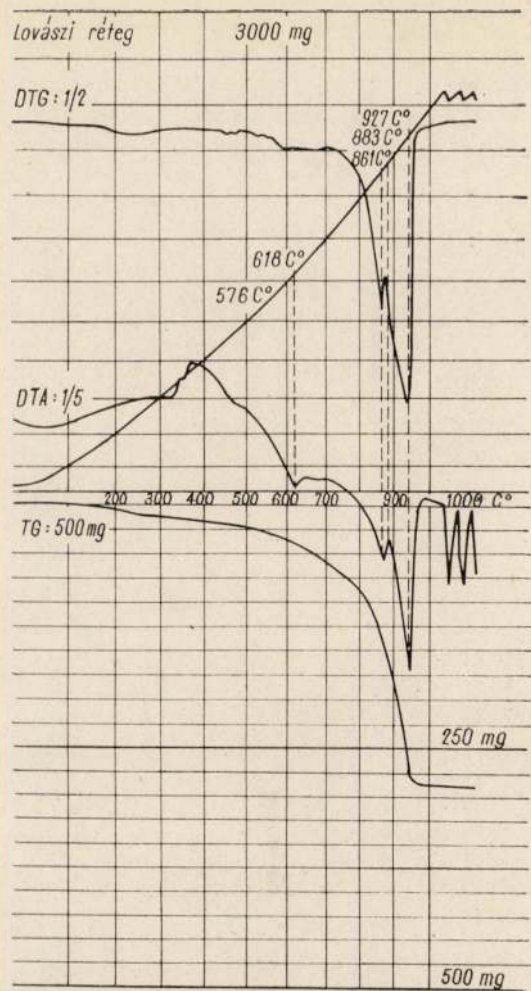
Ilyen tárolóviszonyok mellett tehát mindenképpen törekedni kell a hőmérséklet-minimumra, lehetőség szerint annak 400 °C alá való csökkentésére, mert magasabb hőmérsékleten rendkívül nagy hőelvonás következik be az ásványi anyagok átalakulására felhasználhat kalóriamennyiség miatt.

A rétegvíz száraz maradékát termoderivatográfus és röntgenkristallográfiás vizsgálattal elemeztük; a termogramról leolvasható a 450 °C-nál jelentkező exotermmaximum, a 638 °C-nál jelentkező kis endotermcsúcs és a 818 °C-nál jelentkező endotermmaximum. A röntgenkristallográfiás elemzéssel való összevetéséből következik, hogy az exoterm hatást kiváltó anyagnak röntgenamorfnak kell lennie.

A termogramból — előzetes tapasztalatok alapján — szerves kénvegyületek jelenlétét kell feltételeznünk, ezek exotermcsúcsai jelentkeznek 400—500 °C közötti, inflexióval egybekötött maximummal (3. ábra).



1. ábra



2. ábra

Kétféle rétegolaj termoderivatográfiai vizsgálatai a két minta nagy különbségét bizonyítják. A lovászi rétegolaj folyamatait 50 C°-nál kis súlyváltozással jelentkező endoterm folyamat vezet be, amit 183 C°-nál jelentős súlycsökkenéssel egybekötött exoterm változás követ. 308 C°-nál éri el az exotermváltozás maximumát, amely az olaj égését jelzi. 360 C°-nál inflexión áthaladó hőelnyeléssel járó folyamatok 456 C°-ig bomlik. Ezután 538 C°-ig exoterm bomlás játszódik le. 605, 683 és 695 C°-os hőmérsékleten nagyobb szénláncú paraffin-szénhidrogének bomlására jellemző képet mutat a termogram.

A Páka szint rétegolajának termogramja minőségileg is, mennyiségileg is más képet mutat. A 319 C°-nál elért exotermmaximumot hőelnyeléssel járó, de a startvonalat el nem érő bomlás követi, amely 526 C°-ig zajlik le, s ezt követően a folyamat endotermmé válik.

A rétegolaj és a kőzet együttes termoderivatográfiai vizsgálata azt mutatja, hogy a bomlási folyamatok nagyrészt 450–500 C°-ig tetemes exotermiással játszódnak le, amit a kőzet átalakulásával járó endoterm reakciók követnek.

A vízben levő organikus vagy anorganikus vegyületek ellensúlyozhatják a nátriumklorid reakcióletörő hatását. Az elemzési adatok egybevetéséből is meg kellett állapítanunk, hogy a föld alatti parciális oxidációt 400 C° alatti hőtartományban célszerű végezni, mert

ennél magasabb hőmérsékleten a hőenergia, illetve ennek meg nem határozott mennyisége a kőzet átalakítására fordítódik.

Ez annak a lehetőségét is jelenti, hogy ez a folyamat egyben önszabályozó folyamat is válhat, de az önszabályozás magában is hőelvonással jár.

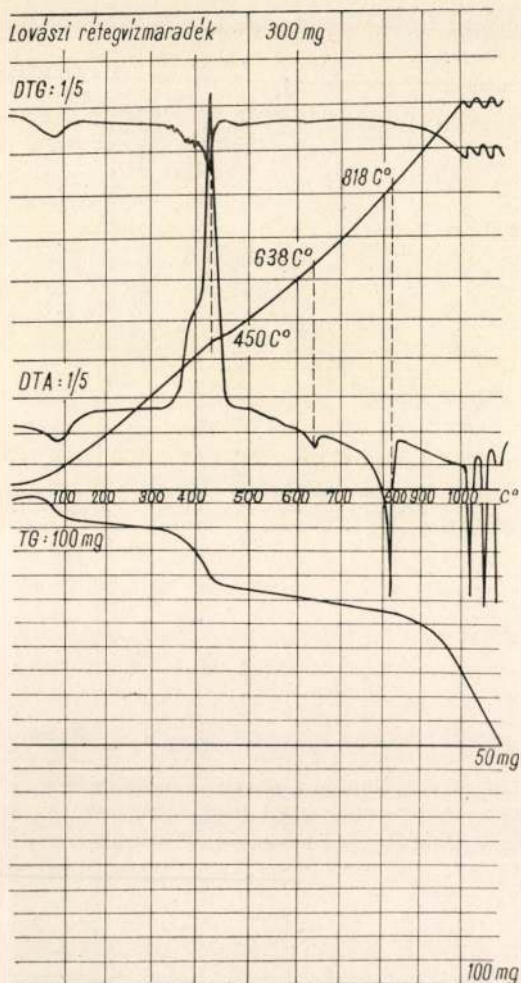
A tárolókőzetben jelenlevő anyagok katalitikus hatása nem csökkenti, hanem elősegíteni igyekszik a reakciót (1., 2., 3. és 4. ábra).

Magasabb hőmérsékletnél megindul a kőzetek olyan mélyreható változása, hogy a jelentős hőelvonás miatt a parciális oxidáció csak rendkívül rossz termikus hatásokkal tartható fenn.

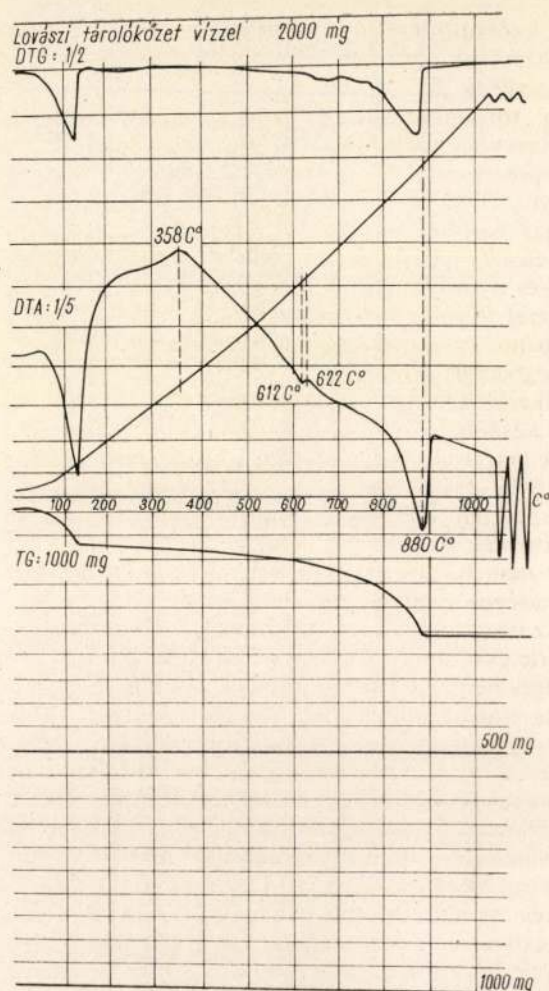
A rétegfolyadékok vizsgálata során megállapították, hogy a jelentős mennyiségű konyhasó mellett 0,1%-os nagyságrendben vasszulfid is található, így a termikus folyamatokat önmagában gátló nátriumklorid-tartalom vasszulfid jelenléte folytán kedvező hatást vált ki.

## II. A robbantásos sokk szénhidrogénbontó hatása

Elméleti megfontolások alapján kísérletileg vizsgáltuk, hogy megfelelő hőmérsékletre hevített kőolaj-tartalmú porózus kőzetben robbantással létrehozható-e olyan szabadgyök-koncentráció, amely levegő-hozzá-



3. ábra



4. ábra

vezetéssel a nagy szénatomszámú szénhidrogének lebontását és e folyamat fenntartását teszi lehetővé.

A folyamat bonyolultságára és a robbantás útján létrehozott sokk-hatás következtében várható szénhidrogénbomlás tisztázatlanságára való tekintettel a kísérleteket előbb egyszerű, jobban irányítható és reprodukálható körülmények között végeztük el.

A kísérleteket az alábbi rendszerekben folytattuk le:

1. kőolaj, (egyfázisú);
2. kőolaj + földgáz, (kétfázisú);
3. kőolaj + földgáz + csőtöltet, (kvázi-tárolókőzet, háromfázisú);
4. kőolaj + földgáz + rétegvíz + csőtöltet, (négyfázisú);
5. kőolaj + földgáz + rétegvíz + természetes tárolókőzet;
6. parciálisan előoxidált kőolaj + földgáz + rétegvíz + tárolókőzet.

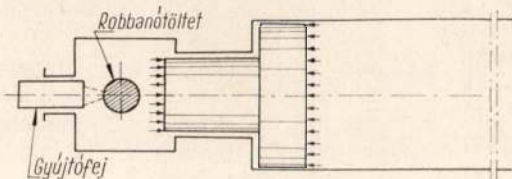
30 × 600 mm-es belső munkaterű csőreaktort terveztünk, amely 1000 at nyomásig terhelhető és módot nyújt a nyomás- és hőmérsékletviszonyok kísérlet előtti, 0–20 at és 20–200 C° közötti szabályozására, továbbá kísérlet közbeni, illetve utáni mérésre.

A csőreaktort kétféle típusban tervezték meg:

a) A csőhossz közepén elhelyezhető robbantási centrummal a robbanóanyag olyan tokozásával, amely

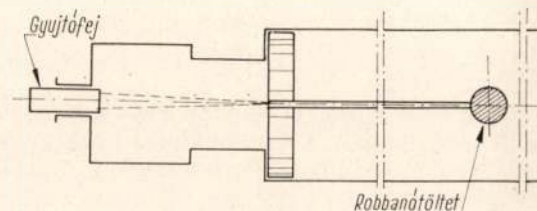
a robbanás közbeni és a végtermékeknek a kőolajban való szétesését lehetővé teszi (5. ábra).

b) A cső egyik végén elhelyezhető robbantási centrummal, a robbanóanyagnak olyan expanzióra



5. ábra

képes tokozásban történő elhelyezésével, amely a robbantási termékeknek a kőolajba jutását meggátolva, csak a lökéshullámot adja át (6. ábra).



6. ábra

A csőreaktor első, az eredeti terveknek megfelelő változatával igen sok technikai nehézség merült fel a kísérletek során, ezért az a megállapodás született, hogy törőlemezekkel és golyósszelepekkel felszerelt mintavevő expanziós tartályok bizonytalanná teszik a reprezentatív minta kivételét, célszerű azokat elhagyni, és új csőreaktort készíteni, amelyben az olaj és gáz betöltésére, illetve kivezetésére szolgáló, csap-pal elzárt nyíláson kívül csak a robbanóanyag-bevezető és nyomásmérő nyílás marad meg.

Ezzel a reaktorról már elérhető volt a kísérletnél robbantással kezelt olaj- és gázmintának teljes mennyiségben való kivétele.

Sikerült azonban kialakítani azt a keményalumíniumból készült nyomásálló, ugyanakkor biztonságosan szerelhető tokozást, amelyben a kb. 5 g robbanóanyag megfelelő felrobbantása mind gáznyomás, mind melegítés esetén biztosítható volt. Néhány kísérletnél a reaktornak a robbantás utáni megnyitásával a reaktor-gázt nem tudtuk felfogni, mert a csap megnyitásakor nehézségek miatt a gázt ki kellett engedni.

Az ismertett berendezésben oly módon végeztük a kísérleteket, hogy a kőolajmintával feltöltöttük a függőleges helyzetbe állított csőreaktort úgy, hogy annak teljes összeszerelése, lőporos kísérletnél a sokk-átadó dugattyúk behelyezése, illetve belerobbantásos kísérletnél a robbanóanyag-rendszert tartalmazó alumínium tok behelyezése és a csővég lezárása után kb. 5 ml légtér maradjon. Erre azért volt szükség, hogy a csőreaktor vízszintes helyzetbe való visszaállítása után, a cső hosszában levő leeresztő csavartól végig legyen olyan nagyobb olajterület, amelyen keresztül a rendszerre ráadott földgáz (metán) gyorsabban tud elnyelődni a kőolajban.

Ezt a műveletet az egyes kísérleteknél általában 24 óráig végeztük a robbantás előtt.

A tiszta kőolajban végzett úgynevezett egyfázisú kísérleteken kívül a többihez azért alkalmaztunk mindig metángázt is, mert a tárolókőzetben levő kőolaj egyrészt a valóságban is mintegy 20 at nyomás alatti földgázzal van telítve, másrészt a hosszú láncú szénhidrogének krakkolási folyamatánál a reakciólánc vitelében jelentős szerepe van a kis molekulájú szénhidrogénekből keletkező gyököknek.

Kísérleti módszerünk kialakításánál *Németh András* „A sokk-cső az égési reakció kémiai kinetikájában” című munkájának azon megállapítására támaszkodtunk, amely szerint, ha egy nagy nyomású és kis nyomású gázt egymástól elválasztó diafragmát hirtelen megnyitunk és a hangsebességnél gyorsabb hullámok jönnek létre, akkor sokk-hullámot kapunk.

A diafragma átszakadása (mely megfelelhet a robbanóanyag felrobbanásának) kompressziós hullámot hoz létre a kis nyomású gázban (esetünkben metángázzal telített kőolajban), és gyorsan sokk-fronttá egyenesedik.

Ebben a sokk-frontban a gázok hirtelen magas hőmérsékletre hevülnek, majd az expanziós hullámban hirtelen lehűlnek, miközben lehetségessé válhat olyan gyökláncfolyamatok gyors lejátszódása, amelyek egyébként csak lassan, esetleg csak katalizátor jelenlétében, vagy csak nagy mennyiségű termikus energia felhasználásával mennének végbe.

Kísérleteinkben az alapjelenségnek folyadék + gázrendszerben való alkalmazhatóságát, a krakkolásnak

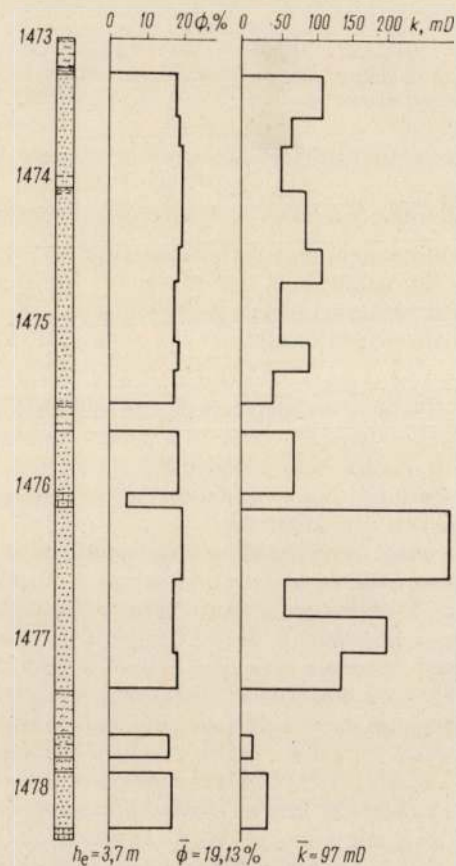
és destruktív hidrogénezésnek kőolaj + hidrogéndús földgázrendszerben való vizsgálatát tűztük ki célul.

Kísérleteinkben annak tisztázására törekedtünk, hogy a homogén gázreakcióra érvényes megállapítások mennyiben ültethetők át folyadék-gáz kétfázisú heterogén rendszerre és a robbanóanyag által előidézett sokk-frontban kialakult feltételek kedveznek-e a nagyobb szénatomszámú szénhidrogének kisebb szénatomszámúakká való destrualásához.

Annak megállapítására, hogy a kívánatos változások bekövetkeztek-e a robbanással kezelt kőolaj-földgáz összetételében a reaktorból — melegen végzett kísérlet esetén — annak sűrített levegővel szobahőmérsékletre való lehűtése után, evakuált műanyag ballonba engedték ki a gázokat oly módon, hogy a velük távozó olajcseppeknek módjuk legyen a reaktorba visszafolyni. A reaktorgázokat és a teljes olajmennyiségeket jól záró edénybe helyezve szállítottuk a vizsgálati helyre.

### III. Modellkísérletek

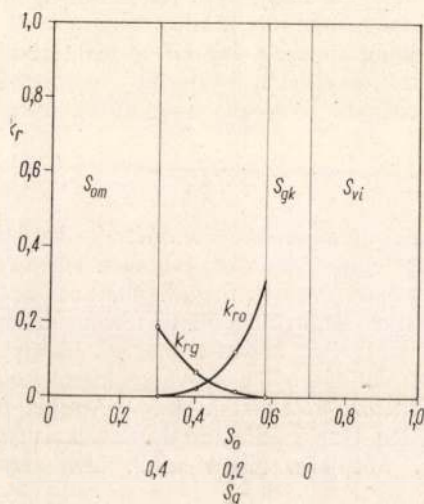
A föld alatti parciális oxidáció létrehozhatóságának, a folyamat fenntarthatóságának és a jellemző paraméterek és összefüggések megállapításának érdekében laboratóriumi viszonyok melletti rétegmodellen kísérletsorozat elvégzését kezdtük meg. A kísérleti rétegmodell összeállításánál a Lovászi mező Lovászi I. rétegére jellemző rétegfizikai paramétereket használtuk fel. Ezen tároló jellemző közetfizikai szelvényét az *L-455*. kút körzetében a *7. ábra* szemlélteti.



7. ábra  
Lovászi I. olajtelep, L-455. kút.  
Effektív porozitás és abszolút átérésztőképesség  
rétegszelvénye

Az ábrán feltüntettük a porozitás- és átteresztőképesség-szelvény változását, mint a tároló két legfontosabb közetfizikai paraméterét. Az ábrán jelzett adatok átlagolása útján meghatározott porozitási tényező átlagos értéke 19,13%, az átlagos, levegőre vonatkoztatott átteresztőképesség 96,7 mD. A tárolóréteg hőmérséklete és ennek megfelelően a modell hőmérséklete 80 °C. A tároló jelenlegi rétegyomása kb. 20 att. Ennek megfelelően a létrehozandó modell kiindulási nyomását is 20 att-ra kellett beállítani.

A részleges (parciális) oxidáció létrejöttéhez, illetve lefolyásához szükséges olaj-, gáz- és víztelítettség-értékeket a tárolóra jellemző és a 8. ábrán szemléltet-



8. ábra

Lovászi I. olajtelep, L-455. kút körzete.

Relatív gáz- és olajátteresztő képesség

az olajtelítettség függvényében;  $S_v=0,30$ ;  $S_{om}=0,30$ ;  $S_{gk}=0,12$

tett relatívátteresztőképesség-görbék alapján határoztuk meg.

A jellemző paraméterek értékei a következők:

- a tároló átlagos tapadóvíz-telítettsége  $S_v=0,30$ ;
- a tároló maradékolaj-telítettsége  $S_{om}=0,30$ ;
- a tároló átlagos kritikus gáztelítettsége  $S_{gk}=0,12$ ;
- a tároló olajtelítettsége  $S_o=0,40$ ;

ezek mellett a gázra vonatkozó relatív átteresztőképesség  $K_{r,g}=0,06$ , mely megfelel  $K_g=6$  mD értéknek.

A rétegtelítettségek mellett a levegő frontális olajkiszorító hatása nem érvényesül. Az adatok alapján megállapítható, hogy olajfront ilyen telítettségviszonyok mellett nem képződik.

A 9. ábrán ismertetjük a víztelítettségek, a hőmérsékletviszonyok és a nyomásváltozások várható alakulását. A telítettség a front előtti érintetlen tárolórészben megegyezik a kezdeti telítettségviszonnyal. A kiégett zónában csak gáz halmazállapotot tételezünk fel, ha a hőmérséklet megfelelő érték felett marad. Megengedhető azonban minimális víztelítettség kialakulása ( $S_v=0,30-0,40$ ), mely telítettség az átteresztőképesség értékében lényeges változást nem okoz. A hőmérséklet-változás az oxidációs frontnál lokálisan magas lesz, míg a modell elején olyan értékűnek kell lennie, hogy a könnyű szénhidrogéntermékek kondenzációja ne jöjjön létre.

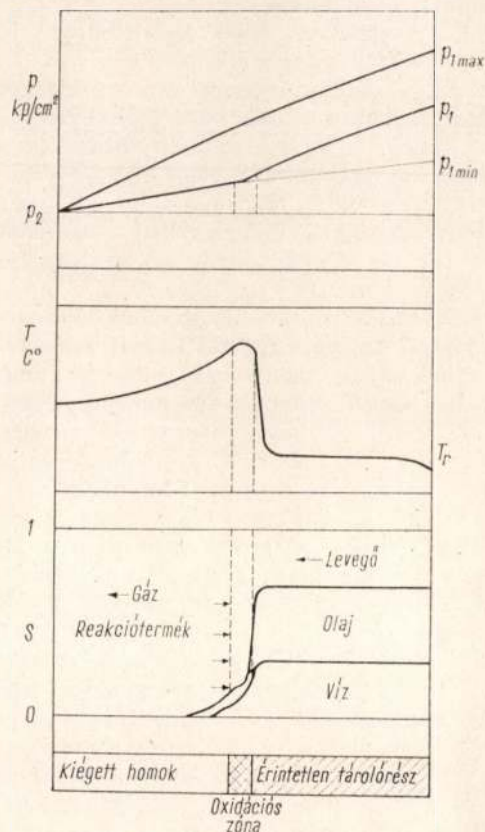
A fenti tárolóviszonyokat és áramlási paramétereket vettük alapul kísérleti modell tervezéséhez, amely-

nek a következő kérdések eldöntésére, illetve feladatok megoldására kellett alkalmasnak lennie:

- a) létrehozható-e az égő front, és milyenek a kialakult hőmérsékleti és nyomásviszonyok;
- b) az égő front haladási sebességének és hőmérsékletének, valamint a keletkező termékek összetételének szabályozása levegőbeadagolással;
- c) 300 °C körüli hőmérsékleten való parciális oxidáció megvalósítása katalizátorok segítségével úgy, hogy lehetőleg minél nagyobb mennyiségű könnyű gázfázisú rész keletkezzen;
- d) rétegvizonyokkal analóg modellviszonyok létrehozása a reakcióhő áramlási viszonyainak modellezésével és ezen keresztül a réteganalógia megteremtése;
- e) a szénhidrogén-kihozatali tényező meghatározása.

A modellel szemben támasztott műszaki követelmények:

1. A rétegben végbement folyamatokat reprodukálni lehessen, tehát a hagyományos kiszorító berendezés műszereivel és tartozékaival rendelkezzen.
2. Továbbá olyan műszerekkel és tartozékokkal rendelkezzen, amelyeket az elégetéses eljárás tanulmányozása megkövetel, vagyis:
  - a) alkalmas legyen az égő front létrehozására (begyűjtés) és fenntartására;
  - b) tanulmányozni lehessen a reakció kinetikáját és a termodinamikai jelenségeket;



9. ábra

Vázlatos telítettség-, hőmérséklet- és nyomáseloszlás



- c) állandóan figyelemmel lehessen kísérni az égő front helyzetét és hőmérsékletét, valamint a keletkező termékek összetételét. Ha az égő front esetleg kialszik, egy közbelső helyen is be lehessen újra gyújtani;
- d) a rendszer ellennyomásától független, állandó ütemű levegő- és katalizátorbeadagolás lehetőségének megteremtése az állandó ütem tág határok közti megválasztása mellett. A besajtolás ütemét kísérlet közben is módosítani lehessen;
- e) a modell termelő végének nyomását (függetlenül a termelés ütemétől) állandó értéken lehessen tartani, az esetleges korrózióveszély és a magas hőmérséklet ellenére is;
- f) a reakciósebesség szabályozása céljából a modell egyes szakaszai egymástól független fűtésének, illetve hűtésének biztosítása;
- g) a fekü-, illetve fedőkőzeteket reprodukáló hőszigetelő, alacsony porozitású (cement vagy agyag stb.) belső köpeny beépítése a magtartó csőbe;
- h) a hőáramlás tanulmányozásának és befolyásolhatóságának lehetősége.

3. Biztonsági előírások betartása. A modellnek 20 atm-ig és 600 C°-ig üzembiztosnak kell lennie. Az esetleges robbanási veszély elhárítási lehetőségét biztosítani kellett.

A parciális oxidációs telepmodell és annak az üzemeltetésre szolgáló laboratóriumi kivitele a következő:

Az I. sz. kísérleti telepmodell vázát J—55 anyagminőségű  $N\dot{A} = 9\frac{5}{8}$ "-es bélésű cső képezi, melynek belső felülete 63 mm falvastagságú, cső alakú, nyomás- és hőálló, át nem eresztő cementbéléssel van kiöntve. A telepmodell két végét a cementbélést lehatároló, hegesztett acélperemek zárják. E perembe rögzített és a cementbélésbe 138 mm-es osztókör mentén axiálpáralel futó, cserélhető elektromos fűtőcsövek a telepmodell réteghőmérsékletét biztosítják. A névleges fűtőtéljesítmény 220 V-os fokozatkapcsolóval ellátott egyfázisú transzformátoron állítható be. A telep két végét tőcsavarokkal rögzített — a vizsgálati rendszer csatlakozásaira alkalmas szerelvényekkel kiképzett — acélperemek zárják le. A várható hőveszteségek csökkentése végett a záróperemeket légzárral, illetve textolit szigetelőburkolattal láttuk el. Az acél csőköpeny palástjában, a telep hossza mentén 200 mm-enként mintavevő szondák, illetve ellenállás-hőmérő szondák helyezkednek el.

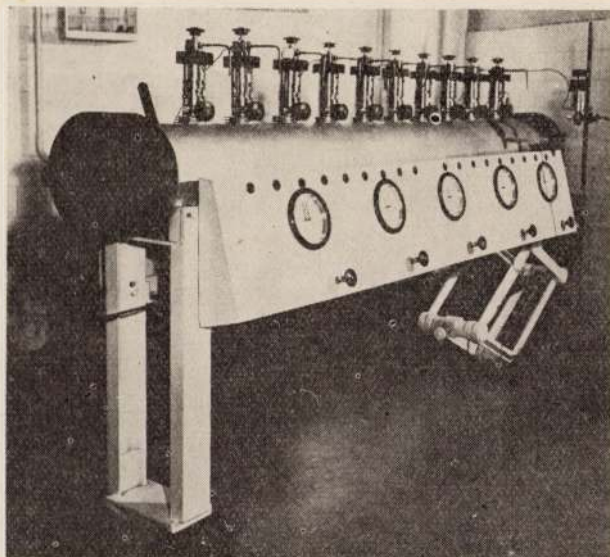
A telepmodell begyújtása egymással szemben elhelyezkedő két elektromos gyújtószondával történik. Szondánkénti gyújtótéljesítmény 250 W. Közbenso begyújtási lehetőséget biztosítanak a mintavevő helyekre beépíthető begyújtószondák. A fent ismertetett telepmodell (10. ábra) — segédberendezésekkel kiegészítve — alkalmas a tervezési megbízásban meghatározott kísérleti követelmények kielégítésére.

A parciális oxidációs kísérleti berendezés részei:

1. telepmodell;
2. pneumatikus és hidraulikus táprendszer;
3. katalizátoradagoló rendszer;
4. termeltető-szeparáló rendszer;
5. fűtőtranszformátor;
6. gyújtótranszformátor;
7. hőmérséklet-ellenőrző rendszer.

Üzembe helyezés:

Az előkészített telepmodellben 20 atm nyomást hozunk létre. A telepmodellt felfűtjük a réteghőmérséklet értékére. A kívánt olaj- és gáztelítettség beállítása után levegőáramoltatással az égéshez elegendő oxigénmennyiséget biztosítunk, majd bekapcsoljuk a begyújtószondát. A begyújtás sikere az ellenállás-hőmérővel egyértelműen ellenőrizhető. A telepmodell hosszanti hőmérséklet-eloszlása az 1—10 számú hőfokérzékelőkkel, mérőhely-átkapcsolóval történő „sorba-



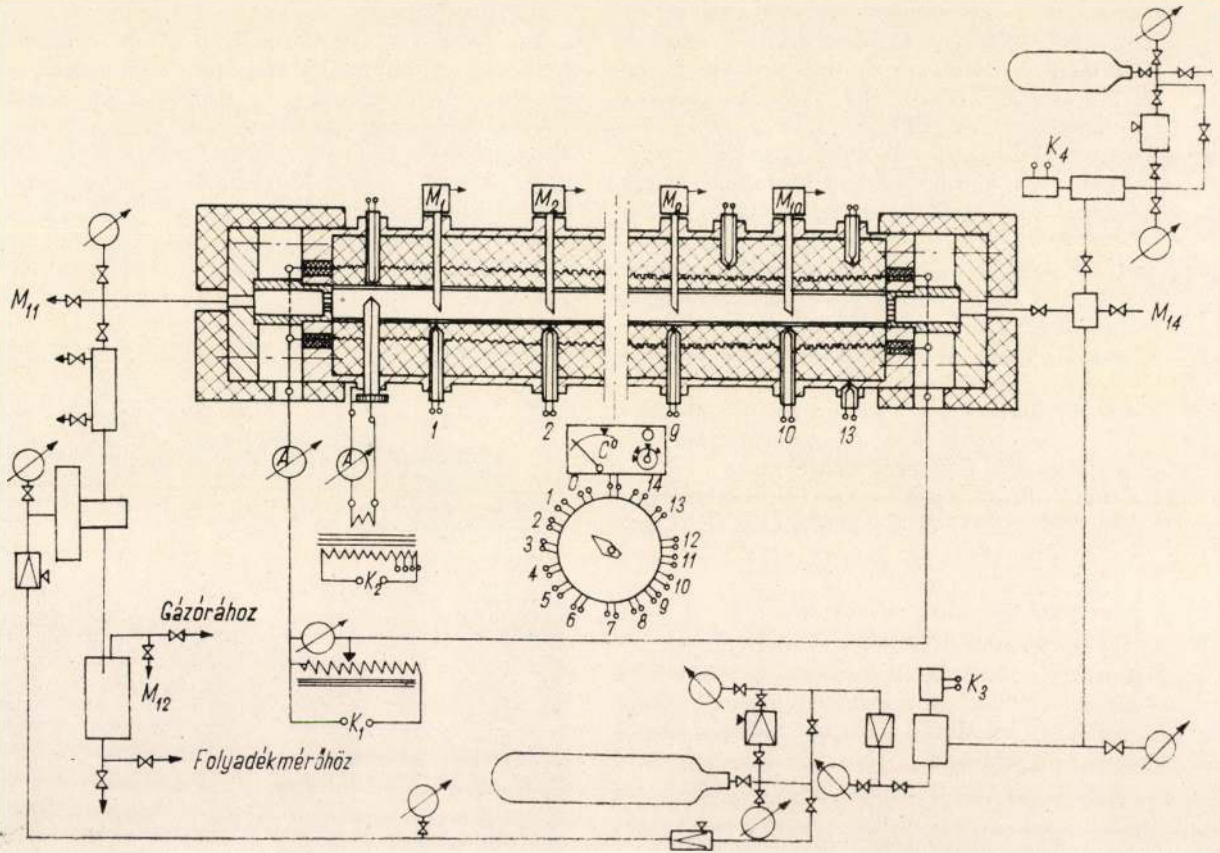
10. ábra  
Parciális oxidációs telepmodell laboratóriumi kivitele

tapogatással”, illetve 6 helyen végzett egyidejű regisztrálással bármikor ellenőrizhető. A telepmodell, mintavevő szondái segítségével, a vizsgálati rendszer teljes hossza mentén 200 mm-enként mintázható. A termelőponton kilépő termékeket a szeparáló rendszerben szobahőmérsékletre hűtjük. A kiáramlás mértékét erőkompenzációs nyomás-stabilizátor szabályozza.

A szeparátort felszereltük gáz- és folyadékmintázó csapokkal. A termékgáz  $CO_2$ -tartalmát Duomonox típusú regisztrálóval folyamatosan rögzítjük. Az égéstermék regisztrálás után gázmérő órán keresztül a szabadba vezetjük.

A parciális oxidáció kísérleti laboratóriumának fő berendezéseit a 11. ábrán mutatjuk be.

A telepmodell elkészítése során súlyos problémaként jelentkezett a megfelelő bélésanyag hiánya. A problémát a tervezett üzembe helyezési határidőre a szilikát- és porcelánipari szakemberek bevonásával sem sikerült megoldani. Ezért az eredeti belső kerámiaszigetelésű telepmodell helyett egy tekercselt, külső hőszigeteléssel ellátott II. sz. modellváltozatot dolgoztunk ki, amelyben a parciális oxidációs folyamatot egy  $N\dot{A} = 4$ "-es acélcsőbe döngölt mesterséges tárolókőzetben kell megvalósítani. A II. sz. telepmodell lényegében egy külső hőszigetelésű acélcső, amelyre az I. sz. telepmodell fűtő-, mintázó-, nyomás- és hőmérő szerelvényeit építettük be az eredetileg tervezett felépítésnek megfelelően.



11. ábra  
Parciális oxidációs kísérleti berendezés elvi terve

A parciális oxidációs kísérletek eddigi tapasztalatai azt bizonyítják, hogy a II. sz. telepmodellel az adiabatikus viszonyokat nem tudjuk megközelíteni a szükséges mértékben.

A kísérletek előkészítése során több kisebb átalakítást kellett a telepmodellel végezni; megnöveltük a begyűjtőhelyek számát, a szonda megváltoztatása miatt áthelyeztük a begyűjtőhelyeket a mintavevő helyről a hőmérsékletmérő helyre, módosítottuk a hőmérőhelyek konstrukcióját.

A kísérletek értékelése során az anyagmérleg pontatlanságát tapasztaltuk. A pontatlanság okát a szeparáló rendszerben látjuk. Az anyagmérleg pontosítása érdekében a szeparáló rendszert kibővítettük, részleteiben azonban további áttervezését látjuk szükségesnek. A jelenlegi táplevegő-rendszer sem teszi lehetővé a betáplált levegőmennyiség pontos értékének mérését. Szükséges olyan levegőadagoló beszerzése vagy tervezése, mellyel a betáplált levegő mennyisége mérhető.

A begyűjtő és hőmérsékletmérő rendszeren az öt kísérlet során több változtatást végeztünk. A begyűjtő rendszer hőteljesítményének fokozása továbbra is kutatási terület, elsősorban a felületi begyűjtés kikísérletezésére.

Az I. sz. adiabatikus feltételeket biztosító telep-

modellel kapcsolatban számos anyag-, illetve kiviteli probléma merült fel.

A legkedvezőbb és a követelményeket legjobban kielégítő tulajdonságokat a Magnezitipari Művek által javasolt béléanyag mutatta. A kismintákkal végzett áteresztőképesség-, nyomószilárdság-, zsugorodás- és derivatográfias vizsgálat kedvező eredményeket hozott ( $\Phi = 26\%$ ;  $K_{lev} = 0,59 \text{ mD}$ ;  $\sigma = 120 \text{ kp/cm}^2$ , feltehetően az áteresztőképes pórusok utólagos kezeléssel lezárhatóak).

#### A begyűjtési technológia és ennek fejlesztése

A II. sz. telepmodellben a begyűjtést elektromos gyűjtőszondákkal végeztük. A parciális oxidációs kísérletek során nyert tapasztalatok alapján növelni kellett az időegység alatt betáplált hőmennyiséget, erre új típusú szondák szolgáltak. Az eddig leírt begyűjtőszondákkal a gyűjtési technológia *vonali begyűjtés* volt.

Kísérletek folynak *felületi begyűjtőszondák* kialakítására is, mégpedig a *közvetlen* és a *közvetett* felületi begyűjtés megteremtésére. A közvetlen felületi begyűjtés esetén a fűtőelem a magba kerül, közvetett felületi begyűjtéshez pedig a fűtőelemet a magcsövön kívül helyezük el. Ez utóbbi egy új — szekciós — telepmodell tervezését is jelenti.

# Földbe fektetett csővezetékek hőtágulásból eredő hosszirányú elmozdulásának meghatározása\*

FALUVÉGI GYÖRGY —  
POLLOK LÁSZLÓ

Termelőmezőn belüli nagynyomású gyűjtővezetékek a magas gázhőmérséklet miatt olyan hőmérséklet-tartományban üzemelnek, melynél a földből kibúvó szabad vezetékvégek dilatációs elmozdulása jelentős.

A szerzők ezen hőmérséklet hatására jelentkező elmozdulások számítással történő meghatározásmódját foglalják össze.

Gyakorlati alkalmazás céljára nomogramokba feldolgozva adják a számításokat, melyekkel a vezetékvégek elmozdulása meghatározható.

## 1. A hőtágulás jelentősége és hatása a földgázvezetéseknél

Hazánkban az utolsó öt év folyamán került sor lényegében intenzív, önálló földgáztermelésre, melynek során számos, jelentős hozamú földgázkút termelésbe állításával termelő- és gyűjtővezeték-rendszerek épülnek és üzemelnek.

Ezek a gyűjtővezeték-rendszerek földbe fektetett, korrózió ellen szigetelt, hegesztéssel egymáshoz toldott csövekből állanak. A földbe fektetett csőrendszerek föld alól kibúvó végei a kútfejszerelvényekhez, gyűjtőállomások föld feletti vezetékéhez, gázüzem föld feletti fejcsőrendszeréhez stb. csatlakoznak.

A gázgyűjtő vezetékrendszer tipikus jellemzője további két körülmény:

- a) általában nagynyomású a rendszer (legalábbis a termelés első időszakában); az üzennyomás eléri, sőt tetemesen meg is haladhatja a 100 at-t;
- b) jelentős a szállított földgáz hőmérséklete és ebből következően a vezetékrendszer föld alól kibúvó végeinél a dilatációs vezeték hosszabbodás.

A cső acélszállítójának a gazdaságosságra törekvő vezeték méretezés mellett megengedett kihasználása nem teszi lehetővé a szállított gáz 50–80 C°-os hőmérséklete folytán keletkező több cm-es dilatációs vezetékmozgások elhanyagolását.

Gyakorlati példák igazolják, hogy a vezeték hosszváltozásából származó többlet-igénybevételek elhanyagolása nemcsak az előírt biztonság lecsökkenésével jár, hanem a föld alól kibúvó csővégek és a rácsatlakoztatott felszíni vezeték összekapcsolásánál csőtöréseket, maradó alakváltozásokat és egyéb meg nem engedhető meghibásodásokat okozhat.

Az ismertetett körülmények teszik feltétlen szükségessé az említett csőkapcsolásoknál a hődilatációs vezeték-hosszváltozás meghatározását és ennek alap-

ján az összekötő vezeték kompenzátoros vagy egyéb megfelelő módon történő tervezését és elkészítését.

Gyakorlati tapasztalatokat gyűjteni a meleg földgázgyűjtő vezeték földből való kibúvásánál jelentkező hosszirányú vezeték-hosszváltozásokról alkalom nyílt a Hajdúszoboszlói, a Berekfürdői és a Kardoskúti Földgázüzemben.

A tapasztalatok leglényegesebb következtetései az alábbiak:

- a) a vezeték végek hosszváltozása olyan mérvű, hogy annak elhanyagolása valóban megengedhetetlen;
- b) a hosszabbodás az első üzembe vétel alkalmával egyébként azonos üzemi körülmények mellett (nyomás, hőmérséklet) jelentősen nagyobb, mint ezt követően a többi üzemeltetési periódusban (értve ez alatt azt, hogy időközben leállások voltak, melyek során a vezeték visszahűlt a talajhőmérsékletre);
- c) az első felmelegedést követő elmozdulások gyakorlatilag azonos mértékben jelentkeznek;
- d) a bitumen-papír-bitumen (egy vagy több rétegben) szerkezetű szigetelés esetén a „szigetelő hüvely” nem követi a vezeték hosszmozgását, belőle a vezeték részben kibújik;
- e) az első üzembe helyezéskor fellépő nagyobb hosszváltozástól eltekintve a többi esetben a hosszváltozás megfigyelt értékei a továbbiakban ismertetett módszerrel meghatározható értékekkel közelítőleg megegyeznek.

## 2. A hőtágulás matematikai meghatározása

Ha egy súrlódásmentesen alátámasztott — körülfogott —  $2L_0$  hosszúságú egyenes csővezeték hőmérsékletét, teljes hosszában egyenletesen,  $\Delta t$ -vel emeljük, a vezeték megnyúlik és  $2L$  hosszúságú lesz.

A megnyúlás mértéke az egyik végen:

$$\Delta L = L - L_0 = \alpha \Delta t L_0 \quad [m]. \quad (1)$$

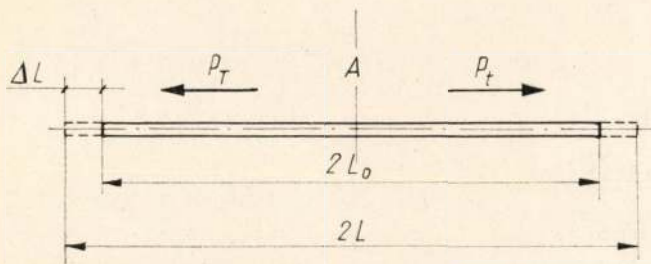
A megnyúlás mindkét szabad végen jelentkezik, a végek elmozdulása  $\Delta L$  mértékű lesz, a vezeték „A” szelvénye — felezőpontja — helyben marad.

A  $\Delta L$  elmozdulást — nyúlást — létrehozó erő

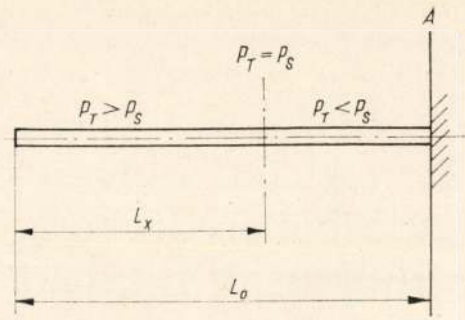
$$P_T = E \alpha \Delta t F \quad [kp]. \quad (2)$$

Ha az 1. ábra szerinti vezetéknel a folyamatos körülfogás nem súrlódásmentes, az egységnyi csőhosszon az önsúlytól, a körülfogást jelentő radiális erőktől és

\* Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Olajbányászati Szakosztálya által 1968-ban kiírt pályázaton jutalomban részesült, majd átdolgozott pályamű. (A szerkesztő.)



1. ábra



2. ábra

az érintkezési felületek minőségétől függő nagyságú súrlódóerő ébred.

Ha a csőfelületen egyenletesen megoszló radiális terhelést  $N$ -nel jelöljük, a megfogást jelentő axiális irányú, súrlódásból adódó erő a vezeték egységnyi hosszán

$$S = N\mu \quad [\text{kp/m}]. \quad (3)$$

Az  $L_x$  meghatározott csőhosszon az  $N$  egységnyi erők összege fog jelentkezni mint eredő erő (jelöljük ezt  $P_S$ -sel):

$$P_S = \sum_0^{L_0} \mu N \Delta x = \int_0^{L_0} N\mu dx = N\mu L_x \quad [\text{kp}]. \quad (4)$$

Tehát a  $P_T$  erő hatására megnyúló vezetékét a  $P_S$  erő gátolja elmozdulásában. A  $P_T$  aktív erő hatását a  $P_S$  fékező erő nem engedi teljes mértékben érvényesülni.

A fenti két erő nagyságától függően az alábbi három jellemző helyzet alakulhat ki:

a)  $P_T < P_S$ ,

elmozdulás nincs, mivel az aktív erő *kisebb*, mint az azt fékező passzív erő, így hatása elmozdulásban nem érvényesülhet, csak a csőfalban okoz feszültséget.

b)  $P_T = P_S$ ,

egyensúlyi helyzet.

c)  $P_T > P_S$ ,

elmozdulás van, mivel az aktív erő *nagyobb*, mint a passzív fékező erő.

A gyakorlatban a c) esetnek van jelentősége, így a továbbiakban csak ennek vizsgálatára szorítkozunk.

Egyensúlyi helyzetben (b eset)

$$P_T = P_S, \quad \text{tehát} \\ E\alpha \Delta t F = N\mu L_x. \quad (5)$$

Adott befogó erő és súrlódási tényező mellett tehát található egy olyan  $L_x$  vezetékhoossz, melynél az egyensúly feltétele teljesül; ez a hossz (2. ábra):

$$L_x = \frac{E\alpha \Delta t F}{N\mu} = \frac{P_T}{S} \quad [\text{m}]. \quad (6)$$

A teljes  $L_0$  vezeték szakaszból tehát a szabad végen az  $L_x$  fékezett szakasz megnyúlása fog jelentkezni.

Az ezen a szakaszon jelentkező maximális megnyúlás tehát az (1) szerinti összefüggéssel

$$\Delta L_x = \alpha \Delta t L_x. \quad (7)$$

A tényleges nyúlás gyakorlatilag ennél csak kisebb lehet, mivel az  $L_x$  szakaszon nem a teljes  $P_T$  erő, hanem csak a

$$P = P_T - P_S$$

eredő aktív erő érvényesül és hoz létre elmozdulást.

A szabad vég elmozdulását létrehozó aktív erő nagysága tehát

$$P = E\alpha \Delta t F - \frac{1}{2} N\mu L_x \quad [\text{kp}]. \quad (8)$$

A Hooke-törvény összefüggései alapján a  $+P$  erő hatására egy  $L_x$  hosszúságú rúd megnyúlása

$$\Delta L_x = \frac{PL_x}{EF} \quad [\text{m}]. \quad (9)$$

Behelyettesítve a (8) összefüggésben meghatározott  $P$ -t, a megnyúlás nagysága

$$\Delta L_x = \alpha \Delta t L_x - \frac{N\mu L_x^2}{2EF} \quad [\text{m}]. \quad (10)$$

A fenti összefüggésbe behelyettesítve a (6) egyenlet szerinti  $L_x$  értéket, a megnyúlásra az alábbi egyszerűbb összefüggést kapjuk:

$$\Delta L_x = \alpha \Delta t \frac{P_T}{2S} \quad [\text{m}]. \quad (11)$$

Az elmondott vizsgálatnál a  $\Delta t$  értékét a vezeték mentén állandónak tételeztük fel, és elhanyagoltuk annak  $L_0$  menti változását. Levezetésünkben  $\Delta t$  értéke a fektetési mélységben érvényes minimális talajhőmérsékletnek és állandó termelési állapotban a szállított közeg  $L_x$  menti átlaghőmérsékletének különbsége.

A minimális talajhőmérséklettel való számítás tulajdonképpen a biztonságot növeli, mivel ilyen körülmények között mindig a ténylegesnél nagyobb  $\Delta L_x$  nyúlási értékek adódnak.

### 3. Az $S = N\mu$ súrlódóerő meghatározása

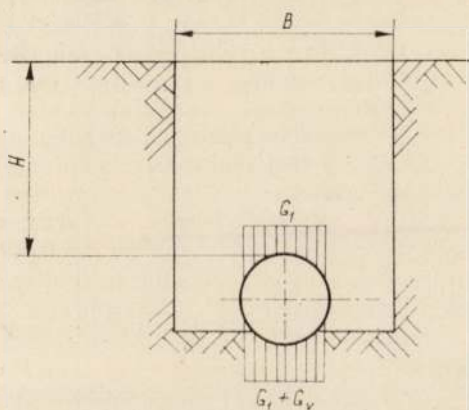
Az  $S$  erő meghatározásához a földteherből és az önsúlyból adódó terhelés radiális irányú  $N$  komponensét kell meghatározni.

Ezen  $N$  normális irányú erő meghatározásához az alábbi, a vezeték fektetéséből következő, terhelési esetet tételeztük fel:

az elföldelt, árokban fekvő vezetéket felülről terheli a  $H$  takarási mélységből adódó függőleges földteher,  $G_1$ ; alulról hat rá a  $G_1$  földteher és a  $G_v$  önsúlyból adódó  $G_1 + G_v$  reakcióerő. Ezen erőhatások függőleges irányúak és egyenletesen megoszlóak a vezeték függőleges vetületére.

Az oldalirányú terheléseket figyelmen kívül hagytuk, mivel a vezeték és az érintetlen árokkal közé a föld nem dögölve kerül visszatöltésre és a  $H/B > 1$  méretviszonyú függőleges falú árokban a visszatöltött föld bizonyos mértékű boltozódásával is kell számolni.

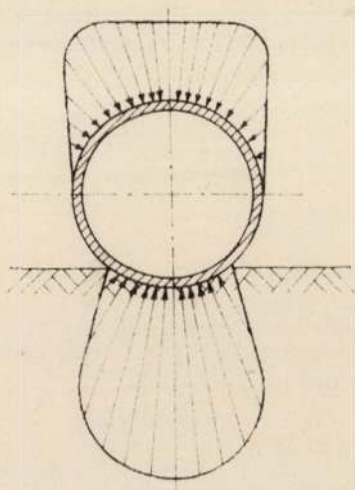
A földben fekvő csővezetékén a külső terhelés megoszlását a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra

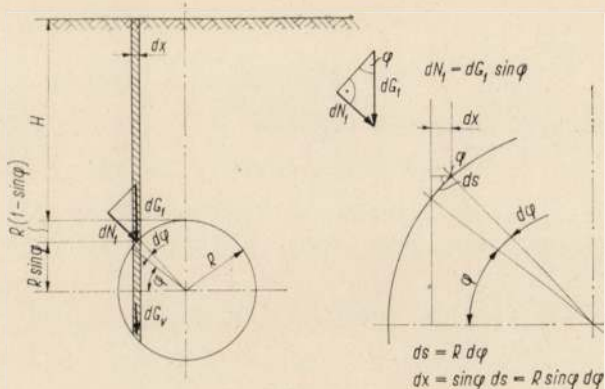
Az így terhelt csővezetékén Marston szerint a radiális (normális) irányú erők megoszlása a 4. ábra szerinti.

A 4. ábrával kapcsolatban megjegyezzük, hogy az ébredő radiális erők meghatározásakor a vezeték területének egy jelentős szakaszán felfekvőnek tételeztük fel.



4. ábra

Amennyiben a vezeték nem az ábrázolt módon feltüntetett ágyazatban fekszik fel, úgy az alsó félen ébredő erő egy koncentrált erőre módosul és összehatásá-



5. ábra

ban rosszabb befogást fog eredményezni az ábrázoltnál.

A kétirányú terhelésből a radiális irányú erők az alábbiak szerint határozhatók meg (5. ábra és [1]). A vezeték felső felén, melyen a  $G_1$  földteher hat,

$$dG_1 = \gamma_F [H + R(1 - \sin \varphi)] dx.$$

A  $dx = R \sin \varphi d\varphi$  és a  $dN_1 = dG_1 \sin \varphi$  behelyettesítésével kapjuk, hogy

$$dN_1 = \gamma_F [H + R(1 - \sin \varphi)] R \sin^2 \varphi d\varphi \quad (12)$$

és

$$N_1 = \int_0^\pi \gamma_F (H + R) R \sin^2 \varphi d\varphi - \int_0^\pi \gamma_F R^2 \sin^3 \varphi d\varphi.$$

Az integrálást elvégezve, a felső felet terhelő radiális irányú erőkre kapjuk:

$$N_1 = \frac{\gamma_F R \pi}{2} (H + 0,15R) \quad [\text{kp/m}]. \quad (13)$$

A vezeték alsó felét terhelő erő a földteherből ( $G_1$ ) és a feltöltött vezeték  $G_v$  önsúlyából származik.

Számításunkban a vezeték fajsúlyát  $\gamma_v$ -vel jelöljük, mely a csőönsúlyból és a csőtartalom súlyából határozható meg a vezetékterfogathoz való viszonyítással. Gázzal töltött vezeték esetében  $\gamma_v$  növekvő csőátmérőknél csökken.

Az alsó csőfélre ható elemi erő

$$dG_2 = dG_1 + dG_v.$$

A  $dG_1$  és a belőle meghatározott  $N_1$  komponens már ismert, ezért csak a  $dG_v$ -t határozzuk meg:

$$dG_v = \gamma_v 2R \sin \varphi dx, \text{ amiből}$$

$$dN_v = 2\gamma_v R^2 \sin^3 \varphi d\varphi \text{ és}$$

$$N_v = \int_0^\pi 2\gamma_v R^2 \sin^3 \varphi d\varphi.$$

Elvégezve az integrálást,

$$N_v = \frac{8}{3} \gamma_v R^2 \quad [\text{kp/m}]. \quad (14)$$

Az alsó vezeték részt terhelő erő tehát

$$N_2 = N_1 + N_v$$

értékű.

A vezeték teljes kerületére ható radiális irányú erők összegeve:

$$N = 2N_1 + N_v;$$

a behelyettesítések után pedig [1]

$$N = \gamma_F HR\pi + R^2(0,47\gamma_F + 2,67\gamma_V) \quad [\text{kp/m}]. \quad (15)$$

Az így levezetett radiális irányú terhelésből ébredő és a csővezeték elmozdulását megakadályozó sűrű erők

$$S = N\mu = [\gamma_F HR\pi + R^2(0,47\gamma_F + 2,67\gamma_V)]\mu \quad [\text{kp/m}]. \quad (16)$$

#### 4. A hődilataciós nyúlás meghatározása

Az előző fejezetekben tárgyalt összefüggések felhasználásával meghatározható a földbe ágyazott csővezeték ható

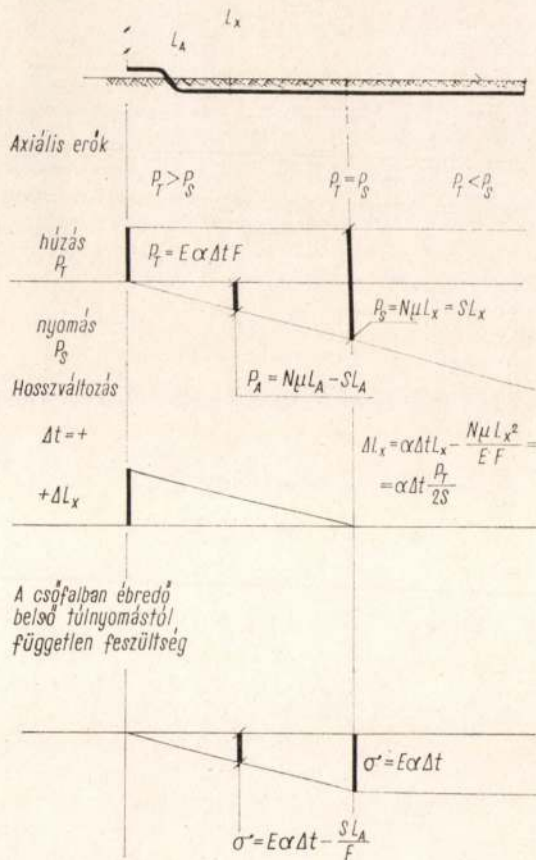
$P_T$  axiális irányú húzóerő, melyet a  $\Delta t$  hőmérséklet-emelkedés okoz, továbbá a

$P_S$  axiális irányú, a  $P_T$  aktív erővel ellentétes értelmű „nyomóerő”, amit a „megfogás” jelent.

A fenti erőhatás eredményeként következik be a vezeték  $L_x$  hosszúságú megnyúlása a szabad vezetékvegen.

A 6. ábrában összefoglaltuk az előzőekben tárgyalt összefüggéseket és azokhoz az alábbi megjegyzéseket fűzzük:

1. A  $\Delta L_x = \alpha \Delta t L_x - \frac{N\mu L_x^2}{2EF}$  meghatározására szolgáló összefüggésben a  $-\frac{N\mu L_x^2}{2EF}$  tag az ágyazat



6. ábra

elmozduláscsökkentő hatását adja meg. Az esetben, ha a talajban fekvő vezeték szigetelése a hagyományos papír-bitumen, a bitumen „folyadék” halmazállapotát a  $\mu$  tényező megválasztásakor figyelembe kell venni. Ha a vezeték üzemi hőmérséklete a  $+50^\circ\text{C}$ -ot eléri, a papír-bitumen burokban levő csővezetékre  $\mu=0,15$  értéket célszerű választani. A  $+50^\circ\text{C}$  üzemi hőmérséklet alatt  $\mu=0,3$  értékkel lehet számolni.

2. Az összefüggés használhatóságának feltétele, hogy a vezeték  $L_x$  szakaszában  $60^\circ$ -nál kisebb irányeltérések legyenek. Ha a meghatározott  $L_x$  elmozduló csőhosszban  $60^\circ$ -os vagy nagyobb irányeltérés van, úgy  $L_x$  elmozduló csőhosszként a szabad csővég és a  $60^\circ$ -nál nagyobb szögű ív közötti szakaszt kell tekinteni.

3. Az  $S = N\mu$  egységnyi sűrűdőerő meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a frissen visszatöltött csőárokban a földtakarás nem egyenértékű egy több hónapja elkészült és már megüledett földtakarással. Az elföldelés után rövid idő múlva üzembe helyezett vezetéknel a  $\gamma_F$  meghatározásakor a földtakarás ilyen minőségét kell figyelembe venni.

4. A vizsgált  $L_x$  szakasz mentén  $S = N\mu$  nagyságát változatlanul tekintjük. Ugyancsak állandónak tekintjük  $\Delta t$ -t is, ami a vizsgált szakaszon a minimális talajhőmérséklet és a szállított közeg  $L_x$  szakaszon mért átlaghőmérsékletének különbsége.

Itt említjük meg, hogy elvileg a csővezeték befogási — elföldelési — hőmérséklete és a közegehőmérséklet közötti hőmérsékletet kellene a számításoknál figyelembe venni. Ehelyett célszerűbb a nagyobb biztonságot adó, egyértelműbben meghatározható minimális talajhőmérséklettel számolni.

#### 5. A számítások gyakorlati alkalmazása

Az előző fejezetekben levezetett összefüggések gyakorlati alkalmazásának megkönnyítésére a szénhidrogén-bányászatban előforduló körülmények figyelembevételével a vezetéknyúlások meghatározásához a mellékelt nomogramokat adjuk.

##### 5.1 Az $S = N\mu$ egységnyi axiális rögzítőerő meghatározása

Alapösszefüggések:

- a)  $N = \gamma_F HR\pi + R^2(0,47\gamma_F + 2,67\gamma_V)$  [kp/m] és  
b)  $S = N\mu$  [kp/m].

Az a) jelű összefüggést a 7. ábrán az alábbi egyszerűsített formában ábrázoltuk:

$$N = \gamma_F HR + 4200 R^2.$$

Ezen összefüggést az alábbi egyszerűsítésekkel kapjuk meg az a) jelű összefüggésből.

Az összefüggés első tagját változatlan formában megtartottuk, ezen tagban az egyes jellemzők:

$\gamma_F$  az árokfeltöltés térfogatsúlya [kp/m<sup>3</sup>],

$H$  árokmélység [m],

$R$  a csővezeték sugara [m].

7. ábra.

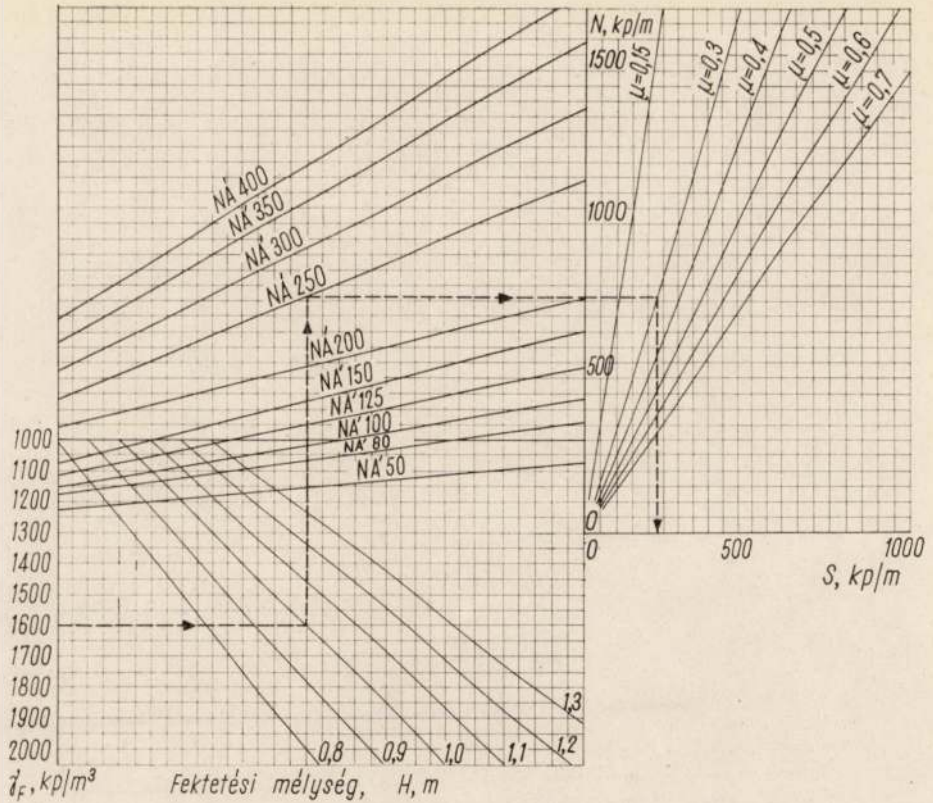
Az  $S = N\mu$  egységnyi axiális rögzítőerő meghatározása

$\mu$  értékei:

- 0,15 papír-bitumen szigetelésnél, ha a szállított közeg hőmérséklete  $+50\text{ C}^\circ$  fölött van
- 0,3 papír-bitumen szigetelésnél  $+50\text{ C}^\circ$  alatti közeghőmérsékletnél
- 0,4 bitumen mázolás
- 0,5 száraz homok, fémes csőfelület

$\gamma_F$  [kp/m<sup>3</sup>] értékei [9]:

- 1200—1300 durva rögökkel friss visszatöltés,  $T_{re} < 65\%$
- 1400 lösz, kővér agyag,  $T_{re} = 70\%$
- 1500 lösz, kővér agyag,  $T_{re} = 80-85\%$  finom homok
- 1600 kővér agyag, finom homok, homokos kavics
- 1700 sovány agyag, iszapos homokliszt
- 1800—1900 iszap, agyagos homok,  $T_{re} = 85-90\%$
- 2000 iszapolt homok



Ez a csővezeték felső felének normális terhelését meghatározó tag.

A második tag a vezeték alsó felének terhelését reprezentálja, mely a sugár négyzetével arányos. Ezen tagban a  $\gamma_V$  vezeték önsúlyából számított térfogatsúly (kp/m<sup>3</sup>) értékét a leggyakrabban előforduló — NÁ 150—NÁ 200 — vezeték méretre határoztuk meg 80—100 kp/cm<sup>2</sup> nyomású gáztöltésnél. Az ilyen alapon számolt térfogatsúlyt — mint átlagot — 1270 kg/m<sup>3</sup> értékkel vettük figyelembe.

A  $\gamma_F$  értéket a leginkább előforduló döngölés nélkül, száraz állapotban visszatöltött agyagra átlagoltuk és

$$\gamma_F = 1700 \text{ kg/m}^3 \text{ értékkel vettük fel.}$$

A fenti átlagolás alapján az  $R^2$  együtthatója 4200-ra adódott.

A második tag átlagértékekkel való meghatározása azt jelenti, hogy a kis átmérőjű vezetékknél — NÁ 150 alatt — a valóságosnál kisebb, az NÁ 200 feletti vezetékknél pedig a valóságosnál nagyobb  $N$  radiális erőt kapunk a nomogram alapján.

A különböző  $\gamma_F$  és  $\gamma_V$  értékekkel való számítások eredményeit összehasonlítva az átlagolt értékkel, azt kaptuk, hogy  $S$  értékében a hiba 1,5%-ot nem halad meg. Meg kell még itt említeni, hogy ezen nomogramok a második tagban alkalmazott egyszerűsítés miatt csak NÁ 400 vezeték méretig használhatóak.

A nomogram I. mezéjében a  $\gamma_F H$  szorzatot kapjuk meg, melyet a függőleges rendezőn a csőméret jelzővonaláig vetítve, kapjuk a  $\gamma_F H R$  szorzatot.

A  $H$  érték a cső felső alkotója fölötti földtakarást jelenti. Az összefüggés mindenkor függőleges falú árokra érvényes, amelyben a  $H/B$  hányados 1,0—1,4 közötti.

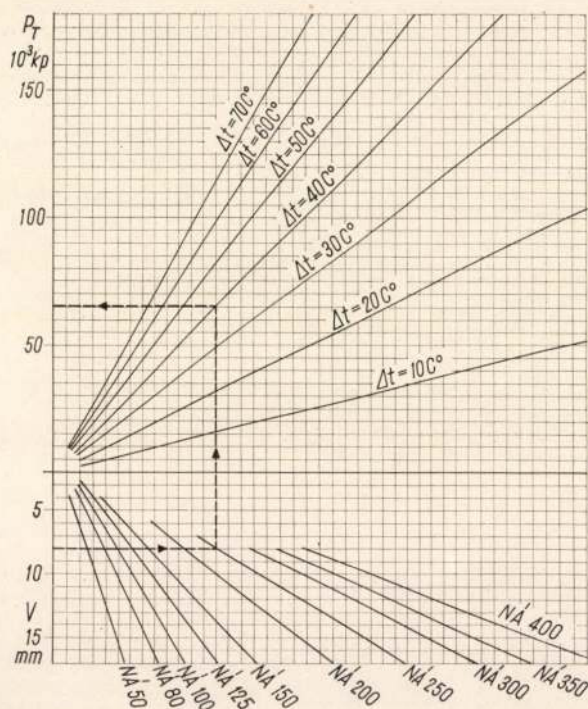
A II. mezőből vízszintes vetítéssel kapjuk az  $N$  értéket kp/m egységben, majd a III. mezőben vízszintesen kivetítve az értéket az adott esetre jellemző  $\mu$  egyenesre és a metszéspont alatt függőleges rendezővel vetítve, kapjuk  $S$  értékét (kp/m).

A II. mező vonalseregén mindenütt a vezeték „NÁ” névleges méretét tüntettük fel a könnyebb kezelhetőség érdekében, az egyenessereget azonban a tényleges külső átmérőhöz tartozó  $R$  figyelembevételével határoztuk meg.

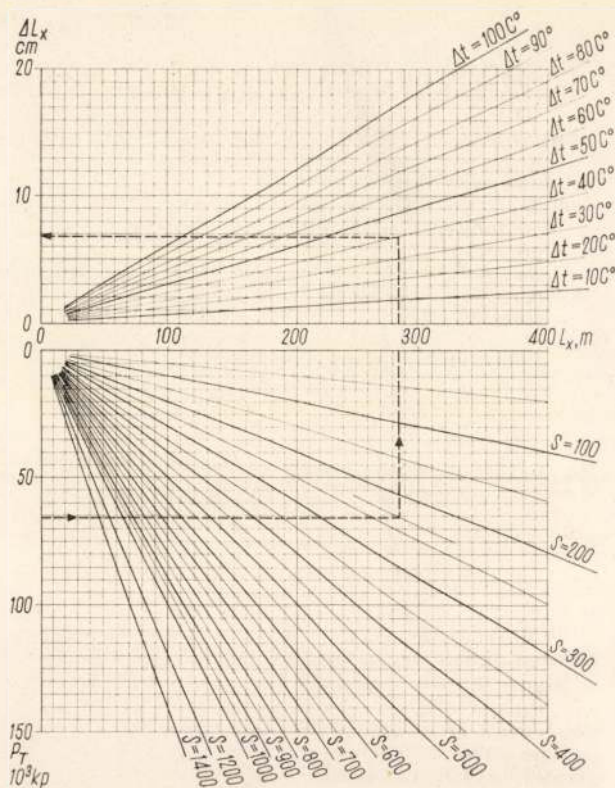
Ahol a „ $T_{re}$ ” értéket nem rögzítettük, ott a szokvány vezetéképítési gyakorlatban szokásos módon szabadon, döngölés nélkül visszatöltött föld értendő. Erősen rögös, darabos talaj esetében, amikor a nagy rögök miatt jelentős térfogatsúly-csökkenéssel kell számolni, a  $\gamma_F$  érték megállapításához ezt figyelembe kell venni.

A  $\mu$  súrlódási tényező meghatározását kellő megfontolással kell végezni. Mint az az üzemi tapasztalatokból és szakirodalmi utalásokból is megállapítható, a bitumenmázolás, még inkább azonban a bitumen-papír szigetelés rontja a súrlódási viszonyokat. A hődilatációs erő által nyírásra terhelt bitumen folyadékként viselkedik, és az aktív erőnek csak a viszkozitást kell legyőznie.

Bitumen-papír szigetelés esetében különösen érvényesül a bitumen folyadékjellege; a csővezeték mintegy a föld által megfogott papírhüvelyben mozog nagy viszkozitású kenőfolyadékban. A bitumen minősége csak annyiban befolyásolja a helyzetet, amennyiben a minőségtől függően változik a viszkozitása. A bitumen-papír szigetelésű csőveknél azért rosszabb a súrlódási helyzet, mivel itt a papírszigetelés körben megtartja a bitumént és így a vezeték viszonylag egyenletesen a teljes kerületén úszik a nagy viszkozitású folyadékban. Csak bitumennel mázolt csőveknél a



8. ábra  
A  $P_T$  hőildatációs erő meghatározása.  
Minimális talajhőmérséklet 1,2 m mélységben  $+4^\circ$



9. ábra  
A szabad csővég elmozdulásának meghatározása

helyzet sűrűlódási szempontból jobb, mivel az önsúly és meleg hatására a bitumen idővel a csővezeték alsó felére lecsurog, és így a palást jelentős részén a fém-talaj érintkezés folytán kedvezőbb sűrűlódási állapot alakul ki.

A nomogram folytacél csővezetékre használható az alábbi hőátadási együtthatóval:

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ [m/C}^\circ\text{]}.$$

### 5.2 A $P_T$ hőildatációs erő meghatározása

Alapösszefüggés:

$$P_T = E \alpha \Delta t (D_k \pi V) \text{ [kp]}.$$

A 8. ábra alsó mezejében a falvastagság szerinti vízszintes rendező és az  $N_A$  mérettel jelzett külső átmérő metszésében fekvő függőleges rendező jelöli az  $E \alpha$  állandóval szorzott csőfal-keresztmetszetet. Ezen függőleges rendező és a  $\Delta t$  értékét jelző vonalsereg metszésében kapjuk  $P_T$  értékét.

A nomogram csak folytacél csővezetékre használható, amelyre

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ [kp/cm}^2\text{]},$$

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ [m/C}^\circ\text{]}.$$

### 5.3 Szabad csővég elmozdulásának meghatározása

Alapösszefüggés:

$$\Delta L_x = \alpha \Delta t \frac{P_T}{2S} \text{ [cm]}.$$

A 9. ábra alapján a  $P_T$  és  $S$  ismeretében meghatározható az elmozduló  $L_x$  [m] csőhossz, valamint a  $\Delta t$  figyelembevételével a  $\Delta L_x$  [cm] szabad vezetékvég elmozdulása.

### JELÖLÉSEK

$B$	az árok szélessége	m
$D_k$	a csővezeték középtátmérője	cm
$E$	rugalmassági modulus	kp/cm <sup>2</sup>
$F$	a csőfal keresztmetszete	cm <sup>2</sup>
$G_s$	a csővezeték felfekvésénél ébredő erő	kp/m
$G_n$	a feltöltött vezeték önsúlya	kp/m
$H$	a vezeték fektetési mélysége	m
$L$	a megnyúlt vezeték hossza	m
$L_0$	a beépített vezeték hossza	m
$L_x$	az elmozduló vezeték hossz	m
$\Delta L_x$	a szabad csővég hőildatáció okozta elmozdulása	m
$N$	a földtakarásból származó radiális irányú, egyenletesen megoszló terhelés	kp/m
$P_S$	rögzítő erő adott csőhosszon	kp
$P_T$	hőildatációs erő	kp
$R$	a csővezeték külső felületének sugara	m
$S$	a sűrűlódásból adódó rögzítőerő	kp/m
$V$	a csővezeték falvastagsága	mm
$\Delta t$	hőmérsékletkülönbség	C <sup>o</sup>
$\alpha$	lineáris hőátadási együttható	m/C <sup>o</sup>
$\gamma_F$	a földtakarás térfogatsúlya	kp/m <sup>3</sup>
$\gamma_V$	a feltöltött vezeték térfogatsúlya	kp/m <sup>3</sup>
$\mu$	sűrűlódási tényező a csőfelület és a talaj között	



- [1] Rohrleitungen. Theorie und Praxis. Berlin, Springer, 1967.  
 [2] Handbuch für den Rohrleitungsbau. Berlin, Verlag Technik, 1963.  
 [3] Petrov, I. P.—Ajnbinder, A. B.: Peremescsenie podzemnih truboprovodov v mesztah vühoda. Sztróitel'sztvo Truboprovodov 1 (1968).  
 [4] Silin, Sz. K.—Timofeev, G. A.: Po povodu opredelenija prodol'nogo peremescsenija... Sztróitel'sztvo Truboprovodov 1 (1968).  
 [5] Barispol'szkij, E. M.: Raszcsset truboprovodov na temperaturnue vozdejsztvija. Sztróitel'sztvo truboprovodov 1 (1968).  
 [6] Kamerstejn, A. G.—Szkomorovszkij, Ja. Z.: Raszcsset zascsmenlenija truboprovoda v grunte. Sztróitel'sztvo Truboprovodov 4 (1965).  
 [7] Vinogradov, Sz. V.: Raszcsset prodol'nüh peremescsenij podzemnogo truboprovoda. Sztróitel'sztvo Truboprovodov 2 (1967).  
 [8] Kiven, J.: Controlling thermal expansion in piping systems. Chem. Eng. 4 (1966).  
 [9] MSZ 15 300-53 R és MSZ 15 300-53 RK. Csatornatervezés és méretezés. Közcsatornák.  
 [10] Zakar, P.: Bitumen zsebkönyv. Bp., Műszaki Könyvkiadó, 1961.

## EGYETEMI HÍREK

Műszaki doktori szigorlatok a miskolci  
Nehézipari Műszaki Egyetemen

1970 októberében az NME Olajtermelési Tanszékének két tehetséges fiatal adjunktusa szerzett műszaki doktori címet.

**Mating Béla** okl. olajmérnök, doktori szigorlatának alapját a „Porózus közetek tekervényességének analitikai vizsgálata és laboratóriumi mérése” című disszertáció képezte. A jelölt a tárolóközetek pórusstruktúrájának vizsgálatához diffúziós modellt választott, és elméleti úton vizsgálta az elektrokémiai indifferens közegben igen kis koncentrációban jelenlevő fémionok okozta diffúziós áramok változását. A vizsgálat a porózus anyag nélküli elektrolitban, majd az elektrolittal telített porózus anyagban történő változások megfigyelésére épült. A megfigyelések alapján *Fick*, *Nerust* és *Faraday* törvényeinek felhasználásával olyan összefüggéseket vezettek le, amelyek módot adtak a tekervényességi ( $T$ ), a retardációs ( $\delta$ ) és a kontrakciós ( $\psi$ ) tényezők számszerű meghatározására.

A laboratóriumi mérésekhez egy folyamatos magfűréssel mélyített kút közetanyagát használták fel. A kísérletek igazolták, hogy jól konszolidált homokkőmintákban — 2,5 mm szem-nagyságértékig — a módszer kifogástalanul reprodukálható eredményeket ad.

A *dr. Tarján Iván* egyetemi tanár elnökletével alakult szigorlati bizottság (opponensek: *dr. Gyulay Zoltán* egyetemi tanár — Rezervoárméchanika és *dr. Berecz Endre* tszv. egyetemi tanár — Alkalmazott [fizikai] kémia) a jelölt felkészültségét *summa cum laude* minősítéssel fogadta el.

**Szepesi József** okl. olajmérnök doktori értekezésének tárgya: „Az iszaplepleny képződésének mechanizmusa és eltávolításának lehetőségei a nagymélységű vízkútúrásoknál”.

A disszertáció alapgondolata az, hogy a vízkutatás átlagmélysége az utóbbi évtizedekben lényegesen megnőtt, így kinőtte a korábbi kis mélységekhez még alkalmas kútúrás technológiát. A 2000 m körüli mélységű kútúrásokhoz a rotári fűrészi módszer fejlesztésében nagy segítséget nyújtanak a szénhidrogén-kutatás tanulságai. A fűréstechnikai problémák között sok a hasonlóság, de a megoldások nem azonosak, mert a termelőretek védelmének, a rétegek megnyitásának és a kútúrás kiképzésének mások a szempontjai. A disszertáció értékeli a szénhidrogén-kutatásban szerzett tapasztalatokat, és ennek alapján optimális fűrészi és kútúrás kiképzési módszereket javasol. A lyukmélyítés központi problémáját az iszaplepleny keletkezésének körülményei, annak felépítése és a szűrődés folytán a rétegben okozott károsodások jelentik, ezért a disszertáció a kútúrás szemszögéből vizsgálja a jelenségeket és a károsodás elleni védekezés lehetőségeit, ezenkívül kitér a kútúrás kiképzés során használható eszközökre is.

A szigorlati bizottság *dr. Tarján Iván* elnökletével alakult (opponensek: *dr. Alliquander Ödön* egyetemi docens — Mélyfűrés, *dr. Berecz Endre* tszv. egyetemi tanár — Alkalmazott [fizikai] kémia és *Novák József* tszv. egyetemi docens — Filozófia) és a jelölt felkészültségét *summa cum laude* minősítéssel értékelte.

*Dr. Patvaros József*  
(Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

## Kőolajtelep Bugacon

A Duna—Tisza közének középső és nyugati részén a neogénnél idősebb medencealjzat általában viszonylag magas helyzetű, de tektonikai hatásokra több magas- és mélyrögre tagolódik. A szénhidrogének felhalmozódására alkalmas földtani szerkezetek kimutatása céljából a Bugac környéki területen 1966—67-ben végeztek szeizmikus méréseket. A geofizikai előkutatás több kőolaj-földtanilag kedvező szerkezetet mutatott ki.

A Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem 1970—71. évi kutatási programjában fontos szerepet tölt be az eddig még kellő részletességgel nem ismert Duna—Tisza közének felderítő kutatása. Ezen program megvalósítása során került lemélyítésre 1970 július—augusztus hónapjában a *Bugac-1.* jelű felderítő kutatófűrés, mely 1604—1617 m között miocén olajtermelő konglomerátumot harántolt, és mélyítése 1631 m-ben mezozoos képződményben fejeződött be. A mélyítés közben elvégzett teszteres rétegvizsgálat alkalmával a konglomerátum 1604—1616,8 m-es szakaszából 6 mm-es fűvőkán 67,2 m<sup>3</sup>/nap olajtermelést kaptunk 41 att kútfejnyomással, 50,6 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>-es GOV-vel. A rétegyomás a hidrosztatikus nyomásnak megfelelő értékűnek bizonyult. A hőmérséklet 1526 m-ben 95 °C. A kőolaj + 15 °C-on dermed, paraffin jellegű, 23,5 s% összesbenzin- és 14,3 s% petróleumtartalmú. A gáz 82,5 térf. % metánt, 3,65 térf. % széndioxidot és 6,1 térf. % nitrogént tartalmaz, fűtőértéke 9158 kcal/Nm<sup>3</sup>. Az ugyancsak teszteres rétegvizsgálat az 1618,5—1631 m közötti szakaszról felszálló termeléssel gáznyomos, 16,7 g/l össz-sótartalmú vizet eredményezett. A két igen eredményes teszteres rétegvizsgálattal az olaj-víz fázis-határ helye tehát 1617—1618,5 m közé volt leszűkíthető.

A kút — beléscsovezését követő — részletes kivizsgálására 1970 október—november hónapjaiban került sor. Az olaj—víz határ a rétegvizsgálati eredmények alapján 1617,5 m-ben van. Az 1604—1607 m közötti perforációból sósavemulziós rétegkezelés után a kút 6 mm-es fűvőkán 117 m<sup>3</sup>/nap mennyiségű gázos olajat termelt. Megállapítható, hogy a hozam lényegesen növekedett mind a teszteres rétegvizsgálati eredményhez, mind pedig a rétegkezelést megelőző 39 m<sup>3</sup>/nap kompresszorozható olajmennyiséghez viszonyítva.

A *Bugac-1.* jelű fűrés tehát igazolta a kutatási elképzeléseket, de a bugaci szerkezeten újabb fűrés kitérésére még nem került sor; azt az Alföldön jól bevált gyakorlatot követjük, hogy az első eredményes kutatófűrés lemélyítése után lehetőséget biztosítunk a részletesebb szeizmikus felmérésre, hogy a fűrés és az újabb szeizmikus mérési adatok birtokában a további kutatófűrés kitérését nagyobb biztonsággal lehessen elvégezni. Ezzel nő a várható eredményesség, csökken a telep megismeréséhez, lehatárolásához szükséges fűrésok száma, tehát jelentősen megnő a kutatás gazdaságossága, ugyanis a részletező geofizikai mérések gyorsan — a kutatási ütem lényeges fékzése nélkül — és viszonylag kis költséggel elvégezhetőek.

Szolnok, 1970. november hó

*Szalóki István*  
okl. geológusmérnök  
(NKfÜ, Szolnok)

# Kénvegyületek hatása a sugárhajtómű-üzemanyag termikus stabilitására

NAGYPATAKI GYULA

A nagy sebességű repülőgépek által használt üzemanyag hőstabilitása — mivel az üzemanyag a repülőgépmotorok üzemi körülményei között 200—300 C°-ra felmelegszik —, az üzemanyag egyik legfontosabb érték-mérőjévé vált.

Az üzemanyag termikus stabilitását rontó kénvegyületek hatásának mérvét részben különböző mértékben finomított mintákon, részben üzemanyagmodelleken tanulmányoztuk.

Megállapítottuk, hogy nem elegendő csupán merkaptánmentesíteni az üzemanyagot, hanem a termikus stabilitás további javításához az út a többi kénvegyület eltávolításán és az aromások telítésén keresztül vezet.

A sugárhajtómű-üzemanyag jellemzői közül az utóbbi időben a figyelem a termikus stabilitás felé fordult. A nagy sebességű repülőgépek felülete súrlódás következtében felmelegszik, ennek következtében már a tartályban kb. 100 C° az üzemanyag hőmérséklete. Újabban az üzemanyagot használják fel a forgórészek, kompresszorok, szivattyúk stb. hűtésére is; ez azt eredményezi, hogy az üzemanyag tovább melegszik és 3 Mach sebességű repülőgépeknél a fűvócsőnél az üzemanyag hőmérséklete eléri a 300 C°-ot [1]. A törekvés a még gyorsabb gépek előállítására tovább tart, ezért azzal kell számolni, hogy a jó termikus stabilitás iránti igény még fokozódni fog.

A termikus stabilitással sok külföldi, főleg szovjet kutató foglalkozott. Ezek között elsősorban kell megemlíteni *Bolsakov* [2, 3, 4, 5] nevét, akinek tollából több cikk jelent meg ebben a témában.

A kutatók megállapították, hogy magas hőmérsékleten, különösen fémek katalitikus hatására, oxidációs és polimerizációs reakciók játszódnak le az üzemanyagban, peroxidok mint közbenső termékek keletkezésével [6]. A keletkezett gyanták a reakció bizonyos fázisában olajoldékonyak, a reakció előrehaladásával azonban az üzemanyagból üledék formájában kiválnak. Az üledék az üzemanyag-vezeték, a szűrők, a fűvókák dugulását okozhatja, ezért jelenléte rendkívüli veszélyeket rejt magában. A gyantaképződésre befolyással vannak a kén-, oxigén- és nitrogéntartalmú vegyületek.

## 1. Vizsgálati módszerek

A termikus stabilitás mérésére statikus és dinamikus módszerek terjedtek el. A statikus módszerre példa a GOSZT 11802—60 sz. szabvány. A vizsgálat lényege, hogy 50 ml üzemanyagot 150 C°-on öt órán át tartunk, majd meghatározzuk az üzemanyag üledékét, oldható és oldhatatlan gyantatartalmát. A legelterjedtebb dinamikus vizsgálati módszer az ASTM D 1160—67. Az üzemanyagot meghatározott ütemben

(2,2 kg/h) elektromosan fűtött előhevíto szakaszon — mely hivatva van jelképezni a motor meleg üzemanyagvezetékét —, szivattyúzzuk át. Az üzemanyag ezután egy ugyancsak fűtött szűrőn halad át, mely a repülőgép meleg szakaszában levő fűvócsöveket jelképezi. A szűrőre rakódnak a hő hatására képződött gyanták. A lerakódás a szűrő előtti és utáni csőszakaszok között nyomáskülönbséget hoz létre, mely a hőstabilitás mértékének tekinthető. A vizsgálati idő 5 óra. A vizsgálati szabvány nem tartalmaz előírást az alkalmazandó hőmérsékletre vonatkozóan. Kísérleteinknél a hőmérséklet az előmelegítőnél 177 C°, a szűrőnél 205 C° volt. Ez valamivel magasabb, mint amennyi a termékszabványokban szerepel (150, ill. 205 C°). A kénvegyületek típusok szerinti vizsgálatát az alábbi módszerek alkalmazásával végeztük:

összes kén: lámpamódszer, ASTM D 90—53;  
merkaptán: ezüstnitrátos titrálás, ASTM D 1219—61;  
diszulfid: cinkkel történő redukció, UOP 202—59;  
szulfid: higany-nitrátos kezelés, [7];  
tiofén:  $\alpha$ -nitrozo- $\beta$ -naftollal, [8];  
elemi kén: nátrium-hidroxidos titrálás, GOSZT 9494—60.

## 2. Kísérleti munka

A kénvegyületek hatásának kérdését két oldalról közelítettük meg.

1. Romaskinói kőolajból származó párlatot különböző mértékben finomítottunk. Ezzel elértük, hogy a finomítványok az egyes kénvegyülettípusokból különböző mennyiséget tartalmaztak. A minták termikus stabilitásának és kénvegyület-tartalmának típusonkénti meghatározása összefüggések kimutatására adott lehetőséget.

2. Üzemanyagmodelleket készítettünk oly módon, hogy az alapfrakciókba különböző kénvegyületeket kevertünk, és mértük az üzemanyagmodellek termikus stabilitását.

### 2.1 A kénvegyületek eltávolítása

A finomításokhoz romaskinói eredetű, 150—210 C° forráshatárú párlatot használtunk, mely az érvényben levő előírásoknak (GOSZT 12806—66 T—7) — a termikus stabilitást és a merkaptántartalmat kivéve — mindenben megfelel. A párlatot kénsavas és hidrogén-savas kezelésnek vetettük alá. A kénsavas finomítást 98%-os kénsavval szobahőmérsékleten végeztük. Változtattuk a kénsav mennyiségét, és ezzel igen jól

Savazott üzemanyagok összetétele

Kénsav-koncentráció %	Összes kén %	Elemi kén %	Merkaptán- kén %	Szulfidkén %	Diszulfid- kén %	Tiofénkén %	Maradék kén %	C <sub>B</sub> %	C <sub>N</sub> %
alapanyag	0,15	0,000	0,0095	0,025	0,011	0,0009	0,104	16,4	1,82
1	0,080	0,001	0,0033	0,019	0,008	0,0010	0,047	16,2	1,69
2	0,050	0,001	0,0020	0,006	0,006	0,0006	0,034	15,4	1,67
3,5	0,042	0,001	0,0010	0,005	0,005	0,0002	0,030	15,3	1,67
5	0,037	0,001	0,0004	0,003	0,005	0,0002	0,027	14,9	1,66
10	0,028	0,001	—	0,003	0,004	0,0002	0,020	15,1	1,34
13	0,025	0,001	—	0,002	0,002	0,0002	0,020	14,1	0,90
50	0,018	—	—	0,002	0,002	0,0001	0,014	11,1	0,76
75	0,016	—	—	0,002	0,001	—	0,013	5,00	0,60
100	0,015	—	—	0,002	0,001	—	0,012	1,64	0,25

2. táblázat

Savazott üzemanyagok jellemzői

Kénsav-koncentráció %	0 év			1 év tárolás			0 év	1 év tárolás
	GOSZT 11 802-66			GOSZT 11 802-66			ASTM D	1660-67
	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	$\Delta P$	$\Delta P$
	mg/100 ml			mg/100 ml			cm	cm
alapanyag	9	15	7	30	27	7	22,9	63,5
1	0	3	2	16	14	10	2,5	31,0
2	0	2	0	14	12	6	2,2	—
3,5	0	2	0	13	13	8	1,9	—
5	0	2	0	10	12	8	1,5	—
10	0	0	0	8	10	5	1,0	—
13	0	0	0	5	10	5	0,8	—
50	0	0	0	4	9	5	0,5	—
75	0	0	0	4	7	4	0,5	—
100	0	0	0	4	6	4	0,5	2,0

3. táblázat

Különböző hőmérsékleten hidrogénezett üzemanyagok összetétele

Hidrogénezési hőfok C°	Összes kén %	Elemi kén %	Merkaptán- kén %	Szulfidkén %	Diszulfid- kén %	Tiofénkén %	Maradék kén %	C <sub>B</sub> %	C <sub>N</sub> %
alapanyag	0,150	0,000	0,0095	0,025	0,011	0,0009	0,104	16,38	1,82
280	0,105	0,012	0,0019	0,011	0,004	0,0004	0,076	15,30	1,45
300	0,048	0,012	0,0012	0,006	0,004	0,0003	0,025	15,19	1,28
315	0,028	0,011	0,0003	0,004	0,004	0,0002	0,008	15,17	0,79
330	0,020	0,011	—	0,003	0,004	0,0002	0,002	14,38	0,53
350	0,016	0,010	—	0,002	0,003	0,0002	0,001	14,80	0,71
380	0,011	0,006	—	0,002	0,003	0,0001	—	14,30	0,50

4. táblázat

Különböző hőmérsékleten hidrogénezett üzemanyagok jellemzői

Hidrogénezési hőfok C°	0 év			1 év tárolás			0 év	1 év tárolás
	GOSZT 11 802-66			GOSZT 11 802-66			ASTM D	1660-67
	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	$\Delta P$	$\Delta P$
	mg/100 ml			mg/100 ml			cm	cm
alapanyag	9	15	7	30	27	7	22,9	63,5
280	0	7	2	9	6	3	0,7	2,4
300	0	4	1	6	7	2	0,5	1,8
315	0	3	2	4	6	3	0,2	0,4
330	0	3	0	4	10	3	0	0,3
350	0	0	0	2	7	1	0	0,2
380	0	0	0	2	6	1	0	0,3

sikerült szabályozni a finomítás mértékét. A hidrogénezést laboratóriumi nyomás alatti reaktorkörben a Nagynyomású Kísérleti Intézet végezte. A katalizátor szovjet Co—Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> volt. A hőmérsékletet 280 és 380 °C között változtattuk. Egyéb paraméterek: nyomás 40 at, térsébség 4 l/l.h, gáz-folyadék arány 400 N 1/1.

Az eredményeket az 1—4. táblázatok tartalmazzák. A táblázatok nemcsak a frissen készített minták adatait, hanem az egy évig tárolt minták jellemzőit is szemléltetik. Az egy évig tárolt minták elemzése lehetővé tette, hogy a termikus stabilitásban bekövetkezett kis mértékű változásokat is érzékeljük.

Az adatokhoz szükséges megjegyezni, hogy az összkéntartalom-meghatározások eredménye és az egyes kénvegyületek típusonkénti mennyiségének összege között némely esetben lényeges különbség van, amit az analitikai irodalomnak megfelelően maradék kénnek nevezünk. Ez alatt szerkezetileg nem tisztázott, főleg bonyolult gyűrűt tartalmazó kénvegyületeket kell érteni [7].

Az eredményekből az alábbi következtetések levonására nyílik alkalom:

A finomításnál, legyen az kénsavas kezelés vagy hidrogénes kénmentesítés, a legkönnyebben a merkaptánok, a legnehezebben a diszulfidok és a tiofének távolíthatók el. A kénvegyületek eltávolítása az üzemanyag termikus stabilitásának javulását eredményezi. A stabilitásváltozás és a merkaptánmentesítés azonos mértéke arra utal, hogy a stabilitásban a merkaptánoknak van döntő szerepük. Láthatjuk azonban, hogy a gyakorlatilag merkaptánmentes üzemanyagok termikus stabilitása még tovább javítható, ami az egyéb kénvegyületek — pl. maradék kén vagy diszulfidok —, el nem hanyagolható negatív irányú hatására mutat. A 75 és 100%-os kénsavval kezelt mintáktól eltekintve a szénhidrogén-összetételben lényeges változás nem történt. Már a két minta elemzése is azonban azt mutatja, hogy az aromások eltávolítása javítja az üzemanyag termikus stabilitását.

## 2.2 Üzemanyagmodellek

Az üzemanyagmodelleket az alábbi eljárással készítettük. Gyakorlatilag kénmentesített üzemanyagot szilikagéllal töltött oszlopon két frakcióra bontottunk: telítetttel és aromásokra. E kettőt tekintettük az 1. és 3. alapfrakciónak. Az aromásfrakció egy részét pikrinsavval kezelt oszlopon egy- és kétgyűrűs aromásokra választottuk. Az egygyűrűs aromásokat tartalmazó frakciót neveztük a 2. alapfrakciónak.

A három alapfrakcióba mértük a kénvegyületeket 0,005 és 0,01%-os koncentrációkban. Az alapfrak-

5. táblázat

Az alapfrakciók GOSZT 11 802-66 szerinti termikus stabilitása

Alapfrakció	Üledék	Oldható gyanta	Oldhatatlan gyanta	Összes
	mg/100 ml			
telített	0	3	0	3
egygyűrűs aromások	5	9	2	16
összes aromások	7	13	3	23

Telített kénvegyületek elegyeinek termikus stabilitása

Kénvegyület	Alapfrakció			Termikus stabilitás GOSZT 11 802-66			
	telített	egygyűrűs aromás	összes aromás	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	összes
	kén, %	kén, %	kén, %	mg/100 ml			
heptil-merkaptán	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	3	1	4
				4	6	1	11
	7			14	5	26	
	13			59	3	75	
	6			22	3	31	
	4			31	2	37	
ciklohexil-merkaptán	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	2	7	1	10
				2	3	1	6
	6			13	6	25	
	11			44	5	60	
	3			27	2	32	
	18			52	5	75	
di-terc-butil-szulfid	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	3	0	3
				4	10	2	16
	4			12	3	19	
	4			23	3	30	
	2			25	2	29	
	7			46	10	63	
dietyl-diszulfid	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	2	0	2
				2	6	1	9
	4			15	3	22	
	6			33	4	43	
	6			23	4	33	
	10			43	8	61	

7. táblázat

Aromás kénvegyületek elegyeinek termikus stabilitása

Kénvegyület	Alapfrakció			Termikus stabilitás GOSZT 11 802-66			
	telített	egygyűrűs aromás	összes aromás	üledék	oldható gyanta	oldhatatlan gyanta	összes
	kén, %	kén, %	kén, %	mg/100 ml			
tiofenol	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	4	1	5
				2	5	3	10
	10			15	4	29	
	16			21	5	42	
	16			64	8	88	
	17			60	7	84	
etyl-fenil-szulfid	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	2	0	2
				1	4	2	7
	5			3	2	10	
	10			10	4	24	
	18			18	3	39	
	16			47	4	67	
difenil-diszulfid	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	5	0	5
				2	8	2	12
	7			8	3	18	
	9			14	2	25	
	3			21	5	29	
	4			37	6	47	
2,5-dimetyl-tiofén	0,005 0,01	0,005 0,01	0,005 0,01	0	3	0	3
				0	3	0	3
	5			8	2	15	
	12			36	4	52	
	16			28	6	50	
	22			34	9	65	

ciók stabilitásadatait az 5., a nyílt szénláncú kénvegyületek hatását a 6., az aromás kénvegyületek hatását a 7. táblázat szemlélteti. A kísérletek alapján az alábbi észrevételeket tesszük: a kénvegyületek negatív hatása a termikus stabilitásra egyértelműen igazolást nyert. Hatás tekintetében lényeges különbségek mutat-

koztak az egyes kénvegyülettípusok között. A stabilitást az SH-csoportot tartalmazó vegyületek rontják a legjobban, a szulfidok a legkevésbé. A szénhidrogén-összetétel sem közömbös a termikus stabilitás szempontjából. A legstabilabbnak a paraffinok, a leglabilisabbnak a kétyűrűs aromások bizonyultak. Megállapítható, hogy a termikus stabilitás értékei nem tevődnek össze additive az alapfrakció és a kénvegyületek stabilitási mérőszámaiból. A kénvegyületek negatív hatása egy- és főleg kétyűrűs aromások jelenlétében lényegesen erősebb, mint paraffinok környezetében.

### 3. Értékelés

Összefoglalásként megállapítható, hogy a probléma két oldalról történő megközelítése néha azonos, néha egymást kiegészítő eredményekhez vezetett. Láthattuk, hogy a merkaptánoknak rendkívül fontos szerepük van az üzemanyag termikus stabilitásában, ugyan-

akkor azonban azt is megfigyelhettük, hogy egyéb kénvegyületek és a szénhidrogén-összetétel sem elhanyagolhatók. A termikus stabilitás javítása tehát bizonyos határig megoldható merkaptánmentesítéssel, a minőség további javítását azonban csak a diszulfidok, a maradék kén, sőt az aromások mennyiségének csökkentésével lehet elérni.

### IRODALOM

- [1] J. A. T. A. 14, Műszaki konferencia, Montreal (1961).
- [2] Bolsakov, G. F.: Neft'i Gaz 9 57 (1965).
- [3] Bolsakov, G. F.: Himija i Tehnologija Topliv i Maszel 5 55 (1963).
- [4] Davüdoz—Bolsakov: Himija i Tehnologija Topliv i Maszel 5 48 (1961).
- [5] Bolsakov, G. F.: Himija i Tehnologija Topliv i Maszel 10 44 (1968).
- [6] Stortmont, D. H.: Oil a. Gas J. 30 93 (1969).
- [7] Lukjaniza, W. G.: Schwefelverbindungen im Erdöl. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1962.
- [8] Kashiki—Ishida: Bull. Chem. Soc. Japan 4 642 (1966).

## EGYESÜLETI HÍREK

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöksége 1970. december 17-én 17 órakor az egyesület helyiségében *baráti beszélgetés*en látta vendégül az egyesület fő tisztségviselőit: a szűkebb értelemben vett elnökséget, az egyes szakosztályok elnökeit, titkárait, szaklapjainak főszerkesztőit és szerkesztőit.

Ez alkalommal Gyulay Zoltán elnök — miközben summázza az egyesület célját és rendeltetését, s visszapiantott a jelen összetételű vezetőség munkájára —, vázolta azokat a struktu-

rális változtatásokat, melyek a ma már ötezer főt meghaladó taglétszámú, számos szakosztállyal és vidéki csoporttal működő, elsősorban a szakmai továbbképzést szem előtt tartó tömörülés korszerű, élénkebb ütemű, hatásosabb működését biztosítanák.

A baráti hangulatú összejövetelen az elnök tárgy- és pénzjutalmakat osztott ki az egyesületi, lapszerkesztési munkákban eredményes munkát végzett funkcionáriusok között.

B. B.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Kiterjedt gazdasági együttműködés a Szovjetunió és Irán között

1970. október 1-én — az iráni fő gázvezeték üzembe helyezésével — megkezdődött a dél-iráni mezőkről a Szovjetunióba történő földgázszállítás. A Szovjetunió és Irán között, 15 évre szóló szerződés értelmében, ezek a gázszállítmányok a jövőben még növekednek, ami szükségessé teszi majd egy másik vezeték építését is.

Az említett fő gázvezeték mintegy 1,0 m átmérőjű, 1100 km hosszú: az Agha Jari és Marun-i gázmezőktől indul ki Astara, a szovjet határ felé. Kezdeti kapacitása 23,5 millió m<sup>3</sup>/nap, amelyből 5,7 millió m<sup>3</sup>-t az iráni városokba, 17,8 millió m<sup>3</sup>-t pedig a SZU-ba továbbít. 1972 végére Irán belföldi szükséglete napi kb. 16,0 millió m<sup>3</sup>-re, az exportmennyiség pedig mintegy 30,0 millió m<sup>3</sup>-re emelkedik, ami a vezeték tervezett kapacitásának teljes kihasználását jelenti.

Az exportált gázt a Szovjetunió déli köztársaságaiban használják majd fel, ahol a gázszükséglet nagymértékben nő.

Az együttműködési szerződés keretében a Szovjetunió hatatos támogatást nyújt Iránnak a petrokémiai és műtrágyaipar fejlesztésében, kutatófúrások mélyítésében Közép-Irában és a Kaszpi-övezetben, acélmű létesítésében és egyéb ipari műszaki tervek kidolgozásában. Egyben hosszú lejáratú hitelt folyósít nyolc szakoktatási központ létrehozásának elősegítésére.

Petroleum Press Service, 1970. november

### Előkészületi munkálatok az NSZK-ban a szovjet földgáz fogadására

A Szovjetunióból érkező földgázszállítmányok — amelyek indítása előreláthatóan 1972. október 1-én, de legkésőbb 1973. október 1-én várható —, csatlakozó állomása az NSZK-ban a csehszlovák határ közelében Waidhausban lesz. A szovjet gáz felhasználására az NSZK-ban kiterjedt vezetékhalozat, valamint a határállomáson egy mérőállomás építését tervezik. Tervbe vették egy Waidhausból Eschenfelden keresztül Nürnberg, illetve Forchheim felé irányuló vezeték építését is.

Erdöl-Dienst, 1970. nov. 5.

K. A.

### Hatalmas szénhidrogéntelepek a Fekete-tenger alatt

A Fekete-tenger alatt hatalmas kőolaj- és földgáztelepen vannak, állapították meg nemrég szovjet geológusok. A tudósok véleménye szerint ezek a tenger alatti előfordulások gazdagságban még a Kaszpi-tengeri kőolaj-lelőhelyeket is felülmúlhatják.

A földtani történelem évmilliói folyamán a Fekete-tenger mélyén mintegy 20 km vastag réteg rakódott le. Ez jóval túlszárnyalja akár a Kaszpi-tenger, akár a Mexikói-öböl lerakódásának méreteit, melyeket eddig az óceán legvastagabb rétegeiként tartottak nyilván. Az ilyen lerakódások rendszerint nagy mennyiségű kőolajat és földgázt rejtnek magukban. A Dél-Ukrajnában és Romániában feltárt előfordulások nyilván ennek a hatalmas föld alatti lerakódásnak a nyúlványai.

A szakértők megítélése szerint ennek a területnek kőolaj szempontjából a leginkább műre való része a Krim-félsziget partmenti területe és a romániai Dobrudzsa és Varna közötti országrész. Ez összesen mintegy 50 000 km<sup>2</sup>.

Volksstimme, 1970. dec. 4—5.

### Petrokémiai fejlesztés Jugoszláviában

A Horvát Szövetségi Köztársaság három legnagyobb petrokémiai vállalata (INA, OKI és JUGOVINIL) konzorciumot alapított, amely globális petrokémiai fejlesztési programot dolgozott ki. A terv nagy részét a Rijeka—Urinj-ban levő kőolaj-finomítóra alapozzák. Ennek a helységnek a fekvése világgpiaci szempontból optimális. A program a főszűrt az etiléntermelésre helyezi. A 300 000 t etilén kapacitású pirolízisüzem szintén Rijeka—Urinj-ban létesül. Ez a mennyiség előreláthatólag 1980-ig fedezi majd Jugoszlávia etilén-szükségletét.

Erdöl-Dienst, 1970. okt. 10.

D. S.-né  
(NIMDOK)

## A moszkvai 8. Kőolaj-Világkongresszus előadásai

Miként múlt számunkban már jeleztük, ez alkalommal részletesen közöljük az 1971. június 13—19-ig Moszkvában, a Roszszija Szállóban tartandó 8. Kőolaj-Világkongresszus előadásainak szekciókra bontott felosztását, a szekciók elnökeinek, al-elnökeinek nevét, az előadások magyar és az előzetes programban angol nyelven lerögzített címét az előadók megnevezésével. A vázolt program most már szinte teljesnek mondható; kismérvű kiegészítésekkel, esetleges változtatásokkal azonban még mindig számolni lehet.

Háromfajta előadástípus szerepel a programban. Június 14-től

naponta 9—10 óra között — a Roszszija Szálló három termében — párhuzamosan ún. „Review Paper”-ek, áttekintő előadások (összesen 15) tartatnak; ezt követően félórás szünet után 10.30—12.45 óráig ugyancsak három helyen, majd 14.45-től két helyen ún. „Panel Discussion”-ok, keretvíták (összesen 25 keretben egyenként maximum hét előadás) lesznek, míg egy teremben 14.45-től ún. „Special Paper”-ekre, egyedi témájú, speciális előadásokra (maximálisan 10) kerül sor. Ez utóbbiak részletes tematikáját még nem közölték, ezért csupán a két első előadástípus programját ismertetjük.

### I. Áttekintő előadások (Review Papers)

Sorsz.	Az előadás címe	Szerző(k)	Szekcióelnök
1.a	A Szovjetunió kőolajipara* (The oil industry in the U. S. S. R.)	Sasin, V. D. a SZU kőolajipari miniszter- tere	Rossini, F. D. professzor, a Kőolaj-Világ- kongresszus elnöke (USA)
1.b	Technológiai fejlődés a Szovjetunió kőolaj-finomító és petrol- kémiai iparában (Technological Progress in the Refining and Petrochemi- cal Industry of the U. S. S. R.)	Fedorov, V. S. a SZU kőolaj-finomító és petrokémiai ipará- nak minisztere	
2.	A Szovjetunió új kőolaj- és földgázlelőhelyei és a jövő kilátásai (New oil and gas bearing areas of the U. S. S. R. and their prospects)	Erofeev, N. S.— a SZU kőolajipari minisz- terhelyettese  Szemenovics, V. V. (Geológiai Minisztérium, SZU)	Hedberg, H. D. professzor (Princeton Uni- versity, USA)  McKinnon, F. A. (Triad Oil Co. Ltd., Kanada)
3.	Új kőolaj- és földgázlelőhelyek a Szovjetunió kívül és a jövő kilátásai (New oil and gas bearing areas outside the U. S. S. R. and their prospects)	Boullot, A. (Franciaország)	
4.	A potenciális kőolaj- és gázkészletek számításának tudományos alapjai a különböző jövőbeli olaj- és gázterületek felmérésé- nek figyelembevételével (Scientific principles of calculating of potential oil and gas resources in connection with their evaluation in estimating different prospective oil and gas provinces)	Bakirov, A. A.— professzor  Ovanaszov, G. P. (Moszkvai Petrolkémiai és Gázipari Intézet, SZU)	Mayer-Gürr, A. professzor (Gewerkschaft Brigitta, NSZK)
5.	Számítógépes geológiai adatrendszerek: a nemzetközi földtani együttműködés új alapjai (Computer-based-geological data systems: an emerging basis for international communication)	Burk, C. F. jr. (National Co-ordinator Secretariat for Geoscience Data, Kanada)	Viszteliusz, A. B. (Matematikai-földtani Laboratórium, SZU)
6.	Új fúrési technika (New drilling techniques)	Roberts, G. jr. (Pan American Petroleum Corp., USA)	Ioanneszjan, R. A. professzor (Kőolajipari Minisztérium, SZU)
7.	Fúróluk-szelvényezési technika (Well logging techniques)	Riboud, J. (Franciaország)	Ramon, F. (Argentina)
8.	Új tudományos eredmények a szénhidrogének heterogén rend- szerekben való katalitikus aktiválásával kapcsolatban (Advances in scientific knowledge concerning the catalytic activation of hydrocarbons in heterogeneous systems)	Kazanszkij, B. A.— akadémikus  Liberman A. L. professzor (a Szovjetunió Tudományos Akadémiá- jának képviselői)	Jungers, J. C. professzor (Laboratoire de Cinétique Chimique, Université Louvain, Bel- gium)
9.	Elméleti és gyakorlati fejlődés a szénhidrogének oxidációja terü- letén (Development of theory and practice of hydrocarbon oxidation)	Emanuel, N. M. (Fiziko-kémiai Intézet, SZU)	Fregaglia, F. (Montedison Research Centre, Olaszország)
10.	Kőolajalapú komplex ipari üzemek (Petroleum-based industrial complexes)	Mostofi, B. (National Petroleum Co., Irán)	Suciu, G. professzor (Románia)

\* Ez az előadás alkalmasint a Kremli kongresszusi termében 1971. június 13-án délután sorra kerülő megnyitó ünnepségen hangzik el.

Sorsz.	Az előadás címe	Szerző(k)	Szekcióelnök
11.	<b>Aszfaltok alkalmazása és alkalmassága</b> (The application and performance of asphalts)	<i>Klomp, A. J. G.</i> (Koninklijke/Shell Laboratorium, Hollandia)	<i>Salas, F.</i> (Venezuela)
12.	<b>Új energiaátalakító berendezések</b> (New conversion devices for energy)	<i>Justi, P. E. W.</i> — professzor (Inst. für Technische Physik der Technischen Universität, Braunschweig) <i>Kersten, M.</i> professzor (Braunschweig, NSZK)	<i>Balaceanu, J. C.</i> (Franciaország)
13.	<b>Gáz- és olajtárolás az évszaki igények kielégítésére</b> (Storage of gas and oil to meet seasonal demands)	<i>Katz, D. L.</i> professzor (University of Michigan, USA)	<i>Goudsmit, B. L.</i> (Bataafse Internationale Petroleum Maatschappij N. V., Hollandia)
14.	<b>Tengeri szállítás</b> (Marine transportation)	<i>Platt, E. H. V.</i> (British Petroleum Co. Ltd., Nagy-Britannia)	<i>Yamaji, S.</i> (Japan Tanker Owners Association, Japán)
15.	<b>Változások az ipari olajokkal és kenőanyagokkal szemben támasztott követelmények területén</b> (Changing requirements for industrial oil and greases)	<i>Manley, L. W.</i> — <i>Socolofsky, J. F.</i> (Mobil Research and Development Corp., USA)	<i>Hasserodt, U.</i> (Deutsche Shell A. G., NSZK)

## II. Keretviták (Panel Discussions)

1. A kőolaj és földgáz keletkezésének, migrálásának és felhalmozódásának megismerésével kapcsolatos újabb eredmények és a jelenlegi ismereteink alapján várható készleteket kiértékelő módszerek  
(Recent advances in understanding the origin, migration and accumulation of oil and gas and the resulting methods of evaluating existing petroleum prospects)

### Előadások és előadók

- a) *A kőolaj és földgáz geotermikus, geokémiai és hidrológiai körülmények által meghatározott felgyülemelésének hidrodinamikai vizsgálata*  
(Hydrodynamic control of oil and gas accumulations as indicated by geothermal, geochemical and hydrological distribution patterns)
- b) *A kőolaj és földgáz keletkezésével és felgyülemelésével kapcsolatos főbb elméleti elképzelések a legújabb kutatások tükrében*  
(Main concepts of the theory of oil and gas origin and their accumulation in the light of the latest investigation)
- c) *A kőolaj-keletkezés főbb szakaszai*  
(The chief stage of the formation of petroleum)
- d) *Új adatok a kőolaj-keletkezés és -migráció mechanizmusára. A tervezés matematikai modelljei és alkalmazása*  
(New data on the mechanism of genesis and migration of petroleum. Mathematical models and application to prospection)
- e) *A kőolaj migrálása, felhalmozódása és fogvatartása a tárolóban*  
(Migration accumulation and retention of petroleum in the earth)
- f) *A kőolaj keletkezésének és összetételének hatása annak üledékes kőzetekben való eloszlására és újraeloszlására*  
(Influence of petroleum origin and composition on its distribution and redistribution in sedimentary rocks)

2. A kőolaj- és földgáz kutatást a kontinentális küszöbökön meghatározó geológiai és műszaki szempontok  
(Geological and technical aspects specific to the exploration for oil and gas on continental shelves)

- g) *A part menti szénhidrogén-kutatás és -termelés földtani kilátásai*  
(Geological aspects of offshore hydrocarbon exploration and production)

Elnök:

*Colombo, U.*  
(Montecatini Edison S. p. A., Olaszország)

Alelnökök:

*Breger, I. A.*  
(U.S. Geological Survey, USA)  
*Vasszojevics, N. B.*  
(Moszkvai Egyetem, SZU)

*Meinhold, R.*  
professzor (NDK)

*Mircsink, M. F.*  
professzor és társai (SZU)

*Vasszojevics, N. B.*  
professzor és társai (SZU)

*Tissot, B.—Pelet, I. F. P.*  
(Franciaország)

*Morris, D. A.*  
(Phillips Petroleum Co., USA)

*Silverman, S. R.*  
(Chevron Oil Fields Research Co., USA)

Elnök:

*Gaskell, T. F.*  
(British Petroleum Co. Ltd., Nagy-Britannia)

Alelnökök:

*Pecora, W. T.*  
(United States Department of the Interior, USA)

*Paran, N.*  
(National Iranian Oil Co., Irán)

*Adye, A. M.—Fox, D. A.—Sutton, V. J. R.*  
(British Petroleum Co. Ltd., Nagy-Britannia)

b) *A Földközi-tenger földtana és az ottani kutatások*  
(Geology and exploration of the Mediterranean)

c) *A világ tenger alatti lehetséges kőolajkészleteinek elemzése*  
(Analysis of World subsea petroleum resources)

d) *Dél-Amerika északi része kontinentális küszöbének és lejtőjének előzetes geomorfológiai, geológiai és geofizikai tanulmányozása*  
(Preliminary studies on geomorphology, geology and geophysics on the continental shelf and slope of Northern South America)

e) *Kőolaj- és földgázremények a Szovjetunió part menti övezeteiben*  
(Oil and gas prospects of the shelf areas of the Soviet Union)

f) *Az Iran/PanAm vállalat geológiai és geofizikai módszerei a Gulf-öböl vidékén*  
(Iran/PanAm geological and geophysical methods in the Gulf area)

**3. A kőolaj-, valamint földgázfúrás és -termelés problémái jelenlegi határainak kiterjesztése a nagyobb vízmélységek és kedvezőtlen tengeri viszonyok területére**  
(Problems involved in moving the present limits to drilling for and production of oil and gas, into deeper waters and hostile marine environments)

a) *A nagyobb vízmélységgel és a veszélyes tengeri környezettel kapcsolatos új helyzet jellemzése. Az ezzel kapcsolatos korlátozások értékelése*  
(Characterization of the new situation constituted by the great depths of water and the severe conditions of marine environment. Evaluation of the corresponding restraints)

b) *Mély vizekben és kedvezőtlen környezetben telepített fúrásokkal kapcsolatos különleges feltételek mérlegelése*  
(Particular specifications which can be envisaged for drilling appliances which can be used at great depths of water and in hostile environment)

c) *A tenger alatti termelés emberi vagy automatikus ellenőrzésének összehasonlítása*  
(Comparison of the solutions for underwater exploitation, either by man or by automatic control)

d) *A kőolajtermelés és -tárolás lehetőségei nagy vízmélységekben és igen kedvezőtlen tengeri körülmények között*  
(Possible solutions for the means of producing and stocking oil under great depths of water and in very hostile marine environment)

e) *A jelenlegi földgáz- és kőolajfúrás, valamint -termelés határát mély tengerekben és veszélyes környezetben befolyásoló tényezők és gazdaságossági adatok meghatározása*  
(Factors and economic data which will affect the changing of current limits for the drilling and production of gas and oil at sea towards the greater depths of water and more severe environmental conditions)

f) *I. r. A búvártechnika előrelátható fejlődése a kőolajiparban*  
(Part I. The foreseeable future for human diving techniques in the petroleum industry)

*II. r. Legénységgel ellátott víz alatti járművek, valamint távvezérelt készülékek szerepe a mélyvízi kőolajkutatásban*  
(Part. II. The role of manned underwater vehicles and remote-controlled robots in deep water oil exploration)

**4. Sztratigráfiai csapdák**  
(Stratigraphic traps)

a) *Litológiai és sztratigráfiai kőolaj- és földgázcsapdák, valamint azok kutatásának módszerei és technikája*  
(Lithologic and stratigraphic traps of oil and gas pools and methods and technique of their exploration)

b) *Sztratigráfiai csapdák a Rome térségében, Queensland-ben*  
(Stratigraphic traps in the Rome Area, Queensland)

c) *A Mitsue-olajmező — gazdag sztratigráfiai csapda*  
(Mitsue oilfield — a rich stratigraphic trap)

d) *A világ sztratigráfiai csapdákból származó szénhidrogénkészletének hatalmas növekedése várható*  
(Prospects for large increase in World hydrocarbon reserves from stratigraphic traps)

*Rigo, F.—Vercellino, J.—Klemme, H. D.—Schad, A.*

(Rigo et Vercellino, Olaszország)

*Weeks, L. G.*  
(USA)

*Galavis, J. A.—Louder, L. W.*  
(Venezuela)

*Alikanov, E. N.*  
és társai (SZU)

*Azarpay, A.*  
(Iran Pan American Oil Co., Irán)

Elnök:

*Delacour, J.*  
(Inst. Français de Pétrole, Franciaország)

Alelnökök:

*West, F. G.*  
(Hollandia)

*Sons, M. C.*  
(Standard Oil Company of New Jersey USA)

*Wiegel, R. L.*  
(USA)

*Manson, D. H.*  
(Hollandia)

*Ramette, L.—*  
(Franciaország)

*Adye, A. M.*  
(Nagy-Britannia)

*Lacroix, J. P.—Laffont, M.*  
(Franciaország)

*Smith, F. A.*  
(USA)

*Willm, P.*  
(IFP, Franciaország)

*Rupp, L. A.*  
(Mobil Research and Development Corp., USA)

Elnök:

*Guzman, E. J.*  
(Instituto Mexicano del Petroleo, Mexikó)

Alelnökök:

*Moore, P. F.*  
(Shell Canada Ltd., Kanada)

*Illing, L. V.*  
(Nagy-Britannia)

*Alekszin, A. G.*  
és társai (SZU)

*Traves, D. M.*  
(Ausztrália)

*Christie, H. H.*  
(Kanada)

*King, R. E.*  
(USA)



e) *Üledéktani és geomorfológiai módszerek alkalmazása sztratigráfiai csapdák tanulmányozására*  
(Application of sedimentological and geomorphological methods to the study of stratigraphic traps)

f) *Sztratigráfiai csapdák kutatása az Oficina térségben, Venezuelában*  
(Exploring for stratigraphic traps in the Oficina area, Venezuela)

g) *Szénhidrogén-felhalmozódás az assami Nahorkatiya olajmezőben*  
(Hydrocarbon accumulation in the Nahorkatiya oilfield, Assam)

## 5. Geofizikai módszerek a szénhidrogén-kutatásban (Geophysical methods in exploration)

a) *Bonyolult mélyszerkezetek szeizmikus vizsgálata*  
(Seismic investigation of deep complex structures)

b) *Mélyföldtani szerkezetek geofizikai kutatásának technikája Lengyelországban*  
(Technique of geophysical exploration for deep geological structures in Poland)

c) *Koordinált gravitációs, szeizmikus és mágneses mérések Ausztrália kontinentális küszöbén*  
(Co-ordinated gravity, seismic and magnetic surveys on the continental shelf of Australia)

d) *Szeizmikával elért eredmények az oceanográfiai kutatásban*  
(Results with seismic development in oceanographic research)

e) *Kőolajróló kimitatása nagy feloldóképességű felszíni graviméteres mérésekkel*  
(Petroleum reservoir detection through high resolution surface gravimetry)

f) *Pulzált neutron alkalmazó lyukszelvényező módszerek*  
(Well logging techniques using pulsed neutron)

## 6. Szeizmikus adatok kiértékelése matematikai módszerekkel\* (The interpretation of seismic data by mathematical techniques)

a) *Közvetlen adatfeldolgozás*  
(The use of directional treatments)

b) *Módozatok a szeizmikus számítások meggyorsítására*  
(Means to speed up seismic calculations)

c) *A korrekciók és azok fontossága\*\**  
(Corrections and their importance)

d) *Mélységi térképezés\*\**  
(Plotting in depth)

e) *Statistikai módszerek alkalmazása kis törések és litológiai változások szeizmikus adatokkal való kutatásában*  
(Statistical methods applied to seismic data in the search for small faults and lithologic variations)

## 7. Nagyon mély kutak fúrásával és termelésével kapcsolatos problémák, műszaki eljárások és ezek lehetséges megoldásai (Problems, techniques and possible solutions in drilling and producing very deep wells)

\* Több előadás címe nem áll rendelkezésünkre.

\*\* E két címet valószínűleg kombinálják

*Cassan, J. P.—Flaceliere, G.—*  
(C. R. E. P. S.)

*Beuf, S. és társai—*  
(Franciaország)

*Bennacef, A.*  
(I. A. P., Algéria)

*Young, G. A.*  
(Mene Grande Oil Co., Venezuela)

*Bhattachariya, S.—Dutta, B. D.—*  
(Oil India Ltd.)

*Azad, J.—Stevens, T. E.*  
(Burmah Oil Trading Ltd., India)

Elnök:

*Fedinszkij, V. V.*  
(a SZU geológiai minisztere)

Alelnökök:  
*Nomokonov, V. P.*  
(M. G. R. I., Moszkva)

*Salvador, A.*  
(Humble Oil et Refining Co.  
USA—Venezuela)

*Borisevics, A. S.—Rjabinkin, L. A.—Turcsanenko, N. T.*  
(SZU)

*Skorupa, J.—Sliwinski, Z.*  
(Lengyelország)

*Vale, K. R.*  
(Bureau of Mineral Resources, Ausztrália)

*Closs, H.—Deppermann, K.—*  
(Bundesanstalt für Bodenforschung)  
*Bungenstock, H.—Hinz, K.*  
(NSZK)

*McCulloh, T. H.—Corbato, C. E.—*  
*Beyer, L. A.—Schoellhamer, J. E.*  
(U.S. Geological Survey, USA)

*Itoh, T.*  
(Japan Petroleum Development Corp.,  
Japán)

Elnök:

*Grau, G.*  
(Institut Français du Pétrole, Franciaország)

Alelnökök:  
*Lee, M. R.*  
(USA)

*Bogdanov, A. I.*  
(Kőolajtermelési Minisztérium, Moszkva)

*Bogdanov, A. I.*  
és társai (SZU)

*Treitl, N.*  
(Franciaország)

*Michon, N.*  
(Franciaország)

*Hemon, N.*  
(Franciaország)

*Ristow, D.—Bortfeld, R.*  
(NSZK)

Elnök:

*Tonking, W. H.*  
(Brown and Root Inc., USA)

Alelnökök:  
*Roberts, W. A.*  
(Phillips Petroleum Co., USA)

*Betz, D. K. L.*  
(Gewerkschaft Brigitta, NSZK)

- a) *A mélyfúrásoknál alkalmazott turbófúrási technika fejlődése*  
(The development of deep well turbodrilling technique)
- b) *15 000 m mélységű fúrások lemélyítésével kapcsolatos problémák*  
(Problems of well drilling down to the 15,000 metres depth)
- c) *A mélyfúrásokhoz alkalmazott fúróiszapok az USA-ban*  
(Drilling fluids for deep wells in the United States)
- d) *Sodronyköteles műveletek a jövő igen mély fúrásaiban*  
(Wireline operations in very deep wells of the future)
- e) *Nagymélységű fúrások lemélyítésével kapcsolatos műszaki problémák és lehetséges megoldásuk*  
(The mechanical problems and possible solutions of drilling to great depths)
- f) *Lyukbefejezési technika igen nagy mélységű fúrásokban*  
(Completion techniques for very deep wells)

**8. Tárolók szimulálása matematikai módszerekkel**  
(Reservoir simulation by mathematical methods)

- a) *I. r. Többfázisú és többkomponensű, két- és háromdimenziós folyadékáramlások szimulálása porózus közegekben, az olaj- és gáztároló réteg művelési folyamatának vizsgálatára és előrejelzésére*  
(Simulation of multi-phase and multi-component two and three-dimensional flows in porous media for analysis and prediction of the process of oil and gas reservoir development)

*II. r. Porózus közegek kinematikai jellemzése*  
(Attempt at kinematical characterization of the porous media)

- b) *Új számítási módszerek és műszaki segédeszközök az olajtároló réteg művelési folyamatának szimulálására*  
(New computational methods and technical means for simulation of oil reservoir development process)
- c) *A termelőcsőbeni felemelkedés folyamatának szimulálása matematikai módszerekkel és ennek összekapcsolása az olajtároló réteg leművelésének szimulálásával*  
(Simulation by mathematical methods of the process of lift in well tubing and its combining with simulation of oil reservoir development)
- d) *A rétegek szerkezetének, tulajdonságainak és a folyadék eloszlásának korrekciója az adatgyűjtés folyamatában. A tároló adaptációs modelljének terve*  
(The correction of the properties of the stratum and of liquids saturation distribution according to the information accumulated — the concept of a self-adjusting reservoir model)
- e) *A ciklikus gőzbesajtolás matematikai modellezése*  
(A mathematical model of cyclic steam injection)
- f) *A kőolaj- és gázkészletek számítási módszereinek tökéletesítése terén elért eredmények*  
(Some recent advances in methods of oil and gas reserves estimates)

**9. Kőolaj- és földgáztelepek művelése az első termelési periódus után**  
(Recovery of hydrocarbons beyond the primary stage)

- a) *Gázbesajtolás és elegyedéssel kizorítás*  
(Gas injection and miscible displacement)
- b) *Nem newtoni folyadékok besajtolása*  
(Non-Newtonian fluid injection)
- c) *Gőz- és melegvíz-elárasztás*  
(Steam and hot water flooding)
- d) *Az „in situ” elégetéses módszer*  
(In situ combustion)
- e) *Másodlagos művelési módszerek a Szovjetunióban*  
(Secondary recovery in the U. S. S. R.)

*Ioanneszjan, R. A.*

és társai (SZU)

*Timofeev, N. S.*

és társai (SZU)

*Gray, G. R.*

(USA)

*Attali, G.—Moran, J. H.*

(Franciaország)

*Spörker, H.*

(ÖMV, Ausztria)

*Hathorn, D. H.—Winn, R. H.—*

*Saunders, C. D.*

(Halliburton Co., USA)

Elnök:

*Danilov, V. L.*

professzor

(SZU)

Alelnökök:

*Lanchon*

(Franlab, Franciaország)

*Baud, H. M.*

(Bataafse Internationale Petroleum

Maatschappij, N. V., Hollandia)

*Lanchon és társai*

(Franciaország)

*Antoine, P.—*

(Geopetrole)

*Delclaud, J.—Iffly, R.—*

(ELF-RE)

*Houpeurt, A.*

(E. N. S. P. M., Franciaország)

*Geselin és társai*

(SZU)

*Aziz*

(Kanada)

*Doleschall S.—Bán Á.—Bálint V.—*

*Török J.*

(Magyarország)

*Offeringa*

(Hollandia)

*Green, D. W.—Merriam, D. F.*

(University of Kansas, USA)

Elnök:

*Kern, L. R.*

(Atlantic Richfield Co. USA)

Alelnökök:

*Pottier, J.*

(Franciaország)

*Ait Lahoussine, N.*

(Algéria)

*Craig, D. R.*

(Kanada)

*Poettmann, F. H.*

(USA)

*Harmsen, G. J.*

(Hollandia)

*Ramey, H. J.*

(USA)

*Boriszov, P.*

(SZU)

f) *Vizelárasztás*  
(Waterflooding)

**10. Az olajpalák, kátrányhomokok, nehéz kőolajok és a szén termelési és feldolgozási módszérének fejlődése**  
(Developments in the recovery and processing of oil shales, tar sands, heavy crude oils and coal)

- a) *Az olajpala-feldolgozás fejlődése Braziliában*  
(Oil shale processing developments in Brazil)
- b) *Az olajpala-feldolgozás fejlődése az USA-ban*  
(Oil shale processing developments in the (U. S. A.))
- c) *Hidrogénezéses eljárások a szén átalakítására*  
(Hydrogenation processes for coal)
- d) *A balti olajpatalételek művelése és hasznosítása a Szovjetunióban*  
(Processing and utilization of the baltic oil shale deposit of the U. S. S. R.)
- e) *Kátrányhomokokat feldolgozó üzem*  
(A second generation tar sands plant)
- f) *Szénhidrogén-előállítás ausztráliai szénből hidrogénezéses eljárással*  
(H-coal process — Australian coal)

**11. Hidrogén-előállítás a kőolaj elgázosításával**  
(Hydrogen production, including oil gasification)

- a) *A hidrogén jelenlegi és jövőbeni jelentősége a finomítói műveletekben*  
(The importance of hydrogen in refinery operations today and in future)
- b) *Alacsony hőmérsékletű eljárások a hidrogén-előállítás területén*  
(Low temperature processes for hydrogen recovery)
- c) *Hidrogéngyártás gőzreformálással*  
(Hydrogen production by steam reforming)
- d) *Nehézolajok parciális oxidációja*  
(Partial oxidation of heavy feedstocks)
- e) *Ipari hidrogéngyártás hőhordozó anyag segítségével*  
(The processes of obtaining technical hydrogen using circular heat-carriers)

**12. Maradéktermékek és desztillátumok hidrokrakkolása — a maradéktermékek és a kőolajok kéntelenítése hidrogénezéssel**  
(Hydrocracking of residuums and distillates, including hydrodesulphurization of residuums and crude oils)

- a) *Fejlődés a desztillátumok hidrokrakkolásával kapcsolatban*  
(Advances in hydrocracking of distillates)
- b) *Maradék kőolajtermékek hidrokrakkolása*  
(Hydrocracking of residual petroleum stocks)
- c) *Maradéktermékek és kőolajok kéntelenítése hidrogénezéssel*  
(Hydrodesulphurisation of residuums and crude oils)
- d) *Kenőolajok előállítása hidrokrakkolással*  
(Manufacture of lubricating oils by hydrocracking)
- e) *Új katalizátorok alkalmazása desztillátumok és maradéktermékek hidrokrakkolásánál*  
(Novel catalysts for hydrocracking of distillates and residuums)

*Monkhouse, G. S.—Riggs, R. B.*  
(James A. Lewis Engineering Inc., USA)

Elnök:

*Dinneen, G. U.*  
(Laramie Petroleum Research Centre,  
U.S. Bureau of Mines, USA)

Alelnökök:

*Montgomery, D. S.*  
(Department of Energy, Mines and  
Resources, Kanada)

*Raudzapp, Ch. M.*  
(A SZU Nemzeti Bizottsága, SZU)

*Bruni, C. E.*  
(Brazília)

*Cameron, R. J.*  
(USA)

*Gorin, E.*  
(USA)

*Ozerov, G.—Aarna, A.—Grubergic, M.—  
Faingold, S.—Fomina, A.—Kotov, A.—  
Mamedaliev, G.—Nametkin, N.—Raud-  
zapp, H.—Szerebrjannikov, N.—Jefimov,  
V.—Zelenin, N.*  
(SZU)

*Spragins, F. K.*  
(Syncrude Canada Ltd., Kanada)

*Johnson, C. A.—Hellwig, K. C.—Johanson,  
E. S.—Statler, H. H.—Ege, A. W.—Cher-  
venak, M. C.*  
(Hydrocarbon Research Co., USA)

Elnök:

*Bartholome, E.*  
(Badische Anilin & Soda-Fabrik AG,  
NSZK)

Alelnökök:

*van den Berg, G. J.*  
(Bataafse Internationale Petroleum Maat-  
schappij, N. V., Hollandia)

*Bradley, W. E.*  
(Union Oil Company of California, USA)

*Johnson, E. S.*  
(USA)

*Scholz, W.*  
(NSZK)

*Voogd, J.*  
(Hollandia)

*Milner, M. J.—Jones, D. M.*  
(Nagy-Britannia)

*Brun-Csekovej, A. R.*  
és társai (SZU)

Elnök:

*Hoog, H.*  
(Bataafse Internationale Petroleum Maat-  
schappij, N. V., Hollandia)

Alelnökök:

*Rovit, C.*  
(Société Française des Pétroles BP,  
Franciaország)

*Vajta L.*  
(Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt,  
Magyarország)

*Baral, W. J.—Huffman, H. C.*  
(USA)

*Galbreath, R. B.—Van Driesen, R. P.*  
(USA)

*Kubota, K.*  
(Japán)

*Gilbert, J. B.—Walker, J.*  
(Kanada)

*Vlugter, J. C.—van't Spijker, P.*  
(Hollandia)

- f) *A hidrokrakkolás műszaki szempontjai*  
(Process engineering aspects of hydrocracking)

**13. A szénhidrogének szeparálása a műszaki fejlődés tükrében**  
(Hydrocarbon separation, including engineering developments)

- a) *Aromások (benzol, toluol, xilol) kivonása*  
(Extraction of aromatic [benzene, toluene, xylene])
- b) *Xiloleválasztás*  
(Xylen separation)
- c) *Xiloleválasztás*  
(Xylen separation)
- d) *Klatrát-komplexek alkalmazása szénhidrogénelegyek elválasztására*  
(Application of clathrate complexes for the separation of hydrocarbon mixtures)
- e) *Új módszer a nehéz kőolajmaradékok szeparálására katalitikus feldolgozásuk előtt*  
(A new method for separation of heavy petroleum residues before their catalytic processing)
- f) *Hidrociklonos eljárás a maradékolajok aszfalt- és hamutartalmának eltávolítására*  
(A hydrocyclone process for de-asphaltenizing and de-ashing residual oils)
- g) *Nagy tisztaságú aromások nyerése N-metil-pirrolidonos extraháló desztillációval*  
(Recovery of high purity aromatics by extractive distillation with N-methylpyrrolidone)

**14. Szénhidrogén-átalakítási eljárások — az aromások előállítására terén elért eredmények**  
(Hydrocarbon conversion processes, including development in the production of aromatics)

- a) *Új, jövőbeli szénhidrogén-feldolgozási eljárás*  
(New hydrocarbon conversion for future processing)
- b) *Aromások előállítása átalakítási eljárások segítségével*  
(Production of aromatics by conversion processes)
- c) *Kőolajmaradékok feldolgozása termokontakt módszerekkel*  
(Processing of petroleum residues by thermocontact methods)
- d) *Lehetőségek és korlátok a kőolaj nem hidrogénezéses úton történő feldolgozására vonatkozóan*  
(Potentials and constraints on non-hydrogenation processing of petroleum)
- e) *Új eredmények a katalitikus krakkolásban*  
(New developments in catalytic cracking)
- f) *Új eredmények a reformálásban*  
(New developments in reforming)

**15. A finomítói műveletekben a műszerezettség és a szabályozás terén elért eredmények**  
(Advance instrumentation and control in refinery operations)

- a) *Az ellenőrzés gazdasági szempontjai*  
(The economical aspect of control)
- b) *„On-line” minőségmérés és szabályozás*  
(On-line quality measurement and control)
- c) *Az ember szerepe a számítógéppel vezérelt finomítóban*  
(The human operator in the computer-controlled refinery)

*Olson, H. N.—*  
(USA)

*Leonard, F. U.*  
(Nagy-Britannia)

Elnök:

Alelnökök:

*Reman, G. H.*  
(Shell Research N. V., Hollandia)

*Adigenson, A. S.*  
(A SZU Kőolaj-finomítói és Petrolkémiai Minisztériuma)

*Renon, H.*  
és társai (Franciaország)

*Yamamoto, T.*  
(Japán)

*Broughton, D. B.*  
(USA)

*Izmajlov, P. G.*  
és társai (SZU)

*Ajgenszon, A. S.*  
és társai (SZU)

*Zuiderweg, F. J.*  
(Koninklijke Shell Laboratorium, Hollandia)

*Müller, E.—Höhfeld, G.*  
(Lurgi Gesellschaft für Mineralöltechnik, NSZK)

Elnök:

*Swabb, L. E. jr.*  
(Esso Research and Engineering Company, USA)

Alelnökök:

*Weisz, P. B.*  
(Mobil Research and Development Corp., USA)

*Kalehics, I. V.*  
(A SZU Nemzeti Bizottsága)

*Lefebvre, E.*  
(Franciaország)

*Amemiya, T.*  
(Japán)

*Botkinov, Ja. A.*  
és társai (SZU)

*Hinds, G. P. jr.*  
(USA)

*Payne, J. W.*  
és társai (USA)

*Pollitzer, E. L.*  
(USA)

Elnök:

*Janssen, Ir. J. M. L.*  
(Technische Hogeschool Enschede, Hollandia)

Alelnökök:

*de Jong, J. J.*  
(Koninklijke Shell Laboratorium, Hollandia)

*Tritsmans, Ir. P. A.*  
(S. I. B. P. Refinery, Belgium)

*Galliard, J. C.*  
(Franciaország)

*Spencer, J. R.*  
(Egyesült Királyság)

*de Jong, J. J.—Koster, E. P.*  
(Hollandia)

d) *Az ellenőrzés filozófiája*  
(Control philosophy)

e) *A műszerezettség és ellenőrzés műszaki szempontjai a finomítói műveletekben*  
(Engineering aspects of instrumentation and control in refinery operations)

f) *Korszerű módszerek alkalmazása optimális tervezési problémák kidolgozására, illetve a kőolaj- és földgázfeldolgozás irányítására*  
(Modern methods for working out of optimum designing problems and for governing of crude oil and natural gas processing)

16. *A kőolaj fűtésre történő felhasználása belső égésű motoroknál, gázturbináknál*  
(Petroleum fuels for internal combustion engines, including gas turbines)

a) *Az üzemanyag összetételének a betáplálásra gyakorolt hatása benzinmotorokban*  
(Effects of fuel composition on fuel injection in gasoline engines)

b) *Többféle üzemanyag alkalmazása Diesel-motorokban — az ezzel kapcsolatos problémák és megoldásuk*  
(Utilization of a wide range of fuels in Diesel engines — problems and solutions)

c) *Körforgó motorok és üzemanyagaik*  
(Rotary engines and their fuels)

d) *Üzemanyag ultraszónikus utasszállító repülőgépekhez*  
(Fuels for ultrasonic passenger aircraft)

e) *Az üzemanyag-adalékanyagokra vonatkozó jelenlegi irányzatok*  
(Current trends in fuel additives)

f) *Az üzemanyag-illékonyosság hatása a járműmotorok üzemére*  
(The effect of fuel volatility on vehicle driveability)

17. *Motorkenő anyagok gyártása és alkalmazása*  
(The manufacture and use of engine lubricants)

a) *A motorolajok gyártása terén elért eredmények*  
(Recent advances in the manufacture of engine oils)

b) *Újabb ismeretek a kenőolaj-adalékok kimerülési mechanizmusával kapcsolatban*  
(New knowledge about mechanism of action and depletion of engine oil additives)

c) *Különleges olajok kifejlesztése a szuperszónikus repülőgépek hajtóművei részére*  
(The development of special oils for the power plant of supersonic transport)

d) *Nagy hatásfokú Diesel-motorokban (tengeri hajóknál) használatos kenőolajok kifejlesztése és alkalmazása terén elért eredmények*  
(Recent advances in the development and application of lubricating oils for high efficiency Diesel engines [including marine])

e) *A motorolajok — kialakításuk, értékelésük és osztályozásuk*  
(Engine oils — performance, evaluation and classification)

f) *Az olajadalékanyag-ipar hozzájárulása az üzemi gépkocsikkal kapcsolatos problémák megoldására*  
(The contribution of the oil additive industry to the solution of automotive problems experienced in the field)

*Duncanson, L. A.*  
(I. C. I. Ltd., Egyesült Királyság)

*Wherry, T. C.*  
(Applied Automation Inc., USA)

*Jorov, U. M.—Korpuszov, O. V.—Halusa, G. A.*  
(SZU)

Elnök:

*Tom, E. B.*  
(Standard Oil Company Indiana, USA)

Alelnökök:

*Taylor, R. E.*  
(Ford Motor Company, USA)

*Blagovidov, I. F.*  
(A SZU Kőolaj-finomítói és Petrolkémiai Minisztériuma)

*Zechmall, R.*  
(NSZK)

*Gallois, J.—Eyzat, P.*  
(Franciaország)

*Yamamoto*  
(Japán)

*Vul, V. M.—Blagovidov, I. F.—Beszpolov, I. E.—Minker, K. V.—Malisev, V. V.—Tupolev, A. N.—Tupolev, A. A.—Terescsenko, E. P.—Jakovlevszkij, V. V.* (SZU)

*Agius, P. J.—Fallon, T.—Price, R. C.—Addecott, K. S. B.—Lyon, D.—Bachman, H. E.*  
(Esso Petroleum Co., Egyesült Királyság)

*Ilnyckyj, S.—Miller, H.*  
(Esso Research and Engineering Company, USA)

*Keller, J. L.*  
(Union Oil Company)

*Stone, R. K.*  
(Chevron Research Co., USA)

Elnök:

*Papok, K. K.*  
(A SZU Tudományos Akadémiája)

Alelnökök:

*Vipper, A. B.*  
(A SZU Tudományos Akadémiája)

*Lamouroux, G.*  
(Total-Compagnie Française de Raffinage, Franciaország)

*Parc, G.—Billon, A.*  
(Franciaország)

*Szanin, P. I.*  
és társai  
(SZU)

*Byford, D. C.*  
(Egyesült Királyság)

*Schrakamp, J. W.*  
(Hollandia)

*Colyer, C. C.*  
(American Oil Co., USA)

*Wright, E. P.—Towle, A.—Snell, W. A.*  
(Lubrizol Ltd., Egyesült Királyság)

**18. Olefinek és acetilén előállítás a vegyiparban nyersanyagként való felhasználásra**  
(The production of olefines and acetylene as raw materials for use in the chemical industry)

- a) *Szénhidrogének pirolízise hidrogénplazma segítségével*  
(Pyrolysis of hydrocarbons using a hydrogen plasma)
- b) *Szénhidrogének pirolízise magas hőmérsékletű (2000 °C) gőz segítségével*  
(Pyrolysis of hydrocarbons using super heated steam (2000 °C) as heat carrier)
- c) *Különböző paraffin-olefin keverék magas hőmérsékleten történő termális bomlásának tanulmányozása*  
(Study of high temperature thermal decomposition of various paraffin-olefin mixtures)
- d) *Gáz- és folyadék halmazállapotú szénhidrogének plazmokémiai pirolízise*  
(Plasmochemical pyrolysis of gaseous and liquid hydrocarbons)
- e) *A kőolaj nyomás alatti krakkolása olefingyártásra*  
(Pressure cracking of naphtha for olefin production)
- f) *Gáz- és olajkrakkolás és az ezzel kapcsolatos megoldásra váró problémák*  
(Gas and oil cracking — the problems to be solved)

**19. Acélok alkalmazása a kőolajipari berendezéseknél**  
(The use of steels for petroleum equipment)

- a) *Kőolajtermékek tengeri tárolása és szállítása*  
(The marine storage and transport of petroleum products)
- b) *Cseppfolyós kőolajgázok és földgázok tárolása*  
(The storage of L. P. G. and L. N. G.)
- c) *Magisztrális csővezetékek hideg éghajlati viszonyok között*  
(Transmission pipelines in cold climates)
- d) *Hegesztett spirálisövek gyártása és alkalmazása*  
(The manufacture and use of spiral welded pipe)
- e) *Nyomás alatti tartályok hidrokrakkoláshoz*  
(Hydrocracker pressure vessels)
- f) *Nyomás alatti tartályok alkalmazása az USA-ban*  
(Pressure vessels in U.S. practice)

**20. Analitikus módszerek, eljárások és műszerezettség**  
(Analytical methods, techniques and instrumentation)

- a) *Fizikai-kémiai adatok automatikus gyűjtésével és feldolgozásával kapcsolatos problémák a kőolajok vizsgálatánál*  
(Problems of automatic acquisition and processing of physico-chemical data in petroleum analysis)
- b) *Kőolajok, valamint petrokémiai szintézistermékek összetételének és szerkezetének vizsgálata a molekuláris spektroszkópia és gázkromatográfia segítségével*  
(Study of composition and structure of crude oils and products of petrochemical synthesis by molecular spectroscopy and gas chromatography)
- c) *Szeparációs eljárások — a kőolaj-összetétel meghatározás első lépése*  
(Separation techniques as a preliminary step to the determination of the composition of petroleum)
- d) *A molekuláris analízis újabb fejlődése és alkalmazása a kőolajiparban*  
(New development in molecular analysis and their application in the petroleum industry)
- e) *Fotoelektronos spektrometria*  
(Photoelectron spectrometry)

Elnök:

*Gemassmer, A. M.*  
(Erdöléchemie GmbH Dormagen, NSZK)

Alelnökök:

*Horn, O.*  
(Farbwerke, Hoechst AG, NSZK)

*Tamaki, A.*  
(Chiyoda Chemical Engineering & Construction Co., Japán)

*Gehrmann, K.*—  
(Knapsack AG)

*Schmidt, H.*  
(Chemische Werke Hüls AG, NSZK)

*Araki, S.*—*Comi, S.*  
(Japán)

*Lavrovskij, K. P.*  
és társai (SZU)

*Polak, L. S.*  
(SZU)

*Zdonik, S. B.*  
(USA)

*Brooks, M. E.*—*Newmann, J.*  
(USA)

Elnök:

*Pratt, W.*  
(BP. Co., Nagy-Britannia)

Alelnökök:

*Smadley, G. P.*  
(Lloyd's Register of Shipping,  
Nagy-Britannia)

*Baragetti, F.*  
(Olaszország)

*Zick, L. P.*  
(USA)

*Yamamoto, K.*  
(Japán)

*Paton, B. E.*  
akadémikus (SZU)

*Gross, H.*  
(NSZK)

*Campbell, T. J. J.*  
(Egyesült Királyság)

*Sammans, C. H.*  
(USA)

Elnök:

*Powell, H.*  
(BP Research Centre, Nagy-Britannia)

Alelnökök:

*Hinds, G. P. jr.*  
(Shell Oil Company, USA)

*Girelli, A.*  
(Olaszország)

*Bergmann, G.*  
professzor (NSZK)

*Zimina, K. I.*—*Poljakova, A. A.*—*Lulova, N. I.*—*Szirjuk, A. G.*—*Leont'eva, S. A.*  
(SZU)

*Haines, W. E.*—  
(U.S. Bureau of Mines)

*Snyder, L. R.*  
(Union Oil Co. of California, USA)

*West, A. R.*—*Knight, S. A.*—*Mead, W. L.*  
—*Smith, G. W.*—*Tooke, P. B.*  
(BP Co., Egyesült Királyság)

*Wagner, C. D.*—*Novakov, T.*  
(Shell Development Co., USA)

f) *Újítások az elementáris vizsgálatok terén és alkalmazásuk a kőolajiparban*  
(Developments in elemental analyses and their application to the petroleum industry)

**21. A kőolaj szerepe a mikrobiológiában — különös tekintettel a táplálkozásra alkalmas anyagok előállítására**  
(Petroleum and microbiology with special reference to edible materials)

- a) *A kőolajipar jövője: az élelmiszeripar egyik nyersanyagforrása*  
(The future of the oil industry as a source of food)
- b) *Gáznemű szénhidrogének, mint a táplálkozásra alkalmas anyagok egyik nyersanyagforrása*  
(Gaseous hydrocarbons as a source of edible material)
- c) *A táplálkozásra alkalmas anyagok kivonása a szénhidrogén-táptalajú élesztőgombákból és ezeknek az anyagoknak felhasználása élelmiszerek készítésére*  
(Isolation of food-acceptable compounds from hydrocarbon-cultivated yeasts and the use of these compounds for preparing food-grade products)
- d) *Egysejtűek szénhidrogén-szubsztrátumon való fehérjetermelésének technikai szempontjai*  
(Engineering aspects of single-cell protein production from hydrocarbon substrates)
- e) *Vitaminok előállítása fermentálással szénhidrogénekből*  
(Vitamin fermentation of hydrocarbons)
- f) *Cukrok és aminosavak gyártása szénhidrogénekből és petrokémiai termékekből mikroorganizmusok segítségével*  
(Production of sugars and amino acids from hydrocarbons and petrochemicals by microorganisms)

**22. Az operációkutatás alkalmazása a kőolajiparban**  
(The use of operations research in the petroleum industry)

- a) *Rendszerelméleti megközelítés az észak-amerikai olajpolitikában*  
(A systems approach for oil policy in North America)
- b) *A nemzeti kőolajipar jövőbeli telepítésére és fejlesztésére vonatkozó alapelvek meghatározása operációkutatási módszerekkel*  
(Basis for the future location and development of a national oil industry by operations research methods)
- c) *Alkalmazkodó karbantartás-tervezési módszer egymásra kölcsönösen ható környezetben*  
(Adaptive maintenance planning in an interacting environment)
- d) *Egy testületi modell ismertetése*  
(Description of a corporate model)
- e) *Műveletprogramozás LP (lineáris programozási) módszerek segítségével*  
(Operational programming by LP methods)
- f) *Kevert, egész számú programozás alkalmazása kőolajipari beruházási problémák megoldására*  
(The application of mixed integer programming to investment problems of the petroleum industry)

**23. A levegőszennyeződés megakadályozása és a gépkocsiforgalom**  
(Air conservation — automotive vehicles)

- a) *A levegőszennyeződést ellenőrző Koordináló Kutató Tanács egyesített ipari-kormányzati programja*  
(The joint industry-government air pollution research programme of the Co-ordinating Research Council)

*van der Heijde, H. B.*  
(Koninklijke/Shell Laboratorium, Hollandia)

Elnök:  
*Yamada, K.*  
professzor (University of Tokyo, Japán)

Alelnökök:  
*Laine, B. M.*  
(Société Française des Pétales, B. P. Franciaország)  
*Malek, I.*  
(Academy of Microbiology, Csehszlovákia)  
*Champagnat, A.*  
(Franciaország)  
*Norris, J. R.—Hamer, G.*  
(Egyesült Királyság)

*Neszmejanov, A. N.*  
és társai  
(SZU)

*Wang, I. C.*  
(USA)

*Fukui, S.*  
(Japán)

*Suzuki, T.*  
és társai (Japán)

Elnök:  
*Bonnet, W. E.*  
(Sun Oil Company, USA)

Alelnökök:  
*Newby, W. J.*  
(BP Co., Nagy-Britannia)  
*Seguret, J. J.*  
(Esso Standard S. A., Franciaország)

*Debanne, J. G.*  
(Kanada)

*Danilov, V. L.*  
és társai (SZU)

*Reinitz, R. C.—Karasyk, L.*  
(USA)

*Seguret, J.*  
(Franciaország)  
*Deam, R.*  
és társai (Egyesült Királyság)

*Jacob, H.*  
(Hamburgi Egyetem, NSZK)

Elnök:  
*Gammegard, P. N.*  
(American Petroleum Institute, USA)

Alelnökök:  
*Bailey, C.*  
(BP Co., Ltd., (Nagy-Britannia)  
*Luther, H.*  
professzor (Technische Universität Clausthal, NSZK)

*Barth, M. D.—*  
(U.S. Department of Health, Education and Welfare)

*Heinen, C. M.—*  
(Automobile Manufacturers Association)  
*Reynolds, A. Mc.*  
(American Petroleum Institute, USA)

- b) *Az üzemanyag-összetétel hatása a kipufogó gázokra*  
(Some effects of fuel composition on exhaust emissions)
- c) *A kipufogó gázokkal kapcsolatos problémák az NSZK-ban és ezek megoldásai*  
(Problems of automotive exhaust in the Federal Republic of Germany and ways for their solution)
- d) *Nitrogén-oxidok képződése, ezek csökkentése és katalitikus elbontása*  
(Nitrogen oxides formation, suppression and catalytic decomposition)
- e) *A keverék minőségének és az égőkamra tervezésének hatása az egydugattyús motor végtermékeire*  
(The effect of mixture quality and combustion chamber design on emissions of a single cylinder engine)

**24. A víz- és a levegőtisztaság fenntartása a kőolajipari tevékenység során**  
(Water and air conservations in the petroleum industries operations)

- a) *A szennyeződés ellenőrzésének alapelemei*  
(Elements of pollution control)
- b) *Az olajszennyeződés eltávolítása a víz felszínéről*  
(Disposal of oil spills from water surfaces)
- c) *A vízforrások védelme olajszennyeződéstől*  
(Prevention of contamination of water resources by oil)
- d) *A levegő és a víz tisztántartásának megőrzésével kapcsolatos kritériumok*  
(Criteria for air and water conservation)
- e) *Technikai eszközök a levegőszennyeződés csökkentésére*  
(Technical means to reduce air pollution)
- f) *Levegőtisztítási mechanizmusok és a levegőszennyeződés megszüntetése*  
(Atmospheric scavenging mechanisms and the fate of air pollutants)

**25. Csővezetékes szállítás**  
(Pipeline transportation)

- a) *Az elektronikus számítógépek (komputerek) szerepe csővezetékek ellenőrzésénél*  
(The role of computers in pipeline control)
- b) *Az elektronikus számítógép, mint az RMR csővezeték-rendszer legfontosabb segédeszköze*  
(Computer as the most important production facility of the RMR products pipeline system)
- c) *Tengeri csővezetékek — az uszályhajókról történő csőelhelyezés kritikája*  
(Marine pipelines — a critique of the lay barge method of construction)
- d) *Tenger alatti csővezetékek építése tetszőleges mélységben az „S-görbe” módszerrel*  
(Construction of submarine lines at every depth by the S-curve method)
- e) *Csővezeték-építés és a csővédelem jellemző sajátosságai sarkvidéki körülmények között*  
(Construction and specific features of securing of pipeline indestruction in Arctic conditions)
- f) *Sarkvidéki kőolajvezetékek Alaszkában*  
(Arctic and sub-Arctic crude oil pipelines in Alaska)

*Bandry, J.*  
(Franciaország)  
*Oelert, H. H.—Klinksiet, K.*  
(NSZK)

*Meguerian, G. H.*  
(USA)  
*Dodd, A. E.*  
(Egyesült Királyság)

Elnök:  
*Liedmeier, G. P.*  
(Stichting Concauwe, Hollandia)

Alelnökök:  
*Brummage, K. G.*  
(BP Co., Nagy-Britannia)  
*Varsavszkij, I. L.*  
professzor (A SZU Kőolajipari és Petrol-  
kémiai Minisztériuma)

*Hubbard, E. H.*  
(Hollandia)  
*Wardley Smith, J.*  
(Egyesült Királyság)

*Beynon, L. R.*  
(Egyesült Királyság)  
*Mallatt, R. C.*  
(USA)

*Kiyoura, R.*  
professzor (Japán)  
*Robinson, E.*  
(USA)

Elnök:  
*Green, J. E.*  
(Shell Pipe Line Corp., USA)

Alelnökök:  
*Uhde, A.*  
(Deutsche Transalpine Ölleitung GmbH,  
NSZK)  
*Manootheri*  
(Irán)

*McCarroll, A. B.*  
(Kanada)  
*Haack, G. F. M.*  
(NSZK)

*Broussard, D. E.—Visser, R. C.*  
(USA)  
*Delaruelle, J.*  
(Franciaország)

*Anuskin, M. P.—Zinevics, A. M.*  
(SZU)

*Peyton, H. R.*  
(USA)

B. B. és K. A.



# AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

35 év a kőolajbányászat szolgálatában



AJTAY LÁSZLÓ



BENEDEK FERENC

Ez év január havában töltötte be 70. életévét AJTAY LÁSZLÓ okl. bányamérnök, a magyar fűrómérnökök legidősebbike.

AJTAY LÁSZLÓ Erdély, Székelyföld szülőtte. A Sopronban megszerzett bányamérnöki oklevél elnyerése után 1926-ban a román kőolajipar szolgálatába lépett. Fűrómunkásként kezdte, majd az egyik regáti nagy gázkitörés ferde fűrással való elfojtásánál figyeltek fel képességeire, hogy ezzel az irányított fűrások területén csakhamar nemzetközi tekintélyre tegyen szert.

A kőolajkutatás és -termelés egyik klasszikus földjén eltöltött 15 esztendő a tapasztalatszerzés és a jó munkával kiérdemelt elismerés jegyében telt el és szerzett egyben megbecsülést a magyar mérnöki képesítésnek is.

1941-től gazdag tapasztalatait és szaktudását a hazai szénhidrogén-kutatás rendelkezésére bocsátotta. 1944-ig a Magyar Kincstár által végzett erdélyi földgázkutatás keretében tevékenykedett, mint az erdőszentgyörgyi fűrási üzem vezetője. Ezt követően a dél-zalai olajmezőkön működött, elsősorban a ferdített fűrások szakértőjeként.

A felszabadulás után 1946-ban a megalakuló MASZOVOL első alföldi fűrásának, a berekböszörményi fűrásnak az üzemvezetője. Ebben a minőségben a pionírmunka szépsége, de nehézsége is osztályrészéül jutott. Az országépítés alapvető munkájában a kezdeti nehézségek leküzdésén munkálkodó alföldi kőolajkutató törzsgárda első vezetője volt; e közösség tagjai lelkes munkával, szakmai szeretettel és tudással végezték úttörő és fontos feladatukat. Az eredmény az első nagyalföldi kőolaj-előfordulás, Biharnagybajom feltárása volt 1947-ben.

1948-ban budapesti székhellyel a MASZOLAJ központjának fűrási osztályvezetője, de — főleg „baj” esetén — az üzemek továbbra is igénylik és hasznosítják is szaktudását. 1961-ben 35 évi munkás és eredményes esztendő után vonult nyugalomba.

„Az öregség nem érdem”, hangzik elvétve a mindenkori fiatalabb nemzedék sorából. Egymagában talán nem is, de a lelkiismeretes, becsületes és odaadó munkában eltöltött három és fél évtized mindenképpen tiszteletet parancsol, és méltánylást érdemel. Törekedjünk mindnyájan arra, hogy ez a megbecsülés mindenkor társadalmunk lelkiismeretbeli kötelességévé váljék, mert a múlt eredményeinek elismerése nem csökkenti a jelen sikereinek értékét.

Ezekkel a gondolatokkal köszöntjük a 70 éves AJTAY LÁSZLÓ-t, és kívánunk Neki változatlanul jó egészséget és — jó szerencsét!

Cs. G.

Alig pár napja volt 35 esztendeje annak, hogy a Dunántúlon szénhidrogének kutatására és feltárására koncessziót nyert amerikai érdekeltségű EUROGASCO vállalat Szárföld környéki szeizmikus munkálataiba — 1936. január 26-án — egy új geodéta kapcsolódott be, hogy március idusán már az *Inke-1.* jelű kutatófűrés kulcsosaként egész életre elkötelezze magát az azóta hazánk energiaellátásában egyre jelentősebb szerepet játszó magyar kőolajbányászatnak.

BENEDEK FERENC okl. bányamérnök — szolgálati idejét tekintve a második legrégebb „olajmérnökünk” —, 1938-ban már a budafai mező üzemvezetője, majd 1942-től budapesti beosztásban az üzemek központi műszaki képviselője. A főváros felszabadulása után oroszánrészt vállal a sérült csepeli olajvezeték helyreállításában, hogy a mezők szabadabb válása után Kerettye székhellyel elsőként szervezze meg a munka felvételét, a megrongált, részleteiben felrobbantott, sok helyen égő üzemek talpraállítását.

A budafai üzem élére többször is visszatér: főmérnöksége alatt 1953 januárjától 1957 november közepéig a Budafai Kőolajtermelő Vállalat 10 alkalommal nyerte el az „Élüzem” címet és háromszor a SZOT vándorzászlaját.

Közben a MASZOLAJ központi főmérnökeként, majd Nagykanizsáról végleg a fővárosba áthelyezve az OGIL, később az OLAJTERV osztályvezetőjeként, ill. műszaki-gazdasági tanácsadójaként kamatoztatta több évtizedes tapasztalatait és gyakorlati tudását.

Számos újítása, több szabadalma közül elég, ha a mentőszerszámok ad hoc típusait, az első ízben sikeresen végrehajtott rétegrepesztési műveletet, az új elv alapján működő portábilis szeparátort, valamint a hajdúszoboszlói gyűjtőállomások optimális rendszerének kialakítását említjük, melyekkel több millió forint hasznot hajtott népgazdaságunknak.

Az egyesületi életben is derekasan kivette a részét: Szakosztályunk Dunántúli Csoportjának taglétszáma titkárságának öt éve alatt megötszöröződött, a tagság aktivitása jelentősen fellendült. Egyesületünk 1963-ban a *Zorkőczy*-emlékéremmel jutalmazta munkásságát. Szerkesztő bizottságunknak is immár másfél évtizede tagja.

A családjával kapcsolatban is — sokszor nehéz viszonyok, mostoha körülmények között — fokozott felelősséget viselő BENEDEK FERENC a kőolajbányászatot képviselte ez év január 1-én befejezett aktív szolgálatának utolsó két órhelyén is: a NIM Igazgatási Főosztályán, valamint az OBF státusában, mint főszakelődő, ill. olajbányászati szakértő.

B. B.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Nehézipari Minisztérium, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség és az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt képviselői 1971. január 11-én egyesületünkben baráti fogadáson üdvözölték két érdemes kollégánkat és köszönték meg AJTAY LÁSZLÓ-nak és BENEDEK FERENC-nek 35 év eredményes, becsületes szakmai munkáját, és tiszteletre méltó emberi helytállását.

- Д-р И. Лёриц, инж.-химик, к. х. н. — Д. Рац, инж.-нефтяник: **Использование парциального окисления и термokatалитических химических реакций в области разработки нефтяных месторождений. Часть I. . . . .** Стр. 33
- Во всем мире большие усилия направляются на увеличение нефтеотдачи. В этой области — согласно международным научным прогнозам — внедрение некоторых специальных термических методов может привести к более значительным результатам. В условиях Венгрии вопрос разработки с низким эффектом особенно резко поднимается в случае южно-залайских месторождений нефти и газа (Будафа—Ловаси). В условиях южно-залайских месторождений с низкой плотностью нефти и коллекторов, залегающих на больших глубинах, термические методы до сих пор не применялись. В интересах увеличения нефтеотдачи в указанных специальных условиях авторами были начаты в 1968 году эксперименты по подземному парциальному окислению с учетом термokatалитического воздействия и акустических влияний. В статье излагаются работы по организации разветвленной исследовательской деятельности, а также по подготовке экспериментальной работы. Результаты экспериментов и выводы будут опубликованы в очередной статье.
- Д-р Фалувеги—Л. Поллок, инж.-механики: **Определение осевого смещения проложенных в земле трубопроводов, вызываемого температурным удлинением** Стр. 41
- Внутрипромысловые сборные линии высокого давления в связи с высокой температурой газа работают в таком диапазоне температуры, при котором дилатационное смещение выходящих на поверхность земли свободных концов трубопроводов является значительным. Авторами обобщается метод расчета для определения смещений под влиянием температуры. Для определения смещения свободных концов трубопроводов расчеты приводятся в виде номограмм для практических целей.
- Д-р Дь. Надьпатаки, химик, инж.-экономист: **Влияние сернистых соединений на термическую стабильность реактивных топлив** . . . . . Стр. 48
- Термостабильность топлив для самолетов большой скорости становилось одним из самых важных показателей топлив, так как последние в условиях работы авиамоторов нагреваются до температуры 200—300 °С. Величина влияния сернистых соединений, снижающих термическую стабильность топлива изучалась частью в различной степени очищенных образцах, частью на моделях топлив. Было установлено, что только удаление меркаптана из топлива это недостаточно и путь к дальнейшему улучшению термической стабильности ведет через удаление остальных сернистых соединений и насыщенные ароматических.
- \*
- Dr.-Ing. Imre Lörinc, Kandidat der chemischen Wissenschaften — Dipl.-Ing. Dániel Rácz: **Über die Ausnützung der partialen Oxydation und thermokatалитischer chemischer Reaktionen beim Abbau von Erdölfeldern — I. Teil** S. 33
- Überall in der Welt werden grosse Anstrengungen zum Erhöhen der Erdölausbeute gemacht. Auf diesem Gebiet können nach einer internationalen wissenschaftlichen Prognose durch Einleitung einiger spezieller thermischer Methoden bedeutende Ergebnisse erzielt werden. Das Problem des Abbaus schlechten Wirkungsgrades tritt bei den Süd-Zalaer Feldern (Budafa—Lovászi) exponiert auf. Für die Verhältnisse der Öle niedriger Dichte vom Süd-Zalaer Typ und der Lagerstätten grösseren Teufe wurden thermische Methoden bisher noch nicht angewandt. Die Verfasser haben im Jahre 1968 zwecks Erhöhung der Erdölausbeute Versuche mit einer unterirdischen partialen Oxydation begonnen, mit Rücksicht auf den thermokatалитischen Einfluss und auf die Schock- und akustischen Effekte. Der Beitrag behandelt die Organisation der weitverzweigten Forschungstätigkeit und die Vorbereitung der Versuchsarbeit. Die Ergebnisse der Versuche und die Schlussfolgerungen sollen in weiteren Artikeln veröffentlicht werden.
- Dipl.-Ing. György Faluwegi — Dipl.-Ing. László Pollok: **Bestimmung der aus Wärmeausdehnung entstehenden longitudinalen Verschiebung erdverlegter Rohrleitungen** S. 41
- Hochdruck-Sammelleitungen auf produzierenden Feldern arbeiten infolge hoher Gastemperatur in einem Temperaturbereich, wo die Dilatationsverschiebung der aus der Erde heraustretenden freien Rohrleitungsendtüllen bedeutend ist. Eine Methode zur Bestimmung der unter dem Einfluss dieser Temperatur auftretenden Verschiebungen durch Kalkulationen wird beschrieben. Zur praktischen Anwendung werden die Berechnungen zu Nomogrammen entwickelt angegeben, mittels deren die Verschiebung der Endtüllen bestimmt werden kann.
- Dr. Gyula Nagypataki, Chemiker, Ökonom: **Wirkung von Schwefelverbindungen auf die thermische Stabilität der Luftstrahlmotorentreibstoffe** . . . . . S. 48
- Die thermische Stabilität von Treibstoffen für Flugzeuge hoher Geschwindigkeit wurde zu einem der wichtigsten Wertmasse, da sich Treibstoffe unter Betriebsverhältnissen der Flugzeugsmotoren bis 200—300 °C erwärmen. Das Ausmass der Wirkung der thermische Stabilität der Treibstoffe beeinträchtigenden Schwefelverbindungen wurde z. T. an unterschiedlich raffinierten Mustern, z. T. auf Treibstoffmodellen untersucht. Es wurde festgestellt, dass es nicht genügend ist, Treibstoffe bloss zu entmerkaptanisieren, sondern zwecks weiterer Verbesserung der thermischen Stabilität auch die anderen Schwefelverbindungen entfernt und die Aromate gesättigt werden müssen.
- \*
- Dr. Imre Lörinc, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences — Dániel Rácz, Petroleum Eng.: **Utilization of partial oxidation and thermokatалytic chemical reactions in the exploitation of oil fields — Part I** . . . . . p. 33
- Great efforts are being made all over the world to increase oil recovery. According to an international scientific prediction, the introduction of some special thermal methods may result in considerable successes. The problem of poor efficiency exploitation conspicuously arises in the South Zala (Budafa—Lovászi) fields, Hungary. No thermal methods have been used so far for the South Zala type low-density crudes and deep reservoirs. Taking into account thermokatалytic impacts, shock and acoustic effects, underground partial oxidation experiments were started in 1968 to increase oil recovery under particular conditions. Organization of the far-reaching research activity, preparation of experiments are dealt with. Results of the experiments and conclusions will be published in subsequent articles.
- György Faluwegi, Mechanical Eng. — László Pollok, Mechanical Eng.: **Determination of longitudinal displacement of pipelines laid in soil arising from thermal expansion** p. 41
- Because of high gas temperatures high-pressure gathering lines in producing fields are operated in a temperature range where dilation displacements of free pipeline ends emerging from the soil are considerable. A method is described for determining by calculation displacements arising under the influence of such temperature. Calculations, by which the displacement of pipeline ends can be determined, are given elaborated in nomograph form for practical use.

Dr. Gyula Nagypataki, Chemist, Engineer-Economist:  
**Influence of sulfur compounds on the thermal stability of jet fuels** ..... p. 48

Since fuel temperature of high-speed aircraft engines varies between 200 and 300 °C under operational conditions, thermal stability of such fuels has become one of their most important measures of value.

The degree of influence of sulfur compounds deteriorating fuel thermal stability has been studied partly on samples refined to various extent, partly on fuel models.

It has been stated that it is not satisfactory merely to de-mercaptan fuel but other sulfur compounds must be eliminated and aromatic compounds saturated to further improve thermal stability.

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### A fejlődő országok beruházásaival foglalkozó konferencia

Budapest, 1971. április 13—14.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének a fejlődő országok műszaki-tudományos kérdéseivel foglalkozó bizottsága az Építőipari Tudományos Egyesülettel, a Magyarhoni Földtani Társulattal, a Magyar Geofizikai Egyesülettel és a Magyar Hidrológiai Társasággal közösen rendezi „**Létesítmények építése, üzembe helyezése és üzemeltetése a fejlődő országokban**” című konferenciáját 1971. április 13—14-én Budapesten, a Technika Házában. A konferencia célja, hogy a magyar műszaki szakembereket megismertesse a fejlődő országok viszonyaival, műszaki és gazdasági lehetőségeivel és jelenlegi műszaki

fejlettségével. Lehetővé teszi, hogy a fejlődő országokban szerzett tapasztalatokat a magyar szakemberek megtárgyalhassák és tapasztalataikat kicserélhessék, valamint hogy az e téren nagy tapasztalatokkal rendelkező nemzetközi szervezetek szakembereinek részvételével a kérdéseket szakszerűen megtárgyalhassák. A konferencia a fejlődő országokkal való kapcsolatok kiépítése tekintetében hézagpótló feladatot lát el, mert az egyetlen fórum, mely lehetővé teszi, hogy a legkülönbözőbb szakmákban dolgozó magyar szakemberek a fejlődő országokra vonatkozó véleményüket és tapasztalataikat tudományos szinten kicserélhessék.

A konferencián való részvételre vonatkozó mindenemű felvilágosítást az MTESZ Központi Titkárságán, 425—795 telefonszámon adunk.



### ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Telefon: 290—020 Telex: 3716

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

részére a következő szolgáltatásait ajánlja:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási és kísérleti feladatok elvégzését;
- háztartási, kommunális és ipari gáztüzelő készülékek, berendezések, illetve azok elemeinek kifejlesztését;
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos fejlesztési feladatok elvégzését;
- gázkészülékek, gáztüzelő berendezések vizsgálatait és azokkal kapcsolatos méréseket;
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását;
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését.

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!**

**MINTHA  
származását  
kapna...**



BALÁZS GY 1970

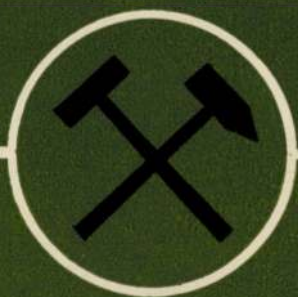
**AEOR**  
BENZIN-OLAJ

**EXTRA**  
SZUPERBENZIN!

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

**1971**



**AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA**  
4. (104.) évfolyam · 65—96 oldal

**BUDAPEST, 1971. MÁRCIUS HÓ**

**3**

**TARTALOM**KÁROLYI JÓZSEF—  
STEINGASZNER PÁL—  
JAKOB KÁROLY  
NAGY SÁNDORNAGY BÉLA—  
NAGY SÁNDOR  
VÁMOS ENDRE—  
PATAKI EMIL  
SZAITZ ANTALBLASKOVITS ALADÁR—  
GÁRDOS JÁNOS  
ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN—  
SUGÁR PÉTER  
FÖLDVÁRI ISTVÁN

Motorbenzinek fejlesztési irányai .....	66
A maradványolaj-termelés intenzifikálási lehetőségei a Dunai Kőolajipari Vállalat propános bitumenmentesítő üzemében .....	70
A minőségi bitumen gyártásának fejlesztési kérdései .....	74
Fűtőolajok primer iszapképzési hajlamának vizsgálata .....	77
Az üzemfenntartási tevékenység irányítása .....	81
Az országúti oktánszámmérések jelentősége és a hazai mérési tapasztalatok .....	84
Optimalizálási feladatok a kőolaj-finomítók tervezésében .....	87
A kőolaj-feldolgozó ipar számítógépesítési feladatai .....	89
BESZÁMOLÓ „A kőolaj-feldolgozó ipar fejlesztése a 4. ötéves tervidőszakban” c. 1970. október 20—22-e között Győrben megtartott konferenciáról .....	65, 73, 76, 91
Az iparág köréből: <i>Energetikai beruházások</i> (Nemzetközi konferencia, Budapest, 1970. augusztus 31—szeptember 2) .....	93
Külföldi hírek .....	80, 92
Tájékoztató .....	96
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	94

**A SZÁM SZERZŐI:**

ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN okl. vegyész-mérnök, szakosztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); BLASKOVITS ALADÁR okl. vegyész-mérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); FÖLDVÁRI ISTVÁN dr. okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, osztályvezető (Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta); GÁRDOS JÁNOS okl. gépészmérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); JAKOB KÁROLY okl. vegyész-mérnök, tud. osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); KÁROLYI JÓZSEF dr. okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, igazgató (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); NAGY BÉLA okl. gazdasági mérnök, igazgató (Zalai Kőolajipari Vállalat, Zalaegerszeg) NAGY SÁNDOR okl. vegyész-mérnök, osztályvezető (Zalai Kőolajipari Vállalat, Zalaegerszeg); NAGY SÁNDOR dr. okl. vegyész-mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, főosztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); PATAKI EMIL okl. vegyész, tud. főmunkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); SUGÁR PÉTER okl. vegyész-mérnök, önálló tervező (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); STEINGASZNER PÁL dr. okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); SZAITZ ANTAL okl. könyvvizsgáló, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); VÁMOS ENDRE dr. okl. vegyész, a kémiai tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.  
Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató  
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DENES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMASNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÖZÖ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

3. szám

1971. március

## BESZÁMOLÓ

### „A kőolaj-feldolgozó ipar fejlesztése a 4. ötéves tervidőszakban”

című, 1970. október 20—22-e között Győrben megtartott konferenciáról

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete 1970. október 20—22-e között Győrben konferenciát tartott a kőolaj-feldolgozó ipar 4. ötéves tervének fejlesztési kérdéseiről. A konferenciát *dr. Vajta László* vezérigazgató-helyettes plenáris előadása vezette be. Az előadás egészében körvonalazta a feldolgozó ipar feladatait és a megoldásra irányuló előirányzatokat. A konferencia ezután 10 szekcióban összesen 105 előadásban tárgyalta a feladatok megvalósításával kapcsolatos részletkérdéseket. A konferencia lefolyásáról egy rövid előzetes közleményünkben már beszámoltunk, az előadások tartalmát pedig a konferencia vázlatfüzetei ismertették. Az előadások részletes anyaga olyan nagy terjedelmű, hogy annak maradéktalan közzétételére nincs lehetőségünk. Ezért a konferencia elnöksége úgy határozott, hogy a szekcióelnökök által kiválasztott és az elnökség által jóváhagyott előadások szövegét a „KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ” c. folyóiratban teljes egészében közli, továbbá ismerteti valamennyi megtartott előadás címét is. Az egyes előadások teljes szövege kívánságra a Magyar Kémikusok Egyesületében, illetve az előadást szervező vállalatoknál betekintésre rendelkezésre áll.

E „célsumunk”-ban kizárólag a konferencián elhangzott előadásokat közöljük; e helyütt 8 előadás teljes szövegének ismertetésére van mód. A következőkben még néhány, a fenti szempontok szerint kiválasztott tanulmányt publikálunk majd.

A konferencián elhangzott előadások teljes listáját — szerzőik megnevezésével és szekciókra bontottan — az alábbiakban ismertetjük.

#### 1. szekció: Motorhajtó anyagok

Károlyi József—  
Steingaszner Pál—  
Jakob Károly:

Motorbenzinek fejlesztési irányai

Óvádi Zoltán:

A hazai motorbenzinek minősége a fogyasztók szemszögéből

Módi Mihályné—

Kis János:

A hazai motorbenzinek minőségének fejlesztése

Boda András—

Sasvári Mihály:

Könnyűbenzinek minőségjavítása molekulaszítás technológiákkal

Nagypataki Gyula:

Sugárhajtómű-üzemanyagok előállításának lehetőségei

Herskovits Nándorné—

Korpai József:

Mély dermedéspontú gázolaj termikus krakkolással való előállítási lehetőségének vizsgálata

Vörös István:

Izopentángyártás a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál

Nagy Sándor:

Megkezdődik a gázolaj kénmentesítése Magyarországon

Vörös Imre:

Benzinreformáló, kénmentesítő folyamatok berendezéseinek szerkezeti anyag-problémája

(Folytatás a 73. oldalon)

# Motorbenzinek fejlesztési irányai

KÁROLYI JÓZSEF—  
STEINGASZNER PÁL—  
JAKOB KÁROLY

*Az 1971-ben kezdődő 4. ötéves terv közlekedésfejlesztési intézkedései a személygépkocsi-állománynak a jelenlegi mintegy negyedmillió egységről 500—550 ezerre való, tehát 2—2,2-szeres növekedését irányozzák elő. A gépkocsiállomány ilyen nagy növekedése nemcsak a benzintermelés fokozását teszi szükségessé, hanem a gépjárműpark összetételének ugrásszerű modernizálódása folytán fokozott minőségi követelményeket is fog támasztani a motorhajtó anyaggal szemben, amely ennek folytán gyors ütemben fog a nagyobb oktánszámú minőségek felé eltolódní. Arra is fel kell készülni, hogy a benzinek eddigi, hazai szabványokban rögzített sajátságain túlmenően egyéb minőségi jellemzők betartása is szükségessé válik.*

A motorbenzinek minősége mindig szorosan a gépkocsimotorok igényével párhuzamosan fejlődött. Így például a motorolaj-hígulás miatti motorkárosodások kiküszöbölésére vezették be a 200 °C körüli maximális végforrpontot az 1920-as években, a benzinszivattyúk üzemzavarainak elhárítására a gőznyomás fogalmát, majd kidolgozták a motorbenzinek értékelésére szolgáló oktánszámmérési módszert és meghatározták az oktánszám értékeit. A gyorsítás közben észlelt kopogás kiküszöbölését célozta az úti oktánszámmérés bevezetése és az oktánszámminimumok szabványokban történő rögzítése. Az utóbbi években újabb jelenségek, mint porlasztójegesedés, nagy fordulatszámú kopogás, felületi gyulladások, égéstér-lerakódás jelentkeztek motorikus vonalon, a légszennyeződéssel kapcsolatban pedig egyre nagyobb súlyt kezdenek helyezni a járművek szénhidrogén-, nitrogénoxid- és szénmonoxid-emissziójának csökkentésére; mindezek megoldási lehetőségeit a fejlett ipari államokban nagyszabású kutatómunka keretében vizsgálják, és ebben az üzemanyag-termelő kőolajipari cégek és a gépkocsi-gyárak, valamint az egészségügyi hatóságok szorosan együttműködnek.

A motorbenzinek kielégítő vagy nem kielégítő minőségét végső fokon a fogyasztó érzékeli, aki ugyan nem rendelkezik mérőeszközökkel a benzinek egyes tulajdonságainak mérésére, de tapasztalati alapon meg tudja állapítani, hogy a kapható benzinfajták közül melyik elégíti ki gépkocsijának igényeit. A felhasználó ezért csak olyan tágabb fogalmak, ill. tapasztalati észlelések alapján tudja a benzin használati értékét megítélni, mint:

- a könnyű indíthatóság;
- a gyorsulókészség;
- az üzemanyag-szolgáltató berendezések (benzinszivattyú) üzemzavar nélküli működése;
- porlasztójegesedés elkerülése (hidegen is simán „húzzon”, ne fulladjon le a motor);
- gyorsításnál ne kopogjon a motor;
- nagy fordulatszámnál ne kopogjon a motor és így ne károsodjék;
- kielégítse a levegőszennyezés korlátozására hozott hatósági követelményeket.

A felsorolt követelményeket a kérdéses benzinnek laboratóriumban vagy tényleges üzemben, egzakt módon mérhető jellemzőinek megfelelő megválasztásával lehet kielégíteni. A szóba jövő kvantitatív jellemzők: a forrásgörbe lefutása, a gőznyomás, a kémiai összetétel, az adalékok típusa és koncentrációja, valamint a laboratóriumi oktánszámok; ezek azonban nemcsak egy-egy követelmény kielégítése vagy ki nem elégítése irányában, hanem egyszerre több használati tulajdonságra is hatnak, sokszor egyeseket kedvező, másokat kedvezőtlen irányban befolyásolva egyidőben. A használati jellemzők és a laboratóriumi vizsgálati eredmények közötti bonyolult összefüggést szemlélteti az 1. táblázat. Figyelembe véve azt, hogy a kvantitatív összefüggések ezeken túlmenően a motortípustól és a motor állapotától is függenek, a kőolajiparra az a feladat hárul, hogy olyan autóbenzineket állítson elő, amelyek a fenti kvalitatív fogyasztói és kvantitatív hatósági követelményeket kielégítik úgy, hogy a gépjárműparknak legalább 95%-a panaszmentesen legyen üzemeltethető.

A következőkben néhány, általunk is döntő fontosságúnak ítélt problémakör jelenlegi műszaki állását és a jövőben várható fejlődést ismertetjük, különös tekintettel hazai vonatkozásaikra. Ezek a következők:

- a) szuper- és normálbenzinek oktánszáma és eladási arányai;
- b) gyorsításkor fellépő kopogás;
- c) nagy fordulatszámú kopogás;
- d) jegesedés;
- e) légszennyeződés.

## *Szuper- és normálbenzinek oktánszáma, eladási arányai*

Noha a korszerű kőolajiparral rendelkező országokban már régen nem a research-oktánszám a benzinek motorikus sajátságának egyetlen kritériuma, a benzinek minősítését — legalábbis első közelítésben — ma is még a research-oktánszám alapján szokás végezni.

Már *Gottlieb Daimler*, az első használható benzinmotoros gépkocsi feltalálója is ismerte azt a termodinamikailag megalapozott tényt, hogy a kompresszióviszony növelésével a benzinmotorok határfoka lényegesen fokozható; mégis, a kompresszióviszony fokozásakor, az akkori benzinminőségek esetében a motorban fellépő fémes, csilingelő hang és az azt követő motorkárosodás ennek az elvnek a gyakorlati hasznosítását meggátolta. A kopogással járó abnormális égési jelenségek mélyrehatóbb vizsgálatánál kitűnt, hogy itt nemcsak egy-, hanem többféle jelenségről van szó, illetve, hogy az abnormális égést különböző üzemállapotoknál különböző tényezők (oxidációs előreakciók, nyomáshullám, izzó lerakódások stb.)



Hatás Jellemzők	Hidegindításra	Gyorsításra	Üzemanyag-el- látó rendszer zavartalan mű- ködésére (gőzbuborék- képződés)	Jegesedésre	Égéstér- lerakódá- sokra	Olajhígu- lásra	Kopogásra		Levegő- szennye- zésre
							gyorsítás- nál	nagy terhe- lésnél	
							(úti oktánszám)		
Forrásgörbe									
könnyű rész mennyisége	+	+	+	++			+		+
középrész mennyisége		+		+					
nehéz rész mennyisége					+	+			+
Gőznyomás	+		+						+
Gőz-folyadék arány	+	+	++	++			+		+
Kémiai összetétel									
paraffin					+	+	+	+	+
aromás						+			+
olefin									+
Ólomtartalom					+		+	+	+
Research ON		+					++	+	
Motor ON		+					+	++	
R 100		+					++		

Megjegyzés: + összefüggés van  
++ erős összefüggés van

okozzák. Az Egyesült Államokban az 1930-as években felfedezték, hogy a termikus krakkbenzinek tulajdonságai ilyen szempontból kedvezőbbek, továbbá azt, hogy az ólomalkil-vegyületek hatékonyan csökkenteni képesek a kopogást; Európában azonban csak a II. világháború után, az 1950-es években kerülhetett sor modern katalitikus kőolaj-feldolgozó technológiák megvalósítása révén arra, hogy az autóbenzinek oktánszámát jelentősen fokozzák. A forgalomban levő gépkocsik különböző oktánszámigénye miatt majdnem mindenütt két benzinminőséget alakítottak ki: egy nagyobb oktánszámú szuper- vagy prémiumbenzint és egy kisebb oktánszámú reguláris vagy normálbenzint.

A katalitikus oktánszámjavító eljárások, mint a benzinreformálás, a pentán-hexán izomerizálás, az alkilezés, a katalitikus krakkolás európai elterjedése lehetővé tette, hogy az európai autógyárak motorjaik kompresszióviszonyát évről évre fokozzák, illetve hogy a kőolaj-finomítók évről évre növeljék a gyártott benzinek oktánszámát.

2. táblázat

Benzinminőségek (oktánszámok) az NSZK-ban és Franciaországban

Év	NSZK [3, 4, 5]		Franciaország [6]	
	szuper	normál	szuper	normál
1952	84	76	—	—
1955	91	86	—	—
1960	98	92	94	85
1965	99	92	99	91
1970	99—100	93	99	92

A 2. táblázatban a Német Szövetségi Köztársaságban és Franciaországban, a kontinens két nagy autógyártó államában forgalomba hozott benzinek oktánszámát látjuk 1950 és 1970 között.

Hasonló tendencia érvényesült más gépkocsigyártó országokban is, kivéve Olaszországot, ahol a kis oktánszámigényű, kis hengerűrtartalmú Fiat gépkocsik nagy száma miatt a normálbenzin oktánszáma 1970-ben is 86—88 között volt.

A szuperbenzin és normálbenzin eladási arányai Nyugat-Európában a szuperbenzinek igen nagy mérvű térhódítását mutatják: míg 1960-ban az összes eladott motorbenzinnek csak 20—40%-a volt a szuper, 1970-re az arány megfordult és ma már az eladott motorbenzinek 60—70%-a szuper.

### A gyorsításnál fellépő kopogás

Az a jelenség régóta ismeretes, hogy azonos research-oktánszámú, de különböző összetételű benzinek ugyanabban a gépkocsiban is különbözőképpen viselkedhetnek, illetve az, hogy egy benzin azonos kompresszióviszonyú, de eltérő konstrukciójú motorokban nem azonos kopogási hajlamot mutat. A jelenség fő oka az, hogy a többhengeres motorokban, főleg és elsősorban gyorsításkor, a porlasztót az egyes hengerek szívószelepeivel összekötő vezetékben motorhajtóanyag-frakcionálódás lép fel, aminek következtében az egyes hengerek különböző összetételű és oktánszámú benzinfrakciókat szívhatnak be. A frakcionálódást a porlasztóban előálló nagyfokú lehűlés fokozza, különösen akkor, ha a szívócső fűtése nincs kellőképpen megoldva.

Ez vezette a kőolajipar és a gépkocsigyárosok együttműködését koordináló Cooperative Fuel Research Committee-t már 1932-ben arra, hogy az üzemanyagok gyorsításkor fellépő kopogásának mérésére gépkocsikkal, tényleges közlekedési körülmények között való mérésre szolgáló útioktánszám-mérési módszereket dolgozzon ki. A legelterjedtebben használják a módosított Uniontown útioktánszám-mérési módszert [1].

Az ezzel a módszerrel mért úti oktánszám általában kisebb, mint a research-oktánszám; a kettő különbségét *leértékelésnek* (depreciation) nevezzük. Tekintettel arra, hogy a különböző gépkocsimotorok konstrukciós okokból ugyanazt a benzint különbözőképpen értékelik le, az útioktánszám-méréseket legalább 4—6 különböző típusú kocsival kell végezni, és a mérések átlagát kell venni.

A benzin úti oktánszáma számos tényezőtől függ, itt ezeket csak kvalitatív jelleggel soroljuk fel, annál is inkább, mert a hazai finomítói termékekre csak 1969-ben indultak meg a Nagynyomású Kísérleti Intézet és az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet közös kutatási programja keretében a mérések — egyelőre két gépkocsival —, és a mérések száma még nem elegendő ahhoz, hogy általánosítható következtetéseket lehessen levonni.

A benzinek úti oktánszámát növelni lehet a benzin teljes research-oktánszámának, valamint a 100 C°-ig átdestilláló könnyű frakció mennyiségének és research-oktánszámának emelésével. Az utóbbit mind a párlat megfelelő kémiai összetételének megválasztásával, mind ólom-tetraetil helyett az illékonyabb ólom-tetrametil alkalmazásával lehet fokozni. Az úti oktánszámot és egyben a  $\Delta R_{100}$ -at különösen előnyösen fokozzák az izopentán, az alkilátok és az olefintartalmú könnyű benzinek.

A gyorsításkor fellépő kopogást megkísérelték a benzin könnyű részének — rendszerint a 100 C°-ig forró rész — research-oktánszámával, illetve az eloszlási oktánszámmal (Distribution Octane Number, DON) korrelálni. Az előbbi vizsgálatnál a 100 C°-ig forró részt ledestillálják, research-oktánszámát megméri, ez a  $\Delta R_{100}$  érték; a teljes benzin research-oktánszáma és az  $R_{100}$  érték közötti különbséggel — a  $\Delta R_{100}$  értékkel — jellemzik a benzint; a DON-módszernél a CFR motor szívócsövére épített, szabályozott hőfokú csapdában lekondenzálják az üzemanyag nehezebb frakcióját és csak a könnyű részek oktánszámát mérik.

Annak ellenére, hogy a fentiek alapján kapott  $\Delta R_{100}$  vagy DON értékek az úti oktánszámmal bizonyos fokú összefüggést mutatnak, nem alkalmasak arra, hogy ismeretükben az úti oktánszámot számítani lehessen, ezért csak már ismert receptúra szerint gyártott és úti mérésekkel megvizsgált autóbenzinek gyártásellenőrzésére lehet őket felhasználni.

#### Nagy fordulatszámú kopogás

Viszonylag új jelenség a nagy fordulatszámú kopogás. Akkor léphet fel, ha a gépkocsit tartósan vége sebessége közelében működtetjük. Ilyen közlekedési körülmények autópályán léphetnek fel. Igen káros jelenség, mert a motor súlyos károsodásával, dugattyú és szelepelégéssel jár, és hang alapján történő észlelése a nagy sebességeknél fellépő egyéb járműzörejek miatt általában nem lehetséges.

Megállapították, hogy az égéstérben kialakuló forró helyek, különösen az izzó lerakódások, túl forró gyújtógyertyák és kipufogószelepek iniciálják a beszívott benzin-levegő elegy egy részének szabálytalan égését, aminek következtében lokálisan erős felmelegedések léphetnek fel.

A benzinek nagy sebességű úti oktánszámát ugyanúgy, mint a gyorsulási kopogást, a normálheptán-izooktán elegyekkel felvett kalibrációs görbék alapján határozzák meg. A gépjárműmotorok ilyen körülmények között is általában „leértékelik” az autóbenzinek, azaz a nagy fordulatszámú nyomáskopogást adó előgyújtási szöghöz tartozó kalibrációs görbéről leolvasott úti oktánszám kisebb, mint a vizsgált benzin research-módszerrel mért oktánszáma.

A jelenség megelőzése egyrészt konstrukciós feladat, amennyiben az égéstér megfelelő kialakításával, a szelepek és gyújtógyertyák hőfokának konstrukciós megoldásával lehet rajta segíteni, de az üzemanyag oldaláról is befolyásolható. Mérések tanúsága szerint a benzin motoroktánszámának növelésével, az üzemanyag lerakódásképző hajlamának csökkentésével is javítani lehet a benzinek nagy sebességnél fellépő kopogási sajátságait. Hasonló hatása van az alacsony hamutartalmú adalékokkal ellátott motorolajok alkalmazásának.

#### Jegesedés

A porlasztó szívótorkában a beszívott benzin egy jelentős része elpárolog; a benzin párolgáshője miatt a keverék erősen lehűl. Adiabaticus körülmények között a lehűlés 15–20 C° is lehet, ezért a beszívott levegő páratartalma — nagy relatív nedvességtartalom és 0–15 C° levegő-hőmérséklet és hideg motor esetén — apró jégkristályok formájában kifagyhat a porlasztó pillangószelepeire, ugyanakkor a szívótorokban lerakódó jégkristályok a porlasztás megszűnéséhez és a motor leállásához vezethetnek. Ilyen időjárási körülmények hazánkban főleg az őszi és tavaszi hónapokban léphetnek fel.

Mivel a modern üzemanyagok egyre több, jelenleg is már kb. 50–60%, 100 C°-ig forró frakciót tartalmaznak, ezért ezeknél fokozottabban kell a jegesedéssel számolni.

A jegesedést az üzemanyag összetételének megváltoztatásával lehet, de nem kívánatos módosítani, mivel pl. a könnyű rész mennyiségének csökkentése a benzin egyéb tulajdonságait is rontaná. Ehelyett adalékokat használnak, amelyek két típusúak lehetnek: fagyáspontesökkentők, mint pl. alkoholok, glikolok, vagy pedig felületaktív anyagok, melyek a jégkristályok tapadását gátolják. Az alkoholok közül leginkább az izopropanol használatos 1–3 súly%-nyi mennyiségben, a felületaktív anyagokat ezredszázados koncentrációkban használják.

#### A légszennyezés csökkentése

A világ sűrűn lakott nagyvárosaiban aggasztó mértékben növekvő levegőszennyeződés egy részét a gépkocsik okozzák, ezért elsősorban az érintett városok hatóságai már olyan intézkedéseket foganatosítottak és fognak a továbbiakban is hozni, amelyek a gépkocsikból eredő emisszió szintjét maximálják.

A gépkocsikból eredő emisszió forrásai a következők:

- a) a kipufogó gázban levő szénmonoxid, nitrogén-oxidok és elégetlen, ill. részben elégett szénhidrogének;
- b) a porlasztó és a benzintartály párolgási veszteségei.

Ezek közül a kipufogó gáz 70–80%-át, a porlasztó és a benzintartály párolgási veszteségei 20–30%-át teszik ki az emisszióknak. Az 1974-ben életbe lépő kaliforniai törvény értelmében kocsinként az emisszió nem haladhatja meg az alábbi értékeket:

- a) kipufogó gázban 1 km út megtétele alatt  
max. 0,9 g szénhidrogént,  
max. 14,0 g szénmonoxidot,  
max. 0,8 g nitrogén-oxidot;

b) a párolgási veszteség a  
6 g szénhidrogén/vizsgálat értéket.

Ezek az előírások elsősorban motorkonstruktív változtatásokkal teljesíthetők, de nem kis szerep hárul az üzemanyagra is; az üzemanyag elégségi hatásfokát ugyanis csak részben lehet a motorkonstruktívval és az üzemeltetési paraméterekkel növelni; az előírt mértékű elégetést csak a kipufogó gázok katalitikus utóégetésével lehet elérni. Az eddigi tapasztalatok szerint olmozott benzinek alkalmazása esetén az utóégető katalizátor élettartama igen korlátozott, csak néhány ezer kilométerig kielégítő, míg ólommentes benzinek esetén gyakorlatilag korlátlan katalizátor-élettartam érhető el. Ez az oka annak, hogy az ólom szükségszerűen ki fog szorulni a benzinekből annak ellenére, hogy eddig egészségkárosító hatását kimutatni nem tudták.

A párolgási veszteségek csökkentése is részben szerkezeti megoldásokkal (aktívszenes szűrőpatronok a szellőzővezetékekben vagy a szellőzővezetéknek a szívótorokba való bekötése), részben az üzemanyag göznyomásának csökkentésével érhető el, az utóbbi megoldás pedig magán a motoron is szerkezeti változtatásokat igényel.

Az ólomtartalom csökkentése a finomítóktól új megoldásokat fog követelni, ugyanis a jelenlegi feldolgozó üzemekkel az ólomalkilek elhagyása esetén a pool research-oktánszám a fejlett kőolaj-feldolgozó iparral rendelkező államokban sem növelhető 90—92 fölé, nem beszélve arról, hogy az oktánszámeloszlást javító ólom-tetrametil hiánya esetén az úti oktánszám fokozott mértékben fog romlani.

#### *Minőségfejlődési tendenciák a 70-es években Európában és hazánkban*

Európában a legtöbb országban továbbra is két-féle benzin lesz: szuper és normál.

A szuperbenzinek *research-oktánszáma* a jelenlegi 97—99 *research-oktánszám*szintről fokozatosan 100—101-re fog nőni, a normálbenzineké a jelenlegi 91—93 szintről 94—95-re. Várható, hogy a gyorsításnál fellépő kopogást jelentősen befolyásoló  $R_{100}$  oktánszám értékét is elő fogják írni és mindkét benzinnél maximálisan 8—12  $\Delta R$  értéket fognak megállapítani. A nagy fordulatszámú kopogás kiküszöböléséhez a *motoroktánszám* értékét a szuperbenzin esetében legalább 90, a normálbenzin esetében legalább 85 fölé kell tartani, ami az olefintartalmat maximálisan 7—8% körül limitálja, de korlátozza az aromástartalmat is [2].

A benzinek 100°C-ig forró, könnyű frakciója ma is már 55—60% között van, egyes esetekben e felett is. Ezen a téren nem várható lényeges változás, különös tekintettel arra, hogy az Európában az utóbbi években nagy fejlődésnek indult petrolkémiai iparnak is a könnyűbenzin a legjobb nyersanyaga. Várható, hogy az *ólomtartalom* a jelenlegi átlagos szinthez képest csökkenni fog, ha a gépkocsi-emissziót korlátozó rendelkezések Európában is megszületnek. A változás nem lesz hirtelen, mivel átlagosan 10 éves gépkocsi-élettartamot feltételezve, a gépkocsiállo-

mány lecserelődése is körülbelül ennyi időt fog igénybe venni.

*Magyarországon* ez idő szerint három benzinminőség van forgalomban, 86, 92 és 98 *research-oktánszám*mal. Nem törént ugyan még olyan felmérés, hogy a hazai gépjárműpark oktánszámigény-eloszlása milyen, azonban tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az importált személygépkocsik oktánszámigényét a 86-os benzin már nem elégíti ki, ezekhez 92-es vagy 98-as benzin, vagy pedig ezek keveréke szükséges.

Ezt a műszaki igényt a jelenlegi eladási volumenek ugyan még nem tükrözik, egyrészt az egyes benzinminőségek közötti aránytalan árviszonyok, másrészt a 98-as benzin korlátozott gyártási és elosztási lehetőségei miatt, de fel kell készülni arra, hogy a személygépkocsi-állomány rohamos növekedése az oktánszámigény hasonló fejlődését is magával hozza. A hazai gépjárműállomány oktánszámigényének mielőbb elkezdendő felmérése ezt kétségtelenül igazolni fogja, ezért várható az is, hogy a következő évtizedben egyrészt a normálbenzin oktánszámát kb. 90—92-re kell növelni, a jelenlegi extraszuper benzinét pedig 99 körüli értékre, míg a 86-os benzin meg fog szűnni.

Szükség lesz arra is, hogy egyrészt a benzinek 100°C-ig forró részét 50—60%-ra növeljük, és hogy a kb. 8—10 körüli  $\Delta R_{100}$  értéket valamennyi benzinünknel bevezessük. A benzinek könnyű részének ilyen növekedése miatt a jegesedés problémájával is foglalkozni kell.

Mindezeket a feladatokat reformált benzin, lepárlási könnyű benzin és hidrogénezett pirolízisbenzin, kisebb mértékben izopentán- és alkilatkomponensekből összekevert autóbenzinnel kell megoldani. Ehhez az eddigiehez képest lényegesen fokozni kell a reformálás szigorúsági szintjét és útioktánszám-méréseken alapuló új benzinreceptúrák kidolgozására is szükség lesz.

Nem lehet előre megjósolni, hogy a *levegőszennyeződés csökkentésére* irányuló társadalmi és hatósági megmozdulások mikor terjednek át Amerikából Európába és így Magyarországra, de a kőolajiparnak ezzel a lehetőséggel is számolnia kell, és ezért fel kell készülni a csökkentett ólomtartalmú, illetve az ólommentes benzinek gyártásának előkészítésére.

*Mennyiségi vonalon* a pool oktánszámigény fokozatos növekedése miatt a 92-es és 98-as benzinek gyors térnyerésével kell számolnunk, különösen, ha az árak aránytalanságát, a gyártási volumen és az elosztás problémáit meg lehet oldani. Ilyen esetben számolni kell azzal, hogy a 98-as benzin 1975-ben legalább 35, 1980-ban legalább 50%-át teszi majd ki a teljes eladási volumennek.

#### IRODALOM

- [1] *Blaskovits A.—Gárdos J.*: Az országúti oktánszámmerések jelentősége és a hazai mérési tapasztalatok. *Kőolaj és Földgáz* 3. p. 84 (1971).
- [2] Section Raffinage du Pétrole, Table Ronde No 2. Rev. A. F. T. P. 198, Nov.—Dec. p. 73 (1969).
- [3] *Rossenbeck, M.*: Erdöl u. Kohle p. 953 (1964).
- [4] World Survey, Octel, 1965, 1970.
- [5] Octel Group Gasoline Survey, Summer 1969, Winter 1969/70, Summer 1970.
- [6] Section Technique des Applications, Table Ronde No 6. Rev. A. F. T. P. 198, Nov.—Dec. p. 143 (1969).

# A maradványolaj-termelés intenzifikálási lehetőségei a Dunai Kőolajipari Vállalat propános bitumenmentesítő üzemében

NAGY SÁNDOR

*A szerző ipari üzemek vizsgálata és laboratóriumi kísérletek alapján megállapítja, hogy a romaskinoi kőolajból származó gudron feldolgozásakor a propános bitumenmentesítő üzemekben a maradványolaj-termelés 15–20%-kal növelhető gyantás anyagoknak az extrakciós tornyok alsó részéből azok felső részébe történő cirkulációjával. A vizsgálatok rámutatnak arra is, hogy a Dunai Kőolajipari Vállalat propános bitumenmentesítő üzemének főbb készülékei alkalmasak arra is, hogy rekonstrukció esetén az üzem kapacitását az eredetileg tervezetthez viszonyítva csaknem kétszeresére növeljék. Rekonstrukció esetén célszerű megvalósítani a propángőzők kondenzációs hőjének részleghasznosítását is.*

A 4. ötéves terv irányzásai alapján 1975-ben a benzinüzemű személygépkocsik száma hazánkban meghaladja a félmilliót. Jelentősen növekszik a gázolajüzemű tehergépkocsik, autóbuszok, traktorok és a vasúti Diesel-mozdonyok száma is.

A fejlődésnek megfelelően, valamint a gépkocsi-használat üzemórái növekedésének figyelembevételével kell előirányozni a motorokhoz használt kenőolajok gyártását.

Ismeretes, hogy a motorolajok viszkozitási szintjét a párlat kenőolaj-komponensei és a maradványolaj-komponens megfelelő arányú keverésével állítják elő. Becslésünk szerint az elkövetkező években a gyártott motorolajok viszkozitási szintjének csökkenése várható, mégis a maradványolaj felhasználási aránya gyakorlatilag a jelenlegi szinten marad. Ez az ellentmondás abból adódik, hogy a viszkozitási index növelése céljából, valamint a nehézőlajpárlatok hiánya miatt mind nagyobb arányban kell a motorolajok gyártásába a közepes viszkozitású komponenseket bevonni.

A növekvő kenőolajigény kielégítése céljából irányozták elő a Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) fenolos finomítóüzemének és acetone-benzol-toluol (ABT) oldószeres paraffinmentesítő üzemének intenzifikálását, valamint a Komáromi Kőolajipari Vállalat (KKV) furfurolos finomítóüzemének bővítését és egy 120 ezer t/év kapacitású ABT paraffinmentesítő üzemegység létesítését Almásfüzitőn. A DKV fejlesztési tervei még újabb paraffinmentesítő és hidrogénező utófinomító üzemegységek létesítését is tartalmazzák. Az intenzifikálások, valamint az új üzemegységek építése eredményeképpen 1975-re a kenőolaj-gyártási kapacitás a jelenleginek csaknem a kétszeresére növekszik. A motorolaj és a nagy viszkozitású kenőolaj gyártási volumene a 4. ötéves terv végére a felsorolt fejlesztés alapján elérheti az évi 250–300 ezer tonnát. Fentiekből adódik, hogy az újabb kenőolaj-finomító, paraffinmentesítő és utófinomító kapacitások belépésének időszakára összesen mintegy 70–80 ezer t/év mennyiségű paraffinmente-

sített maradványolaj-finomítvány termelését kell előirányoznunk. Ilyen volumenű maradványolaj-termelés biztosításához kézenfekvő lenne újabb propános bitumenmentesítő üzem építése. A szerző által végzett üzemi vizsgálatok, valamint a propános bitumenmentesítés elméletének az utóbbi tíz évben végbe ment fejlődése azonban arra utalnak, hogy a DKV propános bitumenmentesítő üzemében olyan jelentős tartalékok vannak, amelyeknek feltárásával és a szűk keresztmetszetek felszámolásával a maradványolaj-termelés az üzemegység eredeti terveihez viszonyítva csaknem a kétszeresére is növelhető.

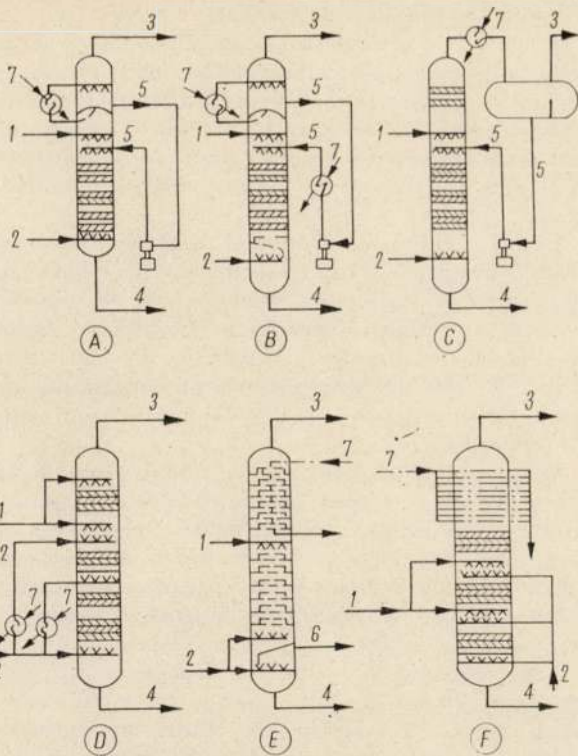
A továbbiakban a fenti meglepő következtetést bizonyítjuk be néhány elméleti meggondolás és gyakorlati mérési eredmény alapján.

Propános bitumenmentesítő üzemeket még a harmincas évek második felében kezdtek építeni. Az akkori, ún. koagulációs elméletnek megfelelően a folyamatot először tartályjellegű készülékekben valósították meg [1, 2]. Később az eljárás két irányban fejlődött: egyrészt megjelentek a felső fűtéssel ellátott ellenáramú extrakciós kolonnák, másrészt a minőség javítása céljából a propános olajoldatot fenol-krezol keverékből álló oldószerrel kezelték. Utóbbi eljárás a Duo-Sol néven ismeretes, amely tulajdonképpen a propános bitumenmentesítést és a bitumenmentesített olaj szelektív finomítását együttesen oldja meg. Itt jegyezzük meg, hogy az utóbbi években épült néhány Duo-Sol-üzemben a bitumenmentesítést és a szelektív extrakciót már külön lépcsőben valósítják meg [3].

Az ellenáramú extrakciós kolonnákban megvalósított propános bitumenmentesítő üzemek lényegesen egyszerűbbek, mint a Duo-Sol-üzemek. Ez az oka annak, hogy a maradványolaj nagyobb részét a propános bitumenmentesítő üzemekben termelik. Különösen a Szovjetunióban épült fel nagyszámú propános bitumenmentesítő üzem, amelyekben a legkülönbözőbb konstrukciójú extrakciós tornyokat alkalmazták. Ezek közül a jellemző megoldásokat az 1. ábrán tüntettük fel.

Az extrakciós kolonnák konstrukciójának és hatékonyságának javítása különösen azután figyelhető meg, miután Bogdanov professzor a koagulációs elméletet az ún. oldhatósági elmélettel helyettesítette [4].

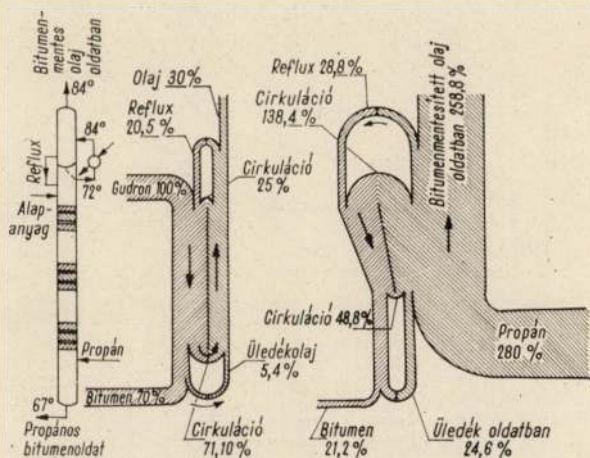
Az ipari folyamatok továbbfejlesztése azonban kimutatta az oldhatósági elmélet gyenge pontjait is. Az ellentmondások tisztázása céljából több ipari kolonnát vizsgáltunk meg [5]. A vizsgálati eredmények alapján sikerült meghatározni a bitumenmentesítő kolonnák belsejében spontán kialakuló cirkulációk



1. ábra. Bitumenmentesítő oszlopok elvi technológiai megoldásai: A — elkülönített vertikális ülepítőzónával és külső fűtéssel kombinált oszlop; B — ua. a reflux fűtésével; C — elkülönített horizontális ülepítőtartállyal és a fejtermék fűtésével kombinált oszlop; D — porciós propánadagolással kombinált oszlop; E — fűthető csőves, tányérokkal és oldalcsapolással kombinált oszlop; F — belső fűtéssel és változtatható extrakciós zónamagassággal rendelkező zsalus tányéros oszlop  
1 — gudron; 2 — propán; 3 — bitumenmentesített olaj propános oldata; 4 — propános bitumenoldat; 5 — gyantareflux; 6 — nagy viszkozitású olaj propános oldata; 7 — vízgőz

jutottunk, hogy ez a jelenség szintén a kolloidszerkezet megváltozásával van kapcsolatban. Bizonyításként olyan adalékokat kerestünk, amely a gyantákhoz hasonlóan képes a kolloidmicellákba beépülni. Ilyen anyagnak bizonyult az acetón. Acetón adagolásával végzett kísérleteink eredményeit a 4. ábrán szemléltetjük. A kísérletek bebizonyították feltételezéseink helyességét.

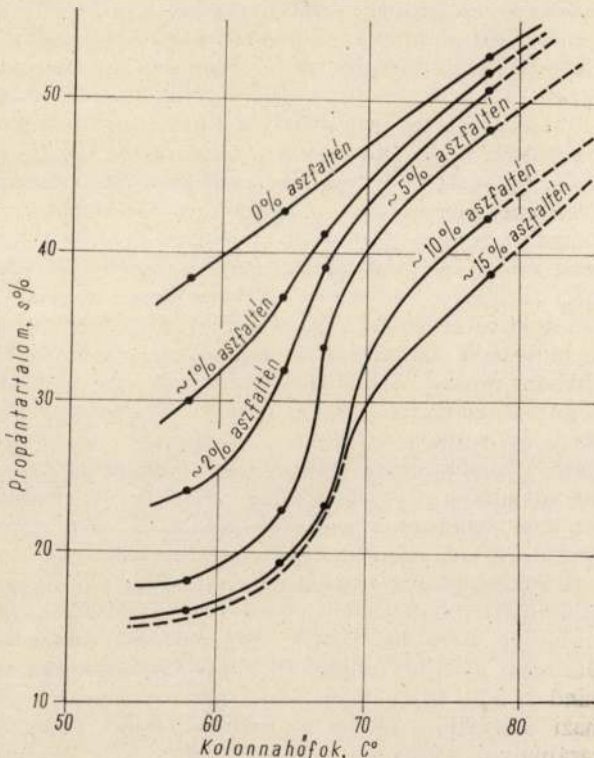
Elméletünk bizonyítása után arra a meglepő következtetésre jutottunk, hogy a propános bitumenmentesítési folyamatban elérhető a termék hozamának és minőségének egyidejű javítása akkor is, ha acetón



2. ábra. Anyagáramok belső cirkulációja a bitumenmentesítő oszlopban tujmazi kőolajból származó gudron feldolgozásakor

nagyágát, amelyeket a 2. ábrán szemléltetünk. Mind a vizsgálati eredmények, mind az irodalmi és gyakorlati adatok alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a propános bitumenmentesítő kolonnákban az ipari folyamatok megvalósításának körülményei között egész sor bonyolult kolloidkémiai jelenség játszódik le, amelyeket csak akkor tudunk megmagyarázni, ha a kolonnában felfelé áramló olajoldathoz a telített oldatoknak megfelelő tulajdonságokat vesszük alapul, míg a lefelé áramló bitumenes fázishoz a kolloidszerkezetből adódó tulajdonságokat vesszük első sorban figyelembe. Annak bizonyítására, hogy a propános kezelés következtében az alapanyag kolloidkémiai szerkezete megváltozik, vizsgáltuk a bitumenes fázis oldószertartalmát az extrakciós kolonna fenékhőmérséklete és az aszfalténtartalom függvényében ipari körülmények között (3. ábra). Az eredmények grafikus ábrázolása kézenfekvően bizonyítja a kolloidszerkezetben végbemenő változásokat. Ezek a változások arra utalnak, hogy a hőfok csökkenésével az aszfalténtartalmú bitumenes oldatok a szől jellegű állapotból a gél jellegű állapotba mennek át.

Az irodalomból ismeretes, hogy egyes poláros anyagoknak az alapanyaghoz vagy az oldószerhez történő adagolása következtében a bitumenmentes maradványolaj hozama megnő, miközben jelentős minőségi javulás is bekövetkezik [6]. Arra a következtetésre



3. ábra. Különböző aszfalténtartalmú bitumenes fázisok propántartalma ipari extrakciós kolonnában



a meggátlása céljából gyakran alkalmaznak habzás-gátló anyagokat. Több finomítóban a habzás-gátló anyagot az AV-üzemek vákuumtornyába vezetik be. A habzás-gátló anyag a gudronnal együtt távozik és lép be a bitumenmentesítő vagy a bitumenfúvató üzemekbe, vagy pedig a tartályparkba. Ilyen módon a habzás-gátló anyag a kívánatos hatást több üzemegység készülékeiben is kifejti. Az áramlási sebességek kis értékei alapján az a vélemény alakult ki bennünk, hogy habzás-gátló anyagok alkalmazásával a DKV propános bitumenmentesítő üzemének desztillációs részlegében levő tornyok a készeresre megnövelt kapacitás esetén is alkalmasak lennének a feladat ellátására.

- [1] Wilson, R. E.—Keith, P. C.—Haylett, R. E.: Ind. Eng. Chem. 9 p. 1065 (1936).
- [2] Csernozskov, N. I.—Krejn, Sz. E.—Loszikov, B. V.: Himija mineral'nuh maszel. Moszkva, 1959.
- [3] Csernozskov, N. I.: Tehnologija pererabotki nefti i gaza. Csaszt' tret'ja. Moszkva, Himija, 1966.
- [4] Bogdanov, N. F. Neftjanoe Hozjajsztvo 5 p. 63 (1955).
- [5] Bogdanov, N. F. Himija i Tehnologija Topliv i Maszel. 3 p. 42 (1956).
- [6] Nagy S.: Analiz proceszszov deaszfal'tizacii neftjanuh koncentratov propanom. Kandidátusi disszertáció. Moszkva, 1965. (Másolat az MTA levéltárában.)
- [7] Brazsnikov, V. T.: Szovremennüie usztanovki dlja proizvodstva szmazocsnuh maszel. Moszkva, 1959.

(Folytatás a 65 oldalról)

**2. szekció: Kenőanyagok**

- Valasek István—Körösi János—Vámos Endre:*  
A hazai gépszírszortiment fejlesztésének irányelvei a *Kugelfischer—Spengler*-féle vizsgálatok eredménye alapján
- Légrádi Márton:*  
A kenőzsírok gyártástechnológiája egyes szocialista országokban
- Szakál Szabolcs:*  
A hűtési körülmények hatása a kalcium-komplex kenőzsírok minőségi jellemzőire
- Szabó József:*  
Zsírgyári gépek fejlesztése
- Kántor István—Magos Kálmán:*  
A Komáromi Kőolajipari Vállalat tevékenysége a hajtóműolajok minőségfejlesztése terén
- Kundráth Péter—Tóth Imre—Varga István:*  
Turbinaolajok minőségfejlesztése
- Magos Kálmán—Tóth Mihály:*  
Kompresszorolajok minőségfejlesztése és választékbővítése a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál
- Kiss János—Magos Kálmán:*  
A Komáromi Kőolajipari Vállalat tevékenysége a hazai négyüteműmotor-olajok minőségfejlesztésében
- Nagy Sándor:*  
A maradványolaj-termelés intenzifikálásának lehetőségei
- Pál Iván—Sokorai István:*  
Hazai kőolajbázison alapuló kenőolajgyártás a Dunai Kőolajipari Vállalatnál
- Fásy Mátyás:*  
A Dunai Kőolajipari Vállalat kenőolajblokkjának intenzifikálása
- Gyenis János:*  
Fejlesztési törekvések a Komáromi Kőolajipari Vállalat furfurolos kenőolaj-finomító üzemében
- Árva Miklós—Müller Vilmosné—Szalahetdinov Fatek:*  
A kenőolaj-utóhidrogénező és vákuumredesztillációs üzem üzembe helyezésének és próbaüzemeltetésének tapasztalatai
- Horváth József—Schmidt Ferenc:*  
Ipari és motorolajok minőségi tulajdonságai hidrogénező technológiával (hydrofinishing) történő befejező finomítás esetében
- Csalló Mária:*  
Dermedéspont-csökkentő adalékok hatása a kenőolajok dermedéspont körüli hőmérséklet-tartományában tanúsított reológiai tulajdonságaira
- Horváth József—Schmidt Ferenc:*  
Vákuumpárlatok hidrokraakolása, illetve erőteljes hidrogénező finomítása során előállítható kenőolaj-frakciók minősége
- Zsida László—Szöginé Katona Judit:*  
Laboratóriumi kísérletek algyői eredetű párlatok oldószeres paraffinmentesítésének optimalizálására

**3. szekció: Egyéb kőolajtermékek**

- Rátosi Ernő:*  
Aromás extraháló üzem a Dunai Kőolajipari Vállalatnál
- Almásiné Buzási Éva—Szedlák István:*  
Az aromás extraháló üzem indításával kapcsolatos laboratóriumi vizsgálatok
- Almási Miklós—Kun János:*  
Alapanyaggyártás az aromás extraháló üzem részére
- Kónya Sándor:*  
Könnyű pirokondenzátum hasznosítása
- Domsa Károly:*  
A C<sub>8</sub> aromás szénhidrogének és a béta-pikolin frakció szétválasztása klatrátképzéssel
- Hermán Istvánné:*  
Fémmegmunkáló hűtő-kenő folyadékok minőségfejlesztése
- Szabó Lajos:*  
Kozmetikai és gyógyászati fehérőolajok gyártástechnológiájának hazai alapanyagból történő megoldása és minőségfejlesztése
- Baranyai Tibor:*  
Claus-eljáráson alapuló kénelőállító üzem
- Nagy Béla—Nagy Sándor:*  
A minőségi bitumen gyártásának fejlesztési kérdései
- Kristóf Mihály:*  
Korszerű irányzatok folyadékok és gázok intenzív érintkeztetésére

(Folytatás a 76. oldalon)

# A minőségi bitumen gyártásának fejlesztési kérdései

NAGY BÉLA—  
NAGY SÁNDOR

*A Zalai Kőolajipari Vállalat ez ideig főleg különféle bitumeneket állított elő a kis fehéráru-tartalmú nagylengyeli kőolajból.*

*A jövőben közel-keleti kőolajok feldolgozására számítanak ebben a finomítóban. A várható termékek bitumen mellett motorhajtóanyag-párlatok. A nyersanyag megváltozása következtében módosítani kell a technológiát és bizonyos mértékig a meglévő berendezéseket is abból a célból, hogy az új kőolajból elegendő mennyiségű és megfelelő minőségű termékeket, elsősorban bitumént lehessen előállítani.*

A bitumengyártásra kiválóan alkalmas nagylengyeli kőolaj termelésének megkezdése rohamos fejlődést hozott a magyar bitumentermelésben és -felhasználásban. Amíg 1952-ben mindössze 44 000 t bitumént termelt az iparág, addig 1967-ben már 580 000 t volt a termelés. Az ország bitumentermelésében a nagylengyeli kőolajból előállított mennyiség részaránya az ötvenes évek közepén 60% körül mozgott és a 60-as években már elérte a 90%-ot is.

A nagylengyeli kőolajmező feltárásának eredményeként épült meg a Zalai Kőolajipari Vállalat, melynek — alapítólevele szerint is — fő rendeltetése, profilja a bitumengyártás. A technológiai és manipulációs berendezések kezdeti kialakítása, az időközben végrehajtott bővítések és korszerűsítések egyértelműen bitumengyártásra predesztinálták a vállalatot.

A vállalatnál a bitumentermelés számottevő mennyiségben 1954-ben kezdődött. Az 1954. évi termelés 18 000 t volt. Ettől kezdve a növekedés évről évre gyors ütemű, s 1957-ben a bitumentermékek mennyisége meghaladta a 100 000, 1963-ban pedig a 200 000 tonnát. Azóta az évenkénti termelés 240 000 t körül van.

Részesedésünk az iparág bitumentermelésében 70%-kal 1957-ben volt a legmagasabb. A hatvanas évek elejétől részarányunk 42—50% között mozgott, a múlt évben 45% volt.

A nagylengyeli bitumen kiváló minősége és a termelés mennyisége lehetővé tette, hogy a korábban importáló országunk exportórré válhasson. Vállalatunk 1955-től egyre jelentősebb exportot bonyolított le. 1955-ben 18 000 t, 1967-ben már 158 000 t bitumént exportáltunk nemcsak a szomszédos, hanem Európa más, baráti és kapitalista országaiba, sőt a Közel-Keletre és Délkelet-Ázsiába is. Napjainkig összes bitumentermelésünk 49%-át exportáltuk. Az ország bitumenexportjának 85—90%-át vállalatunk adta.

A külföldi — különösen nyugati — piacok megszerzése, bővítése és megtartása rendkívüli erőfeszítéseket követelt a vállalat műszaki kollektívájától. A nagyon szigorú minőségi követelmények teljesítésében, a csomagolás korszerűségében, a mennyiségi

és választéki igények gyors és pontos teljesítésében állni kellett a versenyt a konkurenciával. A magyar bitumenipar ennek megfelelően nagymértékben kibővítette választékát. A vállalatunknál gyártott bitumenfélések száma megközelítette az ötvenet. A rendelkezésre álló nagylengyeli kőolajból a felmerülő speciális minőségi igényeket is ki tudtuk elégíteni. A kis egységű, korszerű csomagolású termékeink nagyfokú keresettsége fejlesztési munkánk sikerének tudható be. Egyszóval a nagylengyeli bitumen ma minőségi és csomagolási szempontból elismert termék a világ bitumenpiacán.

Az exportpiac igényessége nagyon előnyösen hatott vissza a műszaki fejlesztésre. Nagy a valószínűsége annak, hogy nélküle a bitumenek gyorshűtéses eljárással polietilén fóliába történő gépesített csomagolásának megoldása, a meleg bitumenszállítványok kellően magas hőfokon való indításának feltételét biztosító — füstgázhőt hasznosító — hőközlőolajos melegítőrendszer kiépítése, a bitumenrakodás gépesítése, a homogenizálás mechanizmusának tökéletesítése, a manipulációs lehetőségek bővítése, a fedett tárolótér kiépítése, a fűvátási technológia tökéletesítése terén ma még hátrább tartanánk.

A Zalai Kőolajipari Vállalat jelenleg — ismereteink szerint — Közép-Európa legkorszerűbb és legnagyobb bitumengyára. Műszaki és munkásgárdája nagy tapasztalatra tett szert a bitumengyártás és -csomagolás terén. Biztosak vagyunk abban, hogy mindezek figyelembevételével döntött úgy az iparvezetés, hogy a ZKV perspektivikusan — függetlenül a nagylengyeli kőolajtermelés alakulásától — minőségi bitumengyártási profillal fog továbbműködni.

1968-tól kezdve a nagylengyeli kőolajmező termelésében elég jelentős csökkenés következett be. Ez a tény több intézkedés megtételére készítette az irányító szerveket, összhangban a „Bitumeniparunk fejlesztési kérdései” c. OMF-tanulmányban részletesen indokolt javaslatokkal. Ezek közül legfontosabbak a következők.

- A nagylengyeli kőolajat a jövőben csak a Zalai Kőolajipari Vállalat fogja feldolgozni, ahol a vákuum flash üzem belépésével és bizonyos mérvű intenzifikálással a szükséges gyártási kapacitás rendelkezésre áll.
- Gondoskodni kell olyan kőolaj importjáról, mely a nagylengyelihez hasonló, ill. vele egyenértékű minőségű bitumen gyártására alkalmas.
- Fel kell készülni a Zalai Kőolajipari Vállalatnak importkőolaj fogadására és feldolgozására, mivel a ZKV fogja az ország minőségibitumen-igényeit kielégíteni.



— A bitumenexportot — a hazai igények kielégítése érdekében — erősen korlátozni kellett, illetve 1970-től gyakorlatilag meg kellett szüntetni. 1969-ben már csak 62 000 tonnát, ez évben előreláthatólag 5000 t bitumént exportálunk.

— A Dunai Kőolajipari Vállalatnak 1971-ig be kell rendezkednie romaskinói hígított bitumen, valamint fúvatott bitumen előállítására.

— A KKV-nél a bitumenfúvató és -úsztató kapacitást bővíteni kell a brikettipar kötőanyag-szükségletének kielégítése érdekében.

— A minőségi és romaskinói bitumen piaci egyensúlyának biztosítása érdekében olyan új árrendszert kell kidolgozni, amely a minőségi bitumen áránál figyelembe veszi a világpiaci árszínvonalat. Ez információink szerint a jelenlegi nagylengyeli bitumen árának kb. 2,5-szerese.

A már említett — és egy korábbi OMFB-konceptiót aktualizáló — tanulmány azt is rögzíti, hogy a jövőben a különböző kőolajfélésekből előállított bitumént úgy kell elosztani, hogy a nagylengyeli bitumenből az útépités, építőipar és egyéb iparágak, valamint a lakosság speciális bitumenigényei kielégíthetők legyenek. A romaskinói kőolajból előállított bitumenből elsősorban a brikettipar szükségletét, valamint a kevésbé szigorú követelményeket támasztó felhasználói igényeket kell kielégíteni.

Az elkövetkezendő 15 évben 170%-ra növekszik a jelenlegi bitumenigény és 1985-re eléri az évi 850 000 tonnát. Ebből az útépitő ipar megközelítően félmilliót, az építőipar majdnem 200 000-et, a brikettipar 100 000 és az egyéb iparágak, valamint a lakossági fogyasztás ugyancsak 100 000 tonnát fog igényelni. Az előzetes felmérések, elképzelések alapján több felhasználói területet romaskinói bitumennel lehet ellátni. Ilyen pl. a brikettipar és részben az útépitő- és az építőipar.

A minőségi bitumen igénye évi 350 000 tonnára tehető. Az iparág terveiből adódó feladat tehát az, hogy berendezkedjünk olyan tömegű importkőolaj fogadására és feldolgozására, amelyből az előbb említett bitumenmennyiség előállítható. A 4. ötéves tervidőszak során minden bizonnyal még csak a nagylengyeli mező termelésének csökkenését kompenzáló importolaj fogadásáról lesz szó, évről évre növekvő részarányal.

Ez a tény komoly feladat elé állítja vállalatunkat, hisz ez ideig csövezeteket kaptuk a kőolajat, most pedig be kell rendezkedni vasúti fogadásra, lefejtésre. A tengeren túli kőolaj előreláthatólag 15–30 ezer tonnás hajókban fog érkezni valamelyik adriai kikötőbe, ahol földi tartályokba fejtik át, onnan tartálykocsikban szállítják a zalai finomítóba.

Az OKGT Feldolgozási Főosztályának álláspontja szerint a berendezkedésnél maximálisan napi 2000 t kőolaj lefejtésével kell számolni.

A lefejtő berendezés kapacitása napi 50 db 40 tonnás vasúti tartálykocsi lesz. A lefejtési idő naponként 10 óra. Mivel az importolaj minősége még ismeretlen, a tervezés a nagylengyeli kőolaj adatai alapján történik. A beruházás becsült összege 21,3 millió Ft.

A technológiai berendezések kisebb mérvű átalakítására, bővítésére szükség lesz, azonban a tennivalók felméréséhez a feldolgozandó kőolaj ismerete szükséges. Ennek hiányában csak körvonalazni lehet

a várhatóan megoldandó feladatokat. Ezek a következők:

— A nagyobb fehéráru-tartalom miatt az üzemek jelenlegi kapacitása csökkenni fog. A kapacitás szinten tartása, ill. bizonyos mérvű növelése érdekében szükséges az üzemek intenzifikálása. Így pl. szivattyúk nagyobbra cserélése, párlatvezeték és hőcserélő, hűtőpark bővítése.

— A kőolaj várható sótartalma miatt korróziós veszély elhárításáról gondoskodni kell.

— Az importkőolaj kéntartalma és termékmegoszlása is eltér a nagylengyeli kőolajétól. A benzin, a gázolaj kénesebb lesz. A gázolaj kénmentesítésére való berendezkedés lehetőségének hiányában felmentést kell kapnunk az 1971. január 1-től érvénybe lépő KGST-szabvány kénre vonatkozó előírása alól.

— Gondoskodni kell a kőolaj nagyobb illóanyag-tartalma miatt a fokozottabb tűz- és robbanásveszély elhárításáról.

— A fehéráru — különösen a benzinhozam — lényegesen megnövekszik, s ez nemcsak tárolási, hanem hűtési problémákat is felvet. A kondenzátorokat, a hűtőfelületeket pótlólag növelni kell. Mivel a Válicka vízének hőfoka a nyári időszakban megközelíti a benzin kezdő forráspontját, a benzin hűtése csak kútvíz felhasználásával oldható meg.

— A nagy tömegű benzintermelés folytán jogos igény, hogy árubenzin-kiszállításra is berendezkedjünk. Ehhez magas oktánszámú komponens fogadása szükséges. Múltányosnak tartanánk, ha az ÁFOR a komponens hozzánk szállításának fuvar költségét viselné, legalábbis olyan arányban, amilyen mértékben az a körzeti igények kielégítéséhez szükséges.

— A párlatfűtőolaj hozama várhatóan jelentősen növekedni fog. Gazdaságos elhelyezésére jó exportlehetőségnek látszik az Ausztriában való értékesítés. Ismereteink szerint tonnánként kb. 16 \$-os áron értékesíthető az osztrák piacon, legalábbis addig, amíg a Vaz mellett a finomító üzembe nem lép.

— Szükségesnek mutatkozik a fúvatási kapacitás növelése.

— A vasúti tartálykocsiban történő kőolajellátás, valamint a nagylengyelitől eltérő arányú párlattermelés miatt a jelenlegi szedő- és tárolótérkapacitás nem elégséges. Ezért kőolajtárolásra kb. 20 000 m<sup>3</sup>, a megnövekedő fehéráru manipulációinak lebonyolítására és tárolására a növekménnyel arányos tartálytér építése szükséges.

— A vállalat évi 200 000 t göngyöleges árut képes csomagolni, beleértve az úsztatott bitumént is. Az úsztatott bitumen átprofilozásával és a teljes bitumentermelés mintegy 100 000 tonnával való növekedésével a csomagolási igény a jelenlegihez viszonyítva emelkedik. Megvizsgálandó, hogy a feladat teljesítéséhez a letöltési rendszert, a szivattyúzási kapacitást, a csőhálózatot, a fedett tároló- és raktározóterületet nem kell-e bővíteni. A melegen közúti tankautóba és vasúti tartálykocsiba való töltés feltételei adottak. Tankautóba max. évi 70 000 t bitumént tudunk tölteni.

— Széles körű kutatási munkát kell folytatni abból a célból, hogy az importkőolajból a nagylengyelihez hasonlóan az eddig gyártott minőségeket miként lehet előállítani.

Ez év júliusától érkezik hozzánk próbafeldolgozás céljából tengerentúli kőolaj az iraki Moszulból, azonban ismereteink szerint egyáltalán nem biztos, hogy végül is ilyen kőolajat kell-e majd feldolgoznunk.

A próbafeldolgozás tapasztalatai a következőkben foglalhatók össze:

A moszuli kőolaj 20 C°-on 0,872 g/cm<sup>3</sup> fajsúlyú, 1,38 E°/50 C° viszkozitású. Kéntartalma nem haladja meg a 3%-ot. A beérkezéskor víztartalma 0–0,2% között ingadozott. Sótartalma 28 mg/l, így éppen a sótalanítás szükségességének a határán van. Atmoszferikus feldolgozásnál a csökemence 355–360 C° kilépő hőmérséklete esetén a hozamok a következőképpen alakultak:

benzin	11,5%,
gázolaj	38,1%,
pakura	50,4%.

A 7–9 E°/100 C° viszkozitású pakurát vákuumdesztillációs üzemben 360–370 C° csökemencei kilépő hőmérséklet mellett 700–720 Hg mm vákuum alatt feldolgozva az alábbi hozamok adódtak:

vákuum-gázolaj	5,3%,
paraffinos párlat	38,7%,
bitumen	54,1%.

A kőolaj-feldolgozás során a következő termékmegoszlás adódott kőolajra vonatkoztatva:

benzin	11,5%,
gázolaj	41,5%,
fűtőolaj	19,3%,
bitumen	27,1%,
veszteség	0,6%.

A feldolgozás során termelt bitumen lágyuláspontja a maximális 400 C°-os csökemencei kilépő hőmérséklet ellenére sem haladta meg az 58 C°-ot.

Az 52 C° lágyuláspontú bitumen elemzési adatai a következők:

lágyuláspont	52 C°, (gyűrűs, golyós),
penetráció	79, (25 C°-on, 0,1 mm),
duktilitás	1000 felett, mm,
töréspont	-9 C°,
kéntartalom	5,5%,
paraffintartalom	1,8%,
aszfalténtartalom	14,5%,
súlyveszteség	0,15%, MSZ szerint,
súlyveszteség utáni	
lágyuláspont	56 C°, (gyűrűs, golyós),
súlyveszteség	
utáni penetráció-	
változás	23%.

Összegezve megállapítható, hogy a nagylengyeli kőolajtermelés csökkentésével párhuzamosan elkezdődött az importkőolaj-alapanyagra támaszkodó minőségi bitumengyártásra való berendezkedés folyamata. Bár még a munka kezdetén vagyunk, sok még az ismeretlen és bizonytalan tényező, biztosak vagyunk abban, hogy az ipar összefogásával sikerül megteremteni a feltételeit annak, hogy az ország minőségibitumen-igényeit maradéktalanul kielégíthessük.

(Folytatás a 73. oldalról)

Zalka Lajos—

Somogyiné Hegedűs Zsuzsa:

Keresztessy Zsolt:

Major Béla:

Szirbek József:

Sasvári Mihály—

Boda András:

Bitumenek kémiai összetételének vizsgálata

Kábelszigetelő massa kísérleti gyártása szovjet csővezetéki kőolajból

Különleges paraffinok

Paraffinok tulajdonságainak változása adalékolással

N-paraffinok előállítása petróleum- és gázolajpárlatokból szelektív adszorpcióval

#### 4. szekció: Szállítás, tárolás, korrózióvédelem

Vámos Endre—

Pataki Emil:

Ney Sándor—

Helvei Ferenc:

Falaky József—

Rónay Dezső:

Palacsik István:

Gábor Pál—

Tóth Géza:

Lázár Sándor:

Makáry Endre—

Vasvári Vilmos:

Módi Mihály—

Schneider Zoltán:

Sevcsik Éva—

Watterich Gusztáv:

Körmöczy Lajos—

Rónay Dezső:

Fűtőolajok primer iszapképzési hajlamának vizsgálata

A bitumensomagolás és -szállítás fejlesztési irányai

Műgyanta bevonatok benzinállóságának vizsgálata

Ásványolaj-ipari termékek saját gépkocsis szállítására az ÁFOR-nál

Újabb irányzatok kőolajipari termékek tárolásánál

Korróziós problémák a Dunai Kőolajipari Vállalatnál

Távvezetékek korrózióvédelmének fejlesztési irányai

Kőolaj-finomítók inhibitoros védelmének megvalósítása és értékelése

A korszerű fehéráru-tárolási technológiák ismertetése, alkalmazásuk előnyei

Cinkporos alapozók alkalmazásának előnyei az acélszerkezetek felületvédelmében

(Folytatás a 91. oldalon)

# Fűtőolajok primer iszapképzési hajlamának vizsgálata

VÁMOS ENDRE—  
PATAKI EMIL

A magyar fűtőolajokat megvizsgáltuk tárolási stabilitásukra nézve. Az alkalmazott laboratóriumi módszer az NBTL No 791 eljárás volt. A vizsgálati berendezést módosítottuk abból a célból, hogy szigorúbb vizsgálati körülményeket lehessen megvalósítani.

A magyar fűtőolajok ezen vizsgálati körülmények között igen jó tárolási stabilitást mutattak és iszapképződési hajlamuk nincsen. Ebben a tekintetben a nehéz fűtőolajok is megfelelőek voltak.

A fűtőolajtartályokban tárolás közben — a tapasztalatok szerint — idővel üledék, ún. tartályiszap keletkezik. A kiülededő anyagok lehetnek folyékonyak, félszilárdak vagy szilárdak. A tartályiszap komponensei a víz, a por, rozsdá, az olajból kiváló szilárd paraffinok és főleg a fűtőolaj öregedési termékei.

A tartályiszap komponensei közül elsődlegesnek tekintjük azokat, amelyek közvetlenül a fűtőolajból keletkeznek fizikai vagy kémiai változások, öregedés hatására. Az elsődleges iszap képződésének oka lehet a fűtőolaj oxidációja, polimerizációja és kolloidstabilitásának bomlása. A tartályfűtés és az ezzel járó hőigénybevétel, illetve annak fluktuálása az öregedési folyamatokat siettet. Az iszapképződés gyorsítja a tartályfenék korrózióját [2], és a tüzelés folyamatát hátrányosan befolyásolhatja.

A szállításkor, manipulációnál, és a fix fedelű tartályok önlégzése során bekerülő víz, por, rozsdá stb. hatására keletkező iszapot másodlagos iszapnak nevezzük. A másodlagos iszapok közé soroljuk a mikrobiológiai tevékenység következtében keletkező iszapokat is [4].

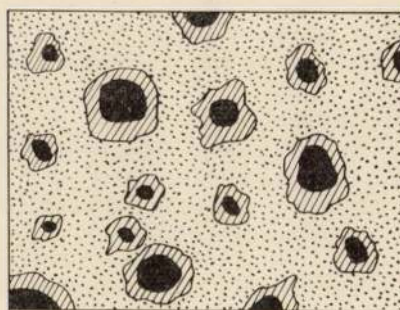
A fűtőolaj stabilitásán a tároláskor és felmelegítés-kor végbemenő öregedéssel szembeni ellenállóképességet értjük [1].

Jelen tanulmányunkban a primer iszapképződést vizsgáljuk és ennek során elsősorban a termikus igénybevétel hatását tanulmányoztuk a hazai fűtő- és tüzelőolajokra.

A primer iszap keletkezésének fő okát a fűtőolaj szerkezetében kereshetjük. A kőolaj-lepárlási maradványt tartalmazó fűtőolajok kolloid-diszperz rendszerek [5, 6, 7] (1. ábra). Ezekben a diszperz rész egyik legfontosabb komponenscsoportját az aszfaltén alkotják [8]. Ezek poláros, oxigén-, kén- és nitrogénatomokat tartalmazó szerves molekulákból állnak. Az egyedi vegyületek molekulásúlya nagy, rendszerint 1000 felett van, és ezek a nagy molekulák dipóluserőkkel összetartott halmazokat alkotnak. Az aszfaltén micellák felületén a poláros csoportok a csaknem gömb alakú kolloidhalmaz belseje felé irányulnak, és kifelé az apoláros szénhidrogénláncok fordulnak. Ezért szolvatálhatóak és tarthatóak szuszpenzióban az aszfaltének aromás és nafténes szénhidro-

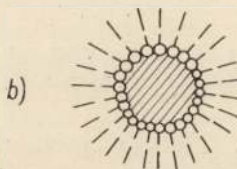
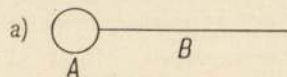
génekben is. Az egyedi micella közelítő szerkezetét a 2. ábra mutatja.

A diszperz rész másik komponenscsoportját a kőolajgyanták alkotják, amelyekben szintén még jelentős mennyiségű oxigén- és kéntartalmú molekula-típus mellett túlnyomórészt erősen kondenzált gyűrűs aromás szénhidrogének vannak. Az egyedi gyantamolekulák molekulásúlya az aszfalténekénél kisebb és majdnem azonos a diszperziós közegben levő szénhidrogének molekulásúlyával. E csoport molekuláit diszperziós erők kötik a micellához. A kőolajgyanták aromás szénhidrogénjeinek egy része folytonos fázisban (a diszperziós közegben) valódi oldat alakjában van jelen. Ezek tehát a diszperz rész és a diszperziós közeg között megoszlanak.



■ Aszfaltén  
▨ Gyanta  
● Maltén

1. ábra. Maradványolajat tartalmazó fűtőolaj kolloidszerkezete



▨ Aszfalténmolekulák halmaza  
● Orientált felületi aszfalténmolekulák  
▨ Védőkolloid orientált molekulái

2. ábra. a) Egyedi szemipoláros molekula sematikus vázlatja  
A — poláros csoport (O, S); B — szénhidrogéngyök  
b) Egyedi micella sematikus vázlatja

A diszperziós közeg összetevőit malténeknek nevezik. Ezek az aszfalténnel ellentétben aromásmentes benzinben oldhatók, és szén/hidrogén arányuk kisebb, mint a gyantáké és aszfalténné. A maltén rész komponensei a kevéssé — vagy nem — kondenzált gyűrűs aromások és a naftének, valamint a paraffinjellegű szénhidrogének.

Az aszfalténnel a fűtőolajban a fent leírt gyanták-ból álló védőkolloid-burok veszi körül. Ez stabilizálja a diszperz részt a malténekből álló diszperziós közegben. A fűtőolaj kolloidstabilitása megbomlik, ha paraffin-szénhidrogéneket adunk hozzá, különösen ha azok kis molekulásúak, illetve kis viszkozitásúak, mert ilyenkor a szuszpenzió stabilizálásához szükséges gyanta leoldódik a micelláról és feloldódik a malténekben. Védőkolloid-réteg hiányában az aszfalténnel koagulálnak és kiülepsznek. Ez történik, ha nehéz fűtőolajat gázolajjal keverünk vagy hígítunk.

Az olaj melegítésének hatására a gyanták oldékony-sága a malténekben nő. Ennek is az következménye, hogy a védőkolloid-réteg vékonyodik és sor kerülhet koagulációra. Ezenfelül a melegítés a viszkozitást is csökkenti és előmozdítja a kivált részecskék ülepedését.

Tartós hőkezelés hatására egyes kőolajkomponensek oxidációra, ill. polimerizációra hajlamosak [6]. Azokat a fűtőolajokat, amelyek hőbontási termék, olefineket és olefin-aromás vegyületeket tartalmaznak, különösen károsítják az említett folyamatok. Az olefin polimerizációja révén olajban oldhatatlan és az aszfalténnel hasonló anyagok keletkeznek, melyek először szubmikroszkopikus részecskék alakjában lebegnek, majd — ha a gyanta nem elegendő —, koagulálnak és kiülepsznek.

Az iszapképződés további oka keverék-fűtőolajok esetében a komponensek inkompatibilitása. Ide sorolhatjuk azt az esetet, amikor a fűtőolajat gázolaj és maradványolaj keverésével állítják elő. További ritka eset, amikor — amint ez például az NDK-ban szokás — barnaszénkátrány-olajokat kevernek kőolajtermékkel.

Párlatfűtőolajok — például a háztartási tüzelőolajok — nem tartalmaznak aszfalténnel. Ezek nem kolloid-szerkezetű oldatok, amelyekből a szekunder iszap kiválása gyakoribb. Primer iszap akkor keletkezhet bennük, ha öregedés során a gyanták, vagy krakk-gázolajokban az olefin oxidálódnak és polimerizálnak, és így alakulnak olajban oldhatatlan termékek [9].

Krakkolt gázolajokban a merkaptánvegyületek a finomítás, szállítás vagy tárolás során oldódó rézvegyületekkel gél konzisztenciájú réz-merkaptidokat képeznek. Ezek a gélek eltömíthetik a fűtőolaj-vezetéseket, szűrőket, vagy lerakódnak az égőrendszer réz vagy bronz felületére [9].

Normális üzemviszonyok és kellő karbantartás esetén a fűtőolajtartályokat három-négy évenként kell tisztítani. Ha azonban az olaj — összetételénél fogva — primer üledék képzésére hajlamos, akkor jóval gyakrabban válhat szükségessé ez a költségesebb művelet.

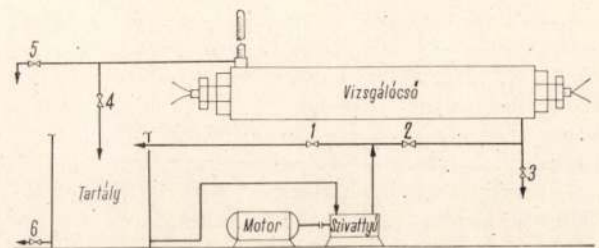
#### A készülék és a vizsgált anyagok

A termikus stabilitás vizsgálata tulajdonképpen mesterségesen gyorsított öregítés, melynek lényege, hogy

az olajat levegő jelenlétében vagy anélkül melegítik, és az öregítés után vizsgálják az olaj valamely jellegzetesnek tartott tulajdonságát.

A módszer kiválasztása attól függ, hogy a gyakorlatban milyenek a tárolási körülmények, pl. a tárolás stacionárius vagy cirkulációs-e, alacsony hőmérsékletű-e, vagy fűtik a tartályt. Hazai szempontból legcélszerűbbnek a kazánfűtő olajok termikus stabilitásának vizsgálatára szolgáló, amerikai szövetségi szabvány, az NBTL No 791 alkalmazása látszik, ezért hazai fűtő- és tüzelőolajainkat ezzel a módszerrel vizsgáltuk.

A vizsgálat lényege az, hogy a vizsgálandó olajat egy nem hermetikusan lefedett tartályból, zárt rendszerben 20 óra hosszat, 300 °C hőmérsékletnél melegebb acélső palástja körül áramoltatják. A vizsgálat végén, a csőfelületen képződött lerakódások jellegének és mennyiségének vizuális megbecsülése ad módot a stabilitás megállapítására.

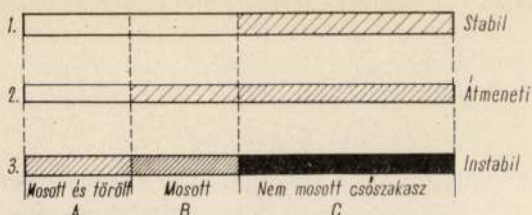


3. ábra. Fűtőolajok termikus stabilitását vizsgáló készülék kapcsolási rajza. 1 — bypass tologár; 2 — túszelep; 3 — csap; 4 — tologár; 5 — túszelep; 6 — csap

A vizsgálatunkhoz használt készülék elvi felépítését a 3. ábra szemlélteti. A gyűjtőtartályba — az olaj viszkozitásától függően — 50–100 °C-ra felfelemegett, 6,8 l olajat öntünk. A szivattyúval feltöltjük a fűtőcsövet körülvevő vizsgálcsővet, majd a fűtést bekapcsoljuk. A gyűjtőtartályba visszafolyó olaj térfogati sebességét 1,13 l/h értékre kell szabályozni. Erre a nem fűtött mellékáram tologárának állítása és a főg túszelepenek finom szabályozása, valamint a vizsgálcsőből kifolyó olaj mérőhengerbe bocsátása ad módot.

A fűtőcső hőmérsékletét a benne elhelyezett vaskonstantán hőelemmel mérjük. 312 ± 5 °C hőmérséklet elérése után a vizsgálcsőben cirkuláló olaj sebességét növelni kell, hogy a tartályba visszafolyó olaj hőmérséklete a 93 ± 2,5 °C intervallumból ki ne lépjen. A nagyobb olajcirkuláció viszont a fűtőcső hőmérsékletét is csökkenti, ezért az áramerősséget növelni kell.

Az olaj 20 órás cirkulátása után a fűtőcsövet ki kell szerelni úgy, hogy a palástján képződött üledéket vagy bevonatot meg ne sértsük. A fűtőcsövet vízszintesen rögzítve, az olajkilépő csomagnak megfelelő határtól jobbra 7–8 cm-re egy 20 cm-es szakaszt benzollal leöblögtünk. A lemosott szakasz bal felét puha ruhával megtörölgetjük. A cső mosott, törölt és érintetlen szakaszáról a 4. ábra szerint ítéljük meg az olaj stabilitását. A különböző olajoknál tapasztalható eseteket, részletesebben az 1. táblázat foglalja össze.



4. ábra. Fűtőolaj-stabilitás kiértékelése

1. táblázat

A fűtőolaj-stabilitás kiértékelése

Az acélcső jele	Minősítés	Csőszakaszok		
		A mosott, törölt	B mosott, törötlen	C mosatlan
1	stabil	fémfényű, elszíneződés nincs	fémfényű, enyhé elszíneződés vagy film	tiszta olajfilm vagy csak egész halvány foltok
2	átmeneti	gyengén sötét	vékony, olajmentes karbonréteg, amely sárgásbarna szivárványkék színű	sötétebb olajfilm, üledékes csíkok vagy aszfaltos üledék képződésének kezdete
3	instabil	határozott elszíneződés vagy elsötétedés	határozott fekete karbonfilm, amelynek vastagsága megnehezíti az olajmentesre való mosást	vékony vagy vastag aszfaltos üledékfilm. Ez a film nagyon instabil termékek-nél felfogható koncentrikus gyűrűknek

Az általunk vizsgált modellanyagok és üzemi minták a következők voltak:

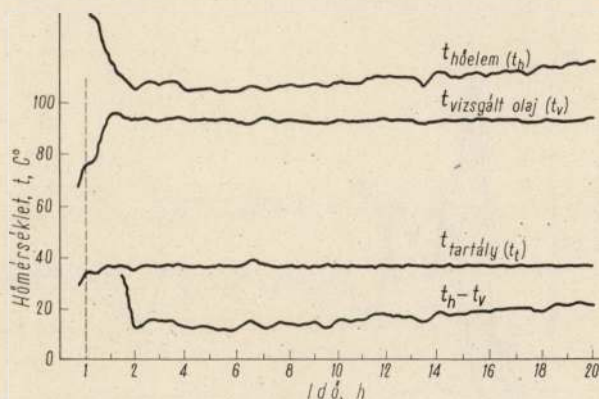
- petróleumpárlat mint modellanyag;
- TH 5/20 háztartási tüzelőolaj, A és B minta az elosztóhálózatból;
- TM 10/30 könnyű tüzelőolaj, fogyasztótól;
- T 20/60 általános tüzelőolaj, fogyasztótól.
- Atmoszferikus desztillációs maradék:
- romaskinói és algyői pakura mint modellanyag a DKV-tól;
- F 60/130 „A” jelű könnyű kénos fűtőolaj, fogyasztótól;
- F 60/130 „B” jelű könnyű kénos fűtőolaj, a DKV-tól;
- FM 60/130 könnyű kénmentes fűtőolaj, fogyasztótól.

Fűtőolaj-modellanyagainkat és mintáinkat először csak olyan mértékben hevítettük, hogy állandó cirkulációs sebesség mellett a vizsgálócsőből kifolyó olaj hőmérsékletét az előírt szűk hőmérsékleti tartományban ténylegesen biztosítani tudjuk. A 19 ml 93 C°-os percnkénti olajmennyiség hőtartalma viszont nem kompenzálta a gyűjtőtartály természetes hűlését, ezért a tartályban egy elektromos merülőforralóval pótoltuk a hővesztéséget. Ilyen körülmények között a cirkuláló olaj hőmérséklete megfelelt az előírásoknak, de a fűtőcső felületét csak mérsékeltlen hevítettük.

A 20 órás ciklusok befejeztével a fűtőcső felületére vékonyan rádermedt olajréteg benzolos mosással töké-

letesen eltávolítható volt. A mellékelt 5. ábrán bemutatjuk a T 20/60 általános tüzelőolajról felvett hőmérsékleti grafikont.

A szabványban előírt fűtőcső-hőmérséklet biztosítása tehát a megadott módszer módosítását tette szükségessé. Lényeges annak megemlítése, hogy a módosítás során a termikus igénybevételt nem csökkentettük, sőt növeltük, tehát módosított eljárásunk az eredetinel szigorúbb. Ugyanis a 300 C° feletti hőmérsékletű fűtőcső körül áramló olaj kifolyási hőmérsékletét a maximális cirkuláció sem szorította le az előírt vizsgálo hőmérsékletre. Ezért a gyűjtőtartály palástját asztali ventilátor légáramával hűtöttük. Így is a meg-



5. ábra. T 20/60 általános tüzelőolaj termikus stabilitásának vizsgálata

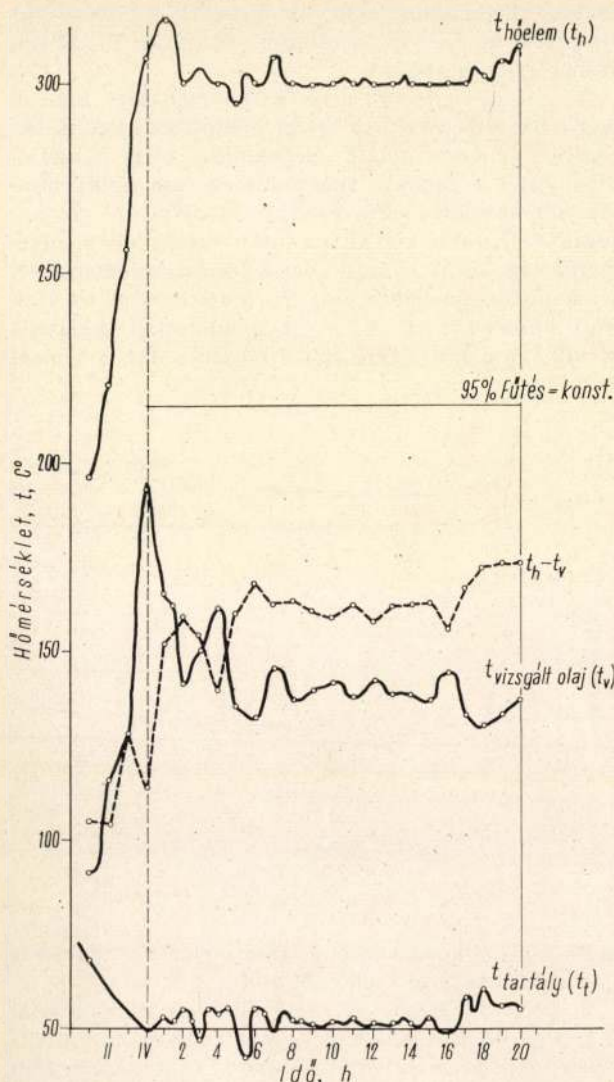
felelo fűtőcső-hőmérséklet elérése esetén a cirkulációs olaj az előírásosnál melegebb volt.

A könnyű kénos, „B” jelű fűtőolaj vizsgálatánál felvett grafikon szemlélteti, hogy a kifolyó olaj hőmérséklete az előírt értéknél átlagosan 45 C°-kal magasabb volt (6. ábra). A vizsgálócső felületére rádermedt vékony olajréteg szalmasárga színű volt, és ezt a szint az olaj benzolos lemosása sem gyengítette. Lerakódás azonban ebben az esetben sem volt. Feltételezésünk szerint a vas fűtőcső felülete lépett reakcióba az olaj valamelyik kénos komponensével. Az „A” jelű könnyű, kénos fűtőolajnál a fűtőcső benzolos mosás után is csupán éppen észrevehető barnás színárnyalatot mutatott, de mindkét könnyű, kénos fűtőolaj adatai a „stabilis” osztály kritériumainak korlátain belül maradtak. A könnyű, kénmentes fűtőolajnál a benzolos mosás hatására a fűtőcső eredeti tiszta fémes színét azonnal visszakapta.

Ezek után megvizsgáltuk az olajok egyes analitikai adatainak változását a termikus igénybevétel után. A viszkozitás, dermedés-, lobbanáspont és Conradson-szám értéke nem változott meg számottevően az eredeti adatokhoz viszonyítva.

A közvetlen minősítőszámok szerint minden vizsgált olaj megfelelt a „stabilis” osztály kritériumainak. Mivel az anyagok egyéb vizsgálatai sem mutatnak változást, általában kimondhatjuk, hogy a hazai fűtőolajok tárolás szempontjából stabilisak.

Kísérleteink alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgálatainkhoz alkalmazott készülék mérésre elvben alkalmas, de a szabványban előírt feltételek biztosítását nem teszi lehetővé. A készülék csővezetéke és a



6. ábra. F 60/130 könnyű, kénes — „B” jelű — fűtőolaj termikus stabilitásának vizsgálata

circuláló folyadék sebességét szabályozó zárószervezetek áramlási szempontból kifogásolhatók, mivel a mechanikai ellenállást nemkívánatos módon növelik. Az említett hiányosságok túlnyomó részét kiegészítő berendezésekkel csökkentettük, és némileg módosított, szigorított eljárást dolgoztunk ki.

Más kérdés az, hogy ez a módszer a primer iszapképzési hajlam értékelésénél az oxidatív körülményeket nem veszi tekintetbe. Ezért a jövőben szükséges-

nek véljük a stabilitás vizsgálatára vonatkozó kutatások kiterjesztését oxidatív módszerekkel, és ajánlatosnak tartjuk ezeknél az aszfaltének gravimetriás meghatározását.

### Összefoglalás

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az NBTL No 791 előírás szerinti, fűtőolajstabilitás-vizsgálati módszer a hazai fűtőolajok primer iszapképzési hajlamának minősítésére alkalmas.

A vizsgálatra beszerzett és több hazai vállalatnál rendelkezésre álló, olasz gyártmányú készülék azonban nem nyújtja a szabvány szerinti körülményeket, ezért a készüléken és a mérési eljárásán módosítást kell végezni.

A fentiek alapján, az előírásnál szigorúbb körülmények között vizsgáltuk a hazai tüzelő- és fűtőolajokat, és ennek ellenére azt találtuk, hogy stabilisak, s az NBTL No 791 által rögzített követelményeknek megfelelnek.

Ez nemcsak a hazai fűtőolaj-felhasználók számára megnyugtató, hanem várható export esetén növelheti versenyképességünket. Ezért a jövőben célszerűnek tartjuk — a minőségi szint biztosítása céljából — a fűtőolajok tárolási stabilitásának időnkénti ellenőrzését. Egyben helyesnek tartanánk a kutatómunka kiterjesztését más vizsgálati módszerekre és a szekunder iszapok kérdésére is.

### IRODALOM

- [1] Zerbe, C.: Mineralöle und verwandte Produkte. Vrlg. Berlin—Heidelberg—New York, 1969.
- [2] Sickfeld, J.—Wapler, D.: Prüfungen zur Beurteilung der Eignung von Beschichtungstoffen für die Innerbeschichtung von Heizöllagerbehältern. Technische Überwachung p. 275 (1969).
- [3] Berni, E.: Heizöl — einmal anders gesehen. Die Ziegelinindustrie p. 499 (1959).
- [4] Vámos E.—Rapp T.: Adalékanyagok alkalmazása fűtőolajok minőségének javítására. Ipari Energiagazdálkodás p. 219 (1966).
- [5] Srsek, L.: Použitie vykurovacích olejov z ropy v energetike. Ropa a Uhlie 5 p. 268 (1968).
- [6] Sherwood, P. W.: Additive zur Verbesserung der Heizölwirkung. Erdöl u. Kohle p. 368 (1964).
- [7] Neumann, H. J.—Rahimian, I.—Taghizadeh, D.: Zur analytischen Bestimmung der sogenannten Asphaltene. Brennstoff—Chemie p. 66 (1967).
- [8] Neumann, H. J.: Über Aufbau und Zusammensetzung von Erdöl-Kolloiden. Erdöl u. Kohle p. 323 (1969).
- [9] Reed, D. W.: Domestic fuel oil: state of the art. Canadian Petroleum p. 30—34 (1968).
- [10] Fed. Test Method STD No 791, Method 3461 1. Thermal stability of boiler fuel oil. N. B. T. L. Heater.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Az olasz petrokkémiai TERNI vállalat fejlesztési terve

A TERNI (Terni Industria Chimica) vállalat petrokkémiai létesítményeiben — amelyeket a közelmúltban a Foster Wheeler Italiana tervei alapján jelentős mértékben kibővítettek —, a napi termelési kapacitás ammoniából elérte a 250 tonnát. A Montedison-eljárással szám szerint nem közölt mennyiségben széndioxidot nyernek vissza. Egy új létesítmény napi 500 t bitument termel, míg egy további TERNI létesítményben a közelmúltban kezdődött el az ureum gyártása.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 26.

### Olaszország petrokkémiai iparának fejlesztési tervei

A római Rivista Italiana del Petrolio a közelmúltban közreadott tervadatai alapján 1975—1980 között (a 80-ra előirányzott adatokat zárójelben közöljük), a következőképp alakul Olaszország petrokkémiai termékeinek gyártása: poli(vinil-acetát): 100 000 (148 000) t; PVC: 950 000 (1 445 000) t; kisnyomású polietilén: 790 000 (1 300 000) t; nagynyomású polietilén: 340 000 (700 000) t; normál-polietilén: 325 000 (432 000) t.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 28.

K. A.

# Az üzemfenntartási tevékenység irányítása

SZAITZ ANTAL

*A hazai kőolaj-feldolgozó üzemek fenntartási tevékenysége nem korszerű. Ezért szükséges hatékony irányítási rendszer kialakítása a termelés, a karbantartás összhangjának megteremtése, a karbantartás tervezésének átgondolt kivitelezése, a nagy leállások, ciklikus javítások és várható meghibásodások jól átgondolt, megfelelő műszaki adatok és helyes statisztikai értékelés alapján történő figyelembevételével.*

*A helyes karbantartási tevékenység megszervezéséhez nélkülözhetetlen a pontos állóeszköz-nyilvántartás, helyes művelettervezés, munka-előkészítés, végül a munkateljesítmény elszámolása. Ennek végrehajtására számítógépek alkalmazása rendkívül célszerűnek látszik.*

Általában ismeretes, hogy az iparfejlesztés nemcsak termelési-műszaki vonatkozásokra korlátozódik. A termelés ma már nem képzelhető el korszerű vezetés nélkül. A vezetési-irányítási módszerek korszerűsítése éppen a termelési-műszaki fejlődés érdekében feltétlenül szükséges. Közismert, hogy a világon mindenütt, különösen a vegyiparban, egyre jobban terjed a vezetéshez, a döntések előkészítéséhez szükséges információs folyamatok fejlesztése, mégpedig a legkorszerűbb technika: a számítógépek alkalmazásával. E gondolat jegyében az üzemfenntartási tevékenység irányításával, annak korszerűsítési lehetőségeivel kívánok e helyütt foglalkozni.

A vállalati üzemfenntartás feladata a vállalat állóeszközeinek, elsősorban a termelőberendezések üzemképességének biztosítása, állaguk folyamatos fenntartása, elhasználódási folyamatuk lassítása, a lehető legkisebb termelés kiesés mellett, a gazdaságosság és a biztonság követelményeinek messzemenő figyelembevételével. Az üzemfenntartási tevékenység célja tehát végső soron a vállalat alapvető tevékenységének, a termelés folyamatosságának biztosítása. Így a fenntartási tevékenység, fontosságát tekintve, a kőolaj-feldolgozó iparban közvetlenül a termelési tevékenység után következnek.

Az üzemfenntartási tevékenység megszervezésének ma gyakorlatilag két útja ismeretes. Az egyik megoldás: idegen szolgáltató vállalatok igénybevétele. E megoldás széles körű alkalmazása a termelőerők, valamint a társadalmi munkamegosztás igen magas színvonalát tételezi fel, ezért csak a legfejlettebb tőkésországokban terjedt el. A másik út: saját üzemfenntartási szervezet kiépítése. Jelenleg ezt a megoldást alkalmazzák a világ nagy részén s hazai iparvállalatainknál is.

A saját üzemfenntartási szervezet jelentős erőket köt le. A kőolaj-feldolgozó iparban az üzemfenntartási apparátus a vállalat létszámának 30–40%-a. Az üzemfenntartási tevékenység — dimenziói és sajátosságai alapján — a vállalat második gyáregységeként fogható fel. Nem közömbös tehát, hogy az üzemfenntartás a vállalati erőforrásokkal hogy gazdálkodik, ezt a tevékenységet milyen módon irányítjuk és hogyan hajtják végre.

Milyen sajátosságok jellemzik az üzemfenntartási tevékenységet?

Elsősorban ki kell emelnünk, hogy túlnyomó részben javítási tevékenységekről van szó. Ez a sajátosság meghatározza az irányítási lehetőségeket, a munkák tervezhetőségét, a rendelkezésre álló kapacitások kihasználását.

A másik igen fontos sajátosság: az üzemfenntartás egymástól jelentőségben és volumenben erősen eltérő részfeladatokból — például ápolás, karbantartás, üzemzavar-elhárítás, középjavítás, nagyjavítás — tevődik össze. Hogy csak a két szélső pólust érzékeltessünk: az ápolás esetleg csak pár perces tevékenységet jelent, ugyanakkor egy nagyleállás több ezer munkórát igényel, rengeteg kisebb-nagyobb részfeladat elvégzéséből tevődik össze s jelentős munkacsúcsot okoz.

A kőolaj-feldolgozó ipar termelési sajátosságai következtében gyakran fordulhatnak elő üzemzavart okozó váratlan meghibásodások. Ezek száma ugyan csökkenthető a megelőző karbantartás fokozásával, kiküszöbölésük azonban lehetetlen. Ezért olyan pufferkapacitás fenntartása szükséges, amely lehetővé teszi a váratlan meghibásodások elhárítását.

A termelőberendezések leállítása vagy üzemben kívül helyezése esetén fellépő termelés kiesés jelentős veszteséget okoz. Az üzemfenntartásnak ezért arra kell törekednie, hogy a leállást igénylő munkákat a lehető legrövidebb idő alatt hajtsa végre.

Az eddigiekben vázlatosan tárgyalt sajátosságok alapvetően kihatnak az üzemfenntartás gazdálkodási és irányítási tevékenységére. Mint már említettem, az üzemfenntartás mint második gyáregység fogható fel, amely a vállalati környezetbe ágyazva működik, s részére is a vállalat biztosítja a szükséges erőforrásokat. Ebből következik, hogy az üzemfenntartás irányításának a vállalati célok elérését kell elősegíteni. Vizsgáljuk meg az erőforrásokkal való gazdálkodáson keresztül a vállalat és az üzemfenntartás kapcsolatát.

Munkaerő vonatkozásában a vállalati állomány jelentős részét köti le az üzemfenntartás. A fenntartás jellegéből következően az üzemfenntartás kapacitását alapvetően a rendelkezésre álló munkaerő határozza meg. A munkaerő-gazdálkodással kapcsolatos problémák a következők. Az első probléma, hogy a javító tevékenység kevésbé tervezhető, jórésztben csak hosszabb idő után, statisztikai átlagok alapján állapítható meg egy-egy feladat munkaidő-szükséglete. A feladatok egy részéhez — például az üzemzavarok elhárításához — szükséges kapacitás nem is tervezhető meg, legfeljebb hosszabb időszak tapasztalatai alapján a munkaigény átlagos volumene becsülhető meg. A szükséges munkaerő meghatározásához figyelemmel kell lenni a nagyleállások miatti munkacsúcsokra is. Ugyanakkor a munkaerővel való célszerű gazdálkodás azt követeli meg, hogy a feladatokat a lehető legala-

csnyabb létszámmal oldják meg. E mellett szól még a napjainkban jelentkező munkaerőhiány is. Ezeket az ellentéteket csak az üzemfenntartás tervszerűségének fokozásával, a megfelelő tervezési módszerek megkeresésével lehet feloldani, beleértve ebbe a megfelelő normák készítésének módszerét is.

A második erőforrás: az anyagok. A kőolaj-feldolgozó iparban a tartalék alkatrészek, fogyóeszközök, karbantartási anyagok nem elhanyagolható volumet képviselnek mind a készletek, mind pedig a költségfelhasználás vonatkozásában. Az ún. „raktári anyagok” legnagyobb fogyasztója éppen az üzemfenntartás. Az ésszerű anyaggazdálkodás azt igényli, hogy a fenntartási munkák elvégzéséhez szükséges anyagok felhasználását és optimális készletét előzetesen és nagyobb pontossággal lehessen meghatározni. Ehhez megfelelő felhasználási és készletezési normák szükségesek. A tervezés mellett időről időre, folyamatosan tájékoztatni kell az üzemfenntartást a pillanatnyilag rendelkezésre álló készletekről.

Az üzemfenntartási tevékenységhez szükséges állóeszközök képezik az erőforrások harmadik csoportját. Ez a kategória lényegesen kisebb súllyal szerepel, mint az előző kettő. Alapvetően a szerszámgepekről van szó. Az ezeken végzett munka általában jól tervezhető, s így a gépek kapacitásának kihasználása általában biztosítható. Természetesen a gépek kapacitását az esetenként jelentkező munkacsúcsok figyelembevételével kell meghatározni.

Utolsóként emlitem meg a költség- és pénzgazdálkodási vonatkozásokat. Tekintve, hogy az üzemfenntartás belső szolgáltatást végez, a pénzgazdálkodás csak közvetve, a költséggazdálkodáson keresztül érvényesül. Jóllehet az üzemfenntartás költségei a teljes vállalati költségek kis hányadát teszik ki, abszolút összegüket tekintve igen jelentősek. Ezért igen fontos az elvégzett munkák utókalkulációja és a költségek elemzése. Különösen fontos ez azért is, mert a tényleges ráfordítások képezik az alapját a — korábban már említett — statisztikai normák készítésének.

Amint az eddigiekben láttuk, az üzemfenntartásnak a vállalat által reábizott erőforrásokkal kell gazdálkodnia, mégpedig olyan módon, hogy az a vállalati célokat is kielégítse. Ehhez önálló és hatékony irányítási rendszerre van szükség.

Mielőtt továbbmennénk, tisztázzuk, mit értünk irányítás alatt? Az irányítás a következő elemekből áll:

- a feladatok meghatározása, megtervezése;
- a feladatok közlése a végrehajtóval;
- a végrehajtás folyamatos ellenőrzése;
- a végrehajtás és a terv összehasonlítása annak megállapítására, hogy a végrehajtás nem tér-e el a tervtől;
- ha a terv és a végrehajtás között eltérés van, beavatkozás, hogy a folyamatot a kívánt állapotba visszatereljük.

A fentiek alapján felvázolhatjuk az üzemfenntartási tevékenység irányítási modelljét. A konkrét modell első eleme: az igények meghatározása. Ezt követi az igények műszaki előkészítése. A műszaki előkészítés teszi lehetővé a termelési program elkészítését. Az eddigiek a feladatok megtervezését jelentik. A programba állított feladatokról ki kell állítani az anyag- és munkautalványokat. Ezek alapján történik meg a feladatok

végrehajtása. Végül az elvégzett teljesítményeket igazolni kell. Az elvégzett munkákat a költségelszámolásban és a számvitelben el kell számolni, s ugyanakkor vissza kell csatolni a művelettervezéshez, programnyilvántartáshoz stb. Nézzük meg közelebbről ezeket a feladatokat.

Az igények meghatározásakor különbséget kell tennünk a tervezhető és nem tervezhető feladatok között. A tervezhető feladatok közé soroljuk az éves nagyleállításokat, valamint azokat a feladatokat, amelyek a ciklikus javításokhoz tartoznak. Magát a tervet — jelenlegi álláspontunk szerint — két szinten érdemes elkészíteni: éves vonatkozásban és havonta. Ez utóbbit a későbbiekben programnak nevezem.

Az éves terv készítése során alapvetően a nagyleállítások optimális sorrendje határozható meg. A sorrend megtervezéséhez a legfontosabb szempont, hogy az egyes üzemek leállása a vállalat alapvető termelési tevékenységét ne zavarja. Így a nagyleállítások sorrendtervénél a vállalati termelési tervből kell kiindulni, amely eleve figyelembe veszi a piac által a termeléssel szemben támasztott, de a szezonális ingadozások miatt eltérő követelményeket. A termelési terv és a nagyleállítások terve teremti meg a kapcsolatot a termelési és az üzemfenntartási tevékenység között. A másik oldalról figyelembe kell venni egy-egy üzem vagy berendezés összes állóeszközeinek nagyjavítási ciklusát, annak érdekében, hogy az adott üzemhez tartozó összes állóeszköz nagyjavítása egy időpontban elvégezhető legyen.

A másik tervezhető feladatcsoportba az üzem leállása nélkül végrehajtható ciklikus javítások sorolhatók. Ezen utóbbi vonatkozásban azonban éves tervet készíteni — mai álláspontunk szerint — nem érdemes.

A havi termelési program elkészítésének gerincét a nagyleállítások sorrendtervében foglalt feladatok képezik. Emellett figyelembe kell venni a nagyleállításoktól független ciklusos javítási feladatokat, valamint a program készítésekor ismert eseti igényeket is.

A tervezési és programozási feladatok vonatkozásában az állóeszköz-nyilvántartás biztosítja azt az adatbázist, amelyből az előrelátható, tervezhető igények felmérhetők. A nyilvántartásnak fel kell ölelnie a vállalat teljes — több tízezres nagyságrendű — állóeszköz-állományát. Ebben a nyilvántartásban az állóeszközre vonatkozó megjelölő és a műszaki adatok mellett az adott állóeszköz javítási ciklusszerkezetét is rögzíteni kell. Egyes állóeszközöknél — pl. forgógépeknél — a nyilvántartásban folyamatosan fel kell jegyezni azt a teljesítményértéket, amelyhez egy-egy javítási ciklus tartozik. Ugyanígy folyamatosan fel kell jegyezni, ha egy ciklikus javítás megtörtént, annak érdekében, hogy az éppen soron következő ciklus megállapítható legyen. Itt tehát két visszacsatolásról van szó. Végül rögzíteni kell az elvégzett javítások költségeit, hogy a gazdaságos üzemeltetés megállapítható legyen.

A műszaki előkészítés feladata, hogy az adott javítás elvégzésére vonatkozó művelettervet és anyagszükségleti jegyzéket elkészítse, meghatározza a munka- és az anyagigényt. A rendszeresen visszatérő munkák műveletterveit és anyagszükségleti jegyzékeit célszerű tárolni, hogy a munka ismételt felmerülése esetén azok felhasználhatók legyenek. A művelettervezéskor probléma, hogy az egyes műveletek munka-



igénye — a javítás jellegéből következően — pontosan nem határozható meg, és sok vonatkozásban a normát csak műszaki becsléssel lehet elkészíteni. A becsült normák ellenőrzésére, szükség esetén korrekciójára, az elvégzett munkák tényleges ráfordításait hosszabb időn át szükséges lenne gyűjteni. Így a művelettervezéshez alapvetően a teljesítményigazolástól szükséges visszacsatolást létrehozni.

A műszakilag előkészített feladatokat a havi programba kell beállítani. A program készítése során a műveletekre lebontott feladatokat szakmánként összeíteni kell és meg kell vizsgálni, hogy az adott szakma kapacitásával az igények összhangban vannak-e. Eltérés esetén vizsgálni kell, hogy ezt milyen módon lehet feloldani, adott esetben a programot több variációban kell elkészíteni. Célszerű lenne azt is megvizsgálni, hogy a programba állított feladatokhoz a szükséges anyagok rendelkezésre állnak-e. Az elfogadott programot végül rögzíteni, s az elvégzett munkákat a nyilvántartásból törölni kell. Ez a teljesítmények igazolásától igényel visszacsatolást.

A programba állított feladatokra vonatkozó munkas és anyagutalványokat el kell készíteni. Ezt a gyártás-előkészítés végzi. Miután ez igen jelentős munkát igényel, ezért terjedelmét korlátozni szükséges. Nyilvánvaló, hogy kisebb volumenű munkákhoz más módszert kell keresni.

A megkapott munka- és anyagutalványok alapján történik a feladatok végrehajtása. Az elvégzett munkát a munkautalványon rögzíteni, majd az egyes műveletek befejezése után az utalványokat továbbítani kell annak érdekében, hogy a feladatok végrehajtása ellenőrizhető legyen. Az anyagutalványokat az anyag kivételezések a raktárban leadják, s ezzel a tényleges felhasználás adatai bekerülnek az ügyvitelbe. Végül az összes műveletek befejezése után az elvégzett teljesítményeket a megrendelőnek is igazolni kell. Az elvégzett munkáról több irányú visszacsatolás szükséges. Egyrészt a programnyilvántartás számára kell jelezni a végrehajtást annak érdekében, hogy a még hátralevő feladatok mindenkor megállapíthatók legyenek, másrészt a tényleges ráfordításokra vonatkozó adatokat a művelettervezéshez kell eljuttatni, hogy a normák képzéséhez megfelelő ténytámaszt lehessen összegyűjteni. Végül az elvégzett munkák ráfordításait számviteli és költségelszámolási vonatkozásban is fel kell dolgozni.

Az üzemfenntartási tevékenység irányításának általam felvázolt modellje kissé elméleti, a gyakorlat nem ez. Jelenleg ugyanis a manuális feldolgozásra alapozott irányítási rendszer képtelen ilyen módon megoldani feladatát, azért, mert nagy tömegű információ több síkú feldolgozása szükséges.

A felvázolt modellből azonban még a következőket kell leszűrünk. Az irányítási tevékenység egyes elemei között a kapcsolat információkon keresztül valósul meg. A másik fontos megállapítás, hogy az egyes elemek között több síkú visszacsatolás szükséges. Mindezek a problémák áthidalhatók, ha az irányítási tevékenység rutinfeladatainak megoldására a számítógépet használjuk fel. A számítógép nemcsak nagy sebességgel képes az információkat feldolgozni, hanem azt is lehetővé teszi, hogy a visszacsatolások teljesen automatikusan következzenek be. Vizsgáljuk

meg tehát, hogy a számítógép alkalmazása milyen új lehetőséget nyújt.

A tervezés és programozás vonatkozásában a számítógép két lehetőséget is biztosít. Az első: ha az állóeszközök nyilvántartását a gép adattárában helyezzük el, akkor az adott tervezési periódus vonatkozásában — ha a ciklusszerkezetet és az ezzel összefüggő teljesítményt is tároljuk — teljesen automatikusan kimutathatók azok az állóeszközök, amelyek javítása esedékes. A nyilvántartásban a konkrét javítás művelettervére vonatkozó hivatkozás is elhelyezhető, s így a tervezés során felmért javítási igények művelettervei automatikusan előhívhatók, a javítás munkaidő-szükséglete és anyagigénye is automatikusan megállapítható. Ennek természetesen előfeltétele, hogy a rendszeresen visszatérő feladatok műveletterveit is a számítógép adattárában rögzítsük. A másik lehetőség mind a tervezés, mind a programozás vonatkozásában, hogy a korszerű matematikai módszerek alkalmazásával a gép segítségével a tervek több változatban dolgozhatók ki. Ha a teljesítmények elszámolását is a számítógépen végezzük, az abból szükséges visszacsatolás teljes mértékben automatikusan történhet.

A műveletterv-nyilvántartás számítógépes adattárral történő helyettesítése nemcsak az előbb tárgyalt tervezési és programozási feladatokat könnyíti meg, hanem lehetővé teszi a ténylegesen elvégzett munkák ráfordításainak automatikus feldolgozását és a normák ellenőrzését is. Így ez a jelentős visszacsatolás is teljesen automatikus lehet.

Az elfogadott program a számítógép adattárában helyezhető el. Az elvégzett feladatok automatikus visszacsatolásával a programnyilvántartás — külön munka nélkül — mindenkor az éppen érvényes helyzetet tükrözi. Így az irányításhoz szükséges rutinmunkák jelentős részét a számítógépre lehet bízni, ugyanakkor a vezetők tájékoztatásához szükséges beszámolók bármikor automatikusan készíthetők el.

Végül a teljesítmények elszámolásával kapcsolatban röviden arra kell rámutatnom: ha ezeket az adatokat a számítógéppel dolgozzuk fel, nemcsak az üzemfenntartás irányításához szükséges eddig vázolt feldolgozások és visszacsatolások oldhatók meg automatikusan, hanem minden szükséges vetületben — pl. anyagkönyvelés, bérelszámolás — automatikusan megtörténhet a feldolgozás. Így a számítógép nemcsak az üzemfenntartás munkáját könnyítheti meg, hanem ügyviteli és számviteli vonatkozásban is jelentős munka megtakarítását eredményezheti.

Az eddigiekben a Dunai Kőolajipari Vállalatnál jelenleg folyamatban levő munka alapján igyekeztem — a rendelkezésemre álló kis terjedelem szűk korlátai között — felvázolni azokat a lehetőségeket, amelyeket a számítógép alkalmazása potenciálisan magában hord. Nyilvánvaló, hogy nem térhettem ki minden részletkérdésre. Meg kell jegyezmem, annak ellenére, hogy a munka előrehaladása során ennél jóval mélyebben történt meg az üzemfenntartás irányítási rendszerének kidolgozása, minden részletkérdés kimunkálására még a több éve folyó munka ellenére sem került sor. Az 1971. évben kívánjuk az irányítási rendszert teljes mélységében kidolgozni, 1972-ben tervezzük azt számítógépen kipróbálni, s csak ezután következhet az üzemszerű alkalmazás.

# Az országúti oktánszámmérések jelentősége és a hazai mérési tapasztalatok

BLASKOVITS ALADÁR—  
GÁRDOS JÁNOS

Az országúti oktánszámmérések célja annak megállapítása, miként befolyásolják a benzintulajdonságok az országúti oktánszámot. A mérési eredményekből megállapítható, hogy az országúti oktánszámot egy adott research-oktánszámú benzinnél elsősorban a  $\Delta R_{100}$  értéke határozza meg. Csökkenő  $\Delta R_{100}$  értékek irányában az országúti oktánszám emelkedik. Ugyancsak előnyösen befolyásolja az értéksökkenést a könnyű részek mennyiségének növelése. A merkaptántartalom és aromástartalom emelkedésével általában a benzinek motorikus tulajdonságai romlanak.

A research-oktánszám a motorbenzinek legrégebben ismert és még ma is általánosan használt fontos jellemzője, de nem minden esetben határozza meg egyértelműen egy motorbenzin használati értékét. A benzinek motorikus viselkedése szempontjából még más tényezőknek is jelentős szerepük van, azaz egyébként azonos research-oktánszámú benzinek az autómotorokban eltérő tulajdonságokat mutathatnak. A motorbenzinekkel foglalkozó irodalom tanulmányozásával kiválasztottuk azokat a motorbenzin-jellemzőket, amelyek a benzinek motorikus viselkedését elsősorban befolyásolják. Az irodalom alapján kiválasztott emeltulajdonságok a következők:

1. research-oktánszám;
2. motoroktánszám;
3. a könnyű részek mennyisége;
4. a könnyű részek oktánszáma;
5. aromástartalom és aromáeloszlás.

A motorbenzinekkel foglalkozó irodalom tanulmányozása azonban azt is bebizonyította, hogy az irodalomban ismertetett összefüggéseket magyar viszonyokra közvetlenül nem alkalmazhatjuk egyrészt azért, mert a külföldi gépkocsipark összetétele jelentősen eltér a hazai gépkocsiparktól, másrészt pedig a külföldön vizsgált benzinek összetétele is eltérő, legfőképpen például olefineket is tartalmaz. Ez azt jelenti, hogy a hazai gépjárműpark igényeinek legmegfelelőbb benzinminőségek kiválasztása csakis a hazai finomítók komponenseinek felhasználásával, a magyarországi gépjárműparkot reprezentáló típusokkal végzett országúti oktánszámmérések alapján történhet.

Ebből a felismerésből kiindulva kezdtünk hozzá egy olyan mérési program megvalósításához, amelynek célja annak tisztázása, hogy az irodalomban ismertetett motorbenzin-tulajdonságok miként befolyásolják az országúti oktánszámot.

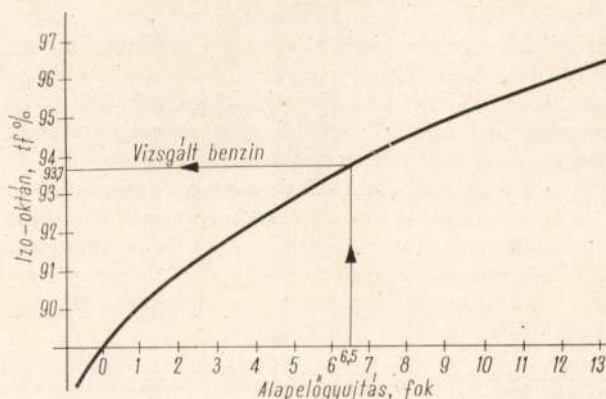
Jelen közleményünkben egy Skoda 1000 MB személygépkocsival végzett országúti oktánszámmérések tapasztalatairól számolunk be.

Az országúti oktánszámot gépkocsimotorban a normális használatra jellemző körülmények között mérik. A mérésekhez a gépkocsin semmilyen olyan

átalakítást nem végeznek, amely a gyár által megadott motorjellemzőket megváltoztatná. A mérésekhez való felkészítés abból áll, hogy a gépjárműbe fordulatszám-mérőt építenek be, és az előgyújtás menetközben az utastérből állítható és leolvasható. Természetesen az üzemanyag-ellátó rendszert is módosítani kell, hogy a kísérleti benzin mérhető legyen.

Az országúti oktánszám mérésére a módosított Uniontown-módszert alkalmaztuk [1].

A mérés a hitelesítő görbe felvételével kezdődik a következő módon: direkt sebességfokozatban a motor fordulatszámát körülbelül 1000-re kell lecsökkenteni, majd egyenletes pedálynomással teljes gázt adva megfigyelhető a fellépő kopogás. Az előgyújtást többször állítva a gyorsítást addig kell ismételni, amíg a motor nyomkopogást nem mutat. (Nyomkopogás az olyan intenzitású kopogás, amely még reprodukálhatóan hallható.) A mérést különböző oktánszámú n-heptán, i-oktán eleggyel megismételve, és az előgyújtást a hitelesítő elegyek oktánszámának függvényében ábrázolva az 1. ábra szerinti hitelesítő görbét kapjuk.



1. ábra. Skoda 1000 MB gépkocsi hitelesítési görbéje

A mérést ezután a vizsgálandó benzinre elvégezve, a mért előgyújtási érték alapján, a hitelesítő görbéről a minta országúti oktánszáma az 1. ábrán feltüntetett módon közvetlenül leolvasható. Abban az esetben, ha például a Skoda 1000 MB gépkocsiban valamely vizsgált benzin 6,5° alapelőgyújtásnál mutatott nyomkopogást, akkor a hitelesítő görbéről leolvashatóan az illető motorbenzin országúti oktánszáma: 93,7.

Hangsúlyozni kell, hogy a fenti módon mért országúti oktánszámérték csak a mérésekhez felhasznált gépkocsitípusokra érvényes, ugyanazon benzin más gépkocsitípussal mérve általában nem azonos országúti oktánszámú. Így például egy benzin, amely

a Skoda 1000 MB gépkocsiban 91,5 országúti oktánszámúnak bizonyult, a Fiat 125 p gépkocsiban csupán 79,4 oktánszámú volt.

Az eltérő viselkedés oka a különféle konstrukciós megoldásokban keresendő. Ezek közül néhány:

- az égéstér kiképzése;
- a szívócső-elrendezés és fűtésének módja;
- a porlasztó konstrukciója;
- a hengerelevezés;
- a szelepvezérlési idők;
- fordulatszám stb.

A vizsgált benzinminta országúti oktánszámát ezért több — általában 4—6 — jellemző személygépköcsi átlagaként szokták megadni.

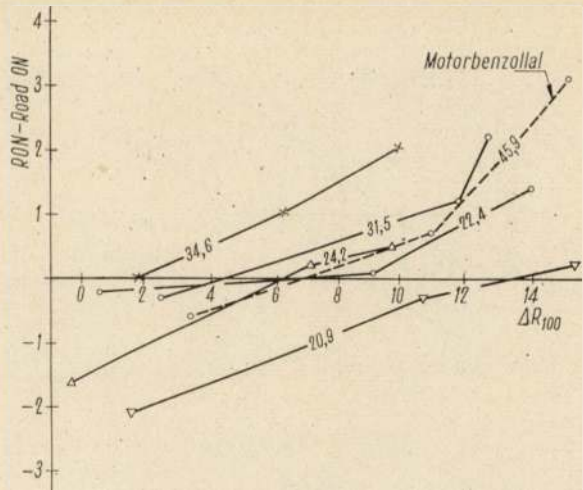
A mérési program összeállításakor elsőrendű szempontként annak tisztázása szerepelt, hogy a szakirodalomban közölt és az előzőekben már ismertett benzin-tulajdonságok miként befolyásolják a benzinek motorikus viselkedését. Annak érdekében, hogy a tendenciák világosabban felismerhetők legyenek, sok esetben olyan keverési arányokat választottunk, amelyek a finomítói gyakorlatban kialakult arányoktól eltérnek, például nagy i-pentán- vagy alkilát-tartalommal. Ugyancsak a fenti cél érdekében az ólomadalékolás koncentrációját nem változtattuk (0,6 g Pb/l). Minden benzinelegyet háromféleképpen ólmoztuk: ólomtetraetillel (TEL), ólomtetrametillel (TML) és a kettő 1:1 arányú fizikai elegyével (PM 50).

Motorbenzinjeink kikeveréséhez a következő komponenseket használtuk fel:

- reformátum (88-as research-oktánszámú);
- i-pentándús frakció;
- alkilátbenzin;
- gazolin;
- lepárlási motorbenzin és benzol.

A minősítést olyan benzinmintákkal végeztük, amelyeknek research-oktánszáma egységesen 92 volt, és csupán aromástartalmuk, könnyű frakcióik mennyisége és oktánszáma, motoroktánszámuk különbözött. A kívánt tulajdonságokkal rendelkező benzinelegy összetételének kiszámításához matematikai programot dolgoztunk ki. A program segítségével a felsorolt benzinkomponensekből az előírt minőségi tulajdonságokkal rendelkező benzinelegy százalékos összetétele kiszámítható.

Az egyik legfontosabb paraméternek, a  $\Delta R_{100}$ -nak az országúti oktánszámra gyakorolt hatását szemlélteti a 2. ábra. (A  $\Delta R_{100}$  a benzin research-oktánszámának és 100 C°-ig forró frakciója oktánszámának különbsége.) Mivel a lineáris elegyedést feltételező programmal számított benzinminták tényleges research-oktánszáma bizonyos szórást mutat, célszerű közvetlenül az országúti oktánszámérték helyett az eredményeket úgynevezett országúti értékcsökkenéssel jellemezni. Az országúti értékcsökkenés a research-oktánszám és az országúti oktánszám (Road ON) különbsége. A motorbenzin motorikus szempontból annál értékesebb, minél kisebb az országúti értékcsökkenés mértéke. Amint az ábrán látható, ez a szám negatív értéket is felvehet, tehát az országúti minősítés magasabb oktánszámot is eredményezhet, mint a research-oktánszám.



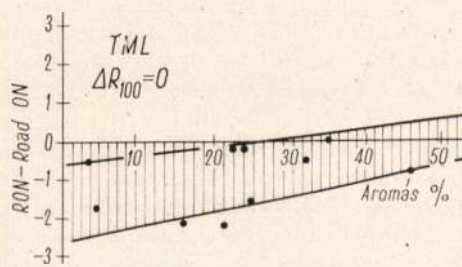
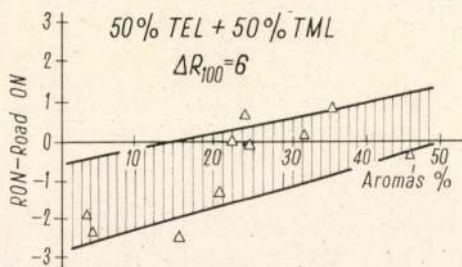
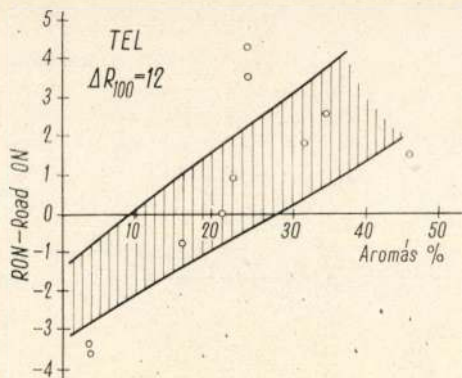
2. ábra. Az országúti értékcsökkenés változása a  $\Delta R_{100}$  függvényében és az aromástartalom paraméterében

Az azonos összetételű, de különböző ólomadalékolású (TEL; PM 50; TML) mintákat ábrázoló pontokat összekötöttük és aromástartalmukat paraméterként tüntettük fel. Egy mintasorozaton belül a legkisebb volt az illékonyabb TML-lel ólmozott minták  $\Delta R_{100}$  értéke, míg a TEL-lel ólmozott minták  $\Delta R_{100}$  értéke a legnagyobb.

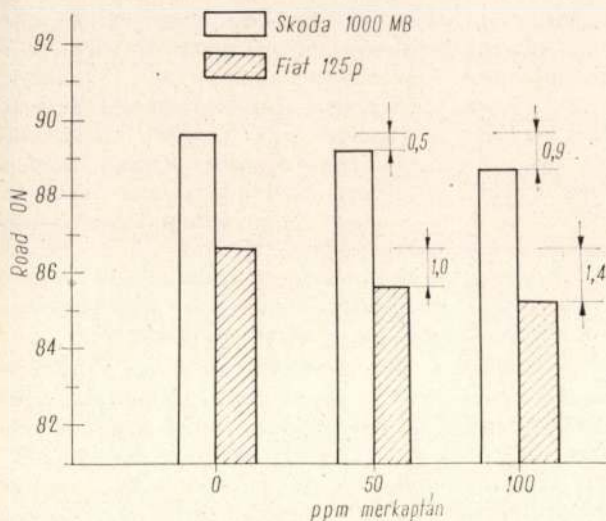
Az egyenesek meredekségéből egyértelműen kitűnik, hogy csökkenő  $\Delta R_{100}$  irányában az értékcsökkenés is egyre kisebb lesz, vagyis a benzin motorikus tulajdonságai javulnak. Megállapítható továbbá az is, hogy az aromástartalom növekedésével az értékcsökkenés is általában emelkedik. A szaggatott vonallal jelölt görbe ábrázolja a 9,8% benzoltartalmú mintának országúti értékcsökkenését. Ennél a mintánál az értékcsökkenés mértéke kisebb, mint amit az aromástartalom alapján elvártunk volna. Ez valószínűleg annak a ténynek tudható be, hogy az aromástartalom nagy részét ez esetben az előző mintákkal ellentétben benzol képezi. Ezek a mérések elsősorban arra utalnak, hogy a motorbenzineknél nemcsak magának az aromástartalomnak, hanem az aromáseloszlásnak is jelentős szerepe van. Nem mindegy ugyanis, hogy a benzin aromástartalmának jelentős részét a 100 C° felett forró xilolok és magasabb aromások képezik, vagy pedig a könnyű részekben feldúsuló benzol. Ezért további méréseinknél fokozott figyelmet kell szentelnünk annak vizsgálatára, hogy az aromáseloszlás miként befolyásolja az országúti oktánszámot.

A 3. ábrán az országúti értékcsökkenés változását az aromástartalom függvényében ábrázoltuk. Jobb áttekinthetőség kedvéért külön koordináta-rendszerben ábrázoltuk a  $\Delta R_{100}=12$ ,  $\Delta R_{100}=6$  és  $\Delta R_{100}=0$ -hoz tartozó pontokat. A  $\Delta R_{100}=6$  és a  $\Delta R_{100}=0$ -hoz tartozó értékek alapján megállapíthatjuk, hogy a  $\Delta R_{100}$  bizonyos határon túl történő csökkentése az értékcsökkenés szempontjából már nem játszik lényeges szerepet. Ennek alapján érthető, hogy a nyugat-európai benzinek  $\Delta R_{100}$  értéke az utóbbi években nem mutat lényeges csökkenést.

A könnyű részeknek az országúti oktánszámra gyakorolt hatását is vizsgáltuk. Olyan benzinmintá-



3. ábra. Az országúti értékcsökkenés változása az aromástartalom függvényében



4. ábra. A merkaptántartalom hatása az országúti oktánszámra (butilmerkaptán)

kat készítettünk, amelyeknek könnyűrész-tartalma 40 és 60 tf. % között változott, míg egyéb laboratóriumi tulajdonságaik gyakorlatilag megegyeztek. Az országúti oktánszámmérések azt mutatták, hogy a könnyű részek mennyiségének az országúti értékcsökkenésre gyakorolt hatása TEL alkalmazása esetén a legnagyobb, míg TML használatakor a legkisebb. A PM 50 a kettő között áll. Végül soron levonhatjuk azt a következtetést, hogy a könnyűrész-tartalom emelkedése — mely a gőznyomás szabványértéke által maximált —, előnyösen befolyásolja az értékcsökkenést, és a viszonylag magas könnyűrész-tartalom bizonyos mértékig ellensúlyozni képes a TML hiányát.

A könnyűrész-tartalomnak az országúti oktánszámra gyakorolt hatása még további részletesebb mérésekkel tisztázandó.

Vizsgáltuk azt is, hogy a merkaptántartalom miként befolyásolja az országúti oktánszámot. Köztudott dolog, hogy a research-oktánszámot kedvezőtlenül befolyásolja, de az irodalomban nem találtunk utalást az országúti oktánszámra gyakorolt hatásáról. A többi mérestől eltérően benzinkútnál vásárolt szuperbenzinbe 50 és 100 ppm mennyiségű butilmerkaptánt kevertünk és megmértük a benzinek országúti oktánszámát. A mért eredményeket a 4. ábra szemlélteti. A mérési eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a merkaptántartalom az országúti oktánszámot is kedvezőtlenül befolyásolja, tehát — amennyiben a benzin merkaptánt tartalmaz —, eltávolítása mindenképpen indokolt.

A mérési eredményeket és a motorbenzinekkel foglalkozó irodalom tanulságait összegezve a következő megállapításokat tehetjük.

Olyan képletek kidolgozása, amelyekkel laboratóriumi mérések alapján valamely motorbenzin országúti oktánszáma előre számítható, csak a gépjárműparkot jellemző típusokkal és az előforduló motorbenzin-komponensekkel végrehajtott országúti oktánszámmérések eredményei és azok — rendszerint matematikai-statisztikai módszerekkel történő — kiértékelése alapján lehetséges.

A kezdeti, tájékozódó jellegű mérések is már néhány olyan értékes összefüggésre világítottak rá, amelyek az irodalomból nem voltak ismeretesek. Az eddig elvégzett, de kisszámú és csak egy gépkocsiban végrehajtott mérések még nem nyújtanak elegendő adatot ahhoz, hogy konkrét javaslatot tehesünk a benzin minőségfejlesztésére.

Az országúti mérések végső célja, hogy a méréseket több gépkocsival és a hazai finomítók által előállított benzinkomponensekkel tovább folytatva elősegítse az ország egyre növekvő gépkocsiparkja számára a legmegfelelőbb benzinminőségek — gazdaságossági szempontokat is figyelembe vevő — kialakítását.

#### IRODALOM

- [1] Freund—Zalai—Göbe—Bencze: Az országúti oktánszám meghatározása. Magyar Kémikusok Lapja 3 p. 113—118 (1965).

# Optimalizálási feladatok kőolaj-finomítók tervezésében

ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN—  
SUGÁR PÉTER

A lineáris programozás módszere új kőolaj-finomító tervezése esetén már a beruházás előkészítő időszakában eredményesen alkalmazható a technológiai és keverőüzemek kapcsolatának vizsgálatára. Az optimális finomítói technológia meghatározása a termelés tervezésekor alkalmazott optimalizáló program és a gazdaságossági számításra kidolgozott számítógépes program iteratív kapcsolatban történő futtatásával végezhető el. Ez a módszer lehetővé teszi az egyes technológiai variánsok hosszabb távú integrált gazdasági eredményességének összehasonlítását.

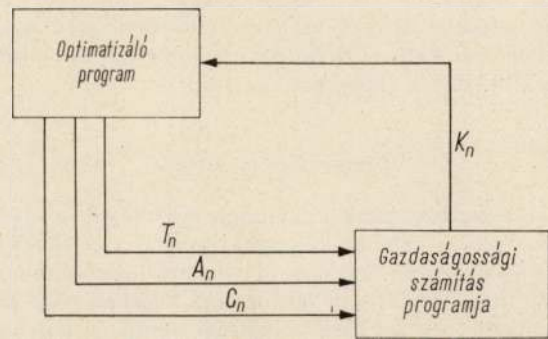
A termeléstervezési és üzemirányítási feladatok megoldására széles körben alkalmazott lineáris programozás módszere új kőolaj-finomítók létesítése esetén már a beruházás előkészítő időszakában is eredményesen felhasználható a technológiai és keverőüzemek általános bonyolult kapcsolatának vizsgálatára. Az optimalizálási feladat lényege ez esetben a következő: figyelembe véve az alapfeltételeket (a rendelkezésre álló kőolaj- és egyéb szénhidrogén-mennyiséget, valamint azok minőségét), a finomító által előállítandó termékek egy részének mennyiségi és valamennyi termék minőségi előírásait, az adott célra technológiailag megfelelő üzemsort, valamint a ráfordításjellegű költségtényezőket, meg kell határozni azt a termékösszetételt, melynek előállítása esetén a finomító maximális nyereségre tesz szert.

## Az optimális technológia meghatározása

Egy új kőolaj-finomító beruházásának előkészítése folyamán alapvető fontosságú a finomító technológiájának, a technológiai modellnek kialakítása, vagyis a technológiai üzemek, kapacitásai, valamint egymás közötti kapcsolataik meghatározása. A finomítók működését meghatározó feltételek általában lehetővé teszik többféle finomítói technológia, számos variáns figyelembevételét. Adott esetben például lehetőségünk van az egyik variánsban hidrokraaküzemet, egy másik variánsban pedig katalitikus kraaküzemet beiktatni a modellbe.

Feladatunk az, hogy a lehetséges variánsok közül kiválasszuk a megvalósításra érdemes, a legnagyobb gazdasági előnyt adó változatot. Ez oly módon lehetséges, hogy először is elvégezzük az optimalizálást az egyes finomítóvariánsokra. Az optimalizálás eredményeként a vizsgált variáns esetében a termékösszetételen kívül megkapjuk az egyes üzemek kapacitásértékeit is. Optimalizációs célfüggvényünkben szerepelnek olyan ráfordításjellegű költségtényezők, amelyeket csak az alapanyag és termékösszetétel, valamint az egyes üzemek kapacitása, illetve beruházási költsége ismeretében, gazdaságossági számításokkal lehet meghatározni. Ezért esetünkben, a beruházás

optimalizálásához szükségessé válik célfüggvényünk ráfordításjellegű költségtényezőinek gazdaságossági számításokkal történő meghatározására számítógépes programot kidolgozni és azt iteratív kapcsolatba hozni az optimalizálási programmal (1. ábra). Szeret-



1. ábra. Az optimalizáló program és a gazdaságossági számítás programja közötti kapcsolat:  $K_n$  — a célfüggvény ráfordításjellegű költségtényezői;  $T_n$  — késztermékmennyiségek;  $A_n$  — alapanyag-mennyiségek;  $C_n$  — üzemkapacitás-adatok

nénk kihangsúlyozni a termeléstervezésben alkalmazott optimalizálástól való lényeges eltérést. Ott — mivel egy meglevő finomító vizsgálatáról van szó —, a célfüggvénynek ezek a tényezők konstans értékeknek vehetők. A beruházás optimalizálása esetén azonban ezeket változóknak kell tekinteni.

Az egyes variánsokra az említett módon elvégzett optimalizálások eredményeként kapott maximális nyereségek még nem adnak elegendő alapot a megvalósításra érdemes variáns kiválasztásához. A műszakilag lehetséges variánsok közül a megvalósítandó, a legnagyobb gazdasági előnyököt adó variáns kiválasztása még részletes — az egyes variánsok optimumhoz tartozó adatait figyelembe vevő — gazdaságossági elemzést tesz szükségessé. A döntéshez ki kell munkálni és értékelni kell a beruházás gazdaságosságát jellemző mutatókat: a megtérülési időt, a munkatermelékenységi mutatót, a fajlagos beruházási mutatót, önköltséget stb.

A vállalat a finomító megépítése és beindítása után a piaci viszonyok (alapanyag- és termékár) változásának megfelelően változtatni fogja termékösszetételét úgy, hogy a megváltozott viszonyok között is maximális — ami az előző években elértnél több vagy kevesebb is lehet — nyereséget érjen el. Ebből következik, hogy még abban az esetben is, amikor a finomító valamennyi üzeme egyidőben lép működésbe és a feldolgozott kőolaj mennyisége az évek során nem

változik, szükséges az évi változó optimumok adatai alapján kimunkálni a gazdaságosságra jellemző mutatókat. A finomító jövőbeli működésekor várható alapanyag- és termékarak — amelyek az egyes évekre elvégzendő optimumszámításokhoz és a gazdaságossági elemzésekhez szükségesek —, trendszámításokkal határozhatók meg.

A matematikai modell felírásához szükségünk van az egyes üzemek és a hozzájuk tartozó üzemmódok anyagmérlegének és fogyasztási mutatóinak ismeretére. Ezek az adatok a már működő üzemek tapasztalatai vagy ajánlatok alapján vehetők fel. Rövid távú fejlesztésre vonatkozó vizsgálatok esetén az említett adatok megfelelő pontosságúak ahhoz, hogy felhasználásukkal valóság-hű modellt építhessünk fel. Azzal azonban ilyen esetben is számolni kell, hogy az üzemek fogyasztási mutatói (gőz-, elektromos energia stb.) nem változnak lineárisan az üzemkapacitással. Olyankor pedig, amikor a modell egy hosszabb távon kiépítendő finomítóra készül, figyelembe kell venni egyes eljárások várható fejlődését is és annak megfelelően kell meghatározni a matematikai modell összeállításához szükséges adatokat.

#### *A matematikai modell*

A finomítóvariánsok matematikai modellje tulajdonképpen a feltételi rendszer lineáris egyenletek és egyenlőtlenségek segítségével történő megfogalmazása. Az interpretálásnak két formája használatos. Egyik az egyenlet és az egyenlőtlenségi rendszer tényleges felírása, a másik — az általunk is alkalmazott — mátrixformában való reprezentálás. Ez utóbbi esetben egy feltételnek a mátrix egy sora, egy változónak a mátrix egy oszlopa felel meg. A modell mátrixformában történő reprezentálása tömör és rendkívül szemléletes. A mátrixban minden egyes üzem minden egyes üzemmódját egy változó képviseli. (Üzemmód alatt az azonos minőségű alapanyagból azonos minőségi mutatókkal rendelkező termékek azonos hozammal történő előállítását értjük.) A vizsgált üzemeknél általában több üzemmódot vettünk figyelembe. Az üzemmód-változtatás különösen nagy hatást gyakorol a finomító egészére a hidrokrakküzem esetében, ahol mód van egy maximális benzinhozamot adó (úgynevezett nyári) és egy maximális mennyiségű gázolajat előállító (úgynevezett téli) üzemmód figyelembevételére is. A reformáló üzem esetében, ha az üzem adottságai megengedik, ugyancsak kétféle üzemmódot vehetünk figyelembe: egy kisebb és egy nagyobb oktánszámú termék gyártását.

A kőolaj-finomítók üzeleinek kapcsolata nemcsak azért rendkívül bonyolult, mert gondoskodni kell az üzemként kapott egy, két vagy több céltermék továbbfeldolgozásáról, hanem mert biztosítani kell a melléktermékként kapott anyagáramok további feldolgozását is. (Pl. kénhidrogéndús gáz feldolgozása a kénkinyerő üzemben, vagy a szénhidrogéngázok feldolgozása a gázfrakcionáló üzemben.) A modellnek tükröznie kell ezenkívül az ún. mellékanyagáramok okozta kényszerkapcsolatokat is (pl. reformáló üzem — gázolaj-kénmentesítő üzem hidrogéndús-gáz-kapcsolata). Itt említjük meg, hogy a modell alapján lehetőség nyílik a finomító pontos hidrogénmérlegé-

nek elkészítésére, ami különösen olyan esetben nagy jelentőségű, amikor a finomító több hidrogéntermelő (reformáló üzem, hidrogéngyár) és több hidrogénfogyasztó (gázolaj-kénmentesítő, hidrokrakk-, toluol-dezalkilező) üzemmel rendelkezik és benzinpirolízis-üzemmel is kapcsolatban van, mely melléktermékként szintén előállít hidrogéndús gázt.

A modell összeállításakor nem kis feladatot jelent a késztermékek kikeverése. A keverési mód szempontjából vizsgálva a folyamatot a finomító háromféle terméket állíthat elő:

1. egy komponensből álló terméket (pl. benzolt, elemi ként);
2. több komponensből több minőségi előírás egyidejű figyelembevételével kikevert terméket (pl. motorbenzint, gázolajat);
3. több komponensből minőségi előírás figyelembevétele nélkül vagy egyetlen előírás figyelembevételével kikevert terméket (pl. erőművi fűtőolajat).

Ismeretes, hogy a több komponensből történő keveréskor egyes minőségi mutatók (pl. kéntartalom, aromástartalom) esetében a súly szerinti, mások (pl. gőznyomás, oktánszám) esetében a térfogat szerinti additivitás feltételezésével kapunk olyan eredményeket, melyek jól egyeznek a gyakorlattal. A minőségi mutatók harmadik csoportja (pl. dermedéspont, lobbanáspont, viszkozitás) csak empirikus skála alkalmazása révén vehetők figyelembe a keveréskor. A több komponensből történő keverés esetén alapvető feladat kiválasztani a legjellemzőbb minőségi mutatókat és csak azokat megadni korlátozó feltételként.

A minőségi korlátozó feltételek modellbe építése a következőképpen történik:

1. Súly szerinti additivitás feltételezése esetén a végtermék és a keverő komponensek minőségi mutatói között levő különbséggel számolunk. A végtermékre előírt érték alatti eltéréseket negatív, az előírt érték feletti eltéréseket pedig pozitív előjellel írjuk be a modellbe. A feltétel „ $\leq 0$ ”, illetve „ $\geq 0$ ” teljesítése biztosítja az előírt minimális, illetve maximális minőségi határ betartását.
2. Térfogat szerinti additivitás alkalmazásakor kiszámítjuk a végtermék és a keverőkomponensek minőségi mutatói közötti különbséget, ezt megszorozzuk az egyes komponensek fajtérfogatával és a szorzat értékét írjuk be a modellbe.
3. Empirikus összefüggések alkalmazása esetén a minőségi mutatókat laboratóriumi mérésekkel meghatározott indexszámokkal helyettesítjük.

Az OLAJTERV-ben nemrégén kezdődött meg az a több szakág közreműködését is igénylő munka, melynek célja az általunk vázlatosan ismertett értékelési módszer kidolgozása. Ez az értékelési módszer lehetővé teszi majd az egyes technológiai variánsok nagyon alapos, a hosszabb távú integrált gazdasági eredményességét szem előtt tartó elemzését. A finomító technológiájának matematikai modelljén szimulálva a finomítók működését olyan információkat nyerhetünk, melyek felhasználásával a mellékfolyamatok (pl. terméktárolás, fűtőgázellátás stb.) tervezése kellő megalapozottsággal elvégezhető.

# A kőolaj-feldolgozó ipar számítógépesítési feladatai

FÖLDVÁRI ISTVÁN

*A Dunai Kőolajipari Vállalat 1968 folyamán kezdte meg számítógépes szervezetének kialakítását.*

*A Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalattal kötött generáltervezési szerződés a termeléstervezés és programozás, a termelésirányítás, valamint a folyamatirányítás bevezetését, a raktárgazdálkodási és az üzemfenntartással kapcsolatos munkák számítógépes adaptálását tűzte ki céljaul.*

*A számítógép típusának kiválasztása megtörtént, üzembe helyezése az 1971. év folyamán várható.*

*A számítógépes szervezet kialakításának tapasztalatai és eredményei más vegyipari vállalatoknál is felhasználhatók.*

A számítógépesítéssel kapcsolatos kőolajipari feladatok több széles területet foglalnak magukba. Ilyen a kőolajbányászat, a kőolaj-feldolgozás, a szállítás és az elosztás, valamint az egész komplex rendszer tervezésével, irányításával és adminisztrálásával kapcsolatos központi tevékenységek.

Ezek a területek mind a feladatokat, mind pedig a megoldás módját illetően hasonlóságot mutatnak egymáshoz képest, de a különbségek is jelentősek.

A jelen sorok keretében — kiragadva egy területet a komplexumból —, nem is akarunk többre vállalkozni, mint összefoglalni a Dunai Kőolajipari Vállalatnál eddig végzett munkát, vázolni az elkövetkező évek feladatait, és néhány szemponttal, észrevétellel hozzájárulni az OKGT más feldolgozóipari vállalatainál ma már jelentkező számítógépesítési elképzelések, tervek kialakításához.

A Dunai Kőolajipari Vállalatnál a számítógépesítési munkák 1968-ban indultak meg. Az OKGT területén már ezt megelőzően is voltak a termelés tervezése terén próbálkozások matematikai módszerek alkalmazására, de az első rendszeres, átfogóbb célú munka a Dunai Kőolajipari Vállalatnál kezdődött.

A munkavégzés módját illetően két lehetőség nyílt: az egyik szerint a munka már kezdetétől szélesebb alapokon indul, számítógéppel is rendelkező külső szakértők bevonásával, kooperatív jelleggel. A második esetben a munkavégzés az egyes területek egymás utáni bevonásával történik, külső szakértők igénybevétele nélkül. A munkaterület ekkor lassabban, de folyamatosan szélesedik ki.

A Dunai Kőolajipari Vállalatnál célszerűbbnek látszott a munkákat szélesebb alapokon egyidejűen megindítani. Ez a megoldás kétségkívül több nehézséggel jár, mivel a szakmai és az emberi problémákat valamennyi munkaterületen egyidejűen veti fel, viszont biztosítja a különböző munkarészek összehangoltságát. Ez esetben nagymértékben támaszkodni kell külső szakértőkre, ugyanakkor az új és tapasztalatlan saját számítógépes szervezetnek módjában áll munkavégzés közben megszereznie a szükséges szakmai ismereteket, tapasztalatokat. A létszám és szervezet fejlesztése is zavartalanabban történhet.

A fenti megfontolások alapján a Dunai Kőolajipari Vállalat a tervezési munkákra szerződést kötött a Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalattal mint generáltervezővel, a Magyar Vegyipari Egyesülés Mérnöki Irodájával, az MTA Automatizálási Kutató Intézetével és az INFELOR-ral pedig mint szaktervezőkkel.

A munka részletes, majdnem egy évig tartó felméréssel kezdődött. A tervezés ma is e felmérés eredményeként kialakított elképzelés alapján történik, jóllehet az egyes témák részleteiket tekintve azóta sokat változtak.

A kidolgozás alatt álló témák közül mindenekelőtt a termelési tervek készítését, felbontását, illetve programozását kell megemlíteni. Ezen a téren a munkák már előrehaladott állapotban vannak és gépre vitel alatt állnak. A vállalat számára használható termelési tervek és ütemezések készítéséhez igen sok részfeladatot kellett megoldani.

Fontos és szerteágazó területet ölel fel a vállalati termelési tevékenység, illetve az anyag- és termékforgalom követése, nyilvántartása. Ezen a téren is megtörtént az alapszervezés, kidolgozásra került az input és output adat- és bizonylatrendszer és a programozás egy része. A gépre szervezést már csak a konkrét géptípus ismeretében szabad elvégezni.

Az előbbihez hasonló a helyzet a raktári anyagok ügykezelésével és nyilvántartásával kapcsolatban. Az anyaggazdálkodás területén kialakultak az elvi matematikai módszerek, és történtek kisebb próbafeldolgozások is. A még hátralevő munka igen nagy, mivel az elvi megoldások a raktári anyagok ügykezelése és nyilvántartása során kapott statisztikai adatok bedolgozása alapján válnak gyakorlatilag is használhatóvá.

A tervezési és előkészítési munkák az üzemfenntartási tevékenységek területén vannak a legkevésbé előrehaladott állapotban. A tevékenységek ugyanis sokrétűek és bonyolultak, az alkalmazandó módszerek pedig nagyon különböznek egymástól és részben nem is ismeretesek. Ezért jelenleg még az alapszervezés és az egyes módszerek elvi kialakítása van folyamatban. Nem vitás, hogy e terület számítógépre vitele várható a legkésőbbi időpontban.

Az előbbiektől módszereiket tekintve is eltérnek az üzemirányítás terén folytatott tevékenységek. Folyamatban van az 1 Mt-s AV-desztilláló üzem matematikai modelljének kidolgozása, és megtörténtek a statisztikai adatgyűjtések. A konkrét géptípus ismeretében megkezdődhet az egyes részmodellek gépre szervezése és az irányítási algoritmus kidolgozása.

Az üzemirányítás terén az MTA Automatizálási Kutató Intézet, a többi területen pedig a Magyar Vegyipari Egyesülés Mérnöki Irodája szakmai irányítása mellett folynak a munkák.

A fentiekkel párhuzamosan folytak a számítógézpont kialakítására és a számítógép beszerzésére irányuló tevékenységek. A számítógézpont tervezése megtörtént, építése folyamatban van.

1970-ben a beszerzendő számítógépre vonatkozó ajánlatok kiértékelése és a gyártó cégeknél folytatott tanulmányok alapján a Dunai Kőolajipari Vállalat kialakította álláspontját a számítógép beszerzését illetően, és lépéseket tett a beszerzés érdekében.

A géptípus konkrét ismeretének hiánya a további munkában egyre nagyobb akadályt jelent, mivel több területen már a gépre szervezési tevékenységet kellene folytatni. Ezért a DKV 1970 októberétől a szaktervezőkkel együtt átfogó, több hónapi tartó betanulási terv megvalósításához kezdett hozzá. Az IBM közreműködésével megindultak azok az alaptanfolyamok, amelyek szükségesek az IBM 360 gépcsalád programnyelveinek, működési rendszerének elsajátításához.

Az oktatás megkezdése ma már azért is időszerű, mivel az elmúlt két év alatt rendszeresen folyt a létszámfejlesztés is. A DKV számítógézpontjának jelenlegi létszáma kb. 30 fő, vegyészek, villamosmérnökök, matematikusok, közgazdászok, érettségizettek vegyesen.

A jövő feladatait illetően az elképzelések konkrétak, és az eddigi munkákból következnek: a DKV folytatni kívánja a számítógézpontban dolgozók létszámának növelését, és 1971 végéig 70–80 fő elérését tűzi ki célul.

A DKV számítógépét lehetőség szerint 1971 végén kívánja üzembe helyezni. Ez egyúttal olyan igényt támaszt, hogy a fentebbiekben már említett és 1971 februárjában befejeződő alapbetanulások után olyan széles körű — nemcsak a generáltervező és a szaktervezők, hanem a gépszállító szakembereinek bevonásával is — intenzív munka kezdődjék, amely biztosítja, hogy 1972-től a számítógép legalább egy műszakban hasznosan leterhelhető legyen. Ehhez az is szükséges, hogy a szaktervezőkkel közös munkával kapott eredményeken túlmenően a gépszállító nagy szakmai tapasztalata és az egyes területekre kidolgozott programcsomagjai is felhasználást nyerjenek.

Az eddig elért eredmények és a fentiek alapján várható lehetőségek figyelembevétele alapján lehetőség nyílik arra, hogy a termelésstervezési, termelésütemezési, termelésirányítási, anyag- és termékgazdálkodási, valamint raktár-nyilvántartási tevékenységek még 1971-ben számítógépre legyenek szervezhetők, és e tevékenységeket 1972-ben üzemszerűen be is lehessen vezetni. Az anyaggazdálkodási és az üzemfenntartási tevékenységek gépre vitele az 1972-es év feladata lesz; az üzemfenntartás esetén a téma terjedelme és bonyolultsága miatt, az anyaggazdálkodás esetében pedig azért, mivel a hatékonyságot csak több évig tartó adatgyűjtés eredményeinek bedolgozása biztosíthatja.

Az üzemirányítás területén 1971–72-ben az 1 Mt-s AV-desztilláló üzem optimalizáló irányítását dolgozzuk ki. Amennyiben ezek a munkák eléri az azt a minőséget, amelyet az optimalizálás céljai megkövetelnek, az üzemekben pedig tartósan biztosíthatóan

bizonyul az a műszerezési színvonal, amelyre az optimalizálás épülhet, akkor az 1972–75. években megkezdjük szélesebb körű üzemirányítási rendszer kidolgozását.

A munka, amely 1968-ban a kőolaj-feldolgozó ipar területén megindult, Magyarországon úttörő jellegű. Nem lehet vitás, hogy más feldolgozó vállalatok vagy az irányító szervek területén e tevékenység tárgya és tapasztalatai hasznosíthatók. Más magyarországi kőolaj-finomítókra a Dunai Kőolajipari Vállalatnál végzett és az alkalmazott munkák, megoldási módszerek elvileg közvetlenül érvényesek és adaptálhatók. A létesítendő Tiszai Finomító ebből a szempontból különösen kedvező helyzetből kezdhet a kidolgozáshoz, mivel szervezetét, folyamatszabályozásait már a számítógép által támasztott igényeket figyelembe véve alakíthatja ki.

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján érdemes megemlíteni néhány olyan szempontot, amelyek alapvetően kihatottak az előkészítésre, vagy amelyeket az előkészítő munkák során feltétlenül figyelembe kell venni:

A számítógépesítés igényének a vállalat vezetőségénél kell jelentkeznie. A számítógépesítés elhatározása azonban egyúttal sok olyan körülmény vállalását jelenti, amelyeket előre nem is lehet látni, és amelyek jellegükben térhetnek el az iparban bevett szokásoktól, nemegyszer okozva komoly feszültségeket.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a számítógépes szervezetet közvetlenül az igazgató alá célszerű rendelni, legalábbis a tervezés, a központlétesítés és a beindítás időtartamára. Ez hatékonyabb munkavégzést tesz lehetővé és biztosítja, hogy a különböző vállalati szervek, főosztályok, osztályok szempontjai arányosan érvényesüljenek.

Működőképes, hatékony operatív létszámot kell biztosítani. A feladatok kidolgozása legalább annyira igényel nagy vállalati tapasztalattal rendelkező szakembereket a vállalat különböző szakterületeiről, mint amennyire szükségesek a számítógépes ismeretekkel rendelkező specialisták. A feladatok megfogalmazása és kidolgozása ugyanis a részletkérdéseken múlik, ezért kulcskérdés, hogy a vállalat műszaki és ügyviteli területeiről a számítógépes szervezet jól képzett és helyi ismeretekkel rendelkező szakemberekkel egészüljön ki.

A munkakezdést megelőzően részletes felméréssel kell meghatározni a kidolgozandó feladatokat, a kidolgozás sorrendjét, munkaigényét stb. A DKV tapasztalatai szerint a felméréshez külső szerv munkáját hasznos ugyan igénybe venni, de munkájának eredményessége alapvetően függ a vállalattól és számítógépes szervezetétől kapott támogatás mértékétől.

A vállalat mind az előkészítésből, mind a tulajdonképpeni számítógépesítési munkákból a részleteket tekintve csak azokat mondhatja magáénak, amelyek kidolgozásában jelentős szereppel részt vett. Utóbbit ezért a munkák során biztosítani kell annak érdekében, hogy a tervezési munkák befejezésével a vállalati számítógépes szervezet képes legyen a feladatokat átvenni és azokat folyamatosan fejleszteni.

A tapasztalat azt mutatja, hogy nem kell törekedni a számítógépnek túlságosan korai beszerzésére és üzembe helyezésére. Nagy kockázattal jár és nem is gazdaságos a számítógép beszerzése abból a célból,



hogy azon kerüljenek kidolgozásra a megvalósítandó feladatok. A DKV-ban minimálisan három évig folyó munka saját számítógép nélkül. Nem vitás, hogy ez az idő a már meglévő tapasztalatokra támaszkodva megrövidülhet akkor, ha a már meglévő helyzetből és adottságokból indulnak ki azok a vállalatok, amelyek ezeket a munkákat még most kezdik.

Fentiekén túlmenően számos alapvető szempontot lehetne még megemlíteni, úgymint a társosztályokkal való kapcsolattartás kérdését, a felvilágosító és ismeretterjesztő munka jelentőségét, munkaidő-, bér- és premizálási kérdéseket, a tapasztalatcsere fontosságát

stb., és ezzel még mindig nem merülnének ki a figyelembe veendő szempontok.

Tisztában kell lenni azzal, hogy az integrált számítógépes rendszer létrehozása egy vállalaton belül milyen hatalmas és hazánkban még előzmény nélkül álló feladatot jelent. A Dunai Kőolajipari Vállalat is a kezdetén tart az ilyen munkáknak. De elkezdte és szisztematikusan folytatni is fogja a rendszer kidolgozására irányuló tevékenységét, tisztában lévén azzal, hogy csak kitartó, szívós munka hozhatja meg azt az eredményt, melyet a műszaki fejlődés ma már nemcsak igényel, hanem egyenesen követel.

(Folytatás a 76. oldalról)

#### 5. szekció: Karbantartás, javítás

<i>Csirizsnyák Imre:</i>	Töltőállomások és tárolótelepek karbantartási kérdései
<i>Fekete Imre:</i>	Az almásfüzitői gyártelep szivattyúinak üzemeltetési és karbantartási problémái
<i>Dombos János:</i>	Szivattyúk mechanikus tömítéseinek zárófelületein jelentkező meghibásodások elemzése
<i>Fekete Tibor:</i>	A biztonsági szelepek vizsgálata és lefúvási nyomásának beállítása
<i>Szaitz Antal:</i>	Az üzemfenntartási tevékenység irányítása
<i>Galló Pál:</i>	A gépkocsijavítás és -karbantartás helyzete és tervei az ÁFOR-nál
<i>Rujp Jenő:</i>	A csököttes készülékek karbantartásánál felmerülő észrevételek és problémák a Dunai Kőolajipari Vállalatnál

#### 6. szekció: Minőség-ellenőrzés, szabványosítás, gépi vizsgálatok

<i>Vajta Lászlóné— Czeplédy Domokos:</i>	Modern analitikai módszerek alkalmazási lehetőségei a kőolajipari termékek vizsgálatára
<i>Cenkvári Istvánné:</i>	A kőolajipari szabványosítás helyzete és távlatai az új gazdasági mechanizmusban
<i>Lengyel Jenő:</i>	Az ásványolajtermékek vizsgálatának automatizálása és a műszeres vizsgálatok bevezetése a minőség-ellenőrzésbe
<i>Péter Istvánné:</i>	A gázkromatográfia szerepe a kőolajiparban és petrokémiában
<i>Torkos László:</i>	Szénhidrogén-típusú petrokémiai termékek gázkromatográfias tisztaságvizsgálata
<i>Adonyi Zoltán:</i>	Könnyen illó szénhidrogének párolgási tulajdonságainak vizsgálata derivatográfia
<i>Mándy Tamás— Gelencsér Jánosné— Mészáros Józsefné:</i>	Modern spektrometriás módszerek a kőolaj- és petrokémiai iparban
<i>Adonyi Zoltán— Vámos Endre— Kovács László:</i>	A Conradson-szám és a Conradson-koksz termogravimetrikus vizsgálata
<i>Barmos György— Tóth Albert— Szirmai Walter:</i>	Hajtóműolaj-vizsgálati módszerek a MÁFKI-ban
<i>Lehner Aladár— Szóts András:</i>	Fékpadi motorkísérleti módszerek a MÁFKI-ban és felhasználásuk a motorolajok minőségének ellenőrzésére
<i>Valasek István— Kepes István:</i>	Hajtóműolaj vizsgálata SETA—SHELL 4 golyós készüléken
<i>Neumann Ernő— Vámos Endre:</i>	Gépszírok keverhetőségével kapcsolatos újabb vizsgálatok
<i>Valasek István— Vámos Endre— Csop Ákos:</i>	A kenőszírok gépi vizsgálati módszerei és fejlesztésük irányelvei
<i>Tóth Lászlóné:</i>	Egyedi aromásvegyületek mennyiségi és minőségi meghatározása vazelinből és kenőolajokból vékonyréteg-kromatográfiával és ultraibolya-spektroszkópiával

#### 7. szekció: Gyári gazdálkodás

<i>Máté József:</i>	A Komáromi Kőolajipari Vállalat villamosenergia-rendszere, a műszaki színvonal emelésének szükségessége és lehetőségei
<i>Nádasy Istvánné:</i>	Turbinás áramlásmérők alkalmazása a kőolaj-feldolgozó iparban
<i>Kónya Ferenc:</i>	Elemző műszerek alkalmazása a kőolaj-feldolgozó iparban
<i>Fekete Tibor— Geri József:</i>	A fáklyaüzem tervezésének és üzemeltetésének egyes kérdései
<i>Ugari András:</i>	Bitumenfúvatási gázok tisztítása a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál
<i>Kalmár Tibor— Kömlyósi Károly:</i>	Szennyvízterítési problémák a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál
<i>Récei József— Szondy István:</i>	Ipari vízellátás és az olajos ipari szennyvíz tisztításának problémái a Dunai Kőolajipari Vállalatnál

## 8. szekció: Alkalmazástechnika

Károlyi József— Vámos Endre:	Kőolajtermékek alkalmazástechnikája
Csop Ákos— Radics István:	Felhasználási kísérletek Multi-Super olajokkal
Gerlóczy György— Pálfi Barna:	Nehéz Diesel-motorok kenési tapasztalatai
Lencse Istvánné— Vámos Endre:	Szénhidrogénolajok bőrérzékenyítő hatása
Vámos Endre— Héjjas Csaba:	Tribológia
Kalászi István— Ferke Mihály:	Forgácsoláshoz használatos hűtő-kenő folyadékok gépkísérleti módszerei
Hoffmann László:	Transzformátorolajok jellemzőinek változása felhasználásuk közben
Valasek István:	Gördülőcsapágyak elasztohidrodinamikusan kenése
Blaskovits Aladár— Gárdos János:	Az országúti oktánszámmérések jelentősége és a hazai mérési tapasztalatok

## 9. szekció: Kőolaj-feldolgozó ipari üzemek tervezése

Dobó László:	Motorhajtó anyag és motorhajtóanyag-petrolkémiai típusú finomítók tervezésének egyes kérdései
Árokszállási Kálmán— Sugár Péter:	Optimalizálási feladatok kőolaj-finomítók tervezésében
Tóth István:	A Dunai Kőolajipari Vállalat aromaszénhidrogén-gyártási programjának tervezési problémái
József Gábor— Vékony Ferenc:	Bitumenfúvató üzemek tervezésének elvi kérdései
Marschall Béla:	Új szempontok a paraffingyártó üzemek tervezéséhez
Hegedűs Sándor:	Kőolaj-finomítói vízgazdálkodási rendszer korszerű kialakításának tervezése
Gergő József:	A karbantartás figyelembevétele a kőolajfinomítók tervezésénél

## 10. szekció: Számítógépes eljárás és gazdaságossági számítások

Földvári István:	A kőolaj-feldolgozó ipar számítógépesítési feladatai
Gulyás Sándor— Windisch Ferenc:	Olajipari üzemek számítógépes folyamatirányítása
Csegezi Miklósné— Süle Mihály:	A termelés komplex számítógépes irányítása
Szabó István:	Elektronikus adatgyűjtés a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál
Bádonyi István:	A kőolaj-feldolgozó ipar fontosabb termékeinek világgpiaci árrendje és árprognózisa 1970—1985 között
Hersényi Tamás:	A tiszta jövedelem alakulása a kőolaj-feldolgozó iparban a 4. ötéves terv időszakában
Láposi Sándor— Székely Lajosné:	A kőolaj-feldolgozó üzemi beruházások gazdaságossági számításainak dinamikus módszere
Virágh András:	Olajfeldolgozó ipari számítógép-központ létrehozásának kérdései
Fáy László— Jakob Károly:	Számítástechnikai munkák a Nagynyomású Kísérleti Intézetnél
Jakob Károly— Schler Ödön:	Számítógépes iparági termelés-tervezési módszerek kidolgozása

Dr. Vámos Endre

## KÜLFÖLDI HIREK

### Jugoszlávia petrolkémiai fejlesztési tervei

Jugoszlávia kőolaj-feldolgozó üzemének kiépítését olyan ütemben tervezik, hogy az összkapacitás 1972-re az ez idő szerinti 8,7 millió tonnáról 14,7 millió tonnára emelkedik majd. Az egyes üzemeket tekintve a megoszlás a következő: Bosanski Brod: 2,5 (ez idő szerint: 2,5) millió t; Rijeka-INA: 4,7 (2,5); Sisak-INA: 3,5 (1,4); Lendava-INA: 0,2 (0,2); Újvidék-Naftagas: 1,2 (0,6) és a Pančevo-Naftagas 2,6 (1,5) millió t.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 23.

### A ploiesti petrolkémiai kombinát exporttermékei

A ploiesti petrolkémiai kombinát az elmúlt évben már 20 országnak szállított különböző termékeket, amelyek közül a legfontosabbak a következők voltak: polietilén, monaetilén-glikol, dietilén-glikol, fenol, acetone, különböző naftének stb. A második ftálanhidrid-üzem megindításával rövidesen ez a termék is exportálásra kerülhet, mivel az első hasonló üzem ez ideig csak a hazai igényeket tudta kielégíteni.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 23.

K. A.

# AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

## Energetikai beruházások

Nemzetközi konferencia

Budapest, 1970. augusztus 31—szeptember 2.

Az energetikai iparágak fejlesztésével foglalkozó szakemberek rendszeres összejövetelére Budapesten, 1970. augusztus 31—szeptember 2-a között az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület rendezésében került sor. Iparági és egyesületi vezetők megnyitó és vitaindító előadásokban ismertették a hazai kutatás-fejlesztés célkitűzéseit. Számos külföldi és belföldi hozzászóló fejtegette ki álláspontját a felvetődő kérdésekben. A konferenciáról az ETE Energetikai Beruházási Bizottsága, valamint

- az általános közgazdasági,
- a villamosenergia-ipari,
- a szénbányászati,
- a kőolajipari és
- a gázipari

szekciók szakmai koordinátorai az *Energia és Atomtechnika*-ban számoltak be. A beszámolók kiegészítéseként e helyütt néhány olyan kérdéssel foglalkozunk, amelyek a külföldi hozzászólók és az érdekelt intézmények képviselői között kialakuló véleménycsere során, továbbá a közlésre elfogadott külföldi előadásokban azóta merültek fel.

Az energetika a népgazdaság összefüggő, bár egyértelműen nehezen körülhatárolható területe. Ebbe a körbe sorolják: az energiahordozók termelését és beszerzését (import-export), az energiaátalakítást, a szállítás-tárolás, a kereskedelem és a szolgáltatások meghatározott körét s végül — de nem utolsósorban — az energiafelhasználást. A közös tevékenység fő célkitűzése, hogy — a szükséges biztonsággal, ugyanakkor a lehető legkisebb népgazdasági összráfordítás mellett — elégítse ki a valódi energiaszükségletet. A szénhidrogénipar szerepe az energetika valamennyi felsorolt területén növekvő. Feladatát a népgazdasági cél ismeretében és annak megvalósításával teljesítheti.

A fejlődés hosszú távú tendenciáit az energetikában a kutatások eredményeként megvalósuló forradalmi változások fogják meghatározni. A kutatás fokozatosan az átalakítás és a szállítás területére koncentrálódik. A kutatás-fejlesztés eszközigényes, nagy terheket ró a gazdaságokra és jelentős szellemi-anyagi potenciált köt le. A haladás ütemét a fejlesztés természetes és időbeli korlátai határozzák meg. A kutatás eredményességét különböző szemléletben és módszerekkel ítélik meg. Gyakran vezet félreértésekre, hogy az új eljárások, berendezések kidolgozására irányuló tudományos-műszaki kutatást (issledovanie, research) és a természeti előfordulások, pl. energiahordozók felkutatását (poiszkii, exploration) — különösen a magyar nyelvben — egyértelműen megkülönböztetni nehéz, holott e két tevékenység műszaki-gazdasági célja mindinkább elhatárolódik.

Az energiafelhasználás növekedési üteme és szerkezete, az energiaforrások aránya változó. A változások kiegyenlítésére szolgáló eszköztartalmak nagysága befolyásolja a fejlesztés szükséges mértékét. Az energiaszükséglet növekedéséhez mérten gyors fejlesztés egyes termelő, átalakító és felhasználó berendezéseket már ésszerű kihasználásukat megelőzően is feleslegessé tehet.

A beruházási döntések következményei tartósak és továbbúrnak az energiavertikumban. A kockázat nagy, különösen korlátozott fejlesztési lehetőség esetén. A gazdaságos eszközfelhasználás célravezető módját megtalálni, az eszközhatékonyságot helyesen megítélni bonyolult feladat.

Az elmondottakat a villamosenergia-termelés területéről vett gyakorlati példán mutatjuk be. A villamosenergia-termelés belföldi eszközfelhasználását — a) hazai szén, b) hazai föld-

gázt, c) import kőolajból előállított fűtőolajat felhasználó hőerőmű, illetve d) atomerőmű esetén — az alábbi közvetlen és közvetett tényezők alakítják ki:

- a) Széntüzelésű hőerőmű, szénzállító berendezés, szénbánya.
- b) Szénhidrogén-tüzelésű hőerőmű, földgáz-távvezeték, szénhidrogén-termelő létesítmény, kutató-feltáró berendezés.
- c) Szénhidrogén-tüzelésű hőerőmű, fűtőolaj-szállító berendezés, kőolaj-finomító, kőolaj-távvezeték.
- d) Atomerőmű, berendezés a radioaktív hulladék hasznosítására és megsemmisítésére.

A villamosenergia-termeléshez tartozó teljes eszközsükséglet számbavétele újabb kérdésekhez vezet. Az eszközsükséglet optimuma — a különböző típusú (megfelelő színvonalú és teljesítményű) hőerőműveknél és a villamosenergia-termeléshez tartozó energiavertikumban — gyakran nem esik egybe. Az atomerőmű pl. a hőerőműveknél költségesebb, ugyanakkor az atomáramhoz tartozó belföldi energiavertikum eszközigénye a legkisebb. Szénhidrogén-tüzelésű hőerőművek és atomerőművek létesítése feleslegessé teszi új szén- és lignitbányák megnyitását, de a villamosenergia-szükséglet növekedésétől függően, meglévő szénbányák, esetleg széntüzelésű hőerőművek gazdaságos termelését is akadályozhatja. A nagy teljesítményű atomerőmű belépése lassítja a szénhidrogén-felhasználás növekedését és ronthatja a szénhidrogénipar addig megépülő létesítményeinek kihasználását. A szénhidrogénipar a fajlagos eszközsükséglet csökkentésével javíthatja pozícióját.

Erőműtartalék létesítések a hozzá tartozó energiavertikum tartalmáért is gondoskodni kell. Erőmű-beruházások kérdéseiben a vertikum teljes eszközsükségletének ismeretében célszerű dönteni.

A fejlesztés-beruházás műszaki-gazdasági követelményei teszik világossá a nemzetközi kapcsolatok, a külkereskedelmi szabályozók, az árak, az eszköz- és bérjárulékok és a jövedelemszabályozás összehangolt rendszerének jelentőségét. Az energetika tevékenységeinek és termékeinek eszközigenységéről — az eszközértékelés, a járulékok és a leírások közvetítésével — az árak tájékoztatnak. A jövedelemszabályozás céljait egyoldalúan szolgáló közvetlen és közvetett eszközpreferenciák az árak transzmissziós és orientáló funkcióját gyengítik. Az eszközárnyos árrendszerrel összehangolt, egységesen preferatív jövedelemszabályozás bevezetése az energetikában a gazdasági vezetés egyik legégetőbb kérdése. Nem kisebb gondot okoz a fejlesztés-beruházás és az ásványvagyongazdálkodás irányításának koncepcionális és tartalmi ellentmondása. Célszerű az ellentétes követelményeket — az eszközhatékonyság növelése érdekében — mielőbb felülvizsgálni és egyeztetni.

A résztvevők aktív többségének véleménye szerint a további nemzetközi együttműködést konkrét kérdések kijelölésével és előkészítésével még eredményesebbé tehetjük. Az eddigi sikerek alapján javaslom, hogy a következő konferencián az alábbi kérdéseket tűzzék napirendre:

1. A kutatás-fejlesztés eredményeinek és a fejlesztés korlátainak egyensúlya a távlati energiakoncepciók kialakításában.
2. Az eszkösgazdálkodás — a fejlesztés-beruházás, a selejtezés, a leírás és az eszközjárulékok — szerepe az energiakoncepciók megvalósításában.
3. A beruházás és az ásványvagyongazdálkodás hatékonyságának megítélésére szolgáló módszerek összehasonlítása.

Budapest, 1970. december hó

Pogány László

okl. vegyész-mérnök, okl. mérnök-közgazdász  
(OGIL, Budapest)

Д-р *Й. Каройи*, инж.-химик, к. х. н. — д-р *П. Штейнгазнер*, инж.-химик, к. х. н. — *К. Якоб*, инж.-химик: **Направления развития производства моторных бензинов** ..... Стр. 66

Мероприятиями по развитию движения четвертой пятилетки, начинающейся с 1971 г., предусматривается увеличение парка легковых машин, насчитывающего в настоящее время около четверти миллиона единиц, до 500—550 тыс. шт., т. е. увеличение в 2—2,2 раза. Такое большое увеличение парка автомашин сделает необходимым не только повышение производства бензина, но вследствие скачкообразного совершенствования состава парка автомашин предъявит повышенные качественные требования к топливу, в связи с чем оно с быстрым темпом будет отодвигаться к сортам с более высоким октановым числом. Необходимо подготовиться и к тому, что наряду со свойствами бензинов, предусмотренными венгерскими стандартами (MSZ) необходимо будет соблюдать и прочие качественные показатели.

Д-р *Ш. Надь*, инж.-химик, к. т. н.: **Возможности интенсификации производства остаточных масел на установке деасфальтизации пропаном Дунайского НПЗ** Стр. 70

На основе исследований промышленных установок и лабораторных опытов было установлено, что в случае переработки гудрона из ромашкинской нефти на установке деасфальтизации пропаном имеется возможность увеличить производство остаточных масел на 15—20% путем циркуляции смолистых компонентов из нижней части экстракционных колонн в их верхнюю часть. Результаты исследований указывают и на то, что основные узлы установки деасфальтизации пропаном Дунайского НПЗ в случае реконструкции могут допустить увеличение мощности установки почти в два раза по сравнению с проектной. При реконструкции установки является целесообразным и осуществление частичной регенерации конденсационного тепла паров пропана.

*Б. Надь*, инж.-экономист — *Ш. Надь*, инж.-химик: **Вопросы развития производства битума** ..... Стр. 74

На Залайском НПЗ до сих пор в основном вырабатывались различные битумы из надльендльской нефти с низким содержанием белых продуктов. В перспективе на этом нефтеперерабатывающем заводе рассчитывают на переработку нефти из Ближнего Востока. Ожидаемыми продуктами являются наряду с битумом дистилляты моторного топлива. Вследствие изменения сырья необходимо пересмотреть технологию и до некоторой степени и имеющееся оборудование с целью получения из нового сорта нефти продуктов, но в первую очередь битума соответствующего качества и достаточного количества.

Д-р *Э. Вамош*, инж.-химик, к. х. н. — *Э. Патаки*, инж.-химик: **Исследование склонности мазутов к первичному осадкообразованию** ..... Стр. 77

Мазуты венгерского производства исследовались относительно стабильности хранения. Для этого был применен лабораторный метод NBTL № 791. Установка для исследования была модифицирована с целью осуществления более строгих условий исследования. В указанных условиях исследования мазуты венгерского производства показали очень хорошую стабильность хранения, склонностью к осадкообразованию они не обладают. В этом отношении соответствовали требованиям и тяжелые мазуты.

*А. Саитз*, ревизор бухгалтерии: **Управление обще-заводским хозяйством** ..... Стр. 81

На отечественных нефтеперерабатывающих заводах работы по текущему ремонту оборудования не выполняются на современном уровне. Поэтому необходимо разработать действенную систему управления этими работами, увязать производство с работами по текущему ремонту, обоснованно планировать ремонт-

ные работы, учитывая ремонтные периоды, циклические ремонты и ожидаемые неполадки на основании соответствующих технических данных и обоснованной, правильной статистической оценки.

Для организации работ по эффективному текущему ремонту необходимо вести точный учет по основным средствам, правильно планировать операции, готовить работы, и наконец рассчитывать выработки. Для осуществления этого применение вычислительных машин показывается крайне целесообразным.

*А. Блашковиц*, инж.-химик — *Я. Гардош*, инж.-механик: **Значение определений дорожного октанового числа и отечественный опыт определений** ..... Стр. 84

Целью определения дорожного октанового числа является выявление влияния свойств бензина на дорожное октановое число. В результате определений можно установить, что при бензине с данным о. ч. по методу, дорожное октановое число определяется в первую очередь величиной  $\Delta R_{100}$ . С снижением величин  $\Delta R_{100}$  дорожное октановое число возрастает. На снижение его величин благоприятно влияет и увеличение количества легких компонентов. С ростом содержания меркаптана и ароматических, как правило, моторные свойства бензинов ухудшаются.

*А. Ароксалаши*—*П. Шугар*, инженеры-химики: **Задачи оптимизации в проектировании нефтеперерабатывающих заводов** ..... Стр. 87

В случае проектирования нового нефтеперерабатывающего завода метод линейного программирования может успешно применяться уже в течение подготовительного периода капиталовложения для исследования связи между основным производством и цехами смешения. Оптимальная технология переработки может быть определена итеративным связыванием программы оптимизации, применяемой при планировании выпуска продукции с программой, разработанной для определения экономичности на ЭВМ. Данный метод допускает сопоставление интегрированной экономической эффективности отдельных технологических вариантов на более длинный период.

Д-р *И. Фельдвари*, инж.-химик, к. х. н.: **Задачи в области внедрения вычислительной техники в нефтеперерабатывающей промышленности** ..... Стр. 89

На Дунайском нефтеперерабатывающем заводе работы по внедрению вычислительной техники были начаты в 1968 году. Целью договора генерального проектирования, заключенного с Проектным Институтом по нефтяной и газовой промышленности было поставлено применение ЭВМ для проектирования и программирования выпуска продукции, внедрения управления технологическими процессами, программирования работ по складскому и общезаводскому хозяйству. Тип ЭВМ уже выбран, ожидаемый срок ее ввода в эксплуатацию: в течение 1971 г. Опыт и результаты разработки организационной структуры завода с вычислительной техникой могут быть использованы и на других предприятиях химической промышленности.

\*

Dr.-Ing. *József Károlyi*, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dr.-Ing. *Pál Steingaszner*, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Károly Jakob*: **Entwicklungstendenzen für Motorenbenzine** ..... S. 66

Die Massnahmen des 1971 begonnenen 4. Fünfjahrplans für die Verkehrsentwicklung sehen eine Erhöhung des PKW-Parks von den gegenwärtigen etwa 250 000 auf 500—550 000 Wagen, d. h. eine 2—2,2-fache Zunahme vor. Eine so grosse Erhöhung des PKW-Parks benötigt nicht nur die Steigerung der Benzinproduktion, sondern infolge einer sprunghaften Modernisierung der Zusammensetzung des Kraftfahrzeugsparks werden erhöhte Qualitätsforderungen gegenüber den Treibstoffen gestellt werden. Dementsprechend werden sich dieselben im Eil-

tempo in Richtung der höheren Oktanzahlen verschieben. Man muss sich darauf vorbereiten, dass über die in den bisherigen MSZ (Ungarischen Normen) festgelegten Eigenschaften der Benzine hinaus auch die Einhaltung sonstiger Qualitätskennwerte erforderlich sein wird.

Dr.-Ing. *Sándor Nagy*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Über die Möglichkeit einer Steigerung der Rückstandölproduktion in der mit Propan arbeitenden Entasphaltierungsanlage der Donau-Erdölraffinerie** . . . . S.

Auf Grund der Untersuchung von Industrieanlagen und Laborversuchen wurde vom Verfasser festgestellt, dass bei Entasphaltierung des vom Romaschkino-Erdöl stammenden Goudrons die Rückstandölausbeute mittels von unten nach oben wirkender Harzstoffzirkulation in der Extraktionskolonne um etwa 15 bis 20% erhöht werden kann. Untersuchungen beweisen, dass die wichtigsten Apparate der Entasphaltierungsanlage in der Donau-Erdölraffinerie nach der Anlagerekonstruktion beinahe zu einer Verdoppelung der Leistung des Betriebs gegenüber der ursprünglich geplanten geeignet sind.

Der Verfasser ist der Meinung, dass im Falle einer Rekonstruktion auch die Ausführung der Kondensationswärmenutzung der Propandämpfe zweckmässig wäre.

Dipl.-Ing.-Ökonom *Béla Nagy*—Dipl.-Ing. *Sándor Nagy*: **Entwicklungsfragen der Herstellung von Qualitätsbitumen** . . . . . S.

Die Zalaer Erdölraffinerie hat bisher aus dem Nagy-lyeyler Rohöl mit kleinem Gehalt an Weissprodukt hauptsächlich verschiedene Bitumen produziert. In der Zukunft kann mit der Verarbeitung von Rohölen aus dem Nahen Osten gerechnet werden. Die voraussichtlichen Produkte werden ausser Bitumen Treibstoffdestillate sein. Infolge der Änderung des Rohstoffs müssen die Technologie, und bis zu einem gewissen Ausmass, die vorhandenen Einrichtungen geändert werden, damit aus dem neuen Rohöl genügend Produkte entsprechender Qualität, in erster Linie Bitumen, produziert werden können.

Dr. *Endre Vámos*, Chemiker, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl. Chemiker *Emil Pataki*: **Untersuchung primärer Schlammbildungsneigung von Heizölen** S.

Ungarische Heizöle wurden auf Lagerungsstabilität untersucht. Die angewandte Labormethode war das Verfahren NBTL Nr. 791. Das Prüfgerät wurde zwecks Verwirklichung strengerer Prüfungsverhältnisse modifiziert. Bei solchen Prüfungsverhältnissen zeigten die ungarischen Heizöle eine sehr gute Lagerungsstabilität. Dieselben weisen keine Schlammbildungsneigungen auf. In dieser Hinsicht waren auch die schweren Heizöle zufriedenstellend.

*Antal Szaitz*, Dipl. Wirtschaftsprüfer: **Über die Leitung der Instandhaltungstätigkeit** . . . . . S.

Die Instandhaltungstätigkeit in den ungarischen Erdölraffinerien ist nicht zeitgemäss. Deshalb ist es notwendig, ein wirksames Leitungssystem auszuarbeiten, ein Übereinstimmen der Produktion und der Instandhaltung zustande zu bringen, die Planung der Instandhaltung wohlwogen auszuführen mit Rücksicht auf die grossen Stillstände, zyklischen Reparaturarbeiten und zu erwartenden Havarien auf Grund von durchdachten entsprechenden technischen Angaben und richtiger statistischer Wertung. Für die Organisation der richtigen Instandhaltungstätigkeit sind eine genaue Evidenzführung der Anlagemittel, eine Vorbereitung der Arbeiten, eine richtige Operationsplanung und die Verrechnung der Arbeitsleistungen unentbehrlich. Eine Anwendung von Computern erscheint für diesen Zweck ausserordentlich zweckmässig. Nach einer entsprechenden Korrelationsuntersuchung geben die auf diese Art ausgeführten Prüfgeräte schnelle Informationen über sämtliche mechanischen Eigenschaften der Schmierfette.

Dipl.-Ing. *Aladár Blaskovits*—Dipl.-Ing. *János Gárdos*: **Über die Bedeutung der Strassenoktanzahl-Messungen, Messungserfahrungen in Ungarn** . . . . . S.

Es wurden Strassenoktanzahl-Messungen durchgeführt um die Wirkung der einzelnen Benzineigenschaften auf die Strassenoktanzahl zu bestimmen. Es kann auf Grund der

Messungen festgestellt werden, dass die Strassenoktanzahl in erster Linie vom  $\Delta R_{100}$ -Wert des Benzins abhängt. Bei abnehmenden  $\Delta R_{100}$ -Werten erhöhen sich die Strassenoktanzahlen. Durch Anstieg des Anteils der leichtsiedenden Komponenten wird die Strassenoktanzahl günstig beeinflusst. Durch Erhöhung des Merkaptan- und Aromatengehalts werden die motorischen Eigenschaften der Benzine im allgemeinen verschlechtert.

70 Dipl.-Ing. *Kálmán Árokszálási*—Dipl.-Ing. *Péter Sugár*: **Optimierungsaufgaben bei Projektierung von Erdölraffinerien** . . . . . S.

Die Methode der linearen Programmierung kann im Falle der Projektierung einer neuen Erdölraffinerie schon in der Vorbereitungsphase der Investition für die Untersuchung der Beziehungen zwischen den technologischen und den Mischbetrieben erfolgreich angewandt werden. Die Bestimmung einer optimalen Raffinationstechnologie kann durch Anlaufen eines bei Projektierung der Produktion angewandten Optimierungsprogramms und eines zur Wirtschaftlichkeitsberechnung ausgearbeiteten Computer-Programms in iterativer Beziehung durchgeführt werden. Diese Methode ermöglicht einen Vergleich von langfristigen integrierten Werten der wirtschaftlichen Wirksamkeit einzelner technologischen Varianten.

74 Dr.-Ing. *István Földvári*, Kandidat der chemischen Wissenschaften: **Über die Aufgaben der Computerisierung in der Erdölverarbeitungsindustrie** . . . . . S.

Die Donau Erdölraffinerie hat 1968 mit der Ausgestaltung ihrer Computer-Organisation begonnen.

Der mit dem Projektbüro für die Erdöl- und Erdgasindustrie abgeschlossene Generalprojektierungsvertrag hat die Einführung der Produktionsplanung, der Programmierung und der Prozessregelung und eine Computer-Adaptation der mit der Lagerwirtschaft und den Hilfsprozessen verbundenen Arbeiten vorgesehen.

Der Typ des Computers, der wahrscheinlich im Laufe des Jahres 1971 in Betrieb gesetzt wird, wurde bereits ausgewählt.

Die Erfahrungen und Ergebnisse der Ausgestaltung der Computer-Organisation können auch in anderen chemischen Betrieben angewandt werden.

\*

Dr. *József Károlyi*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences—Dr. *Pál Steingaszner*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences—*Károly Jakob*, Chemical Eng.: **Development tendencies of improving motor gasoline quality** . . . . . p.

Measures for improving traffic in the 4th Five Year Plan starting in 1971 allocate an increase of Hungary's passenger car park from the present 250 000 up to 500—500 000 units, that is a 2—2.2-fold growth. This strong increase necessitates not only the speeding up of gasoline production but, because of sudden modernization of motor-vehicle park population, increased fuel quality requirements are raised. As a result of this modernization higher octane number fuels will appear on the market in a short time. Besides characteristics specified so far for gasolines in MSZ (Hungarian-standards), observance of other quality features will become necessary, too.

Dr. *Sándor Nagy*, Chemical Eng., Candidate of Technical Sciences: **Expansion possibilities of residual oil production in the propane deasphalting plant at Duna Refinery** . . . . . p.

A possibility of expansion by 15 to 20 per cent of the residual oil production is given in the propane deasphalting plant by application of resinous stream circulation to the upper section from the bottom of extraction columns based on lab measurements and plant considerations in case of vacuum residue processing from Romaschkino crude. Examinations pointed out that the main equipment of the propane deasphalting plant at Duna Refinery are serviceable for a nearly doubled expansion of the nominal capacity by retooling.

If this be the case, partial utilization of propane vapour condensation heat should be recommended, too.

Béla Nagy, Economic Eng.—Sándor Nagy, Chemical Eng.:  
Development problems of producing quality bitumen . . . p. 74

The Zala Refinery has up to now produced various bitumina from Nagylengyel crude containing only small amounts of light distillates. In the future Middle-East crudes are to be processed in this refinery. In addition to bitumen, products to be expected are fuel distillates. As a consequence of the change of crude type, refining technology and, to a certain extent, existing equipments will have to be modified, too, in order to produce sufficient amounts of marketable products from the new crude.

Dr. Endre Vámos, Chemist, Candidate of Chemical Sciences—Emil Pataki, Chemist: Examination of primary sludge forming tendency of fuel oils . . . p. 77

Hungarian fuel oils been examined as to their storage stability. Laboratory method NBTL No 791 was used. Testing equipment was modified in order to obtain stricter testing conditions.

Hungarian fuel oils showed very good storage stability under these conditions and no tendency of sludge forming could have been proved although extremely heavy bunker oils were tested, too.

Antal Szaitz, Chartered Accountant: Management of running maintenance activity . . . p. 81

Running maintenance activity in Hungarian petroleum refineries is not up-to-date. Therefore it is necessary to develop an effective management system, to bring maintenance work into harmony, to carry out maintenance planning in a well-considered way taking into account big standstills, cyclic repairs and failures to be expected on the basis of adequate, carefully examined technical data and proper statistic evaluations.

Accurate registration of fixed assets, proper operation planning, the work preparation and accounts of work performed are indispensable for organizing proper maintenance activity. For this purpose the use of computers seems to be extremely expedient.

Aladár Blaskovits, Chemical Eng.—János Gárdos, Mechanical Eng.: Importance of Road Octane Number measurements; Hungarian measuring experiences . . . p. 84

Aim of Road Octane Number measurements is to determine how gasoline properties influence the Road Octane Number. From measuring results it can be stated that for a gasoline of given Research Octane Number, the Road Octane Number is primarily determined by the  $\Delta R_{100}$  value. With decreasing  $\Delta T_{100}$  values the Road Octane Number increases. Increasing the light components fraction also influences the reduction of this value favourably. Motor characteristics of gasolines generally deteriorate with rising mercaptane and aromatic contents.

Kálmán Árok szállási, Chemical Eng.—Péter Sugár, Chemical Eng.: Optimization tasks when projecting petroleum refineries . . . p. 87

When projecting a new petroleum refinery, the linear programming method can successfully be applied in the preparatory stage of investment already for examining relations of technological and mixing plants. An optimal refining technology can be determined by running an optimizing program used when planning production and a computer program elaborated for rentability calculations, both programs being in an iterative connection. This method enables the long-range integrated economic efficiencies of the individual technological variants to be compared.

Dr. István Földvári, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences: Computerizing tasks in the petroleum refining industry . . . p. 89

The Duna Refinery has started developing its computer organization in the course of 1968.

The general contract concluded with the Designing Office for Oil and Gas Industry envisaged the introduction of production planning and programming as well as of process control, and the computer adaptation of store management works and those connected to maintenance.

The computer type has been selected. It is expected that the computer will be put running order in the course of 1971.

Experience and results of developing this computer organization may be used in other chemical plants, too.

## TÁJÉKOZTATÁS

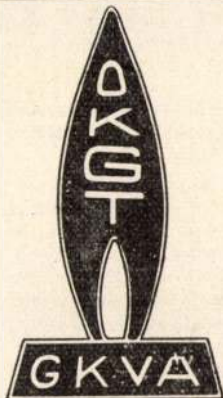
Egyesületünk budapesti központja a Technika Házán belül a III. emeletről a II. emeletre költözött.

Ennek megfelelően Egyesületünk új címe: Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest, V., Szabadság tér 17. II. em. 221.

Elnök—Főtitkár . . . . .	223. szoba
Titkár (Csák Tibor) . . . . .	220. szoba, telefon: 121-742
Titkárság (Boda Józsefné, Király Ottóné, Vásárhelyi Deszóné) . . . . .	221. szoba, telefon: 318-926, 121-742
Pénzügyek (Varga Frigyes) . . . . .	211. szoba, telefon: 124-248
Lapexpedíció és tagdíjügyek (Jakóby Lászlóné) . . . . .	222. szoba, telefon: 127-084
Szakosztályi előadók (Kiszely Mária, Vékony Mária) . . . . .	212. szoba, telefon: 311-725
Munkabizottságok, könyvtár . . . . .	228. szoba
Előadóterem . . . . .	224. szoba

A BKL KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ Szerkesztő Bizottsága minden hó második hétfőjén 15 órakor tartja üléseit Egyesületünk központjában.

Binder Béla okl. bányamérnök, főszerkesztő címe: Budapest, VI., Munkácsy Mihály u. 16. NIMDOK: 123-519; kéziratos, megkereséseket kérjük erre a címre küldeni.



### ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Telefon: 290—020 Telex: 3716

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

részére ajánlja szolgáltatásait.

A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!



## Vízügyi Termelőeszköz-kereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products

Vállalatunk raktárról forgalmazza különböző földmunkagépek, szivattyúk, lánctalpas traktorok, erőgépek alkatrészeit;  
továbbá szerelvények, öntözési és vízellátási berendezések, anyagok, AC cső, műanyagcső beszerzésével is foglalkozik.

Szolgáltatásunk kiterjed különböző gépek és műszerek beszerzésére hazai forrásból, valamint import útján minden viszonylatban.

Különbéle földmunkagépek, szivattyúk, építőipari gépek

***műszaki vevőszolgálatát is ellátjuk.***

**VITEX**

Budapest IV., Dunasor 15.

Postafiók: Újpest 1.—86

TELEX: 00-3571

TELEFON: 292-970

**MINTHA  
származékát  
kapna...**



BALÁZS GY 1970

**AFOR**  
BENZIN-OLAJ  
**EXTRA**  
SZUPERBENZIN!



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 97—128 oldal

BUDAPEST, 1971. ÁPRILIS HÓ

4

**TARTALOM**

SZILAS A. PÁL

MEGYERI MIHÁLY

AVAR BÉLA

MOLNÁR JÁNOS

Tixotróp pszeudoplasztikus kőolaj nyomásvesztés-számításra alkalmas folyási görbéinek meghatározása .....	97
A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata .....	101
Nagy széndioxid-tartalmú gázok rétegbe sajtolásával kapcsolatos korróziós tapasztalatok ...	110
Hazai gázmennyiségmérő berendezés .....	115
<b>DÁNIEL LAJOSNÉ</b> .....	125
Egyesületi hírek (Elnökségi ülés: GYULAY ZOLTÁN: Az OMBKE szervezetének korszerűsítése) .....	121
Szakosztályi hírek (Az 1971. évi őszi vándorgyűlés) .....	123
Szakosztályi hírek .....	125
Hírek az üzemekből .....	124
Könyvismertetés .....	125
Új könyvek .....	120
Az iparág köréből: az OGIL 1969. évi Műszaki Tudományos Közleményei (Tartalomjegyzék)	126
MTSZ hírek .....	125
Külföldi hírek .....	109, 126
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	127

**A SZÁM SZERZŐI:**

AVAR BÉLA okl. vegyészmérnök (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Lovászi); MEGYERI MIHÁLY dr. okl. olajmérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); MOLNÁR JÁNOS okl. villamosmérnök, osztályvezető (Kőolajvezeték Vállalat, Siófok); SZILAS A. PÁL dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tanszékvezető egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**HELYESBÍTÉS**

Ez évi 3. számunk szerzői között tévesen közöltük GÁRDOS JÁNOS okl. gépészmérnök, tud. munkatárs munkahelyét. Nevezett a Közúti Közlekedési Tudományos Kutató Intézet (Budapest) alkalmazottja. (A szerkesztő.)

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK****KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-1077 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PÁTSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZÉGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÓZÓ dr.

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

4. szám

1971. április

## Tixotróp pszeudoplasztikus kőolaj nyomásvesztés-számításra alkalmas folyási görbéinek meghatározása

SZILAS A. PÁL

*Tixotróp pszeudoplasztikus kőolaj csőtávvezetékben való szállításának tervezésekor meg kell határozni, hogy a várható talajhőmérsékletknél mekkora lesz az áramlási nyomásvesztés. Nehézséget okoz, hogy a nyomásvesztés-számítás alapjául szolgáló folyási görbe laboratóriumi meghatározására nincsenek előírások, s a feladat meglehetősen összetett. — Kidolgoztuk a reprezentatív minta vételének, szállításának, tárolásának és az állandósult áramlásra jellemző folyási görbe meghatározásának módszerét. A módszer pontosságát üzemi kísérletekkel ellenőrizzük.*

Csővezetékben való kőolajszállítás tervezésének és irányításának szempontjából alapvetően fontos, hogy az áramlási nyomásgradienst a gyakorlatban előforduló minden üzemi paraméterhez meg tudjuk határozni. Newtoni viszkozitású kőolajnál ez a feladat viszonylag egyszerű. Az algyői kőolaj azonban anomális, nem newtoni folyási tulajdonságú, tixotróp pszeudoplasztikus. Algyőről 1971-től kezdve évi 1 millió t olajat kell a 162 km távolságban levő Szászhalombattára csőtávvezetéken át szállítani. A tervezés előfeltétele volt, hogy a várható áramlási nyomásvesztésüket különböző lehetséges talajhőmérsékletnél és hozamnál ismerjük. Tixotróp pszeudoplasztikus kőolaj áramlási nyomásvesztését hazánkban eddig még nem számították, a világirodalomban is csak 1963 óta közölnek számítási eljárást [1]. A tényleges tervezés számos problémájára azonban az irodalom semmi tájékoztatást nem ad. A pontos tervezésnek viszont nagy a jelentősége. Erre utal az algyő—szászhalombattai csőtávvezeték létesítésének kerekén 350 millió forintos várható költsége. — A tisztázatlan problémák megoldását a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszéke dolgozta ki. Ehhez mintegy három évig tartó, igen következetes és meglehetősen költséges (8,5 millió forintos) vizsgálat sorozatra volt szükség. A feladat megoldásából igen jelentős részt vállalt

a Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat (Török Attila olajmérnök vezetésével), a Kőolajvezeték Vállalat (Komornoki László bányamérnök vezetésével) és jelentős segítséget nyújtott a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat (Juratovics Aladár olajmérnök vezetésével).

Az elvégzendő feladatok a következőkben foglalhatók össze:

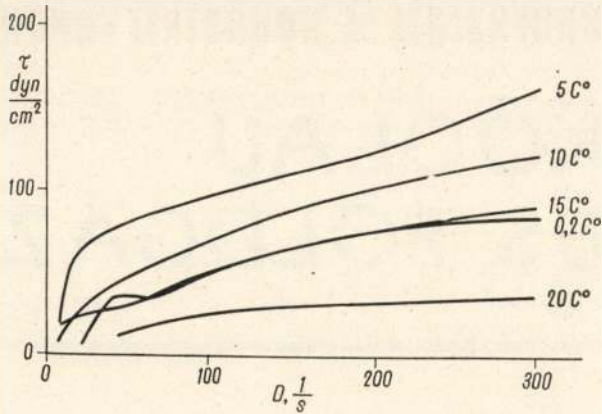
1. Az állandósult áramlásra jellemző reprezentatív folyási görbe laboratóriumi mérési metodikájának kidolgozása.

2. A folyási görbék alapján a hozam-nyomásgradiens összefüggés kiszámítása különböző várható talajhőmérsékletnél.

3. Üzemi méretű, talajba sülyesztett csővezetékben áramlási kísérletek végrehajtása. A kísérletekből meg kellett határozni a hozam-nyomásgradiens összefüggést az aktuális áramlási hőmérsékleten.

Ha a 3. alatti jelleggörbe megegyezik a 2. alapján számított és ugyanakkora hőmérsékletre tartozó jelleggörbével, akkor jogosan feltételezhető, hogy a 2. szerinti egyéb hőmérsékletre érvényes folyási görbék is megfelelő pontosságúak. Ebben az esetben laboratóriumi mérések és számítások alapján kiszámíthatjuk a teljes év várható üzemviszonyait, s lehetségessé válik az is, hogy költséges üzemi kísérletek nélkül eldönthessük a különböző folyásitulajdonság-javító eljárások várható hatását. Vizsgálataink eredményét az alábbiakban foglalom össze.

Időfüggvényes, esetünkben tixotróp pszeudoplasztikus kőolaj reológiai vizsgálatára az irodalom igen hézagossá tájékoztatást ad. Ezért a nem tixotróp, azaz tisztán viszkózus pszeudoplasztikus folyadékok laboratóriumi mérésénél szokásos eljárással kezdtük meg kísérleteinket 1967-ben. Az 1. ábra a Haake-gyártmányú rotációs viszkoziméterrel meghatározott

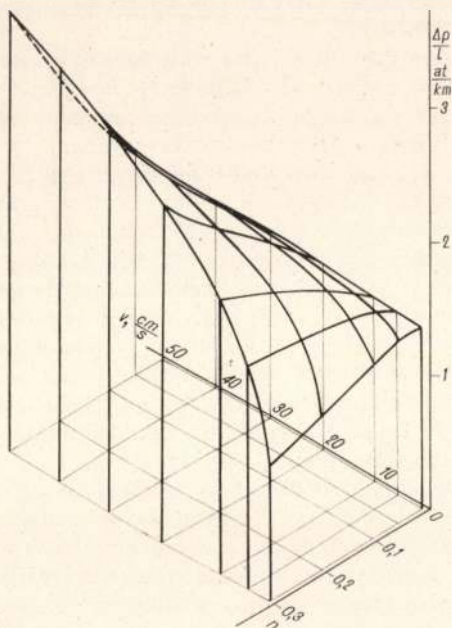


1. ábra

$\tau_{\infty} = f(D)_{\infty T}$  folyásigörbe-sereget ábrázolja. Egyszerű rátekintésre is látható, hogy a görbék alakja egyáltalán vagy részben sem pseudoplasztikus jellegű, s a különböző hőmérsékletre tartozó folyási görbék a teljes mérési tartományban gyakran nem logikusan követik egymást. S ami itt nem látható: a grafikusan korrigált görbeseregéből számított áramlási nyomásgradiensek szélső esetben 2–3-szor nagyobbak voltak a megfelelő üzemi hőmérsékleten üzemi kísérlettel meghatározott áramlási gradiensnél. A folyási görbék pontosságának jelentőségére mutat a 2. ábra. Itt számítási összefüggések alapján ábrázoltuk, hogy a  $\tau = \eta' D^n$  képlettel jellemzett, azaz a hatványtörvényt követő folyási görbéből számítható  $\Delta p/l$  nyomásgradiens  $d = 30,8$  cm átmérőjű vezetéknel és  $\eta' = 100$  dyn s/cm<sup>2</sup> folyási tényezőnél miként változik a  $\bar{v}$  áramlási sebességgel és a görbe dőlésére jellemző  $n$  kitevővel. Látható, hogy  $n$  igen jelentősen befolyásolja a nyomásgradienst.

Vizsgálataink kimutatták, hogy a folyási görbesereg anomáliáinak fő okai a következők:

a) A minta diszperzfázis-tartalma a mintavétel és laboratóriumi vizsgálat időpontja között ülepedik.



2. ábra

b) A minta hőmérsékleti előléte nem egyezik meg a csőtávvezetékbe beáramló kőolaj hőmérsékleti előlétevel.

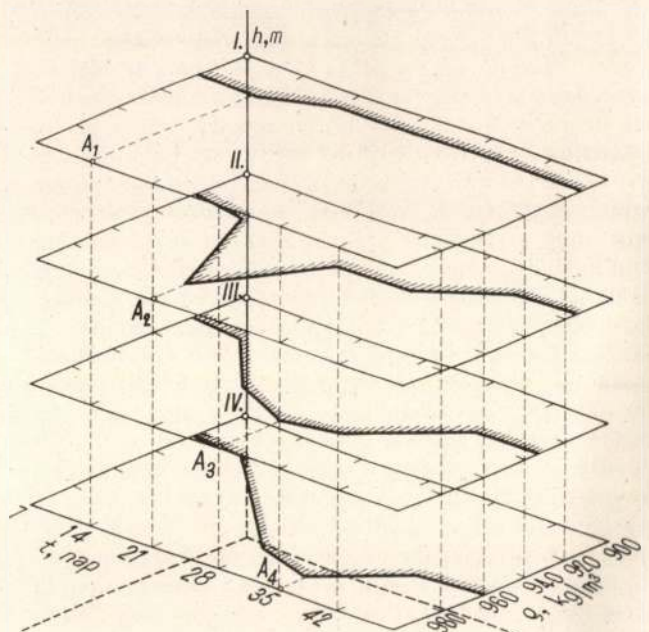
c) A kőolaj folyási tulajdonságai a mintavétel és a laboratóriumi vizsgálat közötti időben bekövetkezett hőmérséklet-változások hatására irreverzibilisen megváltoznak.

d) A mintavétel és a laboratóriumi vizsgálat közötti időben a kőolaj könnyűszénhidrogén-tartalma részben elpárolog.

e) A reoviszkoziméterben való mérésakor az olajminta nem homogén folyási tulajdonságú.

### Mintavétel

Az algyői kísérletek megkezdése előtt vizsgálatokat végeztünk annak tisztázására, hogy változhatnak-e a kőolaj fizikai tulajdonságai a mintavétel és a laboratóriumi mérés közötti időben. A vizsgálatokat az ugyancsak pseudoplasztikus tixotróp, de az algyői-nél kevésbé anomális folyási tulajdonságú, víztelen nagylengyeli olajjal végeztük. A vizsgált olajat 30 mm átmérőjű függőleges üvegcsőbe öntöttük. A csövön 4 helyen, egymástól 160 mm távolságban, megcsapolási helyeket létesítettünk. 7 naponként minden szintről mintát vettünk, majd a minta sűrűségét a Milley által kidolgozott kapillárisos méréssel határoztuk meg. Az egyik méréssorozat eredményét a 3. ábra mutatja. Az idő- és sűrűségmérési pontokat összekötő görbék a mintavételi helyek magasságában ábrázoltuk. Látható, hogy a kőolajminta sűrűsége kezdetben minden szinten azonos volt, majd egy maximális értékig nőtt s utána ismét csökkent. Az  $A_1$ – $A_4$ -gyel jelölt maximumpontok annál később alakultak ki és az ezt követő sűrűségcsökkenés üteme annál lassúbb volt, minél lejjebb volt a vizsgált szint. A jelenség magyarázata, hogy a kőolajban diszpergált szilárd fázis ülepedik, s a mintavétel helyétől és időpontjától függően eltérő diszperzfázis-tartalmú mintát kaphatunk. Ezzel együtt



3. ábra

változik az olaj folyási jellege is. További, algyői olajjal végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a szobahőmérsékleten hosszabb ideig (néhány hét, hónap) tárolt minta folyási tulajdonságai intenzív rázás és keverés után sem voltak megnyugtatóan reprodukálhatók. A mintának tehát frissnek kell lennie, s gondoskodni kell arról, hogy diszperz fázis a laboratóriumi vizsgálat időpontjáig ne ülepedjen ki.

Az anomáliák okának, kiküszöbölésének további tárgyalása előtt össze kell foglalnunk a tixotrop pszeudoplasztikus folyási jelleget kiváltó kőolajalkotó részek hatását, jellemzőit. Az anomális folyási tulajdonságokat a paraffinok, aszfaltének, a gyantás komponensek (vagy más néven maltének) és egyik fenti csoportba sem sorolható vegyületek okozzák [2]. A paraffinokhoz több, a reológiai tulajdonságokat különböző mértékben befolyásoló vegyületcsoport tartozik. Ezek a  $C_nH_{2n+2}$  összegképlettel jellemzett egyenes láncú normál- és elágazó láncú izoparaffinok, a  $C_nH_{2n}$  összegképletű monocikloparaffinok. Reológiai szempontból azok a paraffinvegyületek fontosak, amelyek a 0–100 °C közötti hőmérséklet-tartományban a kőolajban szilárd halmazállapotban vagy diszperz kolloidokként vannak jelen. A hőmérséklet csökkenésével mindig elegykristály alakul ki, amikor a magas hőmérsékleten kiváló kristálykezdeményekre alacsonyabb hőmérsékleten kiváló s a kristályformát módosító paraffinok rakódnak le. A hőmérséklet-csökkenés ütemétől függően a kivált paraffinok makroszerkezete igen jelentősen eltérhet. Gyors lehűlésnél sok, egymástól független kis méretű kristály keletkezik, lassú lehűlésnél olyan lemez, tű és szalag alakú képletek jönnek létre, amelyek összefüggő térrácsot is alkothatnak. Jelentősen módosíthatja a paraffintérrácsot a kőolaj aszfalten- és malténtartalma, kevésbé az egyéb szilárdanyag-tartalom. Az aszfaltenrészecskék paraffinkristályok magjai lehetnek, s így a paraffinstruktúra kiindulási formáját befolyásolják. A malténeknek reológiai szempontból két fő hatásuk van: egyrészt pepitizáló hatásukkal oldatban tartják az aszfalténeket, másrészt a paraffinkristályokra adszorbeálódva gátolhatják nagyobb paraffinkristályoknak és ezáltal az összefüggő térrácsnak kialakulását.

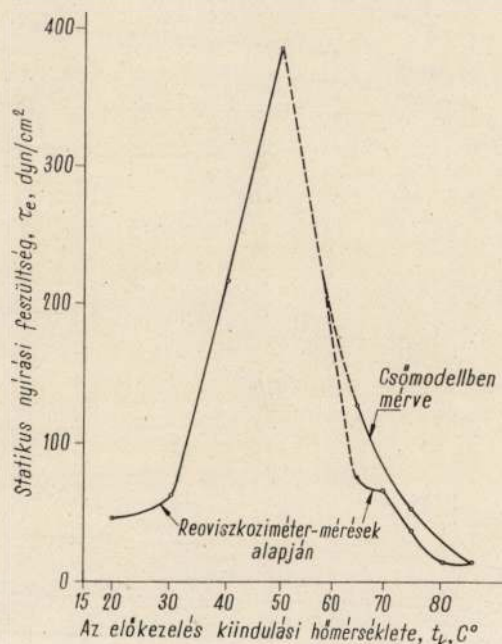
#### A minta hőmérsékleti élete

Ha a kőolajmintát olyan hőmérsékleten vették, amelynél a paraffinoknak legalább egy része már szilárd állapotban van, akkor a további hőmérsékletváltozások lefolyása determinálja a térrácsnak és így a folyási tulajdonságoknak további alakulását. Ha az olajminta akár a szállítás és tárolás közben kényszerű, akár a műszerbe való töltés előtt szándékos hőközlés hatására felmelegszik, majd ismét lehűl, az alábbi folyamat játszódik le: felmelegítéskor a már kivált paraffin egy része ismét feloldódik, majd lehűlve a szilárd halmazállapotban maradt (térrács-töredékekre degradálódott vagy eredetileg is különálló) diszperz fázisra rakódik. Így a kiindulási hőmérsékletre visszatérve már új, az eredetitől eltérő szilárdságú, s a nyíróhatásokkal szemben más tulajdonságú térrács, következésképpen más folyási görbével jellemezhető folyadék jön létre.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy mindenekelőtt meg

kell határozni azt a hőmérsékletet, amelyen a térrácsalkotók lényeges része már kivált. Esetünkben ez a kritikus hőmérséklet mintegy 20 °C volt. A tervezett távvezetékbe való beáramláskor ennél magasabb olajhőmérséklet nem volt várható. A reprezentatív laboratóriumi minta biztosítása érdekében ezután több előírást tettünk: a) a kőolajminta hőmérsékleti előéletének meg kell egyeznie a jövőben távvezetékbe áramló olaj hőmérsékleti életével. Ennek az előírásnak programozott hűtéssel tettünk eleget. b) A vétel után az olajmintát 5 °C-ra kell hűteni s ezen a hőmérsékleten kell tartani a laboratóriumi vizsgálatig. Ezzel biztosítottuk, hogy a diszperz fázis a diszperziós közeg nagy viszkozitása miatt nem ülepedett, s így nem keletkezett a bázismintában eltérő folyási tulajdonságú szegregátum. Az olaj nem párologott. c) A hűtött és lezárt mintát 20 °C-nál magasabb hőmérsékletre még a laboratóriumi mérés folyamán sem szabad melegíteni.

A 4. ábra mutatja ezen utóbbi előírás jelentőségét. Az ábrán ugyanazon kőolaj statikai nyírási feszültségé-



4. ábra

nek változását ábrázoltuk a műszerbe töltés előtti fölmelegítés hőmérsékletével. Mint ismeretes a műszerbe való töltés megkönnyítése és légbuborék-mentessége érdekében a mintát először általában felmelegítik (gyakran 50 °C-ra) és ezután a műszerben hűtik le a mérési hőmérsékletre. Látható, hogy az előkezelés hőmérsékletétől függően igen jelentősen változik a statikai nyírási feszültség, illetőleg ennek megfelelően az olajminta folyási tulajdonsága. Legrosszabb folyási tulajdonságú olajat éppen a viszkozimetriában gyakori 50 °C-os előmelegítési hőmérsékleten kapunk.

A fentiek figyelembevételét követően kapott és reprezentatívnak ítélt mintának az állandósult áramlásra érvényes folyási görbéit határoztuk meg különböző, 20 °C alatti hőmérsékleten. A mérési módszert hosszadalmas kísérletsorozat után alakítottuk ki. A Haake-féle rotációs viszkozimétert segédberendezé-

sekkel láttuk el. Ide tartozik elsősorban egy 1000 kcal/h hőelvonású hűtőgép, a minta hőmérsékletét mérő termoelem és a nyírási feszültséget, valamint a mintahőmérsékletet regisztráló kompenzográf. Olyan nyírási és hőmérsékleti programot írtunk elő, amely lehetővé tette, hogy egy-egy nyírási sebességhez tartozó állan-

dósult állapot gyorsan beálljon. A program azt is biztosította, hogy két mérési pont közötti tranziens állapotban az olajminta hőmérséklete minden pontjában gyakorlatilag egyenlő, és így a minta konzisztenciája homogén volt.

Az így kialakított mintavételi, kezelési és mérési program szerint meghatározott folyásigörbe-sereget az 5. ábra mutatja. Az 1. ábrával összehasonlítva látható, hogy a görbesereg „rendezettebb”: az egyes folyási görbék pszeudoplasztikus jellegűek, egymáshoz viszonyított alakjuk logikus; a két mérésorozat pontjai (telt és üres pontok) gyakorlatilag ugyanazon görbék határázóját meg, azaz a folyási görbék reprodukálhatók.

A 6. ábrán ezen folyási görbék alapján számított  $\Delta p/l = f(q_0)_T$  görbesereget ábrázoltuk  $d=12''$ -nél (30,8 cm). A 7. ábrán az előző ábra  $10\text{ C}^\circ$ -nál érvényes  $q_0 - \Delta p/l$  jelleggörbét láthatjuk. Ugyanitt ábrázoltuk az üzemi kísérletekkel meghatározott  $q_0, \Delta p/l$  pontokat. Látható, hogy ezen pontokon átfektethető görbe gyakorlatilag egybeesne a számítottal. Az egyezés mértéke eljárásunkat igazolni látszik.

Megjegyezni kívánom, hogy az 5. ábrán látható folyási görbék nem követik Ostwald és de Waale hatványtörvényét, azaz a

$$\tau = \eta' D^n$$

összefüggésben (ahol  $\tau$  a nyírási feszültség,  $D$  a nyírási sebesség és  $\eta'$  a folyási tényező)  $\eta'$  és az  $n$  kitevő nem állandó. Egy-egy  $q_0$  olajhozamnál érvényes  $\bar{v}$  sebességhez tartozó értékek kiszámításához a folyási görbén kívül a Rabinovics és Mooney által levezetett egyenletet használtuk a Reed és Metzner által meghatározott alakban [3], akik szerint a csőfalnál érvényes nyírási sebesség

$$D_{cs} = \frac{3n+1}{4n} \frac{8\bar{v}}{d}$$

Az iterációval kapott  $\eta'$  és  $n$  értékeket helyettesítettük be az ugyancsak Metzner és Reed által levezetett és a pszeudoplasztikus Re-számot, az  $Re_{pp}$ -t meghatározó

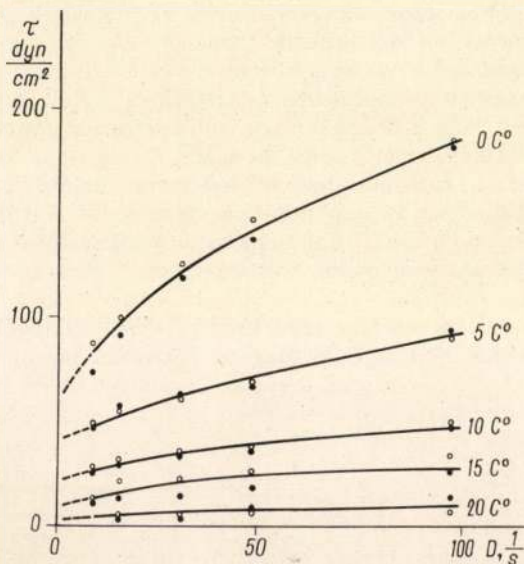
$$Re_{pp} = \frac{d^n \bar{v}^{2-n}}{\eta'} \frac{8}{\left(6 + \frac{2}{n}\right)^n}$$

összefüggésbe. Ennek ismeretében a súrlódási tényezőt a  $\lambda = 64/Re_{pp}$ , a súrlódási nyomásgradienst a  $\Delta p = \lambda \frac{l\bar{v}^2}{2d}$  képletből számítottuk.

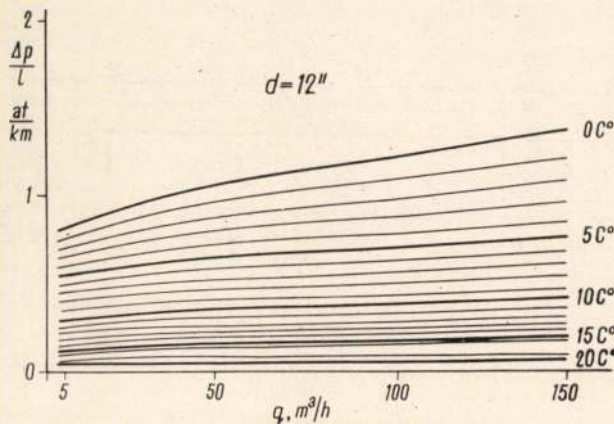
Az áramlás a vizsgált esetekben mindig lamináris volt. A számításokat ODRA 1013 számítógéppel végeztük.

#### IRODALOM

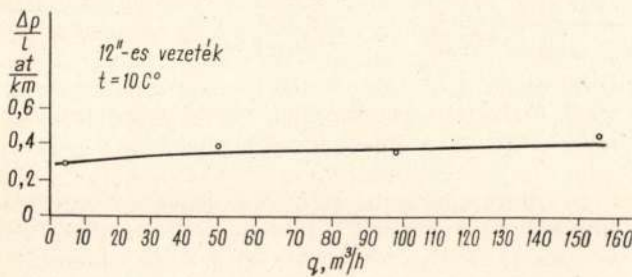
- [1] Govier, G. W.—Ritter, R. A.: Pipeline flow characteristics of crude oils. Sixth WPC, 1963. VII/1.
- [2] Milley Gy.: Nevezéktani problémák a kőolajok magas hőmérsékleten dermedő természetes komponenseivel kapcsolatban, különös tekintettel a reológiai tulajdonságokat befolyásoló komponensekre. — Olajtermelési Tanszék kutatási jelentése, 1970.
- [3] Metzner, A. B.—Reed, J. C.: Flow of non-newtonian fluids—correlation of the laminar transition, and turbulent-flow regions. A. I. Ch. E. J. Dec. p. 434—440 (1955).



5. ábra



6. ábra



7. ábra

# A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata

MEGYERI MIHÁLY

A folyadékot termelő, majd leállított kutakban végbemenő nyomásemelkedést leíró egyenletek megoldásának fizikai feltétele, hogy a kútba irányuló folyadékáramlás a termelés leállítását követően azonnal megszűnik. Az általános gyakorlat szerinti mérés-technikában azonban a kúttérfogat bizonyos részébe az utánáramlás lehetősége fennáll. A folyamatot ezen utánáramlás figyelembevételével leíró alapegyenletnek több megoldása ismeretes. Bizonyítható, hogy alkalmazhatóságuk korlátozott, ugyanis a vizsgálatok többségében nem teljesülő feltételezésekből indulnak ki.

Az utánáramlás kiküszöbölésének lehetősége a feltöltéses nyomásemelkedés-mérés, mely mérési eljárás az olajkutak nyomásemelkedési görbéinek oly módon való meghatározására vonatkozik, hogy a kút termelésének a kútfejen való megszakításával egyidejűleg a kútba olajat sajtolunk, és a nyomásemelkedést feltöltött állapotban mérjük. Az elméleti bizonyítás mellett az üzemi gyakorlat is igazolja, hogy a hidrosztatikust megközelítő telepnyomás és  $0,87 \text{ kp/dm}^3$ -nél kisebb fajsúlyú feltöltő olaj esetén a talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedési görbét kapjuk.

## 1. Bevezetés

A termelőkút lezárása után a tranziens áramlási viszonyokat van Everdingen és Hurst (1949) elemezték behatóan. Ezt követően dolgozták ki többen a nyomásemelkedési görbék értékelését. Miller, Dyes és Hutchinson (1950) elektromos integrátorokon végzett számításokkal megállapították, hogy a kútba irányuló folyadékáramlás nem pillanatnyi megszűnése erősen érezteti hatását a nyomásemelkedési görbe alakjára. Ilyen esetben a nyomásemelkedési görbe aszimptotikusan közeledik egy olyan görbéhez, amelyik a folyadékáramlás azonnali megszűnésének felel meg. Az említett szerzők azt ajánlották, hogy a réteg paramétereinek meghatározására a nyomásemelkedési görbe egyenes vonalú szakaszát kell használni, amelynek paraméterei elég egyszerűen azonosíthatók a réteg paramétereivel.

A nyomásemelkedési görbe egyenes szakaszának felhasználásán alapuló módszer — különösen kis áteresztőképességű, vékony rétegeknél — korlátozott. A görbe egyenes vonalú szakasza igen gyakran nem határozható meg kellő pontossággal. A kút huzamos leállítása szükséges ahhoz, hogy megbízható legyen az egyenes szakasz meghatározása. Minél hosszabb ideig tart azonban a nyomásemelkedési görbe regisztrálása, annál nagyobb pontosságot kell megkövetelni az alkalmazott műszerektől, mert a nyomásváltozás üteme egyre lassúbb lesz. Ezen túlmenően a nyomásemelkedési görbének csaknem egyenes vonalú szakasza bizonyos szög alatt közeledik a valódi egyenes szakaszhoz mindaddig, amíg a kútba utánáramlás van. Ezért a nyomásemelkedési görbe csaknem egyenes vonalú szakaszának pontjain keresztül meghúzott egyenes esése eltérhet a valódi egyenes szakasz esésétől, és így hibákat kaphatunk a rétegparaméterek meghatározásakor, valamint a statikus rétegnomás extrapolációjánál.

Az utánáramlás hatása — különösen kis áteresztőképességű rétegeket megnyitó kutak esetében —, gyakran oly mértékben torzítja el a görbét, hogy a rétegre és kútkiképzésre vonatkozó adatok meghatározása lehetetlen.

A réteg áteresztőképességének és a kútmegnyitás minőségének ismerete nélkül a további kútmunkálatok eldöntésére nincs támpont. Rendszerint a rétegkezelések (újraproforálás, repesztések, savazások) után végzett hozamvizsgálatok alapján kapunk tájékoztatást arra vonatkozóan, hogy a kútkörzet elszennyeződése okozta-e a vártnál kisebb mérvű beáramlást, vagy a réteg áteresztőképessége oly kismérvű, hogy azon javítani nem lehet és minden ilyen törekvés sikertelen.

Az utánáramlási probléma megoldása, vagyis az olajkutakon felvett nyomásemelkedési görbékkel számítható réteg- és kútparaméterek egyértelmű meghatározása érdekében két irányú vizsgálatot végeztünk.

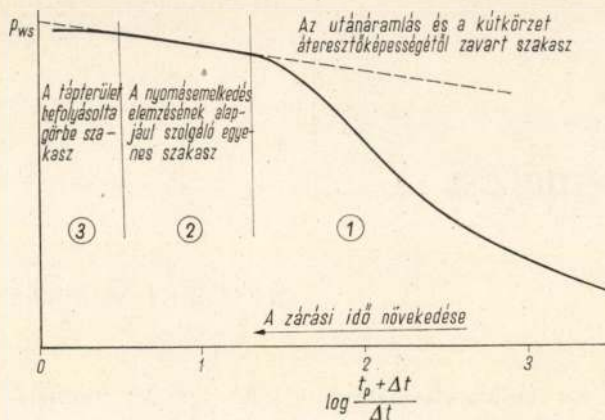
1. Tanulmányoztuk az utánáramlás figyelembevételének lehetőségeit a szakirodalomban közölt elméleti összefüggések alapján. A megvizsgált eljárások a réteg paramétereit a kút zárása után folytatódó folyadékáramlás által okozott torzítások matematikai közelítésével, a nyomás-helyreállítási görbe kezdeti szakaszának felhasználásával próbálták meghatározni.

Az utánáramlás hatásának korrigálására javasolt számítási eljárások közül Gladfelter, Tracy, Wilsey (1955), Barenblatt, Boriszov, Kameneckij, Krilov (1957), módszereit vizsgáltuk meg különböző szempontok szerint kiválasztott kutak nyomásemelkedési görbéinek értékelésénél.

2. Az utánáramlás figyelembevételével levezetett összefüggések alkalmazhatóságának tanulmányozása mellett megvizsgáltuk az utánáramlás kiküszöbölésének lehetőségeit. Egy új mérési eljárást — feltöltéses nyomásemelkedési vizsgálatot — dolgoztunk ki, melynek alkalmazhatóságát elvi és gyakorlati úton bizonyítottuk.

## 2. Az utánáramlás figyelembevételével készült megoldások vizsgálata

A termelőkutak felszíni zárása esetén a beáramlás nem szakad meg azonnal, hanem a rendelkezésre álló kúttérfogattól függően, csökkenő mértékben tovább tart. Az 1. ábrán szereplő vázlatos rajz mutatja a nyomásemelkedési görbe általános esetben kialakuló három szakaszát.



1. ábra  
A hagyományos nyomásemelkedési görbe tipikus alakja

Az első szakasz a kút közvetlen környezetének és az utánáramlásnak függvénye. A görbe második szakasza általában egyenes vonalú és az érintetlen tárolóréteg folyadékvezető képességére jellemző. A harmadik szakasz a tápterület határfelületén levő nyomásviszonyokat tükrözi.

A második, lineáris szakaszt használja fel Horner (1951) a réteg folyadékvezető képességének meghatározásához. Az összefüggések levezetésekor a rétegnél való zárást tételezte fel.

A zárás után fellépő változó beáramlás figyelembevételével — az 1. ábrán jelölt 1. szakasz alapján — számos kutató közül megoldást.

Ezen megoldások közös jellemzője, hogy különböző korrekciók alkalmazásának eredményeként a nyomásemelkedési görbe egyenes szakaszának analógiájára egy adott koordináta-rendszerben a réteg átteresztőképességével arányos egyenes szakaszt határoznak meg. Az egyenes meredekségéből az átteresztőképesség számítása minden esetben azonos összefüggéssel történik. Az egyenesnek a koordináta-rendszerben elfoglalt helyzetéből a rétegmegnyitás határfelületét számítjuk.

Az utánáramlást is figyelembe vevő módszerek alkalmazhatóságát különböző mérésekre végzett számítások alapján határoztuk meg. Az értékelhetőség és az utánáramlás üteme szerint különböző méréseket választottunk.

A nyomásemelkedési görbék értékelhetősége szerint a mérések három csoportba oszthatók:

1. Az igen jelentős utánáramlás zavaró hatása miatt a talpi zárásnak megfelelően nem értékelhetők.
2. A zárás után lényeges utánáramlás van, azonban ha a nyomásemelkedést a

$$\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$$

függvényében ábrázoljuk, úgy bizonyos zárási idő után az egyenes vonalú aszimptotát kapjuk meg.

3. Utánáramlás nincs (elhanyagolható), a termelt fluidum a kút térfogatát a zárás után közvetlenül feltöltötte. A görbe egyértelműen értékelhető.

Az 1. táblázatban tüntettük fel a vizsgált 8 kút mérésének főbb jellemzőit. Az értékelhetőségen kívül jelöltük a termelési módot, megkülönböztetve felszálló és dugattyúzással vagy segédgázzal való termelést. A termelt fluidum minőségét is jelöltük. Olaj- és víztermelő kutakat választottunk. Víztermelő kutaknál teljes mértékben kielégítő az egyfázisú áramlás feltétele.

A 2. ábrán mellékeljük a vizsgált kutakon felvett nyomásemelkedéseket a

$$\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$$

függvényében. Az ábrán látható nyomásemelkedési görbéket dolgoztuk fel a talpi zárásnak megfelelően és az utánáramlás figyelembevételére javasolt módszerekkel.

Az egyes értékelési módszerek alkalmazhatóságának feltétele az alábbiakban határozható meg:

1. Utánáramlás nélkül felvett nyomásemelkedési görbe alapján elvégzett számításoknak minden módszer esetén azonos eredményt kell adniuk. Összehasonlítási alapként ilyen esetben a Horner-feldolgozás fogadható el. A 2. ábrán feltüntetett Szank-5. és Tarany-2. jelű kutak nyomásemelkedési görbéi elégték ki ezt a feltételt.

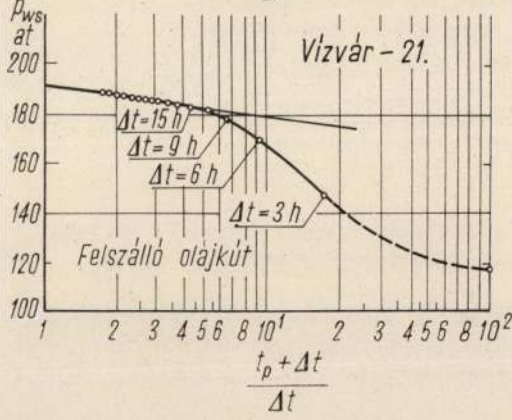
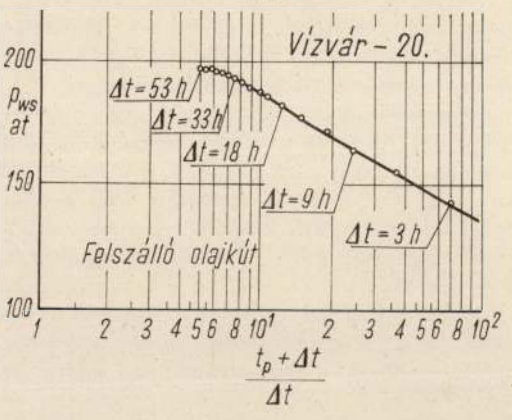
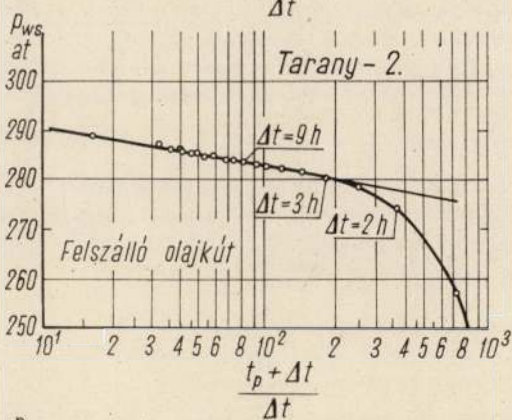
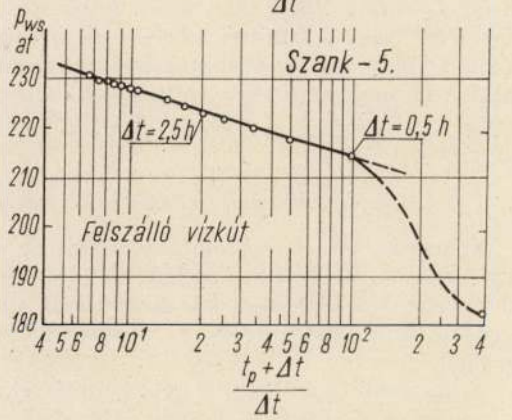
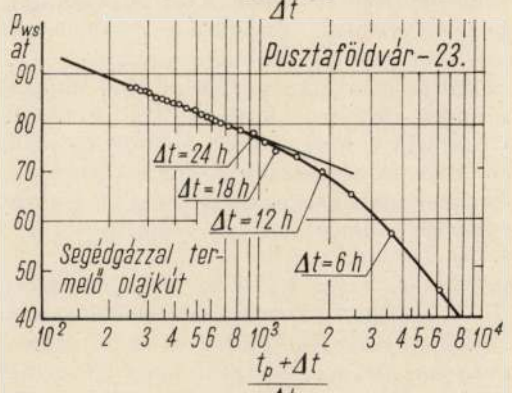
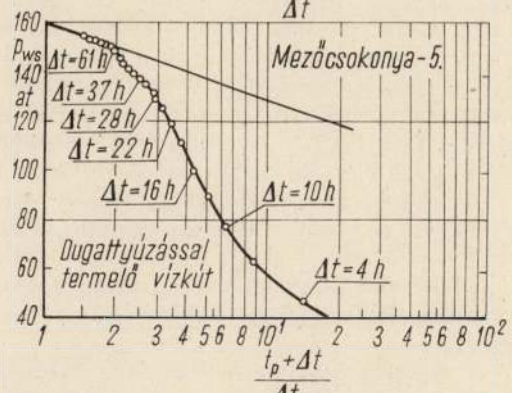
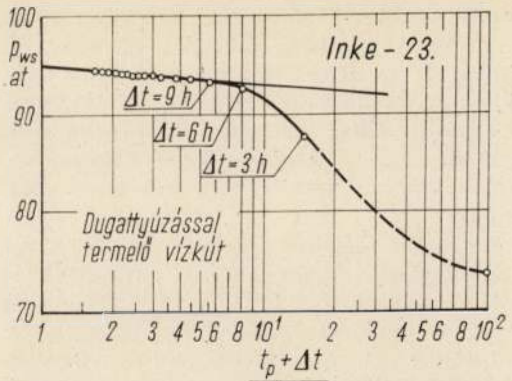
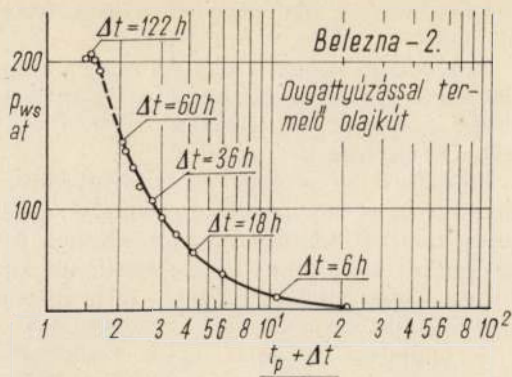
2. Az alkalmazható számítási módszer az utánáramlástól zavart görbe szakaszt a réteg átteresztőképességének megfelelő egyenesre korrigálja, melynek extrapolációja meghatározza a statikus rétegnyomást. Az egyértelműen alkalmazható módszer a 2. ábrán látható Inke-23., Mezőcsokonya-5., Pusztaföldvár-23., Vízvár-21. nyomásemelkedési görbéinek kezdeti sza-

#### A vizsgálati eredmények összefoglalása

1. táblázat

Kút jele	Értékelhetőség Horner feldolgozása szerint	Termelt folyadék	Termelési mód	Az értékelés alapját képező szakaszok meredeksége (at/cykl.)		
				Horner feldolgozása szerint	Gladfelter és munkatársai korrekciójával	Barenblatt és munkatársai feldolgozása szerint
1	2	3	4	5	6	7
Belezná-2.	Utánáramlás miatt nem értékelhető ...	olaj	dugattyúzás	—	—	112,5
Inke-23.	Végző szakasz értékelhető .....	víz	dugattyúzás	2,1	1,85	13,4
Mcs-5.	Végző szakasz értékelhető .....	víz	dugattyúzás	31,6	31,6	87,50
Pf-23.	Végző szakasz értékelhető .....	olaj	segédgáz	17,8	16,0	—
Szank-5.	Nincs utánáramlás .....	víz	felszálló	17,1	17,1	24,00
Tarany-2.	Nincs utánáramlás .....	olaj	felszálló	8,0	8,0	57,0
Vízvár-20.	Utánáramlás miatt nem értékelhető ...	olaj	felszálló	—	—	56,0
Vízvár-21.	Végző szakasz értékelhető .....	olaj	felszálló	13,8	10,2	48,0





2. ábra  
Különböző kutakon felvett és az összehasonlítási vizsgálatok alapját képező nyomásemelkedési görbék

kasait a hosszabb zárási időknél megkapott egyenesre korigálja. A Belezna-2., ill. Vízvár-20. jelű kutakon a  $\Delta t=122$ , ill.  $\Delta t=53$  óra zárási idők ellenére sem kaptunk egyenes szakaszt, ilyen esetben azt a számítási eljárást tarthatjuk helyesnek, mely a tároló más

kútjaiban mért statikus rétegyomás értékét a  $\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t} = 1$ -nél kimetsző egyenest eredményezi.

Vizsgálatainkat a korigált nyomásemelkedési görbék meghatározásáig folytattuk, ugyanis a megvizs-

gált számítási módszerek eredménye minden esetben a réteg áteresztőképességére jellemző egyenes. Az egyenes dőlése és az áteresztőképesség között a vizsgált esetekben azonos függvénykapcsolat van. Amennyiben az egyenes dőlése már eltér a helyesnek elfogadott értéktől, úgy a rétegmegnyitás határfokára, az extrapolált statikus nyomásértékre is téves eredményt kapunk.

Az 1. táblázatban foglaltuk össze vizsgálataink egy részének eredményeit. A táblázatban feltüntetettük az egyes görbék értékelhetőségét Horner feldolgozása szerint (2. ábra), a termelt folyadék minőségét, a termelési módot és a nyomásemelkedési görbék meredekségét a Horner-feldolgozás, a Gladfelter és munkatársai által javasolt módszer, továbbá a Barenblatt és munkatársai által javasolt feldolgozás szerint.

A Barenblatt és munkatársai által javasolt integrál módszer alapján végzett számítások nem adtak elfogadható eredményt: a  $\psi(t_0) - \lg t_0$  koordináta-rendszerben nem kaptunk egyértelműen értelmezhető egyenes szakaszt, az utánáramlás megszünte után helyesnek elfogadott Horner-feldolgozástól az eredmények 141—715%-os eltérést mutattak.\*

Azon módszerek — így Gladfelter és munkatársai módszere is —, amelyekben a Horner-feldolgozásban felrajzolt nyomásemelkedési görbét a zárás után a kútba áramló folyadékmennyiségtől függő tényezővel kell korrigálni, elhanyagolható utánáramlás esetén a Horner-módszer eredményét adják. Az utánáramlástól határozottan zavart görbe szakaszt nem korrigálják a megfelelő egyenesre. Csak olyan esetben adnak számítási alapot, amikor a  $p_{ws} - \lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  koordináta-rendszerben már megkapjuk az egyenes szakaszt.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a megvizsgált módszerek nem alkalmasak olyan mérvű utánáramlás hatásának kiküszöbölésére, ami a

$$p_{ws} - \lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$$

feldolgozásban az áteresztőképességre jellemző egyenestől lényeges eltérést eredményez.

Az utánáramlástól jelentősen zavart adatok alapján, a javasolt korrekciók elvégzése esetén sem lehet az áteresztőképességet meghatározni, következésképpen a kútkiképzés minőségét sem.

### 3. Az utánáramlás kiküszöbölésének lehetősége: a feltöltéses nyomásemelkedés-mérés

Az eljárás az utánáramlás kiküszöbölésének új módja, mely alkalmazható a kutatás és feltárás, valamint a termelő területek — a hidrosztatikus nyomást

\* A Barenblatt és társainak módszere azért ad hibás eredményeket, mert helytelen szakaszban választják ki az áteresztőképesség meghatározására szolgáló egyenes (görbe) meredekségét. Ezt a problémát, annak okát és korrigálását már 1965-ben közölték.

Simon S.: „Kettős porozitású tárolók rétegpáramétereinek meghatározása nyomásemelkedési görbék alapján.” Kőolaj és Földgázgazdálkodás Tudományos-Műszaki Közleményei. 1965. 89—97. (A lektor megjegyzése.)

megközelítő — olajtelepeinél nyitott kutak kivizsgálásához.

A feltöltéses vizsgálat lényege, hogy a kút termelésének kútfejen való megszakításával egyidejűleg a kútba olajat sajtolunk és feltöltött állapotban mérjük a nyomásemelkedést.

Előnyösen a termelés eredményeként a felszínre került és az oldott gáztól megszabadult olajjal töltjük fel a kútát. A feltöltő olaj sűrűségének ismeretében egyszerűen számítható az olajoszlópból adódó talpnyomás, mely általában kisebb, mint a termelés kezdeti időszakában a nyugalmi rétegnyomás.

A feltöltéses vizsgálat helyes alkalmazása esetén nem áll fenn a lehetőség a feltöltő olajnak a rétegbe való visszaáramlására, ugyanis közvetlenül a termelés megszüntetése utáni időre esik a zárási nyomásemelkedés jelentős hányada. A hidrosztatikus nyomást megközelítő telepnyomás esetén a feltöltés időtartama alatt, a réteg felől, a kút sugaránál kialakuló nyomás eléri a feltöltő olajoszlóp hidrosztatikus nyomását.

Az eljárás alkalmazhatóságát adott olajtárolónál nyitott kutak esetében előzetes számítással lehet eldönteni.

A feltöltéses vizsgálat sikerrel alkalmazható dugattyúzással és felszállóan termelő kutak vizsgálatánál egyaránt.

A módszer alkalmazhatóságához bizonyítani kell, hogy a feltöltés ideje alatt nincs áramlás a kútból a tárolóba, vagyis feltöltés közben és a kút lezárása után a kút közvetlen környezetében nagyobb nyomás alakul ki, mint az olajoszlóp hidrosztatikus nyomása, tehát a rétegnél a vizsgálat időtartama alatt végig emelkedést kapunk.

#### Az eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata

Kismértékben összenyomható folyadék vízszintes, egyfázisú, sugárirányú áramlását a diffuzivitás egyenlete határozza meg, melynek megoldását van Everdingen és Hurst (1949) adták különböző határfeltételek mellett.

Áramlástanai szempontból végtelennek tekintjük azt a tárolót, ahol a termelés vizsgált időszaka alatt a külső határ jelenléte nem észlelhető. A feltöltéses vizsgálat alkalmazhatóságának bizonyításához a végtelen tárolóra adott megoldást használtuk fel.

Dimenzió nélküli adatok alapján mutatjuk be, hogy adott feltételek teljesülése esetén a termeltetés után létrehozott talpi zárásnál a nyomásemelkedés kezdete olyan gyors, hogy a termelési idő kis hányadának megfelelő zárási idő alatt a nyomás eléri egy értéket, ami vizsgálatainknál a feltöltő olajoszlóp hidrosztatikus nyomása.

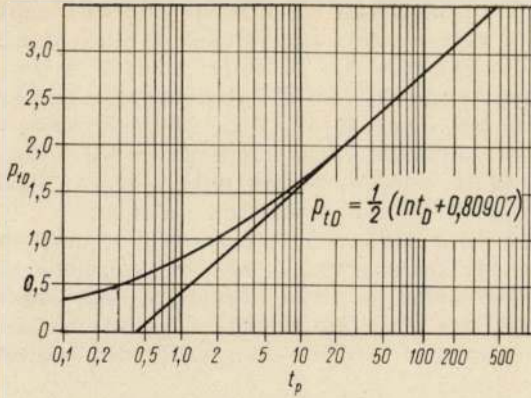
A tároló bármely pontján kialakuló nyomáscsökkenést a dimenzió nélküli hozam és a dimenzió nélküli nyomásváltozás függvényében az alábbi összefüggés adja:

$$\frac{p_{st} - p_{(r,t)}}{p_{st}} = q_{oD} \cdot p_{tD}, \quad (1)$$

ahol

$$q_{oD} = \frac{q_o B_o \mu_o}{2\pi h k_o p_{st}}. \quad (2)$$

A 3. ábra mutatja a  $p_{tD}$  nyomáscsökkenési függvény — egyben a diffuzivitási egyenlet — szabatos és köze-



3. ábra  
A diffúzió egyenletének pontos és közelítő megoldása (Pirson után)

lítő megoldását radiális áramlásnál. A (3) egyenlet  $t_D \geq 100$  esetén alkalmazható:

$$p_{1D} = \frac{1}{2} (\ln t_D + 0,80907), \quad (3)$$

ahol

$$t_D = \frac{k_o t}{\Phi \mu_o c_o r_w^2}$$

Ha a kút körül egy külön  $s$  ellenállás (szkinhatás) van, akkor az áramlás egyenlete:

$$\frac{p_{st} - p(r,t)}{p_{st}} = q_{oD} (p_{1D} + s). \quad (4)$$

A szkinhatás értéke a talpnyomás-emelkedési görbéből számítható.

A kút lezárása után a nyomásemelkedés ütemét két ellentétes folyadékáram, a  $+q_{oD}$  és  $-q_{oD}$  összegezése határozza meg.

A nyomásemelkedés az alábbi összefüggésből számítható:

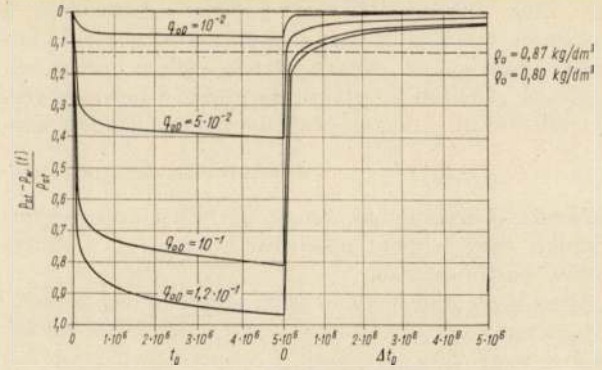
$$\frac{p_{st} - p_w(t)}{p_{st}} = q_{oD} \frac{1}{2} \ln \frac{t_D + \Delta t_D}{\Delta t_D}. \quad (5)$$

A fenti összefüggések felhasználásával ideális képzésű kútak nyomáscsökkenési és nyomásemelkedési összefüggéseit határoztuk meg. A dimenzió nélküli időtartományt úgy választottuk meg, hogy a kutatás és a feltárás alatt levő területeknél általában alkalmazott termelési és zárási időket magába foglalja.

A 4. ábrán szemléltetjük a  $\frac{p_{st} - p_w(t)}{p_{st}}$  nyomásvizony összefüggését a dimenzió nélküli időviszonnyal különböző dimenzió nélküli hozamok esetén. Az ábrán feltüntettük a feltöltő olaj  $\rho_o = 0,80 \text{ kg/dm}^3$  és  $\rho_o = 0,87 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségével számított nyomásvizonyokat.

Látható, hogy a  $\rho_o = 0,80 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű olajoszlop nyomását a teljes termelési idő kis hányada alatt éri el a nyomásemelkedési görbe. Ha  $0,80 \text{ kg/dm}^3$  vagy ennél kisebb sűrűségű feltöltő folyadék áll rendelkezésünkre, akkor a kút teljes leürítését eredményező

$$\frac{p_{st} - p_w(t)}{p_{st}} = 0,974$$



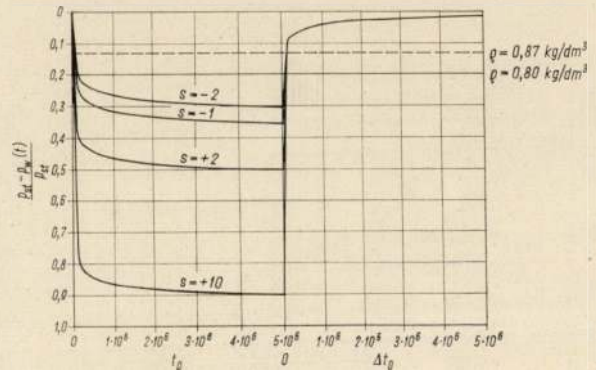
4. ábra

A  $\frac{p_{st} - p_w(t)}{p_{st}}$  nyomásvizony összefüggése a dimenzió nélküli időviszonnyal, különböző dimenzió nélküli hozamviszonyoknál

termelési ütem után feltöltve a kút, azonnal nyomásemelkedést kapunk.

Ha a feltöltő olaj sűrűsége  $\rho_o = 0,80 \text{ kg/dm}^3$ -nél nagyobb, úgy akkor érhető el folyamatos talpnyomás-emelkedés, ha a termelési ütemet úgy választjuk meg, hogy az adott sűrűségű olajjal való feltöltés után nyomásemelkedést kapjunk.

A kút körüli megváltozott átteresztőképességű zóna a vizsgálatot nem befolyásolja. Talpi zárás vagy feltöltés esetén a nyomásemelkedés a zavart rétegszakaszokon gyorsan végbemegy, és utána a rétegparaméterek által meghatározott nyomásemelkedést kapjuk. Az 5. ábrán mellékeljük a  $q_{oD} = 5 \cdot 10^{-2}$  termelési ütem hatására kialakuló nyomáscsökkenést külön-



5. ábra

A  $\frac{p_{st} - p_w(t)}{p_{st}}$  nyomásvizony összefüggése a dimenzió nélküli időviszonnyal,  $q_{oD} = 5 \cdot 10^{-2}$  dimenzió nélküli hozamviszonyoknál, különböző szkinértékek esetén

böző szkinértékek esetén és a nyomásemelkedést, mely a kezdeti szakasztól eltekintve a megnyitás hatásától független.

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérés adatainak értékelésekor a réteg- és kútmegnyitási paraméterek számításához elhanyagolás nélkül alkalmazhatjuk a talpi zárás feltételezésével levezetett összefüggéseket.

#### A kísérleti mérések eredményei

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési módszerrel kísérleti méréseinket 1964-től Szank, Tázlár, Algyő, Belezna, Ásotthalom és Heresznye olajmezőin végez-

tük. 1968 februárjától üzemszerűen alkalmazzuk a feltöltéses vizsgálatot nagy depresszióval termelő olajkutak méréseihez. A vizsgálatok teljes mértékben igazolták elméleti következtetéseinket: a helyesen végzett feltöltéses után azonnali nyomásemelkedést kapunk; a  $p_{ws} - \lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  koordináta-rendszerben megszerkesztett nyomásemelkedési görbék alapján egyértelműen meg lehetett határozni a réteg- és kút megnyitási paramétereit.

Az új vizsgálati módszer tehát lehetővé teszi a rétegparaméterek meghatározását a nagy depresszióval felszállva vagy dugattyúzással, kompresszorozással termelő olajkutaknál is. Az adatok birtokában a bizonytalan kimenetelű kút munkálatok száma lényegesen csökkenthető, viszont minden kimutathatóan termelőképes rétegszakasz termelésbe állítható.

A mérési eljárás — elsősorban kutatási területeken — a talpi zárással egyenértékű nyomásemelkedési görbe felvételét teszi lehetővé. Kísérleti méréseinken túlmenően üzemi tapasztalatokat szereztünk. Például a szanki olajkutak 28%-ánál, Ásotthalom olajkútjainak 43%-ánál csak a feltöltéses vizsgálati eljárás alkalmazása tette lehetővé a helyes rétegparaméterek meghatározását. A mérési adatok ismeretében végrehajtott utólagos kút munkálatok minden esetben igazolták a meghatározott paramétereket. Példaként a 6. és 7. ábrákon az Ás-11. és az Algyő-47. jelű kutakon végzett összehasonlító vizsgálatok eredményeit mellékeljük.

A 6. ábrán az Ás-11. jelű kúton feltöltéses módon és kútfejen való zárással felvett nyomásemelkedési görbék láthatók. A 6a ábrán látható nyomásemelkedési görbét feltöltéses módon határoztuk meg. A mért pontok

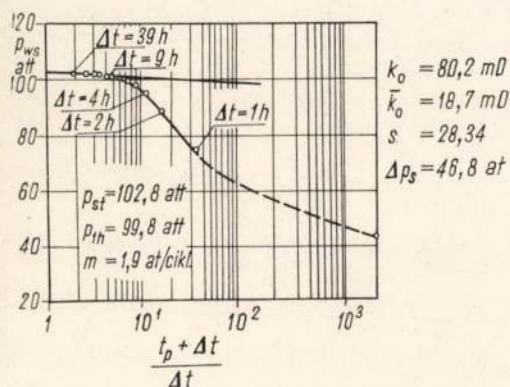
már  $\Delta t=9$  óra zárási idő után az értékelés alapjául szolgáló egyenes szakaszon vannak. A rétegparaméterek:  $k_o=80,2$  mD;  $\bar{k}_o=18,7$  mD;  $s=28,3$ . A  $q_o=6,6$  m<sup>3</sup>/nap hozamhoz  $\Delta p=60,2$  at depresszió tartozott; ebből a tárolóban  $\Delta p_s=13,4$  at nyomásvesztés jött létre; a kútkörzet szennyezettsége miatti nyomásvesztés  $\Delta p_s=46,8$  at. Megállapítható, hogy a további beáramlásnövelő kút munkálatok indokoltak.

A 6c ábrán látható a kútfejen való zárással mért nyomásemelkedési görbe. A 6d ábra szemlélteti, hogy az utánáramlás a teljes időtartam alatt zavart, a  $\Delta t=69$  óra zárási idő ellenére a nyomásemelkedési görbe alapján a tárolóra információt nem szerezhettünk.

A 7. ábrán az Algyő-47. jelű kúton feltöltéses módon és kútfejen való zárással felvett nyomásemelkedési görbéket mellékeljük. A 7a ábra a feltöltéses módon meghatározott nyomásemelkedési görbét szemlélteti, mint látható, az egyértelműen értelmezhető. A  $q_o=26,8$  m<sup>3</sup>/nap olajhozamnál a szennyeződésből fellépő  $\Delta p_s=29,5$  at nyomásvesztés nem szükségszerű, megelőző megnyitással megszüntethető.

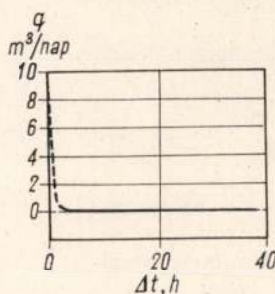
A 7c ábra a kútfejen való zárással meghatározott nyomásemelkedési görbe. Rendkívül félrevezető, ha az utolsó pontok alapján behúzzható „egyenest” fogadjuk el a réteg jellemzésére: az átérésztőképességre a ténylegesnél kisebb értéket kapunk, így tévesen a kútkörzet jó megnyitására következtethetünk ( $s=-0,93$ ). A tényleges elszennyeződésre jellemző érték  $s=+3,74$ .

A 8. ábrán az Szk-49. jelű kúton feltöltéses módon meghatározott nyomásemelkedési görbe látható. A kút az 1877—1888 m között jet-perforálással megnyitott szakaszból csak  $q_o=1$  m<sup>3</sup>/nap dugattyúzható olaj-

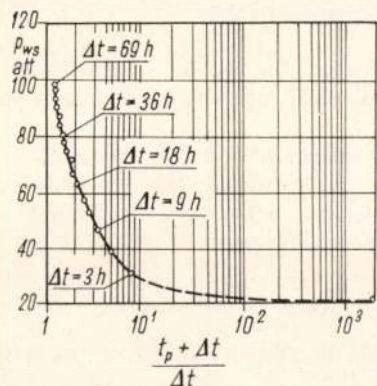


a

1969. VI. 25-27.

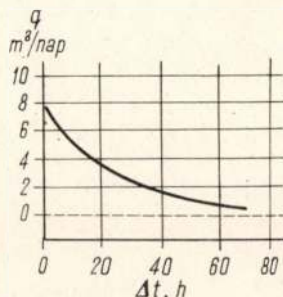


b

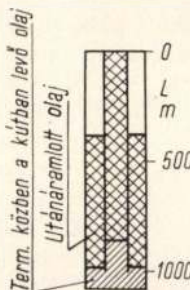


c

1969. IX. 2-6.



d

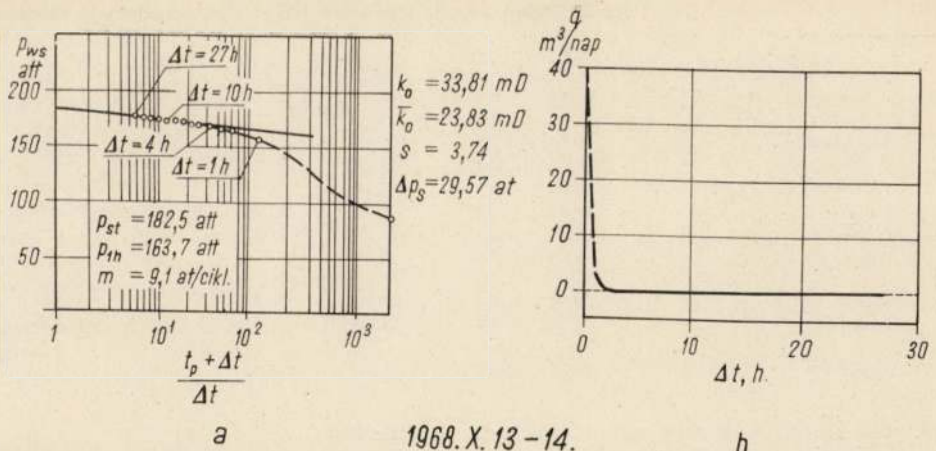


6. ábra

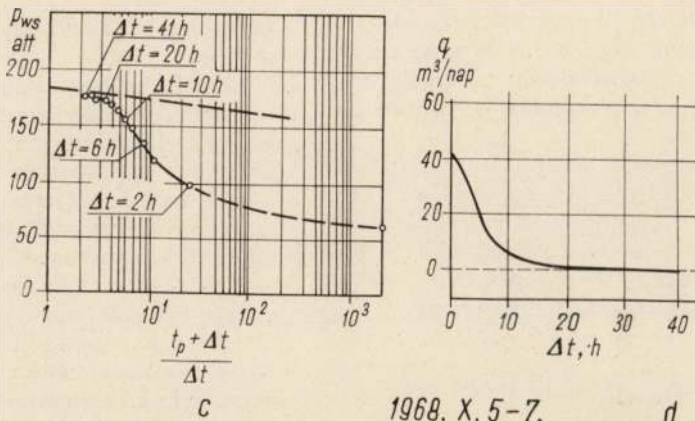
Az Ásotthalom-11. jelű kút összehasonlító vizsgálatának diagramja (perforálás 1042,5—1044,5 m között; a mérés helye 1020 m-ben) a — feltöltéses módon meghatározott nyomásemelkedési görbe; b — utánáramlási görbe; c — kútfejen való zárással felvett nyomásemelkedési görbe; d — utánáramlási görbe

7. ábra

Az Algyő-47. jelű kút összehasonlító vizsgálatának diagramjai (perforálás 1841,5–1843,5 m között; a mérés helye 1835 m-ben) a — feltöltéses módon meghatározott nyomásemelkedési görbe; b — utánáramlási görbe; c — kútfejen való zárással felvett nyomásemelkedési görbe; d — utánáramlási görbe



1968. X. 13–14.



1968. X. 5–7.

beáramlást adott. A fenti szakaszt erőzíósan újraproforálták és savas rétegkezelést hajtottak végre. A hozam  $q_o = 7,4 \text{ m}^3/\text{nap}$ -ra változott, a dinamikus talpnyomás 20 at volt. Megfelelő idejű dugattyúzás után feltöltéses vizsgálatot végeztünk. A 8. ábrán látható nyomásemelkedési görbe alapján számított rétegparaméterek:  $k_o = 1,61 \text{ mD}$ ;  $k_o = 0,70 \text{ mD}$ ;  $s = 10,2$ ;  $\Delta p_s = 117 \text{ at}$ ;  $PR = 0,43$ . A rétegkezelés ellenére megállapítható volt a kút további javításának lehetősége.

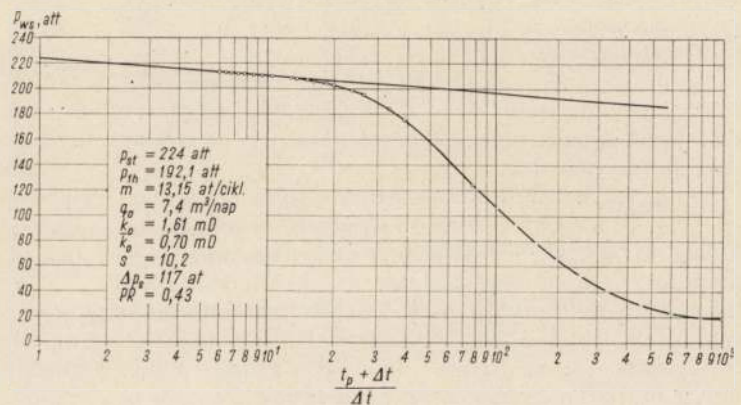
A rétegrepesztési művelet eredményeként jó megnyitást és beáramlási viszonyokat lehetett elérni ( $s = -2,92$ ). Az eredmény: felszálló termelés. A kút termelésbe állítva az 1968. X. és 1969. XII. 31. között  $8567 \text{ m}^3$  olajat termelt.

Kísérleti vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a mérési eljárás a kútmélységnek megfelelő olajoszlop hidrosztatikus nyomásánál kisebb telepnyomású táro-

lónál nem alkalmazható. A pusztaföldvári terület Földvár alsó szintje mérésénél kísérletük meg az utánáramlás mértékét részleges feltöltéssel csökkenteni. A nyomásemelkedési görbék alakját az előző vizsgálatokhoz viszonyítva nem sikerült lényegesen befolyásolni, következésképpen a mérési időt sem lehetett csökkenteni. A nyomásemelkedési görbék értékelhetősége nem javult.

A mérési eljárás segítségével kutatás-feltárás alatt levő területeken több esetben kimutattuk, hogy a vizsgált kút által a megnyitott tárolórésznek zárt vagy korlátozott folyadék-utánpótlása van. Ilyen kutatok voltak például: a Tázlár-2., a Szank-54. és a Szank-74. Megállapításainkat — ilyen eseteknél is — utólagos kútmunkálatok igazolták.

A jet-perforációt követően a Tázlár-2. kút beáramlási viszonyai lényegesen jobbák voltak, mint a Szank-



8. ábra

A Szank-49. jelű kút nyomásemelkedési görbéje (perforálás 1877–1888 m között; a mérés helye 1870 m-ben; a mérés ideje 1968. X. 8–10.)

A kút jele	Perforáció m	$p_{wf}$ at	$p_{st}$ at	$q_o$ m <sup>3</sup> /nap	$k_o$ mD	$K_o$ mD	$s$	$AP_s$ at
Ásotthalom-7.	1071—1077	70,45	107,0	20,3	61,1	39,2	4,84	13,5
Ásotthalom-11.	1042,5—1044,5	43,90	102,8	6,6	80,2	18,7	28,3	46,8
Ásotthalom-12.	1083—1085	62,83	106,8	22,8	877	133	53,9	37,4
Algyő-85.	1887—1892	20,53	189,5	10,0	7,06	1,96	20,2	123
Szank-69.	1885—1889	16,50	205,0	2,95	0,219	0,341	-2,45	—
Szank-70.	1870—1880	23,5			Korlátozott utánpótlás			
Szank-74.	1833—1849	42,37	205,1	12,0	0,27	0,40	-2,10	—
Szank-74.	1833—1849	76,99		11	Korlátozott utánpótlás			
Szank-78.	1889,5—1895	15,05	250,0	7,2	1,44	0,54	13,1	148

49. jelű kúté. A hozam:  $q_o = 15 \text{ m}^3/\text{nap}$ ; a termelési talpnyomás  $p_{wf} = 120$  at volt. A feltöltés után mérhető nyomásváltozási görbe alapján a tárolórész korlátozott utánpótlását állapítottuk meg. A mérés után a kúton végrehajtott sorozatos rétegkezelések a vizsgálat eredményeit igazolták: a kút beáramlási viszonyait nem lehetett megváltoztatni.

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárással 1969-ben végzett vizsgálatok főbb eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Bizonyítható, hogy a táblázatban feltüntetett kutaknál kútfejen való zárással mérhető nyomásemelkedési görbékkel nem lehet elfogadható rétegeparamétereket meghatározni.

#### 4. Összefoglalás

A leállított folyadéktermelő kutakban végbemenő nyomásemelkedést leíró egyenletek matematikai megoldásai ismeretesek. A megoldás fizikai feltétele, hogy a kútba irányuló folyadékaramlás a kút leállítása után azonnal megszűnik.

Az általános gyakorlat szerint a kút termelését a kútfej zárásával állítják le, így a kúttér fogat bizonyos részébe az utánáramlás lehetősége fennáll. Abban az esetben, ha a kútba irányuló folyadékaramlás nem pillanatszerűen szűnik meg, ez erősen érzeteti hatását a nyomásemelkedési görbe alakjára.

Az ismert összefüggések szerint a rétegeparaméterek és a kútmegnyitás minőségének meghatározására a nyomásemelkedési görbe adott koordináta-rendszerben levő egyenes szakaszát kell figyelembe venni, melynek paraméterei elég egyszerűen azonosíthatók a réteg paramétereivel. E módszer alkalmazhatósága — különösen kis áteresztőképességű vékony rétegek-nél — korlátozott. A görbe egyenes vonalú szakasza az utánáramlás miatt nem határozható meg kellő pontossággal.

Az utánáramlás zavaró hatásának kiküszöbölését a rétegnél eszközölt zárással, valamint a feladatot leíró alapegyenlet változó feltételek szerinti megoldásával kísérelték meg.

Az alapegyenletnek az utánáramlás figyelembevételével készült megoldása több munkában megtalálható. A megoldások alkalmazhatóságát megvizsgáltuk. Megállapítható, hogy több módszer a gyakorlatban nem teljesíthető feltételekből indul ki, alkalmazhatóságuk különösen telített kőolajtárolókból termelő kutaknál korlátozott. A módszerek nem alkalmasak olyan mérvű utánáramlás hatásának kiküszöbölésére, ami a

$p_{ws} - \lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  koordináta-rendszerben az áteresztőképességre jellemző egyenestől lényeges eltérést eredményez.

Elméleti és gyakorlati úton bizonyítottuk a feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás alkalmazhatóságát. Az eljárás olajtermelő kutak nyomásemelkedési görbéinek oly módon való meghatározására vonatkozik, hogy a kút termelésének a kútfejen való megszakításával egyidejűleg a kútba olajat sajtolunk és feltöltött állapotban mérjük a nyomásemelkedést.

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérés alkalmazása esetén nem áll fenn a lehetőség a feltöltő olajnak a rétegbe való visszaáramlására, ugyanis közvetlenül a termelés megszüntetése utáni időre esik a zárás nyomásemelkedés jelentős hányada. Kimutattuk, hogy hidrosztatikus nyomású tárolónál és  $q_o = 0,80 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű feltöltő olaj alkalmazása esetén a feltöltés időtartama alatt a réteg felől a kút sugaránál kialakuló nyomás eléri a feltöltő olajoszló hidrosztatikus nyomását. Az eljárás alkalmazhatóságának feltételeit —  $q_o > 0,80 \text{ kg/dm}^3$  sűrűségű olajat tartalmazó tárolónál — előzetes számítással lehet meghatározni.

A feltöltéses vizsgálat egyaránt sikerrel alkalmazható dugattyúzással és felszállva termelő kutak vizsgálatánál. A kivitelezést illetően eltérően kell eljárni a dugattyúzással termelő és felszálló kutak esetében.

Az üzemi tapasztalatok alapján megállapíthatók a feltöltéses mérési eljárás előnyei:

1. Új módon lehet meghatározni nagy pontossággal a réteg- és a kútkiképzési adatokat olyan esetekben is, mikor ezt az eddig ismert módszerek nem teszik lehetővé.

2. Az ismert eljárásokkal szemben a mérési idők jelentősen csökkenthetők, így termelőmezőben a mérés miatti olajkiesés csökkenthető, kútmunkálat közben végzett méréseknél lyukbefejezőberendezés-kapacitás szabadul fel.

3. Az eljárás a rétegkezelések hatékonyságára gyors és kvantitatív értékelhetőséget biztosít, rétegkezelések szükségességét vagy kilátástalan voltát dönti el.

4. Rendkívül finom mérések elvégzésére alkalmas (tárolóhatár-kimutathatóság, vetőhatás stb.). A feltöltött kút rendkívül érzékenyen veszi fel a tárolóból jövő információkat.

5. Az eljárás egyszerű, alkalmazása nem igényel külön beruházást. A megvalósításhoz szükséges eszközök és műszerek az általános olajipari gyakorlatban fellelhetők. A feltöltéshez rendszerint megfelel a kút saját olaja.

## JELÖLÉSEK

$B_o$	az olaj teleptérfogat-tényezője	$m^3/m^3$
$c_o$	az olaj kompresszibilitása	$at^{-1}$
$h$	rétegvastagság	cm
$k_o$	effektív olajpermeabilitás	darcy
$\bar{k}_o$	átlagos olajpermeabilitás	darcy
$m$	a nyomásemelkedési görbe egyenes szakaszának meredeksége	at/cikl.
$p_{1D}$	dimenzió nélküli nyomásfüggvény	
	$t_D$ dimenzió nélküli időnél	
$p_{wf}$	termelési talpnyomás	at
$p_{ws}$	talpnyomás a lezárás után valamely időpontban	at
$p_{st}$	statikus nyomás	at
$\Delta p_{ws}$	a talpnyomás emelkedése a kút lezárása után	at
$\Delta p_s$	nyomáskülönbség, a szkinhatás mértéke	at
$q_{oD}$	dimenzió nélküli olajáramlás	
$q_o$	olajáramlás	$cm^3/s$
$q; q_1 \dots q_n$	utánáramlási ütem a kút lezárása után különböző időpontban	$cm^3/s$
$r_w$	kútsugár	cm
$s$	szkinhatás (gáthatás)	
$t_D$	dimenzió nélküli idő	
$t_p$	a kútlezárás előtti termelésnek megfelelő egyenértékű idő (pszeudoidó)	s
$\Delta t_{wf}$	idő a kút termelésének megindítása után (nyomáscsökkenés)	s
$\Delta t$	idő a termelő kút lezárása után (nyomásnövekedés)	s
$t_o$	idődimenziójú tényező	s
$\mu_o$	az olaj viszkozitása	cP
$\rho_o$	az olaj sűrűsége	$g/cm^3$
$\Phi$	porozitás	törtszám
$\psi(t_o)$	függvénykapcsolat	at

## IRODALOM

[1] Barenblatt, G. M. — stb.: Ob opredelenii parametrov nef-tenosznogo plaszta po dannüm o voszstanovlenii davle

- nija v osztanovlennüh szkvazsinah. Izv. Ak. Nauk SZSZSR Otd. Tehn. Nauk 1e-p. 84—91 (1957).
- [2] Boriszov, Ju. P.: Opredelenie parametrov plaszta pri iszszledovanii szkvazsin na neusztanovivsihszja rezsimah sz ucetom prodolzszajucsegoszja pritoka zsidkoszti. VNII Tr., vüp. XIX. Moszkva, Gosztopteizdat, 1959.
- [3] Csernov, B. Sz.—Bazlov, M. N.—Zsukov, A. I.: Gidrodinamicszkie metodü iszszledovanija szkvazsin i plasztoz. Moszkva, Gosztopteizdat, 1960.
- [4] Gladfelter, R. E.—Tracy, G. W.—Wilsey, L. E.: Selecting wells which will respond to productions-timulation treatment. Drill. a. Prod. Practice 1955. API 1956. p. 117—129.
- [5] Horner, D. R.: Pressure build-up in wells. Proc. Third World Petr. Congr. The Hague 1951. Sect. II. p. 503—521.
- [6] Kassai L.: Termelőkutak nyomásemelkedési görbéinek értékelése. Bány. Lapok 93 p. 10—12 (1960).
- [7] Matthews, C. S.—Russel, D. G.: Pressure buildup and flow tests in wells. SPE of AIME monograph Vol. 1. New York, 1967.
- [8] Megyeri M.: Fúrószáras rétegvizsgálatok hazai alkalmazásának eddigi tapasztalatai, és az eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata. A Kőolaj- és Földgázbányászat Tudományos-Műszaki Közleményei II. OKGT-NIMIGÜSZI Budapest, 1967. p. 135—147.
- [9] Megyeri M.: Eljárás olajtermelő kutak nyomásemelkedési görbéinek feltöltéses módszerrel történő meghatározására. 1713 sz. szabadalmi bejelentés, 1968.
- [10] Megyeri M.: Olajtermelő kutakon felvett nyomásemelkedési görbék vizsgálata az utánáramlás szempontjából. Nehézipari Műszaki Egyetem Közleményei (megjelenés alatt).
- [11] Miller, C. D.—Dyes, A. B.—Hutchinson, C. A.: The estimation of permeability and reservoir pressure from bottom hole pressure build-up characteristics. Trans. AIME 1950. Dallas, Texas, 1956. p. 91—104.
- [12] Németh G.: A felszíni lezárás eredményeként jelentkező utántermelés hatásának kiküszöbölése a felvett nyomásemelkedési görbékből, nem felszállással termelő kutak esetében. Kézirat, 1965.
- [13] OKGT TK—FFOGIL: Kapacitásmérési jelentések 1960—1968.
- [14] Pirson, S. J.: Oil reservoir engineering. London, McGraw-Hill, 1959.
- [15] Russel, D. G.: Extensions of pressure build-up analysis methods. J. Petr. Techn. 12 p. 1624—1636 (1966).
- [16] Van Everdingen, A. F.—Hurst: The application of the Laplace transformation of flow problems in reservoirs. Trans. AIME 1949.
- [17] Van Everdingen, A. F.: The skin effect and its influence on the productive capacity of a well. Trans. AIME 1953. Dallas, Texas, 1954. p. 171—176.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Befejeződtek a Szovjetunió—Nyugat-Európa földgázvezeték 1. szakaszának építésével kapcsolatos előkészítő munkálatok

Befejeződtek Kassán a Szovjetunió—Nyugat-Európa csövezeték első szakaszának előkészítő megbeszélései. Az építendő földgázvezeték a szovjet határról indul ki és a mintegy 1000 km-es összhosszból 400 km szlovák területre esik, ahol meglehetősen nehéz terepi adottságokkal kell majd megküzdeni, amelyek bonyolult csöfektetési és -szerelési műveletek elvégzését teszik majd szükségessé. A vezeték műszaki felszerelését illetően — a szlovák szakemberek kiképzésén túlmenően — a SZU nagymértékű támogatást nyújt.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 21.

### A nyugatnémet finomítók szovjet kőolaj-feldolgozása

A nyugatnémet finomítók 1971-ben mintegy 3 550 000 t szovjet kőolajat fognak feldolgozni, amelyből a VEBA vállalatra 3 465 000 t, az ELF vállalatra pedig 85 000 t esik majd.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 23.

### A földgáztermelés 1970. évi alakulása az EGK országokban

Az Európai Gazdasági Közösség országainak földgáztermelése 1970-ben elérte a 65,43 milliárd  $m^3$ -t, ami az előző évhez képest 27%-os növekedést jelent. 1971-ben további 20%-os növekedésre számítanak, ami majdnem 80 milliárd  $m^3$ -t jelent. A földgáztermelésben Hollandia jár az élen: az össztermelés mintegy 51%-át szolgáltatja. 1970-ben a tagországoknak Hollandia 11 milliárd  $m^3$  földgázt szállított, míg 1971-ben ezt a mennyiséget 15,3 milliárd  $m^3$ -re szándékoznak emelni. Az EGK-országok Közel-Keletről származó földgázbehozatala 1970-ben gyakorlatilag nem változott. Az elmúlt évben megindítani tervezett, Olaszországnak szánt líbiai földgázszállítást az ár körül mutatkozó nézeteltérések miatt még nem realizálták. Ha azonban ez évben sikerül a megegyezés, ez több mint 1,5 milliárd  $m^3$  líbiai földgáz exportálást jelentené.

Az EGK biztos földgázkészletének mennyisége az elmúlt évben lényegesen nem változott, vagyis az 1969-es becslések alapján megadott 2700 milliárd  $m^3$  körüli érték. Egyedül az NSZK földgázkészletében mutatkozik számottevő változás, amennyiben az a sikeres kutatások eredményeképp több mint 30 milliárd  $m^3$ -rel növekedett.

Erdöl-Dienst, 1971. jan. 21.

K. A.

# Nagy széndioxid-tartalmú gázok rétegbe sajtolásával kapcsolatos korróziós tapasztalatok

AVAR BÉLA

*A budafai és lovászi mezőkben 1962 óta folyó kisüzemi széndioxidos vízelárasztásos kísérleteknek jelentős részét képezik a korróziós vizsgálatok. E tanulmány ismerteti a lovászi mezőben végzett öt pontos kísérlet során szerzett tapasztalatokat, továbbá a budafai mezőben kénhidrogén- és nagy széndioxid-tartalmú gázzal 1969-ben kezdett kísérlet korróziós vizsgálatait és néhány eredményét.*

## Bevezetés

Széndioxid másodlagos termelési célokra való felhasználásának gondolatával együtt felvetődő kérdés volt az is: milyen mértékű korrózió lép fel a besajtoló rendszer különböző pontjain. A széndioxid által okozott korrózióval az irodalomban számos szerző foglalkozott [1, 2, 3, 4], és bár a korrózió mértékét illetően adataik eltérnek, egyértelműen megállapítható, hogy felléptével víz jelenlétében számolni kell. A Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat két olajmezőben, Budafán és Lovásziiban folytat üzemű kísérleteket a széndioxid másodlagos olajtermelésre gyakorolt hatásának eldöntésére. A kísérletek kapcsán lehetőség nyílt a korrózióval kapcsolatos kérdések tanulmányozására.

## Öt pontos széndioxid-víz besajtolási kísérlet Lovásziiban

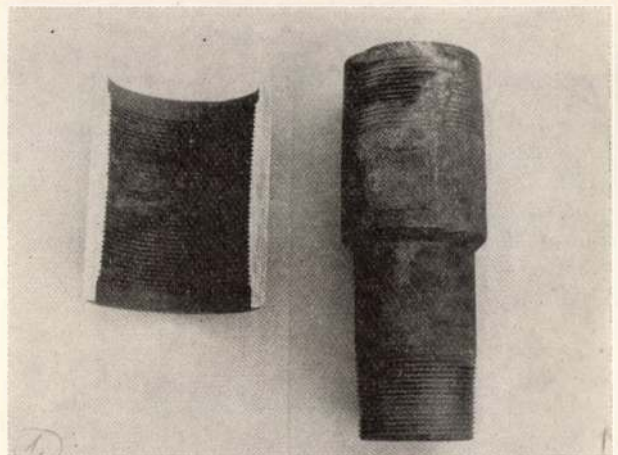
A lovászi mezőben folyó kísérlet 1964. augusztus 31-én kezdődött meg, melynél széndioxidot és meszes lágyítással előkészített vizet váltakozva sajtoltunk be az e célra kijelölt kutakba. A széndioxidot a gazolin-telepjei kazánok füstgázából nyertük monoetanolaminos mosás útján. A besajtolás kezdeti szakaszában komoly problémát jelentett a gázszállító kompresszor nyomóvezetékének gyakori lyukadása. A lyukadások főként a vezeték 40–60 °C hőmérsékletű szakaszán következtek be, s a károsodás helyén, illetve környékén minden esetben szabad víz vagy olaj-vízben típusú, kenőolaj-víz emulzió jelenlétét észleltük. Ezért döntöttünk a gáz szárítása mellett. Szárítás céljára szilikagélit használtunk; bevezetése óta a lyukadások gyakorlatilag teljesen megszűntek. A kompresszor hengerét, dugattyúját gyakorta ellenőriztük, de korróziós nyomokat sem a besajtolás kezdetén, sem az azóta eltelt időben (5 év) nem tapasztaltunk a fémfelületeken. Véleményünk szerint ennek oka abban keresendő, hogy a gáz hőmérséklete a kompresszió közben harmpontja fölé emelkedik.

A gáz összetétele:

széndioxid-tartalom: 97–99 tf. %,  
levegőtartalom: 1–3 tf. %,  
nedvességtartalom: 0,1 g/m<sup>3</sup> (szárítás után).

A gazolinteplettől a gázelosztó házig húzódozó vezetéken korróziós okokra visszavezethető üzemzavarokat nem tapasztaltunk. Feltehető, hogy a vezeték belső felületén a gázam által elragadott kenőolajcseppekből egy olaj védőfilm is keletkezett. Több gondot okoz az elosztóházban és a besajtoló kutak kútfején levő elzáró szerkezetek tönkremenetele, melyeknek cseréje általában 8–10 hónaponként szükségessé válik, de előfordult, hogy a beépített tolózárok már három hét után sem biztosítottak megfelelő mértékű zárást. A károsodás főleg a tolónyelveken, a szeleplüléseken és a tányérokra jelentkezett méretcsökkenés és gödrös bemarkódások formájában. A tönkremenetel a korróziós és eróziós hatások együttes fellépésének következménye. A besajtoló kutak kiképzésekor a bélésűcsőközt pakkerrel zártuk ki, hogy ezzel megakadályozzuk a széndioxidnak a gyűrűs térbe jutását. A szükséges kútmunkálatok esetén végrehajtott kiépítéseknel megfigyeltük a termelőcsövek állapotát. A csövek belső felületét minden esetben vízkövet tartalmazó vasoxidból és vaskarbonáttól álló korróziótermék fedte, melyet eltávolítva a fémfelületbe mélyedő, foltos, gödrös bemarkódások váltak láthatóvá. A korróziós nyomok mélysége nem haladta meg az 1 mm-t. Néhány esetben a karmantyúkon is tapasztaltunk intenzív korróziót. A menetek között csatornák képződtek, s az átáramló gáz eróziós hatása ezeket még mélyítette, kiszélesítette. Karmantyúk tönkremenetelét nemcsak a kútban, hanem a felszínen is megfigyeltük. A károsodás egyik tipikus esetét az 1. ábrán mutatjuk be.

A korrózió mértékének megállapítására csőből kivágott próbatesteket helyeztünk el a besajtoló kutak



1. ábra  
Széndioxid okozta korrózió és erózió hatására tönkrement karmantyú



talpán. A kivett próbateteket a termelőcsövek falán látható, hasonló összetételű réteg borította. A próbatetekkel végzett vizsgálat adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A kút jele	Időtartam nap	A beépítés mélysége m	A korrózió mértéke mm/év
L-442.	134	1460	0,28
L-442.	239	1460	0,22
L-441.	244	1465	0,29

Az elosztóház és a besajtoló kutak közötti vezeték szakasz korróziós felmérését a NEVIKI Korróziós Osztálya végezte el.

A korrózió mértéke a vizsgálatok adatai alapján az L-421. jelű kút vezetékében 0,14 mm/év, az L-441. jelű kút vezetékében 0,15 mm/év. Az adatokat 205 nap után kivett próbatetek súlycsökkenéséből számították. Rövidebb időtartamú vizsgálatokkal történt összehasonlítás alapján megállapítható, hogy a felületen jól tapadó, főként korróziótermékekből álló réteg képződik, mely gátolja a támadó anyagok fémfelülethez való jutását, ezáltal a korrózió mértéke az idő függvényében csökken. Ez a megállapításunk érvényes a termelőcsövek korróziójára is.

#### A budafai mezőben folyó kísérlet

A budafai mezőben a széndioxid-besajtolás 1969. július 8-án kezdődött meg a Keleti Felső Lispe 2. sz. lencsében. A kísérlethez a B-III. kút gázát használjuk fel. A kísérlet során először gázviszanyomás folyik és csak a megfelelő rétegnomás elérése után kezdődik meg a vízbesajtolás. A gáz besajtolásához szükséges nyomást a B-III. kút nagy kútfejnyomása biztosítja. A kút gázának összetétele:

	tf. %	g/m <sup>3</sup>
C <sub>1</sub>	15,79	113,06
C <sub>2</sub>	0,68	9,22
C <sub>3</sub>	0,14	2,83
C <sub>4</sub>	0,07	1,88
C <sub>5</sub> <sup>+</sup>	0,08	0,96
CO <sub>2</sub>	80,53	1591,76
H <sub>2</sub> S	0,39	5,94
N <sub>2</sub>	2,32	29,02

A kút próbaüzeme során a vízleválasztóról vett vízminták vastartalma 500–600 mg/l között változott. Irodalmi adatok szerint [5, 6, 7] a korrózió jelentős mértékű növekedése várható, ha széndioxid mellett kénhidrogén is van a gázban. Negreev [8] 4% széndioxid és 0,0002% kénhidrogént tartalmazó gáz korrózióját írja le. Az említett gázt termelő kúton 200 napos üzem után végzett felülvizsgálatkor nagymérvű korróziós károsodást tapasztaltak. A T elágazások és orsók felületén a bemarkódások mélysége elérte a 3–6 mm-t. A tolózárok már az első hónapban elvesztették hermetikusságukat. A termelőcsöveken helyi korróziót figyeltek meg.

A víz mért magas vastartalomértékei és az irodalmi adatok alapján a lovászi kísérletnél tapasztalt-

nál nagyobb mérvű korrózióval kellett számolnunk. Figyelembe kellett venni a kénhidrogén ridegedést előidéző tulajdonságát. A kénhidrogén-vas reakciónál ugyanis atomos állapotú hidrogén képződik, mely bediffundál a fémes rácsba, a zárványoknál, lunkereknel molekuláris hidrogénné alakul, s ezeken a helyeken nagy nyomást (esetenként 10<sup>9</sup>, 10<sup>4</sup> at) fejt ki. A hidrogén diffúziója mellett a kénhidrogén diffúziója is felléphet, amely vas-kén vegyületek képződéséhez vezet, s ezek rontják az acél mechanikai tulajdonságait. Brauns [9] a kőolajbányászatban tapasztalt kénhidrogén-ridegedésről és az ezzel kapcsolatos kísérletről számol be, leírja, hogy a jelenség főként nagy szilárd-ságú acéloknál lép fel.

A besajtoló rendszer üzembiztonsága érdekében korróziós szempontból a kísérletek beindítása előtt az alábbi intézkedések végrehajtását tartottuk szükségesnek:

1. A kutak gyűrűs terének védelme a rendelkezésünkre álló eszközökkel.
2. A felszíni berendezések és a termelőcsövek védelmi lehetőségének biztosítása.
3. A besajtoló rendszer olyan formában történő kialakítása, hogy a korrózió megfigyelésére mód nyíljon.
4. Előzetes laboratóriumi vizsgálatok elvégzése.

A gyűrűs tér védelmére gyakorlati tapasztalatok és laboratóriumi vizsgálatok alapján budafai olajat használtunk. A béléscsőkhöz olajjal töltöttük fel és pakkerrel kizártuk. A feltöltéskor a tárolóba, illetve a gáz befogadására szánt rétegekbe is jutott olaj.

A felszíni berendezések és a besajtoló kutak védelmére a termelő kút kútfejénél és a vízleválasztók után minden kút vezetékébe inhibitor beadagolására alkalmas rendszert építettünk be, valamint előírtuk a vezeték havi olajjal történő átöblítését. Az átöblítésre a kísérlet beindítása előtt budafai olajat, a későbbiekben budafai—buzsáki olajkeveréket használtunk.

A korróziómegfigyelés lehetőségének biztosítására a termelő kút kútfejénél, a vízleválasztók, az inhibitor-adagolók után, valamint a besajtolókutak kútfejénél összesen tíz helyen korróziós próbatetek befogadására alkalmas közdarabokat helyeztünk el. Ugyanezeket a helyeken biztosítottuk a vízmintavétel lehetőségét is. Módot teremtettünk továbbá arra, hogy a besajtoló kutak talpára korróziós próbatetek elhelyezhetők legyenek.

A laboratóriumi vizsgálatok során statikus körülmények között a nyomás és hőmérséklet függvényében végeztünk vizsgálatokat. Az elvégzett vizsgálatoknál nem várt eredményeket kaptunk. A B-III. jelű kút gázával végzett vizsgálatoknál ugyanis a korrózió mértéke ötöd-hatod része volt annak az értéknek, melyet a palackból vett széndioxidgázzal hasonló körülmények között végrehajtott vizsgálatoknál kaptunk. Kipróbáltunk több inhibitort is, de magasabb hőmérsékleten (120–140 C°) csak a Norust PA-23 és a Norust PA-23D jelűt találtuk alkalmasnak. Alacsonyabb hőmérsékleten több Servo készítmény is megfelelő védelmet biztosít.

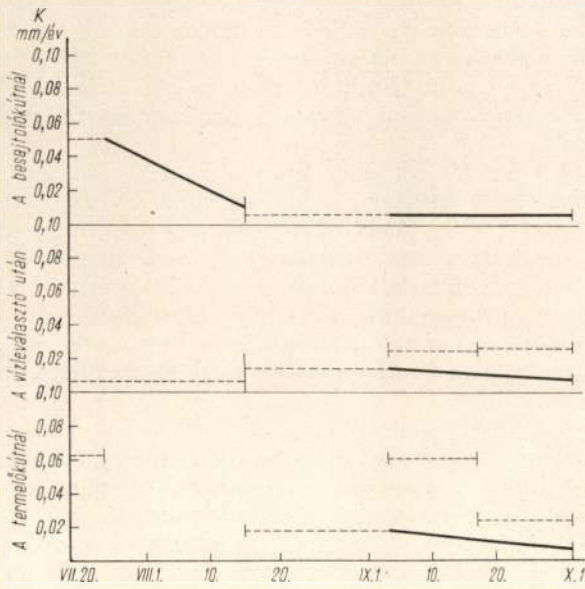
A kísérlet megindulásával együtt a fellépő korrózió vizsgálatát is elkezdtük. A vizsgálatok elvégzéséhez alkalmazott módszereink:

- a) vezetékbe helyezett próbatestek súlycsökkenésének vizsgálata;
- b) vízminták vastartalmának meghatározása;
- c) vezetékbe helyezett próbapálcák mechanikai vizsgálata.

a) Vezetékbe helyezett próbatestek vizsgálata

A korrózió megfigyelésére próbatesteket helyeztünk el a rendszer egyes pontjain. A próbatesteket különböző ideig tartottuk a vezetékben. Az értékelés a kivett próbatestek, illetve a megbontáskor látható vezeték-szakaszok szemrevételezésével, valamint a próbatestek súlycsökkenésének mérésével történt. A mérések eredményeit és az ezekből számított átlagadatokat a 2. táblázatban közöljük. Amint a táblázatban láthatjuk, a korrózió mértéke nem haladta meg a 0,1 mm/év értéket.

A próbatestek felületét a kivétel után minden esetben részben vagy teljes egészében olajréteg fedte. Az olajréteg vastagsága változó volt, a vékony olajfilmtől 1—2 mm vastagságig terjedt. A próbatesteken víz jelenlétét is tapasztaltuk, az olajrétegbe zárt vagy az olajfilm felületén elhelyezkedő cseppek, szabad fémfelület esetén pedig vékony hártya formájában. Az olajréteg alatt jól tapadó, fekete színű vékony szulfidfilm alakult ki, melynek eltávolítása után a megvizsgált próbatestek felénél tapasztaltunk korrózióra utaló nyomokat a felület kb. 5—30 %-án. Ezeket a próbatesteket mikroszkóp alatt is megvizsgáltuk. A mikroszkóp alatt a felületből kiemelkedő hólyagok, valamint a felületbe mélyedő üregek láthatók, amiből arra lehet következtetni, hogy a széndioxid és a kénhidrogén



2. ábra

A korrózió mértékének változása az idő függvényében a besajtoló rendszer különböző pontjain

együtt fejt ki károsító hatását. A 2. ábrán a korrózió mértékének változását tüntettük fel az idő függvényében a rendszer egyes pontjain.

Az ábrán szaggatott vonallal jelöltük a vezetékbe helyezés és az első mérés időpontja közötti távolságot

A próbatestek elhelyezése

2. táblázat

a B-III. jelű kút kútfejlénél

A behelyezés időpontja	A kivétel időpontja	Súlycsökkenés g	A korrózió mértéke		Megjegyzés
			g/m <sup>2</sup> /év	mm/év	
VII. 14.	VII. 19.	0,0375	547	0,062	A felület 1—2 mm vastagságú olajréteggel fedett
VIII. 15.	IX. 3.	0,0364	139	0,013	A felület olajréteggel fedett
VIII. 15.	X. 1.	0,0342	55	0,007	A felület vastag olajréteggel fedett
IX. 2.	IX. 17.	0,0943	413	0,061	A felület részben vékony olajfilmmel fedett
IX. 17.	X. 1.	0,0357	235	0,024	A felület 90%-ban olajréteggel fedett

A vizelevasztók után

a B-386. jelű kút vezetékében

VII. 14.	VIII. 15.	0,0196	46	0,006	A felület 1—2 mm vastagságban olajréteggel fedett
VIII. 15.	IX. 3.	0,0309	119	0,015	A felület olajréteggel fedett
VIII. 15.	IX. 1.	0,0421	65	0,008	A felület vastag olajréteggel fedett
IX. 3.	IX. 17.	0,0372	190	0,025	A felület részben olajréteggel fedett
IX. 17.	X. 3.	0,0382	200	0,026	A felület részben vékony olajfilmmel fedett

a B-269. jelű kút vezetékében

VIII. 15.	IX. 3.	0,0202	79	0,010	A felület vastag olajréteggel fedett
VIII. 15.	IX. 17.	0,0216	47	0,006	A felület vastag olajréteggel fedett
IX. 3.	IX. 17.	0,0391	205	0,025	A felület vékony, hiányos olajréteggel fedett
X. 22.	X. 24.	0,0052	193	0,024	A felület olajréteggel fedett
X. 22.	X. 29.	0,0071	75	0,009	A felület 1—2 mm vastag olajréteggel fedett
X. 22.	XI. 5.	0,0068	35	0,004	A felület olajréteggel fedett
X. 22.	XI. 19.	0,0078	20	0,003	A felület vékony olajréteggel fedett

a B-2. kút vezetékében

IX. 17.	X. 1.	0,0261	135	0,017	A felület vékony olajréteggel fedett
---------	-------	--------	-----	-------	--------------------------------------

## A besajtolókutak kútfejénél

## B-386. jelű kút

A behelyezés	A kivétel időpontja	Súlycsökkenés g	A korrózió mértéke		Megjegyzés
			g/m <sup>2</sup> /év	mm/év	
VII. 14.	VII. 19.	0,0282	410	0,052	A felület olajréteggel fedett
VII. 14.	VIII. 15.	0,0323	76	0,010	A felület vékony olajréteggel fedett
VIII. 15.	IX. 17.	0,0264	57	0,007	A felület olajréteggel fedett
VIII. 15.	X. 1.	0,0421	65	0,008	A felület olajréteggel fedett

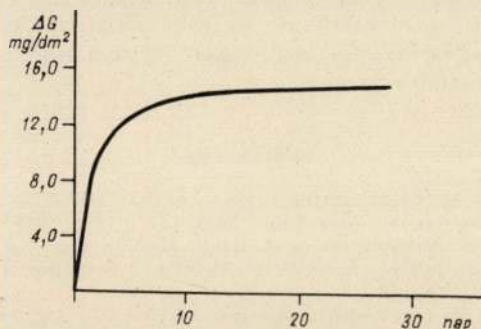
## B-269. jelű kút

A kivétel időpontja	Súlycsökkenés g	A korrózió mértéke g/m <sup>2</sup> /év	A korrózió mértéke mm/év	Megjegyzés	
IX. 17.	X. 1.	0,0495	258	0,033	A felület részben olajréteggel fedett

## B-2. jelű kút

A kivétel időpontja	Súlycsökkenés g	A korrózió mértéke g/m <sup>2</sup> /év	A korrózió mértéke mm/év	Megjegyzés	
IX. 17.	X. 1.	0,0277	144	0,018	A felület olajréteggel fedett

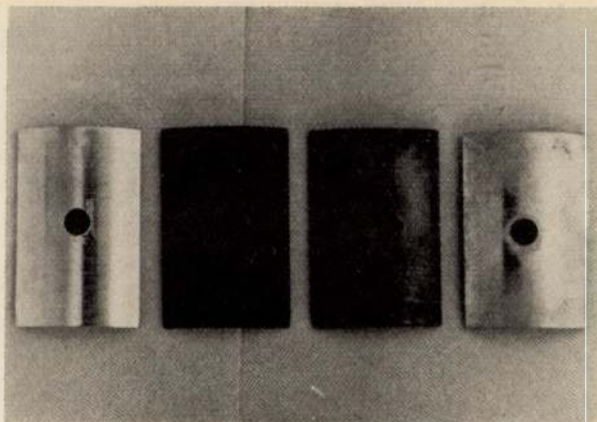
a mérési pontban kapott értéknek megfelelő magasságban, míg folytonos vonallal két mérési pontot kötötünk össze. Az ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb mérvű korrózió a termelőkut kútfejénél lép fel s mértéke az idővel csökken. A próbatesten mért súlycsökkenés, mint azt a 3. ábra szemlélteti, már az első napokban bekövetkezik, s ha megfelelően védő olaj- és szulfidréteg alakul ki, értéke a továbbiakban alig növekszik.



3. ábra

Próbatestek felületegységre vonatkoztatott súlycsökkenésének változása az idő függvényében

Fentiekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az olaj- és az alatta képződő szulfidfilm jó védeltséget biztosít. Amíg nem fedi olaj a felületet, a keletkező és rosszul tapadó szulfidfilmet a gázáram lehordja a felületről, az olajréteg azonban, melyen a gáz átdiffundál, már lehetővé teszi kialakulását. A 4. ábrán korróziós próbatestekről készült fényképet mutatunk be. A képen balról jobbra egy korróziós hatásnak ki nem tett és



4. ábra

A vizsgálatokhoz felhasznált próbatestek fényképe

három vezetékéből kivett próbatestet látunk kivétel, olajtalanítás, olajtalanítás és inhibitoros savval történő pácolás utáni állapotban.

## b) Vastartalom-vizsgálatok

A korróziós próbatestek vizsgálatával párhuzamosan elvégeztük a rendszerből vett vízminták vastartalmának meghatározását. A vastartalom értékéből következtetéseket lehet levonni az egész rendszer korrózióját illetően, de nem kapunk támpontot az esetleg kis felületeket érintő károsodásra vonatkozóan. A mért vastartalomértékeket a 3. táblázatban közöljük.

3. táblázat

A mintavétel ideje	Vastartalom, mg/l		
	a termelőkútnál	a besajtolókútnál	különbség
VII. 31.	74,8	92,7	17,9
VIII. 6.	94,9	97,9	3,0
VIII. 12.	74,0	92,1	18,1
IX. 11.	25,4	39,1	13,7
	22,9	39,1	18,2
IX. 24.	22,9	37,7	14,8
	25,7	53,0	27,3
IX. 26.	27,8	40,3	12,5
	17,4	27,8	10,4
	22,8	31,0	8,2
Átlag	40,7	55,1	14,4

A víz  $p_H$  értéke 4,5—4,8 között változott. Megjegyezzük, hogy a vastartalom-vizsgálatok egy részét az OGIL Korróziós Osztályával közösen végeztük.

A vastartalom viszonylag kis mértékben növekszik a termelő- és besajtolókutak közötti vezeték szakaszon, ami a próbatestekkel végzett vizsgálatok eredményeivel egyértelműen arra enged következtetni, hogy a rendszerben nem lép fel intenzív korrózió.

## c) Mechanikai vizsgálatok

A fizikai tulajdonságok változásának megállapítására szakító- és ütőmunka-vizsgálatokat végeztünk. Kénhidrogén-ridegedés esetén kezdetben a rugalmassági határ, a folyáshatár csökken, a szakítószilárdság

értéke pedig emelkedik. A ridegedés folyamatának előrehaladtával a folyáshatár eltűnik, a pálcák pedig már kis terhelésnél elszakad. Az ütőmunka értéke a ridegedéssel csökken.

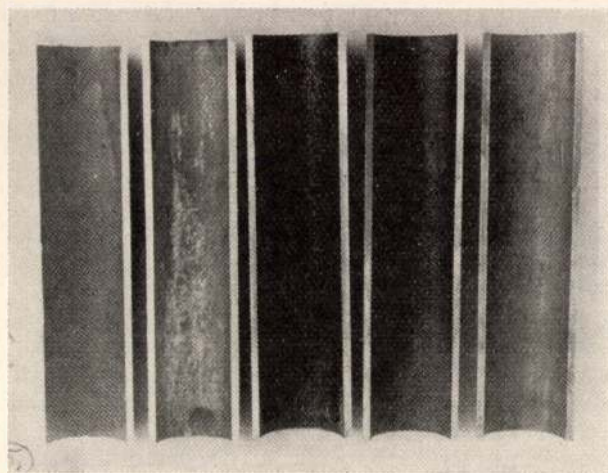
A vizsgálatok elvégzésére előkészített szakító- és ütőmunkapálcákat helyeztünk két heti időtartamra a vezetékbe. A kivétel után elvégeztettük a méréseket, s a kapott eredményeket összehasonlítottuk korrózió-  
nak ki nem tett pálcák mérési eredményeivel. A vizsgálati adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Anyag- minőség	Folyáshatár kg/mm <sup>2</sup>		Szakító- szilárdság kg/mm <sup>2</sup>		Nyúlás %		Ütőmunka 20 C°-on mkg/cm <sup>2</sup>	
	a	b	a	b	a	b	a	b
C-75 Termelőcső	65,0	53,1	86,5	75,1	14,0	20,0	9,0	7,2
	63,7	79,4	86,0	82,2	13,5	12,0	9,0	7,5
	62,5	60,6	86,2	82,5	14,2	18,4	10,3	7,5
J-55 Termelőcső	55,9	56,5	80,6	80,5	20,1	20,5	8,4	8,4
	48,1	55,9	66,8	80,0	18,5	20,0	8,4	7,8
	48,0	48,1	67,8	74,3	17,7	16,5	8,4	8,1
Vezetékcső	58,3	55,6	73,7	78,4	18,1	11,4	6,2	6,5
	55,2	51,2	74,7	74,0	16,3	16,9	6,2	5,9
	63,1	61,2	76,8	78,1	19,0	11,0	6,2	5,6

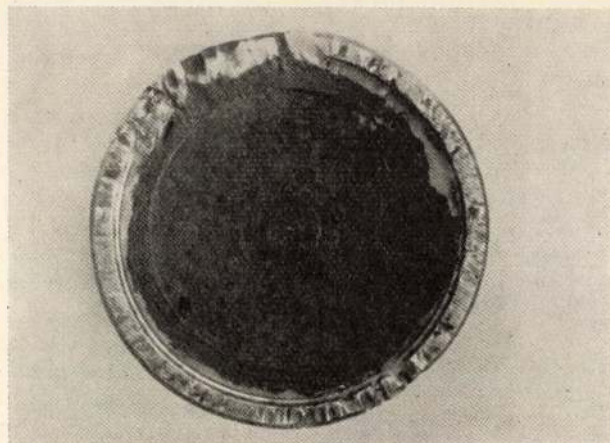
Megjegyzés: az „a” oszlopban a korróziós hatásnak ki nem tett, a „b” oszlopban a korrodált pálcák adatait tüntettük fel. Az ütőmunkapálcák méretei eltértek a szabvány előírásaitól, a bemetszést a korrodált pálcáknál a kivétel után végeztük el. A szakítóvizsgálatok és az ütőmunka eredményeiből a fenti adatok szórása miatt egyértelmű következtetések még nem vonhatók le. Ehhez további vizsgálatok végzése szükséges.

A vezeték megbontásakor, termelőcső kiépítésekor a látható felületeket megvizsgáltuk. A vezeték belső felületét összefüggő, jól tapadó olajos réteg borítja, mely alatt szulfidréteg képződött. Korrózióra utaló nyomokat nem észleltünk. Az 5. ábrán termelőcsőből kivágott részeket láthatunk. Balról jobbra az első két minta használatlan csőből lett kivágva, de a másodikról a védőbevonatot eltávolítottuk, a további



5. ábra

Új és egy besajtolókútból kiépített termelőcsőből kivágott minták



6. ábra

Erózió következtében tönkrement szeleptányér

három minta kiépített termelőcsőből származik (kiépítés, olajtalanítás, illetve pácolás után).

Gyakori cserére szorul a vízle választó edény 2"-es vízleeresztő szelepe. Vízeledéskor a nagy sebességgel kiáramló folyadék és gáz elkoportolja a szeleptányér és a szeleptányért. A 6. ábrán egy tönkrement szeleptányér látható. Más helyre beépített elzáró szerkezeteken korróziós vagy eróziós okokra visszavezethető meghibásodást nem észleltünk.

Az eddigi tapasztalataink összegezéséeként megállapítható, hogy a fémfelületekre tapadó olajréteg megfelelő védelmet biztosít, és még nem tette szükségessé más korróziógátló eljárás bevezetését sem a besajtoló-, sem a termelőkútaknál, sem pedig a széndioxidot szállító vezetékrendszerénél.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton mondok köszönetet a cikk nyilvánosságra hozatalának engedélyezéséért és a hasznos tanácsokért Kiss László főmérnöknek, továbbá a kísérleti munkák elvégzéséhez nyújtott segítségéért Németh Ede technológiai osztályvezetőnek.

## IRODALOM

- [1] Boies, B.: Corrosion 12 p. 3717—3755 (1956).
- [2] Carlson, H. A.: Ind. Eng. Chem. 41 p. 644—645 (1949).
- [3] Bán A.: Cseppfolyós és gázalakú szénhidrogének termelése közben fellépő korrózió csökkentése. Korróziós Figyelő 1968. 1.
- [4] Ecsér L.: A kőolajtermelésben alkalmazott nagy nyomású CO<sub>2</sub> által okozott korrózió. Korróziós Figyelő 1965. 4—5.
- [5] Winkler G.—Németh M.: A gáz nedvességének hatása a CO<sub>2</sub> által okozott korrózióra és erózióra. Korróziós Figyelő 1968. 1.
- [6] Varga I.: Az ásványolajipar korróziós problémáinak áttekintő rendszerezése. Korróziós Figyelő 1968. 2.
- [7] Hoffmann J.—Nagy S.: A H<sub>2</sub>S okozta korrózió néhány problémája kloridok jelenlétében. Korróziós Figyelő 1968. 1.
- [8] Negreev, B. F. stb.: Korrozija oborudovanija gazokondenzatnüh szkvazsin. Gazovaja Promüslennoszt' 1 (1963).
- [9] Brauns, E.—Stoffels, H.: Die Korrosion bei Erdöl- und Erdgasbohrungen und der besondere Einfluss von Schwefelwasserstoff. Erdoel Zeitschrift 12 (1957).

A szűkítőelemes gázmennyiségmérés módszereinek áttekintése után a tanulmány a Kőolajvezeték Vállalat és a GAMMA Művek együttműködése során kifejlesztett ANALCONT típusú gázmennyiségmérőket ismerteti. Blokkdiagram formájában áttekintést ad a robbanásbiztos tokozást helyettesítő szikrabiztos áramkörök, továbbá a gázmennyiségmérő berendezésben felhasznált fontosabb egységek felépítéséről. Ismerteti a nyomás- és differenciálynomás-távadók szerkezeti kialakítását. Mérési eredményeket közöl a próbaüzemeltetési és laboratóriumi vizsgálatokból.

Áramló gázmennyiség méréséhez használatos szűkítőelemes mérési módszerekkel a térfogatsebességet a

$$q = \text{konst} \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \quad (1)$$

egyenlet alapján lehet meghatározni. Gázszállítási és kereskedelmi területeken a normálállapotra vonatkoztatott gázmennyiséget szokás figyelembe venni. A

$$Q = \frac{q}{\rho_N} \quad (2)$$

tömegazonosságot kifejező és a

$$q = q_N \cdot \frac{p}{p_N} \cdot \frac{T_N}{T} \cdot \frac{1}{K} \quad (3)$$

a gázfajsúlynak áramlásparaméterektől való függését kifejező egyenletek (1)-be való helyettesítésével az alábbi származtatott egyenleteket kapjuk:

$$Q \sim \frac{1}{\rho_N} \sqrt{\Delta p \cdot q}, \quad (4)$$

$$Q \sim \sqrt{\Delta p \cdot q}, \quad (5)$$

$$Q \sim \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p}{T}}, \quad (6)$$

$$Q \sim \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p}{\rho_N \cdot T}}, \quad (7)$$

$$Q \sim \frac{p}{T} \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}. \quad (8)$$

A (4)–(8) egyenleteknek megfelelően 5 különböző gyakorlati módszerrel lehet a gázáramot folyamatosan meghatározni. Az egyes módszerek a felhasznált érzékelők s a folyamatos korrekciót végző számítógység különbözőségében térnek el egymástól.

A szűkítőelemen fellépő nyomáskülönbséget minden esetben mérni kell. A mennyiségméréshez az

üzemi nyomás mérésére a (6), (7) és (8) egyenlet szerinti módszer esetén van csak szükség, ám üzembiztonsági és technológiai okok miatt nyomástávadó egyetlen esetben sem hiányozhat, sőt a nyomás regisztrálása sem.

A számítógységtől a gyökvonást minden esetben megkivánjuk. Különbözőséget a bemenő jelek és az elvégzendő műveletek száma jelent. A kínálkozó lehetőségek közt tehát az egyéb érzékelők és a számítógység tulajdonsága alapján célszerű választani.

A (6) egyenlet szerinti méréshez a nyomástávadón felül még egy hőmérséklet-távadóra és olyan számítógységre van szükség, amely három műveletet tud elvégezni, három változón. A fajsúlyingadozást időnkénti manuális beállítással lehet számításba venni, hasonlóképpen a kompresszibilitás változását is.

A (7) egyenlettel jellemzett módszerhez a fentiek kivül normálfajsúly-távadóra és a számítógység bemenetei számának eggyel való bővítésére van szükség. A mérési mód csak a kompresszibilitás változásait nem veszi figyelembe, így az előzőnél lényegesen pontosabb.

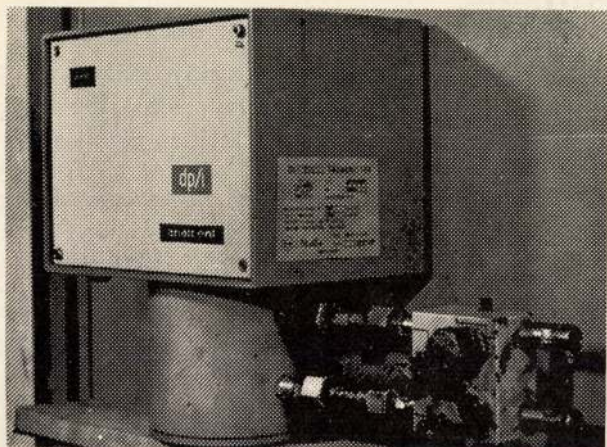
Ha nem normálfajsúlyt mérünk, hanem üzemi fajsúlyt, akkor a (8) egyenlet szerint is fel lehet építeni a rendszert. Érzékelt paraméterek számában ez az eset a (7) szerintitől nem különbözik; a számítógép ugyancsak 4 műveletet végez, bár belső felépítése kissé bonyolultabb. Pontossága egyezik a (6) egyenlet szerinti méréssel.

Az üzemállapotbeli fajsúly mérésekor kedvezőbb az (5) szerint eljárni. Számítógép csak 2 művelet elvégzésére kell és 2 bemenő jelet is igényel. Hátrány, hogy a normálfajsúly változásait alkalmanként kézzel kell beállítani vagy egyéb módon számításba venni.

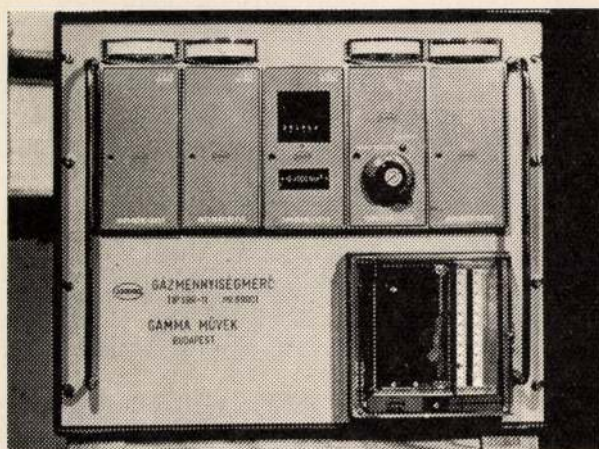
Legfontosabb, mert a fajsúlyváltozásokat is korrigálja, a (4) szerinti mérési mód. A számítógép itt is három bemenő jelet fogad, három műveletet végez. Hátrány, hogy a mérési elrendezés 2 fajsúlytávadót igényel. A gyakorlatban a (6) szerinti mérés (esetleg folyamatos hőmérséklet-korrekció nélkül) terjedt el a fajsúlytávadók eddigi hiánya miatt. A fajsúlytávadók beszerzési lehetőségétől függően a (7), továbbá az (5) egyenletnek megfelelő módszer terjedésére lehet számítani.

Újabbán ugyan a szűkítőelemes módszer felváltására turbinát vagy egyéb elven működő érzékelőt tartalmazó, közvetlenebb módszert javasolnak — főként a gyártó cégek. Az új távadók és érzékelők gyártási és beszerzési lehetőségeitől, főként pedig a stabilitási és helyszíni ellenőrizhetőségi tulajdonságoktól függően azonban az ajánlatokat kellő kritikával kell fogadni.

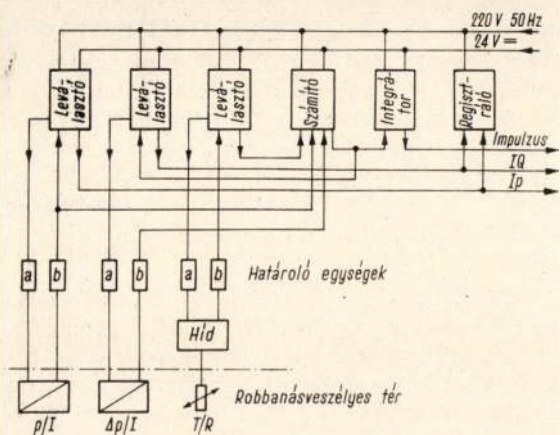
Amíg nincs tapasztalat a változó üzemszörnyok közti stabil működésre, illetve erről a helyszínen nem lehet viszonylag egyszerű módszerekkel tetszés szerinti érzékelő esetén is rendszeresen meggyőződni, a szűkítőelemes módszer hazai háttérbe szorulására (miként ezt 1970-ben, a Technika Házában megtartott kerekasztal-megbeszélés is megállapította) nem kell gondolni.



1. ábra. 6 ES típusú nyomáskülönbség-távadó



2. ábra. 3 BR típusú számítógység



3. ábra. Gázmennyiségmérő berendezés felépítése

Az országos gázelosztó hálózatot üzemeltető Kőolajvezeték Vállalat az évi 3 milliárd m<sup>3</sup>-es szállítási tevékenysége folytán a gázáramlási mérésekben az egyik legjobban érdekelt fél. Ezért az olajipari adottságoknak megfelelő, sajátos üzemeltetési körülményeket kielégítő, hazai gyártású, korszerű és üzembiztos műszerberendezések létrehozását határozta el a GAMMA MŰVEK-vel, mely ugyancsak érdekelt az elemek és konstrukcióját tekintve is korszerű ANALCONT műszercsalád továbbfejlesztésében.

Ezen megfontolásoknak megfelelően, a közös érdek a (6), illetve (7) egyenlet szerint dolgozó számítógységből, nyomás-, nyomáskülönbség- és hőfoktávadóból álló gázmennyiségmérő berendezést hozott létre. A normálállapotú gáz fajsúlyának mérésére alkalmas új érzékelő a Budapesti Műszaki Egyetem Folyamatszabályozási Tanszékén a NEVIKI, illetőleg a Kőolajvezeték Vállalat finanszírozásával és közreműködésével készül.

#### A gázmennyiségmérő berendezés ismertetése

A technológiai szerelvényekre szerelhető, időjárásálló, ANALCONT 1 ES típusú nyomás- és 6 ES típusú nyomáskülönbség-távadók (1. ábra) egységes kimenő jele 0—5 mA egyenáram, a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően. A távadók elektromos és mechanikus kialakítása csakúgy, mint a 3 BR típusú számítógység (2. ábra) s az egyéb részek is, építőköcsa-rendszerben készültek, mely nagy rugalmasságot biztosít a különböző alkalmazási területekhez való illesztés szempontjából. Az egyes egységek közt is 0—5 mA-es egységes jel formájában áramlik az információ és ez — a modulrendszerű egységekkel együtt — az ellenőrzést, karbantartást, tartalékképzést nagymértékben megkönnyíti. Az elektronika szilícium alapanyagú tranzistorokat és nagy állékonyságú egyéb elemeket tartalmaz, mely hosszú idejű, meghibásodásmentes üzemvitelt biztosít.

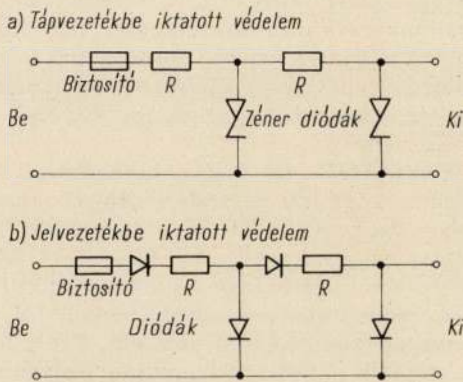
A gázmennyiségmérő berendezés a robbanásveszélyes helyeken történő alkalmazhatóság érdekében szikrabiztos áramköröket s a tetszőleges távadási körülmények biztosítására leválasztó egységeket tartalmaz. Az egyes részek összeépítve, de különálló egységként is felhasználhatók egyéb célokra.

A berendezés, melynek elvi felépítését a 3. ábra mutatja, a mért gáz nyomásával és térfogat- vagy súlysebességével arányos analóg villamos jelet ad ki távadási célokra. Egyidejűleg a beépített vonaliró kellő pontossággal regisztrálja ezeket a jellemzőket. Az átáramlott gáz mennyiségét folyamatosan összegezi és az összegezett értékkel arányos impulzusszámossági jel szintén távmérési lehetőséget biztosít. A beépített számlálószervezen az átáramlott mennyiséget a helyszínen is le lehet olvasni. A gázmennyiségmérő berendezés táplálására 220 V 50 Hz hálózati feszültség szolgál, de (a regisztráló kivételével) 24 V-os egyenfeszültségréől is lehet működtetni. A berendezés alkalmas a hozzá kapcsolható távadókkal a G5 gyűlékonysági csoportú hidrogéngázok mérésére, tehát földgáz és városi gáz mérésére is. A felszerelés úgy történik, hogy a nyomás- és differenciálynomás-távadók, valamint a szokványos kivitelű platina ellenállás-hőmérő a robbanásveszélyes térbe kerülhet, minden különö-

sebb szerelési előírás nélkül, míg a számítógépet a robbanásveszélyes környezetben kívül, maximálisan 150 m-re lehet felszerelni, zárt épületben. A robbanásveszély elleni védelem az áramkörök gyújtószikramentes kialakításával történt. Az alkalmazott védelmi mód lehetővé teszi, hogy a távadók tokozatát üzem közben felnyissák, üzemi állapotban ellenőrző méréseket, javítási tevékenységet lehessen folytatni. A távadókhoz menő vezetékek zárata vagy szakadása robbanásveszélyt nem okoz, tehát ugyanúgy szerelhetők, mintha robbanásveszély nem lenne.

A gyújtószikramentes kivitel lényeges alkotó eleme a határolóegység. Feladata a robbanásveszélyes tér felé kijutó villamos energia oly mértékű korlátozása, hogy teljes zárlat esetén se keletkezhessen robbanást okozó gyújtószikra. A 4. ábra a határolóegység alapkapsolásait mutatja. Ezek az áramkörök olyan non-lineáris négyfókusok, melyben a soros elemeknek áramkorlátozó, a párhuzamosan kapcsolt elemeknek feszültségkorlátozó szerepük van. A soros elemek meghibásodási lehetőségei közül a zárlat veszélyét a műgyantával való kiöntéssel hátrítjuk el, a szakadás veszélyhelyzet nélküli üzemszünetet idéz elő. A párhuzamos elemek Zener-diódák. A kiöntés ezeket is védi a külső, sérülést okozó hatásoktól. A diódán belül keletkezett rövidzár azért nem jelent robbanásveszélyt, mert a Zener-dióda zárata a robbanásveszélyes tér felé a feszültséget zérusra korlátozza. A Zener-dióda szakadása azonban a védelem megszűnését okozhatja, mert ilyenkor a feszültségkorlátozó hatás is megszűnik. Ezért két darab Zener-dióda van egymással párhuzamosan kapcsolva megfelelő elválasztó ellenállásokkal, mint egymás melegtartékai. Így a kívánt biztonság elérhető. Az alapkapsolás egyes elemei annak megfelelően módosulnak, hogy a távadók tápvezetékébe (4a ábra) vagy jelvezetékébe (4b ábra) vannak sorosan beiktatva, vagy az ellenállás-hőmérőt tartalmazó Wheatstone-híd táp- vagy jelvezetékekhez csatlakoznak.

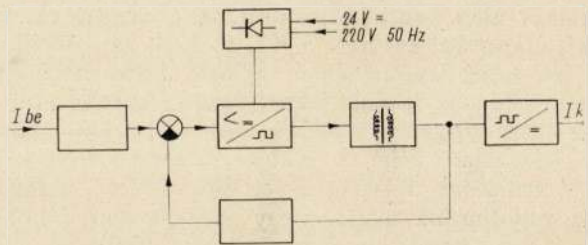
A tápfeszültség névleges értéke esetén a Zener-diódák nem vezetnek. Ha a tápfeszültség megemelkedik, akkor a Zener-diódák vezető állapotba kerülnek és határolják a veszélyes tér felé jutó feszültséget. Ugyanakkor — a megnövekedett áramfelvétel miatt — a biztosítót betét kiolvad s megszakítja a teljes áramkört. Így kizártuk annak lehetőségét, hogy a veszélyes térbe jutó villamos energia meg nem engedett nagyságú legyen és robbanást idézzen elő. A műgyanta kiöntés azt is meggátolja, hogy a veszélyhelyzet elhárítása közben tönkrement leválasztó egységet illetéktelenül „ja-



4. ábra. Határoló egység elvi kapcsolása

vítsák” és új, működőképes egységgel való pótlás nélkül helyezték üzembe az áramkört. Lényegében hasonló módon — de más impedanciaviszonyok közt — működik a jelvezetéki határolóegység is.

A leválasztó galvanikusan szigeteli a számítóberendezés be- és kimenő áramait és a hálózati feszültségnek a veszélyes térbe való behatolása ellen nyújt védelmet. A hálózati feszültség áthatolása ellen ugyanis kétféle védelmi módot alkalmaznak a mennyiségmérő berendezésben. A leválasztóban, a számító- és az integrálóegységben a tápegység hálózati transzformátora 2,5 kV-os feszültségre szigetelt. Ez további védelmet jelent, mert a tápegységen keresztül nem juthat nemkívánatos feszültség a veszélyes térbe. A 0—5 mA-es mérőáram kapcsolódhat olyan műszerekhez és berendezésekhez is (pl.: telemetrikus távadás esetén), melyek hálózati feszültségről működnek, de nincs az előbb említett 2,5 kV-os szigetelésük. Ilyen esetre is számítva, a jelleválasztó egység biztosítja, hogy a számítóberendezés kimenő áramköre galvanikusan független legyen a robbanásveszélyes térben

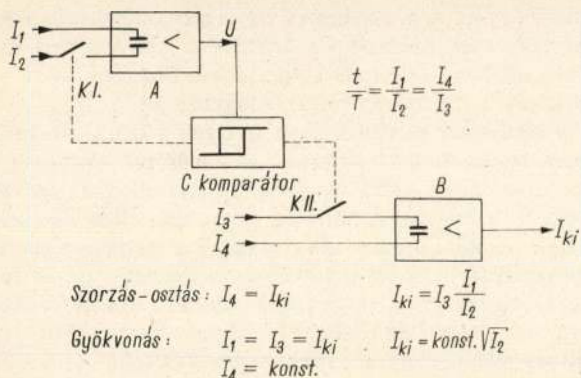


5. ábra. Elválasztó egység blokkdiagramja

levő távadó vezetékétől, és ez a galvanikus leválasztás biztosítja a megkívánt 2,5 kV-os szigetelést. A vizs zacsatolt szabályozási körként megvalósított elválasztó egység vázlatát az 5. ábra mutatja.

A számítógépség a (6), illetőleg (7) egyenletnek megfelelő működési elv szerinti információfeldolgozást 2 lépésben végzi el. A 0—5 mA tartományban változó, a távadóktól jövő, illetőleg a hőérzékelő ellenállásváltozásából származtatott áramjelek a szorzó-osztó egységbe kerülnek, amely előállítja a  $\frac{\Delta p \cdot p}{T}$ -vel arányos, az egységes jeltartományban megváltozó mennyiséget. Ezt a jelet fogadja a gyökvonó egység, mely elvégzi a gyökvonást és az eredményt szintén egységes jeltartományba transzformálja. Mind a szorzó-osztó, mind a gyökvonó áramkör lényegében azonos elemekből felépített, azonos matematikai funkciót tölt be.

A műveleti alapegység blokkvázlata a 6. ábrán látható, működése a következő. Az A erősítő bemeneti pontjaira az  $I_1$  áram közvetlenül, míg az  $I_2$  a K I. kapcsolón keresztül jut; a B erősítő bemenetére az  $I_4$  és a K II.-n keresztül az  $I_3$  áram csatlakozik. A két kapcsolót szinkron működteti a C komparátor, melyet az A erősítő kimeneti szintje vezérel. Alapállapotban a  $K_1$  kapcsoló a bemenetére érkező  $I_2$  áramot nem engedi az A erősítőre, oda csak az  $I_1$  áram jut, amely a bemeneten levő kondenzátort tölti, s így az A integrálóerősítő kimenő jele mindaddig  $I_1$ -től függően növekszik, míg az a C komparálókapsolót működésbe nem hozza. Ekkor a K I. és K II. kapcsolók átbillen-



6. ábra. Műveleti egység működési elve

nek. A KI. kapcsoló most az  $A$  erősítő bemenetére rákapcsolja az  $I_2$  jelet is, mely abszolút értékre nézve nagyobb, mint az  $I_1$ , előjele pedig ellenkező. Ezért a kondenzátort most a két áram eredője tölti, azaz lassan kisül, így a műveleti erősítő kimenetén a feszültség is lassan csökkenni fog. A csökkenés mindaddig tart, míg az  $A$  erősítő kimenete el nem éri a komparáló áramkör alsó kapcsolási határát. A  $C$  vezérlő ekkor ismét átkapcsol és vezérli a KI. és KII. kapcsolókat, melyek ismét leválasztják az erősítők bemenetéről az áramjeleket, az  $I_1$  ismét tölteni kezdi a kondenzátort, s az egész folyamat kezdődik elölről. Ha egy ciklus periódusideje  $T$ , melyen belül az  $I_2$  áram  $t$  időig hat az  $A$  erősítőre, valamint az erősítő bemenő áramát elhanyagolhatjuk, akkor az egy periódus alatt a kondenzátorba befolyó és onnan kifolyó töltéseket felírva a következő összefüggést kapjuk:

$$I_1 T - I_2 t = 0 \quad \text{és így:} \quad \frac{t}{T} = \frac{I_1}{I_2} \quad (9)$$

Előállítottunk tehát egy olyan impulzussorozatot, amelyben az impulzusszélesség ( $t$ ) és a periódusidő ( $T$ ) aránya megfelel két áram arányának, melyek — bizonyos határok között, de — tetszőlegesen változhatnak. A KII. kapcsolót, mely a  $B$  erősítő bemenetét kapuza, ez az impulzussorozat vezérli. A  $B$  erősítő bemeneti kondenzátorát az  $I_4$  a teljes  $T$  periódusidő alatt tölti, míg az  $I_3$  csak a  $t$  időn keresztül hat a bemenetre. Ily módon elértük azt, hogy a szinkronműködetésű kapcsoló miatt igaz lesz a következő egyenlőség:

$$\frac{t}{T} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{I_4}{I_3} \quad (10)$$

Attól függően, hogy az  $A$  és  $B$  erősítők bemenetére jutó  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  és  $I_4$  áramot, továbbá a  $B$  erősítő kimenő áramát milyen formában rendeljük egymáshoz és a távadók áramához, részben szorzási, részben gyökvonási műveletet valósíthatunk meg. Legyen ugyanis az áramkör felépítése olyan, hogy az  $I_2$  a nyomásnak, az  $I_3$  a differenciálynomásnak felel meg és a kimenő áramot csatoljuk vissza úgy, hogy az  $I_4$ -gyel egyezzen meg, akkor a (10) egyenlőségből kapjuk a következőt:

$$I_4 = I_3 \frac{I_1}{I_2} \rightarrow I_{ki} \sim \Delta p \frac{p}{T} \quad (11)$$

Ha úgy választjuk meg az egyes áramokat, hogy a  $B$  erősítő kimenő árama egyezzen meg az  $I_1$ -gyel és az  $I_3$ -mal, továbbá egy külső áramforrásból biztosítjuk az  $I_4$  állandó értékét, akkor az

$$\frac{I_{ki}}{I_2} = \frac{\text{konst}}{I_{ki}} \rightarrow I_{ki} = \text{konst} \sqrt{I_2} \quad (12)$$

egyenletnek megfelelően a kívánt négyzetgyökvonási tulajdonsággal rendelkező áramköri egységet állítottuk elő.

A kompresszibilitási tényező változásával előzetesen korrigált gázfajsúly figyelembevételére a számítógép konstrukciójából adódóan két lehetőség van. Az egyik és legegyszerűbb, ha potenciométer segítségével a hőmérsékletnek megfelelő áramot a szükséges mértékben leosztjuk, és ily módon valósítjuk meg a (6) egyenlet konstansában szereplő fajsúly időszakonkénti számításba vételét. Itt van lehetőség arra, hogy ne térfogatsebességet, hanem súlysebességet számoljunk; ilyen esetben ui. a nyomás- vagy differenciálynomás-jelnek megfelelő leosztásával vihetjük a gyökjel alá a gázfajsúly értékét. Ha a szorzó-osztó és a gyökvonó áramkör közé még egy újabb blokkot helyezünk, a bemenő jelek számát szaporíthatjuk és így lehetőség nyílik arra, hogy négy áramjelet fogadjon és dolgozzon fel a gázmennyiségmérő berendezés a (7) egyenletnek megfelelő módon. A berendezésben alkalmazott integrátor precíziós, igen kis súrlódási nyomatékú és kis forgórész-inerciájú egyenáramú motor, melynek fordulatszámja nagy pontossággal arányos a forgórészen átfolyó árammal. Ily módon az időben változó mérőáram folyamatos összegezésére felhasználható a motortengely szögelfordulása, és a hozzá csatlakozó számdobok által mutatott érték arányos lesz az integrátoron átfolyó egységes áramjel időintegráljával. A forgórész tekercestest nélküli, a forgótekerccsel mechanikailag egybeépített fémszerleg — mint örvényáramú fék — a fordulatszám arányos fékezőnyomatékot szolgáltat. A mágneskört nagy koercitív erejű permanens mágnes gerjeszti. Az integrátor súrlódási veszteségeinek kompenzálását segédáram végzi. Ily módon a műszer pontossága a kis jelek tartományában is jó. A villamos úton történő kompenzáció olyan, hogy az egész mérési tartományban biztosítja a súrlódási hiba 0,5%-nál jobb kompenzálását.

Az integrátormotor tengelyéhez kapcsolódó csiga- és fogaskerék-rendszer kis permanens mágnes forgat. A mágnes felett elhelyezkedő reed-relé érintkezői biztosítják, hogy egy teljes körforduláshoz két meghúzás és két megszakítás tartozzon. A reléhez csatlakozó elektromechanikus számlálószervezet, illetőleg távadási célokra szabadon maradó érintkezőpár teszi lehetővé az integrált mennyiség kijelzését. A mágneses csatlakozás kis súrlódási veszteséget és így kedvező üzemi viszonyokat biztosít.

Az ANALCONT I IR típusú, kétcsatornás vonalíró szintén a központi egységbe beépítve, annak részét képezi. Beépített határkapcsolók segítségével további jelzési vagy beavatkozási feladatok oldhatók meg. A számítógépségtől vagy a nyomástávadótól jövő egyenáram nagy stabilitású ellenállásokon folyik keresztül, ezáltal feszültségesést idéz elő. Ezt a feszültséget a digitális szervomechanizmus folyamatosan kompenzálja. A digitális szervomechanizmus léptető-



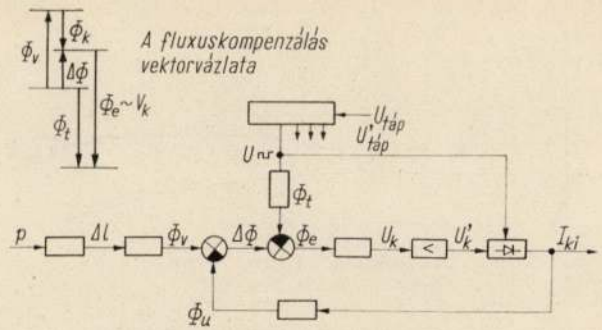
motorral hajtott potencióméterből (melyre referencia-áramforrás van kapcsolva) és a szervoerősítőből áll. A potencióméter csúszkájáról levett feszültség szolgáltatja a kompenzáló jelet. A léptetőmotor működteti az írószerkezetet és a potencióméter csúszkáját. Ily módon a bemenő jel értékét a mutató folyamatosan mutatja, illetve a toll rajzolja az elfutó papírra.

A központi egység célszerűen kialakított, kisméretű szekrényt alkot, de a szükségleteknek megfelelően az egyes egységek egyéb formában is összeszerelhetők.

### A távadók ismertetése

A távadók egy szerkezeti egységbe összeépített, de funkcionálisan egymástól elhatárolható részekből állnak. Attól függően, hogy milyen méréstartományú nyomás- vagy differenciálynomás-mérés céljára szolgálnak, különböző érzékelőfejet tartalmaznak. Az érzékelőfejhez mérőjel-átalakító és az erősítő elektronika csatlakozik. A robbanásbiztos kivitelű távadó a nem robbanásbiztos kivitelűtől az eltérő elektronikus elemekben, ezen túlmenően a tápegység kialakítási módjában különbözik. Az érzékelőfej mérőeleme csőrugó, membránszelence vagy merülőharang lehet, a méréshatártól függően esetleg rugóterheléssel. A mérőelemek anyaga rugóacél, berilliumbronz vagy rozsdamentes acél, a felhasználási igényeknek megfelelően. Az érzékelőfej a bemenetere adott nyomásnak vagy nyomáskülönbségnek megfelelő, azzal arányos elmozdulást ad. Az érzékelőelem áttételen keresztül elmozdít egy vasmagot, mely vasmag a mérőjel-átalakítóba nyúlik. A vasmag tehát a nyomással arányos, de az áttétel nagyságától függő elmozdulást végez. A mérőjel-átalakító érzékelő eleme mágneses-elektromos átalakító, mely a rajta áthaladó és a vasmag által vezérelt fluxussal arányos váltófeszültséget ad le. A mérőjel-átalakító kompenzáló tekercsén átfolyó árammal ez a fluxus kompenzálható. A váltófeszültséget tranzistorizált elektronikus erősítő erősíti fel, mely fázisérzékeny egyenirányítás után a távadók kimenő jelét szolgáltatja. A kimenő egyenáram a mérőjel-átalakító tekercsén is áthaladva adja a visszacsatolást. Végeredményben a közeg nyomásával vagy nyomáskülönbségével arányos egyenáramú áramjel áll elő. Az áramkörök táp- és segéd feszültségeit vagy a beépített tápegység, vagy — mint jelen esetben — a számítógépségben levő leválasztó tápegysége biztosítja. A távadók blokkdiagramja a 7. ábrán látható.

A mérőjel-átalakító speciális kialakítású mágneskör, melyben több, részben ellenkező irányú fluxus keletkezik. A  $\Phi_v$  fluxus az érzékelő végéhez csatlakozó permanens mágnes által gerjesztett alapjel,  $\Phi_k$  a távadó kimenő árama által gerjesztett kompenzáló fluxus. Ha a vasmag kimozdul helyzetéből, a mágneskör egyensúlya felbomlik, s a mérőágban  $\Delta\Phi$  fluxuskülönbség jelenik meg. Ezt a fluxuskülönbséget egy impulzusüzemben dolgozó mágneses szaggató  $\Phi_t$ -vel telítésbe vite megszaggatja s a megszaggatott  $\Phi_e$  fluxus a mérőtekercsben indukált feszültség révén vezérli a nagy erősítésű erősítőt, majd a fázisérzékeny egyenirányítót. Ennek kimenő jele adja a távadó kimenő jelét és a visszacsatoló kör táplálását. A nyomáskülönbség-távadó elektronikájának megfelelő kialakítása révén lehetőség nyílik a térfogatsebességgel arányos közvetlen jel előállítására is. Ilyenkor a fentebb említett műveleti



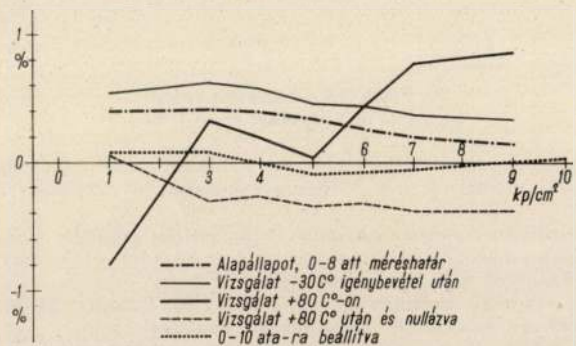
7. ábra. A távadók blokkdiagramja

egységek közül a gyökvonónak kötött változat a távadóval egybeépítve működik.

A mérőfejek célszerű kialakítása miatt a nyomáskülönbség-távadók egyoldalú túlterhelést is tartósan, károsodás nélkül elviselnek. A szilfonmembrán és a test közötti térben levő csillapító- és nyomáskiegyenlítő folyadék a nyomásoldalak közti átömlő szelepeken át közlekedik. A szelepnyílás mint fojtás az áramló közeg fluktuációját jótékonyan csillapítja. A távadók méréshatára és nullpontja igen széles tartományban állítható. A kalibrálásra részben mechanikus kialakítású állítószervek, részben elektromos úton, nagy pontosságú, digitális beállítású (hitelesítést nem igénylő) fluxusváltoztatás szolgálnak.

A hőmérsékletmérő hagyományos kialakítású, Pt ellenállás-hőmérő, Wheatstone-hídra kapcsolódik, melynek jelét — megfelelő határolóegységeken és jelformálón keresztül — a számítógépség fogadja.

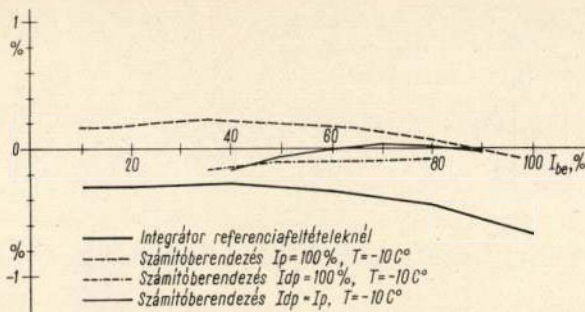
A teljes gázmennyiségmérő berendezést a Bányászati Kutató Intézet biztonságtechnikai szempontból megvizsgálta; további részletes laboratóriumi, illetve helyszíni összehasonlító vizsgálatokat végeztünk a berendezéssel a Kőolajvezeték Vállalat pütkösdűrdői gázátadó állomásán az Országos Mérésügyi Hivatal közreműködésével. A mérési eredmények egy részét a 8., 9. és 10. ábra tartalmazza. Az 1970. január—május



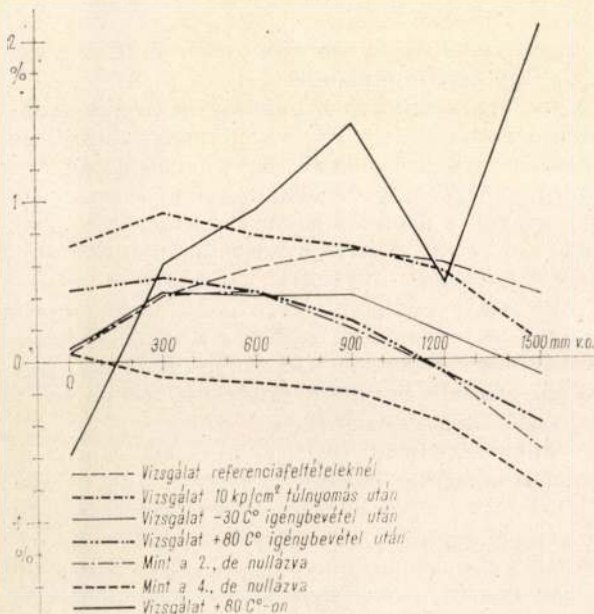
8. ábra. P távadó hibagörbéi referenciafeltételeknél

havában lefolytatott üzemi vizsgálatok különösen a központi egységek pontos és megbízható működését mutatták.

A próbaüzem tapasztalatainak figyelembevétele után remélhetőleg rövidesen lehetőség lesz több darabon végzett ellenőrző vizsgálatokra és további próbaüzemeltetésre is. Ha ezek szintén a várt, kedvező ered-



9. ábra. Integrátor és számítógép hibagörbéi



10. ábra.  $dP$  távadó hibagörbéi referenciafeltételeknél

ményt adják, ismét öregbítették a magyar műszeripar hírnevét, s az olajipar gazdagabb lett egy régen várt műszerrel.

\*

### Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki *Dányi Dezsőnek*, a GAMMA MŰVEK osztályvezetőjének és *Kovacsics Tibornak*, az OMH laboratóriumvezetőjének, továbbá valamennyi munkatársának a berendezés létrehozása során kifejtett eredményes munkájuk, tapasztalataik és vizsgálati eredményeik rendelkezésre bocsátásáért.

### JELÖLÉSEK

- $q$  a mérőperem előtti állapotra vonatkoztatott, időegység alatt áthaladt gáz térfogata  $\frac{m^3}{s}$
- $\alpha$  átfolyási szám
- $\varepsilon$  expanziós szám
- $d$  a mérőperem furatának átmérője  $m$
- $\Delta p$  mérőnyomás  $\frac{N}{m^2}$
- $\rho$  a gáz sűrűsége a mérőperem előtti állapotban  $\frac{kg}{m^3}$
- $\rho_N$  a gáz sűrűsége normálállapotban  $\frac{kg}{m^3}$
- $Q$  normálállapotra vonatkoztatott térfogatsebesség  $\frac{m^3}{s}$
- $p$  abszolút statikus nyomás a mérőperem előtt  $\frac{N}{m^2}$
- $p_N$  abszolút nyomás normálállapotban  $\frac{N}{m^2}$
- $T$  abszolút hőmérséklet a mérőperem előtt  $K^\circ$
- $T_N$  abszolút hőmérséklet normálállapotban  $K^\circ$
- $K$  kompresszibilitási tényező

## ÚJ KÖNYVEK

Az OMKDK szakterületünkről az alábbi új könyveket szerezte be:

MARKÓ L.—SEBESTYÉN K.—STEGENA L.: *Geofizikai kutatási módszerek*, 2. k. Mélyfúrás geofizika. Bp., Tankönyvk. 1970.

*Geofizikai kutatási módszerek*, 3. k. Felszíni geofizika. (Gravitációs, mágneses, elektromos, termikus és radiometrikus-geokémiai módszerek. Bp., Tankönyvk. 1970.

*Prikladnaja geofizika*, 58. vüp. (Otv. red. Polkov, M. K.) Moszkva, Nedra, 1970. (Alkalmazott geofizika)

GRISIN, F. A.: *Ocenka razvedannuh zapaszov nefti i gaza*. Moszkva, Nedra, 1969. (A felkutatott ásványolaj- és gázkészletek mennyiségének hozzávetőleges megállapítása)

*Szisztemü i szredsztva avtomaticheskogo upravlenija v neftegazovoj promüslennoszti*. (Otv. red. Vinogradov, V. N.) Moszkva, Nedra, 1970. (Automatikus rendszerek és berendezések a kőolajiparban)

BELOKON', N. I.—PORSAKOV, B. P.: *Gazoturbinnüe usztanovki na kompresszornüh sztancijah magisztral'nih gazoprovodov*. Moszkva, Nedra, 1969. (A gázvezetékek kompresszorállomásainak gázturbinás berendezései)

*Holod v masinosztroenii*. Red. Klimenko, A P. Moszkva, Masinosztroenie, 1969. (Gépipari hidegtechnika)

*Acélesőkatalógus*. (Összeáll. *Juhász István; Teller Béla*) (Szerk. *Marek Tivadar*) 2. átd. kiad. Bp., Közgazd. és Jogi K. 1970.

*Szovjet acélok, csövek és öntvények*, 1. k. (Lezárva 1969. nov. 30.) (Összeáll. *Kondoray Egon; Pomothy Béla*) 3. kiad. Bp., Közgazd. és Jogi K. 1970.

*Szovjet acélok, csövek és öntvények*, 2. k. (Lezárva 1969. nov. 30.) (Összeáll. *Kondoray Egon; Pomothy Béla*) 3. kiad. Bp., Közgazd. és Jogi K. 1970.

JUROVSKIJ, Ju. M.: *Razresajucsaja szposzobnoszt' gazovogo karotazsa*, 2. pererab. i dop. izd. Moszkva, Nedra, 1970. (A gázkarotázs felbontóképessége)

*Geologija i geohimija neftjanüh i gazovüh mesztorozsdenij*, 3. k. Geohimija i gidrogeologija neftegazonosznüh rajonov Ukrainü. (Otv. red. *Dolenko, G. N.*) Kiev, Naukova Dumka, 1965. (Az olaj- és gázlelőhelyek geológiája és geokémiája)

PIVOVAROV, I. F. — stb.: *Organizacija i mehanizacija rabot po remontu trub i truboburov na promüslah*. Moszkva, Nedra, 1969. (A csövek és turbófúrók javításának megszervezése és gépesítése)

*Impact of natural gas on the consumption of energy in the OECD European member countries*. (Paris, 1969.) (A földgáz szerepe a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet európai tagállamainak energiaellátásában)

K. A.

## Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége — az Egyesület helyiségében — 1971. február 12-én elnökségi ülést tartott.

A tárgysorozat 1. pontjaként dr. Gyulay Zoltán elnök

az Országos Magyar Bányászati- és Kohászati Egyesület szervezetének korszerűsítésé

címmel ismertette elképzeléseit és javaslatait az Egyesület vezetésének, feladatai teljesítésének jövőbeli alakulásáról, töretlen fejlődést, változatlanul konstruktív célkitűzéseket feltételezve és hangsúlyozva.

Egyesületünk elnökének megnyilatkozását az ülésen vita nem követte; célja csupán a problémák felvetése volt, hogy azokat az elnökség, s lapjainkon keresztül a választmány — de tagtársaink összessége is — még a legközelebbi választmányi ülés előtt megismerhesse. A végleges döntést majd az 1972 elején tartandó 62., tisztújító közgyűlés lesz hivatva kimondani.

Gyulay Zoltán gondolatait az alábbiakban csorbitatlanul adjuk közre:

Igen tisztelt elnökség!

Az 1969. évi közgyűléstől három évre nyert megbízatásunk rövidesen lejár, erősen annak második félidejében járunk. Három hónap múlva esedékes az idej — hagyományos vidéki — választmányi ülésünk és mindössze 15 hónapunk van 1972 tavaszáig, a következő vezetőségválasztó közgyűlésünkig. Rövid az idő arra, hogy mérlegeljük, mit kell megtennünk ahhoz, hogy az Egyesület olyan állapotban adjuk át az utánunk következő vezetőségnek, hogy nyugodt lélekkel vállalhassuk érte a felelősséget. Az Egyesület jövője körüli gondolataim — javaslataim — számára kérem most az Elnökség szíves figyelmét, melyeknek egy részét az Elnökség többségével — szakosztályaink és társadalmi bizottságaink vezetőivel és lapjaink főszerkesztőivel — a múlt év végi szokásos köszöntésük alkalmával már ismertettem, így nekik már volt módjuk elmélkedni rólok. Az alábbiak elsősorban alelnökeink számára lesznek most újak.

Ezeknek a gondolatoknak egy részét baráti, de gyakran barátságtalan észrevételek, sőt heves kritikák váltották ki, más részét az immár két évtizede viselt egyesületi alelnöki, majd elnöki tisztségeim. Hozzájárultak külföldi tapasztalataim is, hiszen elnöki minőségben és más kiküldetésben is több külföldi rokon és baráti társadalmi egyesület szervezetével és életével nyílt alkalom megismerkedni mind a szocialista, mind a kapitalista szférában. Végül a gondok nem csekély hányadát még az első elnöki évemből őrzöm, amikor néhai *Pilster Pállal* a bányászat és kohászat vezetői körén túl, csaknem minden vidéki csoportunk székhelyét felkerestük és vezetőségeikkel, valamint tagjaikkal egyesületi életünk erényeit és számos fogyatékoságát megbeszéltek, amikor is számos okos tanácsot, javaslatot gyűjtöttünk, amelyeket azonban különböző és egyre súlyosbodó szubjektív és objektív okokból nem tudtunk megvalósítani.

Lassan elkoptatott közhely, hogy az idő gyorsul, hogy tudományos technikai forradalomban élünk, beszélünk információ-robbanásról, demográfiai explózióról; gyorsul a fejlődés irama.

Egyesületünk fejlődése is gyorsul annyira, hogy a fejlődést jelző mutatók bennünket is meglepnek, ha nem kísérjük azokat folytonos figyelemmel. Taglétszámunk ma minden toborzás nélkül, önkéntes belépéssel 5573 fő, szak szerinti megoszlásuk: 2856 bányász, 660 olajos, 1052 vaskohász, 529 fémkohász és 472 öntő, azaz 63% bányász és 37% kohász; a fővárosban él 1461, vidéken 4112 fő. Vidéken él tehát a tagságnak kerekén  $\frac{3}{4}$ -e. Szakosztályaink helyi és szakcsoportjainak száma kerekén 70, ezek  $\frac{2}{3}$ -a vidéken működik. Folyóirataink példányszáma 8300, ebből 3000 példány közületeknek és külföldre megy. Nagyrendezvényeink száma évente 30 körüli, kisrendezvényeink száma meghaladja a félezret. 1970-ben kb. 400 főt utaztattunk. Huszonnégy szocialista országbeli társegyesülettel és intézménnyel van együttműködési megállapodásunk. Évi költségvetésünk megközelíti a 4,5 millió forintot; bevételünk az egyéni tagdíjakból 120 ezer Ft — a tagok a lapot a 12 Ft haví tagdíj fejében kapják, amiből 2 Ft az Egyesületé, a 10 Ft megy a 22 Ft előállítási költségű lapra, amihez a hiányzó 12 Ft-ot az MTESZ

állami hozzájárulásból fedezi —, míg jogi tagdíjakból 1,1 millió Ft folyik be.

Egyesületünknek az e számokkal jellemzett fejlődése természetes fejlődés, ami feltarthatatlanul folytatódni fog. Erre a fejlődésre fel kell készülnünk. Egyesületi életünket úgy kell fel-frissítenünk, optimalizálnunk, hogy az egyre hatékonyabban szolgálja a tagság és a tagság útján az egész magyar bányászat és kohászat érdekeit.

Egyesületi munkánknak nagyon fontos jellemzője, hogy a társadalmi, túlnyomórészt a hivatalos időn túl, a hivatás szeretetéből fakadó, önzetlenül végzett munka. Egyedüli rugója az összetartás érzése, a testületi szellem. Ezért a munkáért hála jár a tagság részéről. Ez a munka azonban természeténél fogva térben és időben szétszórtan folyik, következésképpen nem lehet olyan összehangolt, fegyelmezett, ellenőrizhető, irányítható és intenzív, mint amilyen az optimális egyesületi élethez szükséges. Számos okos és hasznos elhatározásunk nem valósul meg, mert nincs hozzá végrehajtható apparátus. Sokszor elkeserítően nem vagyunk cselekvőkészek.

Egyesületi életünk másik jellemzője, hogy a tagság öt szakosztályunk számos csoportjában szétszórtan helyezkedik el az országban. Őket a 250 főnyi választmány képviseli, mely évente egyszer ülésezik. Fölöttük van a 25—30 főnyi vezetőség. Növekedésünkkel együtt szakokra oszlottunk, így térben és időben egyre nő a távolság az egyes tagok és a vezetők között.

Márpedig Egyesületünk feladata rendkívül komoly feladat. Egyik — múlt őszi — elnökségi ülésünkön, amikor az MTESZ munkájának továbbfejlesztésére vonatkozó párthatározatot beszéltük meg, elmeditáltunk afölött, mik is az Egyesület céljai? Ma is azt vallom, hogy változatlanul az a célja, amit alapítóink 79 éve kitűztek, csak ma kicsit másként fogalmazzunk: mai szóhasználatlalt egy mérnök-továbbképző, információterjesztő intézmény vagyunk.

Az is közhely már, hogy a mérnök ma továbbképzés nélkül, inkább előbb mint utóbb, megszűnik mérnöknek lenni, ami nem csak egyéni problémája, de aminek súlyos következményei vannak a társadalomra is. Egészséges társadalom ezt nem is tűrheti. A továbbképzésben a primer felelősség természetesen magáé az egyéné, ha ő nem akar folyvást tovább tanulni, akkor nincs segítség. A szekunder felelősség megoszlik az egyetemek, a vállalatok és a társadalmi szakegyesületek között. De ebben, mint az egész országot átfogó szervezetnek, a társadalmi szakegyesületnek a felelőssége a legnagyobb. Országos szervezetünknel és taglétszámunknál fogva elsősorban a miénk.

Külföldön a rokon társadalmi egyesületek életében összehasonlíthatatlanul nagyobb szerepet játszik a mérnök-továbbképzés problémája, mint nálunk. Évi nagy közgyűléseiken ez a téma egyre hangsúlyosabb. A Canadian Institute of Mining and Metallurgy idei májusi meetingjére bejelentett 42 előadásból 9, tehát csaknem az előadások  $\frac{1}{4}$ -e csak ezzel a témával foglalkozik. Ők jobban a nevének a gyereket, mint mi: ők ezt küzdelemnek nevezik a mindenkit fenyegető elmaradás ellen, a fennmaradásért. A társadalmi egyesület egyetlen céljának a mérnök-továbbképzést tekintik.

A társadalmi szakegyesület információterjesztő eszközei a szakfolyóiratok, a helyi, körzeti és országos rendezvények és az utaztatás. Ezt tesszük mi is és ezzel küldetését teljesítünk. Ha megszűnnénk, nyomban egy szervezet kellene felállítani e feladatok elvégzésére. Vegyük az információterjesztés eszközeit sorjában. Szakfolyóirataink a legelterjedtebb magyar nyelvű szakmai sajtótermékek. Szerkesztő bizottságaink bizonyára tudják, milyen a szakosztályai tagságának a nyelvismeret-eloszlása; ha nem tudnák, sürgősen meg kell állapítani, közülük hányan hány és milyen nyelvű külföldi szakfolyóiratot olvasnak rendszeresen vagy rendszeretlenül. Feltehető, hogy számosan csak magyar szaklapot olvasnak. Lapjainknak erre külön nagy figyelemmel kell lenniük. Ablakot kell nyitniuk az idegen nyelvű tudományos termelésre is, a külföldi termés válogatott és értékelt rövid ismertetésével. Ilyen kísérlet a *KOOLAJ ÉS FÖLDGÁZ* most már rendszeresnek tekinthető évi különszáma. Ma már nem csak az a szakfolyóirataink célja, ami korábban volt, hogy egyszerűen publikációs lehetőséget nyújtssanak, hanem az, hogy tervszerűen

szolgálják a továbbképzést. Lapjaink színvonala a saját múltjukhoz képest örvedetesen emelkedett, de ha szétnézünk a látóhatáron, bizonyára sok még a tennivaló. Szakfolyóirataink legyenek a szemünk fénye: utódaink ezek alapján fognak ítélni rólunk.

Rendezvényeinknek is szervezettebben, láthatóan tervszerűbben kell a továbbképzést szolgáltatniuk. Figyelemmel kell lenni a két vagy több szakosztályt egyaránt érdeklő témákra, a határterületekre is.

Az utaztatások száma örvedetesen nagy. Ugyanakkor nem találtuk meg a módját annak, hogy az egyén tapasztalata közkinccsé váljon.

Az ipart, a bányászatot és a kohászatot a mérnöktovábbképzés felsorolt három eszközével szolgáljuk. Böven meg szolgálva azt a jogi tagdíjat, amivel az ipar — saját jól felfogott érdekében — az egyesületet támogatja.

Összefoglalva az előrebocsátottakat: megváltozott körülöttnk a világ, jobban egy célra irányul a feladatunk és ennek teljesítéséhez elengedhetetlen az Egyesületnek a mainál sokkal hatékonyabb működése. Ennek megvalósítása érdekében a következő — részleteiben még kidolgozandó — javaslatot fogom tavaszi ülésén Egyesületünk választmánya elé terjeszteni:

1. Évenkénti közgyűlés;
2. Rövidebb időre — egy évre — szóló elnöki megbízás;
3. Állandó, függetlenített egyesületi főtitkár;
4. Az Egyesület elnökségében méltányos számú alelnöki hely juttatása a tagság háromnegyedét tevő vidéki tagságnak;
5. A választmányi tagság három évre korlátozása a létszám egyharmadának évenkénti cseréjével;
6. Az elnökségen belül egy kisebb létszámú mozgékony és tevékeny végrehajtó bizottság alakítása és
7. A megváltozott helyzetnek megfelelő új egyesületi alapszabály és ügyviteli szabályzat kidolgozása.

Az évenkénti közgyűlés által „megválasztott elnök” csak egy év elteltével veszi át a lelépő elnöktől az elnöki tisztet, addig megismerkedik az elnöki teendővel, az Egyesület életével és szükség esetén az elnököt segíti. A jelenlegi hároméves elnöki megbízás hosszú és terhes, ha az elnöktől azt kívánjuk, hogy cselekvő elnök legyen, aki az Egyesületnek a vidéket is látogató feje és élő, látható kapocs a szakosztályokra különült és szétszórta csoportokban működő tagok előtt. Személyi hajlandóságához képest legyen aktív és hivatali elfoglaltsága ezt tegye lehetővé.

Alapszabályunk szerint „a főtitkár végzi az Egyesület igazgatási ügyeit”. Ezek szerint az ő feladata az Egyesület életében — az elnök mellett — a szabályozás, az irányítás és az intézkedés hármasságának. Ezt ma már Egyesületünk méretei és életfolyamatai mellett társadalmi munkában végezni nem lehet. A főtitkárnak kell az Egyesület állandó, kulcs-tisztségviselőjének lennie.

Az Egyesület a vidéki alelnököktől is olyan aktivitást és összefogó működést kíván a saját, mint az elnöktől az egész ország területén.

Meggyőződésem, hogy a vázolt javaslat megvalósításával Egyesületünk élete megújul, frissebb, változatosabb és hatékonyabb lesz, mint amilyen ma.

A javaslat részleteinek a kidolgozására az öt szakosztályunk egy-egy vezetőségi tagjából alakítandó bizottságot kérek fel, Tamásy István alelnökünk vezetésével.

Ez a javaslat annak a határozatnak a szellemében fogant, melyet az MSZMP KB Titkársága 1969. április 28-án hozott az MTESZ — és tagegyesületei — munkájának továbbfejlesztéséről és amely szükségesnek tartja az egyesületek alapszabályainak a felülvizsgálatát abból a szempontból, hogy az a mai helyzetnek, célkitűzéseknek, a korszerű feladatoknak és a demokratikus elveknek megfelelő-e.

\*

2. Az elnöki előterjesztést követően dr. Faller Gusztáv, a Jubileumi Bizottság vezetője, ismertette részletes, de arányosan ötvözött jelentését „Az OMBKE szerepe és feladatai a szocializmus építésében” címmel. Lapunk kötött terjedelme a szerző által lerövidített változat közlését teszi csupán lehetővé:

Egyesületünk 1969. április 24.—25-én tartott 61. közgyűlése a következő határozatot hozta: „A közgyűlés szükségesnek tartja, hogy felszabadulassunk 25. évfordulójára alkalmából megfelelő formában megemlékezzünk Egyesületünk újjáélesztéséről, felmérve Egyesületünk eddigi munkáját és további feladatait a szocializmus építésében.” A határozat második részének végre-

hajtásaként a szakosztályok küldötteiből álló munkabizottság\* kidolgozott egy, a jelen beszámolóval azonos című dokumentumot. Ezt az elnökség 1971. február 12-én jóváhagyta és úgy határozott, hogy a dokumentumot valamennyi szaklapunkban ismertetni kell és teljes terjedelmében sokszorosított formában nyilvánosságra kell hozni.

A dokumentum első fejezete három pontba foglaltan mutatja be, hogy Egyesületünk és Lapunk alapításkori célkitűzése — melynek mindenkor megfelelt —, szellemében ma is időszertű, majd néhány legjellemzőbb számadattal illusztrálja azt a hatalmas mennyiségi fejlődést, mely az alapítás, de különösen a felszabadulás óta bekövetkezett. Az egyesületi munka tartalmát illetően az elmúlt 25 esztendőben elért eredményeket a második fejezet, a további fejlődést meghatározó irányelveket pedig a harmadik fejezet tartalmazza.

A második fejezet tizenegy pontban mutatja be, hogy a felszabadulást követő negyedszázadban Egyesületünk

- elsőrendű vitafórumává vált a szakmáinkat érintő jelentős műszaki alkotásokra vonatkozó elgondolásoknak;
- mindenkor komoly szerepet vállalt szakmáink technológiai fejlesztése főirányainak kialakításában;
- eredményesen tevékenykedett az állami bánya- és kohóipar kialakításában, az állami szintű tervezés és irányítás rendszerének megvalósításában és fejlesztésében, a bányajog korszerűsítésében;
- alkotó módon közreműködött a szakproblémák egy-egy nagyobb körét átfogó koncepciók helyes kialakításában;
- sokat tett a bányászok és kohászok munkája biztonságának és védelmének érdekében;
- rendszeresen foglalkozott a jövő bányász-kohász nemzedék szakmai képzésének korszerűsítésével; a szakmunkás- és technikusképzéssel, a bánya- és kohómérnök-képzéssel, valamint továbbképzéssel;
- állandó feladatának tekintette, hogy az ifjúságot hivatás-szeretetre nevelje, az érdemdús idős kollégák tevékenységének elismerését és megbecsülését légkörét biztosítsa, s hallassa szavát a tagság szakmai jövőjének formálásával kapcsolatos kérdésekben;
- tovább gyarapította szakmáink hajdani nagyjainak megbecsülését kifejező emlékérmek számát, támogatta a szakmátörténetet bemutató központi múzeumok és helyi gyűjtemények létrejöttét;
- jelentős és eredményes kapcsolatokat épített ki az MTESZ rokon tagegyesületeivel és számos külföldi társegyesülettel, valamint más hazai műszaki-tudományos fórummal, továbbá intenzíven közreműködik több nemzetközi szakmai szervezet munkájában;
- sokoldalúvá fejlesztette a munka szervezeti formáit: létrehozta szakosztályait, áthelyezte munkája súlypontját a helyi csoportokhoz, kialakította a szakemberek egy-egy szűkebb körét tömörítő szakcsoportok és munkabizottságok rendszerét, az ankétok és konferenciák számát, már évi 700—800-ra növelte, fejlesztette a Lapjaink szerkesztő bizottságainak munkáját, hézagpótló kiadványi tevékenységet valósított meg és kialakította a szakmai pályázatok hasznos rendszerét;
- ez a nagy múltú társadalmi szervezet — összefoglalóan — nagymértékben megerősödött s alapvető célkitűzésein munkálkodva jelentősen elősegítette szakmáink fejlődését, s a műszaki-tudományos közvélemény olyan fórumává vált, melyre műszaki részletkérdésektől kezdve a nagyvonalú koncepciókig terjedően Pártunk és Kormányunk bizton támaszkodhat, másrészt pedig olyan feltételek mellett tevékenykedhet nemes célkitűzéseinek megvalósításán, melyek szinte összehasonlíthatatlanul kedvezőbbek a felszabadulás előtti körülményeknél.

A dokumentum harmadik fejezete tíz pontból áll. Az elmúlt negyedszázad egyesületi eredményei alapján megállapítja, hogy továbbra is helyes lesz azoknak a céloknak a szellemében munkálkodni, melyeket Egyesületünk alapítói és újjáélesztői

\*A munkabizottság tagjai: dr. Bán Ákos, Claus Alajos, dr. Faller Gusztáv, Forgács Mária, Györök György, Kovács Tibor, Krefly Gábor, Nagy Pál, Nagy Péter, Szécsi Károly és Tóth Ferenc.

elénk tűztek. Rögzíti ezután a dokumentum, hogy a jövő egyesületi munkájának konkrétabb célkitűzéseit akkor alakítjuk ki helyesen, ha ezeket az MSZMP Központi Bizottságának tudománypolitikai irányelveire (1969) alapozzuk, figyelemmel azokra a határozatokra, melyeket az MSZMP KB Titkársága az MTESZ munkájának továbbfejlesztéséről (1969) hozott; a munka tartalmát illetően pedig a következő esztendőkből az MSZMP X. kongresszusának (1970) határozatát kell mértékadónak tekintenünk, mert ez a legnagyobb körültekintéssel fogalmazta meg a szocializmus teljes felépítése magasabb szinten való folytatásának feladatait. A Párt e három iránymutató állásfoglalásából következő tennivalóink részletesebb megfogalmazása után a dokumentum megállapítja, hogy — miként ez a közelmúlt évtizedekben már rendszeresé vált — a IV. ötéves tervidőszakban is sajátos egyesületi módszereinkkel kell elősegítenünk az általános, de különösen a szakmáinkra vonatkozó gazdaságfejlesztési célkitűzések, tudományos kutatási, beruházási, termelési feladatok megvalósulását és az ezt szolgáló gazdasági szabályozórendszer fejlesztését. A IV. ötéves terv e vonatkozású feladatait s e feladatok megoldásában való egyesületi közreműködésünk módozatait részletesen mutatja be a dokumentum. Végül megállapítja, hogy Egyesületünk hagyományos tevékenységi köreiben miként kell továbbfejleszteni a munkát.

A dokumentum negyedik, rendelkező fejezete egyetlen pontból áll. Eszerint az egyesületi munka vezérfonalául szolgáló dokumentum megállapításait valamennyi egyesületi szerv: az elnökség, a szakosztályok, a helyi- és szakcsoportok, a munkabizottságok, Lapjaink szerkesztő bizottságai stb. tárgyalják meg és az elsősorban elvi jelleggel megfogalmazott feladatokat saját tevékenységi körükre vonatkozóan konkrétan határozzák meg. Hosszabb-rövidebb távú munkaterveik kialakításakor bizottságok a múlt nemes hagyományainak továbbfejlesztését s a jövő feladatainak megvalósítását, tevékenységük értékelésénél pedig a dokumentumban foglaltakat tekintsék a jó munka mércéjének.

\*

3. Egyesületünk 1971. évi költségvetését Varga Frigyes pénztáros terjesztette elő. Az évi 4454 ezer Ft összes tervezett bevétellel szemben 4423 ezer Ft kiadás áll; bevételeink zömét a jogi tagdíjak képezik. A konferenciák dotálására előirányzott mintegy 1560 ezer Ft-ot azok rendezési költségei nagyjából fel is

emésztik. Lapjaink megjelentetésére 1100 ezer Ft, külföldiek vendéglátására 240 ezer Ft, külföldi kiküldetésekre 200 ezer Ft, pályadíjakra és jutalmazásokra 197 ezer Ft van többek között betervezve. Szakosztályunk évi dotációja 198 ezer Ft.

\*

4. A Társadalmi Bizottság 1971. évi programtervezetét Szabó László, a bizottság vezetője ismertette. Szakmai rendezvényeink nagy száma miatt az egyébként igen változatos, színvonalas lehetőségeket megcsillogtató tervet megvalósítása — a közel-múlt tapasztalatai alapján — nem kecsegtet túlzott reményekkel. Pedig a mind jobban szakosztályok szerint polarizálódó tagság összetartására a kulturális vagy kedélyes társadalmi összejövetelek kiváló alkalmat szolgáltathatnak.

\*

5. Podányi Tibor, a Bányászati Szakosztály elnöke, a BKL BANYÁSZAT-ban az 1970. évben megjelent cikkek értékelésére nivódj kiadására tett — az elnökség által elfogadott —avaslatot.

\*

6. Dr. Vörös Árpád az Öntödei Szakosztály nevében tájékoztatást adott a VI. Magyar Öntő Napok és az 1978-ban Budapesten tartandó Nemzetközi Öntészeti Kongresszus előkészítési és szervezési munkálatairól.

\*

7. E helyütt szólunk röviden dr. Pöcze Lászlónak, a Külügyi Bizottság vezetőjének, rendkívül gondos és részletes jelentéséről is, mely az Egyesület 1969—1970. évi külföldi kapcsolatait vázolja. A kiutazások csere-alapon, vagy devizás dotálás formájában történtek (1970-ben 40—60% az arány). 1969-ben összesen 225 fő (ebből csere alapon 168 fő), 1970-ben 350 (149) fő utazott külföldre, 1451, ill. 2175 napot töltve kint.

Két világméretű hazai rendezvényen kívül (1969. X. 6—10. II. ICSOBA—aluminium-konferencia; 1970. VI. 23—26. „Clean-Steel” acélkonferencia) is jelentősen bővültek a szakmáink megismertetését szolgáló nemzetközi kapcsolatok; egyre több külföldi cég képviselői, szakemberei látogatnak el hozzánk: rendezvényeinknek nemzetközi rangja van. E kapcsolatok ápolása, továbbfejlesztése, nemkülönben a fiatal generáció tagjai kiutaztatásának szorgalmazása képezi e téren a jövő célkitűzéseinek súlypontját.

B. B.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Az 1971. évi őszi vándorgyűlés

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerkesztési Szakosztálya ez év október 5—7-e között rendezte meg XII. VÁNDORGYŰLÉSÉT Keszthelyen.

A kőolaj- és földgázbányászat 1969—1970. évi műszaki fejlődését áttekintő vándorgyűlés keretében a szénhidrogén-bányászat mérési és automatizálási kérdéseit fogjuk megvitatni.

A problémák sokoldalú vizsgálatához kérjük a mérési és automatizálási munkaterületet jól ismerő, ezen kérdésekkel foglalkozó tagjaink aktív, előadással jelentkező részvételét. Ezen túlmenően nem szorosan a szénhidrogéniparban dolgozó, de a jelzett témakörben foglalkoztatott, vagy az iránt érdeklődő szakemberek részére is örömmel biztosítjuk az aktív részvétel lehetőségét.

Célunk az, hogy az ipar szakemberei az előadásokon keresztül széleskörűen megismerjék a mérési és automatizálási problémáit, akár termelés-, mérés- vagy szabályozástechnológiai megvilágításban, akár pedig az eszközgyártási vagy üzemeltetés-technológiai oldalról. Szükségesnek tartjuk továbbá az ipar szakembereinek átfogó tájékoztatását a mai korszerű mérési és automatizálási módszerekről és eszközökről, azok várható jövőbeli fejlődéséről. A vándorgyűléstől várjuk azt is, hogy a szénhidrogén-bányászat üzemi szakemberei megfogalmazzák a mérési és automatizálással szemben támasztott igényeiket.

Az előadásokkal kapcsolatban az alábbiakat közöljük:

- Az előadások teljes terjedelmükben a vándorgyűlésen nem hangzanak el, mivel azok szövegét a résztvevők szeptember 15-ig kézhez kapják. A helyszínen csak az előadás rövid — 5 perces meg nem haladó — összefoglalására lesz mód.
- Az előadások beadási határideje 1971. május 15. (OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerkesztési Szakosztálya, Budapest V., Szabadság tér 17. II. 212.)
- Egy-egy előadás terjedelme 10—12 gépelt oldal (32 sor, soronként 60—62 leütés), ábrákkal együtt.
- Az előadások anyagát jó minőségű fehér papírra gépelve kérjük, az ábrákat tussal fehér kartonra rajzolva kérjük csatolni, megjelölve a szövegbeli helyüket.
- Az előadások összefoglalásokról diáképek bemutatását biztosítjuk, amennyiben az előadók erre vonatkozó igényüket az előadás benyújtásakor bejelentik.

Jó szerencsét!

A VÁNDORGYŰLÉS SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

# HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

## A dunántúli nagymélységű fúrásokról

Lapunk 1970. 12. számában, *A budafapusztai nagymélységű fúrásokról* közölt ismertetés után beszámolunk a Dunántúlon mélyített egyéb nagymélységű fúrásokról.

Az összefoglalás az 1969. IV. 1. és 1970. XII. 31. között eltelt időszakra vonatkozik.

### Letenye-I. (L-I.)

1969 májusában kezdték el a kút kivizsgálását. A középső miocén korú rétegekben 12, a pannon rétegekben 6 rétegvizsgálatot végeztek.

Az 5. sz. rétegvizsgálat során a 3750—3755 m közötti szakaszból forró (120 C°-os) sósvizet (NaCl 21 g/l) és csökkenő gázbeáramlást kaptunk.

A többi vizsgálatok sem a középső miocénből, sem a pannon rétegekből említésre méltó szénhidrogén-beáramlást nem eredményeztek.

A kútban végzett rétegvizsgálatok eredményeképpen megállapították, hogy a kút szénhidrogén-termelés szempontjából meddő, és így a kutat lezárták.

### Lovászi-II. (L-II.)

A budafai szerkezeten és környékén lemélyített mélyfúrások (*B-I.*, *B-II.*) jelentős gyakorlati eredményei alapján feltételezhető, hogy a lovászi szerkezet neogén bázisán is törmelékes összlet (konglomerátum, breccsa) fejlődött ki, amely kedvező esetben gázt tárolhat. A lovászi szerkezet keleti részén kitérített *L-II.* sz. mélyfúrás célja: a miocén üledéksor feltárása, és szénhidrogén-földtani megismerése, végül a harmadidőszaki medencealjzat elérése.

A fúrást 1969. VII. 23-án kezdték el. A fúrólyuk tervezett mélysége 5000 m.

Az eddigi nagymélységű fúrások tapasztalatainak felhasználásával, említésre méltó műszaki baleset nélkül, rekordidő alatt a fúró XI. 10-én elérte a 3295,5 m-es mélységet.

A 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es béléscsörcsövet beépítése és elcementezése után a fúrást 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvényben folytatták. A fúrás során több nehézséggel kellett megküzdeni (szerszámszorulás, ciklikus lökésszerű iszapelgázosodások, kisebb mértékű iszapvesztések stb.).

A szinte állandóan jelentkező rétegnehezségek és műszaki balesetek — szerszámtörés — dacára a 3295,5—4777 m közötti, 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es fúrólyukszakasz mind a fúrási sebesség, mind a fúrási mélység tekintetében rekordként könyvelhető el.

A 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvény mélyítése után 4773,5 m-es saruállással 7"-es beakasztott béléscsőszlopot építettek be (az akasztó helye 2980,5 m-ben).

A sikeres béléscsővezetés és cementezés után a fúrás vezetői elhatározták, hogy a fúrólyuk mélyítését a tervezett 5000 m elérése után is folytatják, egész addig míg ezt a rétegvizszo-nyok megengedik. A 6"-es szelvény mélyítése közben kisebb mértékű iszapelgázosodásokkal, -elnyelésekkel kellett megküzdeni.

Ezekkel sikeresen megbirkózva, a lehető legkedvezőbb fúrási tényezőket kiválasztva, a 4777—5231 m-es intervallumot igen nagy — átlag 13,4 m-es napi előhaladással — mélyítették le.

A lyukszakasz mélyítése során hőmérsékletméréseket végeztek. E mérések közül említésre méltó az 5020,5 m-ben, huzamos öblítést követő, 6 óra állás után mért 217 C°-os hőmérséklet.

Az 5331 m-es mélységben a szerszám rétegomlás miatt megszorult és csak többszöri mentési kísérlet után sikerült a szerszámot felszabadítani.

A további rétegomlások elkerülése céljából az eddigi 1,24 kp/dm<sup>3</sup>-es iszapfajsúlyt 1,40 kp/dm<sup>3</sup>-re növelték. Valószínűleg ez is szerepet játszott abban, hogy a lyuk további mélyítése lelassult és az állandósult fúrószerszám-akadózás, -szorulás miatt a fúrást 1970. VII. 30-án 5400,5 m-es mélységben, miocén helvét korú homokkő-, ill. márgarétegekben befejezték.

E mélység elérésevel túlszárnyalták a *Kerkáskápolna-I.* jelű fúrás mélységrekordját, s így jelenleg az *L-II.* mélyfúrás tartja a hazai fúrási mélységrekordot. Ez idő szerint a kút kivizsgálásra vár.

### Bajcsa-I. (Bj-I.)

A fúrás célja a bajcsai pannóniai — és miocén — szerkezet alatti tényleges harmadidőszaki medencealjzat kőzetkifejlődésének, mélybeli elhelyezkedésének és kőolaj-földtani jelentőségének vizsgálata, mivel a szerkezet DNY-i részén, a *Bj-14.* jelű fúrásban 3012,5 m alatt feltárt bázisos, metamorfizált eruptívum kora és az üledékes kőzetekhez viszonyított helyzete bizonytalan. A fúrás felső- és alsópannon, szarmata, torton, helvét és — 3267 m-től a talpig, 4126,5 m-ig — triász rétegeket harántolt.

A fúrás mélyítését 1969. VIII. 25-én kezdték el.

A fúrólyuk tervezett mélysége 4200 m. A fúrólyuk mélyítését minden különösebb nehézség nélkül végezték és a 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es béléscsörcsövet 2949 m-ben történő beépítése és elcementezése után a fúrást 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvényben folytatták tovább. A 2948—3089,5 m közötti lyukszakaszt tesztrel vizsgálják ki; a rétegvizsgálat beáramlást nem mutatott ki.

A 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvény mélyítése már több bonyodalommal járt. E fúrási szakaszra szerszámfelülések, iszapgázosodások, iszapvesztések jellemzők; az utóbbiak felszámolására többször gélcementezéseket végeztek. A lyukszakasz lemélyítése után 3603,5 m-es saruállással 7"-es béléscsörcsövet helyeztek el. A béléscsörcsövet cementezését tesztrel rétegvizsgálat követte (3603—3640 m között).

A rétegvizsgálat eredménye: 183,7 att depresszió hatására erős kénhidrogénszagú sós rétegvíz.

A fúrást 6"-es átmérővel 4126,5 m-es mélységben fejezték be, 1970 júliusában. A fúróberendezés leszerelése utáni hónapban már sor került a kút kivizsgálásának folytatására. A két hónapig tartó rétegvizsgálatok eredményeképpen csak igen kis mennyiségű forró (90 C°) sós vizet nyertek, szénhidrogéneket csak nyomokban észleltek.

A kút szénhidrogén-termelés szempontjából meddőnek bizonyult, ezért víztermelésre képezték ki.

### Csapod-I.

A *Csapod-I.* jelű fúrást a Kisalföld É-i részén, a mihályi és a pinnyi magas rögvonulat között elhelyezkedő csapodi mélyzónában (csapodi árokban) tűzték ki.

Lemélyítése mind szénhidrogén-földtani, mind geofizikai szempontból indokolt, mivel az említett 2 rögvonulaton mélyített fúrásokban szénhidrogén-indikációk voltak, illetve a fúrás a következő években ezen a helyen sorra kerülő reflexiós méréseknek ad támpontot. A fúrás célja a mélyzóna rétegtani, szerkezeti és szénhidrogén-földtani viszonyainak megismerése.

A 4500 m tervezett mélységű fúrólyuk mélyítését 1969. XI. 24-én kezdték el. A tervezett kútszerkezet a budafai mélyfúrásokból megismert kútszerkezetekkel azonos volt. 1970 májusában minden különösebb nehézség nélkül elérték a 2953 m-es mélységet, majd 2944,12 m saruállással elhelyezték a 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es béléscsörcsövet.

A béléscsörcsövet elcementezése után a fúrást a terveknek megfelelően 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvényben folytatták tovább. E szelvényben október végére elérve a 4100 m-es mélységet, 3970,7 m-ig beépítették a 7"-es béléscsörcsövet.

A tervektől eltérően a fúrást nem folytatták a tervezett 4500 m-es mélységig, hanem a berendezést a fúrási pontról elköltöztették, és így a fúrás végmélysége 4100 m.

A fúrási pontra 1971. I. 14-én költözött a lyukbefejező berendezés. Jelenleg a kút kivizsgálása folyik.

Budapest, 1971. január hó

Takács Erzsébet  
okl. geológus

Árpási Miklós  
okl. olajmérnök

**DÁNIEL LAJOSNÉ**  
1903—1971

Kifinomult női ösztönével, a méltatlanul szenvedett emberek fogékonyságával csodálatosan rövid idő alatt „ráhangolta” lelkét a kemény, férfias, s ezért felemelő hivatású bányászok és kohászok hullámhosszára; vele született politikai érzékével, spontán segítőkészségével súlyos évtizedben segítette okosan és emberien kormányozni Egyesületünk hajóját a közelmúltban elhunyt DÁNIEL LAJOSNÉ.

A Székelyföldről — Marosvásárhelyről — indult el, aztán Nagyváradon át, mint asszony került 1928-ban Budapestre, gyermekével itt vészelté át — férjétől elszakítva — az 1944—45-ös kritikus időköt, s háromévi újabb nagyváradai mozgalmi tevékenység után 1948 decemberében horgonyzott le végleg a fővárosban.

ANNA asszony — így szólította Őt csakhamar szakmai tömörülésünk szinte minden tagja — 1949—1959 között eseményekben gazdag, nehézségekkel terhelt 10 esztendőn át volt az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület főtitkárhelyettese, e hangzatos beosztáson túlmenően — mindenesre. Ez alatt az idő alatt — kis családja mellett — szinte minden energiáját, építő aktivitását, kifogyhatatlan szeretetét az Ő nagy családjának, Egyesületének adta. Már deres fővel bányásztechnikumi előadásokat hallgatott, hogy szakmailag is közelebb kerüljön

ahhoz a közösséghez, melynek ügyes-bajos dolgait intézte. Az adminisztrációs munkán túlmenően ott láthattuk Őt előadások, kongresszusok szervezésében, személyi javaslatok mértéktartó és igazságos elbírálásakor, a munkabizottságokban, szinte mindenütt, ahol öregbíthette Egyesületünk hírnevét. Igen sokat tett annak érdekében, hogy megőrizhessük haladó hagyományainkat, s hogy ezeket a kívülállók is helyesen érzékeljék.

Nemcsak szerette, de tisztelte is ezt a nemes veretű, de az újért mindig fogékony Egyesületet, melynek — később az MTESZ személyzeti vezetőjeként, de nyugdíjazása után is — haláláig teljes jogú tagja volt.

Nemcsak szerettük, de tiszteltük is DÁNIEL LAJOSNÉ-t, ANNA asszonyt, Akinek maradandó és önfeláldozó munkásságát Egyesületünk — nőt eddig egyedülként megiszta — két ízben is magas kitüntetésben részesítette: 1959-ben a *Zorkóczy*, 1968-ban a *Sóltz Vilmos* emlékéremmel jutalmazva.

Most búcsúunk Tőle meghajtott fejjel, szomorún, s mert a két évtized alatt igazi bányász-kohásszá azonosult, kívánunk Neki utoljára

jó szerencsét!  
B. B.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Előadói ülések

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerkesztési Osztálya Budapesti Csoportjának rendezésében a CAMCO Ltd. képviselői által 1971. január 13—15-e között Egyesületünkben megtartott előadássorozatot nagy érdeklődés kísérte.

Egon W. Priessner és Martin F. Moyzisch mérnökök az alábbi témákkal foglalkoztak:

- gázliftek általános számítási eljárásai;
- a segédgázos termelés eszközei;
- kettős kútkiképzés;
- dróthuzalos (wire-line) gázliftek;
- új, tökéletesített eljárások;
- a nagymélységű kutak szerelvényei;
- korrózióvédelem.

Az élénk és termékeny vitával zárt előadássorozat szerkesztésének volt az egy évvel ezelőtt ugyanezen előadók részéről elhangzott azonos témájú ismertetésnek.

\*

1971. február 3-án a BROWN OIL TOOLS Inc., valamint az EDECO Service GmbH szakemberei az Egyesület előadótértermében az egy- és kétszatornás tömitőkről, azok alkalmazási lehetőségeiről adtak átfogó tájékoztatást. Siegfried Kläbisch mérnök mellett körünkben üdvözölhettük régi ismerősünket, Harold Hall urat, a cég európai kirendeltségének igazgatóját is.

Hank Paasch mérnök a PIONEER CENTRIFUGING CO. öblítőiszap szilárdanyag-tartalmát szabályozó eszközeinek elméleti kérdéseivel foglalkozott.

Az előadásokat a bélésűvel való fúrást, valamint a hidraulikus „snubber”-rel (emelővel) kapcsolatos műveleteket bemutató három rövid film levetítése követte és tette még szemléletesebbé. A vetített képet az előadók rendelkezésünkre bocsátották.

Ezúton mondunk köszönetet az elhangzott előadásokat kiváló szakszerűséggel és nyelvezettel tolmácsoló Buda Ernő és Gilicz Béla kollégáinknak.

Szabó György

## KÖNYVISMERTETÉS

### Megjelent a Kőolajipari Zsebkönyv Mélyfúrás II. kötete

ÁRPÁSI MIKLÓS—CSABA JÓZSEF—SZABÓ GYÖRGY—TÓTH ZOLTÁN—ZSÓKA ISTVÁN szerkesztésében, dr. SZUROVY GÉZA lektorálásával megjelent az elmúlt év első felében a mélyfúrás mérnökök és technikusok munkájához elsőrendű segédeszközként közreadott zsebkönyv második kötete.

Az 1500 példányszámú, 387 oldal terjedelmű munka — az első kötet folytatásaképpen — négy fejezetben

9. Fúrócsövek és fúrócsőkapcsolók
10. Bélésűcsövek
11. Termelőcsövek
12. Vezetékescsövek

sorrendben tárgyalja az olajiparban használatos csövek jellemző adatait. Az első kötetnél tartalmilag és terjedelmileg is számottevőbb műben a szerkesztők szerencsésen hasznosították az első kötettel kapcsolatban szerzett tapasztalatokat és észrevételeket.

Az ez év januárjában megjelent, s elődjénél külső formájában, szerkesztési metodikájában egyaránt igényesebb zsebkönyv a külföldi és hazai ilyen kiadványok között elsősorban azért mondható szinte egyedülállónak, mert egymás mellett jól összehasonlíthatóan közli a GOSZT és az API által szabályozott jellemzőket, ezenkívül olyan — egymástól lényegesen eltérő — csőgyárak termékeit is, mint pl. a *Mannesmann* vagy a *Vallourec*.

A NIMDOK gondozásában megjelent kiadvány köntösének elbírálásakor semmiképpen nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a körülményt, hogy a külföldi hasonló termékek magasabb rendű nyomdatechnikával készülnek; a rendelkezésünkre álló lehetőségek szinte maximális kihasználását azonban ezúttal sikerült megközelíteni.

A szerkesztők — tiszteletre méltó igyekezetükkel mindenképpen a nagy múltú magyar kőolajfúrás ügyét szolgálva — minden kiegészítő, hézagpótló, sőt bíráló megjegyzést és útmutatást szívesen fogadnak.

B. B.

## MTESZ-HÍREK

Az MTESZ Asztronautikai Szakosztálya — GAGARIN-nak, a világ első űrrepülőjének 1961. április 12-én végrehajtott űrrepülése emlékére — ez év április 5—12-e között ünnepi tudo-

mányos ülésszakot rendezett, hogy ezzel is kiegészítse az e korszakot nyitó teljesítménnyel, valamint az azt lehetővé tevő tudományos és műszaki felkészüléssel kapcsolatos ünnepeket.

B. B.

# AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) a NIMDOK gondozásában jelentette meg

1969. ÉVI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEIT

A 287 oldal terjedelmű kiadvány tartalomjegyzékét az alábbiakban adjuk:

## Kutatási szakterület

Balázs E.—Juhász Á.: A Dunántúl és a Nagyalföld medence-aljzatának metamorf és mélységi magmás képződményei

Juhász Á.—Csongrádi B.-né—Matyók I.: Magyarország szénhidrogénkutató fúrások által feltárt jura képződményei

Balázs E.—Juhász Á.: A magyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrások által feltárt karbon és perm időszaki képződmények összehasonlító vizsgálata

Hutter E.: A dunántúli szénhidrogénkutató fúrások által feltárt pannóniai üledékek palinológiai vizsgálata

Széles M.: A dunántúli szénhidrogénkutató fúrások által feltárt pliocén képződmények rétegtani értelmezése

Juhász Á.—Csongrádi B.-né: Magyarország szénhidrogénkutató fúrások által feltárt felsőkréta képződményei

Balázs E.—Juhász Á.—Kőváry J.—Matyók I.: A Magyarország harmadidőszaki vulkáni képződményeinek összefoglaló értékelése a kőolajkutatás szempontjainak figyelembevételével

Dr. Barlai Z.—Györi S.-né—Bessenyey I.: Néhány hazai és külföldi karotázskiértékelő módszer statisztikai összehasonlítása és hatékonyságának vizsgálata a vízszaturáció meghatározása szempontjából az algyői felsőpannon korú szénhidrogén-telepeken

Balázs E.-né—dr. Barlai Z.: Az algyői felsőpannon korú szénhidrogéntárolók és víztárolók homokkő rétegek permeabilitásának statisztikai becslése karotázsszelvényekből

Dr. Barlai Z.—Divéky A.: A nagymélységű fúrások karotázskiértékelésének problémái

Katona J.—Molnár J.—Soós E.—Szabó Gy.—Szabó J.: Az öblítőfolyadékok és cementtejek reológiai problémái a nagymélységű fúrásoknál

Molnár J.: Az olajos közegű öblítőiszapok hazai alapanyagokból történő előállításának lehetőségének vizsgálata

Csaba J.—Szabó Gy.—Tóth Z.: A Hódmezővásárhely-I. mélyfúrás fúrási műszaki terve

Szabó J.: A fúrókötél által végzett munka értékelése

Katona J.: Gipszes öblítőiszapok konzisztenciavizsgálatai magas hőmérsékleten és nagy nyomáson, különös tekintettel különböző diszpergálószerek hatására.

**Termelési szakterület**

Simon S.—Arnold L.-né—Trömböcki S.: Repedezett tárolók olajtermelésének előrejelzése elektronikus számítógép felhasználásával

Simon S.—Rottár L.: Elektronikus számítógép felhasználása a nagylengyeli geológiai feldolgozásban

Dr. Doleschall S.—Simon S.—Arnold L.-né: Interferencia-vizsgálatok kiértékelése több zavaró kút esetén, elektronikus számítógép felhasználásával

Bálint V.: A CO<sub>2</sub>-os olajkiszorítással elérhető olajkihozatali tényező növekedésében ható paraméterek meghatározása

Bálint V.—Szittár A.: Szabad gáztelítettség hatása az olajkihozatali tényezőre, lineáris homogén tárolókőzet-modellben

Szittár A.: A heterogénitás szerepe a szénhidrogéntárolók rezervoármérnöki értelmezésében

Dr. Megyeri M.: Vízbesajtoló kutak hidrodinamikai vizsgálata

Bálint V.—dr. Megyeri M.—Pach F.: Kútban lejátszódó hőmérséklet-változások különböző fluidumok esetén

Bálint V.—Pach F.—Tiszai Gy.: A CO<sub>2</sub>-os olajkiszorítási folyamat előrejelzésének egyik lehetséges módja

Szittár A.: Háromfázisú relatíváteresztőképesség-görbék kimérésének célszerűsége

Bálint V.—Paál T.: Természetes és mesterséges kőzetmin-tákon mért áramlástanai paraméterek összehasonlíthatóságának porusgeometriai kritériumai

Tiszai Gy.: Kétfázisú relatíváteresztőképesség-görbék felvétele és szerepe a CO<sub>2</sub>-os olajkiszorítási folyamatban

Dr. Megyeri M.: Az utánáramlás kiküszöbölésének lehetősége olajkutak vizsgálatánál

Koncz I.—Bíró Z.: Iszapszüredékek és vízviszanyomásra felhasznált vizek hatása az agyagtartalmú homokkővek kőzetfizikai paramétereire

Tiszai Gy.—Pach F.-né: Az elegyedés feltételei a CO<sub>2</sub>-os olajkiszorítási folyamatban és az elegyedésnek az olajkihozatali tényezőre gyakorolt hatása

Dr. Hornyos J.: Nehézkomponenseket tartalmazó kőolaj porózus közegben történő szűrődését leíró pontos és közelítő megoldások vizsgálata

Gombos Z.—Öri V.—Turi I.: A Zala—Mura sorozat telítettségeloszlásának meghatározása a termelési adatok elemzése alapján

Gombos Z.—Öri V.—Turi I.—Dezső K.: Telítetlen olajtelepek működési rendszerének meghatározása a művelés elemzése alapján (Földvár alsó 1. sz. telep)

Ecsér L.—dr. Balázs Á.: Inhibitoros korrózióvédelem a földgáztermelés területén

Dr. Tóth J.—dr. Kókay J.: Az algyői tárolóra vonatkozó komplex geokémiai vizsgálatok eredményei

Dr. Balázs Á.—dr. Réti S.: Rétegvíz-elemzési adatok feldolgozása matematikai-statisztikai módszerekkel

Pethő A.: A nyomelemek meghatározása kőzetekben spektrográffal

Dudás J.—Augustin J.—Szakonyi I.: Termelési sorok kialakítása a Szeged 1. telep kétoldali vízelárástással történő művelésénél a kétfázisú kétdimenziós modellel végzett számítások eredményeinek felhasználásával

Adorján K.-né—Augustin J.—Dudás J.: Az Algyő 1., 2. és a Szeged 1. telep termelési lehetőségeinek vizsgálata kétoldali vízbesajtolással történő művelésnél

Kassai L.: Gőzelárástási kísérlet Demjénben

**Közgazdasági szakterület**

Dr. Sipőtz I.: Vesztéses régi szénhidrogénmezők sorsára vonatkozó döntés gazdasági előkészítése

Pogány L.: A szénhidrogénbányászat gazdaságosságáról

Kazai E.: Gazdaságosság, eszközigenyesség, gazdasági mechanizmus

B. B.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Néhány éven belül a Szovjetunió a világ első kőolajtermelő országa lesz

A Szovjetunió kőolajtermelési miniszterének közlése alapján a Szovjetunió hamarosan a világ legnagyobb kőolajtermelője lesz. Az előirányzott termelési tervek alapján az 1970-es 353 millió t termelés 1975-ben 470 millió tonnára emelkedik, ami — bár az USA-ban is némi növekedésre számítanak még — meghaladja az USA 1970-es 450 millió t termelését.

Petroleum Press Service, 1971. február

### Az NSZK szovjet kőolajimportjának alakulása

A tervek szerint az NSZK az 1971—75 közötti években mintegy 64 millió t kőolajat importál a Szovjetunióból (1966—70 között 38 millió t volt a szállított mennyiség). A szovjet földgázszállítás előreláthatóan 1973-ban indul majd meg.

Petroleum Press Service, 1971. február

K. A.



Д-р А. П. Силаш, горный инженер, к. т. н., профессор:  
**Определение реологических кривых тиксотропной псевдопластичной нефти, пригодных для расчета потерь давления** ..... Стр. 97

При проектировании транспортировки тиксотропной псевдопластичной нефти по магистральному трубопроводу, необходимо определить гидравлические потери для ожидаемой температуры грунта. Трудность заключается в том, что предписания относительно лабораторного определения кривой течения, служащей основой расчета потери напора, отсутствуют, и задача является довольно сложной. Разработаны методы отбора, транспортировки, хранения репрезентативных проб нефти и определения реологической кривой, характерной для установившегося потока. Точность метода проверена производственными испытаниями.

Dr.-Ing. A. Pál Szilas: Kandidat der technischen Wissenschaften, Universitätsprofessor: **Bestimmung von für Druckverlustberechnungen geeigneten Fließkurven thixotroper pseudoplastischer Erdöle** ..... S. 97

Bei der Planung des Rohrleitungstransports von thixotropen pseudoplastischen Erdölen muss die Grösse der Strömungsdruckverluste bei den zu erwartenden Bodentemperaturen bestimmt werden. Es bestehen Schwierigkeiten, da für die Laborbestimmung der den Druckverlustberechnungen zugrunde liegenden Fließkurven keine Vorschriften vorhanden sind und die Aufgabe ziemlich komplex ist. Es wurde eine Methode ausgearbeitet zur Entnahme von repräsentativen Proben, zum Transport und zur Lagerung derselben und zur Bestimmung der für die stationäre Strömung charakteristischen Fließkurven. Die Genauigkeit der Methode wurde durch Betriebsversuche überprüft.

Д-р М. Медери, инж.-нефтяник: **Исследование применимости способа определения восстановления давления при подливе скважин** ..... Стр. 101

Физическим условием решения уравнений, описывающих восстановления давления в продуцирующих жидкость, а потом остановленных скважинах является то, что в момент остановки скважин приток жидкости к ней мгновенно прекращается. Однако в обычной технике измерения не исключена возможность дополнительного притока к определенной доли объема флюида в скважине. Нам известно несколько решений исходного уравнения, описывающего процесс с учетом указанного дополнительного притока. Можно доказывать, что их применимость ограничена, так как в большинстве исследований исходят из невыполняющихся предположений.

Для устранения дополнительного притока дает возможность применения способа снятия кривых восстановления давления при подливе нефтяных скважин. Данный способ измерения заключается в том, что одновременно с закрытием устья скважины в последнюю закачивается нефть и кривая восстановления давления снимается в подлитом состоянии скважины. Теорией доказывается и промысловой практикой тоже подтверждается, что при пластовом давлении, близком к гидростатическому и удельном весе нефти, применяемой для подлива ниже 0,87 кг/дм<sup>3</sup>, получается кривая восстановления давления, соответствующая закрытию скважины на забое.

Dr.-Ing. Mihály Megyeri: **Untersuchung der Anwendbarkeit des Druckaufbaumessverfahrens bei gefüllten Sonden** ... S. 101

Eine physikalische Bedingung für die Lösung der Gleichungen, die den Druckaufbau in den Flüssigkeit produzierenden und dann abgesperrten Sonden beschreiben, ist, dass die Flüssigkeitsströmung sofort nach der Einstellung der Produktion aufhört. In der allgemeinen praktischen Messtechnik besteht jedoch die Möglichkeit einer Nachströmung in einem gewissen Teil des Sondenraums. Mehrere Lösungen der Grundgleichung, die den Prozess unter Berücksichtigung dieser Nachströmung beschreibt, sind bekannt. Es kann bewiesen werden, dass ihre Anwendbarkeit beschränkt ist, da die Untersuchungen meistens von Voraussetzungen ausgehen, die sich nicht erfüllen.

Eine Möglichkeit der Beseitigung der Nachströmung ist die Druckaufbaumessung bei gefüllten Sonden. Bei dieser Methode werden die Druckaufbaukurven derart bestimmt, dass in die Sonde gleichzeitig mit der Unterbrechung der Produktion Öl eingepresst, und der Druckaufbau im gefüllten Zustand gemessen wird. Neben dem theoretischen Beweis bestätigt auch die betriebliche Praxis, dass im Falle eines sich dem hydrostatischen annähernden Lagerstättendruck und eines Auffüllungsöles mit einem spezifischen Gewicht unter 0,87 kp/dm<sup>3</sup> eine der Absperrung auf Bohrlochsohle entsprechende Druckaufbaukurve erhalten werden kann.

Б. Авар, инж.-химик: **Опыт по коррозии в связи с закачкой газа с высоким содержанием CO<sub>2</sub> в пласт** .... Стр. 110

Исследования коррозии имеют большое значение при опытно-промышленных экспериментах по заводнению карбонизированной водой, проводимых в 1962 г. на промыслах Будафа и Ловаси. В статье излагается опыт, полученный в результате эксперимента, проведенного по пятиточечной схеме на промысле Ловаси. Далее излагаются коррозионное исследование и некоторые результаты эксперимента, начатого в 1969 году на промысле Будафа с применением природного газа, содержащего сероводород, а также CO<sub>2</sub> в большом объеме.

Dipl.-Ing. Béla Avar: **Korrosionserfahrungen beim Einpressen von Gasen hohen CO<sub>2</sub>-Gehalts** ..... S. 110

Korrosionsuntersuchungen spielen eine grosse Rolle bei den in Feldern Budafa und Lovázi seit 1962 im Gang befindlichen kleinbetrieblichen Wasserverdrängungsversuchen mit CO<sub>2</sub>. Die Erfahrungen des Fünfpunktversuchs im Feld Lovázi, ferner die Korrosionsuntersuchungen und einige Ergebnisse des im Feld Budafa im Jahre 1969 begonnenen Versuchs mit einem Gas hohen CO<sub>2</sub>-Gehalts werden beschrieben.

Я. Молнар, инж.-электрик: **Газорасходомер отечественного производства** ..... Стр. 115

После обзора методов измерения расхода газа с применением диафрагм в статье излагаются расходомеры газа типа ANALCONT, разработанные в результате совместной работы Нефтепроводной Конторы и завода оптических приборов GAMMA. В виде блок-диаграммы приводятся сведения об искробезопасных цепях, заменяющих взрывобезопасную оболочку, далее о строении более важных узлов газорасходомера. Описывается конструктивное выполнение датчиков измерителей давления и дифференциального давления. Приводятся результаты измерений, полученные в ходе пробной эксплуатации и лабораторных исследований.

Dip.-Ing. János Molnár: **Ein ungarischer Gasmessapparat**. S. 115

Nach einem Überblick über die Gasmessmethoden mittels Normblende werden die im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen dem ung. Erdölföhrleitungsunternehmen und den GAMMA-Werken entwickelten Gasmesser beschrieben. Der Aufbau der die explosions-sichere Armierung ersetzenden funksicheren Stromkreise, ferner derselbe der im Gasmessapparat verwendeten wichtigsten Einheiten werden behandelt. Der Aufbau der Sender für Druck- und Differentialdruckmessung wird dargelegt. Messergebnisse des Versuchsbetriebs und der Laboruntersuchungen werden vorgeführt.

\*

Dr. A. Pál Szilas, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences, University Professor: **Determination of consistency curves suitable for calculating pressure losses for thixotropic pseudoplastic oils** ..... p. 97

When designing pipe-line transport for thixotrope pseudoplastic oils, flow pressure loss values to be expected at soil

temperature should be determined. There are no prescriptions for the laboratory determination of consistency curves serving as a basis for calculating pressure losses and this raises difficulties. Moreover, the task is rather complex. Methods have been elaborated for taking representative samples, for transporting and storing them and for determining a consistency curve characterizing steady-state flow. The accuracy of this method has been controlled by field tests.

**Dr. Mihály Megyeri, Petroleum Eng.: Applicability examination of the pressure build-up measuring method with wells filled with oil ..... p. 101**

A physical condition for solving the equations describing pressure build-up in wells producing fluid and later shut-in is that fluid flow into the well stops immediately after well shutting. In the practical measuring technique, however, the possibility exists for an after-flow into some part of the well capacity. Many solutions are known for the basic equations describing the process with the after-flow taken into account. It can be proved that their applicability is limited since the examinations are mostly based on presumptions that are not fulfilled.

The after-flow can be eliminated by the pressure build-up measuring method. Here, the pressure build-up curves of the oil wells are determined by injecting oil into the well and, at the same time, by stopping production on the well head. Pressure build-up is measured in a filled-up state. In

addition to theoretical verification, operational practice also proves that at formation pressure approximating hydrostatic pressure using a fill-up oil of a specific gravity of less than 0,87  $\text{kp/dm}^3$  a pressure build-up curve convenient to bottom hole shut-in is obtained.

**Béla Avar, Chemical Eng.: Corrosion experience with injecting gas of high carbon dioxide content ..... p. 110**

Corrosion examinations have played an important role in the pilot carbon dioxide waterflood operations in the Budafa and Lovászi fields since 1962. Experience with a five-spot experiment carried out in the Lovászi field as well as corrosion examinations and results of an experiment using gas of hydrogen sulfide and high carbon dioxide content started in 1969 are discussed.

**János Molnár, Electrical Eng.: Hungarian gas metering devices ..... p. 115**

After a survey of the orifice gas metering methods, ANALCONT type gas meters designed as a result of a co-operation between the Hungarian Pipeline Company and GAMMA Works are discussed. Lay-out of sparkless circuits replacing explosion-proof armouring as well as that of the most important units used in gas metering devices are shown by block diagrams. The structural design of pressure and differential pressure-gauge transmitters is described. Measuring results of full-scale and laboratory tests are given.



**ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT  
GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS**

**Budapest, XIII. Révész u. 27—31.**

*Telefon: 290-020 Telex: 3716*

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

**részére a következő szolgáltatásait ajánlja:**

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási és kísérleti feladatok elvégzését;
- háztartási, kommunális és ipari gáztüzelő készülékek, berendezések, illetve azok elemeinek kifejlesztését;
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos fejlesztési feladatok elvégzését;
- gázkészülékek, gáztüzelő berendezések vizsgálatait és azokkal kapcsolatos méréseket;
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását;
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését.

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!**

**MINTHA**  
**Szárnyakat**  
**Kapna...**



**AEOR**  
BENZIN - OLAJ  
**EXTRA**  
**SZUPERBENZIN!**

1970  
BALASS 67

# TECHMASHEXPORT

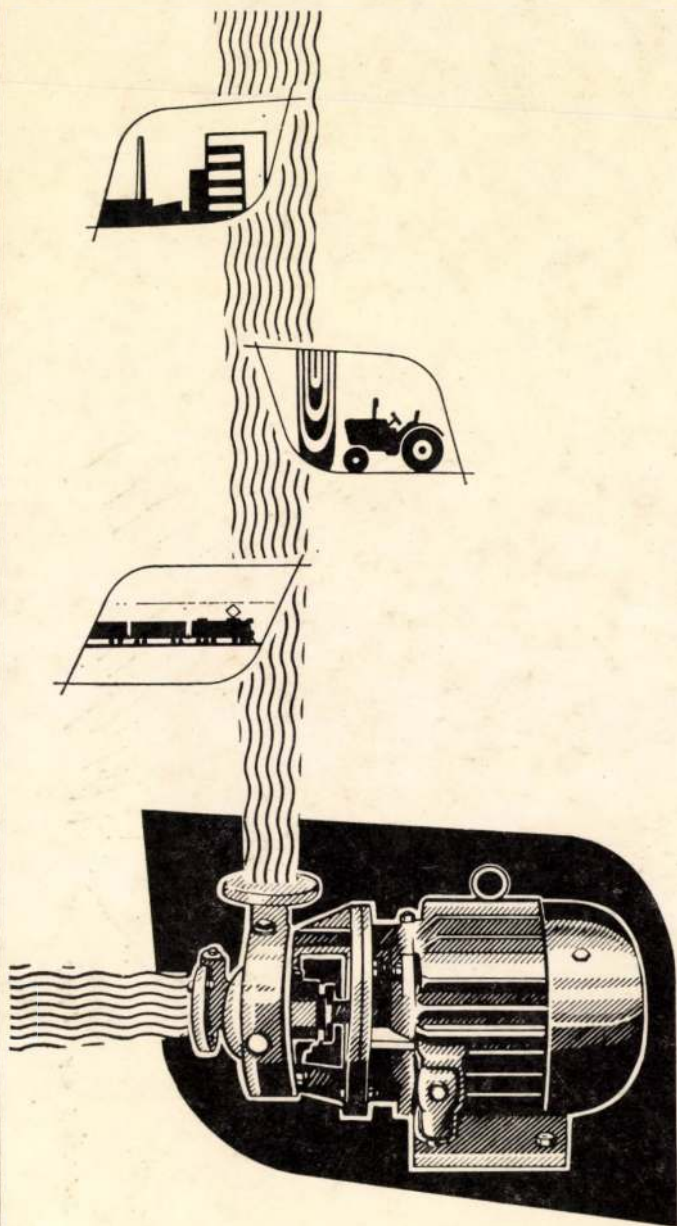
## SZIVATTYÚK

### NAGY VÁLASZTÉK

A V/O „TECHMASHEXPORT” különféle konstrukciójú szivattyúkat szállít, a legegyszerűbb centrifugálszivattyútól a legpontosabb adagoló aggregátig. A speciális anyagok felhasználásának köszönhető, hogy a szivattyúk jól alkalmazhatók talajvíz, csatornavíz átemelésére, az olaj és származékai, semleges és maróhatású folyadékok, valamint mechanikus szennyezettségű folyadékok kiszivattyúzására.

### AZ ALKALMAZÁS SZÉLES SKÁLÁJA

A szovjet gyártmányú szivattyúk kiválóan működnek mind a városi, mind a falusi gazdaságokban, az ipar különböző ágazataiban, a szállításnál és a mindennapi életben.



A V/O „Techmasheport” az egyetlen szivattyú-exportőr a Szovjetunióban.

Látogassa meg a Techmasheport standját a Budapesti Nemzetközi Vásáron!

Ajánlatkéréseiket az alábbi címre kérjük továbbítani:

MOSZKVA, V-330  
Moszfilmovszkaja 35.

Telex: 256



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104). évfolyam · 129—160 oldal

BUDAPEST, 1971. MÁJUS HÓ

5

**TARTALOM**

MAJERSZKY BÉLA	Zsigmondy Vilmosra emlékezünk .....	129
CSATH BÉLA	Mély hévízkutak kiképzése .....	130
BALLA IMRE	A ferdítőtámenet hatásirányának beállítása .....	136
BÁLINT VALÉR— TISZAI GYÖRGY— PACH FERENC	A széndioxidos olajkiszorítás relativáteresztőképesség-görbéi .....	140
KRISTÓF MIKLÓS	A szeged—algyői bázistelepek vízelárasztásos művelésének gazdaságossági vizsgálata .....	145
GOND FERENC	Kőolaj- és gázipari üzemek szerkezeti anyag-megválasztási kérdései a biztonság szemszögéből .....	148
KÁROLYI JÓZSEF	20 éves a Nagynyomású Kísérleti Intézet .....	152
	<b>IN MEMORIAM</b> .....	157
	Nyelv és technika (Zsigmondy Vilmos, fűrési szaknyelvünk első művelője) .....	156
	Szakosztályi hírek .....	151
	Hírek az üzemekből .....	135, 144, 155, 157
	Az iparág köréből .....	151
	Külföldi hírek .....	147
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	158

**A SZÁM SZERZŐI:**

BALLA IMRE okl. olajmérnök, üzemegység-vezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); CSATH BÉLA okl. bányamérnök (Vízkutató és Fűrő Vállalat, Budapest); BÁLINT VALÉR okl. olajmérnök, üzemegység-vezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); GOND FERENC okl. gépészmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); KÁROLYI JÓZSEF dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, igazgató (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); KRISTÓF MIKLÓS okl. olajmérnök, okl. bányaiipari gazdasági mérnök, osztályvezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); MAJERSZKY BÉLA okl. bányamérnök (Vízkutató és Fűrő Vállalat, Budapest); PACH FERENC okl. fizikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); TISZAI GYÖRGY okl. olajmérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-1600 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DENES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÓZÓ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

5. szám

1971. május

## Zsigmondy Vilmosra emlékezünk

Másfél évszázaddal ezelőtt — 1821. május 14-én — született az újabb kori magyar bányászat kimagasló alakja, a hazai artézi kutak fúrájának, a magyar hévizek hasznosításának úttörője, ZSIGMONDY VILMOS.

A nem bányász családból, de a bányászati múltat lehelő Felvidékről származó ZSIGMONDY VILMOS kereken 50 éves munkássága alatt a bányászat minden ágazatában tevékenykedett. Az ősi alma mater padjaiból a Selmecbánya környéki ércbányászat szolgálatába szegődött, ahonnan — nyilván pontos és megbízható munkája, nemkülönben magyar, német és szlovák nyelvtudása révén —, alig 23 éves korában, a Bécsben székelő Császári és Királyi Központi Bányaispéctus igazgatóságán kapott beosztást.

Itt olyannyira megnyerte a felsőbb hatóság tetszését, hogy 1846-ban megbízást kapott a Resicabánya melletti dománi szénbánya vezetésére.

Nincs még 30 éves, mikor népünk nagy nekibuzdulása, a szabadságharc tiszta célkitűzése újabb, kényesebb, de felemelőbb beosztásba szöli. Igazi férfiak nehéz időkben nem ödzkodnak a felelősségtől. Így lesz ZSIGMONDY VILMOS a bányászati felfegyverzésében fontos resicai vasmű igazgatója, így hasznosítja az akadémián akkoriban a bányászati tanulmányokkal együtt elsajátított kohászati ismereteit.

Resicát nemcsak igazgatta, de saját készítésű fegyvereivel védelmezte is, hogy a túlerő által elűzve, Debrecent megjárva, 1849 tavaszán újra Resicán folytassa az ágyú- és golyóöntést a hősiesen küzdő honvédsereg számára.

Az igazságos ügy szolgálatáért neki is el kellett szenvedni a reakció börtöneinek megaláztatását. Amikor 1850 nyarán — kegyelem útján — visszatért a polgári életbe, már csak „szabad pályán” helyezkedhetett el. Így lett először az annavölgyi szénbánya műszaki irányítója, hogy ismételt rövid resicai tartózkodás után végleg Budapesten tepedjen le és „bányauğynöki iroda” létesítésére kérjen engedélyt.

1860 őszén nyitotta meg irodáját, s ezzel elkezdődött élete legtermékenyebb periódusa, a magyar mélyfúrák, az artézi-, nevezetesen termálfúrák hőskora.

Már 1865-ben kiadott alapvető „Bányatan, kiváló tekintettel a köszénbányászatra” című, kútfontek számítókönyvében foglalkozik az artézi kutak vizének az ivóvízproblémát megoldó kérdésével. A fényes sikerrel befejezett harkányfűdői termálfúrák fúrást sorra követi a többi eredményes, és ZSIGMONDY híret-nevét öregbítő fúrák lemélyítése, köztük a margitszigeti, alsóúti, jászapáti, lipiki, ránk-herlányi, fiumei, buzíási és az ausztriai schwechati termálfúráské, továbbá az 1871-ben megkezdett, s 1879-ben befejezett, 729,6 m-es petrozsényi szénkutató fúrást.

„Főműve” mégis „A városligeti artézi kút Budapesten” címmel 1878-ban megjelent könyvecskéjében leírt, s 9½ évig tartó fúrást után 970,48 m mélységben napi 1192 m<sup>3</sup> 73,8 C°-os termálvizet fakasztott városligeti artézi kút mélyítése volt. A sorozatosan fellépő műszaki és gazdasági akadályokat csak kitartó türelmével, rugalmas leleményességével tudta elhárítani.

Az időben ez a fúrák világhírű műszaki alkotásnak számítotti, mintegy megkoronázása volt — egyben hattyúdala is! — kútforói működésének, mert a továbbiakban tevékenységét kizárólag a bányászatra, valamint az artézi kutakra vonatkozó földtani vizsgálatokra kívánta összpontosítani.

Szinte hihetetlen, hogy ilyen műszaki teljesítmény mellett időt tudott szakítani a közéleti munkásságra is. Előbb Selmec- és Béalabánya

országgyűlési képviselője, majd többek között a parlamenti pénzügyi bizottság elnöke, s 1888-ban bekövetkezett haláláig a Magyarhoni Földtani Társulat alelnöke volt.

Átfigó, külföldön is elismert nagy szakmai tudása, szerény fellépése, higgadt gondolkodása, barátságos magatartása bizalmat fakasztott embertársaiban. A bizalom — kicsoda erő!

Emlékét érc- és kő táblákon, magas kitüntetésekben, utcaneveken, a nevével elnevezett múzeumon és egyesületi emlékműben túlmenően példamutatásának, helytállásának ma is ösztönző ereje érzi és teszi halhatatlanná.

Meghajtva a tisztelet zászlaját ZSIGMONDY VILMOS, e teljes értékű férfiú előtt, emlékének legméltóbban úgy adózunk, ha példáját követve, minden tevékenységünket a közös érdeke vezérli!

Majerszky Béla



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Zsigmondy Vilmos emlékműve

# Mély hévízkutak kiképzése\*

CSATH BÉLA

Zsigmondy Vilmos 100 év előtti világhírű hévízkútjának kiképzésében már felismerhető a mai béléscső- és kútelzáró fej őse. Azóta számos változaton át fejlesztették ki a szabványos hévízkútelzáró fejet. Kialakulásában jelentős szerepet játszott az olajkutak világszerte szabványos kútelzáró tolórendszere, a „karácsonyfa”.

## I. A Zsigmondy-féle Városliget-I. sz. kút fúrásától 1949-ig, a kútfúró vállalatok államosításáig

Zsigmondy Vilmosnak az 1868—1878. években „tizetfél évi fáradságos munkával” fúrt Városliget-I. jelű kútja a magyarországi hévízkútfúrások gazdag múltjának legnagyobb eseménye. A 970,48 m mélységben befejezett fúrásba — innen várta a termálvizet — „bélelő” csőszakaszokat és két vörösfenyőből készült „fogláló” csőszakaszt épített be.

A fúrás lemélyítése közben láttak hozzá a „forrás foglálásához”, melyről Zsigmondy így ír [1]:

„A forrás foglálásának feladata lévén a mélységből jövő összes víznek egyesítése és annak a talaj felszínére való vezetése, mindenekelőtt arról kellett gondoskodni, hogy az összes csőszakaszok egybe foglaltassanak és ezáltal a víz elszéledése megakadályoztassék.” ... „Mindazon célra, hogy az összes csőszakaszok egybefoglaltassanak, mindenekelőtt a „fúrakna” mélyítéséhez kellett fogni, hogy az érintett csőszakaszok felső végeihez jutni lehessen.”

A „fúrakna” két részből állott: egy alsó körmeteszű és egy felső négyzetszelvényű részből (1. ábra).

A kútfaj fontos részei:

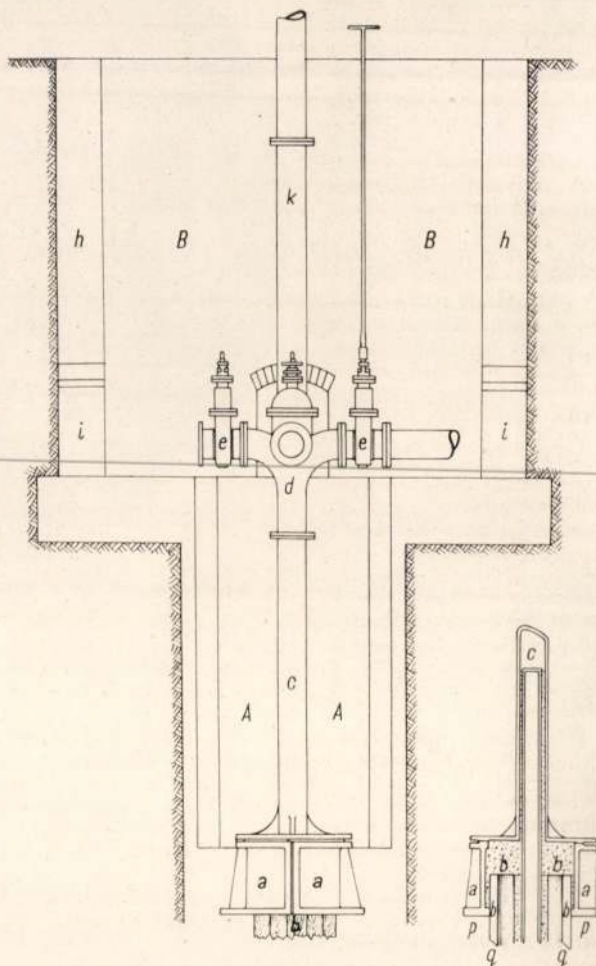
- A fából készült „b” iránycsőre helyezett, két részből „aa” álló és csavarokkal összeszorított talpcső (az alsó aknarészben). Ez a talpcső tekinthető a béléscsőfej ősenek.
- Az alul szélesebb, felül keskenyebb karimával ellátott egyenes „c” vascső az akna alsó részében.
- A négyágú és „eeee” vízzárókkal ellátott „d” vízszabályzó, melyhez a víz továbbvezetésére tetszőleges csövek csatlakoztathatók (az akna felső része). A „d” vízszabályzó rész íves megoldása már a hidraulikus szempontokat vette figyelembe, azonban szembevetendő, hogy hiányzik a főtölzár.

Ez a kútfaj lehet a kőolajkutak kiképzéséből átvett „karácsonyfa” magyarországi ősenek tekinteni.

Az „aa” talpcső betonlapra került, és az akna alsó részét a talpcső magasságáig kitöltötték betonnal. A felső akna („B”) a „g” betonlapon nyugodott, melyre iszapolt téglából készült falat („h”) emeltek a föld felszínéig. A négy vízzáró irányában a vízvezetés céljából „iii” fülkéket hagytak szabadon.

„A kifolyó vízmennyiség megmérése érdekében alkalommal az udvarban egy 10 hektolitert tartalmazó mérőaknát készítettünk, melybe a kútból kifolyó vizet 50 cm-rel a föld színe alatt minden pillanatban megmérhettük” írta Zsigmondy.

Zsigmondy javaslatára az országsszerte megindult artézikus-fúrású tevékenység fordulópontot jelentett az Alföld vízellátásában.



1. ábra. A városligeti Zsigmondy-féle hévízkút kútféjszerelvénye

\* Történeti áttekintés a 700 m-nél mélyebb hévízkutak kútféjkiképzésének kialakulásáról. (A szerkesztő.)



Szükségessé vált az állandóan szaporodó kis mély-  
ségű pozitív kutak vízkivételének szabályozása. Meg-  
jelent a vízjogról szóló törvény és annak végrehajtási  
rendelete:

a) A vízjogról szóló 1885. évi XXIII. tc. és a kiegészítéséről, módosításáról szóló 1913. évi XVIII. tc. 3. §-a szerint: „Ha valamely artézi kútból több víz kerül felszínre, mint amennyit a kút tulajdonosa felhasznál, a hatóság a tulajdonost a vízpazarlás megszüntetésére alkalmas berendezéseknek és átalakításoknak záros határidő alatt való foganatosítására kötelezheti.”

b) Az 1913. XVIII. tc. végrehajtása tárgyában kiadott 1200/1914. évi Földművelésügyi Miniszteri rendelet 12. §-a: „Az átalakítás, melyet ily esetekben a hatóság elrendelhet, állhat úgy abban, hogy a csövet felfelé meg kell hosszabbítani oly magasra, melynél a vízkiömlés a szűkületet túl nem haladó mennyiségre csökken, vagy pedig állhat abban, hogy a csövet elzáró csappal látják el.”

Ennek értelmében tehát a túlfolyó, pozitív mély termálvízkutak kútfejkiképzésének is olyanak kell lennie, hogy a vízpazarlás elkerülhető legyen, s a kútfej a kút hozamának szabályozásakor vagy teljes lezárásakor fellépő dinamikus hatásokat mérsékelje.

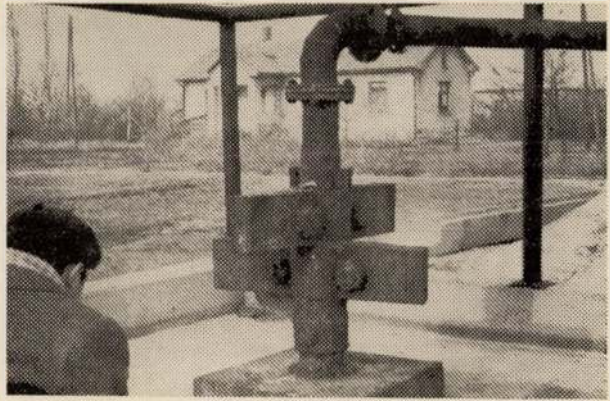
#### A vízpazarlás megszüntetésének módjai

1. A csőmagasítás és elzárószerkezet.
2. „Kútfej”, azaz egy elosztórendszer alkalmazása. A kútfej ilyen kiképzése megfelel a kútjavítás, tisztítás és különféle vizsgálatok, mérések céljainak is.

A budapesti városligeti kúthoz hasonló nagyobb mélységű (700 m-nél mélyebb) kutak fúrására sokáig nem került sor (1. táblázat). Papp Károly [2] erről a kérdéstről így ír: „Magyarország geológusai 1911. dec. 20-án a M. Kir. Földművelésügyi Minisztériumban az artézi kutak törzskönyvezéséről tanácskoznak, az akkori 700—800 m-es fúrások mélységét kevesellték, s mint elérhetetlen vágyakozást emlegették a 2000 m-es fúrást az Alföld közepe táján.”

Új kutak fúrására elsősorban szénhidrogének feltárása céljából került sor. 1918-ban vette kezdetét a Nagyhortobágy-I. jelű kút fúrása, melyet a Kincstári Kutatóüzem 1924-ben fejezett be, 1115,2 m-es mélységgel. Ezt követően 1924—25-ben ugyancsak a kincstár egy Fauck-express berendezéssel lefúrta a Hajdúszoboszló-I. jelű fúrást 1091 m-re, amelyet 9 béléscsöves szerkezettel 1019,4 m-ig béléscsöveztek. A csövezetlen lyukszakaszból nagy mennyiségű 73 °C-os melegvizet nyertek kevés földgázzal.

E szénhidrogén szempontjából sikertelen kutatófúrásról Schafarzik Ferenc ezt írta [3]: „ha pedig az államnak ez a mélyfúrás még nem is hozta meg a kutatás perspektívájának végső gyümölcsét, úgy más tekintetben ez a hévforrás, mely általa fakasztatott, határozottan egy nagyértékű természeti kincs, amennyiben kedvező összetételénél fogva balneológiai használata elsőrangúnak ígérkezik. Ennélfogva célszerűen berendezett fürdő-intézet létesítésének már csak a gondolata is a legmesszebbmenő támogatásban részesíthető.”



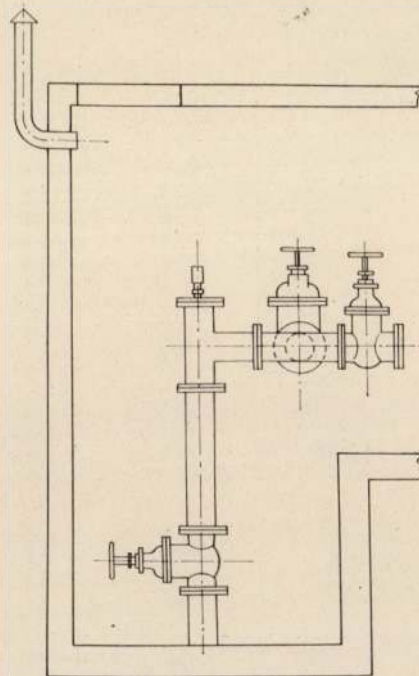
2. ábra. A Hajdúszoboszló-I. fúrás kútfeje

A Hajdúszoboszló-I. gázos melegvíz-kutat elkészülte után a Pénzügyminisztérium 1926-ban Hajdúszoboszló városának adta bérbe 99 évre, „a gáz és gyógyvíz kihasználása” céljából. A kútra megfelelő lyukfejet nem szereltek, hanem egyszerűen kifolyóvezetékhez kapcsolták (2. ábra).

Időrendben a Hajdúszoboszló-I. fúrást a szegedi Anna-kút fúrása követte, melyet 954 m mélységgel 1927-ben fejezték be. Ennek a fúrásnak a célja már kifejezetten melegvíz-feltárás volt. Ugyancsak termálvíz után kutattak a 967 m-es szolnoki fúrással is 1928-ban a szolnoki Tisza-szálló mellett.

Ennek az ugyancsak 9 béléscsöves szerkezettel ellátott kútnak a felszálló (termelő) béléscsővéhez közvetlenül főtölőt s e fölé gázleválasztót szereltek (3. ábra). A 150 mm-es főtölőzár alatt azonban semmiféle elágazás nem volt, tehát a főtölő javítása csak a kút elfojtása után volt lehetséges.

A következő években termálvizet továbbra is nagyrészt a kincstári kutatóüzem meddő szénhidrogénfúrásai tártak fel (Karcag Berekfürdő II., Hajdúszo-



3. ábra. A szolnoki Tisza-szálló hévízkútjának kiképzése

## A 700 m-nél mélyebb hévízkutak

Év	Fúrások száma	A fúrások célja				A kutak hasznosítása		
		vizkutatás, vízfeltárás	szénhidrogén-kutatás	szénkutatás	perspektivikus kutatás	fürdő	egyéb	Tsz, ÁG
1868—78	1	1	—	—	—	1	—	—
1925	1	—	1	—	—	1	—	—
1926—31	1	—	1	—	—	1	—	—
1927	1	1	—	—	—	—	1	—
1928	3	2	1	—	—	2	1	—
1929	3	3	—	—	—	—	3	—
1930	2	1	1	—	—	1	1	—
1932	2	1	1	—	—	2	—	—
1933	1	1	—	—	—	1	—	—
1934	1	—	—	—	1	1	—	—
1936	2	1	—	—	—	2	—	—
1937	1	1	—	—	—	—	1	—
1939	1	—	1	—	—	1	—	—
1940	1	1	—	—	—	1	—	—
1941	1	—	1	—	—	1	—	—
1942	1	—	—	1	—	1	—	—
1943	3	1	2	—	—	3	—	—
1946	1	—	1	—	—	1	—	—
1947	2	—	2	—	—	1	1	—
1948	1	—	1	—	—	1	—	—
összesen	30	15	13	1	1	22	8	—
ebből								
700—1000 m-ig		10	3	1	—			
1000—1500 m-ig		4	4	—	1			
1500—2000 m-ig		1	3	—	—			
2000 m alatt		—	3	—	—			
1950	2	1	1	—	—	2	—	—
1951	2	—	2	—	—	2	—	—
1952	1	—	1	—	—	—	1	—
1953	1	—	1	—	—	1	—	—
1954	7	2	5	—	—	4	1	2
1955	2	1	1	—	—	2	—	—
1956	5	3	2	—	—	3	2	—
1957	10	3	7	—	—	3	5	2
összesen	30	10	20	—	—	17	9	4
ebből								
700—1000 m-ig		7	—	—	—			
1000—1500 m-ig		3	6	—	—			
1500—2000 m-ig		—	4	—	—			
2000 m alatt		—	10	—	—			
1958	11	7	4	—	—	8	2	1
1959	17	9	4	—	4	14	2	1
1960	19	16	1	2	—	13	6	—
1961	11	6	3	—	2	8	2	1
1962	12	9	3	—	—	7	4	1
1963	7	5	2	—	—	3	1	3
1964	14	7	7	—	—	10	4	—
1965	14	12	1	—	1	5	5	4
1966	16	12	3	—	1	3	10	3
1967	21	16	4	—	1	5	8	8
1968	27	24	2	—	1	9	5	13
összesen	169	123	34	2	10	85	49	35
ebből								
700—1000 m-ig		44	2	1	7			
1000—1500 m-ig		42	3	1	2			
1500—2000 m-ig		22	11	—	—			
2000 m alatt		15	18	—	1			
Együtt	229	148	67	3	11	124	66	39
		64,6%	29,2%	1,4%	4,8%	54,3%	28,8%	16,9%

boszló-II., Hajdúszoboszló-III. MÁV-állomás, Tiszaörs és Debrecen). Kifejezetten termálfeltárás volt már a célja azonban a Békésen, Mezöberényben, Tarhoson, továbbá Budapesten, a Városligetben mélyített II. sz. fúrásoknak.

A 30-as évek közepén nagyobb lendületet vett hazai olajkutatás során azután számos, szénhidrogén szempontjából meddő fúrást melegvíz-termelő kúttá képeztek ki (Csokonyavisonta, Cserkeszőlő, Igal, Köröszegapáti, Sárrétudvari stb.).

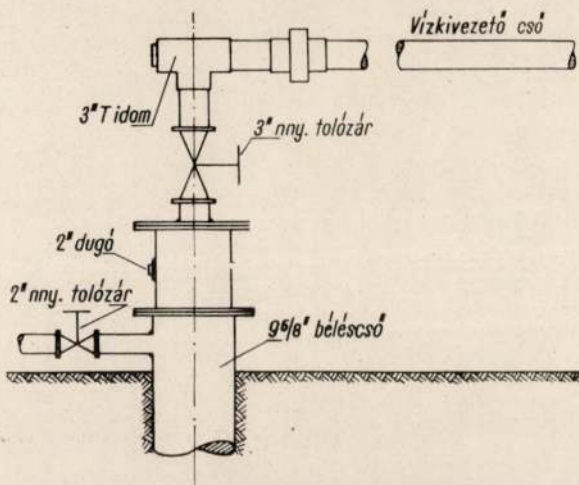
A rotari fúrési technológia meghonosította a teleszkopikus bélésűcsővezési technológiát bélésű-cementezéssel, bélésűcsőfejekkel, termelőcsővel és az erre a lyukfejre szerelt tolórendszerrel, a karácsonyfaival.

## II. A kútfúró vállalatok államosításától (1949) a Vízkutató és Fúró Vállalat megalakulásáig (1958)

Erre a 10 esztendőös periódusra nagyszámú, kis mélyégű vízkútfúrásokon kívül 700 m-nél mélyebb fúrás mindössze 5 esik (1954 Hódmezővásárhely strandfürdő, Szarvas halgazdaság, 1956 Makó strandfürdő, 1957 Kiskunhalas fürdő és Szeged Haladás Tsz), viszont 13 szénhidrogén-kutató fúrást képeztek ki termálfeltárású kúttá. Sajnos a legtöbb meddő szénhidrogénfúrás hasznosítását akadályozta, hogy várostól, községtől meglehetősen távol estek.

1953-ban jelenik meg MNOSZ 5199—53 sz.-mal a fúrt kutak szabványa [4]. Ez a kútszabvány azonban nem tartalmazott előírásokat a nagyobb mélyégű hévízkutak fúrására és kikészítésére.

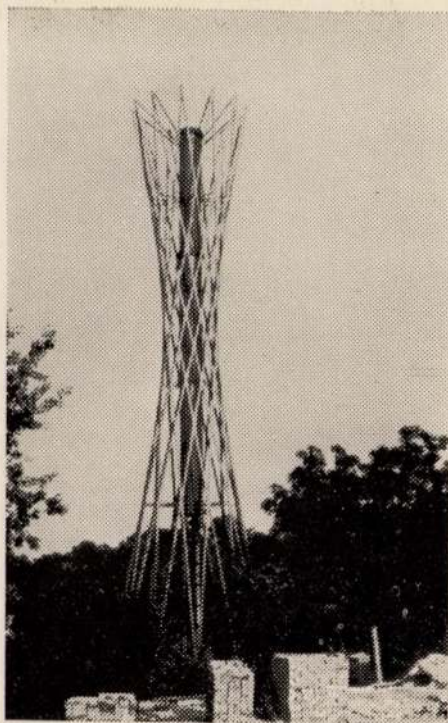
Ebben az időben a termálfúrók kútféjének kikészítése nagyrészt a meddő szénhidrogénfúrások esetről esetre más és másképp leegyszerűsített formája (4.



4. ábra. A körömi (Sajóhidvég-3.) hévízkút víztermelésre átalakított kútféjkikészése

ábra), vagy valamilyen más egyedi megoldás, melyek között gyakori a kútszáj fölötti magas (17 m-es) állványcső (5. ábra).

A változ kútféjszerelvények — kevés kivételtől eltekintve — nem tettek eleget az 1200/1914. sz. F. M. rendelet 12. §-ának, azaz a vízpazarlás elkerülésére vonatkozó előírásnak.



5. ábra. A hódmezővásárhelyi strandfürdő hévízkútjának állványcsöves kútféjkikészése

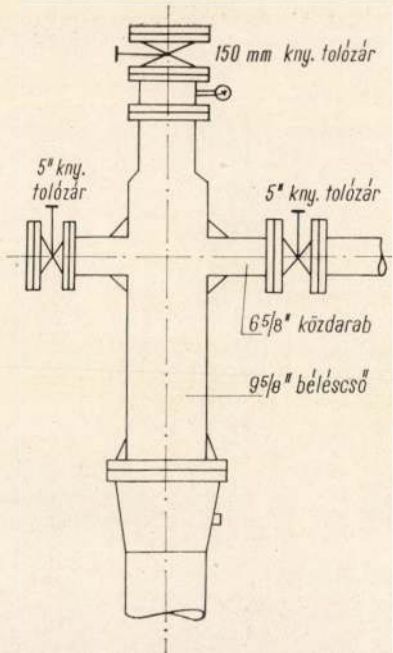
## III. Az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat megalakulásától napjainkig (1958. IV.—1968. XII.)

1958-ban nagy lendületet vett a termálfúrók fúrása (1. táblázat). A hévízkutak sorát a szentesi körház részére mélyített kút nyitotta meg. Ezt a Ceglédi Mélyfúró Vállalat — az Országos Földtani Főigazgatóság, illetve Kassai Ferenc intézkedésére — a kőolajipartól átvett rotari fúróberendezéssel mélyítette le. Kassai Ferenc kezdeményezésére átvették az olajkutak fúrési technológiáját: öblítőiszap használatát, az elektromos fúrólyuk-szelvényezést, a vízadó rétegek bélésű-cementezéssel való elválasztását, valamint a perforálással való rétegmegnyitást. Mindezek az intézkedések új korszakot nyitottak a mélyen fekvő vízkészletek kutatásában, feltárásában.

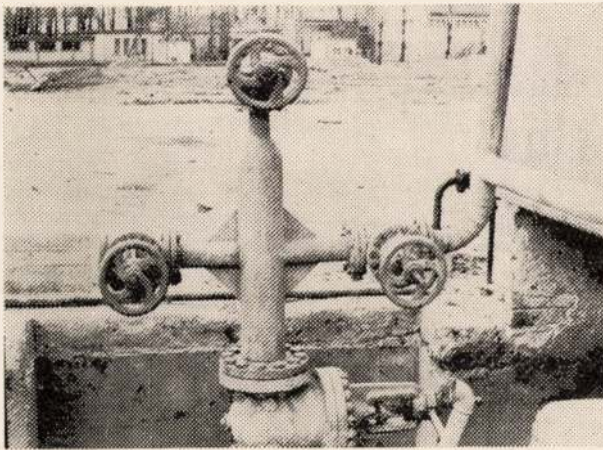
Sajnos, a termálfúrókhoz megfelelő kútféjkikészés még váratott magára. Jóllehet kezdett kialakulni egy elzáró rendszer, azonban ez a kútféjszerelvény még nem biztosította azt a lehetőséget, hogy az elzáró főtolózár hibájának, javításának ideje alatt is lehessen termelni a rétegekre gyakorolt káros ellenhatás nélkül, vagyis a termelés közbeni tolócsere lehetősége nem volt még biztosítva (6. ábra), (Szentes, Békéscsaba), sőt még előfordul felszállócsöves kikészítés is (Gyoma, Hajdúnánás).

A györi strandfürdő kútjára 1962-ben felszerelt „karácsonyfa” azonban már lehetővé tette a főtoló alatti 2"-es vezetéken is a termelést. E karácsonyfa szerelvényei azonban még részben kis méretűek — 2", 3" és 4"-esek — voltak (7. ábra).

A kutak számának rohamos növekedésével mind gyakrabban jelentkezik a vízkőlerakódás. Erre való tekintettel is az OVIKUV 1962-ben a „termálfúró-felső rész kikészítésére” kiadott technológiai utasítás-



6. ábra. A szentesi kórház hévízkútjának kútfejkiképzése



7. ábra. A győri strandfürdő hévízkútjának „karácsonyfa”-kiképzése

ban már a győri kútfej módosítását (nagyobb méretek) írja elő. Ezt követően 1963-ban kiadta a „hévízkutak kezelési utasítását”-t is, amelyben többek között a tolozárak nyitására és zárására ad előírást. Az utasításban többek között ez is olvasható: „amennyiben a kútfejen lerakódást észlelnek, a fogyasztó azonnal a kivitelező vállalathoz kell hogy forduljon”.

Ugyancsak 1963-ban jelenik meg a MNOSZ 5199-53 helyett az új MSZ 5199—62. számú magyar kútszabvány [5, 6]. Ez a fúrt kutakra vonatkozó új szabvány azokra a melegvíz-termelő fúrt kutakra is kitér, amelyek mélysége az 500 m-t meghaladja és amelyek a rotari fúrési technológiával készültek. Ez az új kútszabvány olyan végleges kútfejkiképzést ír elő, amely a vízhozam és hőmérséklet bármikori mérésére, továbbá a vízhozam, illetve áramlási sebesség csökkentésére lehetőséget is biztosít. Az MSZ 5199-62 sz. szabvány két megoldást ajánl: állócsöves, illetve légtartályos,

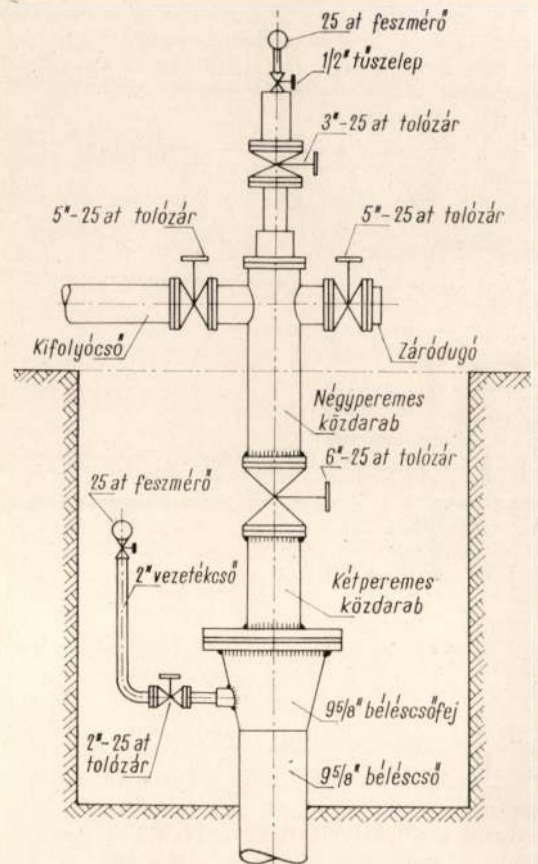
valamint az olajbányászattól bizonyos fokú módosítással átvett „karácsonyfa”-rendszert (8. ábra).

Az új kútszabvány bevezetése óta, illetve 1964—1968 között összesen 97 kutat fúrtak (71-et vízfeltárási, 17-et szénhidrogén-kutatási, 5-öt perspektivikus kutatási céllal). A nagyszámú új kút tapasztalatai alapján azonban a Vízkutató és Fúró Vállalat 1967-ben házi-szabványban rögzítette a termálkutak új kútfejszerelvényét [7, 8].

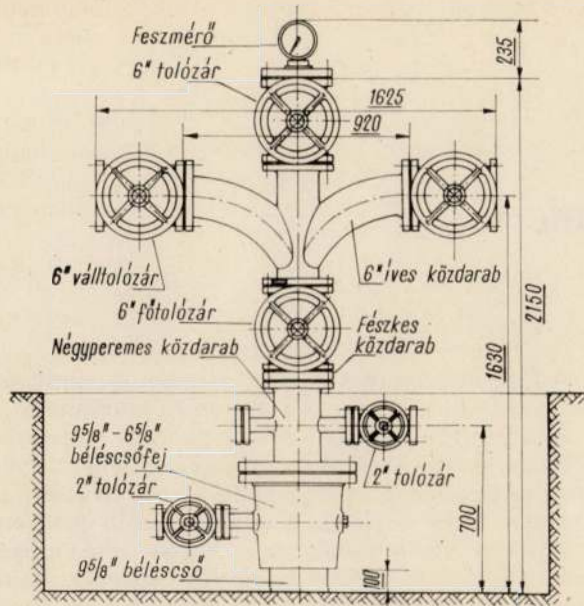
Az új 25 at üzennyomású kútfejszerelvény (9. ábra) szerkezeti felépítése:

1. a béléscsőfej — az MSZ 5123 vagy az MSZ 5124 szerint — a  $9\frac{5}{8}$ "  $\varnothing$ -jű külső béléscsőhöz csavarmenttel csatlakozik;
2. a béléscsőfejhez szabványos acél tömítőgyűrűs peremmel keresztidom csatlakozik, oldalt 2 db 25 at-s tolozárral vagy vakperemmel;
3. arra az esetre, ha a kút 133/102 mm  $\varnothing$ -jű termelőcsövön termelne, a keresztidom és a főtoló közé egy fészkes közdarab szerelhető, melynek kúpos ülésébe illeszkedik a termelőcső-akasztó;
4. a keresztidom felső pereméhez NÁ 150 (6"-es) méretű főtoló csatlakozik;
5. ezen foglal helyet a háromágú íves közdarab. Az ív csatlakozó karimájára egy-egy NÁ 150 (6"-es) méretű 25 at-s tolozár van szerelve, a középső NÁ 150 méretű 25 at-s fejtolozár.

A kedvezőbb hidraulikai viszonyok és a korrózióvédelem, továbbá a lerakódás csökkentése érdekében a VIKUV egyrészt a karácsonyfa-szerelvényhez belső



8. ábra. Az MSZ 5199/1-6/62 alapján rendszeresített hévízkútfej



9. ábra. A Vízkutató és Fűró Vállalat által módosított és használt hévízkútfej-kiképzés

poliamid bevonatot, másrészt, az ékes tolózárok helyett párhuzamos nyelvű tolok alkalmazását tervezi. A Zsigmondy által elkészített „fúrakna”, valamint a beléscsőoszlopok összefogása („talpcső”) a későbbi időben átalakult a fűrőberendezés alapjával együtt kiképzett kutaknává, illetőleg előbb a szénhidrogén-, később a termálfűrészekhez alkalmazott beléscsőfejjé. Hosszú volt az út, amíg a termáلكutak lyukfej-szerelvénye a mai használatban levő kedvező kiképzési alakig tökéletesedett.

#### IRODALOM

- [1] Zsigmondy V.: A városligeti artézi kút Budapesten. Bp., 1878.
- [2] Papp K.: A kincstári csonkamagyarországi szénhidrogén-kutató mélyfűrészek. Bányászati és Kohászati Lapok 5 (1940).
- [3] Schafarzik F.: A hajdúszoboszlói III. sz. állami mélyfűrészl. Földtani Közlöny p. 61—64 (1924—26).
- [4] MNOSZ 5199-53.
- [5] Béteky L.: A fűrt kutakra vonatkozó szabvány korszerűsítésének műszaki és gazdasági jelentősége. Hidrológiai Közlemény 3 (1963).
- [6] MSZ 5199-62.
- [7] Hévízkút felsőrész házi szabvány. VSZ-13-67. (OVF Vízkutató és Fűró V. házi szabványa, 1967.)
- [8] Csath B.—Majerszky B.: Nagymélységű hévízkutak fűrésze és termelésbe állítása (VITUKI 1966).

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Új földgázfogyasztók

Az Országos Gázprogram végrehajtása igen nagy lendülettel folyik. Ezt legszemléletesebben az NKFV földgáz-értékesítési adatai mutatják:

Év	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971*
Értékesítés 10 <sup>6</sup> nm <sup>3</sup>	824,8	1259,8	1771,0	2388,7	3011,0	3233,1	3450,0
Növekedési ütem, % (Bázis: 1965)	100	153	215	314	365	416	420

Az utóbbi időszakban igen öröndetes módon növekedett az egyik leggazdaságosabb fogyasztói típus, a közvetlen lakosságot érintő kommunális, szociális célra felhasznált gázmennyiség részaránya.

Év	1968	1969	1970	1971**
Gázszolgáltató vállalatokon keresztül értékesítve, 10 <sup>6</sup> nm <sup>3</sup>	666,4	908,4	1115,2	1134,0
Növekedési ütem, % (Bázis: 1968)	100	138	167	200

\* Tervezett mennyiség  
\*\* Szerződésben lekötött mennyiség

Ezt a növekedési ütemet csupán jelentős erőfeszítéssel lehetet biztosítani. Az 1970. évben (mint az előző években is) több új körzetet kapcsolunk be. Ezek: Budaörs, Kísújszállás, Szolnok HM, Héki Állami Gazdaság, Szentés.

Az újonnan bekapcsolt fogyasztók összesen 1200 nm<sup>3</sup>/h csúcspontot jelentettek és 1970-ben már 1 272 277 nm<sup>3</sup> földgázmennyiséget fogyasztottak. 1971-re már 1710 nm<sup>3</sup>/h csúcsmennyiséget, valamint 4 040 000 nm<sup>3</sup>/év gázmennyiséget kötöttek le szerződésileg vállalatunknál.

Reméljük, hogy társvállalataink — a Siófoki Kőolajvezeték Vállalat és a területileg illetékes Gázszolgáltató Vállalatok —, jó munkája alapján az elkövetkezendő években további településekre juthat el az NKFV által termelt alföldi földgáz, mely így a korszerűbb, egészségesebb és kulturáltabb életkörülmények alapfeltételeit teremti meg egyre több lakos számára.

Szolnok, 1971. március hó

Csákó Dénes  
okl. olajmérnök  
(NKFV, Szolnok)

### Turbinás hozammérők üzemi vizsgálata

1971. február—március hónapban a Kőolajvezeték Vállalat Százhalombattai Gázátadó Állomásán létesített kísérleti mérőállomáson megkezdődött a Méréstechnikai Központi Kutatólaboratóriumban készült turbinák vizsgálata. A vizsgálatok és kísérletek célja, hogy a hazai nagynyomású gázvezetékek üzemi viszonyai mellett meg lehessen határozni a turbinás hozammérők viselkedését, a mechanikai és villamos kialakításukhoz szükséges paraméterek optimális értékeit. A mérési eredmények értékelése ad majd támpontot a pontosság ellenőrzésére alkalmas mérőberendezések tervezésére is.

Siófok, 1971. március hó

Molnár János  
okl. villamosmérnök  
(KVV, Siófok)

# A ferdítőátmenet hatásirányának beállítása

BALLA IMRE

*Turbinával és ferdítőátmenettel végzett irányított ferdefúrások mélyítésekor — különösen nagyobb lyukmélységek mellett — tapasztalható a ferdítő hatásirányának eltérése a jelenleg elfogadott számítási módszer által meghatározott helyzettől.*

*A cikk célszerűen felállított modell segítségével vizsgálja a jelenséget, és feltárja ennek okát és lényegét: a ferdítő szerszám saját súlyának hatása alatt bekövetkező önelcsavarodását. Az erre vonatkozó számítási módszert kidolgozva hasznos segítséget nyújt az irányított lyukferdítéseket végző szakembereknek a ferdítési műveletek pontosabb kivitelezésében.*

*Az önelcsavarodás elemzése alapján vizsgálja a ferdítési lehetőségeket, és útmutatást ad a konkrét feladatnak megfelelő ferdítő megválasztásához.*

Irányított ferdefúrások mélyítésekor gyakran előfordul, hogy a célrétegek megfelelő helyen történő elérésének biztosítására a fúrólyukban iránykorrekciót kell végrehajtani. Ez szükségessé válhat, ha a ferdítés kezdetén a fúrólyuk elferdítése nem a kívánt irányban sikerül, vagy a későbbiek folyamán a lyuktengely iránya kedvezőtlenül alakul. A lyukferdülési irány (azimut) megváltoztatásának szüksége jelentkezik tisztán csak azimutváltoztatás végett, vagy összetetten, ha egyidejűleg a lyukferdeség korrigálása is szükséges. A gyakorlatban leginkább az utóbbi esettel találkozunk.

A megfelelő korrekció elérésének alapvető feltétele a ferdítőszerszám helyes iránybeállítása, aminek előfeltétele az iránybeállítás szögének helyes meghatározása.

I. Az iránybeállítás szögét — az eddigi külföldi és hazai gyakorlat szerint — az alábbi összefüggéssel számíthatjuk:

$$\omega_b = \omega + \Theta, \quad (1)$$

ahol

- $\omega_b$  a ferdítőszerszám beállítási iránya és a fúrólyuk talpon mért iránya (azimutja) közötti szög a turbina indítása előtt fokokban;
- $\omega$  a ferdítőszerszám hatásirányának eltérése a fúrólyuk talpon mért irányától fokokban;
- $\Theta$  a fúrószerzám elcsavarodása a turbinában fellépő reaktív forgatónyomaték hatása miatt fokokban.

A képletben szereplő  $\omega$  értékének meghatározása a ferdítési követelményeknek megfelelően, a lyuktalpi ferdeségmérés adatai ( $\alpha_1$  ferdeség és  $\varphi_1$  azimut a lyuktalpi mélységében), valamint a fúrólyukszakasz végére elérendő ferdeség ( $\alpha_2$ ) és azimut ( $\varphi_2$ ) alapján történik.

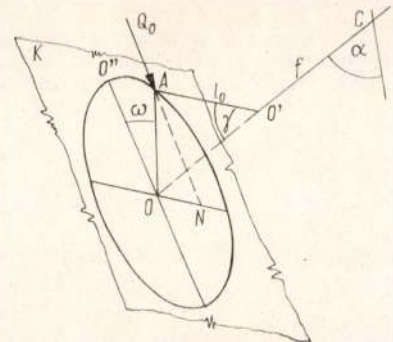
A számítás végezhető az ismert analitikai úton vagy grafikus módszerrel, illetve a gyakorlatban praktikusabb és általánosan használt ún. „Direktor” (a szerzámbeállítás meghatározására szolgáló eszköz) segítségével.

A fúrószerzám reaktív elcsavarodása az ugyancsak jól ismert elcsavarodási képlet szerint számítható.

Az előzőekben leírtak szerint úgy tűnik, viszonylag könnyen meghatározható a ferdítőszerszám iránybeállítása. Gyakorlati tapasztalataink ezzel szemben azt mutatták, hogy az (1) egyenlet alkalmazása nem vezet a szükséges eredményhez, ez a képlet nem kielégítő pontosságú a ferdefúrás gyakorlat számára. Különösen szembevető módon jut kifejezésre a képlet pontatlansága a nagyobb mélységekben és nagyobb lyukferdeség mellett történő ferdítési munkák folyamán. Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy korábbi vizsgálataink eredményei és az azokkal megegyező, pontos méréseken alapuló gyakorlati tapasztalatok, valamint az említett számítási képlet pontatlanságára utaló tények jellege kizárta azt a lehetőséget, hogy az okot a ferde lyuk falán fellépő súrlódásban keressük.

A ferdítőátmenet segítségével végrehajtott azimutváltoztatások gyakorlati eredményei azt mutatják, hogy a ferdeségnövelés mellett történő azimutváltozás (jobbra vagy balra) a számítottnál nagyobb, a ferdeségváltozás pedig kisebb mértékben következett be. Ferdeségcsökkentéssel egyidejű azimutváltozásnál pedig nagyobb mértékű ferdeségcsökkenést kaptunk. Ez a jelenség — különösen ami az azimutváltozás alakulását illeti —, a lyukferdítésekre vonatkozó, eddig ismert elméletekkel nem magyarázható.

A jelenség okát keresve elméleti megfontolásaink és modellkísérleteink egyértelműen arra a következtetésre vezettek, hogy ferde fúrólyukban a ferdítőszerszám könyökszerű kialakítása következtében fellépő — a szerszám súlyából eredő — erő a fúrórudazatot elcsavarja, ezzel a ferdítőszerszám hatásirányát megváltoztatja. Így magát a jelenséget a ferdítőszerszám önelcsavarodásának kell tekintenünk.



1. ábra

A fúrószerzám ferde fúrólyukban ferdeségnövelésre és azimutváltoztatásra beállítva

Az 1. ábrán látható és  $\alpha > 0$  lyukferdeség mellett a ferdítőtámenettel kialakított ferdítőszerkezettel az  $f$  tengelyvonal alatt a lyukfalra kellő alátámasztása van úgy, hogy a legmélyebb helyzetben levő alátámasztás nélkülinek kell tekintenünk a szerkezetet, mivel fúrás közben a fúró lyukfalfaragást is végez, és így a szerkezet kidolgozza magának azt a helyzetet, melyben a szerkezet súlyából eredő, az alátámasztási vonalra merőleges erő az  $f$  szakaszon belül hat a lyukfalra (itt a lyukfalreakciók, valamint a  $C$  pont feletti szerkezetszakasz súlya által kiegyensúlyozódik). Ugyanakkor a fúróturbina és a fúró  $Q$  súlyából adódó  $Q_0$  erő (mely  $Q$ -nak az  $f$  tengelyre merőleges, de ezt nem metsző összetevője) csavarónyomatéka elcsavarja az egész fúrószerkezetet.

Megjegyezzük, hogy a fúrószerkezet alsó szakaszán más erők is hatnak (fúróterhelés, rugalmas ferdítőerő stb.). Ezek azonban vizsgálatunk szempontjából nem játszanak szerepet, így jelen esetben számunkra érdektelenek. A továbbiakban tehát a  $Q_0$  erő hatását vizsgáljuk részletesebben. Ezen erő nagysága a lyukferdeségtől

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2},$$

valamint a fúró és a fúróturbina együttes, öblítőközegben mért  $Q$  súlyától függően

$$Q_0 = Q \sin \alpha. \quad (2)$$

E képletben a ferdítőtámenet szögét ( $\gamma$ ) nem vesszük számításba, mivel értéke  $\alpha$  értékéhez viszonyítva elhanyagolható.

Ha a  $Q$  erőt az  $l$  hosszúságú turbina közepén koncentráltan támadó erőként vesszük figyelembe (1. ábra, ahol  $l_0 = \frac{l}{2}$ ), akkor az elcsavarodást okozó forgatónyomaték erőkarja az  $f$  tengelyre vonatkoztatva az  $OAO'$  és az  $OAN$  derékszögű háromszögekben

$$ON = x = l_0 \sin \gamma \sin \omega. \quad (3)$$

A csavarónyomaték pedig

$$M = Q_0 x, \quad (4)$$

vagyis

$$M = Q l_0 \sin \alpha \sin \gamma \sin \omega. \quad (5)$$

Az  $M$  csavarónyomaték által létrehozott elcsavarodás  $L$  hosszúságú fúrószerkezet esetében, fokokban kifejezve

$$\omega_s = \frac{57,3LM}{GI_0}, \quad (6)$$

azaz

$$\omega_s = \frac{57,3LQl_0 \sin \alpha \sin \gamma \sin \omega}{GI_0}. \quad (7)$$

Minthogy  $\gamma$  értéke kicsi, így

$$\sin \gamma = \frac{\gamma}{57,3}, \quad (8)$$

továbbá

$$l_0 = \frac{l}{2};$$

$$\omega_s = \frac{LQl\gamma \sin \alpha \sin \omega}{2GI_0}, \quad (9)$$

ahol

$L$  a fúrószerkezet hossza, m;

$Q$  a fúró és a turbina súlya iszapban, kp;

$l$  a turbina hossza, m;

$\gamma$  a ferdítőtámenet szöge, fok;

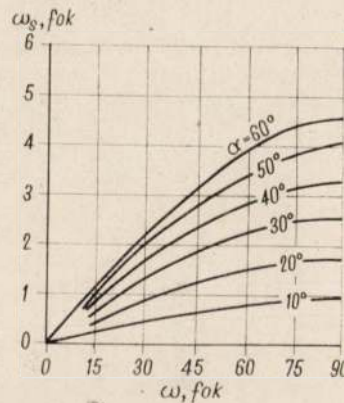
$\alpha$  a fúrólyuk ferdesége, fok;

$\omega$  a ferdítőszerkezet hatásirányának eltérése a fúrólyuk talpon mért irányától, fok;

$G$  a csúsztatás rugalmas tényezője, kp/cm<sup>2</sup>;

$I_0$  a keresztmetszet másodrendű nyomatéka csavarásra, cm<sup>4</sup>.

A képletből látható, hogy adott szerkezet-összeállítás esetén az elcsavarodás nagysága az  $L$ ,  $\alpha$  és  $\omega$  tényezők függvénye, így ennek figyelembevétele nagyobb lyukferdeség, továbbá  $\omega$  értékének 90°-hoz közeledése esetén egyre inkább jelentős.



2. ábra

A fúrószerkezet 100 m hosszú eső önelcsavarodása ( $\omega_{s100}$ ) különböző lyukferdeségek ( $\alpha$ ) mellett, a beállítás szögének ( $\omega$ ) függvényében (fúrórud 5" XH, turbina 7 1/2"-es, ferdítőtámenet 1°-os)

Ezt érzékelteti a 2. ábra, mely 100 m hosszúságú 5" XH fúrórudazat elcsavarodását mutatja T—12 M 3—7 1/2" tip. turbina, 1°-os ferdítőtámenet és 1,25 kp/dm<sup>3</sup> fajsúlyú iszap esetén a lyukferdeség függvényében különböző  $\alpha$  értékek mellett. A nomogram segítségével — T—12 M 3—7 1/2" turbina és 5" XH fúrórudazat használata mellett — kiszámíthatjuk az elcsavarodást bármilyen fúrószerkezet-hosszúság és ferdítőtámenet esetére (az iszapfajsúly eltéréseinek figyelembevételétől gyakorlatilag eltekinthetünk).

Pl. határozzuk meg a fúrószerkezet önelcsavarodását 5" XH fúrórudazat és 7 1/2"-es turbina esetén,  $L = 2000$  m,  $\alpha = 13^\circ$ ,  $\gamma = 2^\circ$ ,  $\omega = 50^\circ$  feltételek mellett.

A nomogram szerint 100 m hosszú eső elcsavarodás 1°-os ferdítőtámenet és  $\alpha = 13^\circ$  mellett:  $\omega_{s100} = 0,85^\circ$ ;  $L = 2000$  m és  $\gamma = 2^\circ$  esetén pedig

$$\omega_{sL} = 20 \cdot 2 \omega_{s100} = 34^\circ.$$

Az eredményből látható, hogy a kapott érték olyan nagyságrendű, melyet feltétlen figyelembe kell venni a ferdítőszerkezet beállítási helyzetének meghatározásakor.

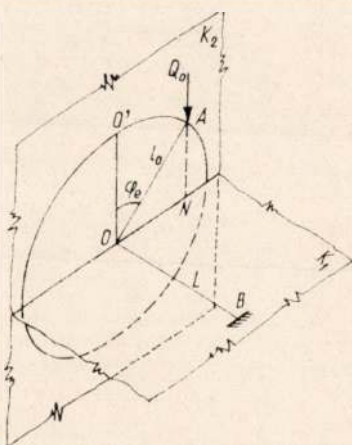
Az elmondottaknak megfelelően tehát a ferdítőszerszám beállításának (1) egyenletét a következő formában kell módosítanunk:

$$\omega_b = \omega - \omega_s + \theta. \quad (10)$$

Mivel  $\omega_s = f(\sin \omega)$ , így  $0 < \omega < 180^\circ$  esetén  $\omega_s$  negatív,  $180 < \omega < 360^\circ$  esetén  $\omega_s$  pozitív.

II. A ferde átmenetes ferdítőszerszám önelcsavarodásának jelenségét megvizsgálva az eredmények alapján logikusan jutunk arra a következtetésre, hogy meg kell vizsgálni a ferdítőszerszám iránybeállításának lehetőségét is. Ha ugyanis ennek a ferdítőszerszámnak az előzőek szerint figyelemre méltó önelcsavarodási tulajdonsága van, fel kell tételeznünk, hogy létezhetnek beállítási helyzetek, amikor a szerszám elveszti stabilitását a beállíthatóság szempontjából. Ilyen értelemben bizonyos analógiát találunk az Euler-féle kihajlással: egy saját súlyával terhelt függőleges rúd, anyagától és méreteitől függően, bizonyos hosszúsági határon túl kihajlik.

A ferdítőszerszám stabilitásának vizsgálatánál a jelenség tanulmányozásához leegyszerűsített modellt választottunk, mely a 3. ábrán látható. A vízszintes  $K_1$



3. ábra  
A kritikus szerszámhossz és egyensúlyi szög számítási ábrája

síkon fekszik az  $OB=L$  hosszúságú rúd súrlódásmentesen, és a  $B$  pontban befogva. Mereven kapcsolódik hozzá a  $Q_0$  erővel terhelt  $OA=l_0$  hosszúságú rúd úgy, hogy az az alaphelyzetben függőleges. Az  $l_0$  rúd elfordulhat az  $O$  pont körül a  $K_2$  síkban (mely merőleges  $L$ -re), miáltal természetesen az  $L$  rúd ennek megfelelő mértékben elcsavarodik.

Tételezzük fel, hogy valamilyen erő az  $l_0$  rudat kibillenti a függőleges alaphelyzetből úgy, hogy egy adott pillanatban annak  $\varphi$  szögelfordulása lesz. Ebben a helyzetben a  $Q$  erő  $M_s$  forgatónyomatékokot hoz létre az  $l_0$  rúdon az  $OB$  tengely körül.

Mivel az  $L$  rúd  $O$  pontnál levő elcsavarodása is  $\varphi$  nagyságú, ennek következtében a rúdban fellépő  $M_r$  nyomaték, mely  $M_s$  ellen hat, az ismert csavarási képlet szerint számítható:

$$\varphi = \frac{M_r L}{GI_0}, \quad (11)$$

ahonnan:

$$M_s = \frac{\varphi GI_0}{L}. \quad (12)$$

A 3. ábra alapján viszont

$$M_r = Q_0 l_0 \sin \varphi. \quad (13)$$

Ha  $M_r > M_s$ , akkor a kibillentő erő megszűnte után az  $l_0$  egyenes visszatér az alaphelyzetbe, míg  $M_r < M_s$  esetében nem képes a visszatérésre, saját súlya ebben megakadályozza és az  $l_0$  egyenes  $\varphi_e$  szög alatti egyensúlyi helyzetbe fog beállni. Ekkor:

$$M_r = M_s. \quad (14)$$

Modellünk esetében, ha  $Q_0$  és  $l_0$  értékei állandók,  $L$  értékét növelve eljutunk olyan kritikus határértékhez ( $L=L_{kr}$ ), melynél még  $\varphi_e=0$ , de  $L$  további növekedésével  $\varphi_e$  nullánál nagyobb lesz. Keressük ezt a kritikus határértéket.

A (12) és (13) összefüggésekből  $L$  értéke

$$L = \frac{\varphi GI_0}{Q_0 l_0 \sin \varphi}. \quad (15)$$

Az  $OB$  rúd kritikus hossza pedig a  $\varphi \rightarrow 0$  határérték mellett

$$L_{kr} = \lim_{\varphi \rightarrow 0} \frac{\varphi GI_0}{Q_0 l_0 \sin \varphi}.$$

A határérték-számítást elvégezve

$$L_{kr} = \frac{GI_0}{Q_0 l_0}. \quad (16)$$

Ha pedig  $L > L_{kr}$ , akkor az egyensúlyi helyzet szöge és a rúdhossz közötti összefüggés:

$$L = \frac{\varphi_e GI_0}{Q_0 l_0 \sin \varphi_e}. \quad (17)$$

Az elmondottak alapján modellünk viselkedésével kapcsolatban igen érdekes és fontos tételt állíthatunk fel, mégpedig azt, hogy  $Q_0$  és  $l_0$  adott értékeihez mindig tartozik valamilyen meghatározott  $L_{kr}$  érték, melynél, ha  $L$  nagyobb, akkor az egyensúlyi szög ( $\varphi_e$ ) is nagyobb lesz nullánál; ez esetben viszont a modellen  $\varphi < \varphi_e$  helyzet az  $L$  rúd végpontjánál semmilyen elfordítással maradandóan, stabilan nem állítható be. Ugyanakkor a  $Q_0$  erővel terhelt  $l_0$  rúd az  $OO'$  alaphelyzetből a  $\varphi_e$  egyensúlyi helyzetbe eljuthat jobbra vagy balra történő kitéréssel. Ebből következik, hogy  $\varphi_e$  értéke mint eredmény pozitív (jobbra kitérés) is, negatív (balra kitérés) is lehet, tehát mint abszolút érték értelmezendő.

Ezek után a modellünkre vonatkozó tételt kiterjeszthetjük a ferdítőátmenetes turbinás irányított lyukferdítés reális körülményeire, ha a (16) és (17) képleteket e körülményeknek megfelelően módosítjuk (az I. részben elfogadott jelöléseket alkalmazva).

Mínthogy itt

$$l_0 = \frac{l \sin \gamma}{2},$$

továbbá figyelembe véve a (2) és (8) összefüggéseket,



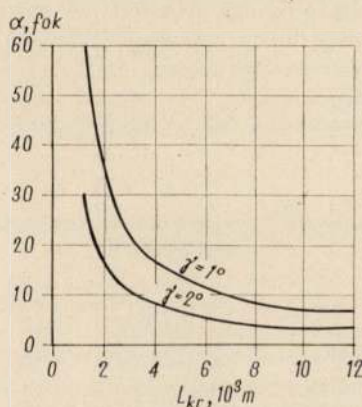
akkor a kritikus fúrórúdhossz adott ferdítőszerzőszám és lyukferdeség mellett

$$L_{kr} = \frac{114,6 GI_0}{Ql\gamma \sin \alpha} \quad (18)$$

Ezt az összefüggést szemlélteti a 4. ábra konkrét esetekre vonatkoztatva.

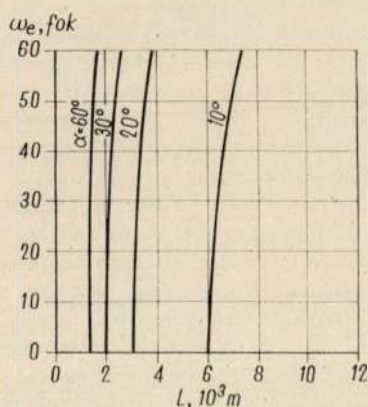
A kritikus hosszánál nagyobb szerzőszámhosszúság eseteire pedig az egyensúlyi szög (most már  $\varphi_e$  helyett fokban számított  $\omega_e$ -vel jelölve) és a fúrórúd hossza közötti funkcionális összefüggés

$$L = \frac{2\omega_e GI_0}{57,3 QL \sin \alpha \sin \gamma \sin \omega_e} \quad (19)$$



4. ábra

Kritikus szerzőszámhossz  $l$  és  $2^\circ$ -os ferdítőátmenet használatánál, a lyukferdeségtől függően (fúrórúd  $5''$  XH, turbina  $7\frac{1}{2}''$ -es)



5. ábra

Egyensúlyi szög ( $\omega_e$ ) a szerzőszámhosszúság ( $L$ ) függvényében különböző lyukferdeségek ( $\alpha$ ) mellett (fúrórúd  $5''$  XH, turbina  $7\frac{1}{2}''$ -es, ferdítőátmenet  $1^\circ$ -os)

Minthogy  $\gamma$  értéke igen kicsi, felírhatjuk végül, hogy

$$L = \frac{2\omega_e GI_0}{Ql\gamma \sin \alpha \sin \omega_e} \quad (20)$$

A fent leírtak alapján kimutatható, hogy ferdítőátmenettel történő lyukferdítésnél adott szerzőszám-összeállításához és lyukferdeséghez ( $Q, l, \alpha \dots$ ) mindig tartozik egy meghatározott kritikus fúrószerzőszám-hossz-érték ( $L_{kr}$ ), melynél ha a fúrórúd hossza ( $L$ ) nagyobb, akkor a ferdítőszerzőszám egyensúlyi szöge ( $\omega_e$ ) is nagyobb lesz nullánál; ez esetben viszont a tiszta ferdeségnövelés vagy az azimutváltoztatás  $\omega < \omega_e$  hatásirány mellett a fúrószerzőszám semmilyen felszíni elfordítással nem állítható be maradandóan, stabilan. Megjegyezzük itt, hogy ez a megállapításunk érvényes annak ellenére is, hogy kiindulási modellünknel súrlódásmentes körülményeket fogadtunk el, ugyanakkor a ferde fúrólyukban mindig fellép a súrlódási erő. A valóságban azonban a súrlódás lényegében nem befolyásolja a leírt jelenség kialakulását, mivel a fúrószerzőszám tengelyirányú mozgása fúrás közben döntő mértékben „leköti” a fúrólyukfal és a fúrószerzőszám közötti súrlódási erőt. Jelen esetben ezt nem tartjuk szükségesnek részletezni, minthogy a súrlódási erő szerepével más helyen részletesebben foglalkoztunk.

Az elmondottakból látható, hogy a ferdítőátmenettel történő irányított lyukferdítés nagyobb lyukmélységek és lyukferdeségek esetén komoly nehézségekbe ütközik. Ez jól érzékelhető az 5. ábrán.

Meg kell jegyezni, hogy az önelcsavarodás jelensége nagyobb átmérőjű (pl.  $9-10''$ -es) turbináknál még nagyobb súllyal jut kifejezésre.

Olyan esetekben, ha a ferdítőszerzőszám saját súlyának hatása ténylegesen korlátozza a ferdítési feladat végrehajtásának lehetőségét, úgy a ferdítést más szerzőszám alkalmazásával kell megoldani. Ilyenek lehetnek az OT típusú ferdítőturbina, a rövid turbina, vagy pedig kisebb átmérőjű turbina (pl.  $7\frac{1}{2}''$ -es helyett  $6\frac{5}{8}''$  méretű turbina), melyeknél  $Q$  és  $l$  viszonylag kisebb értékek (esetleg kisebb szögű ferdítőátmenet), és így lehetővé teszik, hogy az adott körülmények között is a fúrószerzőszám hossza a kritikus értéken belül maradjon, amikor is a ferdítőszerzőszám hatásiránya bármilyen helyzetbe szabadon beállítható.

## IRODALOM

- [1] Bronzov, A. Sz.—stb.: Turbinnoe burenie naklonnüh szkvazsin. Moskva, Nedra, 1965.
- [2] Kalinin, A. G.—stb.: Orientirovanie otklonjajucesih szisztem v szkvazsinah. Moskva, Goszoptehizdat, 1963.
- [3] Balla I.: A fúrószerzőszám elcsavarodásának vizsgálata turbinás irányított ferdítéseknél. Kőolaj és Földgáz 1969. 12.

# A széndioxidos olajkiszorítás relatíváteresztőképesség-görbéi

BÁLINT VALÉR—  
TISZAI GYÖRGY—  
PACH FERENC

*A relatív áteresztőképességi arány és a telítettség közötti összefüggés megbízható ismerete elengedhetetlen a különböző típusú olajkiszorítási folyamatok matematikai előrejelzéséhez.*

*Mivel a víz-olaj, illetve a gáz-olaj rendszerekben meghatározott relatív áteresztőképességek összefüggései a széndioxidos olajkiszorítási folyamatokra nem jellemzőek, szükségessé vált egy új módszer kidolgozása ezen függvénykapcsolatok laboratóriumi viszonyok melletti meghatározása céljából.*

*A tanulmány kísérleti eredményeket is tartalmaz a hagyományos, valamint a javasolt új módszerrel értelmezhető relatív áteresztőképességi arány meghatározására. A gyakorlat szempontjából leglényegesebb esetekre közli az adott széndioxidos rendszerekre vonatkozó relatív áteresztőképességek összefüggéseit.*

A kőolajnak porózus közegből vízzel vagy gázzal történő kiszorítási folyamatát a Buckley—Leverett-elmélet írja le, mely feltételezi az adott rendszerben érvényes relatíváteresztőképesség-telítettség függvény pontos ismeretét. A relatív áteresztőképesség értékei adott porózus közeg esetén a telítettségi viszonyokon keresztül a telepfolyadékok nedvesítő tulajdonságaitól is függenek. Ennek nagy jelentősége van a korszerű kőolaj-művelési eljárások kutatásakor és kiszorítási folyamatok előrejelzésekor.

Kedvező viszonyok mellett a széndioxidos olajkiszorítással elérhető viszonylag magas olajkihozatal számos tényező együttes hatásának eredménye. Ezek egy része a határfelületi és nedvesítési viszonyok kedvezőbbé tétele révén csökkenti a maradékolaj-telítettséget, azaz megváltoztatja a tárolónak az eredeti telepfolyadékkal szembeni relatív áteresztőképességét.

Annak következtében, hogy a széndioxid hatására a víz-olaj, illetve gáz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-értékek megváltozásának mértéke a telepfolyadékok széndioxid-koncentrációjától függ:

- a széndioxidos relatív áteresztőképesség — adott porózus közeg esetén — nyomás- és hőmérséklet-függővé válik;
- egy porózus közegre adott nyomáson és hőmérsékleten meghatározott széndioxidos relatív áteresztőképesség-összefüggések csak azonos telepfolyadékok esetére érvényesek;
- a széndioxidos vizes kiszorítási folyamatok előrejelzésére alkalmas relatív áteresztőképesség kétváltozós függvény, az egyik független változó a telítettség, a másik pedig a kiszorító víz széndioxid-koncentrációja.

Hazai viszonyaink között mind műszaki, mind gazdasági szempontból a széndioxidos olajkiszorítási eljárás igen perspektivikus az olajtárolók végső olajkihozatali tényezőjének növelése érdekében. Az olajkihozatal növekedésében szerepet játszó tényezők minőségi és mennyiségi vizsgálata, a kiszorítási folyamat hatásmechanizmusának tisztázása és előrejelzése

feltételezi ezen folyamatokra jellemző relatív áteresztőképesség függvényeinek ismeretét. Figyelembe véve, hogy a víz-olaj, illetve gáz-olaj rendszerben meghatározott relatíváteresztőképesség-összefüggések a széndioxidos olajkiszorítási folyamatokra nem jellemzőek, szükségessé vált azok fizikai rétegmodellen való meghatározása.

## A relatíváteresztőképesség-görbék meghatározásának módszerei

A relatíváteresztőképesség-görbék felvételének általánosan ismert módszerei vannak. A legmegbízhatóbb eredményt a közvetlen mérések adják, míg a különböző közetfizikai paraméterekből számított görbék gyakran nagy hibát rejtenek magukban.

A közvetlen mérés általánosan alkalmazott eljárása: két folyadék szakaszosan konstans arányú, állandó ütemű adagolása a homogén telítettségeloszlás eléréséig, továbbá a fázisáteresztő képességek ilyen viszonyok melletti mérése [1]. Az eljárás előnye, hogy a görbék meghatározásához tetszőleges számú pontot lehet felvenni. Hátránya, hogy a telítettségmérés nehézkes, a mérés hosszadalmas, valamint az, hogy a mérés csupán szobahőmérsékleten és kisnyomáson végezhető. Rétegviszonyok melletti mérés olyannyira bonyolult és drága készüléket igényelne, hogy annak kivitele igen nagy technikai felkészültséget kíván.

A közvetlen méréshez sorolható a kiszorítási kísérleti adatokból nyerhető relatíváteresztőképesség-görbe is [2]. Az eljárás nagy előnye, hogy a kiszorítási modell-kísérletekkel párhuzamosan a relatív áteresztőképesség is meghatározható rétegnomáson és réteghőmérsékleten. Hátránya, hogy a görbepontokat csak a kiszorító folyadék áttörése utáni telítettség tartományban lehet felvenni, valamint az, hogy a számítási módszer érvényessége feltételekhez kötött.

A relatíváteresztőképesség-görbék közetfizikai paraméterekből történő számításához általában a szélső telítettségi pontokat ( $S_{om}$ ,  $S_{wi}$ ), az ezekhez tartozó relatív áteresztőképességi értékeket, illetve a kapillárisnyomás-görbét használják fel. A kapillárisnyomás-görbék rétegviszonyok közti felvétele azonban szintén nagy nehézségekbe ütközik.

## Széndioxidos relatíváteresztőképesség-görbék felvétele mesterséges rétegmodellen

Mint a bevezetőben említettük, a széndioxidos relatív áteresztőképesség a telítettség mellett függ a telepfolyadékok széndioxid-koncentrációjától, ami

egyértelműen nyomás- és hőmérsékletfüggést is jelent, ezért felvételüknél nem lehet eltekinteni a rétegviszonyoktól (rétegnyomás, réteghőmérséklet, rétegfolyadékok).

A relatív átteresztőképesség meghatározási módszereinek elemzése alapján arra az álláspontra jutottunk, hogy a széndioxidos relatívátteresztőképesség-görbéket mind széndioxidos gáz-olaj, mind széndioxidos víz-olaj rendszerben hasonló rendszerű kiszorítási kísérletek eredményei alapján kell meghatározni.

A széndioxidos gáz-olaj rendszerű relatívátteresztőképesség-görbék meghatározására a Welge—Johnson-féle számítási módszert alkalmasnak találtuk [3], míg a széndioxidos víz-olaj rendszerű relatív átteresztőképesség az irodalomból eddig ismert módszerek alapján, jelenlegi felkészültségünk mellett nem határozható meg, ezért új módszer kidolgozása vált szükségessé.

A kapott eredményeket szénhidrogéngáz-olaj, illetve víz-olaj rendszerű relatívátteresztőképesség-görbékkel kell összehasonlítani, és ezek alapján általános érvényű összefüggéseket kell megállapítani az alapgörbék eltolódásának irányára és mértékére vonatkozólag.

A relatívátteresztőképesség-görbék meghatározására szolgáló széndioxidos olajkiszorítási kísérleteket 95 cm hosszú és 6,12 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű — természetes magporitása és rozsdamentes acélsőbe való tömörítése útján létrehozott — vízszintes rétegmodellen végeztük el. A berendezés tartozékai:

- a nagynyomású, állandó ütemű adagolást biztosító Ruská-típusú szivattyú;
- a rekombinált telepfolyadékok előállítását végző PVT-egység;
- a nyomásszabályozó és -mérő egységek;
- réteghőmérsékletet biztosító fűtőköpeny-termostát rendszer,
- valamint a kiszolgáló szelep-, vezeték-, tartály-, szeparátor- és egyéb rendszerek.

A kísérleti berendezés 100 C°-ig és 150 att nyomásig üzembiztos.

A kísérleteket rétegviszonyok mellett, természetes és mesterséges rétegfolyadékok felhasználásával végeztük.

#### Relatívátteresztőképesség-görbék felvétele széndioxidgáz-olaj rendszerben

A széndioxidgáz-olaj rendszerű relatívátteresztőképesség-görbéket a Welge—Johnson-féle számítási módszerrel [3, 2] határoztuk meg ugyanilyen rendszerű olajkiszorítási adatokból.

A számítási módszer érvényességének feltétele, hogy a kiszorítandó olaj rétegviszonyok között a kiszorító gázzal telítve legyen a gázoldódás elkerülése végett, valamint az, hogy a depresszió az alacsony nyomáshoz viszonyítva elhanyagolhatóan kicsi legyen a gázkiválás és a gázexpanzió minimalizálása érdekében.

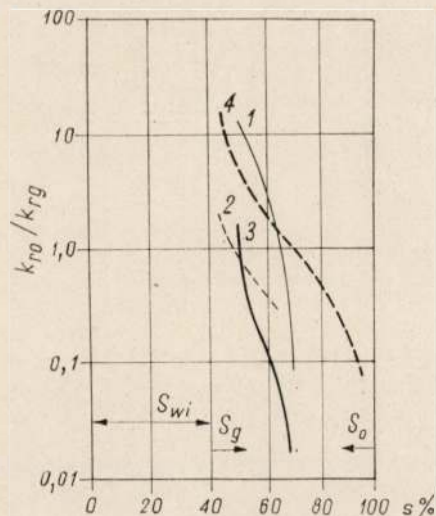
A gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy az első feltétel teljesítése érdekében nem feltétlenül szükséges a kiszorítandó olajat előzőleg kiszorító gázzal telíteni, mivel a gázáttöréssel párhuzamosan a gázmentes olaj is gyorsan telítődik a kiszorító gázzal.

Ily módon gázmentes olaj széndioxidgázzal való kiszorítási adataiból is fel lehet venni a relatív átteresztőképesség görbéit. Természetesen ilyen esetekben

a gázoldódás hatására bekövetkező viszkozitás- és térfogatváltozásokat figyelembe kell venni.

A második feltétel (kis depresszió a gáz áttörése után) szintén teljesíthető.

Mivel a gázáttörés kis gáztelítettség mellett következik be, a relatívátteresztőképesség-görbéket széles telítettség tartományban fel lehet venni.



1. ábra

Gáz-olaj rendszerű relatív átteresztőképességi arányok görbéi  $S_{wi}=40\%$ ,  $S_o=60\%$ ,  $\phi=38-41\%$ ,  $k_w=18-28$  mD,  $k_{go}=46-72$  mD

- 1 — olajkiszorítás CH-gázzal ( $p=130$  att,  $t=82$  C°)
- 2 — olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=130$  att,  $t=82$  C°)
- 3 — olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=20$  att,  $t=82$  C°)
- 4 — elegyedési olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=130$  att,  $t=40$  C°)

Az 1. ábrán gázzal történő kiszorítási adatokból, a Welge—Johnson-féle módszerrel meghatározott  $\frac{k_{ro}}{k_{rg}}$

görbéket ábrázoltuk. A kezdeti telítettség viszonyok:  $S_{wi}=40\%$ ,  $S_o=60\%$ , a tapadóvíz lovászi rétegvíz, az olaj pedig gázmentes lovászi olaj volt. A modelleket porított lovászi homokból hoztuk létre,  $\phi=38-41\%$ ,  $k_w=18-20$  mD,  $k_g=46-72$  mD. A lovászi olaj fajsúlya 0,8200 g/cm<sup>3</sup>, viszkozitása pedig 1,712 cP volt 20 C°-on.

Az 1. ábra 1 görbét 82 C°-on és 130 att nyomáson szénhidrogéngázzal, a 2 görbét ugyanilyen viszonyok mellett széndioxidgázzal, a 3 görbét pedig 82 C°-on és 20 att-on szénhidrogéngázzal történő olajkiszorítás eredményeiből határoztuk meg. A 4 görbét a teljes elegyedési feltétele alapján számoltuk, amikor a relatív átteresztőképesség a telítettség lineáris függvénye és így a

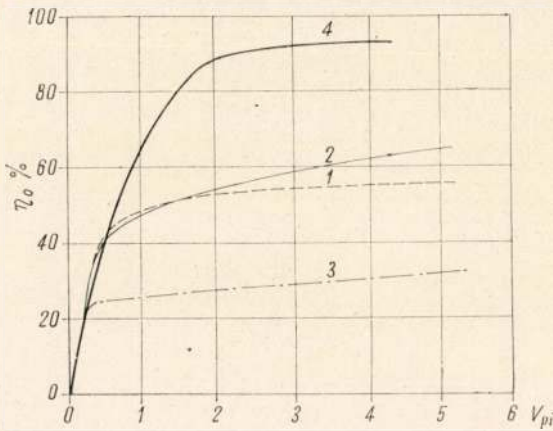
$$\frac{k_{ro}}{k_{rg}} = \frac{S_o}{1 - S_{wi} - S_o}$$

képlet alapján számolható. Az elegyedő kiszorítást 40 C°-on és 130 att nyomáson végeztük.

A 2. ábrán tüntettük fel ugyanezen kiszorítások olajkihozatalát a szénhidrogén-pórustérfogatban kifejezett besajtott kiszorító fázis függvényében.

Az 1. ábra 1 és 2 görbéje alapján megállapíthatjuk, hogy a széndioxidgázos és szénhidrogéngázos relatívátteresztőképesség-görbék között igen jelentős eltérés van azonos rétegviszonyok mellett. Feltehető, hogy a szénhidrogéngázos görbe csak kismértékben függ

a nyomástól és a hőmérséklettől, a széndioxidos relatíváteresztőképesség-görbék viszont erősen nyomás- és hőmérsékletfüggők (lásd a 2, 3 és 4 görbét). A nyomás növelése, illetve a hőmérséklet csökkentése a teljes elegyedésre jellemző állapothoz való közeledést eredményez.



2. ábra  
Az olajkihozatalok alakulása az injektált szénhidrogén pórustérfogat-függvényében

- 1 — olajkiszorítás CH-gázzal ( $p=130$  att,  $t=82$  C°,  $\frac{\mu_o}{\mu_g} = 34,4$ )
- 2 — olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=130$  att,  $t=82$  C°,  $\frac{\mu_o}{\mu_g} = 11,2$ )
- 3 — olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=20$  att,  $t=82$  C°,  $\frac{\mu_o}{\mu_g} = 35,7$ )
- 4 — elegyedési olajkiszorítás CO<sub>2</sub>-gázzal ( $p=130$  att,  $t=40$  C°,  $\frac{\mu_o}{\mu_g} = 18,07$ )

A 2. ábrán feltüntetett olajkihozatali görbék nyilvánvalóan mutatják, hogy kis nyomáson a széndioxidgáz olajkiszorító képessége nem éri el a szénhidrogén-gázét sem, az elegyedési nyomás közelében azonban jelentősen meghaladja azt.

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy széndioxidgáz olajkiszorítási folyamatok előrejelzésére csak rétegnyomáson és -hőmérsékleten felvett széndioxid-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék használhatók.

#### Relatíváteresztőképesség-görbék felvétele széndioxidos víz-olaj rendszerben

A víz-olaj rendszerű relatív áteresztőképesség értékeit rétegvizonyok mellett a hasonló rendszerű olajkiszorítási kísérletek adataiból határozhatjuk meg a Welge—Johnson-módszerrel [3, 2] az áttörés utáni telítettség tartományban. Ha a  $\frac{\mu_o}{\mu_w}$  arány kicsi, akkor a szekunder fázisban bekövetkező telítettségváltozás is kicsi, vagyis a görbék igen kis telítettség tartományban lehet felvenni. Ezért előnyösebb erre a célra meg-növelt viszkozitású olajat használni [4].

A széndioxidos vízzel történő olajkiszorítás adataiból közvetlenül nem lehet felvenni a relatív áteresztőképesség görbéit, mivel

- széndioxidmentes olaj széndioxidos vízzel való kiszorításakor a széndioxidnak vízből olajba

való átolódás okozta telítettség- és viszkozitás-változásai miatt nem érvényes a Welge—Johnson-féle számítási módszer;

- széndioxiddal telített olajnak széndioxidos vízzel történő kiszorításakor a folyamat az elvégzett kísérletek alapján gyakorlatilag szekunder fázis nélkül zajlik le a nagyfokú olajviszkozitáscsökkenés és egyéb hatások miatt [4].

Ily módon mindkét esetben a besajtott víz széndioxid-koncentrációjára jellemző maradékolaj-telítettség és a hozzá tartozó relatív áteresztőképesség határozható meg egyértelműen.

A széndioxidos-vizes relatíváteresztőképesség-görbék ezen mért paraméterekből a következő meg-gondolás alapján határozhatjuk meg [4]:

- felvesszük a közet víz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbéjét és meghatározzuk annak analitikus alakját  $S_w$  függvényeként,  $S_{wi}$  és  $S_{om}$  paraméterekkel;
- mivel azonos közetről van szó, feltehető, hogy a széndioxidos víz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék hasonló lefutásúak, mint a víz-olaj rendszerű görbék, vagyis az analitikai alak  $S_{om}$  változása ellenére megközelítően állandó marad. Így egy adott széndioxidosvíz-koncentrációhoz tartozó relatíváteresztőképesség-görbe a megváltozott  $S_{om}$ -nek a képletbe való helyettesítésével kiszámítható.

A fenti elképzelés alapján a széndioxidos-vizes olajkiszorításra jellemző — annak előrejelzésére alkalmas — relatív áteresztőképesség görbeseregét a következőképpen határozhatjuk meg:

- olajkiszorítási modellkísérletek alapján felvesszük az  $S_{om}=f(R_{sw})$  görbét azonos  $S_{wi}$  kezdeti telítettség, azonos rétegnyomás és hőmérséklet, valamint kiszorítási sebesség mellett;
- ezt követően kiszámíthatjuk a különböző széndioxid-koncentrációjú vízhez tartozó görbék telítettség függvényében.

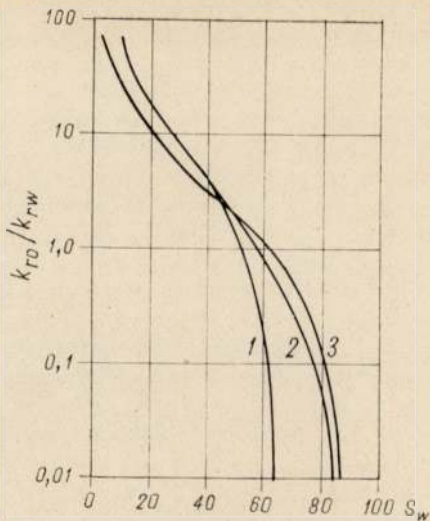
Az így nyert görbesereg alkalmas a széndioxidos-vizes kiszorítási folyamatnak a Buckley—Leverett-el-mélet alapján való előrejelzésére, amennyiben ismerjük a széndioxid konvektív diffúziós eloszlását az olajban és a vízben, valamint figyelembe vesszük mindazon egyéb hatásokat (viszkozitás- és térfogatváltozás), amelyeket a széndioxid jelenléte okoz [4].

A vázolt eljárással a széndioxidos relatív áteresztőképességet a teljes telítettség tartományban meg lehet határozni.

Egy széndioxidos-vizes olajkiszorítási kísérlet alapján fel lehet venni az arra jellemző relatíváteresztőképesség-görbét a Welge—Johnson-féle számítási módszer megfelelő módosításával is az áttörés utáni telítettség tartományban, amennyiben meghatározzuk az  $R_{sw2}=f(S_{w2})$  görbét ugyancsak a kiszorítási adatokból, és figyelembe vesszük a széndioxid hatására bekövetkező viszkozitás- és térfogatváltozásokat. Ezt a módszert az előzőekben vázolt eljárás ellenőrzésére célszerű felhasználni.

A 3. ábrán a vizes és széndioxidos-vizes olajkiszorításra jellemző kiszorítási kísérletekből meghatározott relatíváteresztőképesség-arány görbéit ábrázoltuk.

A kísérleteket 130 att-on és 82 C°-on végeztük tapadóvíz nélküli, megnövelt viszkozitású olaj-víz és széndi-



3. ábra

Víz-olaj és széndioxidos víz-olaj rendszerű  
relatív átteresztőképességi arányok görbéi

$S_{wi}=0$ ,  $S_o=100\%$ ,  $\phi=36,5\%$ ,  $k_{go}=37-47mD$ ,  $k_o=30-35mD$ ,  
 $p=130$  att,  $t=82$  C°

1 — olajkiszorítás vízzel

2 — széndioxiddal telített olaj kiszorítása széndioxidos vízzel  
( $R_{sw}=20,6$ )

3 — gázmentes olaj kiszorítása széndioxidos vízzel ( $R_{sw}=20,6$ )

oxidos víz rendszerekben, abból a célból, hogy széles telítettségtartományban kapjuk a görbepontokat. Olajként budafai nehezített olajat (budafai átlagolaj könnyű részének ledesztillálása útján nyert olaj,  $\rho_o=0,8876$  20 C°-on és  $\mu_o=5,42$  82 C°-on), vízként desztillált vizet, illetve széndioxiddal telített desztillált vizet ( $R_{sw}=20,6$ ) használtunk, a modellt porított lovászi réteghomokból hoztuk létre.

A 3. ábra 1 görbéjét olajnak desztillált vízzel való kiszorításakor nyert adatokból határoztuk meg a Welge—Johnson-féle módszerrel. A 2 görbét az 1 görbe analitikai alakjából számoltuk a széndioxidos vízzel elért maradékolaj-telíttség alapján ( $R_{sw}=20,6$ ). Ez a görbe annak az esetnek felel meg, amikor széndioxiddal telített olajat szorítunk ki széndioxidos vízzel (a széndioxid-koncentráció állandó az olajban és a vízben).

Széndioxidmentes olajnak széndioxidos vízzel való kiszorításakor a széndioxid-koncentráció a hely és idő függvényében nullától a besajtolási koncentrációig változik. A különböző széndioxid-koncentrációkra jellemző görbesereg az 1 és a 2 görbe között halad.

A 3. ábra 3 görbéje gázmentes olajnak ( $R_{sw}=20,6$ ) széndioxidos vízzel való kiszorítására jellemző  $\frac{k_{ro}}{k_{rw}}$  értékeket mutat.

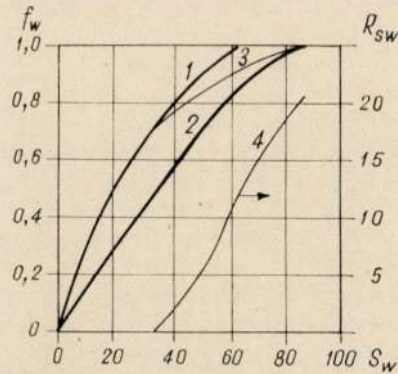
Ezt a görbét a kiszorítási adatokból határoztuk meg a következő módon:

- az  $f_{w_2} = 1 - f_{o_2}$  egyenlet alapján meghatároztuk  $f_{w_2}$ -t  $S_w$  függvényeként (4. ábra 3 görbe);
- ugyancsak a kiszorítási adatokból felvettük az  $R_{sw_2} = f(S_{w_2})$  összefüggést is (4. ábra 4 görbe);
- az  $R_{sw_2} = f(S_{w_2})$  függvény segítségével az egyensúlyi, valamint a PVT-mérések alapján meghatároztuk a  $\frac{\mu_o}{\mu_w}$  arány változását  $S_{w_2}$  függvényében (az olaj duzzadását  $f_{w_2} = f(S_{w_2})$  függvény felvételénél vettük figyelembe);

— a  $\frac{k_{ro}}{k_{rw}}$  görbét az alábbi egyenlet alapján határoztuk meg:

$$\frac{k_{ro}}{k_{rw}} = \frac{\mu_o f_{o_2}}{\mu_w f_{w_2}}$$

A 4. ábrán rajzoltuk meg a 3. ábrán 1, 2, 3-mal jelölt  $\frac{k_{ro}}{k_{rw}}$  görbéknek megfelelő frakciós áramlási görbéket ugyanolyan jelöléssel, valamint a 3 görbéhez tartozó  $R_{sw_2} = f(P_{w_2})$  görbét.



4. ábra

Frakciós áramlási görbék

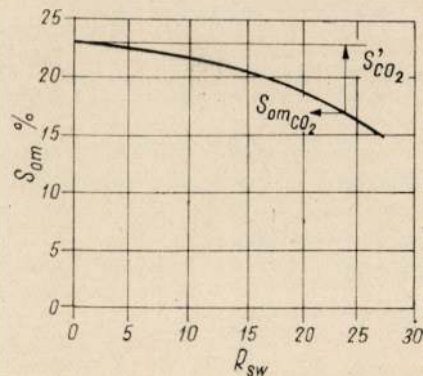
1 — olajkiszorítás vízzel ( $\frac{\mu_o}{\mu_w} = 15,6$ )

2 — széndioxidos olaj kiszorítása széndioxidos vízzel ( $\frac{\mu_o}{\mu_w} = 3,85$ )

3 — gázmentes olaj kiszorítása széndioxidos vízzel

( $\frac{\mu_o}{\mu_w} = 15,6-3,85$ )

4 —  $R_{sw_2} = f(S_{w_2})$  összefüggés a 3 jelű frakciós áramlási görbéhez



5. ábra

Összefüggés a maradékolaj-telíttség és a kiszorító víz széndioxid-koncentrációja között  
(lovászi olaj és széndioxidos víz rendszere;  
 $p=130$  att,  $t=82$  C°,  $S_{wi}=40\%$ )

Az 5. ábrán a kiszorító víz CO<sub>2</sub>-koncentrációja és az S<sub>om</sub> közötti összefüggést ábrázoltuk lovászi olajtapadóvízrendszer esetében 82 C° hőmérsékleten és 130 att nyomáson végzett modellkísérletek eredményei alapján ( $S_{wi}=40\%$ ).

Az ábrák alapján megfigyelhető, hogy a vizes és széndioxidos-vizes kiszorítások frakciós és relatív átteresztőképesség-görbéi (amelyeket a kiömlési keresztmetszetre határoztunk meg), mindaddig megegyeznek, míg a modell kiömlési keresztmetszeténél meg nem jelenik a széndioxid. A kitermelt víz széndioxid-kon-

centrációjának növekedésével párhuzamosan a görbék fokozatosan megközelítik azt az esetet, amikor az olajban előzőleg létrehoztuk az egyensúlyinak megfelelő széndioxid-koncentrációt.

A kísérleti eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a széndioxidos víz hatására a víz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék igen jelentős változást szenvednek, és így a széndioxidos-vizes olajkiszorítás előrejelzésére nem alkalmasak a víz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék, mivel a többletolaj-kihozatalban jelentős szerepet játszó hatást hanyagolnánk el.

### Következtetések

1. Laboratóriumi modellkísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy a széndioxid hatására az eredeti telepfolyadékokkal szemben mutatott relatív áteresztőképesség jelentős változást szenved, így ezek nem alkalmasak a széndioxidos kiszorítási folyamatok előrejelzésére.

2. Mivel a gáz-olaj, illetve víz-olaj rendszerben felvett relatíváteresztőképesség-görbék megváltozásának mértéke a széndioxid-koncentráció függvénye, a széndioxidos relatív áteresztőképesség nyomás- és hőmérsékletfüggő, de igen nagy mértékben függ az olaj és közeg minőségétől is, ezért ezeket a görbéket rétegviszonyok mellett az eredeti tárolóközeg és a rétegfolyadékok felhasználásával kell meghatározni.

3. Széndioxidos gáz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék megbízhatóan felvehetőek a kiszorítási kísérletek adataiból a Welge—Johnson-féle számítási módszerrel rétegnomáson és hőmérsékleten.

4. A kiszorítási kísérletekből meghatározott széndioxidos  $\frac{k_{ro}}{k_{rg}}$  görbék alapján megállapíthatjuk, hogy ezek nagymértékben eltérnek a szénhidrogéngázos görbétől, és igen erősen függnek a rétegnomástól és -hőmérséklettől.

5. A széndioxidos víz-olaj rendszerű relatíváteresztőképesség-görbék az irodalomból eddig ismert módszerekkel nem határozhatók meg, ezért új módszer kidolgozása vált szükségessé.

6. A széndioxidos víz-olaj rendszerű relatíváteresz-

tőképesség-görbesereg megszerkesztésének általunk javasolt módszere a következő:

— Felvesszük a víz-olaj rendszerű görbéket és meghatározzuk azok analitikus alakját  $S_w$ -függvényében  $S_{om}$  és  $S_{wi}$  paraméterekkel.

— Azonos viszonyok mellett végzett széndioxidos kiszorítási modellkísérletek alapján meghatározzuk az  $S_{om} = f(R_{sw})$  függvényt és az analitikus alak segítségével kiszámíthatjuk a különböző  $R_{sw}$ -hez tartozó relatíváteresztőképesség-értékeket.

7. Az  $S_w$  és  $R_{sw}$  függvényeként meghatározott széndioxidos-vizes relatív áteresztőképesség felhasználható széndioxidos-vizes olajkiszorítás előrejelzésére a széndioxid-koncentráció konvektív diffúziós eloszlásának ismeretében.

### JELÖLÉSEK

$f$	frakciós áramlás
$k$	abszolút áteresztőképesség
$k_r$	relatív áteresztőképesség
$R_s$	oldottgáz-folyadék viszony
$S$	telítettség egy ponton
$\mu$	viszkozitás
$\rho$	sűrűség.

### INDEXEK

$g$	gáz,
$i$	kezdeti, eredeti
$o$	olaj
$w$	víz vagy nedvesítő fázis
2	kiáramlási oldal vagy termelt.

### IRODALOM

- [1] Bálint V.—Szittár A.: Relatív áteresztőképesség-görbék felvétele víz-olaj és tapadóvíz-olaj-gáz rendszerben. OGIL Műszaki Tud. Közleményei, 1968.
- [2] Johnson, E. F.—Bossler, D. P.—Naumann, V. O.: Calculation of relative permeability from displacement experiments. Trans. AIME Vol. 216. 1959. p. 370—376.
- [3] Welge, H. J.: Simplified method for computing oil recoveries by gas or water drive. Trans. AIME Vol. 195, 1952. p. 91—98.
- [4] Bálint—Tiszai—Pach: Széndioxidos olajkiszorítás hatásmechanizmusának vizsgálata. OGIL témajelentés, 1969.

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Próbaüzem a Szegedi Földgázüzemben

1970 december végén megkezdtek a Szegedi Gázüzem 1 millió gnm<sup>3</sup>/nap kapacitású, mélyhűtéses olajkísérőgáz-előkészítő egységének próbaüzemét.

A területi olajgyűjtő tankállomásokról érkező olajkísérő gáz harmatpontja a mélyhűtéses gázelőkészítő technológián átvezetve 0,09 g/nm<sup>3</sup>-re csökken. Az előkészített gáz egy része 16 att-on a Szeged—Szank gázszállító vezeték, a másik része 50 att-on (a Szeged—Budapest távvezeték megépítése után 64 att-on) az algyő—kardoskúti távvezeték révén jut el a fogyasztókhoz.

A próbaüzem alatt két fontos üzemzavarforrást kellett megszüntetni:

- szigetelni kellett a föld feletti gázvezetéseket, mert a felszíni vezetékszakaszok a téli üzemviszonyok mellett elhírdítósdokt;

— a hűtőkör szivattyúmotorjainak konstrukciós hibából eredő túlmelegedését meg kellett szüntetni.

A gázelőkészítő egység próbaüzemével párhuzamosan a nyomásfokozó Clark kompresszorok próbajáratása is folyik. E kompresszorok segítségével jut a szeged—algyői földgáz az országos távvezetékbe.

A stabilizáló egység beindítására előreláthatóan ez év áprilisában, a pb-tároló és -töltő építésének befejezése után kerül sor.

A próbaüzem folyamán felszínre kerülő hibák gyors kijávitását üzemünk valamennyi dolgozója kötelességének érzi, és arra törekszik, hogy a munkálatok sikeresen mielőbb befejeződjenek.

Szeged—Algyő, 1971. március hó

Szalai József  
okl. vegyipari gépészmérnök  
(NKFV Szegedi Üzeme)

# A szeged—algyői bázistelepek vízelárasztásos művelésének gazdaságossági vizsgálata

KRISTÓF MIKLÓS

*A szénhidrogénkészletek kitermeléséhez szükséges ráfordítások nagysága és szerkezete népgazdasági, illetve vállalati szinten nem azonos; ugyanígy különbözőképpen jelentkeznek a kitermelt szénhidrogének értéke is.*

*Emiatt lényegesen eltérő a kitermelési folyamat gazdaságossága a termelő vállalat, illetve a népgazdaság vonatkozásában. A szerző több mutatóval jellemzi a szeged—algyői bázistelepek vízelárasztásos művelésének gazdaságosságát és kimutatja, hogy a vízelárasztás alkalmazása a termelő vállalat számára csak minimális nyereséget eredményez.*

## Bevezetés

A szeged—algyői szénhidrogéntelepek generál művelési tervének készítésekor — 1968-ban — igen fontos feladatot jelentett, hogy ezekre a telepekre kiválasszuk a leggazdaságosabb művelési rendszert. A választás a kétoldali vízbesajtolásra esett.

A generál művelési terv készítésekor természetesen nem volt lehetőség arra, hogy az egyes művelési változatok gazdaságosságát részletesen megvizsgáljuk, de erre nem is volt szükség. A megvizsgált változatok ugyanis alapvetően két csoportba tartoznak: a természetes rétegenergiák felhasználásával, illetve a vízbesajtolással történő leművelés csoportjába. Közeli becslés alapján is nyilvánvaló volt a vízbesajtolás alkalmazásának nagy gazdasági fölénye.

A részletesebb tervek kidolgozása, a várható költségek pontosabb megismerése után azonban a szakemberekben olyan gyanú támadt, hogy a vízbesajtolásos művelés gazdasági fölénye csak népgazdasági szinten nyilvánvaló, vállalati szinten már kevésbé. Ezért az alábbiakban röviden áttekintjük, hogy a vízbesajtolásos művelés alkalmazása valójában milyen gazdasági eredményt hoz népgazdasági és vállalati szinten.

## *A természetes energiával és vízbesajtolással történő művelés jellemző műszaki adatai*

Ha a leművelést természetes rétegenergiák határára végezzük, 1970—72 között évenként 1 millió t olajat tudunk a telepekből kitermelni, utána a termelési szint csökken. A termelés 1979-ben fejeződik be. A műveléshez 170 termelő kút szükséges.

Ha a vízbesajtolásos művelést választjuk, akkor 1976-ig tudunk évi 1 millió t vagy ennél nagyobb

termelési szintet megvalósítani. A termelés 1976-tól csökken, és 1990-ben fejeződik be. A vízbesajtolásos műveléssel 3,9 millió t olajtermelési többlet érhető el. A műveléshez itt is 170 termelő kút kell, ezenkívül 240 vízbesajtoló kút, amelyekbe összesen 58 millió m<sup>3</sup> vizet kell besajtolni.

## *A népgazdasági és a vállalati szintű gazdaságosság különbözősége*

A vízelárasztásos művelés gazdaságosságáról konkrét képet akkor kapunk, ha a természetes energiával történő műveléshez viszonyított többletráfordításokat szembeállítjuk az eredménytöbblettel, a várható olajtermelési többlet értékével. Népgazdasági és vállalati szinten a gazdaságosság azért nem azonos, mert más az olaj értéke és nem azonosak a költségek sem.

Népgazdasági szinten a kőolaj értéke — az import kőolaj árából — kereken 1000 Ft/t-ban határozható meg. A kőolaj termelői ára azonban ennél kisebb és ebből még meghatározott összegű termelési adót kell fizetni, valamint fedezni kell a feldolgozóhoz történő szállítás költségét. Ez a két tétel árcsökkentő tényezőként jelentkezik; a levonásuk után maradó tényleges termelői ár kereken 600 Ft/t.

Ha viszont a felmerülő költségeket vizsgáljuk, azt kell megállapítanunk, hogy azok vállalati szinten lényegesen nagyobbak, mint népgazdasági szinten. Ennek oka, hogy a megtermelt tiszta jövedelem jelentős része különböző csatornákon elvonásra kerül, amely elvonások vállalati szinten költségként jelentkeznek. Mivel az elvonások nagyrészt a lekötött eszközökhöz kapcsolódnak és a kőolajtermelés erősen eszközigényes tevékenység, az elvonások jelentős hatást gyakorolnak a vállalati eredményre. Esetünkben a vállalati szinten felmerülő költségek 65%-kal meghaladják a népgazdasági szintű, tényleges költséget annak ellenére, hogy a kutak lemélyítése és részben a besajtoló rendszer építése költségvetési juttatásból történik.

A népgazdasági és vállalati szinten felmerülő költség-tételeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

## *Többletráfordítások népgazdasági szinten*

A táblázat felső részén szerepelnek azok a költség-tételek, amelyek népgazdasági és vállalati szinten azonosak.

A munkabért a vízbesajtoló rendszer működtetéséhez szükséges létszám és az átlagbér szorzata alapján számítottuk. Mindkét tételt becsültük. Jellemző a

\* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya Ipargazdasági Szakcsoportja által „A szegedi kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése” c., 1970. szeptember 24—25-én Szegeden tartott konferencián elhangzott előadás. (A szerkesztő.)

## A vízbesajtolás művelés többletráfordításai

Népgazdasági szinten		Vállalati szinten	
Üzemeltetési költségek	Munkabér	Munkabér	} Termelési költségek
	Fenntartási költség	Fenntartási költség	
	Energia	Energia	
Beruházási költségek	Emulzióbontás	Emulzióbontás	} Termelési költségek
	Besajtoló kutak lefúrása, kiképzése	Kutatásialap-befizetés Eszközlektési járulék a besajtoló kutakra	
	Besajtoló rendszer megépítése	Amortizáció Eszközlektési járulék a besajtoló rendszerre	
		Nyereségadó	} Fejlesztési alaptól
		Beruházás 20%-a	
		Hiteltörlesztés Hitelkamat	

kőolajtermelés eszközigenységére, hogy a munkabér az összes költség 4%-át teszi ki.

A fenntartási költség egyharmadát a vízbesajtoló rendszer, kétharmadát pedig a vízbesajtoló kutak karbantartása, javítása teszi ki. Nagyságát — mely az összes költség 17%-át teszi ki — becsléssel határoztuk meg.

A költségek további 18%-át az energiaköltségek adják, amit a műszaki paraméterek és a villamos energia egységárának ismeretében számítottunk.

Ugyancsak számítással határoztuk meg az emulzióbontás költségét a vízelárasztásos művelésnél várható nagyobb folyadéktermelésre. Ez a tétel a teljes költség 1%-át teszi ki.

Az üzemeltetési költségek együttesen az összes ráfordítás 40%-ára rúgnak, a további 60% a beruházási jellegű költségekre esik.

A vízbesajtoló rendszer megépítésének költsége az elkészített terv alapján ismert, ez a teljes költség 15%-a, míg a legnagyobb tételt — az összes költség 45%-át — a besajtoló kutak lefúrása és kiképzése adja.

## Többletráfordítások vállalati szinten

Vállalati vonatkozásban más a ráfordítások szerkezete, mint népgazdasági síkon. A költségek nagy része termelési költségként kerül elszámolásra, ezenkívül a bruttó nyereség után nyereségadót kell fizetni, a beruházásokkal kapcsolatos költségek pedig a fejlesztési alapot terhelik.

Az üzemeltetési költségek annyiban különböznek az előző pontban tárgyaltaktól, hogy a besajtolásra kerülő termálvízért vízdíjat kell fizetni, ennek összege a művelés teljes időszakában meghaladja a 100 millió Ft-ot.

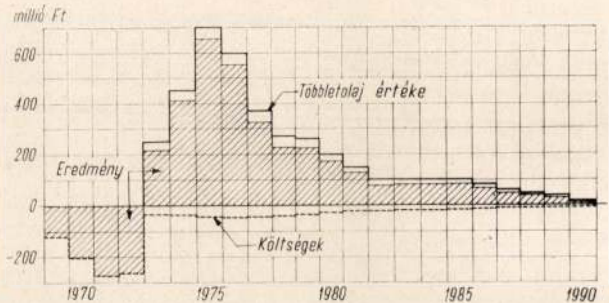
A lekötött eszközök működtetésével kapcsolatosan több, mint 1,1 milliárd Ft költség merül fel, amelynek kétharmadát a besajtoló kutak és a besajtoló rendszer után fizetendő eszközlektési járulék teszi ki, egyharmada pedig amortizációs jellegű. A besajtoló rendszer értékének 8%-át számoljuk el évente amortizációként; ennek 40%-a elvonásra kerül. A kutak fúrása költség-

vetési juttatásból történik, így az értékcsökkenési leírás is az államot illeti. Az érvényes előírások szerint ezt mint kutatásialap-befizetést a kitermeléssel arányosan számoljuk el.

A létesítmények megvalósításával összefüggő költségeket a vállalatfejlesztési alaptól kell fedezni. Ezek a tételek a beruházási költség egy részéből, valamint a folyósított hitel kamatos visszafizetéséből adódnak és együttesen 162 millió Ft-ot tesznek ki. (A szege—algyői beruházásoknak kb. 40%-át az állami költségvetésből, 40%-át bankhitelből, 20%-át pedig a vállalatfejlesztési alaptól finanszírozzuk.)

## A művelet gazdaságossága népgazdasági szinten

Miután meghatároztuk az egyes költségtertelek időbeli alakulását a leművelés időtartama alatt, ezek összeadásával megkapjuk a teljes ráfordítás idősorát. A leművelési tervek alapján ismerjük az olajtermelési többlet időbeli jelentkezését is. Ezeket az adatokat — valamint különbségüket, a vállalkozás eredményét — mutatjuk be az 1. ábrán.



1. ábra  
Költségek, bevétel és eredmény népgazdasági szinten

Az ábrából leolvasható, hogy a felmerült költségek a többletolaj értékének csak kis részét teszik ki.

Ha figyelembe vesszük a bevételek és kiadások időbeli jelentkezését, tehát diszkontált értékeket számítottunk, a kép nem ennyire kedvező. Ennek oka, hogy a kiadások zöme 1973 előtt, míg a bevételek csak 1973 után jelentkeznek. A diszkontált kiadások a többletolaj értékének 60%-át teszik ki, vagyis a vízbesajtolásos művelés megvalósítása a népgazdaság számára olyan „üzlet”, amelynek során értékének 60%-áért „vásárol” majdnem 4 millió t. kőolajat.

## A művelet gazdaságossága vállalati szinten

Hogy a gazdaságosságot meg tudjuk állapítani, most is ki kell számítanunk a teljes ráfordítás idősorát. Ez a számítás némileg bonyolultabb, mint az előbbi esetben. Menetét az alábbiakban ismertetjük.

1. Az olajtermelési többlet és a tényleges termelői ár ismeretében számítjuk az árbevételt, majd a termelési költségeket is összegezzük. Ezek különbsége adja a bruttó eredményt:

$$E_{br} = \text{árbevétel} - \text{termelési költségek}$$



2. A bruttó eredmény részben a fejlesztési, részben a részesedési alapba kerül, a két részt eltérő kulccsal adóztatják. Esetünkben az  $R$  rész minimális, így a számítás egyszerűsítése végett feltételezzük, hogy az egész nyereség után az  $F$  részt terhelő 60%-os adókulcsot alkalmazzuk. Így a nettó eredmény:

$$E_n = 0,4 E_{br}.$$

3. Az adózott nyereségen kívül a fejlesztési alapba kerül az elszámolt értékcsökkenési leírás 60%-a, így a fejlesztési alap növekménye:

$$F_{növ} = E_n + \text{az amortizáció } 60\%-a.$$

4. A fejlesztési alap csökkenése viszont:

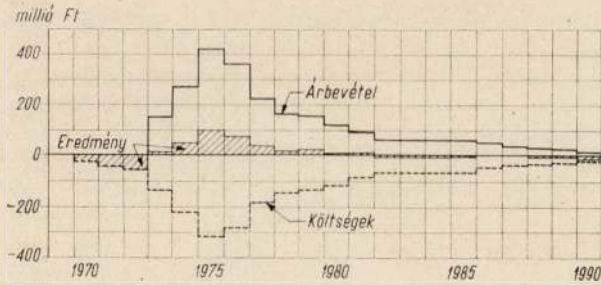
$$F_{csökk} = \text{beruházás } 20\%-a + \text{hiteltörlesztés} + \text{kamat}.$$

5. A tényleges eredményt a fejlesztési alap változása adja:

$$E_t = F_{növ} - F_{csökk}.$$

Ha a tényleges költségeket akarjuk megkapni, akkor az árbevétel és a tényleges eredmény különbségét kell képezni. Azokban az években, amikor a bruttó eredmény negatív, a tényleges költség kisebb a termelési költségeknél. Ilyenkor ugyanis automatikusan „negatív adózás” következik be: a veszteség csökkenti az egyéb tevékenységeknél keletkezett bruttó vállalati nyereséget, tehát a nyereségadó nagyságát is.

Az árbevétel, a tényleges költség és a tényleges eredmény időbeli alakulását mutatjuk be a 2. ábrán.



2. ábra

Költségek, bevétel és eredmény vállalati szinten

## Népgazdasági és vállalati szintű gazdaságosság összehasonlítása

A gazdaságosságot jellemző bevétel-költség-nyereség mutatókat a 2. táblázatban foglaltuk össze. A könynyebb áttekintés érdekében a mutatókat a többlettermelés 1 tonnájára is kiszámítottuk.

2. táblázat

### Összefoglaló gazdaságossági mutatók

	Népgazdasági szinten		Vállalati szinten	
	kamat nélkül	12%-os kamattal	kamat nélkül	12%-os kamattal
A teljes tevékenységre (millió Ft)				
Érték vagy árbevétel	3900	1415	2340	850
Költség	1314	842	2177	812
Nyereség	2586	573	163	38
I t többletolajra (Ft/t)				
Érték vagy árbevétel	1000	1000	600	600
Költség	338	595	558	573
Nyereség	662	405	42	27

A diszkontált értékeket figyelembe véve minden t többletolaj után a népgazdaság 405 Ft nyereséget realizál, ami az olaj értékének 40,5%-a. Ebből a nyereségből a vállalatnál 27 Ft marad, ami az árbevétel 4,5%-a, a teljes nyereségnek pedig 6,7%-a. Megállapíthatjuk tehát, hogy a nyereségelvonás mértéke túlzott.

Azt is könnyen beláthatjuk, hogy a vízbesajtolásos művelés megvalósítása — a minimális nyereség miatt — a vállalat számára gazdaságilag nagyon kockázatos. Ha a tényleges olajkihozatali tényező 1%-kal kisebb lesz a művelési tervben számítottánál, vállalati szinten nem lesz nyereség; ennél nagyobb eltérés esetén pedig veszteséggel számolhatunk.

Külön figyelmet érdemel a termelés utolsó szakasza 1982—1990 között, amely időszakban 650 ezer t olajat termelünk. Ennek népgazdasági értéke 650 millió Ft, amelyből 530 millió Ft nyereség. A nagy eszközterhek miatt ugyanakkor vállalati szinten a termelés már ráfizetéses. Ebben az időszakban a népgazdaság és a vállalat érdeke ellentétes: a vállalat abban érdekelt, hogy a termelést beszüntesse. Ennek az ellentétnek a feloldása a vállalat és a népgazdaság számára egyaránt nagyon fontos.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Szovjet geológusok kőolajtelepeket fedeztek fel Ceylon partjainál

Ceylon északi partvonala mentén egy három tagból álló szovjet geológus kutatócsoportnak alig egy hónapig tartó kutatási tevékenység során a Mannar-tól Jaffna-ig terjedő partmenti szakszon — mind a szárazföldi, mind pedig a partközeli részen — kőolajtelepeket sikerült felfedezni. Ez a felfedezés megerősíti egy francia kutatócsoportnak két évvel ezelőtt tett hasonló megállapításait.

International Oil News, 1971. márc. 29.

### Új kőolaj-előfordulás a Litván SZSZK-ban

Az Izvestija legújabb közlése alapján a Litván SZSZK területén, Laduskin közelében az egyik kutatófúrás 2500 m mélységben szénhidrogéneket tárt fel. A jelentős hozamú kút földgázzal együtt felszálló olajat termel. Néhány évvel ezelőtt már találtak ezen a területen (a Kaliningrad melletti Krasznoborszk határában) jó minőségű kőolajat, de ez ideig a Baltikumban ez az első felszállással termelő kút.

Erdöl-Dienst, 1971. márc. 25.

K. A.

# Kőolaj- és gázipari üzemek szerkezetianyag-megválasztási kérdései a biztonság szemszögéből

GOND FERENC

*A szerző bemutatja a kőolajfeldolgozó- és gázipar három alapvetően jellegzetes üzemágának, a finomítói, gázelőkészítő és távvezetési üzemek anyagigényeit, valamint az anyagok megválasztásával és feldolgozásával kapcsolatos, a biztonság szempontjából alapvető követelményeket.*

A kőolaj- és gázipari üzemek építési feladatai gyakorlatilag a gyártástechnológia minden ágát érintik.

Ha arra gondolunk, hogy a finomítói és gázfeldolgozó üzemek üzemi hőmérséklete  $-200$  és  $600\text{ C}^\circ$  között változik, korróziós kérdéseik tekintetében a felületi, mérhető korrózió túlmenően a szövetszerkezetben végbemenő láthatatlan változások az inkább jellemzők, és mindezt tetézi az a körülmény, hogy a berendezésekben sokszor nagy nyomás alatt tűz- és robbanásveszélyes szénhidrogének, cseppfolyós gázok vannak jelen, úgy kézenfekvő, hogy a legkisebb hiba vagy csak tömítetlenség is beláthatatlan következményekkel járhat. Különleges kérdések merülnek fel egész országot átszelő gáznemű vagy cseppfolyósított, vagy pedig folyadék formájában szénhidrogéneket szállító távvezeték építése, üzemeltetése folyamán, mivel ezeknek mostoha építési és üzemeltetési körülményei mellett — már méreteiknél fogva is — a nyomás alatti edények biztonsági követelményeit kell kielégíteniük.

A technológiai folyamatok, a tárolás, valamint a szállítás zárt rendszerekben általában nagy nyomáson, nagy hőközléssel vagy felmelegedéssel, illetve hőelvonással vagy lehűléssel történnek. A berendezések gyakorlatilag nyomástartó edények; a velük szemben támasztott követelmények — éppen a tűz- és robbanásveszélyes közegek miatt — maximálisak.

Egyazon létesítményen belül az egyes készülékek technológiai méretezése, egy-egy eljárásnak megfelelő meghatározása, kémiai, termodinamikai, áramlástan és még sok egyéb szempont számbavétele után, bizonyos meghatározott paramétereket, térfogatokat, egyéb adatokat és sorrendet eredményez.

A gépésztervezőre hárul ezután az a feladat, hogy a rendelkezésére bocsátott adatok alapján, egyéb körülmények mérlegelésével a műszakilag és gazdaságilag legjobb megoldást, anyagkiválasztást találja meg. Csak olyan műszaki követelményeket kell érvényesítenie, amelyek szükségességéről az adott esetben meg van győződve. A meggyőződés módja mindenekelőtt a méretezés. Az ebből adódó eredményeket azonban a számításaiban figyelembe vehető anyagok tulajdonságaira, a mechanikai, hő- és korróziós viszonyok változására vonatkozó adathalmaz gyakorlati kritikai értékelése befolyásolja, illetve teszi reálisá.

Vajon éppen ennek a realitásnak vannak-e szélső esetei vagy értékei? Másképp fogalmazva: milyen

megoldás tekinthető reálisnak, melyek azok a szempontok, amelyek a felmerülő változatoknak realitást adnak. A felelet nagy általánosságban könnyűnek látszik, mivel reális az a gazdaságos megoldás, amely megfelelően biztonságos is. A gyakorlati megoldás kérdése azonban számos olyan problémát vet fel, amelyek tekintetében jelenlegi anyagismereteink a biztonság javára kompromisszumra kényszerítenek.

A továbbiakban célszerű megvizsgálni és elemezni néhány jellemző — a technológus és a tervező részére visszatérő, a biztonságot érintő — kérdést, amely általános anyagmegválasztási probléma a finomítói, a gázfeldolgozó és -előkészítő, valamint távvezetési üzem tervezése és üzemeltetése folyamán.

## *Finomítóüzem*

Az anyag kiválasztásának leglényegesebb szempontja a hőmérséklet, mivel ez a szilárdságot és a korrózió mértékét egyaránt befolyásolja.

A természetes törekvés az, hogy ahol lehet, szénacélt alkalmazzanak. A használatnak határt szab a hőmérséklet.  $400\text{ C}^\circ$  a revehatár, amelynek elérése nem kívánatos, ezen belül az erősen csökkenő szilárdság  $350\text{ C}^\circ$ -ig indokolja a szénacél használatát. Pusztán hő-igénybevételi helyeken a méretezés kérdése a tervezett élettartamra — ez vonatkozik egyébként melegszilárdsággal rendelkező ötvöztött acélokra is —, az acélok melegszilárdsági csökkenése kúszási (creep) és időszilárdsági adatainak birtokában — és ezek rendelkezésére állnak — nem vet fel különösebb kérdést a biztonság szempontjából. A finomítóüzem csöveiben, berendezéseiben nyomás alatt keringő tűz- és robbanásveszélyes, magas hőmérsékletű szénhidrogének mindenképpen indokolttá teszik a nyugtatott acélok használatát, és ez ma már biztonsági követelmény. Egyébként az előírászerűen nyugtatott és ilyen rendelkezésre szoba jövő acélok választéka megfelelő minőségű és öregedésre, ridegedésre kevésbé hajlamos. Az ilyen minőségű acél a szabadban való telepítésből adódó hideg-igénybevételt (kb.  $-20\text{ C}^\circ$ ) is képes elviselni, ha összetétele előírásos és állapota, illetve szövete megfelelő; ez egyébként általános követelmény.

$350\text{ C}^\circ$ -ot meghaladó hőigénybevétel vagy nyomás alatti hidrogén jelenléte ötvöztött acél használatát kívánja.

A fokozott hőigénybevételnek kitett szerkezeti acél kúszásra, élettartamra való méretezéséhez szükséges, hogy a megengedhető igénybevétel tekintetében megbízható adatok álljanak rendelkezésre.

A biztonság szempontjából veszélyesebb a prob-

léma, ha a hőigénybevétel mellett olyan szerkezeti változásokkal is számolni kell, mint a hidrogén hatása, amely gyakorlatilag láthatatlan.

Az atomos hidrogén már egy atmoszféra parciális nyomáson is átdiffundál az acélon. Magasabb hőmérsékleten a vaskarbidot oldja és a szénnel metánt alkot. A nagyobb molekulájú metán a szövetszerkezetben megreked, anyaghibás helyeken és mikroüregekben felgyülemlik, az acélban feszültségeket és kristályközi repedéseket idéz elő, így az acél elridegedik. Ilyen körülmények létrejötte krómmal és molibdénnel ötvözött acélok alkalmazásával kerülhető el, mert a króm stabilabb karbidjai megfelelő ellenállást tudnak kifejteni a hidrogén oldó hatásával szemben.

Az atomos hidrogén keletkezésének körülményei teljesen még nem tisztázottak. Keletkezhet a felületen kémiai reakció eredményeként, a folyamatban jelenlevő hidrogénből termikus disszociáció útján vagy katalitikus vegyi disszociációval is. Vonatkozik ez kénhidrogének jelenléte esetére is: a kénhidrogénből atomos hidrogén keletkezhet, amikor is a kénhidrogén felületi korróziós rombolása mellett a keletkező hidrogén előbbiekben vázolt hatásával is számolni kell.

A kőolaj-finomítás általában tipikusan középnymomású hidrogénező üzemekkel dolgozik. Az üzemi hőmérséklet és a hidrogén jelenléte miatt ilyen üzemek építésére az 50-es években — ha a nagy mennyiségű és magas hőmérsékletű kénhidrogén jelenléte miatt nem kellett CrNi-ötvöztetésű austenites acélokat alkalmazni —, 5–6% Cr- és 0,5% Mo-acélokat használtak. Az 50-es évek folyamán állapították meg, hogy az addig főleg nagy teljesítményű gőzkazánok építési acélya 1–2,2% Cr- és 0,5–1% Mo-tartalommal kielégítő védelmet nyújt a H<sub>2</sub> hatása ellen, sőt elszéntelenedésre kevésbé hajlamos, végeredményben élettartamuk nagyobb, és ami a döntő: feldolgozásuk, hegesztésük könnyebb, biztonságosabb.

Itt van ez esetben a továbbiakban is visszatérő és a biztonság szempontjából döntő motívum: olyan megfelelő anyag választása, amely a feldolgozás — és itt általában a hegesztés dominál — szempontjából a legkisebb problémát jelenti. Végeredményben minden gyártási probléma megoldható, a kérdés azonban az, hogy arányban áll-e az anyag- és munkaráfordítás az élettartam-hosszabbítással, illetve nyújt-e többletbiztonságot. Vajon nem vész-e el a jobbnak tűnő drágább anyag várható élettartam-növekedésének egy része a sokszor megfelelő eszközök és lehetőségek híján kompromisszumokkal folyó kivitelezési munkánál? Vonatkozik ez megfordítva is olyan esetre, amikor könnyebben — nagyobb biztonsággal — feldolgozható drágább anyag kell a megoldáshoz.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a biztonság szempontjából nézve az anyagmegválasztás kérdését, a hibák és ezzel a veszély lehetősége főleg ott van, ahol a legtöbb szubjektív befolyásoló tényező érvényesülhet. Ez pedig a kivitelezés. Objektív tényezőnek kell tekinteni azt a körülményt, hogy az acél a gyártóműben a folyamatos gyártás közben rutinszerűen végzett műveletek, ellenőrzések folyamán jut el a végső ellenőrzésig. Sokszor kerül szóba a műbizonylatok tartalma és a valóság közötti eltérés.

Eltelintve attól, hogy a művi ellenőrzés és a vizsgálat adatait tartalmazó „művi bizonylatot” a felhasználó objektív tényként kezeli, az objektivitás fogalma

gyakran vitás. Fentiek alátámasztására az ismeretes és konkrét példák felsorolása túl sok helyet foglalna el. Ennek ellenére az itt tapasztalható hiányosságok nem tekinthetők jellemzőnek és az objektivitást kizáró oknak. A tapasztalható anomáliák megszüntetése az alapanyaggyártó ipar önkritikáján múlik.

Ami az objektívnek vehető anyaggyártás után a feldolgozás folyamán következik és főleg ami csak a szabadban, az uralkodó éghajlati és időjárásviszonyoktól befolyásolva történik, sokkal nagyobb nehézséget, bizonytalanságot, ellenőrzési pontatlanságot okoz és számos szubjektív tényező befolyásának elkerülhetetlenségét jelenti.

Ezek után le lehet vonni azt az általános végkövetkeztetést, hogy a finomítói üzem általános anyagkiválasztási kérdéseiben a biztonságot — azon túlmenően, hogy az anyag szerkezeti változást a számítható természetes öregedésen túl nem szenvedhet — az acél biztonságos és lehetőleg kompromisszummentes feldolgozhatósága jelenti.

### Gázlőkészítés és -tárolás

A finomítóüzem pozitív hőmérsékletével szemben anyagmegválasztási kérdésekben itt a negatív hőmérséklet-tartomány veti fel a különleges problémát a biztonság szempontjából.

A nagy nyomáson feltörő meleg gáz kezelési nyomásra való expandáltatása folyamán lehül vagy szűkszerűen lehűtik, miáltal a benne levő — távvezeték szállítás vagy tárolás szempontjából — nemkívánatos kondenzálható alkotók folyadék formájában kiválhatnak.

A technológiai művelet nyomástartó, hidegen üzemelő készülékekben, berendezésekben megy végbe. A készülékek egy része a gáz expanziója következtében hűl le, egy részüket hűtik, ismét mások — de ezek is nyomás alatt —, felveszik a téli környezet hőmérsékletét. Utóbbi következik be a gáznemű vagy cseppfolyósított szénhidrogének nyomás alatti tárolótartályainál is.

Ismert tény, hogy a hőmérséklet csökkenésével az ötvözetlen acél szakítószilárdsága, folyáshatára, keménysége, lüktetőszilárdsága és rugalmassági tényezője növekszik. A nyúlás és a kontrakció értéke, a szívósság csökken, az acél ridegedik. Nyomástartó készülékek szerkezeti anyaga valamilyen feszültségi állapotban van, amely részben a belső nyomásból, saját (gyártási) és egyéb igénybevételek hatására keletkező feszültségekből tevődik össze. A szerkezeti anyag a feszültségkülönbségeket rugalmas, a túligénybevételeket — főleg lokálisan — képlékeny alakváltozási képességével egyenlíti ki. Ha az acél szívóssága, képlékeny alakváltozási képessége valamilyen okból — ez esetben a hideg következtében — csökken, az ilyen túligénybevételnél ridegen eltörhet. Fokozottan érvényesül az igénybevétel, ha jellege lökészerű, ha a szerkezeten feszültségcsúcsokat előidéző keresztmetszet-változások, bemetszések vannak.

A hidegen üzemelő készülékek szerkezeti anyagával szemben támasztott alapvető követelmény gyakorlatilag az, hogy 0 °C alatti alacsony hőmérsékleteken is rendelkezzen alakváltozási képességgel. Az alacsony hőmérsékleten bekövetkező elridegedés ugyanúgy, mint a térbeli feszültségállapotból vagy gyors, ütészzerű

igénybevételből bekövetkező elridegedés, arra utal, hogy az acél szakítószilárdsága és folyáshatára nem tekinthető ilyen esetekben egyértelmű anyagjellemzőnek, és az általános gyakorlat az üzemi hőmérsékletre hűtött próbapálcán végzett ütőmunka eredménye alapján minősíti az acélt alkalmasnak.

A mai és esetenként vitatott gyakorlat — amely a próbapálcá bemszűrésének alakját is kérdésessé teszi —,  $3,5 \text{ mkp/cm}^2$  ütőmunkaértéket kíván az üzemi minimális hőmérsékleten végzett KCV hosszirányú vagy KCU<sub>3</sub> keresztirányú próba eredményeként.

Ezeket a követelményeket — különösen hegesztett konstrukciókban — ötvözetlen szénacélválasztékunk különlegesen nyugtatott, Al-mal dezoxidált, nagy tisztaságú és megfelelő szövétű egyedei —  $50$ , —  $80 \text{ C}^\circ$ -ig képesek teljesíteni falvastagságuktól és feszültségi állapotuktól függően.

Ennél alacsonyabb, —  $196 \text{ C}^\circ$ -ig terjedő hidegtartományban a nikkellel ötvözött acélok következnek a sorban. A nikkeltartalom  $1,5$ — $9,5\%$ -ig való növelése növekvő hideg-igénybevételre teszi képessé az acélt. A szilárdság is nő, de a feldolgozhatóság, a hegeszthetőség problémái is progresszíve nőnek.

Egészen alacsony, —  $200 \text{ C}^\circ$  alatti hőmérsékletek esetén a többalkotós, erősen — főleg CrNi-lel — ötvözött austenites acélok nyújtanak megoldást, viszont számolni kell azok kis folyáshatárával és az ebből adódó nagy falvastagságokkal. Érdeemes megjegyezni, hogy a svéd Avesta cég gyakorlatilag alkalmazható eredményeket ért el a rozsdamentes acélféleségek hideg nyújtása útján növelhető folyáshatár emelése terén. A szerkezeti acéloknál szokásos szakítószilárdság-folyáshatár viszony ezek szerint ma már nagyobb nyomású, igen alacsony hőmérséklettel üzemelő készülékek gazdaságos gyártására is szóba jöhet.

Nem olyan régen a hidegszilárdság — nyugodtan lehet mondani, hogy meglehetősen elhanyagolt kérdése — éles megvilágításba került. Ma viszont egy kissé a másik végletbe estünk, főleg, ami az üzemi viszonyok tárgyilagos mérlegeléséből adódó valódi követelmény megítélését és felvetését illeti.

A hidegszilárdság kérdésében, ami a valódi biztonságot jelenti, a meggyőződés egyedüli módja az egyébként megfelelő szerkezeti anyag következetes ellenőrzése. A méretezés önmagában nem megoldás, mivel a jellemző érték — az ütőmunka értéke — számításainkba nem helyettesíthető be.

Gyakori ellenvetés, hogy a szabvány nem tartalmazza az előírást, illetve a garanciát. De ezt (vagy ezeket) meg lehet kívánni. Természetesen csak olyan anyagtól, amely alapvetően rendelkezik ilyen tulajdonságokkal, tehát, amely megfelelően nyugtatott, dezoxidált, szívós, képlékeny, öregedésre nem hajlamos és az előírt gyártási technológiához alkalmas (alakítható, hegeszthető stb.). Kiegészítésül talán még annyit érdemes megjegyezni, hogy az anyag az előbbiekből említett hőmérséklet-tartományoknak megfelelő alkotókkal is rendelkezzen. A kívánság realizálására jellemző, hogy az MSZ 1741 szabványunk a közelmúltban módosult, és egyes minőségeinek a múltban csak „tulajdonított” paramétereit a szabvány ma már egyértelműen garantálja.

Ismét felvetődik egy új kérdés. A megmunkálás és feldolgozás folyamán az anyag műbizonylattal tanúsított és nyilvánvalóan a tervezésnél figyelembe vett

tulajdonságai változást szenvednek. Vajon mikor és milyen mértékig szükséges ezek visszaállítása a biztonság szempontjából. A hazai szabványok ma még jobb híján — a méretezési formulákba beépített — faktorokkal operálnak. Egyes esetekben az érvényben volt merev előírásokat megszüntetve — amelyek a logikus műszaki megfontolások lehetőségét és a megoldások variálhatóságát kizárták —, szabadabb lehetőséget biztosítottak (MSZ 13 833), de egyelőre éppen a szükséges eszközök korlátozott alkalmassága, mérete és száma a vonatkozó általános követelmények megfogalmazatlansága miatt a liberálisabb felfogás irányába tereli a tervező és kivitelező megfontolásait.

Meg lehet állapítani, hogy az eredeti és a rendeltetésnek megfelelő állapot visszaállítása alapvető követelmény, főleg akkor, ha a korszerűsítésre és gazdaságosságra való törekvés nagyobb szilárdságú szerkezeti anyagok felhasználásának irányába tendál.

### Távvezetéki üzem

A szénhidrogének távvezetéki szállítására alkalmas nagyméretű csővezetékek anyagával szemben támasztott speciális feltételeket amerikai szabványok határozták meg (ASA B31.8, API Standard 5L, API Standard 5LX).

Az európai csővezeték-építés gyakorlatilag ezeknek a szabványoknak és előírásoknak az alapján indult el és részben ma is ezek hatása alatt áll. Az amerikai gyakorlat a fokozott igények kielégítésére alapanyagként félig nyugtatott acélokat alkalmaz. A fejlettebb és jobban felszerelt hegesztési munka maximálisan a  $0,31\%$  C-tartalmat engedi meg, ami európai fogalmak szerint túl nagy és az európai szabványok ezért az előbbi értéket már  $0,24\%$ -ban maximálták. A széntartalom csökkentésével és a mangántartalom korlátozásával csökken a hegesztési érzékenység; az átmeneti zónában a keményedés elfogadható értéken marad.

Európai viszonylatban a távvezetékek építési előírásait — ezen belül a csövek anyagával kapcsolatos követelményeket — a DIN 2470 2. lapja fogalmazza meg legrészletesebben. Figyelmet érdemel az a körülmény, hogy jelenleg általános hegesztési technológiával való felhasználásra az API X52 minőségnek megfelelő DIN 17 172 szerinti, Al-mal csillapított finomszemcsés acél szilárdságáig korlátozza a csőszilárdságot. Érthető ez azért, mivel ennél nagyobb szilárdságú acélok a tapasztalat szerint már olyan technikai felkészültséget, gyakorlatot és egyéb követelményeket támasztanak, amelyeket minden megmondás nélkül teljesíteni nem lehet.

A távvezeték-építésre alkalmas acélok köre aránylag kicsi. Az építési terepen elkerülhetetlen hegesztési munka és a biztonság szempontjából itt támasztott követelmények mindenképp az acél jó hegeszthetőségét követelik meg. Az előbb említett anyagszabványt, az abban szereplő acélminőségekkel szembeni követelmények körét szigorították, illetve bővítették. Példa erre a  $0 \text{ C}^\circ$ -on végzett ütőmunkaérték előírása. Az említett szabvány előírja, hogy a távvezetéki csőgyártásra alkalmasnak minősített DIN 17 172 acélminőségektől eltérő anyag felhasználását csak szakértői vélemény alapján szabad megengedni.

A szakértői véleménynek igazolnia kell az anyag beépítési helyén, a terepen való biztos hegesztésre alkalmas voltát.

Az a körülmény, hogy a DIN 2470 a múltban alkalmazott DIN 1626 és a DIN 1629 szerinti acélok használatát csak ilyen szakértői vélemény esetén engedélyezi, és a DIN 17 172 szerinti St 53.7 acél — amely egyébként egyenértékű az X52-vel, — alkalmazását szilárdságának maximumáig korlátozza, korántsem zárja ki az újabban kifejlesztett, ennél nagyobb szilárdságú és már alkalmazott acélok használatát nagyméretű távvezetékek építéséhez.

Figyelmet érdemel az a tény, hogy a körzeti biztonsági fokozatok — amelyek a veszélyeztetettség függvényében a méretezéshez alkalmazandó biztonsági tényezőket határozzák meg —, a maximum 2,5-szeres biztonsági tényezőt maximum 1,87-ra szállították le, miután bebizonyosodott, hogy a falvastagság növelése egyéb, főleg a kivitelezéskor a felmerülő tényezők liberálisabb elbírálásával a valódi biztonságot nem növeli, s ezért értelmetlen.

A távvezeték biztonsága tehát elsősorban az alapanyag varrat nélküli vagy hegesztett kivitelű cső gyártására való alkalmasságán, a gyártás egyenletes minőségén, még inkább azonban a munkahelyen való biztonságos hegeszthetőségén múlik.

A távvezeték építésénél ezek objektív tényezők.

Ahol a szubjektív hatás dominálhat, az a kivitelező vállalat, annak szakemberei, eszközei és nem utolsósorban az az eljárás, amellyel a munkát végzik.

Az említett szabvány a követelményeket tételesen

fogalmazza meg; ezek közül a biztonság szempontjából döntő, hogy

- a kivitelező vállalat rendelkezze jogosítvánnyal a távvezeték építésére;
- rendelkezze a távvezeték építésére és a hegesztési munkák elvégzésére megfelelően képzett szakemberekkel;
- az alkalmazott hegesztési technológia és berendezés legyen alkalmas a felhasználni kívánt cső hegesztéséhez; a technológia részletesen kidolgozott és jóváhagyott legyen.

A növekvő távvezeték-átmérekkel fokozottan nőnek a követelmények a csövek minőségével szemben. Az alkalmazott nagy szilárdságú acélok feldolgozásra — hegesztésre — érzékenyebbek lehetnek, ezért a hegesztéstechnika és az ellenőrzés a problémák egész sorát veti fel. Nem látszik túlzottnak az a megállapítás, hogy e szubjektív tényezőként minősülő építési munka egyes folyamatainak részletes meghatározása, pontos előírása nem hiánytalan.

A cikk írását megelőzően felvetődött az a gondolat, vajon nem lenne-e célszerű egy olyan jegyzék közreadása, amely a ma használatos anyagokat mutatja be. Az általános gyakorlat szerint alkalmazott szűkebb anyagválaszték azonban általában közismert, számos ismertetés, illetve szabvány áll rendelkezésre.

Lényegesebbnek látszott néhány gondolatnak a felvetése, amelyek a biztonság komplex kérdésében — a szabvány szerint gyártott anyag vagy félkésztermék „objektív” ténye mellett —, a feldolgozás, a kivitelezés folyamán elkerülhetetlen szubjektív tényezők esetenkénti, s a biztonság szempontjából reális értékelésére irányítják a figyelmet.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### A CAMERON cég filmvetítéssel egybekötött gyártmányismertetése

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya Budapesti Csoportjának rendezésében az MTESZ nagy előadótermében a CAMERON Iron Works GmbH cég (NSZK—Celle) cég képviselői 1971. március 3-án színesfilm-vetítéssel egybekötött gyártmányismertetést tartottak, amelyet a nagy számban megjelent szakemberek élénk figyelemmel kísértek. A kőolaj-bányászati vállalatok kitérésvédelmi csoportjai csaknem teljes létszámban megjelentek; ezen túlmenően számos iparágon kívüli érdeklődőt is üdvözölhattünk.

A hazánkban immár közismert előadók *Hannes Grasher*, *Carl-Heinz Rick* és *Peer Tiemer* urak voltak.

A vetített filmek témái:

1. A kovácsolás története a CAMERON cég múltjában és jelenében.
2. A gombcsapok gyártása és felhasználása.
3. Egy saharai gázkitörés megfékezése.
4. Egy kuwaiti kutatófúrásnál bekövetkezett vad kitérés felszámolása.
5. Az „U” típusú kitérés-gátlók gyártása és karbantartása. Különösen a kitérést bemutató filmek voltak tanulságosak és hasznosak, de az „U” típusú kitérés-gátlók karbantartásáról látottak és hallottak is mindenképpen közvetlenül felhasználhatók a napi munkában.

Ezúton szeretnénk kiemelni a tagársak rendkívüli aktivitását.

Sz. Gy.

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### 15. ORSZÁGOS GÁZKONFERENCIA

Győr, 1971. augusztus 25—27.

A város 700 éves fennállásának jubileumi évében az

#### Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület

ez évi gázkonferenciáját a Városi Tanács védnöksége alatt Győrött rendezi meg.

A konferencia témaköre:

#### „A gázipar fejlesztésének távlati kérdései”

A konferenciával egyidőben kiállításra is sor kerül, amelyen hazai és külföldi vállalatok mutatják be a gáziparral kapcsolatos termékeiket.

A résztvevők számára szakmai és kulturális programokat biztosítunk.

A konferencia részvételi díja előreláthatóan 900 Ft; jelentkezési határidő 1971. május 10.

Részletes felvilágosítást ad az

#### Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület Gázkonferencia Szervező Bizottsága

Budapest V., Szabadság tér 17. I. em. 141.  
Tel.: 120-855

# 20 éves a Nagynyomású Kísérleti Intézet

KÁROLYI JÓZSEF

A hazai kőolaj-feldolgozó ipar az elmúlt negyedszázadban — az igények növekedésének és a világszerte tapasztalható tendenciának megfelelően — igen jelentős fejlődésen ment keresztül. Mennyiségileg ez úgy jellemezhető, hogy a feldolgozókapacitás — primer desztillációs teljesítményben számolva — 1944 elején kerekén 1 millió t/év volt. Ez a háborús pusztítás hatására gyakorlatilag megsemmisült vagy legalábbis működésképtelenné vált. Így 1948 tavaszán — az államosítás időszakában — csak mintegy 500 t/év kapacitással lehetett számolni. Ma ez a szám már meghaladja a 6 milliós értéket és a IV. ötéves terv végéig várhatóan 10 millióra, 1980-ban pedig évi 16 millió tonnára fog növekedni. A minőségi előrehaladás talán még nagyobb mértékű, mert a „klasszikus”, desztillációs és finomító technológiák műszaki színvonalának fejlődésén kívül addig nem ismert, másodlagos eljárások is bevezetésre kerültek, a választék új és jobb termékekkel bővült.

Különösen a fejlesztésnek ez az utóbbi, minőségi oldala megvalósíthatatlan lett volna megfelelő hazai kutató-fejlesztő bázis létrehozása nélkül. Ennek szükségességét felismerve került sor 1949-ben a MÁFKI, 1951-ben pedig a Nagynyomású Kísérleti Intézet (NAKI) létesítésére.

A kőolaj-feldolgozó ipar fejlesztésével kapcsolatos technológiai jellegű kutatási problémák két főcsoportra oszthatók.

Az első csoportba a feldolgozóipar szempontjából már klaszszikusnak nevezhető eljárásokkal kapcsolatos kutatási kérdések tartoznak. Ezek az eljárások a következők:

- desztillációk (atmoszferikus, vákuum, redesztilláció),
- paraffinmentesítés,
- paraffingyártás,
- cerezinyártás,
- oldószeres finomítás,
- propános aszfaltmentesítés,
- keverések,
- bitumenfúvatás,
- befejező finomítások.

A feltüntetett eljárásokkal kapcsolatosan a kutatómunkának ki kell terjednie az ismert technológiák jobb megismerésére, kifejlesztésére, a már megvalósított üzemek kapacitásfejlesztésére, technológiai fejlesztésére, a termékek minőségének fejlesztésére, az ezzel kapcsolatos analitikai módszerek megismerésére és kifejlesztésére, valamint alkalmazástechnikai vizsgálatokra, beleértve az adalékolási kérdések tanulmányozását, ill. az adalékgyártás fejlesztését is.

A másik nagy csoport a feldolgozóipari eljárások szempontjából újnak tekinthető, főleg hidrogénező és ezen üzemekhez kapcsolódó eljárásokkal összefüggő kutatási kérdések csoportja. Ezek a technológiák a következők:

- gázzétválasztás,
- benzinreformálás,
- hidrogénező finomítás (benzinre és pirobenzinre, petróleumra, gázolajra, ipari olajra, motorolajokra, tüzelő- és fűtőolajokra, paraffinnyersanyagokra),
- aromás extrahálás,
- izomerizáló eljárások ( $C_5$ — $C_6$ , ill.  $C_8$  szénhidrogén-tartományban),
- dezalkilezés,
- erélyes hidrogénezés (Hydrotreating) vákuumpárlatokra, hidrokrakkolás,
- n-paraffin kinyerése,
- hidrogén-előállítás (folyadék nyersanyagból benzintől fűtőolajig vagy üzem gázból, illetve földgáz nyersanyagból),
- katalizátorminősítés, -kezelés, -módosítás, esetleg -előállítás.

Ezen témák kutatásában az első csoportnál jelzett szempontokon felül vizsgálni kell az eljárások gazdaságosságát — tekintettel

a viszonylag nagy beruházási költségekre — és a számítástechnikai módszerek igénybevehetőségét, illetve kifejlesztését.

A termékfejlesztési kérdések ezen esetben benzintől egészen bitumenig vizsgálandók, ugyancsak ilyen széleskörűen kell kiterjeszteni a fejlesztett termékek alkalmazástechnikai vizsgálatát a legújabb adalékok figyelembevételével.

Szükséges ezenkívül a kutatómunka speciális volta miatt a kísérletek elvégzéséhez szükséges készülékek kifejlesztése és esetleges gyártása is.

A feltüntetett két fő témacsoport magában foglalja a feldolgozóipar teljes technológiai variánsait. A kutatómunkát illetően a megosztás úgy történt, hogy az első csoporttal kapcsolatos vizsgálatokat kezdetben főleg a MÁFKI végezte, mely kísérleti munka az utóbbi időben jelentősen áttolódott a vállalati kutatólaboratóriumok szintjére, miután a MÁFKI — mint főhivatásában petrokémiai kutatóintézet —, a kőolaj-feldolgozási problémákkal csak az OKGT és vállalatai (köztük a NAKI) megbízásai alapján foglalkozik.

A második témacsoport kutatási kérdéseinek a vizsgálata a Nagynyomású Kísérleti Intézetben történik. Ezen kutatómunkák elvégzésénél a NAKI szorosan együttműködik a kőolaj-feldolgozó ipar vállalataival, illetve azoknak kutatórészlegeivel. Ez az együttműködés különösen szoros üzemviteli, szaktanácsadási, beruházási, illetve üzembe helyezési (technológiai és analitikai vonatkozású) kérdésekben, valamint a már beruházott üzem technológiai ellenőrzése, továbbfejlesztése, korróziós vizsgálata, valamint gazdaságossági javítása terén. Az előállított termékek esetében az alkalmazástechnikai együttműködés kerül előtérbe.

A kutatómunkák általános csoportosítása, felosztása többféle felfogás szerint történhet. Az egyik szerint a kutatómunka típusa lehet a csoportosítás irányelve. Ebben az esetben megkülönböztetünk:

- a) alapkutatási tevékenységet, melyet hazánkban főleg a Magyar Tudományos Akadémiához tartozó kutatóintézetek, illetve az egyetemi tanszékek végeznek;
- b) alkalmazott kutatási tevékenységet, melyet az önálló ipari kutatóintézetek, a trösztök keretén belül működő ipari kutatóintézetek, illetve a vállalati kutatóhelyek hajtanak végre;
- c) fejlesztési kutatómunkát, mely jórészt a b) alatt jelzett kutatóhelyeken történik.

A második csoportosítási elv a kutatóhelyek szerinti csoportosítás melyet tulajdonképpen az előbbi csoportosításban is ismertetünk, de az felsorolásszerűen a következőképpen állítható össze:

- a) költségvetésből működő kutatóintézetek, ezek zömmel az MTA kutatóintézetei;
- b) önálló ipari kutatóintézetek;
- c) trösztök alá tartozó kutatóintézetek (NAKI, Fémipari Kutató Intézet);
- d) vállalati kutatócsoportok (OKGT-vonatkozásban a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál működik egy csoport, és most kezdi meg működését a Dunai Kőolajipari Vállalat kutatócsoportja).

Miután 1971-ben a Nagynyomású Kísérleti Intézet fennállásának 20 éves jubileumát ünnepli, a következőkben részletesebben a NAKI-val, annak feladatkörével, valamint a kőolaj-feldolgozó iparba való beilleszkedésével foglalkozunk.

Ha a Nagynyomású Kísérleti Intézet kutatótevékenységét a fentiek tükrében vizsgáljuk, akkor az állapítható meg, hogy az Intézet főhivatásszerűen alkalmazott kutatással foglalkozik, és alapkutatási tevékenységet csak olyan mértékben végez, amennyi elengedhetetlenül szükséges az alkalmazott kutatási munka jó megtervezéséhez, illetve végrehajtásához. Nagy szerepe van az

Intézetnek a fejlesztési kutatásban a vállalati, illetve iparági fejlesztéssel kapcsolatos kutatómunkák terén, ahol technológiai termékfejlesztési, analitikai fejlesztési és biztonságtechnikai kérdésekkel kapcsolatos tevékenységet végez. Jelentős még a kutatómódszerek fejlesztése kapcsán végzett tevékenysége, amely az említett analitikai módszerek vizsgálatán, illetve kialakításán felül a kísérleti eszközök kutatását, tervezését és gyártását, a számítástechnikai kérdések ilyen irányú tanulmányozását igényli.

Az intézet pénzügyi ellátása jelenleg szerződéses formában történik részben az OKGT és vállalatai, részben kívül álló szervezetek (OMFB, NIM, Vegyipari Fejlesztési Egyesülés, vegyipari vállalatok stb.) részéről.

1951. március 6-án az akkori bányá- és energiaügyi miniszter elrendelte, hogy a nagynyomáson lezajló vegyi folyamatok tanulmányozására Nagynyomású Kísérleti Intézet néven kutatóintézetet szervezzenek. A magyar vegyipar, mindenekelőtt az új technológiákkal rohamosan bővülő kőolajipar, már nagy hiányt érezte az ez irányú kutatásnak, melyet biztos, széles körű tapasztalatokkal épített alapokra helyezhettek azzal, hogy szervezését és irányítását igazgatóként *dr. Varga József* akadémikus, műegyetemi tanárra bízták.

*Varga József* neve és tudományos, valamint pedagógiai tevékenysége annyira közismert, hogy azoknak részletes taglalásától eltekinthetünk. Életrajzi adatait a közelmúltban ismertették a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológiai Tanszékének 100 éves fennállása alkalmából megjelent ismertetések. A jelen közlemény személyéről csak annyit emel ki, hogy halála után 15 évvel, az Intézet fennállásának 20 éves ünnepén róla emlékezve, vezetéséért, a munkáinkat mindmáig irányító útmutatósként hálás szívvel, nevével ünnepeljük jubileumunkat.

Az Intézet jelenlegi szervezeti felépítése a feladatkör tekintetében hatályos NIM 572/1967/83. A-5476 sz. alapítási határozat függelékében előírt alábbi teendőknél alapul:

„A kőolaj-feldolgozó ipárral kapcsolatos üzemfejlesztési és technológiai kutatások (az utóbbiba beleértve a szükség szerinti kiegészítő kutatásokat is), a termékkutatások végzése; az iparág termékeivel összefüggő alkalmazástechnikai kutatások és az ehhez kapcsolódó egyéb teendők ellátása; az iparág termelői üzeménél folyó vállalati kutatómunka szakmai támogatása; iparági dokumentációs és szabadalmi feladatok ellátása, illetve részvétel az iparági szabványosítási munkákban, iparági termékek minőségi vizsgálata bizonylatolási jogkörrel; vegyipari és gázipari hidrogénező-dehidrogénező eljárásokkal kapcsolatos kutatások végzése; technológiai felszerelése által megszabott módon és mértékben vegyi termékek előállítását és kísérleti készülékek gyártását; számítástechnikai munkák végzése. Fáradt olajok tisztítására és regenerálására vonatkozó tanácsadó szolgálat ellátása.”

A NAKI az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt szervezetébe oly módon illeszkedik be, hogy a kőolaj-feldolgozó vállalatokkal, az Ásványolajforgalmi Vállalattal („ÁFOR”-ral) és a „Prometheus” Tüzeléstechnikai Vállalattal együtt a kőolaj-feldolgozási vezérigazgató-helyettes felügyelete alá tartozik.

Az Intézet kutatási tevékenységének zöme Kémiai Főosztályának és Alkalmazástechnikai Főosztályának oszttályain folyik.

A *Kémiai Főosztály* elsősorban alkalmazott technológiai kutatásokat, ezekhez járulékosan alapkutatókat végez a kőolaj-feldolgozó és gázipari, valamint petrokémiai és vegyipari eljárások fejlesztése és értékelése útján. Ezekkel kapcsolatban termékfejlesztési kérdéseket is vizsgál. Konzultációs tevékenységet folytat kőolaj-feldolgozó, gáz- és vegyipari üzemek tervezése során, részt vesz létesítmények üzembe helyezésében. Szaktanácsadással szolgál az iparág termelési és fejlesztési problémáiban, és közreműködik nemzetközi együttműködési szerződésekből adódó feladatok megoldásában.

A technológiai kutatásokhoz kapcsolódóan, azok szükségletei szerint, csak kis részben alapkutatói, nagy részben kiegészítő jelleggel folynak analitikaimódszer-, katalizátorkutatások, továbbá molekulaszita-fejlesztések.

Új, de egyre fontosabb munkaterület a kőolajipari számítógépes optimalizálási módszerek, matematikai modellek kidolgozása.

Mindezen feladatok elvégzésére jelenleg a következő egységek állnak a Kémiai Főosztály vezetőjének rendelkezésére:

Technológia I. Osztály (Budapest—Csepel);

Technológia II. Osztály (Várpalota—Pétfürdő);

Analitikai Kutatói Osztály (Várpalota—Pétfürdő);

Fejlesztési Osztály (Budapest—Csepel);

Üzemtechnológiai Csoport.

Az *Alkalmazástechnikai Főosztályt* a termékkiválasztással és a felhasználás optimalizálásával kapcsolatos problémák csökken-

tésére, valamint a fejlesztett kőolajtermékek felhasználói ellenőrzése céljából hozta létre az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt a NAKI keretében. E főosztály feladata, hogy az ÁFOR Vállalattal és a felhasználókkal együttműködve törekedjen a kőolajtermékek minőségének fejlesztésére (a NAKI-n belül a Kémiai Főosztállyal együttműködve) és vizsgálja az optimális felhasználás lehetőségeit. A Főosztály célkitűzései között szerepel még a kőolajtermékek felhasználásával kapcsolatos esetleges hibák, üzemzavarok okainak felkutatása és elhárítása. E feladatok elvégzése érdekében az Alkalmazástechnikai Főosztálynak három osztálya és egy önálló csoportja van:

a Kenéstechnikai Osztály;

a Tüzeléstechnikai Osztály;

a Korróziós Osztály és

az Alkalmazástechnikai Főosztály Laboratóriuma

(Százhalombatta).

A Kenéstechnikai Osztály a kenőanyagokkal kapcsolatos problémák megoldására alakult. Tanácsadó szolgálatát önálló laboratóriumi részleggel és gépkísérleti állomással látja el. További feladat a nagyüzemi kenőanyag-kísérletek szervezése közvetlenül a felhasználóknál, valamint az üzemi kenésgazdálkodás megszervezése, üzemi kenéstechnikai tanfolyamok lebonyolítása, gépkénesi táblázatok összeállítása. Az üzemekben tartott kenéstechnikai konzultációk, filmbemutatók sikeres formái az üzemi tájékoztató munkának.

A Tüzeléstechnikai Osztály fő feladata a folyékony tüzelőanyagok, ipari és háztartási tüzelő- és fűtőolajok felhasználásának vizsgálata műszeres mérésekkel. E mérések célja egyrészt annak elérése, hogy csak olyan tüzelőberendezések kerülhessenek kereskedelmi forgalomba, melyek a gyártott tüzelőolajokkal megfelelően üzemeltethetők, másrészt, hogy az egyes tüzelőberendezések számára a legkedvezőbb tüzelőanyagot jelöljék ki, és a lehető legjobb hatásfokot érjék el. Foglalkozik továbbá a fűtőolajok adalékolásának kérdésével.

A Korróziós Osztály elsősorban a kőolajiparon belül felmerülő korróziós kérdésekkel foglalkozik, beleértve a kőolaj- és gázipar elosztóhálózatának problémáit is. Így kőolajipari tartályok külső és belső védelme, kőolaj-feldolgozó ipari vezetékek, reaktorok, hőcserélők állandó korrózióvédelme, valamint talaj- és mikrobiológiai korrózió. Egyik legfontosabb feladatköre az átmeneti korrózióvédő termékek hazai elterjesztése, újabb ilyen jellegű termékek kidolgozása és bevezetése, valamint az ide vonatkozó termékimportkérdések véleményezése.

A NAKI Alkalmazástechnikai Főosztályának sokrétű és szerteágazó feladatai során kémiai laboratóriumi munkára is szükség van: az Alkalmazástechnikai Főosztály Laboratóriuma végzi el az alkalmazástechnikai oszttályok üzemi kísérleteihez tartozó laboratóriumi analíziseket és fizikai-kémiai vizsgálatokat. Ezenkívül azonban a laboratórium önálló kutatómunkát is végez.

Intézetünk keretében működik az Ásványolaj Minőség-ellenőrző Intézet (ÁMEI). Az ÁMEI a kőolajtermékekkel kapcsolatos minőségi viták eldöntésére országos hatáskörrel bíró szerv. Ez irányú ténykedése részben a minőségi téren egymással vitában álló vállalatok, szervezetek, részben magánzemélyek felkérésére történő vizsgálatok végzésére terjed ki. Bizonyítványai, szakvéleményei hatósági bizonylatok. Egyik legfontosabb feladata az MSZ- és KGST-szintű szabványosításban való részvétel a teljes kőolajtermék-sorozat analitikáját illetően. Ezen feladatainak ellátása érdekében kutatómunkát fejt ki a kőolajtermékek vizsgálati módszerei terén, valamint bitumenminőség-vizsgálati és minőségjavító kutatásokat is végez.

Különleges szerepe van az Intézet további egységei közül a Kutatási Titkárságnak és a Műszaki Osztálynak. Az adminisztrációs teendőket az Ügyviteli és Számviteli Osztály, az anyagi-gazdasági beruházásokat pedig a Gazdasági Osztály látja el. A káderfejlesztés a Személyzeti Osztály feladata.

A *Műszaki Osztály* kísérleteszköz-kutatást végez, gépek, készülékek új prototípusait dolgozza ki, meglévő eszközöket, azok kulcsfontosságú, speciális alkatrészeit továbbfejleszt. Külső megrendelők különlegeseszköz-igényét egyedi gyártásban kielégíti. Intézetben belüli szerelési, javítási, karbantartási munkákat végez.

Az idézett alapítási határozat függelékében szereplő, ennek előírása szerint, de gyakorlatilag csak a lehetőségek függvényében iparági szintre fejlesztendő szabadalmi ügyintézési és dokumentációs feladatokat, úgyszintén az Intézet nemzetközi kapcsolataiból adódó teendőket, a kutatási-tervezési és szerződéses ügyeket a *Kutatási Titkárság* látja el.

Az Intézet — kutatási metodikájában — az adottságokhoz képest korszerű, komplex módszereket igényszik alkalmazni. Mind a megoldandó feladat kitűzése, mind a menet közben

szükségessé váló célkorrekció megállapítása során szorosan együttműködik a témában érdekelt — rendszerint a megbízást is adó — vállalattal, irányító szervvel; úgyisint — a szükséghez képest — az alkalmazandó módszerek terén is tekintettel van a felhasználó ipar lehetőségeire. Ha a feladat jellege megkívánja, külön részletes előkészítő műszaki-gazdasági tanulmányt készítenk, irodalmi adatok és a hazai helyzet felmérése útján.

Az Intézet jelenlegi — véleményünk szerint elavult — osztályszervezetben működő kutatómunkájának korszerűsítésére sajnos csak az egységes elhelyezés megvalósítása után kerülhet sor.

A technológiai kísérleteket — különösen a nyomás alatti folyamatos hidrogénezést alkalmazókat — saját kialakítású, speciális reaktorrendszerekben végezzük. Ezek — a technológiai összeállításukban egyébként egy üzemi berendezésnek megfelelő rendszerek — különböző méretük révén (ml-es nagyságrendű hasznos reaktortérfogattól a 20—30 literesig) a léptékhatás tanulmányozására, a csekély anyagmennyiségek felhasználásával, pl. katalizátorok gyors minősítésére alkalmas tájékozódó vizsgálatok elvégzésétől a kísérleti üzemi méretű termégyártásig, különféle célokra használhatók. A reaktorrendszereket igényesnek — részben ugyancsak saját fejlesztési tevékenységünk révén — a megbízhatóságot fokozó, a kiszolgálást egyszerűsítő, a termelékenységet növelő segédberendezésekkel (adagoló mérő- és szabályozó eszközökkel) ellátni, ill. automatizálni.

A technológiai célú kísérlet sorozat lezárását — az esetleges kísérleti üzemi előkészítés után — az üzemi megvalósítás képviseli, amelyben Intézetünk dolgozói ugyancsak részt vesznek. Az üzemelésben — természetesen az ipar szakembereivel közösen — kifejtett tevékenységet, a szerzett tapasztalatokat rendszerint újabb, értékelő közös tanulmány foglalja össze, beleértve a fejlesztési javaslatokat is.

A technológiai kutatások eredményes vitele megköveteli, hogy a folyamatok nyomon követéséhez megfelelő analitikai módszerekkel (és eszközökkel), a kémiai reakciók elősegítéséhez alkalmas katalizátorokkal rendelkezünk. Ez utóbbiak ugyan jó részt a kereskedelemről beszerezhető — vagy beszerzendő — termékek, de adott esetben ezek célszerű módosítása, kivételesen új katalizátorok előállítása is feladat lehet. Mindenesetre a katalizátorok működésének mélyebb megismerése, előállításuk, minősítésük, regenerálásuk módjainak tanulmányozása az Intézet munkaterületén elengedhetetlen teendő.

A technológiai kísérletek, valamint analitikai vizsgálatok korszerű szinten való elvégzéséhez szükséges felszerelés az Intézetben megjavult ugyan, de ma is hiányoznak olyan nagy értékű berendezések, amelyekkel a kísérletek, ill. vizsgálatok gyorsabbá és pontosabbá tehetők. Ilyenek pl. kis méretű számítógép, tömegspektrométer, elektrospinnrezonancia, ill. mágneses magrezonancia alapján mérő műszerek, poroziméter, hidrogén-előállító egység, mérőkocsik. Fokozatosan növeljük a kitűnően bevált kromatográfok, infravörös- ill. ultraibolya-spektrométerek számát, valamint az automatizálást elősegítő műszereket és berendezéseket.

A kőolajipari alkalmazástechnikai szervezet az előbbi ismerettség szerint az utóbbi időben jelentős fejlődésen ment keresztül. Az ipar, a mezőgazdaság és a közlekedés rohamos fejlődése azonban megköveteli e szervezet és a hozzá tartozó gépkísérleti és laboratóriumi állomás gyors fejlesztését, hogy a fejlesztett, új termékek alkalmazásba vételét egy nagyon gondos — részben stabil, részben mozgó gépeken történő — kísérlet sorozat előzhessen meg, beleértve a megfelelő adalék anyagok kiválasztását is.

A nem kifejezetten technológiai célú, hanem a termékfejlesztésre irányuló egyéb kutatásokat rendszerint az érintett üzemekkel még szorosabb együttműködésben, tulajdonképpen üzemi kísérletek szintjén végzik el.

Az Intézet létszáma 300—330 fő. A kutatószemélyzet 20—22%-a okleveles mérnök, 20%-a okleveles technikus. Kandidátusi fokozattal 4 fő, műszaki doktori címmel 7 fő rendelkezik. A tudományos fokozattal rendelkezők arányszámának javítása érdekében 5 fő kezdte meg kandidátusi témájának kidolgozását. A műszaki doktori cím megszerzését további 4 fő tervezi. Mérnök-közgazdászunk jelenleg kettő van, egy dolgozónk most kezdte meg tanulmányait. Szakmérnöki képesítést 10 személy szerzett, rövidesen befejezi tanulmányait 3 és a következő évfolyamokra jelentkező további 13 fő.

Szakmunkás-bizonyítványa a dolgozók 23—25%-ának van, a létszám fennmaradó részét az adminisztratív munkaköröket betöltő dolgozónk, a segéd- és betanított munkások, valamint a gépkocsivezetők teszik ki.

Az Intézet kutatási területeit, a tevékenységünkkel kapcsolatos üzemlétesítéseket részletesen közöltük a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1969. évi 5. számában.

Kutatási témáink közül kiemeljük azokat, melyek nagyüzemi megvalósításra kerültek és üzemeltetésük alatt többszörösen megtérültek a kidolgozásukra felhasznált kutatási költségek.

- a) Az Intézet 147 519 sz. szabadalma alapján 1965-ben üzem épült a Péti Nitrogénműveknél furfurolból furfuralalkohol gyártására. Az eredetileg 300 t/év kapacitásúra tervezett üzem 400—900 tonnát termel évente. A megnövekedett kereslet kielégítésére a Péti Nitrogénművek 1970-ben üzembe helyezték egy újabb — most már 2000 t/év termelésre tervezett — furfuralalkohol-üzemet. A két üzem együttes termelése 1970. XII. 31-ig 6243 t furfuralalkohol volt, 165 millió Ft értékben. A szabadalom és az üzem működése alapján a Péti Nitrogénművekkel közösen kidolgozott eljárás külkereskedelmi értékesítése folyamatban van.
- b) Az Intézet 147 149 sz. szabadalma alapján a Borsodi Vegyi Kombinát dinitrogénoxid-üzeme 1961 áprilisa és 1964 júniusa között ammóniumnitrát termikus bontásával 64,1 t terméket állított elő.
- c) Ugyancsak az Intézet 147 239 sz. szabadalma alapján indult meg a Péti Nitrogénművek zsíralkoholüzemében 1961. IV. negyedévében a trigliceridek nagymennyiségű hidrogénezése. Az üzem mintegy évi 1500 t desztillált zsíralkoholt tud előállítani pálmamagolaj és faggyú nyersanyagból. 1962—1969-ig a termelés összesen 7109 t zsíralkohol volt 181 millió Ft értékben.
- d) 1962. IV. negyedévében zajlott le a Péti Nitrogénműveknél a szintén intézeti 148 434 sz. szabadalom alapján beruházott szorbitüzem sikeres próbaüzemeltetése. Az egység 50 és 70%-os szorbitoldatot, ill. szilárd terméket állít elő glükózoldattal nagymennyiségű katalitikus hidrogénezéssel. Az üzem 6734 t terméket állított elő üzembe helyezése óta 152,2 millió Ft értékben. Ugyanezen szabadalom alapján a Péti Nitrogénművekkel közösen dolgoztunk ki egy szorbit-előállításra alkalmas eljárást, melynek know-how-ja külkereskedelmi értékesítés alatt áll. Az első üzem Csehszlovákiában épült és üzembe helyezése folyamatban van. További üzemek létesítésére külkereskedelmünk mind baráti, mind kapitalista országokban előrehaladt tárgyalásokat folytat.
- e) Az Intézet több év óta, igen jelentős ráfordításokkal végzett kutatómunkája nagy szerepet játszott abban, hogy az illetékes iparirányító szervek egy platinakatalizátoros benzinreformáló beruházása mellett döntöttek. Az Intézet — tapasztalatai birtokában — részt vett az adatszolgáltatások összeállításában, az ajánlatok elbírálásában, figyelemmel kísérte a tervezést és beruházást, betanította az üzem analitikai személyzetét, és részt vett a Komáromi Kőolajipari Vállalat szőnyi telepén beruházott üzem 1964. IV. negyedévi sikeres üzemindításában. E létesítmény azóta nagyjából — betáplálásra számított — évi 150 000 t kapacitással a kívánt minőségű, nagy oktánszámú benzint termeli. Hasonló értelemben vette igénybe a Dunai Kőolajipari Vállalat szolgálatainkat 1969-ben a 300 000 t/év kapacitású reformáló üzem beindításához. Az üzem azóta is sikeresen működik, sőt javaslataink alapján 1970-ben az üzem vezetőivel közösen végrehajtott változtatások megnövelték az üzem gazdaságosságát. A Komáromi Kőolajipari Vállalat reformáló üzemében a platinakatalizátor élettartamát — Intézetünkben kidolgozott eljárással — már eddig is kb. 50%-kal sikerült meghosszabbítani. A két reformáló üzem össztermelése 1970. XII. 31-ig 1231 t kitűnő oktánszámú benzin volt, közös önköltségi alapon számolva 1780 millió Ft értékben.
- f) 1967. I. negyedévében valósította meg a Reanal Finomvegyszergyár — intézeti 152 353 sz. szabadalom alapján — a zeolitalapú természetes molekulaszita-család első tagjának, a KLINOSORB-4-nek az előállítását, és azóta 11 113 kg molekulaszitát állított elő 1684 eFt értékben. Ezen termék kiválóan alkalmas folyadékok abszolutizálására és különféle gázok szárítására. Nagy előnye savállósága.
- g) 1970-ben került üzembe a Komáromi Kőolajipari Vállalat 350 t/év kapacitású hidrogén gázolaj-kénmentesítő üzeme, mely alkalommal a vállalat — miután jelentős tapasztalatokra tett szert a hasonlóan működő, a benzinreformáló üzem elé kapcsolt kénmentesítőnél —, szolgálatainkat csak kisebb mértékben igényelte.
- h) Hasonló mértékben vettünk részt a Dunai Kőolajipari Vállalat, szintén 1970-ben létesített, évi 120 000 t kapacitású és a kenőolaj befejező hidrofinozítását végző üzem



üzembe helyezésében. Az üzem 1970. XII. 31-ig 76 376 t terméket állított elő 199,9 millió Ft értékben.

- i) Igen eredményes és fontos volt részvételünk a DKV ugyan csak 1970-ben befejezett beruházású, betáplálásra számított 260 t/év kapacitású aromáskinyerőjének üzembe helyezésével, amely 1970 végéig 1932 t benzolt és 5163 t toluolt termelt, összesen 22,6 millió Ft értékben.
- j) Jelenleg fejlődnek be a Dunai Kőolajipari Vállalat 600 t/év kapacitású hidrogénes gázolaj-kénmentesítő üzemének beruházási munkálatai, melynek üzembe helyezési munkálataiban való részvételünkre a vállalat 1971-re Intézetünkkel szerződést kötött.

A fentebb már említett közleményben kitértünk az Intézet jelenlegi elhelyezésére is. Jelen összeállításunkban erre vonatkozólag csak annyit kívánunk megjegyezni, hogy az elhelyezési helyzet változatlan, ill. valamelyest súlyosbodott azzal, hogy a dolgozóink munkahelyeül szolgáló helyiségek egy részére az ÁFOR, más részére a Péti Nitrogénművek (PN) tart igényt és nyilvánvalóan a DKV is mihamarabb szeretné birtokába venni kölcsönadott helyiségeit. Mindezek az okok — az alapvető ok, a GB határozat végrehajtása mellett — sürgetik az Intézet szálhalmombattai áttelepítését. A tárgyalások jelenlegi állása szerint az építkezés 1971. II. félévében kezdődhet meg és a lépcsőzetes végrehajtás mellett az első egységek áttelepítésére 1973 közepén kerülhet sor. Befejezési határidőként ma 1974—1975 jelölhető meg. A végleges áttelepítés után az Intézet valamennyi részlege Szálhalmobbattán kap helyet. Budapesten csak az ÁMEI és az Alkalmazástechnikai Főosztályhoz tartozó osztályok bevészolgálati részlegei maradnak, hogy továbbra is központi helyen, a fővárosban álljanak a vevőközönség rendelkezésére. Az Intézet tudományos-műszaki kapcsolatai — a gazdaság-

irányítás új rendszerében — már részben szerződéses, gazdasági jellegű viszonyokat is képviselnek. Így megbízóink között nemcsak a kőolaj-feldolgozó, termékforgalmazó és gázipari, továbbá vegyipari vállalatok, az OKGT, a NIM, az említett vállalatok egyesületei, valamint az OMFB szerepelnek, hanem más tudományos intézmények is. Ugyanígy Intézetünk megbízása alapján saját kutatásaink egyes részfeladatait — a speciális szakterület és felszereltség által indokolt ésszerű munkamegosztás keretében — más kutatóintézetekkel, egyetemi tanszkekkel végeztetjük el. Műszaki dolgozóink részt vesznek tudományos egyesületek, különféle szakbizottságok stb. munkájában is.

Külföldi kapcsolataink részben a KGST Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottságának egyes albizottságai, munkacsoportjai közvetítésével állnak fenn, részben közvetlen együttműködési szerződéseink vannak a baráti államok hasonló intézményeivel. Ezek közül említésre méltók pl. a moszkvai VNINP és NIISZSZ, továbbá az OKGT és a megfelelő NDK-beli irányító szervek kontaktusa révén a schwedti, böhleni, leunai és lützkendorfi kutatórészlegekkel, valamint a csehszlovák VUCHVU intézettel működő kapcsolatunk. A krakkói ITN intézet megrendelésére számukra meghatározott kísérleteket végzünk. A baráti államok más intézeteivel, továbbá egyes nyugati, hasonló profilú intézményekkel az érintkezésünk jelenleg még inkább csak esetenkénti, tudományos rendezvények alkalmából, vagy alapjában más célú külföldi utazások kapcsán létrejött személyes találkozásokra, levelezésre, egyes kérdések megtárgyalására korlátozódik.

A fentiekben megkíséreltük körvonalazni azt a feladatkört és működési területet, amelyben a fennállásának harmadik évtizedébe lépő Nagynyomású Kísérleti Intézet az ismertetett módszerekkel a kőolaj-feldolgozó, a gáz- és vegyipar jelenlegi problémáinak megoldását kutatja, ill. további fejlesztését szolgálja kívánja.

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Elkészült a szeged—algói fő gyűjtőállomás

A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények „B” programja keretében létesült az algói fő gyűjtőállomás.

Az állomást 1967-ben kezdték el építeni. Teljes beruházási költsége 76,4 millió Ft. A beruházás a következő létesítményeket foglalja magában: 23 000 m<sup>3</sup> névleges űrtartalmú tartálypark, fogadótor és szeparátorüzem, vagonöltő szivattyúállomás, távvezetési feladás, irányító központ és műszerezés, kazánüzem, ipari-, ivó- és tüztöltővíz-ellátás, csatornavíz- és rétegvízkezelés.

1970 júliusában megkezdődött a fő gyűjtő első részének próbaüzeme 3 db 2000 m<sup>3</sup>-es olajtartály, 1 db 2000 m<sup>3</sup>-es tűzvíztároló tartály, a fogadótor, a szivattyúüzem és a vízellátó rendszer üzembe vételével. Szeptemberben elkészült a csatornázás, üzembe helyezték a kazánüzemet és a rétegvízkezelő rendszert, majd decemberben — az algói—szálhalmobbattai olajtávvezeték üzemindítását megelőzően — használatba vettek újabb 2 db 2000 m<sup>3</sup>-es olajtároló és 2 db 1000 m<sup>3</sup>-es gázolajtároló tartályt.

1971 januárjában megtörtént a műszer- és irányítóközpont, valamint a szeparátorüzem, majd márciusban a 4 db 5000 m<sup>3</sup>-es olajtartály, valamint a rétegvíz utókezelését ellátó vibrációs emulzióbontó berendezés üzembe vétele.

A fő gyűjtőállomás jelenleg ellátja a mezőben termelt olaj fogadását, átmeneti — rövid idejű — tárolását, utólagos gázmentesítését, a víztartalom 2% alá való csökkentését, a távvezeték-i indító állomásra, ill. a vasúti töltőre való átengedését és a távvezeték-i szállításhoz szükséges gázolin bekeverését.

A területi gyűjtőállomásokról az olaj gerincvezetéseken érkezik a fő gyűjtői fogadótorba. A gerincvezetéseket kétfajta minőségű (vizes és tiszta) olajra vannak kiépítve, ugyancsak kettős rendszerű a fogadótor is.

A szeparátorüzem kialakítása követi a kettős rendszert azzal a kiegészítéssel, hogy a 4 db 50 m<sup>3</sup>-es fekvő szeparátorok csökötései megengedik a variálási lehetőséget.

A tartálypark csökötései lehetővé teszik, hogy mind a tiszta, mind a vizes olaj bármelyik tartályba betermelhető, továbbá onnan mind a távvezetésekre, mind vagonba kiadható és az olaj bármelyik tartályból másikba átfejthető legyen.

A fő gyűjtőállomás energiaellátását 20/04 kV-os transzformátorállomás, saját kezelésében levő kazántelep, ipari- és tűzvízellátó rendszer biztosítja.

Ily módon a fő gyűjtő az algói olajtermelés központi berendezése, melynek több irányú tevékenysége már ma is lehetővé teszi a maximális mennyiségű és elfogadható minőségű kőolaj továbbítását.

A folyamatos emulzióbontó és az olajállandósító berendezés megvalósítására később, 1971-ben és 1972-ben kerül sor.

Szeged—Algó, 1971. március hó

Varga Károly  
okl. vegyész mérnök  
(NKFV Szegedi Üzeme)

Zsigmondy Vilmosnak — a múlt század nagynevű bányamérnökének — életéről és munkásságáról, vonzó emberi tulajdonságairól már számos cikk és tanulmány emlékezett meg, ezekben a megemlékezésekben azonban kevés szó esett Zsigmondy jelentősebb műveinek szakmai szóhasználatáról és stílusáról. Most, hogy születésének 150-ik évfordulóját ünnepeljük, nyelv művelő rovatunkban meg kell emlékeznünk az első magyar „fűrász” szóalkotó tevékenységéről, amiről ő maga csak tartózkodó szerénységgel tett említést, és talán ez a tiszteletré méltó emberi tulajdonságaiból fakadó szerénység volt a fő oka annak, hogy szakírói tevékenységét az utókor nem értékelte kellően, emlékéit inkább csak pompás technikai alkotásai tették maradóvá.

A technikusokat a sors ritkán áldja meg azzal a kivételes képességgel, hogy szakmai közölnivalóikat élvezetes stílusban, kifogástalan nyelvhelyességgel tárják az olvasó elé. A legkiválóbbaknak is ritkán sikerül ez, még akkor is, ha már állandósult terminológia rögzíti tudományáguk szakkifejezéseinek szabatos meghatározását. Zsigmondy nem volt ilyen szerencsés helyzetben: a bányászat új ágazatának, a vízbányászatnak és fűrás-technikának megteremtése, kifejlesztése mellett a szakzókincs kibővítésének nehéz munkája is az ő vállára nehezedett.

Történelmünknek mozgalmas korszaka volt az a fél évszázad, amelyekben ez a sokoldalú bányamérnök tevékenykedett. A nemzetet lázba hozó reformkor, a szabadságharc, a kiméletlen önkényuralom évei, majd az enyhülést hozó kiegyezés légkörében erőteljesebben kibontakozó iparosodás foglalja keretbe Zsigmondy életművét.

Még kavargtak a második nyelvújítás hullámai, amikor már említett nagy jelentőségű műve, az első magyar nyelvű bányaműveléstan (Bányatan — kiváló tekintettel a köszénbányászatra) 1865-ben megjelent. Már a cím is újszerű volt, hiszen az évszázadok óta klasszikusnak tartott érc- és sóbányászat mellőzésével csak a szénbányászatot és a „fűrászatot” kívánta ismertetni a szerző. Művét egyébként egy négykötetesre tervezett tankönyvsorozat első kötetének szánta, a folytatás azonban a szerző súlyos betegsége miatt — a magyar technikai műveltség nagy kárára — elmaradt. A műhöz függelékként csatolt „Műszótár”-ról az előszóban ezt írja: „A munkámban előforduló műszavakra nézve meg kell továbbá jegyezni, miszerint azok nagyjából dr. Szabó József egyetemi tanár s akadémiai tag — 1848-ban megjelent — Bányaműszótárából kölcsönöztek. Az ezeken kívül található csekélyebb számú új műszavak alkalmazását mentse a kényszerűség! Mások hiányával — hosszas körülírások elkerülése végett — ezek használatát el nem kerülhetvén, ezt azon meggyőződésből tettem, hogy az általam használt s el nem fogadható szavak mellőzése s helyesebbekké felcserélése illetékes helyről el nem maradhatván, nyelvünknek e részbeni meggazdagítása mindamellett bizton várható.”

A tudomány és technika fejlődésével azonban még nem tart lépést a szaknyelvek fejlődése. A kémia még *legénynek* nevezi a nitrogént, *éleny*nek az oxigént, *köeny*nek a hidrogént, még *büzeny* a bróm és *vasacs-vaséles* a vasoxid neve. Ugyanez a helyzet a geometria szókincsében is: *dülény* a rombusz, *ferdény* a trapéz, *lobor* a gúla neve, sőt a *Bolyaiak* alkotta *átló* helyett *átallót* használ még Zsigmondy is.

Megnehezítette a szaknyelvek szókincsének kialakulását — bármilyen különösen hangzik — a kiegyezés előtti megenyhült lélek is. Az addigi német nyelvű tankönyveket magyar nyelvűeké váltják fel, tömérdek szakszót ültetnek át — szinte futószalagon — szolgai fordítás tükörszavaként. Ez a helyzet a bányászat — ezen belül a fűrástechnika — szókincsében is. Bár Zsigmondy mértéktartó az új szakkifejezések megalkotásában, kora szóalkotási divatjának, az elvonásnak ő sem szabott gátat a bányászat szaknyelvében, s ha már új terminusokra volt szükség, azokat jó nyelvérzéssel formálja meg.

Ez a törekvése a Bányatanban csak részben sikerülhetett, hiszen már többé-kevésbé kialakult bányászati szakszókincsre támaszkodhatott. Mindenesetre még több száz szakkifejezése után zárójelben feltüntetve a szakszó német megfelelőjét (bányászati szakszótáraink még évtizedeken át kétnyelvűek), de ez nem is lehet másképp, hiszen a selmeczi Akadémia tanítási nyelve 1865-ben még német! Ezeknek az új szakkifejezéseknek is túlnyomó része még tükörszó, de már eredeti szerkesztésű, képszerűen kifejező erejű szakkifejezések is feltűnnek a tükörszók mellett.

Már a Bányatanban szép számmal találunk erre példát. Így a *hengerfűrás* (magfűrás) szerszáma a *fogasvész* (Kernbohrer),

az ezzel kialakított *köhengert* (fűrőmagot) pedig a *törcső* (Kernbrecher) szakítja le a *fűrvégről* (Bohrort), vagyis a lyuktalpról. A bennszakadt kötél mentéséhez *körömvasat* (Krätzer Fuchschwanz) használ Zsigmondy, ennek a spirális alakú mentőszerszámnak persze nem könnyű az alakját vagy rendeltetését tükörszó magyar megfelelőjét az eredeti német kifejezésből megformálni. A *szegecsköldök* (Nieteisen) és a *köldökfűrő* (Kolbenbohrer) elnevezés mögött viszont a csőszegecselés üllőszerűen használt szerszáma, illetve a ma csőtágítónak, körtének nevezhető szerszám rejtőzik; ugyanilyen képszerű az *ökör láb* (Stangenhacken) elnevezés is: a magyar kifejezésből nehéz a ma függesztőhorognak nevezhető szerszámra következtetni. A *horogfogó* (Glückshacken) elnevezésű szerszám ma is használatos *állítóhorog*, sőt évtizedek óta a német eredeti tükörszavaként *szerecsorog* néven is.

Érdekes, hogy az *ütőfűrás* összetélt nem használja Zsigmondy, csak ezen fűrásmód kivitelezési formáit (*rudazattali, köllélli fűrás*), a *forgófűrás* ellenben többször is előfordul. Ennek oka az lehet, hogy abban az időben mélyebb fűrásokat — keményebb kőzetekben — csak ütőfűréssel mélyítették, és ezt az általánosan használt fűrásmódot röviden éppúgy *fűrásnak* neveztek, mint napjainkban a forgófűrást. Tükörszó egyébként a *forgófűrás* (drehendes Bohren) kifejezés is, amit Zsigmondy olykor a *forogata való fűrás* szószerekezettel felváltva használ. Az előbbi, sikerültebbnek nevezhető összetélt egyébként az utódok a *torz forogtaműködő fűrás* formájában használták évtizedeken keresztül, sőt használják még ma is, pedig Zsigmondy a jelzői előtagot csak a fűrőszerszám megnevezéséhez használta *forogata működő fűrő*ként, még hozzá nyelvtilanlag is helyesen! Itt kell megjegyeznünk, hogy Zsigmondy a Bányatanban a forgófűrást nem becslül sokra, illetve csak egészen sekély, 2—15 öl (4—30 m) mélységű fűrészek mélyítésére tartja alkalmasnak lágy, agyagos-homokos kőzetekben — kézi erővel.

A városligeti artézi kút fűrásáról készített kitűnő monográfiájában (A városligeti artézi kút Budapestben, 1878) még tovább javítja szóalkotó készségét. Itt már *csapágyat* ír a korábbi *forogafészek, szalagdobot* a *kosár* (Trommel), *csigakereket* a *görgönye* (Seilscheibe), *fék*et a *dörzsmű* (Bremse) helyett, de a *facsavár* mellett még megfér a *fásróf*, a *gummi* mellett pedig a *ruggyanta* is.

Ez utóbbi munkája nemcsak a szóalkotásban kiforrottabb a Bányatannál, mondatszerkesztése is sokat fejlődött 13 év alatt. A Bányatan nehézkes, a kor stilisztikáját tükörszó, többszörösen összetett mondatai, bonyolult körmondatai helyett ésszerűen tagolt rövidebb mondatokat használt, amik tömörek, kifejezők, és ezeket bizony még a mai szakkönyvekben is a jobban szerkesztett mondatok közé sorolhatnánk. Egyik mentési műveletéről így ír: „Valószínűleg a rugós csőnek kellett forognia a vész nyaka körül, mert tisztán észlelhetjük a rugó ütéseit a vészön.” Ugyanezen mentés későbbi szakaszát így jellemzi: „Valószínűleg látszott, hogy a tisztító megszabadult. 5 órai lassu felhúzás után (a rudazat súlya 5850 kgm volt) feljött a hátralevő rudazat, a tisztító és legnagyobb meglepetésünkre a vész is. A rugós szegecsei a rugókkal együtt nagyon megkoptak és azért alkalmassint rövid idő múlva tönkre mentek volna.” Az utolsó száz méter fűrásának nehézségeit emeli ki az alábbiakban: „A közet, melyben ez időben dolgoztunk, rendkívül kemény mészmárga volt, ebben a vész többnyire igen erősen szorult. Néha órák multak el, míg a beszorult vész ismét megszabadult, a nagy erő kifejtés folytán pedig a rudazat gyakran eltört.”

Idézett legjelentősebb két műve nemcsak fűrási szakszókincsünk kialakulásának hű tükré, hanem nyelvfejlődésünknek is értékes bizonyítéka. A múlt század hetvenes éveiben nyelvünk már kezdett megtisztulni a túlhajtott nyelvújítás mesterkéltszólalkajaitól és ennek a törekvésnek örvendetes jelei már Zsigmondy műveiben is fellelhetők.

Megemlékezésünk címében a fűrási szaknyelv művelőjének neveztük Zsigmondy Vilmost, életművét tekintve azonban sokkal több volt ennél: korának sokoldalú és kiváló bányamérnöke, az artézikut-fűrás európai hírvő szakembere. Szép számban élnek ma is a bányászat és a fűrástechnika szókincsében a Zsigmondy alkotta szakszók, és megteremtőjük mértéktartó szóalkotó módszerét sok tekintetben mintául szolgálhat a mai szakmai szóképzéshez is.

Munkácsi Zoltán

A Magyarhoni Földtani Társulat, hazai földbúváraink évszázados tömörülése, ez év március 24-én tartott rendes évi közgyűlésén — *Nemecz Ernő* új távlatokat felrajzoló elnöki megnyitóját — emlékezett meg az egyesületnek egyetlen röpké esztendő alatt a pátriárkák korában elhunyt négy volt akadémikus elnökéről.

A geológia tudománya nagy számokban gondolkodik; évmilliókat átölő korszakaiban a mégoly hosszú emberélet is csupán múlt pillanat. Mégis a magyar földtan most eltávozott egyívású négy monumentális pillére — korjelzőként — kitörheltetlen nyomot hagyott a magyar — de az egyetemes — földtan történetében is.

A méltóságok méltók voltak a méltatottakhoz, de — maguk is a szakma országos hírű képviselői! — a méltatókhoz egyaránt.

*Fülöp József VADÁSZ* ELEMÉR, *Csiky Gábor PAPP* SIMON, *Bidló Gábor VENDL* ALADÁR, míg *Koch Sándor MAURITZ* BÉLA életútját, lenyűgöző munkásságát, maradandó eredményeit, példamutató emberi helytállását ismertette.

A magyar kőolaj atyamesterén kívül szűkebb szakmánk, a szénhidrogén-geológia és -bányászat nem volt gyakorlati munkaterülete a másik három tanítómesternek. De a ma vezető geológusai tőlük kapták útravalójukat, s tudásuk termékeny kiszáradását ott érezzük kőolaj- és földgáz-előfordulásaink felkutatásában, az e századot fémjelző energiahordozók hazai diadalútjában.

A közösséget megajándékozó nagy embereknek kijáró tisztelettel hajtjuk meg fejünket életművük és emléküik előtt!

B. B.

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának ülése

Az Alföld szénhidrogén-termelés szempontjából legjelentősebb területein (Algyő, Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár) egyre több termelési feladatot kell megoldania a mélyfúrású geofizikának. Az igények felmérésére és megbeszélésére a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportja 1970. december 18-án előadólést rendezett.

A vitaindító előadást — a csoport felkérésére — *Ferenczy Imre*, az NKFV főtechnológusa tartotta „*Kútgeofizikai vizsgálatok helyzete és fejlesztésének iránya a termelőmérnök szemével nézve*” címmel. Előadása első részében termeléstervezési és gazdaságossági kérdésekkel foglalkozott, majd megállapította: „A szénhidrogén-tárolók megismerésének egyik alapvető forrása a kútgeofizikai mérések egyre bővülő sora. Ezek fejlesztése és eredményes alkalmazása nagymértékben hozzájárulhat mind a termelésbeállítás meggyorsításához, mind pedig az ipari szénhidrogénkészlet növeléséhez”.

A továbbiakban részletesen kifejtette, hogy mit vár egy termelőmérnök a mélyfúrású geofizikától a telepek megismerése, a termelés tervezése és a termelési folyamatok ellenőrzése időszakában, valamint a kutak műszaki állapotának állandó ellenőrzése során. A termelőmérnök igényei napjainkban nincsenek a korszerű művelés elveinek megfelelően kielégítve, mert a mélyfúrású geofizika tevékenysége a kutatási stádiummal szinte lezáródik. A geofizikai módszerek fejlesztése és a szelvények részletes elemzése a megismerés folyamatában jelentősen csökkenthetné a magfúrások számát, ezáltal a feltárás költségeit. Nyilvánvaló az is, hogy ezek kielégítése hosszabb fejlesztési munka eredménye lehet. Ugyanakkor fejlesztésre szorulnak a szervezeti kapcsolatok is, el kell érni a termelőmérnökök és a geofizikusok közvetlen együttműködését.

*Dr. Csókás János*, a Nehézipari Műszaki Egyetem (Miskolc) tanszékvezető egyetemi tanára „*Újabb mélyfúrású geofizikai eljárások a szénhidrogén-termelés érdekében*” címmel tartott előadást. Számot adott arról, mit tud ma nyújtani a mélyfúrású geofizika a szénhidrogén-termelésnek. Az előadás első részében megemlékezett a mélyfúrású geofizika eddig megtett útjáról. Egy francia szerző a fúrólyuk-szelvényezés fejlődését három fázisra osztja: 1925—1945 között zajlott le a kvalitatív fázis; 1945—1970 (?) között a kvantitatív fázis és valószínűleg 1970-ben kezdődött az analitikus fázis. Ebben az analitikus fázisban már porozitás-, víztelítettség- és agyagtartalom-szelvény megadására töreksznek.

A továbbiakban gazdaságossági kérdésekkel foglalkozott. Érdemes megemlíteni, hogy pl. a *Schlumberger* cég a világ különböző területein végzett mélyfúrású geofizikai munkáinak költsége a termelési érték kb. 1%-át teszi ki. (Az NKFÜ több éves átlagában ez a szám fúrású költségre vetítve kb. 2,5%.)

Ebből az arányból az is következik, hogy százalokos nagyon jövedelmező beruházás érhető el a karotázsszolgáltatásnál. Ásványi telepek fel nem ismerése vagy pontatlan meghatározása pedig nagy nemzeti haszon elmaradását, illetve nagymértékű fölösleges termelési beruházást okoz. A legkorszerűbb mélyfúrású geofizikai módszerek és az ezekből nyerhető termelési jellemzők ismertetése után megállapította: „Könnyen belátható, hogy nagyon megbízható, kalibrált, lyukfalhoz szorított szondákkal lelkiismeretesen mért és kiértékelte adatokra lehet alapozni a fentiekhez hasonló analitikus értelmezési módszereket... Mind-

ezek csak számítógépes feldolgozással és kőzetlaboratóriumi összehasonlító és ellenőrző fúrómagmérésekkel együtt végezhetőek.”

*Szalóki István*, az NKFÜ osztályvezetője, korreferátumában elmondta, hogy a tapasztalatok szerint az Alföldön a kőolaj-iparban jelenleg alkalmazott karotázsmódszerek — a felvett szelvények és azok értelmezése — a szénhidrogén-kutatás számára többnyire kielégítő információt nyújt a harántolt rétegsorról. A kőzetgeofizikai paraméterek, teleptani jellemzők leírására végzett magfúrások számát a mélyfúrású geofizika adott színvonalra, megbízhatósága figyelembevételével kell meghatározni. Végül megállapította, hogy a mélyfúrású geofizika a vele szemben támasztott igényeket nem képes azonnal kielégíteni, a feladatot annak felvetése időpontjában megoldani, hiszen még az elméleti megoldás után is számos egyéb tényező (anyag, eszköz, műszer beszerzése, elkészítése stb.) akadályozza a megoldást. A mélyfúrású geofizikával szemben támasztott igények egyben annak fejlődését is sarkallják, mert mint általában, az igényesség itt is a fejlődés egyik előmozdítója.

*Dr. Szilágyi Endre*, az NKFÜ geofizikus-mérnöke hozzászólásában vázolta, hogy mire képes ma az alföldi mélyfúrású geofizika, s miért nem többre. A Geofizikai Értelmezési Osztályon jelenleg 3 mérnök dolgozik, szakképzett technikus nélkül. Az üzem fúrású tevékenységére jellemző adat, hogy évente kb. 260000 m fúrás mélyítetnek, ezek szelvényanyagának feldolgozását és részbeni dokumentációját is az osztály végzi a 3 mérnökön kívül 5 fő rajzoló létszámmal. Az értelmezések színvonalát tekintve a kvalitatív fázisban vagyunk és most próbálunk átlépni a kvantitatív fázisba. A korszerű szelvényezési eljárások közül lényegében nem rendelkezünk az alapvetően fontos gamma-gamma és az akusztikus módszerrel. Nehézséget okoz még az algyői kőzetkifejlődés komplikáltsága, mely mai műszerellátottságunk mellett alig leírható problémát jelent. Csak a magfúrásokra alapozni nem lehet, mert a magnyereség — az 1970-ben mélyített algyői fúrások anyagának feldolgozása alapján — alatta marad az 50%-os értéknek.

A termelő kollegákkal nincs közvetlen kapcsolatuk, így a problémák csak közvetve jutottak el hozzájuk.

Végül felhívta a figyelmet arra, hogy vigyázni kell a szelvényezési programok elkészítésénél, mert esetleg az optimális szelvényezési program nem elég, ezek elkészítéséhez azonban még részletesebben kellene ismerni további feladatainkat is.

*Dorosi Géza*, az NKFÜ osztályvezetője, hozzászólásában a termelési folyamatok ellenőrzése során használatos geofizikai eszközökkel foglalkozott. Kifejtette, hogy egy speciális műszerparkot kell létrehozni, mely alkalmas termelőcsőben való mérések elvégzésére.

Az előadásokat és a hozzászólásokat vita követte, melyben a problémák részletesebb megbeszélésére került sor.

Az előadólésnek mintegy 80 résztvevője volt. Már ebből is látszik, hogy nagyon időszerű problémákat vitattak meg.

Az előadások és a hozzászólások egy részét a MAGYAR GEOFIZIKA legközelebbi számában leközli.

Szolnok, 1971. február hó

Kiss Bertalan

okl. bányageológus-mérnök  
(NKFÜ, Szolnok)

**Б. Чат**, горный инженер: **Оборудование глубоких термальных скважин** ..... Стр. 130

Оборудование известной во всем мире термальной скважины, пробуренной *Вильмош Жигмонди* 100 лет тому назад, уже можно признать предшественником современного устьевого оборудования скважин. С того времени оно через многочисленные варианты развивалось до стандартного оборудования для устья термальных скважин. В его формировании значительную роль играла всемирно стандартизированная система задвижек для закрытия нефтяных скважин, т.н. «ёлка».

**И. Балла**, инж.-нефтяник: **Установление направления действия кривого переводника** ..... Стр. 136

При проводке наклонно-направленных скважин турбобуром и кривым переводником обнаруживается — особенно при больших глубинах бурения — отклонение направления действия отклонителя от положения, определенного принятым в настоящее время методом расчета.

В статье рассматривается это явление при помощи рационального модели и вскрывается его сущность и причина: самозакручивание отклоняющего инструмента под влиянием собственного веса. Разработкой соответствующего метода расчета автор оказывает специалистам действенную помощь в более точном выполнении операций по бурению наклонных скважин.

На основании анализа самозакручивания автором рассматриваются возможности наращивания наклона и даются указания для выбора отклонителя в соответствии с конкретной задачей.

**В. Балнт—Дь. Тисаи**, инженеры-нефтяники — **Ф. Пах**, физик: **Кривые относительной проницаемости процесса вытеснения нефти углекислотой** ..... Стр. 140

Надежное знание зависимости между соотношением относительной проницаемости и насыщенностью является необходимым для математического предсказания различного типа процессов вытеснения нефти. Так как зависимости относительных проницаемостей, определенных в системах вода—нефть и газ—нефть для процессов вытеснения нефти углекислотой не являются характерными, стало необходимым разработать новый метод для определения этих связей функций в лабораторных условиях.

В статье приводятся результаты экспериментов, направленных на определение относительной проницаемости по обычному, а также по предлагаемому новому методу. Для случаев, самых существенных с точки зрения практики, приводятся зависимости относительных проницаемостей относительно данных систем с углекислотой.

**М. Криштоф**, инж.-нефтяник, горный инженер-экономист: **Исследование экономичности заводнения базисных залежей месторождения Сегед-Альдэ** ..... Стр. 145

Объем и структура капиталовложений, необходимых для разработки и эксплуатации запасов нефти и газа на уровне народного хозяйства или предприятия не одинаковы, таким же образом различно проявляется в таком отношении и стоимость добытых углеводородов.

В связи с этим значительно отличающейся является экономичность добывающего процесса в отношении промысла и народного хозяйства. Автор рядом показателей характеризует экономичность разработки базисных залежей месторождения Сегед-Альдэ с применением заводнения и показывает, что применение этого метода обеспечивает для промысла только минимальную прибыль.

**Ф. Гонд**, инж.-механик: **Вопрос выбора конструкционных материалов для оборудования нефтегазовой промышленности с точки зрения безопасности** ..... Стр. 148

В статье обсуждаются требования к конструкционным материалам, применяемым в трех особенно характерных отраслях производства нефтеперерабатывающей и газовой промышленности, а именно в области нефтепереработки, подготовки газа и транспорта по магистральному трубопроводу, а также требования, связанные с выбором и обработкой материалов и являющихся основными с точки зрения безопасности.

\*

**Dipl.-Ing. Béla Csath: Bohrlochkonstruktion für tiefe Thermalwassersonden** ..... S. 130

In der Bohrlochkonstruktion der durch *Vilmos Zsigmondy* vor 100 Jahren abgeteufeten weltberühmten Thermalwassersonde ist der Vorläufer des heutigen Verrohrungskopfs und Bohrlochkopfs zu erkennen. Seitdem ist der normale Bohrlochkopf für Thermalwassersonden über zahlreiche Varianten entwickelt worden. In dieser Ausgestaltung hat das Eruptionskreuz, das in aller Welt normale Schiebersystem für Erdölsonden, eine bedeutende Rolle gespielt.

**Dipl.-Ing. Imre Balla: Wirkungsrichtung-Einstellung des Ablenk-Übergangs** ..... S. 136

Beim Abteufen von Schrägbohrungen mittels Turbine und Ablenk-Übergang, besonders in grösseren Teufen, kann eine Abweichung der Wirkungsrichtung des Ablenk-Übergangs von der mittels der gegenwärtig angenommenen Berechnungsmethode bestimmten Stellung beobachtet werden.

Der Verfasser untersucht diese Erscheinung mittels einen zweckmässig aufgestellten Modells und beschreibt die Ursachen derselben, d. h. die Selbsttorsion des Ablenk-Übergangs unter dem Einfluss seines Eigengewichts. Durch Entwicklung einer geeigneten Berechnungsmethode wird den sichtsicht mit dem Schrägbohren beschäftigten Fachleuten eine nützliche Hilfe für eine genauere Ausführung der Schrägbohroperationen geleistet.

Auf Grund einer Analyse der Selbsttorsion werden die Schrägungsmöglichkeiten untersucht. Für die Wahl von Ablenk-Übergängen, die den konkreten Aufgaben entsprechen, werden Anweisungen gegeben.

**Dipl.-Ing. Valér Bálint—Dipl.-Ing. György Tiszai—Dipl.-Phys. Ferenc Pach: Relative Durchlässigkeitskurven bei der Ölverdrängung mittels CO<sub>2</sub>** ..... S. 140

Eine zuverlässige Kenntnis des Zusammenhangs zwischen dem relativen Durchlässigkeitsverhältnis und der Sättigung ist für die mathematische Voraussage der Ölverdrängungsprozesse verschiedenen Typs unentbehrlich.

Da die Zusammenhänge der in Wasser/Öl-, bzw. Gas/Öl-Systemen bestimmten relativen Durchlässigkeiten für die Ölverdrängungsprozesse mittels CO<sub>2</sub> nicht charakteristisch sind, wurde die Entwicklung einer neuen Methode zwecks Bestimmung dieser funktionellen Zusammenhänge unter Laborverhältnissen erforderlich.

Der Beitrag führt Versuchsergebnisse zur Bestimmung des durch die konventionelle sowie durch die vorgeschlagene neue Methode auslegbaren relativen Durchlässigkeitsverhältnisses vor. Zusammenhänge der relativen Durchlässigkeitswerte, die sich auf die gegebenen CO<sub>2</sub>-Systeme beziehen werden für die von praktischem Gesichtspunkt wichtigsten Fälle angegeben.

**Dipl.-Ing. Miklós Kristóf: Rentabilitätsprüfung des Abbaus der Grundlagerstätten Szeged—Algyó mit Wassertrieb**. S. 145

Höhe und Struktur des für die Produktion von Kohlenwasserstoffreserven notwendigen Aufwands sind auf volkswirtschaftlichem, bzw. Betriebsniveau nicht identisch; gleichfalls ist in dieser Hinsicht auch der Wert der gewonnenen Kohlenwasserstoffe verschieden.

Deshalb ist die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses in der Beziehung des Förderbetriebs, bzw. der Volkswirtschaft wesentlich abweichend. Die Wirtschaftlichkeit des Abbaus mit Wassertrieb in den Grundlagerstätten Szeged—Algyő wird anhand mehrerer Indizes charakterisiert. Es wird bewiesen, dass die Anwendung des Wassertriebs dem Förderbetrieb bloss einen minimalen Gewinn gewährleistet.

**Dipl.-Ing. Ferenc Gond: Fragen der Wahl von Werkstoffen für Erdöl- und Erdgasbetriebe in Anbetracht der Sicherheit** ..... S. 148

Der Verfasser führt den Materialbedarf der drei charakteristischen Betriebszweige der Erdölverarbeitungs- und Gasindustrie, d.h. des Raffinerie-, des Gasaufbereitungs- und des Fernleitungsbetriebes vor. Die vom Gesichtspunkt der Sicherheit grundlegenden Forderungen gegenüber der Wahl und Verarbeitung von Werkstoffen werden behandelt.

\*

**Béla Csath, Mining Eng.: Deep thermal water well construction** ..... p. 130

In the design of the world-famous thermal water well drilled by Vilmos Zsigmondy 100 years ago, the ancestor of today's casing and well head may already be recognized. Since that time, the standard thermal water well head has been developed through numerous variants. In its development the Christmas tree, this standard oil well shutting valve system, played an important role everywhere.

**Imre Balla, Petroleum Eng.: Adjustment of influence direction for deflecting subs** ..... p. 136

When drilling directional wells with turbine and sub, especially in deep holes, deviation of influence direction of the sub may arise from the position determined by means of calculation method currently used.

This phenomenon is examined by a model suitably set up. Its cause and essential character, that is the self-torsion of the deflecting tool under the influence of its own weight, are discussed.

By the calculation method elaborated useful help is rendered to specialists drilling directional wells to carry out slanting operations more precisely.

Slanting possibilities are examined on the basis of self-torsion. Directions are given to select deflecting subs adequate for the given tasks.

**Valér Bálint, Petroleum Eng.—György Tiszai, Petroleum Eng.—Ferenc Pach, Physicist: Relative permeability curves for oil displacement by CO<sub>2</sub>** ..... p. 140

A reliable knowledge of relationship between relative permeability ratio and saturation is indispensable for the mathematical prediction of various type oil displacement processes.

Since relationships of relative permeabilities determined in water/oil and/or gas/oil systems are not characteristic for oil displacement processes by CO<sub>2</sub>, it has become necessary to develop a new method to determine these functionalities under laboratory conditions.

Experimental results are given for determining relative permeability ratio that may be interpreted by the conventional method as well as by the new one suggested. Relative permeability relationships pertinent to given CO<sub>2</sub> systems are shown for the most important cases of practical interest.

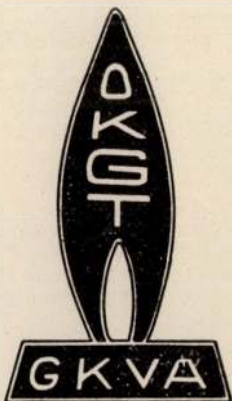
**Miklós Kristóf, Petroleum Eng., Mining Economist: Economic examination of waterfloods in the Szeged—Algyő base reservoirs** ..... p. 145

Costs and structure of costs needed for exploiting hydrocarbon reserves are different on people's economy and company levels; in this regard the value of hydrocarbons produced appears in a different way, too.

That is why the rentability of the exploitation process is different regarding the producing company and people's economy, respectively. Rentability of waterfloods employed in the Szeged—Algyő base reservoirs is characterized by several indices. It is shown that for the producing companies the use of waterfloods yields a minimal profit only.

**Ferenc Gond, Mechanical Eng.: Problems of selecting structural material for oil and gas plants from the safety view-point** ..... p. 148

Material requirements of the three basically characteristic plant types of the crude oil processing and gas industry, i.e. of the refining, gas conditioning and pipe-line plants are shown. Basic requirements of selecting and manufacturing material are discussed from the view-point of safety.



**ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT  
GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS**

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Telefon: 290-020 Telex: 3716

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

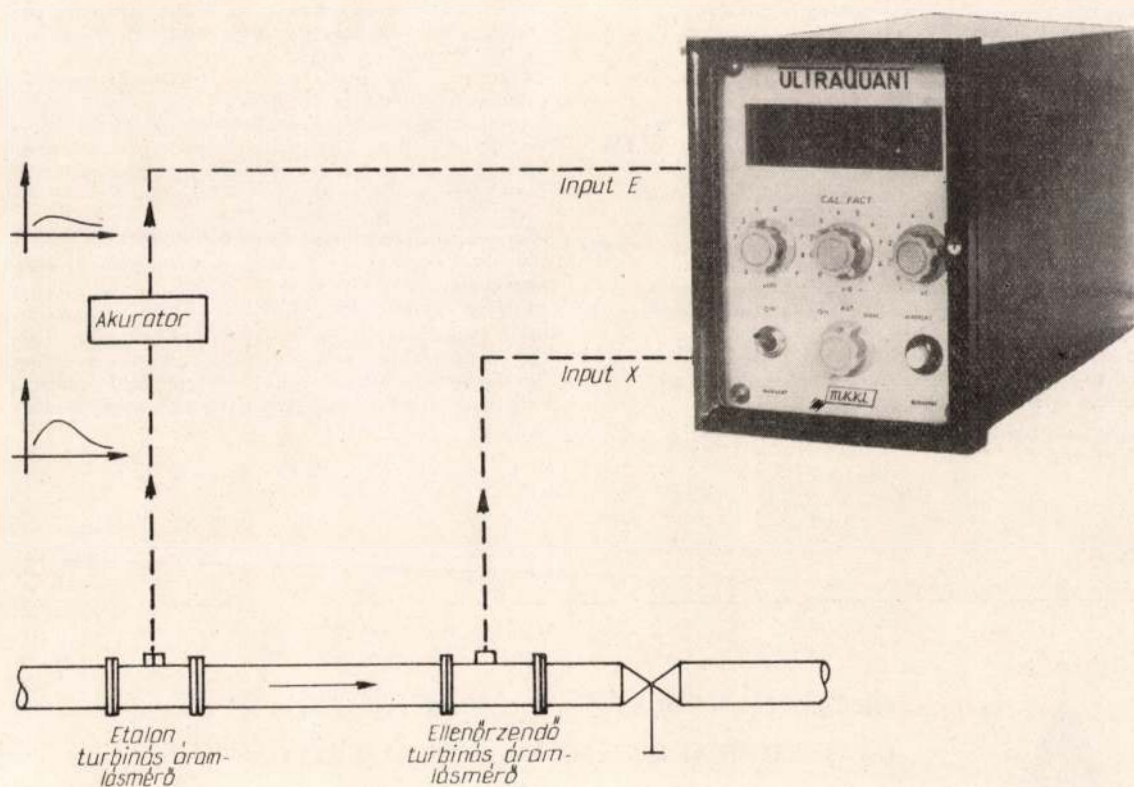
részére a következő szolgáltatásait ajánlja:

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható őre!**

# ULTRAQUANT

## turbinás áramlásmérő ellenőrző műszer

- kalibrációs állandó meghatározása kézi- és automatikus üzemmódban
- a mérés megbízhatóságát integrált áramkörös felépítés biztosítja
- kijelzés 4 számjegyes számkijelzőkön
- mérési pontatlanság  $\pm 1$  digit
- hálózati feszültség 220 V, 50 Hz.



Gyártja és forgalomba hozza:

**MÉRLAB<sup>®</sup>**

Méréstechnikai Központi  
Kutató Laboratórium  
BUDAPEST 5. Postafiók 205

# Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products



A korszerű vízellátási hálózat  
létesítéséhez gazdaságos a

## KM típusú PVC nyomócsövek

alkalmazása

Szakmai felvilágosítással szolgál,  
ismertetőt ad és forgalmaz

## VITEX

Raktárról szállítjuk minden  
mennyiségben a 80—100-as  
méretű csöveket.

Előrendelés esetén  
árkedvezmény.

## VITEX

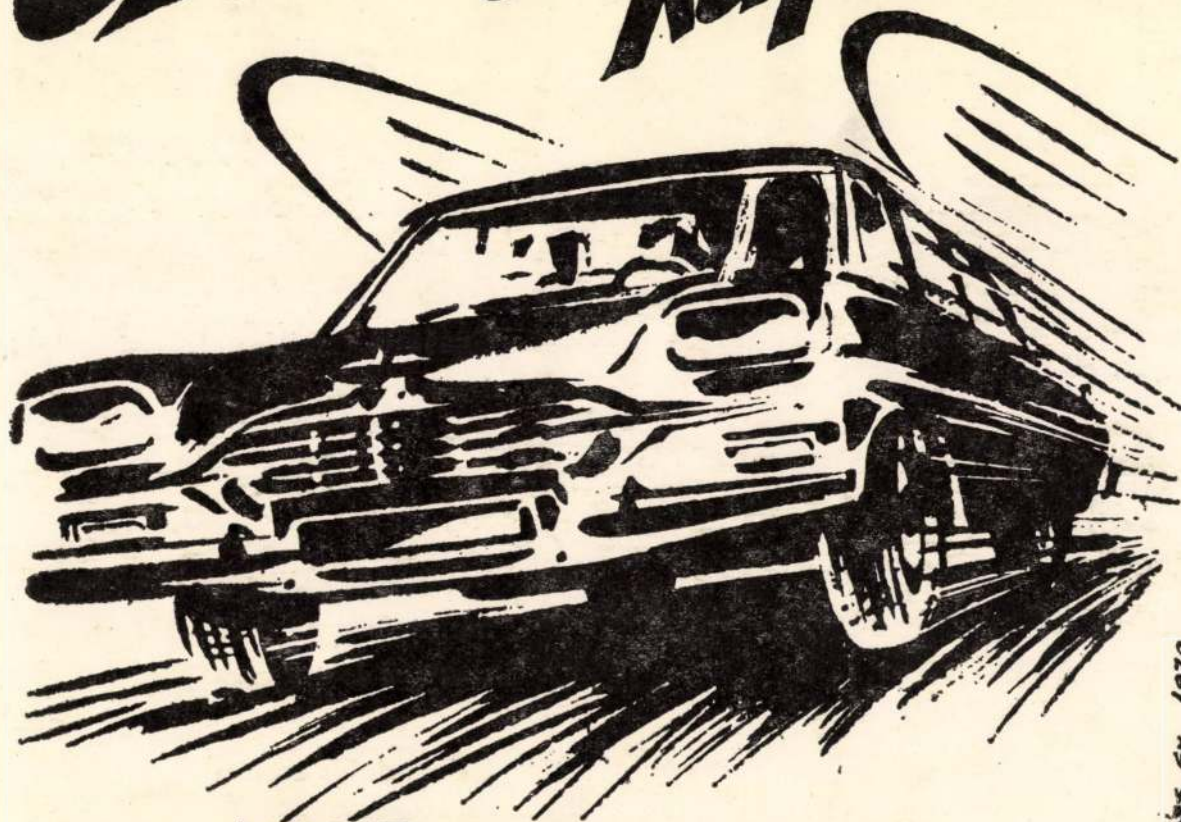
Budapest IV., Dunasor 15

Postafiók: Újpest 1.—86

TELEX: 00-3571

TELEFON: 292-970

**MINTHA  
Szárnyakat  
Kapna...**



**AFOR**  
BENZIN-OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 161—192 oldal

BUDAPEST, 1971. JÚNIUS HÓ

6

**KŐOLAJ  
ÉS FÖLDGÁZ**

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület,  
a Műszaki és Természettudományi Egyesületek  
Szövetsége Tagjának LapjaSzerkesztőség: Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 221.  
Telefon: 127-084, 127-742, 318-926, 328-175.НЕФТЬ И ГАЗ — ERDÖL UND ERDGAS —  
OIL AND GAS — PÉTROLE ET GAZ**TARTALOM**

HINGL JÓZSEF— TÓTH BÉLA	A lyukfalszabványok kérdései .....	161
GOMBOS ZOLTÁN— ŐRI VIKTOR	A Zala-sorozat olajtelteltségének meghatározása termelési adatok alapján.....	166
BALÁZS ÁDÁM— ECSER LÁSZLÓ	Gáztermelő kutak korrózióvédelme inhibitoradagolással .....	170
SMOLING IMRE— TÖRÖK ATTILA	Szénhidrogén-távvezetékek szilárdságméretezése .....	174
PULJIZ, JOSIP	A szénhidrogén-bányászat villamos berendezéseinek biztonsága .....	177
ZOLTÁN GYŐZŐ	A kapillaritás hatása a „kiszorítási front” alakjára .....	182
MÓDI MIHÁLY— SCHNEIDLER ZOLTÁN— GYÖRFFY ELEK	Karbantartási módszerek a kőolaj-feldolgozó iparban .....	184
	<b>GYÖNGY LAJOS</b> .....	189
	<b>GALLOV PIROSKA</b> .....	189
	Szakosztályi hírek .....	189
	Hírek az üzemekből .....	176, 181, 188
	Az iparág köréből (A XX. Bányászkongresszus) .....	165
	Külföldi hírek .....	183
	Nyelv és technika .....	190
	Őszi vándorgyűlés .....	B/3
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	191

**A SZÁM SZERZŐI:**

BALÁZS ÁDÁM dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, főosztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ECSER LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); GOMBOS ZOLTÁN okl. olajmérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); GYÖRFFY ELEK okl. vegyészmérnök, osztályvezető (Komáromi Kőolajipari Vállalat, Szőny); HINGL JÓZSEF okl. olajmérnök, üzemegység-vezető (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szeged); MÓDI MIHÁLY okl. vegyészmérnök, üzemvezető (Komáromi Kőolajipari Vállalat, Szőny); ŐRI VIKTOR okl. fizikus, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PULJIZ, JOSIP okl. gépészmérnök, osztályvezető (INA-NAFTAPLIN Vállalat, Zagreb); SCHNEIDLER ZOLTÁN okl. vegyészmérnök (Komáromi Kőolajipari Vállalat, Szőny); SMOLING IMRE okl. olajmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); TÓTH BÉLA okl. olajmérnök (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szeged); TÖRÖK ATTILA okl. olajmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); ZOLTÁN GYŐZŐ dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tud. osztályvezető (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK****KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-2202 — Szegedi Nyomda

## A lyukfalstabilitás kérdései

HINGL JÓZSEF—  
TÓTH BÉLA

1. táblázat

A Szeged—Algyő térségében lemélyített kutak fúrása, csövezése során nehézségeket okoz az omló rétegek („pergő” agyagmárgák) jelenléte. A „pergő” agyagmárgák omlása következtében a lyukfal elveszti stabilitását, és ez beléscső-megszorulásokat, fúrószerszám-beékelődéseket okoz.

A tanulmány a lyukfalstabilitás általános kérdéseit vizsgálja, és vázlatosan ismerteti a Szeged—Algyő térségében a „pergő” agyagmárgák jelenlétének következtében előfordult műszaki baleseteket, továbbá a lyukfalstabilitást befolyásoló tényezőket.

A cikk a fúrólyuk-földkéreg rendszerben ébredő feszültségek meghatározására a rugalmas elméletet fogadja el. Újszerű formában tárgyalja a rétegnyomás és a mátrixfeszültség összefüggését. A petrosztatikus nyomás, a rétegnyomás, a nyomáshullámlás, a hidrosztatikus nyomás, hőmérséklet stb. függvényében matematikai formulát ad az ébredő feszültségek értékének és irányának meghatározására.

A fúrólyuk-stabilitás kérdése összetett problémát jelent; stabilitáson értjük a fúrólyuk alakjának és méretének állandóságát.

A lyukfalstabilitás mérséklődése, esetleg megszűnése vagy a fúrólyuk átmérőjének csökkenését, vagy kavernás szakaszok létrejöttét okozhatja. Mind a két jelenség kapcsolatos a lyukfalat alkotó kőzetek beomlásával, diszpergálódásával, oldódásával (sótömszök), amelyek a fúrólyuk mélyítése során komoly fúrás-technikai nehézségeket okoznak. A lyukfalat alkotó instabil kőzetek omlása fúrórúd- (beléscső-) megszorulásokat, lyukszelvényezéskor pedig szondafelüléseket, a diszpergálódás és oldódás szintén nehézségeket és komoly izsapproblémákat okoz. A lyukfalstabilitás csökkenése nem mindig jelent műszaki baleset formájában előforduló fúrástechnikai nehézséget, azt azonban mindig megfigyeltük, hogy omló agyagmárgarétegek átfúrásakor a csökkenő mechanikai sebesség elsődlegesen nem a „pergés” következménye, már csak azért sem, mert a gyakorlat szerint a pergés azonnal nem indul meg, de egy bizonyos idő elteltével — a pergés bekövetkezésekor — a fúrási sebesség csökkenése mindig tapasztalható.

A szeged—algyői szerkezeten kiválasztottunk néhány olyan kutat, amikben a „pergő” agyagmárga következtében fúrástechnikai és műszaki problémák jelentkeztek (1. táblázat).

A táblázatból kitűnik, hogy nagyon komoly időkiesést jelentett az előfordult műszaki problémák megszüntetése. Így pl. az Algyő-4. jelű fúrásnál 85 óra időkiesés volt, itt fúrás közben 2679 m-ben megszorult a szerszám, majd szelvényezés közben több helyen

A fúrás jele	Talpmélység m	Műszaki probléma	Idővesztés h
Algyő-4.	2679	Fúrószerszám-megszorulás Utánfúrás: 2466—2476 m 2624—2627 m 2630—2679 m 2446—2679 m	20
	2704	Szonda felült: 2364 m-ben 2327 m-ben 2272 m-ben Szerszám-megszorulás 2653 m-ben Szerszám felült: 2688 m-ben	10 35 8 12
Algyő-6.		2680	Szondamegcsorulás 2655 m-ben Utánfúrás: 2650—2680 m Szondamegcsorulás 2480 m-ben Utánfúrás: 2473—2485 m Kiegészítő a szerszám szorult Utánfúrás: 2473—2485,5 m 2672—2680 m
	2850 3256,5	Szerszám-megszorulás 2473 m-ben Utánfúrás: 2470—2491 m 2503—2533 m 2606—2680 m Szerszám-megszorulás Szerszám-megszorulás 2785 m-ben	40 5 9 12
Algyő-8.		2687	Utánfúrás: 2667—2679 m 2679 m-ben az öblítés megszűnt, a szerszám szorult
	2839	Szonda felült: 2802 m-ben Utánfúrás: 2810—2839 m	
Algyő-8.		Szonda felült: 2790 m-ben Utánfúrás: 2801—2839 m Szonda felült: 2783 m-ben 2813 m-ben 2811 m-ben Többszörű utánfúrás: 2801—2839 m	72
Algyő-16.	2561	Szonda felült: 2525 m-ben 2486 m-ben Szonda felült: 2486 m-ben	20 10
Algyő-19.	2900	Szondamegcsorulás, kábelszakadás 2635 m-ben Utánfúrás: 2877—2900 m	30
	3089	Utánfúrás: 3058—3089 m 3075—3089 m 3075—3089 m 3054—3089 m	19

felült a szonda; a lyukkondicionáláshoz való beépítésnél pedig 2653 m-ben szorult meg a szerszám, majd — miután olajdugó elhelyezésével sikerült azt megszabadítani —, a további beépítésnél 2688 m-ben a szerszám újra megszorult. A táblázatban közölt többi adatból is kiderül, hogy az időkiesés mindenütt komoly értékű volt, így pl. az *Algyő-8.*-on 72 óra, az *Algyő-6.*-on 77 óra.

Annak ellenére, hogy a szeged—algyői mező fúrásainak mélyítése során olyan hasznos tapasztalatokat szereztünk, hogy fúrástechnikailag már nem jelentkeznek annyira súlyos problémák, mint a mező megismerésének kezdetén, a „pergő” agyagmárga rétegek átfúrása így sincs még megbízhatóan megoldva (*Algyő-115.*, *Üllés Dk-1.*). A „pergő” agyagmárga átfúrása után, ha a „pergés” megindul, a fúró rosszabb kőzetaprítási hatásokkal dolgozik. Ez szépen kitűnik két olyan fúrás példájából, amelyet nem sokkal egymás után mélyítettek, kb. azonos fúrási és öblítőiszap-paraméterekkel, de az egyik fúrásnál észlelték az agyagmárga pergését (*Algyő-115.*), míg a másik helyen az omlás nem következett be (*Algyő-125.*). Az *Algyő-115.* jelű fúrásnál például elektromos szelvényezés közben a radioaktív szonda egyszer 2490 m-ben felült; majd 2420 m-ben másodszor is megszorult. A műszaki probléma oka egyértelműen a „pergő” agyagmárga omlása volt; fúrószerszámmal történő beépítés, majd kiöblítés után az iszap nagy mennyiségben tartalmazott apró töredezett agyagmárgát. Ezzel szemben az *Algyő-125.* jelű fúrásnál a fúrás és a szelvényezés során semmi olyat nem észleltek, ami a „pergő” agyagmárga jelenlétére utalt volna. Ez a  $8\frac{3}{4}$ ”-es háromgörgős A0 fúró mechanikai sebességén is megmutatkozott. A mechanikai sebesség 2500 m mélységig kb. mindkét fúrásnál azonos volt (6—12 m/h, kb. 2000—2500 m-es szakaszon); 2500 m alatt az *Algyő-115.*-ön 2565—2584 m mélységben 3 m/h, ugyanakkor az *Algyő-125.*-ön 2552—2565 m-ben 12 m/h volt.

Omlásra hajlamos rétegek természetesen az Alföldön máshol is komoly nehézséget okoznak (pl. Szarvas, Kondoros), ahol a különböző öblítőiszapok használata sem vezetett eredményre.

A felsorolt problémák megoldására egyidejűleg elméleti és laboratóriumi munkálatokba kezdünk.

Általános értelemben a lyukfalstabilitást elsősorban a következő tényezők befolyásolják:

1. a petrosztatikus nyomás;
2. a lyukfalra ható nyomáshullámzás;
3. a lyukfalra ható mechanikai hatások;
4. a hőmérséklet hatása;
5. az öblítőiszap fizikai-kémiai hatása;
6. az öblítőiszap  $p_H$ -ja;
7. az alkáli földfémek vízben oldódó sóinak hatása.

Természetesen az itt felsorolt tényezőknél kívül még több olyan paraméter van, amelyeknek egy adott rendszerben való vizsgálata nem valósítható meg.

A fúrólyukfal stabilitásának egyik fontos tényezője, hogy a fúrólyuk mélyítésekor (azaz a kőzetegyensúly megbontásakor) a petrosztatikus nyomás, valamint más egyéb hatások következtében a kőzetben létrejövő feszültségek értékét és irányát az öblítőiszappal, valamint a fúrási paraméterek helyes beállításával ellensúlyozni lehet. A fúrólyuk-kőzet rendszerben ke-

letkező feszültségek meghatározására több módszer van. Mindegyik módszernek van előnye és hátránya is.

A rugalmas elmélettel való megközelítés a körülmények nagy részénél teljesen indokolt, ugyanakkor az elmélet megalapozott matematikája miatt jól alkalmazható megoldások kaphatók.

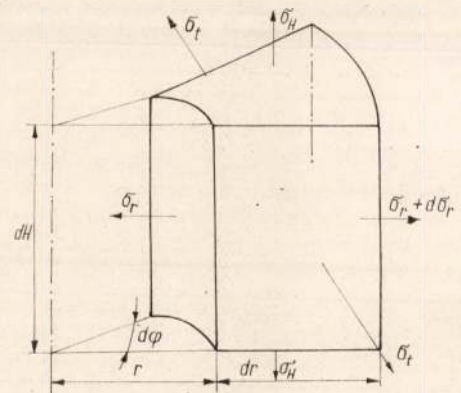
*Perkins, T. K.* [1] megállapítja, hogy ha a kőzet egy része húzásnak, a másik része már nyomásnak van kitéve, akkor óvatosságnak kell lenni a lineáris rugalmasság megválasztásánál. A mi esetünkben (tömör agyagmárgák) ez nem jelenthet különösebb problémát, mert a kőzet szerkezete nagymértékben tömörödött, tehát nyomás hatására már eléggé nagyfokú lineáris rugalmasságról beszélhetünk.

*Curie, J. B.* [2] elméleti modellje szintén izotróp rugalmas anyagból készült végtelen hosszúságú lemez.

*Chierici, G. L.* [3], *Cheatham, J. M.* [4], *Dobrűnin, V. M.* [5] és más kutatók szintén a rugalmas elmélet mellett foglalnak állást.

Számításaink során egy izotróp anyagból készült, középen (szimmetrikusan) furattal ellátott hengert fogadunk el. A furat a fúrólyukat jelképezi, maga a henger pedig a lyukfal környékén elhelyezkedő földkéreg egy bizonyos szakaszát.

Vizsgáljuk meg az elméleti hengerből sugárirányban kivágott hatszögletű idom feszültségviszonyait és írjuk fel az alap-differenciálegyenletet (1. ábra).



1. ábra

A tengelyirányú szimmetria feltételei alapján érintőleges feszültségek nem ébrednek. Az  $r + dr$  sugárváltozásnál a  $\sigma_r d\sigma_r$  értékkel növekszik (1. ábra). Az egyensúly feltétele alapján a sugárirányban vett erők összege egyenlő nullával [6]:

$$(\sigma_r + d\sigma_r)(r + dr)d\phi dH - \sigma_r r d\phi dH - \sigma_t dr dH d\phi = 0,$$

ahol

- $\sigma_r$  a radiális irányú feszültség;
- $r$  a kivágott idomdarab sugara;
- $d\phi$  a kivágott idomdarab nyílásszöge;
- $dH$  a kivágott idomdarab magassága;
- $\sigma_t$  tangenciális irányú feszültség.

Az egyenletet megoldva kapjuk, hogy

$$\frac{d}{dr}(\sigma_r r) - \sigma_t = 0. \quad (1)$$

Az általános Hooke-törvény alapján

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} [\sigma_r - \mu(\sigma_t + \sigma_H)]; \quad \varepsilon_t = \frac{1}{E} [\sigma_t - \mu(\sigma_r + \sigma_H)], \quad (2)$$

ahol

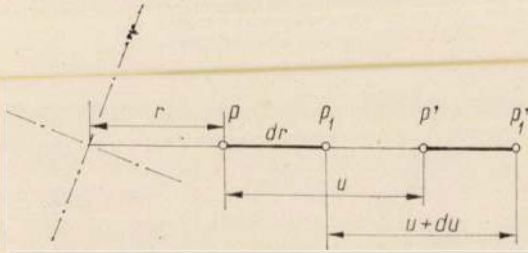
- $\varepsilon_r$  sugárirányú fajlagos megnyúlás (deformáció);
- $\varepsilon_t$  tangenciális irányú fajlagos megnyúlás (deformáció);
- $E$  rugalmassági modulusz;
- $\sigma_H$  vertikális irányú feszültség;
- $\mu$  Poisson-féle szám.

Az utóbbi két egyenletből kifejezzük a  $\sigma_r$ -et és  $\sigma_t$ -t:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_r + \mu\varepsilon_t) + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H \quad (3)$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_t + \mu\varepsilon_r) + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H. \quad (4)$$

Ezt követően a  $\sigma_r$  és  $\sigma_t$  értékeket be kell helyettesíteni a kiindulási differenciálegyenletbe (1), ebben az esetben viszont  $\sigma_r$  és  $\sigma_t$  értékeit kapcsolatba kell hozni a  $dr$  változóval. Ennek megoldására vettük fel a 2. ábrát, ahol a  $P-P_1$  a terhelés előtti állapot,  $P'-P_1'$  pedig a terhelés felvétele utáni állapot.



2. ábra

Az ábra alapján a viszonylagos megnyúlás hosszirányban:

$$\varepsilon_r = \frac{(dr + du) - dr}{dr} = \frac{du}{dr}. \quad (5)$$

A kerület mentén a viszonylagos megnyúlás:

$$\varepsilon_t = \frac{2\pi(r+u) - 2\pi r}{2\pi r} = \frac{u}{r}. \quad (6)$$

Az (5), (6) egyenletet behelyettesítve a (3), (4) egyenletbe:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} \left( \mu \frac{u}{r} + \frac{du}{dr} \right) + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H, \quad (7)$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} \left( \frac{u}{r} + \mu \frac{du}{dr} \right) + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H. \quad (8)$$

A (7), (8) egyenletet behelyettesítve a kiindulási differenciálegyenletbe (1):

$$\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} - \frac{u}{r^2} = 0. \quad (9)$$

A kapott inhomogén lineáris differenciálegyenletet egyszerűbb alakra hozva:

$$\frac{d}{dr} \left( \frac{du}{dr} + \frac{u}{r} \right) = 0.$$

Az egyenlet megoldása:

$$u = C_1 r + \frac{C_2}{r}, \quad (10)$$

ahol  $C_1$  és  $C_2$  integrálállandók.

A (10) egyenletet visszahelyettesítve a (7), (8) egyenletbe:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} \left[ C_1(1+\mu) - C_2(1-\mu) \frac{1}{r^2} \right] + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H, \quad (11)$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2} \left[ C_1(1+\mu) + C_2(1-\mu) \frac{1}{r^2} \right] + \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_H. \quad (12)$$

Meghatározva  $C_1$  és  $C_2$  értékét a következő peremfeltételekből:

$$1. \quad r=r_f, \quad \text{akkor} \quad \sigma_r = - \left( \frac{\gamma_i H}{10} \pm K + P_1 \sigma \right) + A, \quad (13)$$

ahol

- $r_f$  a fűrőlyuk sugara, cm;
- $\gamma_i$  az öblítőiszap fajsúlya, kp/dm<sup>3</sup>;
- $H$  a fűrőlyuk mélysége, m;
- $K$  a nyomáshullámzás értéke, kp/cm<sup>2</sup>;
- $P_1 \sigma$  az öblítés hűtésének hatására létrejött feszültség értéke, kp/cm<sup>2</sup>;
- $A$  a rétegnyomás „itt figyelembe vett” értéke, kp/cm<sup>2</sup>.

$$2. \quad r=r_k, \quad \text{akkor} \quad \sigma_r = - \left\{ \frac{\mu H}{1-\mu} \left[ \frac{\gamma_K(1-\phi)}{10} + 0,107 \phi \right] \right\} + A, \quad (14)$$

ahol:

- $r_k$  az elméleti modell (henger) külső palástjának sugara, cm;
- $\gamma_K$  a fedőkőzet fajsúlya, kp/dm<sup>3</sup>;
- $\phi$  a fedőkőzet porozitása (tizedesben).

A (13) egyenletet  $-P_b(első)$ -vel, a (14) egyenletet  $-P_k(ülső)$ -vel jelölve, s a (11) egyenletbe behelyettesítve kapjuk a  $C_1$  és  $C_2$  értékét:

$$C_1 = \frac{1-\mu^2}{E} \frac{1}{1+\mu} \frac{P_b r_f^2 - P_k r_k^2}{r_k^2 - r_f^2} - \frac{\mu}{E} \sigma_H,$$

$$C_2 = \frac{1-\mu^2}{E} \frac{1}{1-\mu} \frac{r_f^2 \cdot r_k^2}{r_k^2 - r_f^2} (P_b - P_k).$$

Ezek után a  $C_1$  és  $C_2$  értékét a (10), (11) és (12) egyenletbe behelyettesítve, kapjuk a végérvényes képletet az elmozdulás és a feszültség értékeire:

$$u = \frac{1-\mu}{E} \frac{P_b r_f^2 - P_k r_k^2}{r_k^2 - r_f^2} r - \frac{1+\mu}{E} \frac{r_f^2 \cdot r_k^2}{r^2} \frac{P_b - P_k}{r_k^2 - r_f^2}, \quad (15)$$

$$\sigma_r = \frac{P_b r_f^2 - P_k r_k^2}{r_k^2 - r_f^2} - \frac{r_f^2 \cdot r_k^2}{r^2} \frac{P_b - P_k}{r_k^2 - r_f^2}, \quad (16)$$

$$\sigma_t = \frac{P_b r_f^2 - P_k r_k^2}{r_k^2 - r_f^2} + \frac{r_f^2 \cdot r_k^2}{r^2} \frac{P_b - P_k}{r_k^2 - r_f^2}. \quad (17)$$

A (16) és (17) egyenletben  $r_k \rightarrow \infty$  esetén (kétszer deriválva, külön a számláló és a nevező):

$$\sigma_r = -P_k - \frac{r_f^2}{r^2} (P_b - P_k), \quad (18)$$

$$\sigma_t = -P_k + \frac{r_f^2}{r^2} (P_b - P_k). \quad (19)$$

Ha a (18) és (19) egyenletbe behelyettesítjük a  $P_b$  és  $P_k$  értékeit, akkor a radiális és tangenciális irányú feszültség:

$$\sigma_r = -\frac{\mu}{1-\mu} H \left( 1 - \frac{r_f^2}{r^2} \right) [0,1 \gamma_k (1-\phi) + 0,107 \phi] - \frac{r_f^2}{r^2} \left( \frac{\gamma_{IH}}{10} \pm K - P_{to} \right) + A, \quad (20)$$

$$\sigma_t = -\frac{\mu}{1-\mu} H \left( 1 + \frac{r_f^2}{r^2} \right) [0,1 \gamma_k (1-\phi) + 0,107 \phi] + \frac{r_f^2}{r^2} (0,1 \gamma_{IH} \pm K - P_{to}) + A. \quad (21)$$

A (20) és (21) egyenletben az  $A$  értéke a rétegnomás hatását fejezi ki a radiális és tangenciális feszültségekre vonatkozóan. A rétegnomást ki lehet fejezni a mátrix-feszültség és a fedőréteg nyomásának ismeretében, amely összefüggést a *Terzaghi*-képlet tartalmazza. Véleményünk szerint ez az összefüggés csak az általános szemléletben fogadható el helyesnek, konkrét formába öntése már átdolgozásra szorul.

Az egész porózus közetrendszert úgy kell felfogni, hogy az áll [5]:

1. vázrendszerből;
2. a vázt összetevő szilárd anyagból;
3. pórusokból;
4. a pórusokat kitöltő fluidumból.

Ennek alapján, ha a *Terzaghi*-képletet vesszük figyelembe,  $P_{f(edőréteg)} = P_{m(atrrix)} + P_{r(éteg)}$ ,

akkor a  $P_f$  egy bizonyos  $C$  értékkel való növekedésével (a fúrás mélyítése során a  $P_f$  nagyobb lesz) párhuzamosan elképzelhető, hogy a rétegnomás is egy bizonyos  $C$  értékkel növekszik, ez viszont az egyenlőség következtében azt jelenti, hogy  $P_m = \text{konst.}$ , azaz a közetváz semmiféle deformációnak nincs kitéve. Ez nem valószínű, mert ha veszünk pl. egy mintadarabot, és az arra ható külső nyomást (mely a fedőréteg nyomását helyettesíti) egy bizonyos  $C$  értékkel, míg a pórusnyomást helyettesítő belső nyomást ugyancsak  $C$  értékkel megnöveljük, akkor az előbbi eszmefuttatás szerint semmiféle térfogatváltozás (deformáció) nem jöhet létre. Ez pedig nem lehet igaz, mert a pórusnyomás növekedésével egyrészt nő a pórustérfogat, s ez a váztérfogat növekedését vonja maga után, másrészt csökken a vázt alkotó szilárd anyag térfogata, a külső nyomás növekedése pedig csupán

a váz térfogatát csökkenti. A váztérfogat „kétszer” csökken, a pórustérfogat pedig „egyszer” nő, azaz a vázfeszültség megnőtt. Ezek után célszerű a képletet egy szorzótényezővel módosítani, azaz

$$P_{f(edő)} = P_{v(áz)} + n P_{r(éteg)}. \quad (22)$$

Az  $n$  értéke azt mutatja meg, hogy a váz térfogati összenyomódása hogyan aránylik a vázt összetevő szilárd anyag térfogati összenyomódásához. Az  $n$  értéke *Geertsma, I.* [6] szerint:

$$n = \frac{\beta_{v(áz)} - \beta_{s(zilárd)}}{\beta_{r(áz)}}, \quad (23)$$

ahol

$\beta_{v(áz)}$  a vázszerkezet térfogati összenyomódási tényezője;

$\beta_{s(zilárd)}$  a szilárd szemcsék összenyomódási tényezője.

Ugyanazt az eredményt kapta *Falt, I.* [7] is, aki mintadarabokon végzett deformációs kísérletei alapján határozta meg az  $n$  értékét:

$$n = - \frac{\left[ \frac{\Delta L}{L} \right]_{P_r = \text{konst.}}}{\left[ \frac{\Delta L}{L} \right]_{P_k = \text{konst.}}}, \quad (24)$$

ahol a  $\frac{\Delta L}{L}$  a mintadarab fajlagos deformációja.

A (23) képletből is kitűnik, de más irodalom is utal arra [5], hogy erősen konszolidált, tömörödött közeteknél az  $n$  értéke 0-val egyenlő, tehát a (20) és (21) egyenletekben az „ $A$ ” helyére beírhatjuk:  $A = n P_{r(éteg)}$ , és annak figyelembevételével, hogy a mi esetünkben  $n=0$ -val, kapjuk a végső egyenletet:

$$\sigma_r = -\frac{\mu}{1-\mu} H \left( 1 - \frac{r_f^2}{r^2} \right) [0,1 \gamma_k (1-\phi) + 0,107 \phi] - \frac{r_f^2}{r^2} (0,1 \gamma_i \cdot H \pm K - P_{to}), \quad (25)$$

$$\sigma_t = -\frac{\mu}{1-\mu} H \left( 1 + \frac{r_f^2}{r^2} \right) [0,1 \gamma_k (1-\phi) + 0,107 \phi] + \frac{r_f^2}{r^2} (0,1 \gamma_i \cdot H \pm K - P_{to}). \quad (26)$$

A (25), (26) egyenletet a lyukfal mentére ( $r=r_f$ ) vonatkoztatva kapjuk, hogy

$$\sigma_r = -(0,1 \gamma_i \cdot H \pm K - P_{to}) \quad (27)$$

$$\text{és } \sigma_t = -\frac{2\mu}{1-\mu} H [0,1 \gamma_k (1-\phi) + 0,107 \phi] + 0,1 \gamma_i \cdot H \pm K - P_{to}. \quad (28)$$

Az utóbbi két összefüggés azt jelenti, hogy a fúrólyuk-közet rendszerben a lyukfal mentén, a közet felől ható sugárirányú feszültség zérus, ezzel szemben az ugyanezen irányú tangenciális feszültség kétszerese a  $P_k$  „külső” nyomásnak, vagyis egy körgyűrű

mentén a fedőréteg kétszeres erővel próbálja összeroppantani a lyukfalat, és ez ellen csak egyszeres értékű belső nyomás hat.

Ilyenformán a körgyűrű mentén túlfeszültség jelentkezik és a kőzet a gyűrű vonalában minden kisebb külső hatásra vagy anélkül is deformációt szenvedhet, majd megrepedezik, beomlik. Célunk az, hogy megállapítsuk: mi az a körgyűrű mentén ható érintőleges feszültség, aminél a repedés, az omlás megkezdődik, vagy ha az omlást előidéző feszültségnél a ténylegesen ható érintőleges feszültség kisebb, akkor mi az a pótlólagosan ható tényező (fűrészsorszám-vibráció, nyomáshullámszám, hőmérséklet hatása stb.), aminél már bekövetkezik a lyukfalat alkotó kőzetek omlása.

A gyűrű alakban történő omlásról alkotott elképzelésünket látszik bizonyítani az a tény is, hogy az a kevés „pergő” agyagmárga mag, amit a magfűrészkor épségben ki tudunk nyerni, tele van a mag palástja mentén körgyűrűben elhelyezkedő repedésekkel.

A feszültséghatárok ( $\sigma_r$ ,  $\sigma_t$ ) pontos meghatározása kísérletileg, laboratóriumi vizsgálatok útján a legcél-szerűbb.

### Összefoglalás

1. Megállapítottuk, hogy Szeged—Algyő térségében az omlásra hajlamos, úgynevezett „pergő” agyagmárgarétegek átfűrésze után ma is komoly fűrésstechnikai és csövezési problémák jelentkeznek.
2. A lyukfalstabilitás egyik fontos tényezőjeként, a lyukfal mentén létrejövő feszültségek megállapítására izotróp anyagból készült hengert fogadtunk el és a lineáris rugalmasság elve alapján számoltunk.

3. A rétegyomás és váz-feszültség összefüggésében egy  $n$  szorzótényezőt javasoltunk, melynek értéke kőzetenként változó. Ennek alapján  $P_{f(\text{edőréteg})} = P_{v(\text{áz})} + nP_{r(\text{éteg})}$ .
4. A kapott összefüggések ismeretében konkrét értékek behelyettesítésével összeállíthatunk olyan elméleti fűrészi (ha a szerszám vibrációját is figyelembe vesszük) és öblítőiszap-paramétereket, melyek legkedvezőbben befolyásolják a „pergő” agyagmárga átfűrésze után jelentkező problémákat.

### IRODALOM

- [1] Perkins, T. K.: Application of rock mechanics in hydraulic fracturing theories. Seventh World Petr. Congr. Vol. 3, 1967.
- [2] Currie, J. B.: Evolution of stress in rocks of a sedimentary basin. Seventh World Petr. Congr. Vol. 3, 1967.
- [3] Chierici, G. L.—Ciucci, G. M.: Effect of the overburden pressure on same petrophysical parameters of reservoir rocks. Seventh World Petr. Congr. Vol. 3, 1967.
- [4] Cheatam, J. M.—Cnirk, P. F.: Review of the fundamental aspects of rock deformation and failure. Seventh World Petr. Congr. Vol. 3, 1967.
- [5] Dobrűnin, V. M.: Fiziceszkic szvojsztva neftegazovűh kolektorov v glubokih szkvaszinah. Moszkva, Nedra, 1965.
- [6] Geertsma, I.: The effect of fluid pressure decline on volume changes of porous rocks. Trans. AIME Vol. 210, 1957.
- [7] Falt, I.: Compressibility of sandstones at low to moderate Bull. AAPG 8 (1958).
- [8] Feodosjev, V. J.: Szoprotivlenie materialov. Moszkva, 1963.
- [9] Bulatov, V. V.: Temperaturűie naprjazsenija porod szenok szkvaszinű. Neftjanoe Hozjajsztvo 2 p. 23—26. (1965).

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### A XX. Bányászkonferencia

1971. április 9—10-én tartotta a Bányai Dolgozók Szakszervezete XX. Konferenciáját. A konferencián 250 küldött képviselte a 171 226 főt számláló szakszervezeti tagságot. A 22 732 fős szénhidrogénbányász képviselőtársaság 32 küldött volt jelen a kőolajbányászat különböző területeiről.

A konferencia súlyát emelte, hogy azon részt vett és az elnökségben helyet foglalt többek között Fock Jenő, a minisztertanács elnöke, Gáspár Sándor, a SZOT főtitkára, Kiss Károly, a SZOT alelnöke, Nemeslaki Tivadar, a SZOT titkára, dr. Lévárdi Ferenc nehézipari miniszter, Karel Slapka, a Bányász Szakszervezet Nemzetközi Szövetségének titkára. A kőolajipart az elnökségben Varga József, a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem igazgatója, a szakszervezet alelnöke, továbbá Bese Vilmos, az OKGT vezérigazgatója és Mile Lajos fűrészmester, a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem dolgozója képviselte.

Simon Antal főtitkár írásbeli és szóbeli beszámolója kiemelten foglalkozott a szénhidrogén-bányászat elmúlt 5 éves eredményeivel, az energiahordozók arányának a szénhidrogének javára történő változásával és ennek népgazdasági jelentőségével. Vázolta a szénhidrogén-bányászok kereseti elmaradását és közölte, hogy a szakszervezet is jelentős segítséget nyújtott ahhoz, hogy az 1970. év végével hozott GB-határozat megadta a lehetőséget a IV. ötéves tervben a szénhidrogén-ipari dolgozók jövedelmének a népgazdasági ipar átlagára történő felemeléséhez. Hiányosságként vetette fel a szénhidrogénbányászok szociális helyzetében mutatkozó elmaradottságot. A szénhidrogénbányászok lakás- és tisztálkodási, valamint étkezési, egészségügyi és kulturális viszonyainak javítása több tervszerűséget és nagyobb gondosságot kíván. A vitában felszólalt többek között Pálffy István, az OKGT Szakszervezeti Bizottságának titkára és Bese Vilmos vezérigazgató.

A konferencia a második tanácskozási napon megválasztotta

a 97 tagú új központi vezetőséget. Az új központi vezetőségben a szénhidrogén-bányászatot 11 fő képviseli. Központi vezetőségi tagok lettek a kőolajiparból:

Aján Gergely	Kőolajvezeték Vállalat
Fritz László	Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem
Lájer László	Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat
Miha Józsefné	Kőolajvezeték Vállalat
Mile Lajos	Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem
Németh László	Dunántúli Kőolajipari Gépgyár
Pálffy István	OKGT
Pongrácz Istvánné	Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem
Pozsonyi Ferenc	Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat
Varga József	Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem
Bánda József	OKGT

A központi vezetőség megtartotta első ülését, amelyen megválasztották a 15 tagú elnökséget. Az elnökségbe a szénhidrogén-bányászat részéről Varga József, a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem igazgatóját választották be, aki egyben a szakszervezet alelnöke is lett. Az elnökség tagja lett még Pálffy István, az OKGT Szakszervezeti Bizottságának titkára is.

A magyar szénhidrogén-bányászat dolgozói nagy várakozással tekintenek a megválasztott központi vezetőség munkája elé, a szénhidrogén-bányászati dolgozók nagyobb mértékű elismerése érdekében.

Budapest, 1971. április 15.

Bánda József  
vezérigazgató-helyettes  
(OKGT, Budapest)

# A Zala-sorozat olajtelítettségének meghatározása termelési adatok alapján

GOMBOS ZOLTÁN—  
ŐRI VIKTOR

*Az olajtelepek művelésének tervezéséhez, irányításához szükséges a telítettség viszonyok ismerete, különösen a másodlagos vagy harmadlagos eljárások alkalmazásának vizsgálatához. A szerzők módszert ismertettek az olaj- és gáztelítettség területi eloszlásának meghatározására, melyet a Zala-sorozat művelésének elemzéséhez alkalmaztak. Eredményeiket az irodalomból ismert más módszerrel kapott adatokkal is összehasonlítják.*

## Bevezetés

Olajtelepek művelése folyamán a telep telítettség viszonyai megváltoznak. A kitermelt olaj helyét a kiszorító (rendszerint gáz vagy víz) foglalja el, sőt a termelőkutak felé áramló olaj által érintett területen is megváltozhat az olaj-, a gáz- és esetleg a víztelítettség eloszlása.

A művelés kezdetén a különböző geológiai és koroziós adatokból, továbbá a rétegvizsgálatok eredményeiből a telepeken általában jól ismert az olaj és gáz elhelyezkedése és az egyes fázisok telítettség eloszlása. Ezeknek ismerete alapvető fontosságú a művelés tervezéséhez.

A művelés folyamán számos tényező miatt egyenletlenül változik az egyes teleprészek telítettsége, s egyre nagyobb eltérés adódik azok kezdeti eloszlásától is. A telítettség durvább jellegű változását a termelőkutak elvizesedésével, elgázosodásával lehet érzékelni. A művelés ellenőrzéséhez, helyes irányításához vagy tervezéséhez azonban általában ennél részletesebb ismeretekre van szükség. Vonatkozik ez különösen olyan telepekre, melyeknél másodlagos vagy harmadlagos eljárás alkalmazásának lehetőségét vagy eredményességét kell vizsgálni [1].

A kutatás stádiumában alkalmazott módszerek ismételt fogatosítása a művelés folyamán igen költséges lenne és egyben akadályozná a termelést is. Ezért kísérlik meg az egyes kutak vagy telepek termelési adatainak elemzésével meghatározni az átlagos telítettséget vagy a telítettség területi eloszlását. E módszerek alapja, hogy a termelt folyadék-, ill. gázmennyiségek aránya összefüggésben van a kutak körzetének telítettség viszonyaival. Tanulmányunkban a két-fázisú relatíváteresztőképesség-, valamint a telítettség értékek összefüggéséből kiindulva, továbbá a termelési adagok alapján határoztuk meg a Zala-sorozatban az olaj- és gáztelítettség területi eloszlását.

## A Zala-sorozat termelési viszonyai

A Zala-sorozat kis kezdeti gázsapkával rendelkező telített olajtelep volt, melyet kiterjedt peremi és részben talpi víztest határolt. A sorozat több homokkő-rétegre tagolódik, melyek közül a művelés kezdetén csak az 1. homokkőnek volt a szerkezet tetőrészén szabad gázzal telített zónája. A kezdeti gázsapka és az olajjal telített pórusterfogot aránya  $0,157 \text{ m}^3/\text{m}^3$  volt; a 3. homokkő mindenütt talpi vízzel érintkezik. Az egyes homokkővek helyenként egymással összefüggnek, közös hidrodinamikai rendszert alkotnak [3, 4].

A művelés folyamán elsősorban a természetes energifajták: kimerülés, vízbeáramlás és gázsapka-kiterjedés, továbbá az alkalmazott gázvisszanyomás jelentették a kiszorító energiát. A termelés kezdeti szakaszában az energiaforrások közül elsősorban a kimerülés érvényesült. A gázvisszanyomás megindításától, de főleg annak nagyobb mérvétől — 1952 óta — érződött a gázsapka, illetve a másodlagos gázfelhalmozódások nyomásfenntartó hatása. 1951-től emelkedett jelentősebb mértékben a víztermelés, 1963-tól pedig fokozott ütemű az elvizesedés. A telep működési rendszerét az elmúlt években — és jelenleg is — döntően a peremi vízbeáramlás határozza meg.

A termelés folyamán a rétegnyomás a kezdeti értékről (105 att) fokozatosan csökkent, majd 1963-tól a peremi vízbeáramlás fokozódásával e csökkenés mérséklődött. Ez idő szerint igen eltérő a még gáz- és olajtelített, ill. az elárasztott területek nyomása, (10—20, ill. 40—50 att).

A telepből — mely alatt a Zala-homokkővek egészét értjük —, a termelési nyilvántartás szerint 1970. I. 1-ig kitermeltek  $1\,413\,845 \text{ m}^3$  olajat,  $690\,973 \text{ em}^3$  gázt és  $386\,732 \text{ m}^3$  vizet. A kezdeti földtani készleteket alapul véve az elért kitermelés 25,1%. A gáznyomás időszaka alatt  $364\,200 \text{ em}^3$  gázt sajtoltak be, továbbá egy teleprészbe  $140\,000 \text{ m}^3$  vizet.

## Az alkalmazott módszer leírása

Víz és olaj együttes áramlása esetén a termelési víz-olaj viszony ( $F_{wo}$ ) és a mozgó folyadék vízhányada ( $f_v$ ) között a következő ismert összefüggés áll fenn:



$$f_v = \frac{F_{wo}}{B_o + F_{wo}} \quad (1)$$

Gáz és olaj együttes áramlásánál pedig a GOV ( $R$ ) és az áramló folyadék gázhányadának ( $f_g$ ) összefüggése:

$$f_g = \frac{\frac{B_g}{B_o} (R - R_s)}{1 + \frac{B_g}{B_o} (R - R_s)} \quad (2)$$

A fenti összefüggések alapján a kétfázisúknak tekinthető áramlás esetén a víz-olaj viszony (VOV), ill. a gáz-olaj viszony (GOV) értékekből az  $f_v$ , ill.  $f_g$  értékek kiszámíthatók.

A különböző telítettségi értékekhez tartozó relatív áteresztőképesség arányait közetmintán végzett áramlási méréssel lehet megállapítani. Ezekből (vízszintes áramlás esetén, a kapilláris nyomás változását elhanyagolva)  $f_v$  és  $f_g$  az alábbi képletekkel számolható:

$$f_v = \frac{1}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rv}} \cdot \frac{\mu_v}{\mu_o}}; \quad f_g = \frac{1}{1 + \frac{k_{ro}}{k_{rg}} \cdot \frac{\mu_g}{\mu_o}} \quad (3)$$

A (3) összefüggésben a relatív áteresztőképesség-értékek — vagy ennek megfelelően  $f_v$ , ill.  $f_g$  — az olajtelítettség ( $S_o$ ) és a víztelítettség ( $S_v$ ), ill. a gáztelítettség ( $S_g$ ) függvényei. Mivel az összefüggés kölcsönös, az  $f_v$ , ill. az  $f_g$  értékek is meghatározzák a hozzájuk tartozó telítettséget. Így a víz-olaj viszonyból, ill. a gáz-olaj viszonyból kiindulva megkaphatók az  $f_v$ , ill.  $f_g$  majd a telítettség értékei.

Ha az áramlás nem volt kétfázisúknak tekinthető, tehát mindhárom fázis részt vett az áramlásban, akkor a telítettség meghatározásához becslést alkalmaztunk. A gáz-folyadék viszonyból kiindulva olaj-gáz, majd víz-gáz rendszert tételezve fel, meghatároztuk a gáztelítettség értékét és a tényleges értéket a két kapott érték közöttinek tekintettük. A pórások folyadék-telítettségének megoszlását pedig a víz-olaj viszony és a víz-olaj relatív áteresztőképesség-görbe alapján vettük fel.

Az eddigiekben leírtak a teljes térfogati kiséprés esetére vonatkoztak; ez a laboratóriumi méréseknél a magmintán végrehajtható, és az egyenletek is ilyen esetre vonatkoznak. A tárolóban, különösen ha az heterogén, a térfogati hatások lényegesen kisebbek lehet az egységénél.

Az átlagos térfogati hatásfokot a kiszorításvizsgálatok eredménye, a készletérték, valamint az eddig kitermelt olajmennyiség alapján becsültük. A Zala-sorozatnak megfelelő természetes közetmintákon rétegvizonyoknak megfelelő körülmények között, gázzal, illetve vízzel, mintegy 50, ill. majdnem 60%-os kiszorítás érhető el. A Zala-sorozatból a kezdeti földtani olajkészletnek 1969-ig már 25%-át kitermelték. Az olajtelített pórusterfogatnak fele vízzel van elárasztva, további 25%-ból is 50% fölötti vízzel termelik az olajat. Így a kiszorító energiák közül a víz az uralkodó. Mivel a kiszorító közegek kiszorítási hatásfoka a fentiek szerint 50–60% között van és a teljes kihozatal 25%, a térfogati hatások átlagos értéke kb. 50%-nak mondható. Gázkiszorítás esetében ennél

néhány százalékkal kisebbet, vízkiszorításnál pedig nagyobbat vettünk figyelembe az egyes kutaknál.

Az egyes kutak körzetének átlagos telítettségértékét a fenti térfogati hatásfoknak megfelelően számítottuk. A víz, ill. gáz által érintett térfogatra a telítettséget a kúthozamokból számoltuk, s a kiszorító közegetől nem érintett térfogatrészre a kezdeti ( $S_o = 0,70$ ;  $S_o = 0,30$ ) telítettséget vettük alapul.

#### A Zala-sorozat olaj- és gáztelítettség-eloszlása

Az eloszlást az 1969. március 31-i termelési állapot adataiból számolt telítettségértékek alapján szerkesztettük. Rétegenként elsősorban az illető rétegből termelő kutakat vettük figyelembe. A többi rétegből termelő kutaknál a közös GOV és VOV értékeket használtuk. A másodlagos művelésre az 1., 2. f és a 2. a rétegek alkalmasak [3]. Az olaj- és gáztelítettség-eloszlást mindhárom rétegre meghatároztuk. Az 1. sz. homokkőre vonatkozó olaj- és gáztelítettség-eloszlást az 1. és 2. ábrán mutatjuk be. A térképen csak azokat a kutakat tüntettük fel, amelyek az 1. sz. homokkőre nyitottak.

A relatív áteresztőképesség-görbénél gáz-olaj rendszerre a Zala-sorozat homokjainak átlagos paramétereit legjobban megközelítő, Budafa-sorozatból származó közetmintán végzett méréseket vettük alapul (a B-270. fúrás 1113–1119 m-ből vett közetmintája). A víz-olaj rendszerrel a B-427. fúrás 1114–1118 m-ből vett mintájának mérését használtuk. A méréseket az OGIL nagykanizsai laboratóriumában végezték.

A művelési tervhez elvégezték az ismertetett módszerrel számított olajtelítettség-eloszlás alapján a telepben maradt olajkészlet meghatározását [6]. A készlet döntő többségét kitevő 1. és 2. f rétegekben egyaránt 26,4%-os kihozatal adódott, ami a termelési adatok és a meghatározott telítettségeloszlás pontatlanságára való tekintettel igen jó egyezést jelent a sorozat nyilvántartott 25%-os kihozatalával.

#### Közelítő módszer három fázis együttes áramlásának esetére

Három fázis együttes áramlása esetén — a kétfázisú relatív áteresztőképesség értékeinek ismeretében — a telítettségértékeket a termelési adatokból közvetlenül is lehet becsülni. Ezt a módszert mutatja be a [7] irodalom.

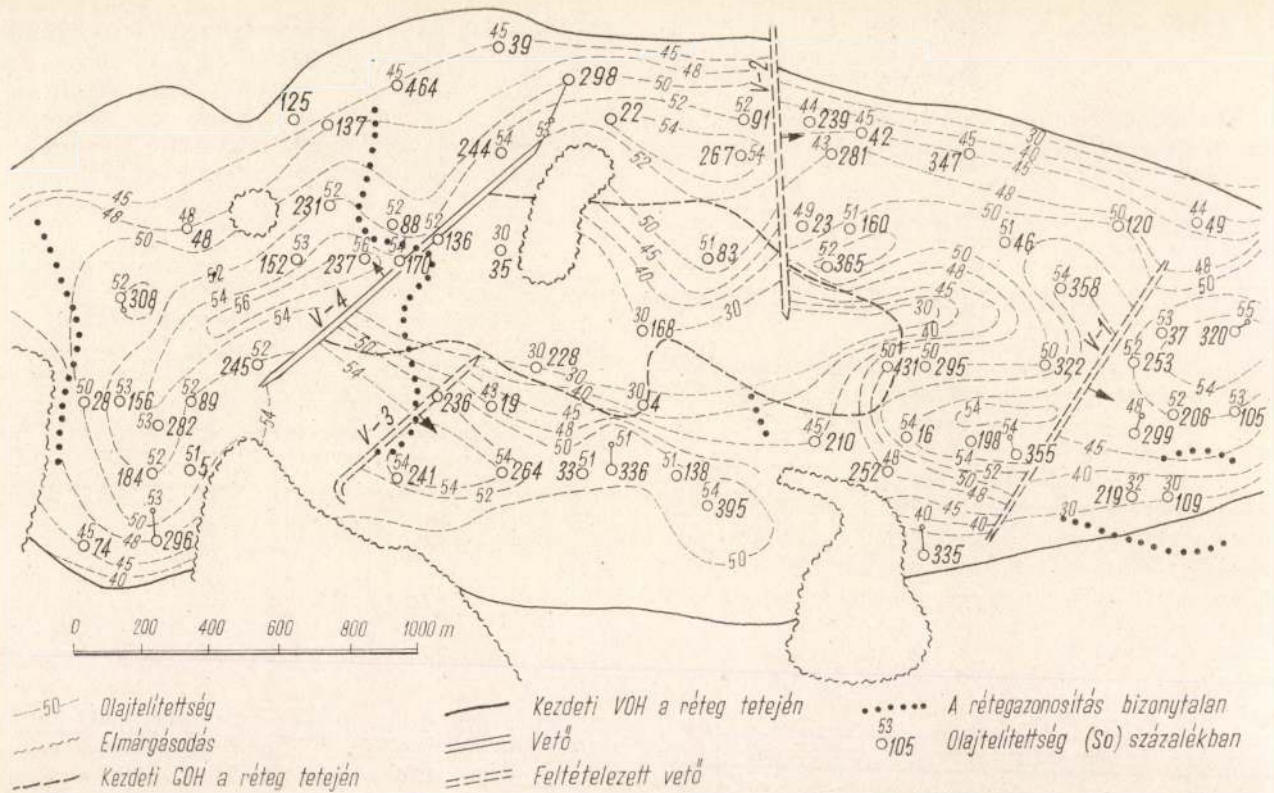
A kiindulási alapösszefüggések [5] az alábbiak:

$$\frac{k_{rg}}{k_{ro}} = \frac{\mu_g}{\mu_o} \frac{B_g}{B_o} (R - R_s) \quad (4)$$

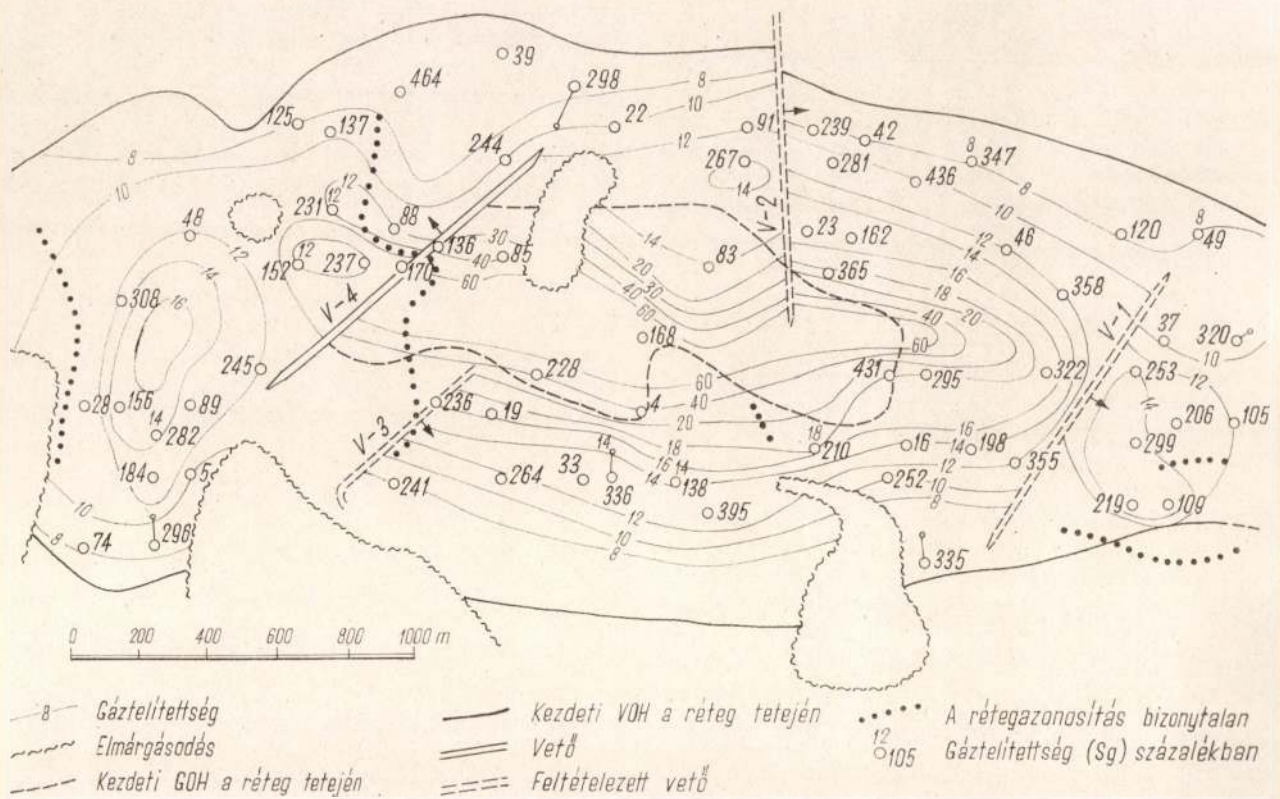
$$\frac{k_{rw}}{k_{ro}} = F_{wo} \frac{\mu_w}{\mu_o} \frac{B_w}{B_o} \quad (5)$$

Mivel egy adott kútnál a (4) és (5) összefüggést egy-egy szerre kell kielégíteni, a szerzők olyan diagramot használnak, melynél a két áteresztőképesség-arány a két koordináta, s a hozzá tartozó pont egy telítettségi állapotot határoz meg.

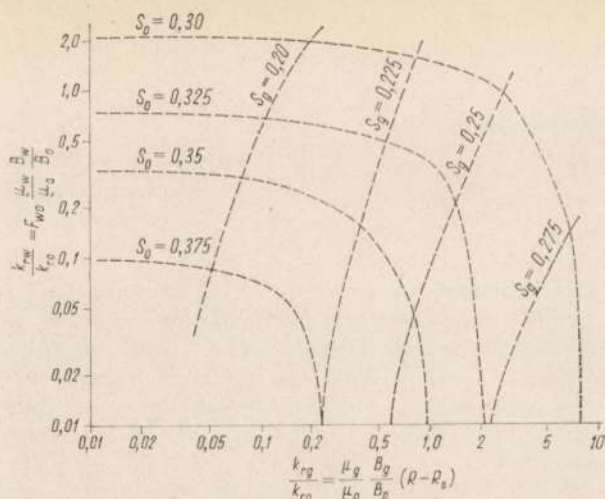
A diagramot a relatív áteresztőképesség-arányok, valamint a telítettségértékek mérésből kapott össze-



1. ábra  
 ZALA-SOROZAT  
 Az 1. sz. homokkő olajtelítettség-eloszlása  
 (1969. márciusi állapot)



2. ábra  
 ZALA-SOROZAT  
 Az 1. sz. homokkő gáztelítettség-eloszlása  
 (1969. márciusi állapot)



3. ábra

függései alapján lehet megszerkeszteni. A közelítés alapelve, hogy mindegyik fázis relatív átteresztőképessége csak az illető fázis saját telítettségétől függ. Ez a feltételezés gáz és víz esetében az [1, 2, 8] jelű irodalomban közöltek szerint helyes, olajra vonatkozóan azonban *Wyllie és Gardner* [8] homokkő kőzetmagon végzett mérései szerint már erősen vitatható.

1. táblázat

Kútszám	GOV m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Víztartalom %	Telítettség	Közelítő módszerünk	<i>Diver—Earlougher</i> módszere
B-49.	141	35	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,44 0,08 0,48	0,52 0,10 0,38
B-107.	1111	60	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,54 0,10 0,36	0,52 0,11 0,37
B-138.	122	40	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,51 0,14 0,35	0,52 0,11 0,37
B-231.	3600	65	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,52 0,12 0,36	0,52 0,12 0,36
B-282.	917	58	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,53 0,14 0,33	0,52 0,11 0,37
B-336.	203	69	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,51 0,14 0,35	0,48 0,12 0,40
B-347.	109	76	$S_o$ $S_g$ $S_w$	0,45 0,08 0,47	0,45 0,11 0,44

A Zala-sorozatra korábban felhasznált kétfázisú relatívátteresztőképesség-mérések alapján megszerkesztettük a [7] irodalom szerinti diagramot, melyet a 3. ábrán mutatunk be. Meglepő, hogy a három fázis együttes áramlása viszonylag kis olaj-, ill. gáztelítettség-tartományt ölel fel. Az itt kapott értékeket a (4) és (5) összefüggésekbe helyettesítve kiderül, hogy ez a termelőkutaknál 29—29 000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> GOV-, illetve 3,9—99% víztartalom-tartományt jelent. Ezen túlmenően — mivel a térfogati hatások változó és lényegesen eltér az egységtől —, a térfogati átlagolással kapott telítettségértékek változása a közölt értékeknél nagyobb mértékű.

A telítettségértékeket — a Zala-sorozat 1. sz. homokkővéből 1969 márciusában termelt kutak adatai alapján — összehasonlításként e módszerrel [7] is meghatároztuk. A GOV és VOV értékekből számolt relatívátteresztőképesség-arány (koordináta) értékeinek megfelelő telítettséget a 3. ábráról olvastuk le, majd a térfogati hatásfokot a korábban leírt módon vettük figyelembe.

Az 1. táblázat szemlélteti az egyes kutak körzetére — közelítő módszerünkkel, illetve a *Diver—Earlougher*-módszerrel [7] kiszámított —, átlagos telítettség-értékeket. Mint látható, a kutak többségénél nincs lényeges eltérés az egyes telítettségértékek között. Mivel mindkét módszer közelítő módszer, jobb egyezést nem is várhattunk.

### Összefoglalás

Az olajtelepek művelésének irányításához, különösen a másodlagos vagy harmadlagos eljárások vizsgálatához, tervezéséhez nagy jelentőségű a telítettség-eloszlás ismerete. Ilyen célból vizsgáltuk a Zala-sorozat homokkőrétegeinek olaj- és gáztelítettség-eloszlását.

A kutak körzetének telítettségi viszonyait a termelési adatok alapján megbecsülő két közelítő módszert mutattunk be, melyek a Zala-sorozat 1. sz. homokkőrétegre alkalmazva a kutak többségénél nem adtak lényeges eltérést.

### IRODALOM

- [1] *Smith, C. R.*: Mechanics of secondary oil recovery. New York, Reinhold Publ. Co., 1966.
- [2] *Frick, T. C.*: Petroleum production Handbook II. New York, McGraw Hill Book Co., 1962.
- [3] A Zala—Mura-sorozat művelési terve, OKGT. TKFF, 1964.
- [4] Olajtelepeink földtani, rezervoár és termelési viszonyainak elemzése, OGIL jelentés, 1969.
- [5] *Buckley, S. E.—Leverett, M. C.*: Mechanism of fluid displacement in sands. Trans. AIME Vol. 146, 1942.
- [6] A Zala—Mura-sorozat másodlagos művelési tervének pontosítása, OGIL, 1970.
- [7] *Diver, C. J.—Earlougher, R. C.*: Estimating threephase saturations from well production and relative permeability data. JPT Sept. (1968).
- [8] *Wyllie, M. R. J.—Gardner, G. H. F.*: World Oil. March and April (1958).

# Gáztermelő kutak korrózióvédelme inhibitoradagolással

BALÁZS ÁDÁM—  
ECSER LÁSZLÓ

Földgázkutak inhibitoros korrózióvédelme szakaszos és folyamatos inhibitoradagolási módszerekkel oldható meg.

Megfelelő védőhatás elérése érdekében 1 millió m<sup>3</sup> gáz termeléséhez szakaszos adagolás esetén 10–18 l, folyamatos adagolás esetén 5–10 l inhibitor szükséges.

A folyamatos adagolás bonyolultabb berendezést és fokozottabb felügyeletet igényel, emiatt a szakaszos adagolási módszerek terjedtek el, bár ez esetben a fajlagos inhibitorfelhasználás magasabb.

A kőolaj- és földgáztermelésben inhibitív hatású (reakciósebesség-csökkentő) anyagokat elsősorban a korróziót okozó kémiai folyamat sebességének csökkentésére alkalmazzák. Az inhibitor hatékonyságának előfeltétele, hogy megfelelő koncentrációban és időtartamon keresztül kerüljön érintkezésbe a védendő felülettel, és ennek érdekében az inhibitoros korrózióvédelem technikai megvalósításának egyik fő feladata a helyes adagolás megoldása.

A gáz- és olajtermeléshez felhasznált korrózióvédő inhibitorok általában víz- vagy szénhidrogén-oldható felületaktív szerves vegyületek. Védőhatásuk filmképzésen alapul. Adagolásuk általában 10–20%-os oldat formájában történik, de egyes esetekben tömény, hígítószer nélküli inhibitor is használnak. Az alkalmazandó inhibitor típusát és ennek megfelelően az oldószert a védendő kút folyadéktermelésének összetétele alapján állapítják meg. Ha a folyadéktermelés több mint 50%-a víz, akkor vízoldható, ha szénhidrogén, akkor szénhidrogén-(gazolin)-oldható inhibitor alkalmazása hatásosabb [1].

Figyelembe kell venni azonban, hogy a szénhidrogén-oldható inhibitorok a gazolinnal érintkező vízben megoszlási egyensúlyra jutnak és pl. gazolinban oldott kationaktív inhibitorok 7 p<sub>H</sub> alatti (CO<sub>2</sub>-os) vízzel érintkezve a gazolinból jelentős mértékben átoldódnak a vizes fázisba.

A gáztermelő berendezések inhibitoros korrózióvédelme során a felszín feletti berendezések védelméről is. Ez utóbbi célra szakaszos vagy folyamatos inhibitoradagolást alkalmaznak.

## Szakaszos inhibitoradagolási eljárások

### Inhibitoros kezelés

Nagyobb áteresztőképességű (>100 mD) gáztermelő réteg esetén az inhibitoradagolás egyik módja az inhibitor rétegbe történő besajtolása [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

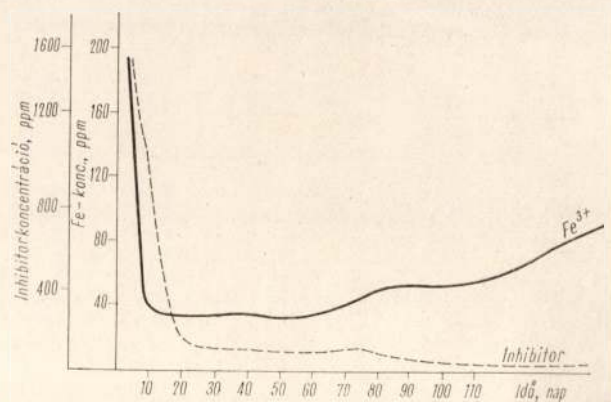
Az inhibitoradagolásnak ezt a módját az ötvenes évek második felében kezdték alkalmazni Texasban és Louisianában, azóta elterjedt a Szovjetunió és az Egyesült Államok különböző olaj- és földgázmezőinek korrózióvédelmében.

Az inhibitoros rétegkezeléshez egyszerre viszonylag nagyobb mennyiségű (több m<sup>3</sup>) inhibitoroldatot nyomnak a termelőrétegbe, majd utánnymó folyadékkal az inhibitoroldatot a rétegnek a perforáció körül elhelyezkedő részében eloszlatják. Az inhibitoroldat benyomása pakkeres kút esetén egyszerűen megoldható.

⊥ Pakker nélküli kutakat a rétegkezelés előtt vízzel el kell fojtani, hogy a gyűrűs tér vízzel fel legyen töltve.

Az inhibitor elhelyezése után a kút 20–24 órára lezárják, ezen idő alatt a rétegbe nyomott inhibitor jelentős része a kőzet felületén adszorbeálódik. Ezt követően a termelés folyamán kitermelt folyadék a kőzetben adszorbeálódott inhibitorral lassan deszorbeálódik és hosszú időn át (2–6 hónap) inhibitor tartalmú. Ez az inhibitor tartalmú folyadék biztosítja a korrózió elleni védelmet.

A kitermelt folyadék inhibitor koncentrációja kezdetben nagyobb (elérheti a benyomott folyadék inhibitor koncentrációjának 40%-át). Ilyen inhibitor koncentráció mellett gyorsan kialakul a fémfelület védőfilmje. Később csökken az inhibitor koncentráció, de amennyiben a réteg megfelelő adszorpció-deszorpció tulajdonságokkal rendelkezik, akkor hónapokon át fenntartható egy olyan inhibitor koncentráció, amely a képződött védőfilm megújításához szükséges. A védőhatás a kitermelt víz vastartalma alapján állapítható meg, amely összefüggésben van a kitermelt gazolin inhibitor koncentrációjával. Ezt szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra  
A vas és az inhibitor koncentrációváltozása a kitermelt folyadékban inhibitoros rétegkezelés után

Az inhibitoros rétegkezelés előnyei a következők [3]:

a) Az inhibitoradagolás nem igényel speciális berendezést, áramellátást, hanem a szokásos kútkezelő művelettel elvégezhető. Az inhibitor folyamatos

és lassú kihordása lehetővé teszi, hogy a kezelést viszonylag ritkán kell elvégezni.

b) A kezdetben nagy, később csökkenő inhibitor-koncentráció megfelel a gazdaságos védőfilmképződés követelményének.

c) Az adagolási módszer lehetővé teszi nemcsak a felszín alatti valamennyi fém szerkezeti anyag védelmét, hanem a védelem kiterjed a felszín feletti berendezésekre, kútfejszerelvényekre, gyűjtővezetésekre is.

Figyelembe kell venni azonban, hogy károsodás veszélye nélkül csak jó áteresztőképességű réteg esetén alkalmazható az inhibitor besajtolása, valamint azt is, hogy amennyiben az inhibitor adszorpciója részben irreverzibilis (pl. agyagásványokat tartalmazó rétegek esetén), akkor az inhibitor jelentős része hatástalanul a rétegben marad és az ismételt kezelések esetén pórusedződéshez és termelés-csökkenéshez is vezethet.

Ennek ellenőrzésére a Szovjetunió krasznodarszki területén nagyüzemi kísérletekkel vizsgálták az inhibitoros rétegkezelésnek a termelő réteg paramétereire gyakorolt hatását. Ebből a célból az inhibitoros rétegkezelés előtt és után a kút leállításakor a nyomásemelkedési, indításakor a nyomás- és termelésstabilizálódási görbék felvételével mérték a rétegben létrejövő depresszió és a hozam összefüggését [13].

Megállapították, hogy homokkötőanyagban 100 mD-nál nagyobb áteresztőképesség esetén az IKSZG inhibitoros rétegkezelés nem hat károsan.

A rétegkezelési eljárás fő jellemzői, az inhibitoroldat térfogata és az adagolandó inhibitor mennyisége jó közelítéssel számíthatók a kőzet és az inhibitor között végbemenő adszorpciós-deszorpciós folyamat jellegének ismeretében.

A rétegbe nyomandó inhibitoroldat *térfogata* függ a deszorpciós folyamat jellegétől, a kút folyadéktermelésétől és a védőhatás kívánt időtartamától [10], vagyis

$$V = \frac{Q \cdot n}{V_d}$$

ahol

$V$  a rétegbe nyomandó inhibitoroldat térfogata,  $m^3$ ;

$Q$  szénhidrogén-oldható inhibitor esetén a termelt folyékony szénhidrogén, vízdoldható inhibitor esetén a víztermelés,  $m^3$ /nap;

$n$  az inhibitor védőhatásának várható időtartama, nap;

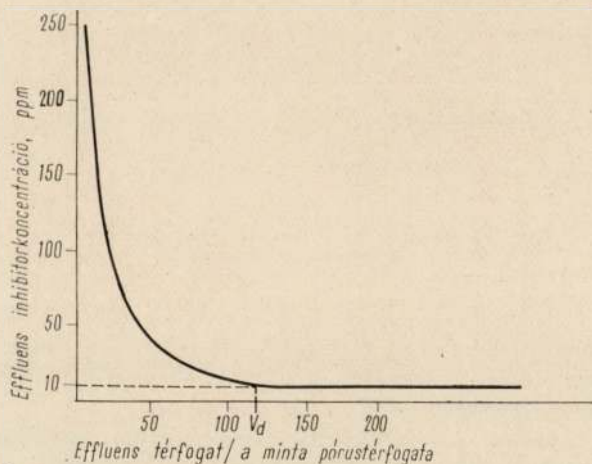
$V_d$  az inhibitor deszorpciósebességétől függő, laboratóriumi kísérlettel megállapítható viszonyszám.

A térfogat megállapításához inhibitorral telített kőzetmintából az inhibitor tiszta oldószerrel deszorbeálják és vizsgálják a kőzetmintából kilépő inhibitoroldat (effluens) inhibitor-koncentrációját, amely a deszorpció folyamán állandóan csökken.

Meghatározzák, hogy a kőzetminta adott pórusedződésének hány-szorosát kitevő oldószert kell keresztülyomni a mintán ahhoz, hogy az effluens inhibitor-koncentrációja egy megadott értékre csökkenjen. A megadott érték a még hatásos legkisebb inhibitor-koncentráció, amely az inhibitor-tól függően 10–100 ppm között változik.  $V_d$  az ily módon megha-

tározott effluens-térfogat a minta pórusedződésének többszöröseként kifejezve. Ezt szemlélteti a 2. ábrán bemutatott példa, amelynél 10 ppm-nek vették fel a védőfilm fenntartásához szükséges legkisebb inhibitor-koncentrációt.

Gyakran nem a fenti számítási módszerrel állapítják meg a benyomandó inhibitoroldat térfogatát, hanem a perforált szakasz hossza és a porozitás alap-



2. ábra

Kőzetmintaán végzett laboratóriumi deszorpciós vizsgálat

ján számítva olyan mennyiségű inhibitoroldatot nyomnak a rétegbe, hogy ez a rétegnek 0,5–1 m sugarú zónáját foglalja el [7].

Általában egy rétegkezeléshez 2–40  $m^3$  inhibitoroldatot nyomnak a rétegbe.

Az inhibitorot olyan mennyiségben kell a rétegbe juttatni, hogy az inhibitorral kezelt rétegtérfogat teljes inhibitoradszorpcióra képes kapacitása telítődjön inhibitorral. Ennek érdekében a kőzet inhibitorra vonatkoztatott adszorpciós kapacitásának ismeretében kell megállapítani a benyomásra kerülő inhibitor mennyiségét.

A tapasztalatok szerint a rétegkezelés alkalmával 0,2–3  $m^3$  inhibitor célszerű felhasználni.

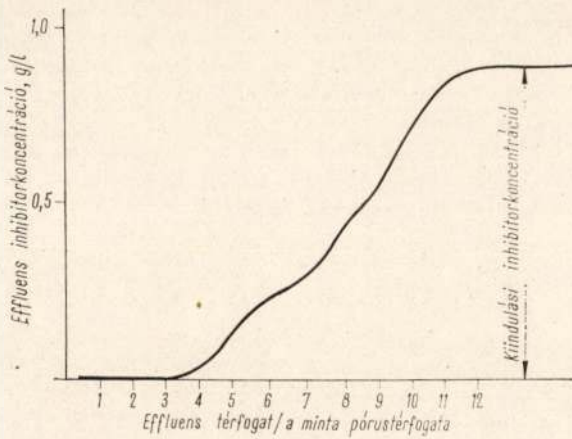
A kőzet teljes és reverzibilis adszorpciós kapacitását laboratóriumi adszorpciós-deszorpciós vizsgálatokkal lehet megállapítani.

Ebből a célból a kőzetmintán ismert koncentrációjú inhibitoroldatot bocsátanak keresztül, és vizsgálják az effluens inhibitor-koncentrációjának változását [6].

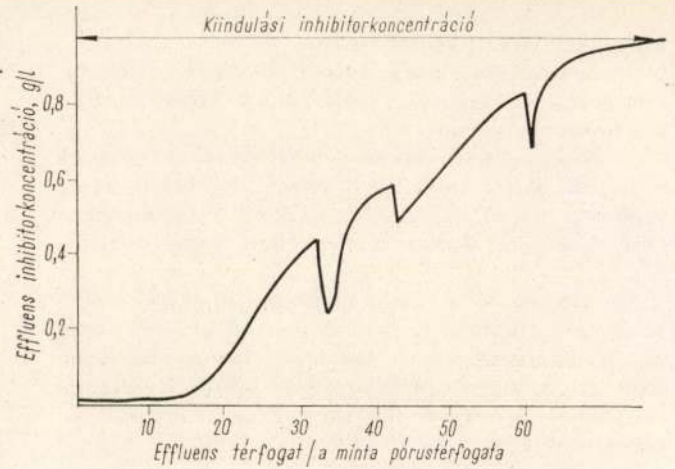
A telítést addig folytatják, míg az effluens inhibitor-koncentrációja eléri a kiindulási inhibitoroldat koncentrációját. Egy ilyen ún. „áttörési” görbét mutat a 3. ábra. Az adszorbeált teljes inhibitor-mennyiség a folyamat anyagmérlegéből számítható és 1 inhibitor/ $m^3$  pórusedződés egységben kifejezhető.

A deszorpciós folyamat jellemzőinek megállapítása azonos technikával történik tiszta oldószer felhasználásával (2. ábra). A deszorpciós görbéből megállapítható:

a) A deszorbeálható inhibitor mennyisége (a térfogat–koncentráció függvény integrálásával). Az adszorbeált és deszorbeálható inhibitor mennyiségének különbsége az irreverzibilisen kötődött inhibitor-mennyiség.



3. ábra  
Kőzetmagmintán végzett laboratóriumi adszorpciós vizsgálat (áttörési görbe)



4. ábra  
A tartózkodási idő hatása az inhibitor adszorpciójára

b) Egy adott, még hatásos inhibitor-koncentrációjú effluens eléréséhez szükséges effluenttérfogat nagysága, mely kifejezhető a minta pórustérfogatának többszöröseként ( $V_0$ ).

Irodalmi adatok szerint [6] a deszorpciós folyamat laboratóriumi vizsgálati eredményei jól egyeznek az üzemi kísérleti adatokkal.

Üzemi tapasztalatok szerint az első inhibitoros rétegkezeléshez felhasznált inhibitor 70%-a termelődik vissza a rétegből, 30%-a veszteség. A veszteség  $\frac{2}{3}$ -a irreverzibilis adszorpció miatt következik be és  $\frac{1}{3}$ -a egyéb veszteség [7].

Az irreverzibilisen adszorbeálódó inhibitor mennyiségét csak az első rétegkezeléskor kell veszteségként figyelembe venni, mert ez alkalommal telítődnek az irreverzibilisen adszorbeáló helyek, és a következő kezelések során már csak a reverzibilis adszorpcióra képes helyek telítődéséről kell gondoskodni.

Az inhibitor egy részének visszatermelését akadályozhatják folyadékot át nem eresztő beépülések vagy repedezett tároló, amelynek következményeként a deszorbeáló folyadék nem juthat el a kezelt réteg valamennyi helyére [7].

Az adszorpció időben lezajló folyamat és ezért annak érdekében, hogy a rétegbe nyomott inhibitor adszorpciója bekövetkezzen, a besajtolás után a kutat kb. 24 óra hosszat le kell zárni.

A kút lezárásának szükségességét laboratóriumi és üzemi kísérletek egyaránt igazolták.

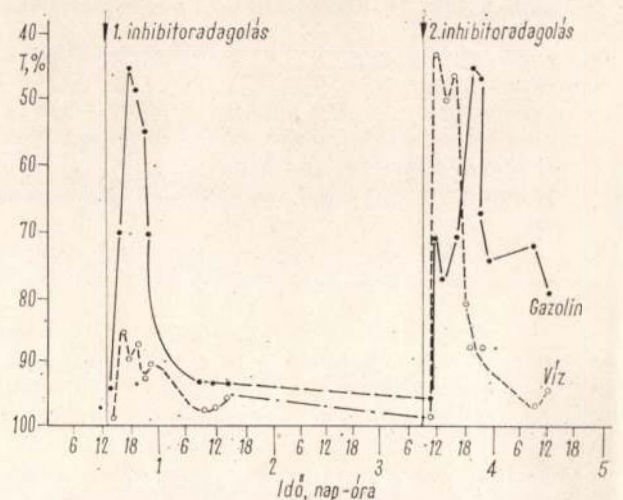
Az adszorpciós folyamat időbeli lefolyásának vizsgálata céljából kőzetminta inhibitorral történő telítési folyamatánál időközönként megszakítják az inhibitoroldat átnyomását a mintán, és a minta pórusaiban az inhibitoroldatot állni hagyják. Ilyen telítési módszer mellett az effluens térfogat—effluens koncentráció görbéjén völgyek mutatkoznak [6], ami annak a következménye, hogy az állás alatt a magmintaiban levő inhibitoroldat inhibitor-koncentrációja csökken (4. ábra).

Üzemszerű összehasonlító kísérletek is azt mutatják, hogy a kezelés után azonnal üzembe helyezett kút által termelt folyadék inhibitor-koncentrációja kezdetben lényegesen magasabb, mint a 24 óra állás után üzembe helyezett kút esetén [6].

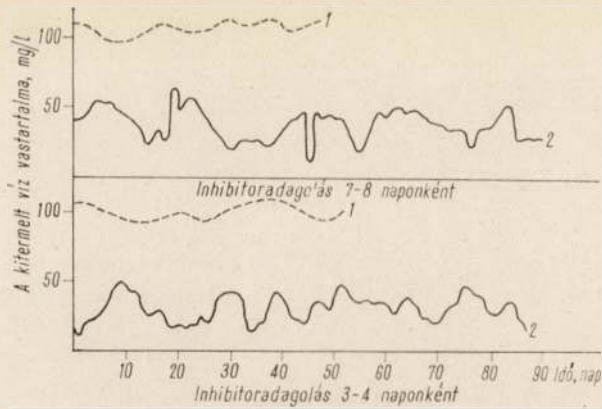
### Inhibitoroldat adagolása kúttalpra

Ennél az adagolási módszernél egy kútkezelés alkalmával viszonylag kis térfogatú (néhány száz l) 5–10%-os inhibitoroldatot juttatnak a kúttalpra. Az adagolás elvégezhető nagynyomású szivattyúval vagy néhány száz l térfogatú nyomótartállyal [13]. A termelőcső nincsen feltöltve folyadékkal, így az inhibitoroldat nem hatol be a rétegbe, hanem a kúttalpon gyűlik össze és innen termelődik ki. Miután nem kell bevárni az inhibitoradszorpció időben lezajló folyamatát, nem szükséges 24 óra termelésleállítás, elég néhány órás üzemállás, ami alatt az inhibitoroldat lefolyik a kúttalpra. Termelésbe állítás után a kitermelt folyadékban magas az inhibitor-koncentráció, ami biztosítja a védőfilm kialakulását, majd a koncentráció gyorsan csökken, de még akkor is bekövetkezik a védőfilm leszakadt részeinek pótlása. Az inhibitor-koncentráció változását mutatja az 5. ábra.

Az adagolási periódusok hossza (két adagolás közötti időtartam) 3–20 nap között változhat az inhibitor adszorpciós tulajdonságától, az áramlás-



5. ábra  
Az inhibitor-koncentráció változása kúttalpra történő adagolás után a kitermelt vízben és gázolinban  
( $T\%$  = a fotometriánál meghatározott színes inhibitorfesték-adduktum fényáteresztő képessége, mely a koncentrációval fordítottan arányos)



6. ábra

Az adagolási periódus hatása a kitermelt víz vastartalmára

viszonyoktól és egyéb körülményektől függően. A Szovjetunióban vizsgálták az adagolási periódus befolyását a védőhatásra, ezt szemlélteti a 6. ábra.

#### Nehezített inhibitor adagolása a kúttalpra

A nehezített inhibitorok speciális vegyülettípus képviselnek. Szerves nehézfémvegyületek és felületaktív aminok komplex vegyületei, amelyekben a nehézfém tartalom biztosítja a nagy fajsúlyt, a felületaktív rész a védőfilmképzést [11]. Olajkutak korrózióvédelmére 1,4, gázkutakban 1,2 fajsúlyú inhibitor alkalmaznak hígítószer nélkül, tömény állapotban. Az inhibitorok komplex vízben, ill. gázoliban csak igen kis mértékben oldódik, víz hatására azonban lassan elbomlik, a felületaktív amin lehasad, amelyet a kitermelt folyadék kihord, és ez biztosítja a védőfilm kialakulását.

Egy alkalommal néhány tíz l nehezített inhibitor adagolása elégséges, szemben a több száz l inhibitoroldat kúttalpra történő adagolásával vagy a több m<sup>3</sup> folyadékbesajtolást igénylő inhibitoros rétegkezeléssel. Emiatt az adagolás igen egyszerű, 20–30 l űrtartalmú lubrikátorral megoldható, nincsen szükség több száz literes nyomótartályra vagy nagynyomású aggregátra.

Az adduktum lassú bomlása folytán a kúttalpra került inhibitor hosszú ideig termel felületaktív anyagot és ezáltal biztosítja a védőhatást.

#### Folyamatos adagolási módszerek

##### Folyamatos adagolás a kúttalpra

Folyamatosan adagoló szivattyúval a gyűrűs téren keresztül 5–10%-os inhibitoroldatot adagolnak a kúttalpra. Az adagoláshoz igen elterjedt a gázműködtesítésű membránszivattyú alkalmazása [14]. Pakkeres kút esetén a gyűrűs teret feltöltik inhibitoroldattal, és a pakker fölött a termelőcsőbe nyomásra nyitó szelepet építenek be [2, 9, 12]. A gyűrűs térbe történő folyamatos adagolás hatására a rugós szelep kinyit és az inhibitoroldat kis adagokban, csaknem folyamatosan kerül a termelőcsőbe. Az eljárás előnye, hogy az inhibitoroldattal feltöltött gyűrűs tér egyben

a béléscső védelmét is szolgálja; hátránya, hogy a mélyen elhelyezett rugós szelep a lerakódások miatt gyakran meghibásodik. Az inhibitorok ugyanis felületaktív tulajdonságuk miatt detergens hatásúak és ennek következtében a béléscsőről, valamint a termelőcső külső oldaláról eltávolítják a lerakódásokat, amelyek a rugós szelepen fennakadnak és ott üzemzavart okoznak.

A felszín alatti létesítmények védelméhez folyamatos inhibitoradagolás esetén 1 millió m<sup>3</sup>-es gáztermelésre 5–8 l inhibitor kell adagolni; szakaszos adagolás esetén azonos védőhatás eléréséhez ennek a mennyiségnek a kétszeresét.

A folyamatos adagolás hátránya azonban, hogy lényegesen bonyolultabb berendezést és több felügyeletet igényel, mint a szakaszos adagolás.

#### Kiegészítő folyamatos adagolás felszín feletti berendezések védelmére

Hosszabb gyűjtő- és gerincvezeték-rendszer esetén bekövetkezhet, hogy a kúttalpra juttatott inhibitor nem biztosítja az egész rendszerre kiterjedő korrózióvédelmet, és ezért az adagolást ki kell egészíteni. Ennek érdekében a gyűjtővezetékbe vagy a gerincvezetékbe inhibitoroldatot porlasztunk be folyamatos adagolással.

#### IRODALOM

- [1] Mamedov, I. A.: Inhibitorü korrozii v sziszteme uglevodorodü-vodnue rasztvorü. Materialü szovescsanija po zascsite ot korrozii oborudovanija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Baku, 1967.
- [2] Poetker, R. H.—Brock, P. C.: Does the inhibitor squeeze method work? Petroleum Engineer Dec. p. B102—107 (1957).
- [3] Vezirova, V. R.—Negreev, V. F.—Serifova, R. J.—Abbaszova, Z. A.: Deszorpcija ingibitorov korrozii iz plasztovüh porod. Materialü szovescsanija po zascsite ot korrozii oborudovanija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Baku, 1967.
- [4] Karapetov, R. A.—Arakelova, O. L.—Of'svang, D. E.: Rezul'tatü primenenija ingibitorov korrozii v NPU Ordszoni kidzeneft'. Korrozija i Zascsite v Neftodobüvajuscsej Promüslennoszti 4 p. 12 (1968).
- [5] Smith, R. L.: Corrosion checked in West Texas by inhibitor squeeze. Oil a. Gas J. Oct. 19. 43 p. 117—120 (1969).
- [6] Kerver, J. K.—Hanson, H. R.: Corrosion inhibitor squeeze technique — field evaluation of engineered squeezes. JPT 1 p. 50—58 (1965).
- [7] Negreev, V. F.—Kutovaja, A. A.—Oszionov, D. A.—Konovalov, V. A.—Manzon, N. D.—Nikolaeva, V. A.: Rezul'tatü opütno-promüslennüh zakacek ingibitorov korrozii v produktivnüh plaszt na gazokondenzatnüh mesztorozszenijah Krasznodarszkogo kraja. Korrozija i Zascsite v Neftodobüvajuscsej Promüslennoszti 3 p. 13 (1968).
- [8] Bán Á.: Cseppfolyós és gáz alakú szénhidrogének termelése közben fellépő korrózió csökkentése a technológiai folyamatok paramétereinek és feltételeinek megválasztásával. Korróziós Figyelő 1 (1968).
- [9] Csáki D.: Tanulmányúti jelentés: Jugoszlávia, Naftagas (1969).
- [10] Kerver, J. K.—Heilhacker, J. K.: Scale inhibition by the squeeze technique. J. Canadian Petr. Techn. January—March (1969).
- [11] Bundrant, C. O.: High density corrosion inhibitors simplify oil well treatments. Material Protection Sept. (1969.)
- [12] Adagolási folyamatára. Farbwerke Hoechst A. G. (1966).
- [13] Szabari K.—né—Ecsér L.—Pruzina J.—né: Tanulmányúti jelentés. Szovjetunió. 1970.
- [14] Varga J.—Turkovich Gy.: Tanulmányúti jelentés. Ausztria. 1969.

# Szénhidrogén-tá vvezetékek szilárdsági méretezése

SMOLING IMRE—  
TÖRÖK ATTILA

A szerzők tanulmányukat gondolatébresztőnek, vitaindítóknak szánják. Foglalkoznak a nagynyomású csőtávvezetékek szilárdsági méretezésével. Elemzik a szilárdsági (hidraulikus) nyomáspróbára vonatkozó előírások biztonsági, műszaki-gazdasági kihatásait. Javaslatot tesznek a nyomáspróba értékének egyszerű módon történő meghatározására, valamint a próbanyomásnak alávetendő vezetéskaszakaszok hosszának megbecslésére.

## 1. Csővezetékek szilárdsági méretezése

A csővezetékek szilárdsági méretezését belső túlnyomásra az érvényben levő Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzat V. fejezete (OBF 10/1970) 15. §-ának rendelkezései szerint az MSZ 2970-67 előírásainak megfelelően kell végezni.

A fenti szabvány alapján az elméleti falvastagság meghatározása az alábbi összefüggéssel („kazanformulával”) történik:

$$s_0 = \frac{d_k p_t}{200 \frac{K}{S} v} \quad (1)$$

A biztonsági tényezők nagysága a biztonsági övezet és a szállított közegfajták szerint az alábbi:

Az 1., 2. és 3. övezetekre a 10/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet 4. § (1), (4) és 5. §, a 4. övezetre a GMBSZ V. fejezet 15. § (6) vonatkozik.

Övezet	Földgáz	Kőolaj és kőolajtermék
1.	1,4	1,3
2.	1,7	1,5
3.	2,0	1,7
4.	2,5	2,5

Az érvényben levő rendelkezések alapján a cső jóssági fokának értéke melegen hengerelt és spirálhegesztett csőveknél egyaránt 1,0.

A vonatkozó MSZ 2970-67 szerint a csőfalvastagság megállapításához figyelembe kell venni

a  $c_1$  pótlékot a falvastagság negatív túrése miatt, a  $c_2$  pótlékot a korrózió és elhasználódás miatt. (A hazai gyakorlatban szállított közegek általában semleges hatásúknak tekinthetők és az alkalmazott aktív korrózióvédelem miatt a  $c_2$  elhanyagolható.)

Ezek szerint a teljes elméleti falvastagság:

$$s = s_0 + c_1 + c_2 \quad (2)$$

A véglegesen megválasztott falvastagság a különböző szabványok szerint készített, legközelebbi ( $s$ -nél nagyobb vagy azzal egyenlő) gyártott falvastagság lesz.

## 2. Szilárdsági próbanyomás értékének meghatározása

A Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzat V. fejezetének 47. §-a tartalmazza a vízzel történő (hidraulikus) szilárdsági próbanyomásra vonatkozó előírásokat.

Az említett paragrafus 2. bekezdése a következőket mondja:

„(2) A szilárdsági nyomáspróbát a nyomáspróbára kerülő vezeték legkisebb biztonsági tényezőjétől függően

$$p = 1,25p_{\bar{u}} \text{ től } p = 1,5p_{\bar{u}} \text{ ig terjedő}$$

nyomással kell elvégezni úgy, hogy a próbanyomáskor a cső falában keletkező feszültség ne legyen nagyobb a folyáshatár 85%-ánál.”

A fentiek szerint a próbanyomás meghatározásakor tehát több tényezőt is figyelembe kell venni. A próbanyomás meghatározója választút elé kerül: vajon az előírás melyik részét vegye adott esetben figyelembe.

Ha teljesen biztos akar lenni, hiba nélkül úgy végezheti a próbanyomás értékének meghatározását, ha valamennyi feltétel szerint meghatározza azok értékét és közülük a legalkalmasabbat választja ki.

Lényegesen egyszerűbb hosszas számítások helyett a szilárdsági méretezésekhez már korábban felhasznált adatok segítségével gyorsan, egyszerűen azt vizsgálni, hogy melyik összefüggést célszerű alkalmazni a próbanyomás értékének meghatározásához.

Az említett előírás egyes formulái az alábbi matematikai összefüggésekbe foglalhatók:

$$p_{pr1} = 1,25p_{\bar{u}}, \quad (3)$$

$$p_{pr2} = \frac{200(s_t - c_1)0,85K}{d_k}, \quad (4)$$

$$p_{pr3} = 1,5p_{\bar{u}}. \quad (5)$$

Összefoglalva, az előírások szerint az alábbi feltételeket kell kielégíteni:

$$1,25p_{\bar{u}} \leq \frac{200(s_t - c_1)0,85K}{d_k} \leq 1,5p_{\bar{u}}. \quad (6)$$

A „kazanformulát” az üzemnyomásra kifejezve:

$$p_{\bar{u}} = \frac{200(s_t - c_1)K}{d_k n_t}. \quad (7)$$

A (7) összefüggést a (6) összefüggésbe helyettesítve és megfelelően átalakítva, a következőket kapjuk:

$$1,47 \leq n_t \leq 1,7647. \quad (8)$$



A számított és a ténylegesen választott falvastagságok, valamint a hozzájuk tartozó biztonsági tényezők között, elméletileg, a következő arányosság írható fel:

$$\frac{s_t - c_1}{s_0} = \frac{n_t}{n} \quad (9)$$

Behelyettesítve a (8) összefüggésbe

$$1,47 = \frac{s_t - c_1}{s_0} n = 1,7647. \quad (10)$$

Mivel kőolaj- és kőolajtermék-vezetékeknel  $n=1,3$ , a (10) összefüggés ennek megfelelően

$$1,13 = \frac{s_t - c_1}{s_0} = 1,357. \quad (11)$$

Gázvezetékeknel  $n=1,4$ , a (10) összefüggés ennek megfelelően

$$1,05 = \frac{s_t - c_1}{s_0} = 1,2605. \quad (12)$$

A tényleges és az elméletileg számított falvastagság hányadosának ismeretében tehát egyszerűen ki lehet választani, hogy a próbanyomás meghatározásához mely összefüggést használják fel.

Ennek megfelelően, ha

$\frac{s_t - c_1}{s_0} > 1,357$  kőolajvezetékeknel, illetve 1,2605 gázvezetékeknel, akkor a próbanyomást az (5) összefüggés alapján,

$\frac{s_t - c_1}{s_0}$  1,13 és 1,357 közé esik kőolajvezetékeknel, illetve 1,5 és 1,2605 közé esik gázvezetékeknel, akkor a próbanyomást a (4) összefüggés alapján,

$\frac{s_t - c_1}{s_0} < 1,13$  kőolajvezetékeknel, illetve 1,05 gázvezetékeknel, akkor a próbanyomást a (3) összefüggés alapján kell meghatározni.

Ha a tényleges és az elméletileg számított falvastagság hányadosa kisebb, mint 1,13 (kőolajvezetéknél), illetve kisebb, mint 1,05 (gázvezetéknél), akkor nagyobb falvastagságot kell választani, hogy  $p_{pr} = 1,25p_{ü}$  betartása esetén a csőanyag ne legyen a folyáshatár 85%-a felett igénybe véve. Ez akkor teljesül, ha az új falvastagságot a régi ismeretében az alábbiak szerint választják meg:

$$s_t^* = 1,05s_0 + c_1 \text{ gázvezetékeknel,}$$

$$s_t^* = 1,13s_0 + c_1 \text{ kőolajvezetékeknel.}$$

Előfordulhat — sajnos elég gyakran —, hogy a folyáshatár 85%-áig történő igénybevételhez tartozó próbanyomás értéke igen közel esik  $1,25p_{ü}$ -höz vagy annál kisebb. Ilyen esetben vastagabb falú csövet kényszerül választani a tervező, s ennek komoly gazdasági kihatásai vannak.

A Barátság II. távvezeték tervezése folyamán például a fenti probléma úgy vetődött fel, hogy a szilárdsági próbanyomás miatt egy lépcsővel nagyobb falvastagságú csövet kellett volna választani a 85%-os folyáshatárú igénybevétel betartása miatt, mint amilyet az üzemnyomás igényel; ez kb. 13 MFt költség-növekedést jelentett volna.

Ebben az esetben a tervező az OBF-től — a szükséges ellenőrző számítások elvégzése után — a 85%-os

igénybevétel helyett kérte annak 87%-ra történő kiterjesztését, ami az említett költségek megtakarítását jelentette.

Egyébként a KGSZ 33.91-67 szabvány 6.33 pontja, illetve a külföldi szabványok, pl. API Std 5 LX szabvány 5.3 pontja értelmében az átmérőnövekedés függvényében a gyári nyomáspróbák által meghatározott igénybevételek is növekszenek:

a KGSZ szerint

NÁ 450 alatt az igénybevétel a folyáshatár 85%-áig,

NÁ 450 felett az igénybevétel a folyáshatár 90%-áig,

az API szerint

NÁ 10"—18"-ig az igénybevétel a folyáshatár 85%-áig,

NÁ 20" felett az igénybevétel a folyáshatár 90%-áig történik a csövek gyártó művi szilárdsági nyomáspróbája.

Célszerűnek látszik a fentiek alapján a vezetéképítés alkalmával az, hogy a helyszíni nyomáspróbánál is igénybe lehessen venni a csövet a gyártó művi próbanyomáshatárokig, hiszen ezeket a nyomásértékeket az adott csövek egyszer már kibírták.\*

Az ebből származó népgazdasági haszon feltétlen indokolhatná a nyomáspróba ily módon történő elvégzését.

A tervező számára a másik problémát az egy lépcsőben próbanyomásnak alávetni kívánt szakasz hosszának meghatározása jelenti.

A próbanyomás értéke értelemszerűen a távvezeték említett szakaszának mélypontjára vonatkozik.

Az ennél magasabb pontokon a próbanyomás értéke kisebb lesz, de nem csökkenhet bármely érték alá.

Ezek figyelembevételével a beszakaszolás elvégzésére az alábbiak javasolhatók, figyelembe véve azt is, hogy a próbanyomás értékét milyen összefüggéssel határozták meg:

1.  $p_{pr} = 1,5p_{ü}$  legyen a mélyponton,

$p_{pr} = 1,25p_{ü}$  pedig a szakasz magaspontján minimálisan megengedett próbanyomás.

Az így keletkező nyomáskülönbség  $0,25p_{ü}$ , ami a szokásos távvezeteki üzemnyomásokat figyelembe véve, kőolaj- és kőolajtermék-vezetékeknel  $16 \text{ kp/cm}^2$ , gázvezetékeknel  $15 \text{ kp/cm}^2$  értéket tesz ki.

A szilárdsági nyomáspróbát *vízzel végezve* a nevezett nyomáskülönbségek 160, illetve 150 m folyadékoszlop-nyomásnak felelnek meg.

Ezek szerint a próbanyomásra kijelölt szakasz hosszát úgy kell meghatározni, hogy a kőolaj- és kőolajtermék-vezetékeknel a magas- és mélypont közötti szintkülönbség max. 160 m-nél, gáztávvezetékeknel pedig max. 150 m-nél nagyobb ne legyen.

2. Legyen  $p_{pr} = \frac{200(s_t - c_1)0,85K}{d_k}$  a mélyponton,

$p_{pr} = 1,25p_{ü}$  pedig a szakasz magaspontján minimálisan megengedett próbanyomás értéke.

\* E kérdés részletesebb taglalására egy későbbi tanulmányunkban még visszatérünk.

## JELÖLÉSEK

A szakasz hosszát értelemszerűen tehát úgy kell meghatározni, hogy a magas- és mélypont közötti szintkülönbség a fenti próbanyomások különbségének megfelelő folyadékoszlop-nyomásnál kisebb legyen.

3.  $p_{pr} = 1,25p_{ü}$  a mélyponton.

Ebben az esetben a szakaszok hosszát a terepprofil figyelembevételével, egyedi megfontolások alapján, célszerűen kell megválasztani, feltétlenül szem előtt tartva azt, hogy a magaspontokra adódó próbanyomás értéke minden esetben nagyobb legyen az adott vezeték maximális üzemyomásánál.

Ebben az esetben megoldást jelentene az is, ha a szilárdsági nyomáspróbát nem vízzel, hanem levegővel végeznék el. Erre a GMSZ 48. § (1) lehetőséget ad esetenként, de csak NÁ 200-ig.

Összefoglalva a fentieket: a műszaki, biztonsági és gazdasági követelményeket csak együtt szabad vizsgálni.

Dolgozatunk a szilárdságtani problémák sokrétűsége miatt nem a teljesség igényével készült, azt inkább csak gondolatébresztő, vitaindító írásnak szántuk, hiszen az ismertett problémák a kőolaj- és gázipar minden ágában jelentkeznek, így lapunk hasábjain való megvitatásuk közérdeklődésre tarthat számot.

$c_1$	a falvastagság negatív túrése miatti pótlék	mm
$c_2$	a csőfal korróziója és elhasználódása miatti pótlék	mm
$d_k$	a cső külső átmérője	mm
$K$	szilárdsági jellemző (garantált minimális folyáshatár)	kp/mm <sup>2</sup>
$n$	előírt biztonsági tényező	—
$n_t$	tényleges biztonsági tényező	—
$p_t$	tervezési nyomás	kp/cm <sup>2</sup>
$p_{ü}$	a szállított közeg maximális üzemyomása	kp/cm <sup>2</sup>
$p_{pr}$	szilárdsági próbanyomás	kp/cm <sup>2</sup>
$S$	előírt biztonsági tényező (helyette az ismertebb „ $n$ ” jelölést használjuk)	—
$s_0$	a cső elméleti falvastagsága	mm
$s_t$	a cső szabvány alapján kiválasztott (gyártott) falvastagsága	mm
$s_t^*$	a csőnek a szabvány alapján kiválasztott (gyártott) korrigált falvastagsága	mm
$v$	a cső jósági foka	—

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Korróziós problémák az alföldi gázvezetékben

Az elmúlt két év igen sok újszerű problémát vetett fel az alföldi gázvezeték és földgázüzemi berendezések üzemeltetésénél.

Ezek közül lényeges és több intézkedést követelő kérdés a belső korrózió volt, amely mellett a külső korrózió alárendelt szerepet játszott. Az elvégzett üzemi és laboratóriumi kísérletek, valamint vizsgálatok alapján ma már egyértelműen megállapítható, hogy a kiváltó ok a CO<sub>2</sub> és vízgőz együttes jelenléte volt. Ezt még növelhették az igen kis mennyiségben jelenlevő kénhidrogén és az esetleg nyomokban előforduló zsírsavszzerű vegyületek.

A korróziós jelenségek elsősorban a termelő gázkutak lyukfejszerelvényein (karácsonyfáin) és az ezekhez csatlakozó felszíni berendezéseken (ügynevezett kútkörzeteken) jelentkeztek. A földbe fektetett termelővezetéknel a korróziósebesség már lényegesen kisebb és a gázkezelő technológiai berendezésekben megengedett értékeken belüli volt. Ezen adatokat vastartalom-vizsgálatokkal a szanki üzemvezetőségünk laboratóriuma jól értékelhetően kimérte. A mérési adatok alapján tett megállapításokat alátámasztják a tényleges üzemviteli tapasztalatok is. Korrózióra is visszavezethető meghibásodás a jelenleg üzemelő mezőinkben is. Úgyszólván kizárólag a kútkörzetekben jelentkezett. A meghibásodások gyakorisága 1970-ben igen megnövekedett, és néhány esetben rendkívül szerencsés kimenetelű, de súlyos műszaki üzemzavarokként jelentkezett, mint pl. a Hsz-71. kút körzetében történt vezetékrobbanás, amely a peremes vállaltól is letépte, vagy a Pf-203. kút körzetének vezetékszakadásakor fellépő, a hagyományos (metes közdarabból felépített) karácsonyfát a szögperemből is kitörő reaktív erők stb.

Ezek a jelenségek alátámasztották azon intézkedéseink szükségességét, amelyeket az Szk-24. kút kitérését követően foganatosítottunk. Ennek keretében részletes programot dolgoztunk ki és terjesztettünk be az OKGT-hez, melynek figyelembevételével kormányhatározat is született. A határozat alapján széles körű korrózióvédelmi munka indult meg a vállalatunknál.

A munka — jellegénél fogva — három fő területet ölel fel:

1. a korrózió lehetséges ellenőrző módszereit kikísérletezve rendszeres ellenőrző mérések lefolytatása;
2. a mérési eredmények alapján üzemszerű megelőző intézkedésekkel minimálisra csökkenteni a lehetséges meghibásodások számát;

3. széles körű laboratóriumi és üzemi kísérletek folytatása a még hatékonyabb védekezési módszerek kiválasztásához és üzemszerű alkalmazásához.

A szerzeágazó, bonyolult problémakörnek műszakilag is megnyugtató mielőbbi tisztázásához a NKFV jelentős anyagi befektetésekkel több olyan országosan is elismert kutatóintézetet és intézményt vont be a korrózióvédelmi munkába, mint pl. a NEVIKI, az OGIL, a MÁFKI és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke. Ennek és a vállalat szellemi-anyagi erőforrásainak tudhatók be azok a jelentős eredmények, amelyeket az eddigiek során elértünk. Ezek ismertetése egyenként is kissé terjedelmes lenne, így csak röviden, leíró jelleggel mutatjuk be az e területen végzett sokrétű tevékenységünket

### Ellenőrző tevékenység

1. Az egyes üzemvezetőségek laboratóriumi rutinszerűen végzik a
  - gáz- és kondenzátumvizsgálatokat kromatográfias úton;
  - komplett vízvizsgálatokat;
  - kénhidrogénméréseket;
  - vastartalomméréseket;
  - glikolos rendszerek ellenőrző vizsgálatait;
  - korróziógátló inhibitorok jelenlétének és koncentrációváltozásának méréseit.
2. Valamennyi gázrendszeren a korróziósebesség figyelembevételével negyedévenként, illetve félévenként ellenőrző ultrahangos falvastagság-méréseket végzünk. Erre a célra megfelelő műszereket szereztünk be és szakszemélyzetet alkalmaztunk.
3. Valamennyi gázrendszert felülvizsgáltunk és a korróziógyanús pontokat kijelöltük. Ezeket korróziós mintalemezeket építettünk be, melyek komplex ellenőrző vizsgálatait a leállások alkalmával a NEVIKI és az OGIL bevonásával saját laboratóriumaink végzik.
4. Kiterjesztettük a hegesztési varratok vizsgálati körét a hatósági előírásoknak megfelelően úgy, hogy ma már csak

(folytatás a 188. oldalon)

# A szénhidrogén-bányászat villamos berendezéseinek biztonsága\*

PULJIZ, JOSIP

*A kőolaj és földgáz feltárása vagy kitermelése során alkalmazásra kerülő villamos berendezések tűz- és robbanásveszélyességét a nemzetközi előírások, ill. a szakirodalom különböző módokon bírálja el.*

*A szerző jó logikai felépítésben foglalja össze a különböző célú berendezések és üzemek lehetséges veszélyforrásait, valamint a védelmi megoldásokat, a gazdaságosságot is figyelembe véve. Külön figyelmet érdemel a karbantartás biztonságtechnikai vonatkozásaival foglalkozó fejezet.*

## 1. Bevezetés

A kőolaj- és földgázbányászat szinte valamennyi berendezése fémszerelvényekből kivitelezett. A sokrétű berendezések működtetéséhez mulhatatlanul szükséges a villamos vezetékek és szerelvények alkalmazása; ezek a legtöbb esetben villamos motorok hajtására vagy világításra szolgálnak. A technológia korszerűsítése, valamint a folyamatok automatizálása egyaránt növeli a villamos szerelvények alkalmazását. A villamos szerelvények majdnem mindig közvetlenül a fűrészi, termelési, mérőállomási, gyűjtő- vagy gázkompresszor-berendezésekbe vannak beépítve. Ezek a helyeken állandóan vagy időnként gáz jelentkezik, ezért az ilyen helyet veszélyes övezetnek nevezzük. Aszerint, hogy milyen fokú veszély lehet egy övezetben, 3 veszélyességi fokozat különböztethető meg:

- 0 övezet, amelyben állandóan veszélyes gáz-levegő elegy van jelen;
- 1 övezet, amelyben időnként robbanóképes keverék keletkezhet;
- 2 övezet, amelyben nem keletkezhet robbanóképes keverék.

Valamennyi villamos berendezést, melyet a 0 és az 1 övezetben vagyunk kénytelenek felszerelni, kötelezően robbanásbiztosan kell kivitelezni, hogy rendeltetésszerű használatuk közben ne tudják meggyújtani az esetleg jelenlevő robbanóképes elegyet.

Villamos berendezések robbanás elleni védelme különleges szerkezeti kivitelezéssel érhető el, legmegfelelőbbben robbanásbiztos típus használatával.

Az állami előírásokkal meghatározott veszélyes övezetek körvonalázásánál egyes anyagok használatát illetően szélesebb körű elemzésre van szükség. A biztonságos használat érdekében a villamos berendezéseknél és vezetékeknél a veszélyes övezetekben nem elégséges csupán az előírások és szabványok betartása, hanem a felügyelet és karbantartás vonat-

kozásában is különleges intézkedésekre és elővigyázatosságra van szükség.

Az előírások a legtöbb esetben meghatározzák azokat a védőintézkedéseket, amelyeket a veszélyes övezetekben új villamos berendezések létesítésekor, valamint azok rekonstrukciójánál, továbbá a fenntartási munkáknál kötelezően be kell tartani. Az előírások helyes lerögzítéséhez meg kell határozni a gyúlékony közeg gyúlékonysági besorolását és robbanási osztályát. Egyes esetekben további műszaki adatokat (hőmérséklet, fajsúly, szellőztetési lehetőség stb.) is ismerni kell, hogy az egyes helyiségekben levő veszély fokát elemezhesük és rangsorolhassuk. Új berendezések építésénél nem veszik mindig figyelembe a veszélyességi övezet létezését vagy annak fokát, jóllehet a gyakorlatban sok olyan munkahely van, amelynek végeredményben mégis meghatározható a biztonsági övezete. Ez különösen olyan létesítményekre áll, mint a telepen belüli és a távolsági olaj- és gázszállítások, amelyeknél a szállítás zárt rendszerben történik. Ilyen helyeken normális üzemelés közben, semmiféle gyúlékony anyag nem lehet jelen. Ezenkívül még azt is szem előtt kell tartani, hogy az ilyen berendezések általában mind szabadban vagy nyitott helyen vannak, ahol robbanóképes keverék nem keletkezhet, hacsak a berendezések elhelyezése eleve nem helytelen.

A gyakorlatban fennálló veszélyforrásokat eléggé figyelembe veszik, úgyhogy a kivitelezésnél a robbanás elleni védelem legtöbbször ott is megvan, ahol az előírások azt nem követelik meg.

## 2. Villamos vezetékek és szerelvények

### Fűrőberendezések

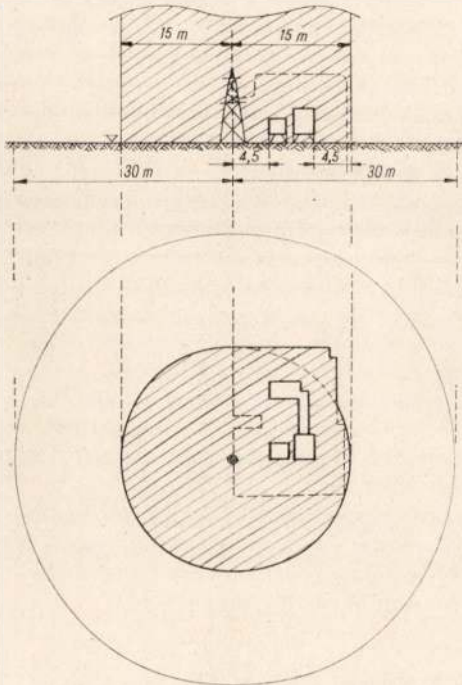
Ezek szokványos összeállítása toronyból és gépi berendezésekből áll, valamint olyan helyiségekből, ahol anyagokat raktároznak, és ahol emberek tartózkodnak. A csavarokkal összekötött acélidomokból álló torony villamos felszereltsége szempontjából lényeges különbség mutatkozik aszerint, hogy az emelőmű, a rotari asztal, a szivattyúk és az egyéb gépi berendezések hajtása nyersolaj (*Diesel*)-motorral vagy villanymotorral történik-e.

*Diesel*-motoros üzem esetén a villamos felszerelés csupán a világításra, a vibrátorszita üzemeltetésére és vízszivattyúzásra szolgál, ha pedig a berendezés villamos hajtású, akkor a világítást és a teljes üzemeltetést is villamos energia biztosítja. Robbanás elleni védekezés vonatkozásában a veszélyességi övezeten belül figyelmet kell fordítani a villamos vezetékek és

\* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya által „A kőolajipar biztonságtechnikai kérdései” címmel 1970. május 21—22-én Egerben tartott vándorgyűlés Mélyfűrészi szekcióján elhangzott korreferátum. (A szerkesztő.)

berendezések mechanikai sérülések elleni védelmére is. Fúróberendezéseknél a veszélyességi övezet horizontálisan 15 m távolságig terjed a fúróluk közepétől mérve. A fúrótorny felső részén elegendő a villamos szerelvények vízbehatolás elleni védelmét biztosítani. A gyakorlatban bizony rendszeresen mellőzik ezt az óvintézkedést, annak ellenére, hogy bizonyos esetekben ez is kellő védelmet jelent. A kitöréskor jelentkező váratlan veszélyek bekövetkezésekor viszont a robbanásbiztos készülékek alkalmazása sem jelent különösebb védelmet a normál kivitelű készülékekkel szemben, mivel a fúrólukból nagy nyomással kizúduló hordalékos anyag mechanikailag mindenképpen rongálja a vezetékeket és a berendezéseket. Emiatt az elosztó- és kapcsolóberendezéseket a veszélyes övezeten kívülre kell elhelyezni, hogy veszély esetén (pl. kitöréskor) az övezeten belüli szerelvények feszültségmentesíthetők legyenek. A világítást ilyenkor a veszélyes övezeten kívül elhelyezett fényszórókkal célszerű megoldani (1. ábra).

Kitörés esetében veszélyes övezet az a terület,



1. ábra  
Fúrótorny veszélyességi övezete

amelyen belül az ott tartózkodó személyek a kivetett anyagok miatt veszélyeztetésnek vannak kitéve.

A fent elmondottak miatt a fúrásoknál a villamos vezetékeztést vastag gumiszigetelésű kábelekkel kell elkészíteni; olyan helyeken pedig, ahol fennáll a mechanikai sérülés lehetősége, a kábeleket védőcsövekbe kell behúzni.

A világító szerelvényeket (lámpatesteket) a veszélyes övezeten belül úgy kell elhelyezni, hogy azok sérülés ellen védettek legyenek, illetve esetleges megsérülésük ne járjon súlyos következményekkel.

### Termelőkutak

Termelőkutaknál a veszélyességi övezet megállapítása a termelési módszer függvénye; más felszálló módon termelő kutaknál és más egyéb termeltetési módok esetében. Ebből következően a villamos szerelvények ugyancsak különbözőek lehetnek. Felszálló módon termelő kutaknál villamos energiára általában a világításhoz, valamint az automata görényezéshez van szükség. Nehéz, nagy viszkozitású olajat termelő kutaknál és gázkutaknál villamos melegítés is alkalmazható a kútban vagy a felszíni berendezésben.

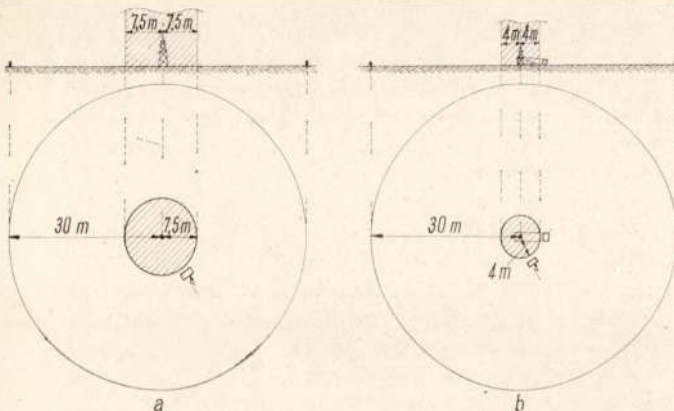
Felszálló módon termelő kutaknál a veszélyességi övezet a kút középpontjától mért 7,5 m sugarú kör által bezárt terület. A világításhoz, valamint az automata görényezéshez szolgáló villamos vezetékek — az aránylag kis sugarú veszélyességi övezet folytán — általában elhelyezhetők az övezeten kívül, ami jelentősen leegyszerűsíti a biztonsággal kapcsolatos problémákat (2.a ábra). A veszélyességi övezeten belül elhelyezni kényszerült villamos berendezéseknek viszont robbanásbiztos kivitelűeknek kell lenniük, olyan gyúlékonysági csoportot és robbanási osztályt választva, amely megfelel a kútból kilépő elegyen belül előforduló legveszélyesebb besorolású közegre előírt követelményeknek.

Mélyszivattyúzással termelő kutaknál a veszélyességi övezet kiterjedése egy 4 m sugarú kör által bezárt terület, ugyancsak a kút középpontjától mérve (2.b ábra). Ilyen termelési mód esetén kisebb a robbanásveszélyes keverék keletkezésének a lehetősége, így kisebb kiterjedésű lehet a veszélyességi övezet, amelyen kívül könnyen el lehet helyezni a villamos berendezéseket. A mélyszivattyúzásnál használt villamos motor a veszélyességi övezeten kívül van elhelyezve, és az egyszerűség kedvéért a többi villamos szerelvényt is a motor környezetében célszerű felszerelni.

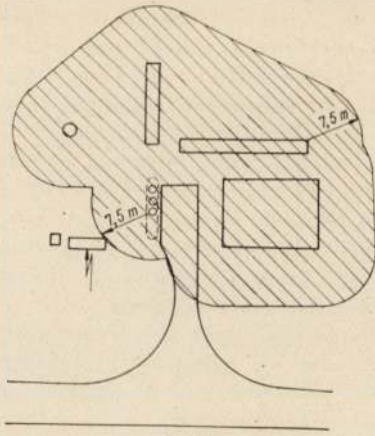
### Mérőállomások

A mérőállomásoknak — mint ismeretes — a technológiai folyamatban az a szerepük, hogy az elosztón át összegyűjtse a kutak által termelt olajat, attól a gázt elválasszák, mérjék az egyes kutakból kitermelt mennyiségeket, illetve azokat mérőszeparátorok segítségével összegezzék. A 3. ábrán egy mérőállomás elhelyezési rajza látható, a mérőberendezések közötti veszélyességi övezetek feltüntetésével.

A leirtakon kívül a mérőállomási berendezések biztosítják a kitermelt olaj és a leválasztott gáz folyamatos szállítását a tartályokon keresztül a fő gyűjtő-



2. ábra  
Felszállással termelő kút veszélyességi övezete



3. ábra  
Mérőállomás veszélyességi övezete

állomásig szeparátornyomással vagy szivattyúzással az olajvezetékekbe, illetőleg a gyűjtővezetékekbe.

A mérőállomások valamennyi villamos berendezését — amennyiben azok a veszélyességi övezeten belül vannak elhelyezve —, robbanásbiztos kivitelben kell elkészíteni. A kivitelezés egyszerűsítése miatt a gyengeáramú és erősáramú elosztó berendezéseket a veszélyességi övezeteken kívül helyezik el, a csatlakozást pedig az egyes fogyasztókhoz föld alatti kábelekkel valósítják meg. A villamos motorok kapcsolói a veszélyességi övezeteken belül robbanásbiztos kivitelűek és távkapcsolással működtethetők.

A mérőállomások megvilágítását a veszélyességi övezeten kívül elhelyezett oszlopokra felszerelt fényszórókkal célszerű megoldani; ki- és bekapcsolásuk az elosztó berendezéseknél történik.

Az üzemi tapasztalatok elemzése azt mutatja, hogy a mérőállomás olyan hely, ahol bizonyos fokú enyhítéseket be lehetne vezetni, ugyanis az egész komplexum olyan zárt rendszert képez, ahol csak szórványosan keletkezhetnek gázkifúvások a mérőműszereknél, kivételes esetekben pedig a szeparátor biztosító szelepeinél. Az ilyenkor maximálisan kilépő gázmennyiség kb. 6 l/min-ra tehető. Ha a mérőállomások szabadban vannak elhelyezve, a kiáramló gázmennyiség normális körülmények között nem hoz létre robbanóképes keveréket.

A mérőállomások villamos berendezéseinek és felszereléseinek kivitelezését — a biztonság csökkenésének veszélye nélkül — automatizálással, valamint a fentebb már vázolt enyhítésekkel jelentősen le lehetne egyszerűsíteni.

### Gyűjtőállomások

A gyűjtőállomások a mérőállomásokról érkező, kitermelt olaj gyűjtésére és tárolására szolgálnak, továbbá az olaj víztelenítésére, valamint annak a távvezetékekbe vagy a töltőállomásra való elosztására.

A körülmények a villamos berendezések vonatkozásában ugyanazok, mint a mérőállomásokon, azzal az eltéréssel, hogy a gyűjtőállomásokon szinte kivétel nélkül tartálycsoportokkal is találkozunk. A tartálycsoportok környezetének veszélyességi övezete a 4. ábrán látható. Mivel a tartálytelepek környezetében a tartályok légzőszelepein át kiszivárogható éghető gáz következtében állandóan robbanóképes keverék

jelenlétével számolhatunk, a tartályok környezetében — a lehetőség szerint — kerülni kell villamos berendezések felszerelését.

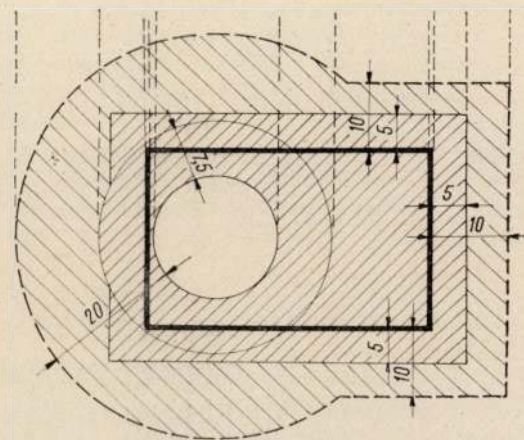
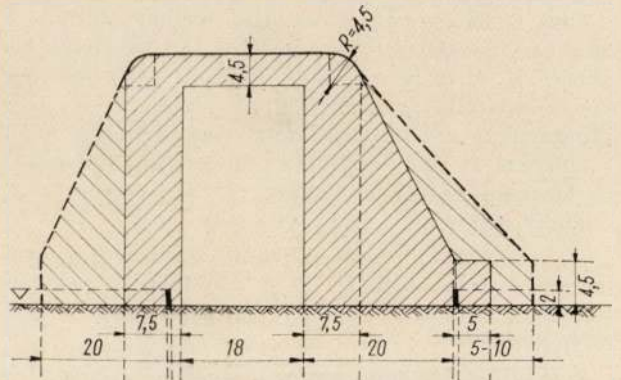
Abban az esetben azonban, ha a tartályok közelében mégis kénytelenek vagyunk villamos berendezéseket felszerelni, az előírt robbanás elleni védelmen kívül, a vezetékeket és berendezéseket olyan helyre kell elhelyezni, ahol a legkisebb a lehetőség robbanóképes keverékek koncentrált jelenlétére.

Az elosztó szerelvényeket célszerű a veszélyességi övezeten kívül elhelyezni, vezetékként pedig földkábel alkalmazni.

Tartálycsoportok villamos világítását fényszórókkal lehet megoldani, amikor is azokat a veszélyességi övezeten kívül, meghatározott magasságú oszlopokra célszerű szerelni.

Olyan zárt helyiségekben, ahol robbanóképes keverékek keletkezhetnek, robbanásbiztos szerelvényeket és világító testeket kell alkalmazni.

A szivattyúházak félig zárt helyiségek, bőséges átszellőzéssel. Az átszellőzés úgy biztosítható, hogy a falak felső és alsó részeit hézagosan falazzák, s az ennek folytán fellépő szellőzőtség nem teszi lehetővé veszélyes koncentrációk keletkezését. A szivattyúházakban a technológiai felszerelés zárt rendszerű csővezetékekből áll, és normális üzem mellett nem várható robbanásveszélyes közeg kiszivárgása. Ezért a fenti módon kialakított szivattyúházakra vonatkozó biztonsági rendszabályokon is bizonyos fokú enyhítéseket lehet foganatosítani.



4. ábra  
Tartálycsoport veszélyességi övezete

## Töltőállomások

A töltőállomásokon végzik az olaj töltését, mégpedig vagonba, tartálygépkocsiba vagy uszályba, így a villamos és technológiai berendezések, valamint felszerelések alkalmazkodnak a töltési módhoz. E létesítmények villamos felszerelése leginkább villamos motorok hajtására és világításra szolgálnak, és általában minden úgy van kivitelezve, mint az előző létesítményeknél, kivéve az egyedi lámpatestekkel megoldott töltőhelyek megvilágítását. Az a tény, hogy töltéskor a lefejtett olaj mellett gáz is van jelen, figyelmeztet arra, hogy a töltőállomások nagyon veszélyes helyek, így különösen fontos robbanásbiztos kivitelű lámpatestek alkalmazása.

## Gázgyűjtő és kompresszorállomások

Ezekben a létesítményekben történik a földgáz gyűjtése és a nagyobb távolságokra való szállítást lehetővé tevő sűrítése. Míg a kompresszortelepek egyetlen létesítményen belül csoportosított berendezésekből állnak, addig a gázgyűjtő állomások lehetnek egyes kutaknál elszórtan telepítve, de több kút hozamára központosan felállítva is.

E létesítmények villamos berendezései villamos motorok hajtására, sűrítésre, fűtésre vagy egyéb kisegítő célra szolgálnak. A villamos vezetékeket a veszélyességi övezetekben az előírások szerint kell kivitelezni; az elosztóktól az üzemeltetési helyig célszerű kábeleket alkalmazni, mivel így kisebb az ívkepződés vagy az áramütés veszélye.

Ezek a létesítmények egymás mellett elhelyezett, ajtókkal összekötött zárt és félig zárt helyiségekből állhatnak. A veszélyes gázok átjutását egyik helyiségből a másikba reteszelt ajtókkal lehet megakadályozni. A megfelelő reteszelés biztosítja, hogy a veszélyes és nem veszélyes helyiségek közötti ajtókat ne lehessen egyszerre kinyitni. Ez a reteszelés megoldható mechanikus vagy villamos úton.

Kísérletezések folynak az ajtók közötti túlnyomás létesítésével is, azonban ez a megoldás — az igen bonyolult tömítési rendszer miatt — nem látszik megfelelőnek.

A gázgyűjtő és kompresszorállomások egyes technológiai készülékeiben a közeg melegítése az előírásoknak megfelelő fűtőberendezésekkel történik. A veszélyességi övezetekben belül gyakran jelentkezik igény egyes csövezetékek vagy szerelvények időszakos melegítésére. A legjobban bevált megoldás megfelelő hőszigeteléssel, szilikon köpennyel és mechanikai védelemmel ellátott melegítőkábelek használata. A melegítőkábel áramkörében kettős fémérzékelőkkel védekezünk a megengedettnél magasabb hőmérsékletek ellen.

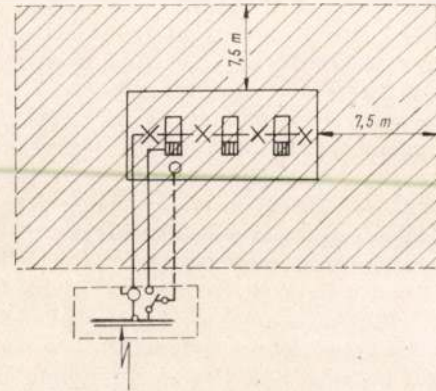
### 3. A robbanás elleni védekezés végrehajtása

Miként az elmondottakból kitűnik, a jugoszláv népgazdaság aránylag fiatal, s ez idő szerint felfejlődő szénhidrogénipara elméleti megfontolások, főleg azonban gyakorlati tapasztalatok alapján igyekszik a biztonság területén is a legjobb megoldásokra.

A robbanás elleni védekezés kérdésében alapszempont, hogy az egyes létesítményekben a veszélyességi övezetekben belül csak olyan villamos szerelvényeket szabad felszerelni, amelyek nélkülözhetetlenek, illetve amelyekre nem áll más technológiai megoldás rendelkezésre. Minden elosztó- és távműködtető berendezést vagy készüléket a veszélyességi övezeten kívülre kell tervezni. Ezt az elgondolást következetesen alkalmazzuk is a mélyfúrásnál, s a vele kapcsolatos sajátos munkáknál, továbbá az olajgyűjtésnél és -szállításnál egyaránt.

A villamos berendezések és szerelvények veszélyességi övezeten kívüli elhelyezése egyszerűsíti azok kivitelezését, csökkenti a költségeket, ugyanakkor nagyobb biztonságot is nyújt.

Egy, a veszélyességi övezetbe eső — zárt vagy félig zárt kivitelezésű — szivattyúházban például a villamos motorokat a szivattyúkkal közvetlenül szerelik össze, s ugyanitt világítási berendezések elhelyezése is elen-



5. ábra  
Szivattyúcsoport veszélyességi övezete

gedhetetlen. A csatlakozó szerelvények (elágazók stb.) azonban már elhelyezhetők a veszélyességi övezeten kívül, föld alatti kábelösszeköttetéssel is (5. ábra), melyen át a vezérlés robbanásbiztos kivitelű nyomógombok segítségével történhet.

A villamos automatikaelemeknek (szabályozás, mérés) robbanásbiztos kivitelűeknek kell lenniük, ha ezeket a veszélyességi övezetben szerelik fel.

Villamos berendezések robbanás elleni védelme közvetett kapcsolatban van a statikus feltöltődés elleni védekezéssel és a villámvédelemmel. Itt azt kell szem előtt tartani, hogy a megfelelő védőintézkedések viszonylag egyszerűek, mivel a létesítmények főleg fémszerelvények, melyek közvetlen fémes összeköttetésben állnak a fűtőberendezésekkel, így a kutakkal, ezek pedig a földbe süllyesztett, sokszor 1000 m hosszú, tízed Ohm nagyságrendű földelési ellenállású csövekkel. A statikus feltöltődés és a villámcsapás elleni védekezés leglényegesebb előfeltétele tehát az, hogy a fémszerelvényeknek meglegyen a minél jobb fémes összeköttetésük a földelő elemekkel, hogy így a lehető legkisebb átmeneti ellenállás legyen elérhető a védett berendezés és a föld között. A különböző védelmek összekapcsolásáról azonban gondoskodni kell, mivel egyik a másik nélkül nem adhat teljes megoldást a védekezésben.

#### 4. Felügyelet és karbantartás

A veszélyességi övezetekben belül feltételezett biztonság csupán a villamos berendezések rendszeres ellenőrzésével és karbantartásával érhető el. Ehhez pedig elengedhetetlenül szükséges:

- a) megfelelő technikai bizonylatok rendszeres vezetése;
- b) megfelelő szakemberek alkalmazása a kezelésre, karbantartásra és felügyeletre.

ad a) A robbanásbiztos berendezések tervezését és felszerelését olyan műszaki dokumentációval kell alátámasztani, amely a fennálló előírásokkal teljes összhangban van. Ahol egy gépet vagy berendezést használatba helyeznek, azonnal fel kell fektetni egy olyan műszaki nyilvántartást, amelybe naplószerűen be kell vezetni a rendszeres felügyelet megtörténtét, a karbantartást vagy az esetleges műszaki hibák észlelését. A robbanásbiztos kivitelű villamos berendezéseknél meg kell határozni azt az időszakot, amikor a védelem állapotát rendszeresen felül kell vizsgálni és a vizsgálatot egyúttal bizonylatolni kell.

Eszerint minden villamos készüléknek vagy berendezésnek nyilvántartási lappal kell rendelkeznie, amelybe minden, a robbanás elleni védelemre, a felügyeletre, a karbantartásokra vagy javításokra vonatkozó adatot bevezetnek. A robbanásbiztos kivitelű berendezések nyilvántartásának megszervezése a vállalatok belső szervezeti felépítésétől függ, de nem fogadható el semmiféle olyan indok, amely az ilyen nyilvántartás vezetésének elmaradását alátámasztja.

Legmegfelelőbb megoldás az egyes telepekre vagy az egyes telepcsoportokra vonatkozóan együttesen vezetett nyilvántartás, mert az ilyen számbavétellel a felhasználási helyen a leghatásosabban s egyben a legyszerűbb módon lehet betekintést nyerni minden

egyedül, szerelvény vagy berendezés pillanatnyi állapotába.

ad b) Előírás, hogy a villamos berendezések robbanásvédelme megköveteli a rendszeres karbantartást. Egyedül a helyesen használt és karbantartott villamos berendezések felelhetnek meg a robbanás elleni védelem követelményeinek.

Ebből következik, hogy a berendezések üzemeltetésével megbízott személyeknek szakképzetteknek kell lenniük, ez egyben azt is jelenti, hogy a robbanás elleni védelem tárgyköréből alapképzettségükhöz a kiegészítő ismereteket is kötelesek megszerezni. Ismereteiket ezen túlmenően az új védekezési módok el-sajátításával rendszeresen bővíteniük kell.

A dolgozók szakképzettségi szintjének megállapítása nem egyszerű feladat, mivel itt több szempontot kell figyelembe venni. Függ ez az alkalmazott gépek, szerelvények és berendezések mennyiségétől, kivitelétől, az üzemeltetés jellegétől stb. Fontos azonban, hogy a legalacsonyabb szintű beosztottak is rendelkezzenek villanyszerelői képesítéssel — és ezen túlmenően — robbanásbiztos készülékek üzemeltetésére, illetve karbantartására vagy javítására szolgáló engedéllyel.

A karbantartási technológiai utasítások összeállításának természetesen magasabb képzettségű személyeknek kell lenniük.

A robbanásbiztos villamos készülékek javítását szakosított műhelyekben kell végezni az ilyen munkákra kiképzett munkavezető irányítása mellett.

Ha a javítást a helyszínen el lehet végezni, ezt csak erre felhatalmazott villamos szakemberek végezhetik.

Nagyon hasznos lenne, ha a villamos berendezések kezeléséről, karbantartásáról és robbanás elleni védelméről az egyes ipari vállalatok szabályzatokkal és utasításokkal rendelkeznének.

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Tartalék gázkutkapacitások biztosítása az NKFV gázüzemeiben

Az NKFV 1969 decemberében elkészítette a „nagyalföldi földgázmezők egybehangolt művelésének programját”, ami lényegében az 1969—1980 közötti időszakra meghatározza a maximális gázárú, valamint cseppfolyós gáztermék termelésének lehetőségét, és az ehhez szükséges műszaki intézkedéseket és azok végrehajtási ütemét.

A „gázgenerálterv”-et az OKGT és az NKFV illetékesei részletesen vizsgálták, elemezték és az ennek alapján kiadott határozatok hosszú távon meghatározták az NKFV legfontosabb feladatait az országos gázprogram biztosításához.

Ezen OKGT-határozatok közül rendkívül jelentős az, amelyik elrendeli, hogy a biztonságos gázellátási feltételek megteremtése érdekében az NKFV valamennyi gázrendszerében 25%-os tartalékot kell biztosítani gázkutakból. A 25% az adott gázrendszer — tervezett — névleges terhelésére vonatkozik.

Az OKGT döntése alapján az NKFV Technológiai Főosztálya 1970. II—III. negyedévében valamennyi művelt gáztelep felülvizsgálatát elvégezte a termelési helyzet értékeléséhez szükséges rétegnyomás- és kapacitásmérések lebonyolításával együtt.

A vizsgálat és a mérési eredmények alapján az NKFV valamennyi termelésre kiképzett gázkútjára új technológiai előírásokat adtak ki (ez 51 tárolórét 113 kútját érintette), és kijelölték az újonnan kiképzendő, illetve lefűrandó és kiképzendő kutakat is.

A munka az olajkísérő gázt termelő kutakra is kiterjedt a szanki, algyői, pusztaföldvári és battonyai mezőkben, hiszen

ezen gáztermelése is igen jelentős a gázártermelésben, azaz a fogyasztói igények kielégítésében.

A Technológiai Főosztály által rögzített szempontok alapján egyúttal megkezdtek a kivitelezést is. A megoldandó feladatok nagysága rendkívüli volt, mivel e feladatokkal szinte azonos időben kellett végrehajtani a biztonságos kútzemeltetési feltételek megteremtéséhez szükséges kútkörzet-átépítési programot is. Ez 77 egyes vagy kettős kiképzésű termelőkutat érintett. Ezen túlmenően jelentkezett 18 új kút bekötési, kiképzési igénye is.

E roppant erőfeszítést, anyag-, gép-, munkaerő-koncentrációt és -koordinálást igénylő munkát rendkívül sikeresen oldottuk meg. Gyakorlatilag 1970. november 1-re valamennyi (gázellátást befolyásoló) gázrendszerrel a 25%-os tartalék kapacitást sikerült biztosítani.

Jó ütemben haladnak az új kútbekötések is: a szegedi üzemben 4, a szanki üzemben 5, az orosházi üzemben 2 és a hajdúszoboszlói üzemben 4 új kút termelésbe állításához szükséges felszíni termelőberendezést építettünk ki 1970. november 15-ig.

Ezen intézkedések alapján az elkövetkező időkben jelentős mértékben tudjuk megnövelni a folyamatos gázszolgáltatás biztonságosságát, az energiaellátás zavartalanságát.

Szolnok, 1971. március hó

Csákó Dénes  
okl. olajmérnök  
(NKFV, Szolnok)

# A kapillaritás hatása a „kiszorítási front” alakjára

ZOLTÁN GYŐZŐ

A tanulmány célja rámutatni a tárolóban mindig létező kapilláris hatások és a „kiszorítási front” viszonyára.

Laboratóriumi kísérletek céljára kialakított homogén, hidrofil kiszorítási modellekben ez a viszony igen kedvezőnek tűnt: a bármilyen kezdő helyzetből kiinduló kiszorító fázis igen gyorsan, a kiszorítási folyamat első perceiben meredek dőlésű kiszorító frontot képezett, s ezt a meredek dőlésű alakját — a folyamatról készült film szerint — végig megtartotta, ha a kiszorítás sebessége spontán, a rendszer kapilláris tulajdonságaitól függő értéket vett fel.

A természetes tárolókból vett mintákon ez a jelenség így már nem figyelhető meg, mert ezek a modellek ilyen jellegű vizuális megfigyelést nem tesznek lehetővé, a folyamat itt rendkívül lassú, s az időtényező irracionálisan hat, másrészt a kezdeti állapot nem alakítható ki célszerűen és nem is ellenőrizhető. Mindezek a nehézségek inspiráltak arra, hogy a tárolókból származó közet- és folyadék-mintákon megbízhatóan mérhető jellemzők felhasználásával kísérjünk meg leírni, miként viselkedik a „kiszorítási front” az ilyen inhomogén és anizotrop természetes rendszerben.

A telítettségfüggvény

$$H(x, t, S) = 0$$

általános alakjából a változók megfelelő kombinációja révén nyert

$$\left(\frac{\partial x}{\partial t}\right)_S = - \left(\frac{\partial S}{\partial t}\right)_x \left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)_t^{-1} \quad (1)$$

összefüggés egy konstans  $S$  víztelítettséggel bíró felületelem sebességét írja le a kiszorításra jellemző körülmények között. Alkalmazva a

$$z = z[S(x, t)] = Z^{-1} \int_{S_i}^S C(S) dS$$

transzformációt, s az ebből nyerhető  $\left(\frac{\partial S}{\partial t}\right)_x$  és  $\left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)_t$ -t

az (1) egyenletbe helyettesítve, továbbá  $\left(\frac{\partial z}{\partial t}\right)$ -t a már megismert összefüggés [1] alapján felhasználva, a fenti sebességfüggvényt konkrét feladat megoldására alkalmas formában kapjuk:

$$\left(\frac{\partial x}{\partial t}\right)_S = \frac{C(z)}{Z} \left[ \frac{u(t)}{\phi} F'(z) - N_g G'(z) \right] + N_c C(z) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^{-1} \quad (2)$$

Számítástechnikai okokból, de a jobb szemléltetőség érdekében is, célszerűbb ezt az összefüggést úgy alkalmazni, hogy egy konstans telítettségű felületelem helyett a telítettségváltozásra nézve vizsgált szelvényekben kiszámítjuk az ugyanazon időpontban adott telítettségekhez tartozó sebességértékeket s így a

$$v = v(x, t)$$

függvényt nyerjük. Ismerve már az

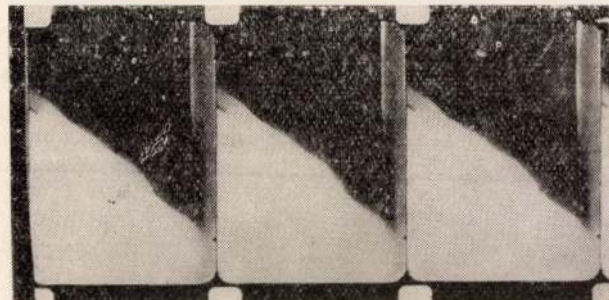
$$S = S(x, t)$$

összefüggést, felírható lesz a

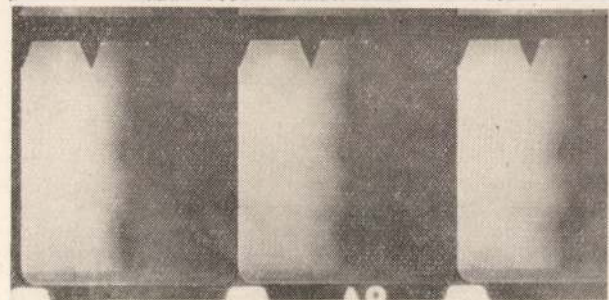
$$v = v[S(x, t)]$$

egyenlet, s ez utóbbiból látni fogjuk, milyen magatartást tanúsítanak a kiszorítás ugyanazon időpillanataiban a különböző víztelítettségű felületek.

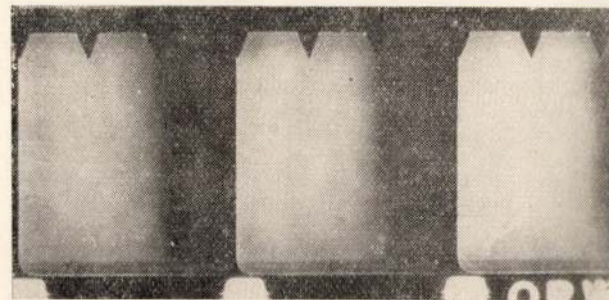
A kérdés elméleti oldalának további részletezése helyett inkább konkrét esetekre vonatkozó eredmé-



1. ábra  
Kiszorító front a kiszorítás kezdő pillanatában, mesterséges porózus közegben



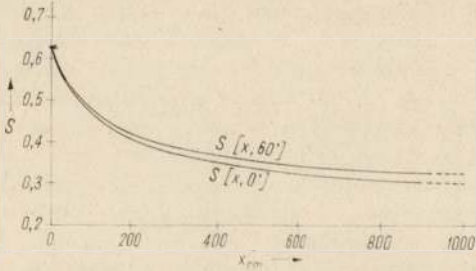
2. ábra  
Kiszorító front a kiszorítás 40. percében



3. ábra  
Kiszorító front a kiszorítás 80. percében



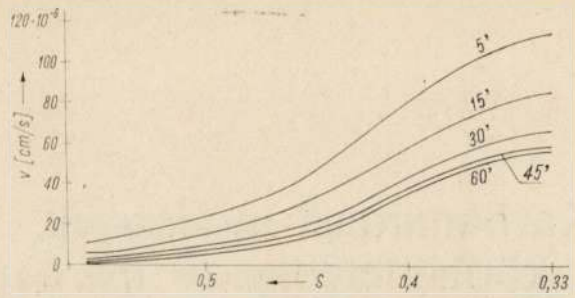
nyekre szorítkozunk. Az 1., 2. és 3. ábrák a vízszintes irányú felszivódás következtében beállott olajkiszorítás képsorából mutatnak néhányat. Az 1. ábrán a  $t = 0$  időponthoz tartozó állapot látható. A kiszorító fázis alkotta kiszorító front mintegy  $45^\circ$ -os szögben dől a vízszintes, majdani kiszorítási irányhoz; a 2. és 3. ábrák 40–40 perces időintervallumok után mutatják a kiszorító front alakját, amely most már meredeken dőlt, majdnem  $90^\circ$ -os szöget zár be az áramlás irányával. A kiszorító front itt látott alakja később sem változott, a folyamat végéig merőleges maradt a kiszorítás irányára. Hasonló tendencia



4. ábra  
 $P_c(S)$  összefüggésből számított  $S(x, 0)$  és az  $S(x, 60')$  függvények alakja

mutatkozott meg a vízszintestől eltérő irányú kiszorításoknál is. Ezeknél a folyamatoknál a „tárolót” homogén szemcseszerkezetű, hidrofil, izotróp porózus rendszer képezte, amit gondos, hosszú időn át tartó üleptéssel hoztunk létre, mintegy 25%-os kezdeti víztartalommal.

A már említett okok miatt valódi kőzetmintákon telepfoliadékokkal végrehajtott kiszorítások így nem figyelhetők meg. Ez esetben — nem rétegviszonyokra jellemző állapotban végzett — laboratóriumi mérések adataiból meghatározott  $P_c(S)$ ,  $k_{rw}(S)$  és  $k_{ro}(S)$  összefüggések felhasználásával az ismert módon [1] számítottuk a telítettségváltozást, majd a különböző időpontokhoz tartozó telítettségértékekből az egyes felületelemek mozgásviszonyaira jellemző sebességértékeket határoztuk meg a (2) egyenlőséggel. A kezdeti telítettségeloszlást a  $P_c = P_c(S)$ -ből kaptuk, igaz, ezzel a módszerrel a legkedvezőtlenebb telítettségeloszláshoz jutunk (4. ábra). A  $v = v[S(x, t)]$  számított értékeit az 5. ábra szemlélteti: a különböző víz-telítettségű felületek közül a nagyobb sebességgel mozgó felületek a kisebb víztelítettséggel bíró telítettség-tartományban fordulnak elő. Az olajkiszorításban ez a kedvezőtlen tendencia annál inkább érvényesül,



5. ábra  
Sebességprofil változása a telítettség és idő függvényében

minél kisebb az áramló fázisok térfogatsebessége, mert a (2) egyenlőségünk szerint  $u(t)$  annak csak az első tagjára van befolyással, a második tag értékét a tároló- és telepfoliadék-jellemzők s a pillanatnyi telítettségi állapot határozzák meg. Ezek szerint az olaj kapilláris lefűződésének lehetősége annál nagyobb, minél kisebb sebességgel történik a kiszorítás.

A jelenséget illetően a két rendszerben — mesterseges porózus közeg és valóságos tárolókőzet esetén — mutatkozó különbség a rendszerek pórusszerkezetének, felületi tulajdonságainak különbözőségének tudhatók be és aláhúzzák a közvetlenebb, a természetes viszonyoknak megfelelő információszerzés szükségességét.

## JELÖLÉSEK

$C$	kapilláris függvény
$F$	áramlásfüggvény
$G$	gravitációs függvény
$k_{rw}, k_{ro}$	relatív víz-, ill. relatív olajáteresztő képesség
$P_c$	kapilláris nyomás
$S$	telítettség
$S_i$	kezdeti telítettség
$t$	idő
$u$	térfogatsebesség
$v$	sebesség
$z$	transzformált változó
$Z$	transzformációs konstans
$x$	távolság a kiszorítás irányában
$\phi$	porozitás

## IRODALOM

- [1] Zoltán Gy.: A határfelületi energia a kőolaj-kiszorításban. Kőolaj és Földgáz, 11. p. 355. (1970).

## KÜLFÖLDI HÍREK

### A világ legmélyebb fúrásai

Louisianában a Placid Oil Co. egyik kutatófúrásában 7803 m (25 600 láb) mélységet értek el, amivel új mélyfúrás rekord született. Az eddigi világcúcsot a Phillips Petroleum Co. 1959-ben Texasban mélyített 7724 m-es (25 340 láb) fúrása tartotta. A 3., ill. 4. legmélyebb fúrás az elmúlt évben készült: az egyik ugyancsak Texasban 7509 m (24 637 láb), a másik pedig Oklahomában 7453 m (24 453 láb), mely utóbbival sikerült felfedezni az East Elk City mezőt.

Petroleum Engineer 1971. február

### Irányított ferdefúrás rekord

Irányított ferdefúrás rekord született a Marathon Oil Co. egyik, tengeri fűrészigetről mélyített fúrásában, az alaszakai Cook-öbölben, ahol 60 nap alatt ferde irányban 5188 m-t fúrtak. A fúrás vertikális mélysége 3208 m, a fúrólyuk talpának a fúrás vertikális tengelyétől mért horizontális távolsága pedig 3838 m. Ezt megelőzően egy másik fűrészigetről ferdén mélyített bokorfúrások lyuktalpi eltérése 209 m és 3499 m között változott.

Petroleum Engineer 1971. január

K. A.

# Karbantartási módszerek a kőolaj-feldolgozó iparban

MÓDI MIHÁLY—  
SCHNEIDLER ZOLTÁN—  
GYÖRFFY ELEK

*A szerzők tanulmányukban foglalkoznak a hazánkban még újszerű — a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál alkalmazott — kis költségráfordítást igénylő módszerekkel, amelyek nagymértékben meggyorsítják a kőolaj-feldolgozó iparban elterjedten használt készülékek karbantartását.*

*Az ismertetett módszerek a következők:*

- csökemencék csőveiben lerakódott koksz és az éghető üledék eltávolítása égetéssel;
- kondenzátorok, hűtők, hőcserélők tisztítása levegő-víz, levegő-szénhidrogén keverékkel. (Ez a módszer hőátadó rendszerek vízdalainak tisztítására üzem közben is alkalmazható.)

*A tanulmány röviden ismerteti a módszerek bevezetésével elért gazdasági eredményt.*

A kőolaj-feldolgozás rohamos fejlődése, a gyártott termékek iránti kereslet növekedése azt eredményezte, hogy a berendezések tervezői és üzemeltetői olyan módszerek kidolgozását teszik fő feladatukká, amelyek alkalmazásával lehetővé válik, hogy a legkisebb költségáfordítással (élő- és holtmunka-ráfordítás) maximális hatékonyságot, ill. termelékenységet érjenek el.

A berendezéseket — a gazdaságosság határán belül — a leghosszabb üzemeltetési periódussal járatják, rövidítik a karbantartásra fordított időt úgy, hogy a karbantartási munkákat modern, kis költségráfordítással járó módszerekkel oldják meg.

Hazánk kőolaj-feldolgozó iparában az első nagy teljesítményű, korszerű technológiával és berendezésekkel dolgozó, szovjet eredetű paraffinbázisú kőolajok atmoszferikus desztillációját megvalósító üzem Szőnyben (az akkori Szőnyi Kőolajipari Vállalatnál, ma Komáromi Kőolajipari Vállalat) épült fel, és teljes kapacitással (1 millió t/év) 1962 elejétől üzemel. Az üzem feladata, hogy szovjet eredetű paraffinbázisú kőolajból (fajsúlya  $20^{\circ}\text{C}$ -on  $850\text{--}865\text{ kg/m}^3$ ) ún. szárazgázt (főleg metánt, etánt és kevés propánt), B minőségű cseppfolyós pb-gázt,  $40\text{--}110^{\circ}\text{C}$  forráspont-határú könnyűbenzint,  $85\text{--}180^{\circ}\text{C}$  forráspont-határú reformáló alapbenzint, különböző petróleum- és gázolajféleségeket, különböző viszkozitású fűtőolajat, valamint vákuumdesztillációra alkalmas pakuraféleségeket állítson elő. Az elmúlt időszakban sikeres kísérleteket folytattunk hazai alföldi kőolajok feldolgozására. A kísérletek pozitív eredménnyel jártak. Gyakorlatilag hazai alföldi kőolajból kapacitás-csökkentés nélkül — kedvezőbb fehéráru-kihozatal mellett — a szovjet eredetű paraffinbázisú kőolajokból előállított termékekkel csaknem megegyező összetételű frakciókat lehet gyártani.

Az üzem a feladatát négytornyos desztillációval oldja meg úgy, hogy az egyes desztillációs tornyok között — amelyek a célnak megfelelő technológiai sorrendben vannak bekapcsolva —, az anyagáramok

normál üzemmenet esetén folytonosak. Az előleparló oszlopon történik a kőolajban levő könnyűbenzin-frakció (amelyben szerepel a pb-gáz is), száraz gáz és a víz levétele. Az itt kapott könnyűbenzin-frakciót a stabilizáló rendszerben ismételt, nyomás alatti desztillációnak vetik alá a pb-gáz kinyerése céljából. A fő leparlóoszlopon történik a reformálási alapbenzin levétele — amelynek kezdő forróját a különálló redesztillációs oszlopon ismételt desztillációval állítják be —, valamint a különböző minőségű petróleum-, gázolaj- és pakuraféleségek gyártása.

A négy, különböző célt szolgáló desztillációs rendszer hőigényét két csökemence elégíti ki, amelyekben az üzemben gyártott száraz gáz és fűtőolaj szerepel fűtőanyagként. Az előleparló rendszer hőigényének egy részét egy hárommillió kcal/h bruttó teljesítményű vertikális csökemence, míg a fő leparlóoszlop hőszükségletét egy húszmillió kcal/h bruttó teljesítményű horizontális csökemence elégíti ki. A stabilizáló és redesztillációs rendszer fűtése és a fő leparlóoszlop cirkulációs gázolajrefluxával történik megfelelő hőcserélő (rebojler) rendszer segítségével. Ezen cirkulációs reflux alkalmazása egyrészt elősegíti a fő leparlótorony alsó részének stabil desztillációs egyensúlyát, másrészt fűtésre való felhasználásával előnyös hőgazdálkodás kialakítását teszi lehetővé. A fő leparlótorony felső részén körforgatott benzines cirkulációs reflux, az oldalmegcsapoláson levett termékek (petróleumok, gázolajok) és a fenéktermékként nyert pakuraféleségek hőtartalmuk nagy részét, megfelelő hőcserélő rendszerben ( $2200\text{ m}^2$  hőátadó felületen) a technológiai folyamatba beérkező kőolajnak adják át.

Az üzembe beépített összes hőcserélő, kondenzátor, utóhűtő egyenként  $100\text{ m}^2$ -es hőátadó felületű és úszófejes kivitelű.

A technológiai rendszer műszerezése optimális (Foxboro műszerek), a szivattyúk nagy része mechanikus tömszelencéjű (Halberg gyártmány). Az optimális műszerezés és a magas műszaki színvonalon álló berendezések lehetővé tették, hogy műszakonként 5 főnyi technológiai személyzet elegendő legyen a gyártástechnológia maradék nélküli kiszolgálásához.

Az üzem megindítása után 3—4 év alatt a vezetők és a dolgozók elsajátították a nagy kapacitású berendezés üzemeltetésével kapcsolatos módszereket, megoldották a felmerült problémákat, feltárták a technológiai hiányosságokat és a meglévő berendezésekben rejlő szűk keresztmetszeteket. Kis költséggel járó pótlólagos beruházásokkal az üzem kapacitása 1 millió t/évről 1,1 millió t/évre emelkedett. A fajlagos energiafogyasztás jelentősen csökkent: a gőz, víz 40%-

kal, az elektromos energia 20—25%-kal, a fűtőanyag pedig 10—15%-kal. A költségtényezők ily módon történő további csökkentéséhez már egyre nagyobb és hosszabb idő alatt megtérülő (kevésbé hatékonyabb) ráfordításokra lett volna szükség. Mindez kényszerítőleg hatott oly módon, hogy a figyelmet egyre jobban az olyan módszerek kidolgozására irányította, amely módszerek bevezetése kis költséggel jár, csökkenti a karbantartási költségeket, lényegesen meghosszabbítja az üzemelési periódusokat, és csökkenti a berendezés elhasználódásának mértékét.

Az eddigi során az Atm. I. üzemen kikísérletezett ilyen módszerek közül a következő három érdemel különös figyelmet.

1. Csökemencék csöveiben lerakódott koks és az éghető részekbe ágyazott üledékek eltávolítása égetéses módszerrel.
2. Kondenzátorok, hűtők, hőcserélők tisztítása levegő-víz, levegő-szénhidrogén keverékkel. (Ez a módszer hőátadó rendszerek vízdalainak tisztítására üzemmenet alatt is alkalmazható.)
3. Korrozógátló inhibitorok adagolása a kőolajipari berendezések korrozójának csökkentésére, ill. megakadályozására.

#### *A módszerek részletes ismertetése*

1. A kőolajiparban alkalmazott csökemencék csöveiben hosszabb üzemelési periódus alatt, ill. olyan üzemzavaroknál, amelyeknél a felfűtött csökemencére menő anyagáram megszűnik, kisebb-nagyobb mértékben (1—15 mm vastag) koksréteg keletkezhet. A csövek belső felületén lerakódott koks jó szigetelő, tehát nagymértékben lerontja a csőfelületen lejátszó hőátadás mértékét, emiatt fél éves üzemelési periódus után csökken az adott berendezésen feldolgozható kőolaj mennyisége. Az Atm. I. üzemenél 0,5—1,5 mm-es koks képződés az előzőekben említett horizontális csökemence (amely max. leterheléssel üzemel) csöveiben azzal jár, hogy a hőátadás leromlása miatt az üzem feldolgozási kapacitása 2—3,5%-kal csökken (üzemi mérési adat). Végeredményben a koks kiválás mértékét normál üzemmenet esetén az alkalmazott nyomáson, hőmérsékleten és tartózkodási időn a feldolgozott kőolaj stabilitása (tartalmaz-e könnyen bomló vagy polimerizációra hajlamos vegyületeket), valamint a csőfelületek tisztasága határozza meg. Amennyiben a csövek belső felületén a tisztítás után koks marad vissza bármely kis mennyiségben, akkor ez a koks katalizálja a további koks képződést.

Hazánkban a kőolaj-feldolgozó iparban a csökemencékben képződött koksot ez ideig mechanikus módszerrel — légturbinával hajtott verőfejjel — távolították el. Ez a módszer hosszadalmas, mert egyszerű meg kell bontani minden fordulókamrát, hogy a csövekhez lehessen férni, másrészt egyszerre legfeljebb két csövet lehet koksztalanítani. E módszer a csövek belső felületén erős eróziót okoz és tökéletes koksztalanítást nem eredményez.

Külföldi irodalmak utalnak a lerakódott koks égetéssel történő eltávolítására, de e módszer hazánkban az elmúlt esztendőig nem terjedt el. Ez irányú kísérleteket először az Atm. I. üzem horizontális csökemencéjénél végeztünk. A módszer lényege, hogy az égetést gőz-levegő eleggyel végezzük el az égési

folyamat gondos ellenőrzése mellett. Az égetési idő a koks réteg vastagságától függően 6—14 óra.

Az égetési folyamatban a koks rétegnek mintegy 35—40%-a széndioxidá válik, míg a maradék rész lepattogzik a csőfalról és azt a nagy sebességgel áramló gőz-levegő-széndioxid elegy magával ragadja. Az égetési folyamat megfelelő kézbe tartásához elengedő a kőolaj-feldolgozó iparban jelenleg üzemelő csökemencék műszerezettségére, a fűtőanyag-szabályozás a kilépő hőfok függvényében, az anyagáram be- és kilépő hőfokának mérése és regisztrálása, valamint a tüztér-hőmérsékletek és füstgáz-hőmérsékletek mérése és regisztrálása. A módszer végrehajtásához külön beruházást igényel az adagolt levegő és gőz mennyiségének mérőköre, valamint a kemence kilépő vezetékéhez megfelelő, az égéstermékek és koks elvezetésére alkalmas közdarabok elkészítése. Az Atm. I. üzem horizontális csökemencéjénél az égetéses módszer technológiája a következő:

A horizontális csökemence jellemzői (kétoldali anyagáramlás):

hosszúság 17 100 mm,  
magasság 12 500 mm,  
szélesség 4700 mm (szűkületben 1400 m),  
kéménymagasság 12 500 mm,  
a csökemence nettó teljesítménye a kőolaj felmelegítésére  $17 \cdot 10^6$  kcal/h,  
a csökemence nettó teljesítménye gőztúlhevítésre 400 000 kcal/h.

Radiációs tér:

csőméretek  $\varnothing 168,3 \times 7,1 \times 17 030$  mm,  
csövek száma 48,  
csövek belső felülete 414 m<sup>2</sup>,  
csövek külső felülete 450 m<sup>2</sup>,  
csőanyag X5M (4,6% Cr, 0,55% Mo).

Konvekciós tér:

csőméretek  $\varnothing 168,3 \times 7,1 \times 17 030$  mm,  
csövek száma 28,  
csövek belső felülete 242 m<sup>2</sup>,  
csövek külső felülete 262 m<sup>2</sup>,  
csőanyag (5% Cr, 0,5% Mo, kevés Si).

Gőztúlhevítő:

csőméretek  $\varnothing 44,5 \times 3 \times 17 030$  mm,  
csövek száma 22,  
csövek felülete 100 m<sup>2</sup>,  
csövek anyaga normál szénacél.

Az olajbetáplálás megszüntetése után a csövekben maradó olajat a fő lepárlóoszlopba kell gőzzel kifűtteni, majd a gőzbeadagolás megszüntetése után a csökemence kilépő vezetékére fel kell szerelni az égéstermékek elvezetésére alkalmas közdarabot. A szerelés befejezése után ismételtlen biztosítani kell, ill. meg kell indítani a kemencén keresztüli gőzbetáplálást, amely a felszerelt közdarabon át a szabadba áramlik. Be kell gyújtani a kemencébe, és az égőkre menő tüzelőanyagot úgy kell szabályozni, hogy a felfűtés sebessége 50 C°/h-nál nagyobb ne legyen, és a lángok ne ériék a csöveket.

A gőzbetáplálást úgy kell vezetni, hogy az adott csökemencénél a csöveken lehetőleg 500—1500 kg/h

áramoljon keresztül. Természetesen ez a mennyiség lehet lényegesen nagyobb is, mert a nagyobb áramlási sebességek a későbbiek folyamán kedvezően hatnak az égő zóna mögötti fellázított koksztételek leválására. A gőzbeáplálás beállítása után a belépő gőzbe meg kell kezdeni a levegőadagolást.

Az égetési folyamat alatt a konvekciós zóna anyagkilépő hőmérséklete 580 °C fölé nem emelkedhet, míg a radiációs tér kilépő hőmérséklete nem haladhatja meg a 620 °C-ot. A tüztér-hőmérsékletek az égetés során 700 °C fölé nem emelkedhetnek. Úgyelni kell arra, hogy a tüzelés egyenletes legyen. Amennyiben a csöveken helyi túlmelegedések lépnének fel, amelyeket vizuálisan jól lehet érzékelni (a csövek színe megváltozik), akkor a gáz-levegő arányt — több gőz beadagolásával — a gőz oldalára kell eltolni. Kísérleteink tapasztalatai azt mutatják, hogy a tökéletes koksztalanítást célszerű több periódusban, levegőben dúsabb gőz-levegő eleggyel elvégezni. Minél vastagabb a leégetendő koksztételek, annál több égetési periódusban célszerű a teljes leégetést elvégezni.

0,1—1 mm vastag koksztételeget egy periódussal le lehet égetni. A vállalatunknál levő termikus selektív krakküzem könnyűolaj-csökemencéjében a csövekben 11—13 mm vastag koksztételek keletkezett üzemzavar következtében. Ezt a koksztételeget 5 periódusban égettük le. A kísérletek azt bizonyították, hogy az egyes periódusokban a következő levegő-gőz arányokat célszerű alkalmazni:

1. periódus 160 l levegő/kg gőz (10 att-os enyhén túlhevített)
2. periódus 200 l levegő/kg gőz
3. periódus 300 l levegő/kg gőz
4. periódus 380 l levegő/kg gőz
5. periódus 450 l levegő/kg gőz

Az első periódus levegő-gőz aránya mellett az Atm. I. üzem horizontális csökemencésöveiben lerakódott kokszt 6 óra alatt tökéletesen eltávolítható.

A koksztételeget feltétele, hogy a csökemencék csőanyaga a maximálisan fellépő 800 °C-os hőmérsékletnél deformációt, ill. szilárdságbeli károsodást ne szenvedjen. Irodalmi adatok egyöntetűen bizonyítják, hogy a 4—6% Cr-ot tartalmazó acélötvözetek a fenti körülményeket károsodás nélkül bírják. A modern technológiai rendszerekben kapcsolt csökemencék csőanyaga általában X5M vagy ennél jobb minőségű ötvözött acélból készül.

Az égetéssel történő koksztávolítás előnyei a mechanikus módszerrel szemben a következők:

A koksztalanítás egyenletes a csövek teljes hossza mentén, így nem maradhatnak koksztzsemsék a csövekben, amelyek a későbbi üzemelési periódusban a kokszt kiválást katalizálnák. Ezáltal megnő a kemencék üzemelési periódusa, fűtőanyag-megtakarítás érhető el és nagyobb lesz a kapacitás. A kemencésövek mechanikusan nem károsodnak, tehát élettartamuk megnövekszik. Az eljárás alkalmazásával a csökemencés csöveinek koksztalanítása gyorsabban és kisebb élőmunka-költséggel megvalósítható, mint a mechanikus módszerrel. (Az Atm. üzem horizontális csökemencéjének koksztalanítása mechanikus módon két szakmunkást és két betanított munkást, valamint 120 munkaórát igényelt. Az elhasznált sűrített levegő költsége valamivel magasabb, mint az égetési mód-

szer fűtőanyag-, levegő- és gőzköltsége. Az égetési módszerrel történő koksztalanítást a nevezett kemencénél két ember 6 óra alatt képes elvégezni.)

A csőforduló kamrákat nem kell megbontani, így élettartamuk megnövekszik. Ez a módszer alkalmas olyan csökemencék csöveiben lerakódott kokszt eltávolítására is, amelyeknél vagy a konstrukció, vagy a koksztételek vastagsága nem teszi lehetővé a mechanikus módszer alkalmazását. E módszer elterjesztése lehetővé teszi a csőfordulók hegesztett kivitelben történő megoldását, tehát nem szükséges a bonyolult préseléssel megoldott precíziós csiszolatokkal ellátott csőfordulókamrákat alkalmazni. A hegesztett kivitelű csőfordulókat be lehet építeni a radiációs, ill. konvekciós térbe, így adott kemenceméretnél növelni lehet a hőátadó felületek nagyságát.

Az ismertetett égetési módszer kezd elterjedni hazánkban és külföldön is. A módszerrel a Dunai Kőolajipari Vállalat több csökemencéjében, a Hajdúszoboszlói Gázüzem csökemencéjében, valamint a Pozsonyi Olajfinomító — egy majdnem 40 millió kcal/h teljesítményű vertikális csökemencéjében — személyes irányításunkkal égették le a lerakódott koksztot. Az illetékes szakemberek elismeréssel nyilatkoztak a módszerről.

2. A kőolaj-feldolgozó berendezések karbantartási költségeit legnagyobb részben a kondenzátorok, hűtők, hőcserélők, kiforrólók tisztítási költségei alkotják. E berendezések tisztítására nagy szükség van, hiszen a csőfelületeken képződött lerakódások egyrészt mint szigetelő rétegek növelik a fajlagos hőenergia-felhasználást, többnyire korróziót okoznak és elősegítik a további lerakódások képződését, másrészt a technológiai rendszer hidraulikus ellenállását növelik, amely emeli az anyagmozgatási költségeket, ill. kapacitásvesztéseket okoz.

A pb-gáz és a benzinoldalakon keletkezett lerakódások (szulfidok, oxidok) a legtöbb esetben pirofórosak, így a készülékek megbontásakor tüzek és robbanások keletkezésének lehetősége nagymértékben fennáll. A hőátadó felületeken képződött lerakódásoknak két nagy csoportjuk van, úm. a hűtővizekből kiülepedett, kivált iszap, egyéb hordalék, csigák, algák, ill. vízkő, valamint a kőolajból és késztermékekből az adott üzemi körülmények között keletkezett polimerizált, kondenzált vegyületek és korróziós termékek. Vállalatunk szőnyi gyáregységében hűtési célokra Duna-vizet használnak, amelyet ülepítés után (az ülepítőben a tartózkodási idő 45 perc) nyomnak az üzem vízhálózatába. (Nincs cirkulátortól hűtővízrendszer.)

Az ülepített, felhasználásra kerülő víz szilárd-üledék-tartama 20—30 mg/l. Ez a viszonylag magas üledéktartalom a kondenzátorok és hűtők vízdalán vastag lerakódásokat okoz. Ezek a lerakódások hosszabb üzemelési periódus alatt — üzemzavarok, vízkimaradások esetén — a meleg felületekre rásülnek, és ezért azokat a víz áramlási sebességének növelésével nem lehet eltávolítani. A vastag lerakódások lerontják a hőátadásokat, dugulást okoznak és lerövidítik az üzemelési periódusokat. Korábban az Atm. I. üzemmel félévenként le kellett állni a vízdalali lerakódások miatt és a csökötegeket mechanikus módon ki kellett tisztítani.

A kondenzátorok, hűtők, hőcserélők anyagolda-

lain (kőolaj, benzin, petróleum, gázolaj, pakura) keletkezett lerakódások egyrészt a technológiai folyamatban az alkalmazott hőfoktól, nyomástól, tartózkodási időtől és a kőolaj és termékeinek ily körülmények közötti stabilitásától függően keletkezett polimerizátumok (végső soron hidrogénben szegény szénhidrogének, kokszt stb.), kondenzált vegyületek, másrészt a korróziót szenvedett berendezések anyagából képződött korróziós termékek (vasoxid, vasszulfid, poliszulfidok stb.). A benzinoldalakon főleg az utóbbiak keletkeznek viszonylag laza, de pirofóros formában. A többi anyagoldalon a lerakódások már kevésbé lazák, általában viszkózus, olajszerű, jól tapadó szénhidrogénekbe ágyazott kocszszemcsékből állnak. Ezen lerakódások nagy része 6 hónapos üzemciklus után kezdi rohamosan csökkeneni a hőcserélő rendszerben hasznosítható hőmennyiséget. Ha a tiszta hőcserélő rendszerben hasznosítható hőmennyiséget az üzem indulásakor száz százalékknak vesszük, akkor a következők szerint alakul az üzemelési idő függvényében a rendszerben hasznosítható hő:

Üzemeltetési idő hónap	A hőcserélő rendszerben a kőolaj felmelegítésére hasznosítható hő %
1	97
2	92
3	90
4	89
5	85
6	83
7	72

A hasznosítható hő csökkenésével párhuzamosan megnő az üzem fajlagos vízfogyasztása.

A 2. pont alatti módszer lényege, hogy a levegőnek folyadékba történő viszonylag kis mértékű adagolása jelentős áramlássebesség-növekedést eredményez, amely fokozott öblítő, tisztító hatásban mutatkozik meg. Kísérleteink alapján bebizonyosodott, hogy a tisztító hatás akkor a legnagyobb, ha a levegő beadagolása pulzálva történik, a levegő nagy buborékok formájában lüktetve halad át a hőcserélő cső, illetve köpeny oldalán. Ebben az esetben a lerakódásokra ható áramlási nyomás a két közeg eltérő fizikai tulajdonságai miatt állandóan ingadozik, mely ingadozás következtében a lerakódások fellazulnak és leválnak a tisztítandó felületről. Méréseink alapján a tisztító hatás akkor a legjobb, ha a levegő és az öblítőfolyadék közt a nyomáskülönbség 2,5—3 ata. A módszer gyakorlati megvalósítása a következő: a vízdalon keletkező lerakódásokat (kemény vízkő kivételével) üzemmenet közben a hűtővíz áramlásának egyidejű megnövelésével és sűrített levegőnek a hűtővízbe való beadagolásával távolítjuk el. A 100 m<sup>2</sup>-es üszőfejes kondenzátorok és hűtőblokkok vízbepő vezetékébe 25 mm átmérőjű csonkokat építettünk be megfelelő szerelvényekkel, amelyeken keresztül történik a levegőbeadagolás. Első lépésben a belépő víz mennyiségét — amennyiben lehetséges — megnöveljük, majd megindítjuk a levegőbeadagolást az adagolózelep percnként történő nyitásával és zárásával. Ezzel biztosítjuk a levegő pulzálását. Ezt a műveletet addig folytatjuk, míg a rendszert elhagyó víz teljesen ki nem

tisztul. Egy blokk ily módon 10—15 perc alatt teljes mértékben megtisztítható.

Az anyagoldalakon keletkezett lerakódások eltávolítására is alkalmas ez a módszer az üzem leállítása után (karbantartás ideje alatt).

A kőolaj-, petróleum-, gázolaj- és pakuraoldalakon keletkezett lerakódások ily módon történő eltávolításánál az öblítőfolyadék petróleum- vagy gázolajfrakció, amely kioldja a lerakódások oldható komponenseit, ezáltal fellazítja azokat. Az öblítőfolyadékot a meglévő termékkítároló és kőolaj-bedolgozó szivattyúkkal cirkuláltatjuk egy ülepítőtartályon keresztül a tisztítandó hőcserélő és hűtőrendszereken át.

Az ülepítőtartályban általában 40—45 perc tartózkodási idő alatt a szilárd részek kiülednek, a levegő eltávozik, tehát a centrifugális szivattyúk zavartalanul végezhetik az öblítőfolyadék-cirkulátást. Az öblítőfolyadékba a levegőbeadagolás két helyen történik, úm. a szivattyú nyomóoldali légtelenítőjén és a hőcserélő blokk légtelenítőjén keresztül. Egy 100 m<sup>2</sup>-es hőátadó felületű blokk ily módon történő tisztítása a szükséges szerelésekkel együtt 15—25 percet vesz igénybe.

A benzinoldalaknál az öblítőfolyadék víz. A tisztítandó berendezés belépő csonkjára, illetve a kérdéses benzinterméket szállító szivattyú nyomócsonkjára rácsatlakozunk a vízzel, és a nyomóoldali légtelenítőn keresztül az előzőekben leírtak szerint adagoljuk a levegőt.

Az eddigiek során a kondenzátorokat, hűtőket, hőcserélőket, rebojlereket az üzem leállítása után szétszerelték, a csökötegeket kihúzták és mechanikus módszerrel, túlnyomórészt kézi erővel tisztították, majd ismét összeszerelték. Természetesen a művelet elvégzése közben a több t súlyú betéteket megfelelő csőrőkocsik, autók, daruk segítségével mozgatni kellett, ezáltal nőtt a baleseti veszély, és nagy volt a karbantartók fizikai leterheltsége. Az Atm. I. üzem technológiai rendszerében 25 (100 m<sup>2</sup>-es hőátadó felületű) hőcserélő, 15 hűtő, 23 kondenzátor, 2 rebojler van beépítve. Ezek teljes szétszereléséhez 8580 db (24—30-as méretű) csavart kellett megmozgatni (megbontás, kiszedés, grafitozás, visszarakás, meghúzás). Természetesen a megbontott illesztések tömítéseit is ki kellett cserélni. Ez a művelet a betétek tisztításával együtt 120 főnek napi 8 órai munkával mintegy 12 napig tartott.

Módszerünk bevezetésével valamennyi berendezés tisztítását 12 ember (szereléssel együtt) 16 óra alatt végrehajtja. A szükséges ellenőrzéseket és az elhasznált csökötegek cseréit az előbb említett karbantartói létszám 6 nap alatt elvégzi. Általában ez idő alatt csak mintegy 1200 db csavart kell megmozgatni.

Összegezve: az alkalmazott új módszer lehetővé teszi, hogy az említett berendezések közül csak az elhasználtokat kell teljesen megbontani, szétszerelni (így csökkennek a ráfordítások), nem igényel különösebb fizikai leterheltséget, a vízdalakat üzemmenet alatt lehet tisztítani, növekszik az üzemelési periódus, csökken a fajlagos víz-, valamint fűtőanyagfogyasztás.

3. A kőolaj-feldolgozási folyamatokat korróziós jelenségek kísérik. Korróziós ágensként a kőolajban

levő kénvegyületek termikus bomlásából származó kénhidrogén, valamint a kőolajat kísérő szervesetlen sók hidrolíziséből származó sósav jönnek számításba.

Ezen vegyületek hatására az általában ötvözetlen szénacélból készült üzemi berendezésekben lyuk-korrózió jön létre, pirofóros vas keletkezik. Ezek a jelenségek gátolják a tervszerű termelést, minőségromlást, balesetveszélyt idéznek elő. Tanulmányozva a hatásos védekezés eszközeit, megállapítottuk, hogy a leghatásosabb és egyben leggazdaságosabb védekezés az inhibitoros védelem. Lényege: a védendő helyre adagolószivattyú segítségével juttatjuk el a korróziógátló inhibitor benzines oldatát. A korrózióvédő anyag a védendő fém felületén jól tapadó, összefüggő filmet alkot, amely meggátolja a korrózió ágensek diffúzióját a fémfelülethez.

Az inhibitoros korrózióvédő eljárást a fenti üzemben kikísérleteltük és nagyüzemi szinten meg is való-

sítottuk. Az eredményről, valamint a védekezési eljárás továbbfejlesztéséről „Olajfinomítók inhibitoros korrózióvédelmének megvalósítása és értékelése” c. tanulmányunkban e lap 1970. évi 11. számában már részletesen beszámoltunk.

Ezen három ismertetett módszer eredményeként az Atm. I. üzem üzemelési periódusa több mint kétszeresére emelkedett (az eddigi fél évvel szemben), a 2. pontban ismertetett hőhasznosító hőátadásában a gyors csökkenés nem 6, hanem 12—13 hónap üzemelés után következett be, a fő lepárlótorony kondenzátorainak és a benzines hőcserélő rendszer csőkötegeinek élettartama az eddigi 2 évről 4 évre emelkedett, a karbantartási költségek lényegesen csökkentek, az üzem évi kapacitása több mint 30 e. tonnával megnövekedett, továbbá lényegesen csökkent az üzem fajlagos gőz-, víz- és villamosáram-fogyasztása.

#### (folytatás a 176. oldalról)

röntgenvizsgálattal ellenőrzött és kifogástalannak bizonyult gázüzemi berendezéseket állítunk üzembe; ugyanakkor a régi berendezéseinek rekonstrukcióit is ennek figyelembevételével végezzük. E célra saját röntgenes csoportot szerveztünk.

5. Megszigorítottuk a beépítésre kerülő anyagok műbizonylatolási rendjét, és folyamatban van fémek vizsgálatára saját mérő-laboratórium felszerelése, illetve megszervezése.
6. Minden üzemvezetőség területére részletes korrózió-ellenőrzési programot adtunk ki, amelynek során szemrevételezéssel is vizsgáljuk a kritikus szakaszokat.

#### Megelőző intézkedések

1. Felülvizsgáltuk a gázkutakra felszerelt hagyományos kialakítású karácsonyfák használhatóságát az új üzemviteli tapasztalatok és követelmények figyelembevételével. Kitértünk, hogy a menetes közdarabok felhasználásával összeállított hagyományos karácsonyfa nem felel meg az üzemi gyakorlat igényeinek. Ennek alapján az NKFV és a DKG új típusú monoblokkos (tömbösített) karácsonyfát alakított ki, melynek használatát az OBF jóváhagyta. A gyártás megindult, az új típusú karácsonyfa üzemszerű alkalmazása megkezdődött.
2. Az új típusú karácsonyfa birtokában elrendeltük a karácsonyfacserét valamennyi olyan, a termelésre kiképzett gázkúton, amelyek régi típusú, menetes karácsonyfával voltak ellátva. 1970-ben 41 kútnál már sor került a karácsonyfacserékre és ezt a programot 1971 végére befejezzük.
3. Megvizsgáltuk a gázkútkiképzés eddigi elveit és szempontjait. A vizsgálat során észlelt számos negatív tényező alapján az OKGT és NKFV illetékes szakemberei kialakították a korszerű gázkútszerkezet alkalmazandó elveit.
4. Az NKFV kezdeményezésére az OLAJTERV szakembereinek bevonásával felülvizsgáltuk a gázkutak korábbi felszíni berendezésének szerkezeteit is. Ezek szellemében kialakítottuk az új típusú kútkörzeteket, majd elkezdtek a termelésbe állított gázkutak kútkörzetének átépítését és 1971 végére be is fejezzük.
5. Az ellenőrzés hatékonyságának növelésére az NKFV és az OLAJTERV kialakított egy a korróziósebesség-mérésre, a korrózió mértékének és az inhibitorozás hatékonyságának ellenőrzésére szolgáló közdarabot, amelyet minden gázkútkörzetbe beépítünk. A közdarabok legyártása folyamatban van, beépítésük 1972 közepéig megtörténik.
6. Figyelembe véve eddigi kísérleti tapasztalatainkat, amelyek szerint a megépített berendezésekben a korrózióvédelem leghatékonyabban inhibitorozással biztosítható, megvizsgáltuk ezen művelet végrehajtásának műszaki előfeltételeit. Ennek alapján az NKFV és az OLAJTERV a várható és

megelevő kútszerkezeteket figyelembe véve, kétféle alaptípusú adagoló készüléket fejlesztett ki, amelyek legyártása, valamint beépítése a veszélyesnek minősített kútkörzetekbe 1971 végéig megtörténik.

7. Valamennyi földgázüzemünkben megkezdjük a kéntartalom mérését és ennek alapján az esetleges kénhidrogén okozta korrózió szempontjából veszélyes pontok felülvizsgálatát. A program 1972 közepére befejeződik.

#### Kísérletek

1. 1971 február óta széles körű laboratóriumi és üzemi kísérlet sorozatokat végzünk Hajdúszoboszlón, Szankon és Orosházán a leghatékonyabb és a gáz-előkészítési technológia szempontjából is legmegfelelőbb inhibitor típusának és adagolási módszerének megállapítására. Ennek keretében SERVO-CK-340, SERVO-CK-323, HOECHST-1387, MAVEBIT-CCC és Baroid COAT-101 típusú vegyszerekkel kísérleteztünk a különféle gáztípusoknál. A kísérletek még folyamatban vannak.
2. A BUDALAKK-készítmények felhasználásával a vezetékek belső bevonására Szankon üzemi kísérleteket is végzünk.
3. Az alítált acélcsovek használhatóságának eldöntésére a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke készítet tanulmányt, amely a Borsodnádason alkalmazott alítási technológiával készült acélcsoveket vizsgálta. Ezen tanulmány alapján e témakörben a további kutatást feltétlen szükségesnek tartjuk.
4. Az NKFV és az OGIL közös vizsgálatokat végez a különféle inhibitorok hőstabilitásának megállapítására, az üzemi körülmények figyelembevételével.
5. Az OGIL és az NKFV kutatásokat végez a glikolok és inhibitorok kölcsönhatásának tisztázására, különös tekintettel a glikolregenerálásnál jelentkező hőmérsékletekre.
6. A karácsonyfák erózió és korrózió elleni fokozott védelme érdekében KATESIL védőbevonatos kísérleteink is folyamatban vannak.

E rövid ismertetéssel próbáltunk képet adni az NKFV-nél folyó korrózióvédelmi munkáról, érzékeltetve egyúttal azt is, hogy a fiatal magyar földgázipar előtt mennyi újszerű és megoldásra váró probléma merült fel már eddig is, és várhatóan jelentkezni fog a jövőben is. Ezek megoldása alapos elméleti felkészültséget kíván meg a gázipar valamennyi szakemberétől.

Eddigi tapasztalataink alapján bizakodva tekinthetünk a jövő elé, hiszen ez az ismertető is megfelelően bizonyítja, hogy intézkedéseinkkel jó úton haladunk és eredményeink is biztatóak.

Szolnok, 1971 április hó

Csákó Dénes  
okl. olajmérnök  
(NKFV, Szolnok)

GYÖNGY LAJOS  
1924—1971



Őszinte részvétellel vettük a szomorú hírt: GYÖNGY LAJOS okl. vegyészmérnök, a Kőolajvezeték Vállalat pb-gázfőosztályának vezetője 1971. március 21-én elhunyt.

Az ötgyermekes mezőgazdasági cseléd apa és a MÁV-takarítónő anya korai elvesztése után önjerejére támaszkodva végzi iskoláit és mások gyermekeinek oktatásából, szünidőben vállalt munkából — erős szívvel és szívós akarattal — képezi magát. Még serdülő ifjú, amikor az olajiparba kerül és laboráns, majd technikus lesz, előbb Bázakerettyén (1942—1943), később Nagykanizsán (1943—1948).

1948-ban felvételt nyer a Budapesti Műszaki Egyetem vegyészmérnöki karára, ahol 1953-ban vegyészmérnöki diplomát szerez.

Ezt követően előbb a Növényvédelmi Kutató Intézetben tudományos munkatárs (1953—1955), majd a Kőolajbányászati Tudományos Laboratóriumban önálló kutató (1955—1960). Megismerkedik a kőolajvegyészet minden ágával, ezen belül is elsősorban a korrózióvédelemmel és műanyagiparral.

A Pest megyei Tanács kérésére elfogadja a Pest megyei Műanyag, Játékárú és Tömegcikkipari Vállalat meghívását, ahol főmérnöki beosztásban hasznosítja a tanulatokat és tovább gyarapítja szakismereteit (1960—1963).

Sokrétű tudással felvértezve, mély emberismerettel, valamint üzemi és üzemviteli tapasztalattal tér vissza az olajiparba, mint az OKGT Tudományos Kutató és Fejlesztési Főosztálya korróziós osztályának vezetője (1963—1967). Számátalan tanulmány, kísérlet, újítás és módosítás fűződik eredményes tevékenységéhez.

1967 őszén kerül a Kőolajvezeték Vállalat pb-gázfőosztályának élére, ahol maradéktalanul hasznosíthatja és hasznosítja is üzemi és elméleti ismereteit, széles körű gyakorlatát. Az addig sok akadályos és nehézséggel — még több meg nem értéssel — küzdő pb-gázszolgáltatást korszerű szintre emeli. A 297 t/nap palackozási kapacitást racionális szervezéssel 650 t/nap-ra növeli. Üzemi rendet, fegyelmet teremt és a dolgozóknak biztosítja mindazt, ami a zavartalan munkához elengedhetetlen: a zavartalan anyagellátást, a tartalék gép- és alkatrészbeszerzést, a munka zökkenésmentes, folyamatos ritmusát. Nevéhez fűződik az üzemi élet kialakítása, mert vérévé vált, mert eleme volt az emberekről való gondoskodás.

Nagyon sokat dolgozott, s nem kímélte energiáját és egészségét.

1971. március 26-án búcsúzott tőle gyászoló családja, barátainak, tisztelőinek, munkatársainak és az olajipar dolgozóinak népes serege. Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint a Kőolajvezeték Vállalat saját halottjának tekintette. Nevükben *Legendi Sándor*, a KVV munkaügyi osztályának vezetője vett búcsút a példás családapa, lankadatlan szorgalmú munkás és érző szívével vezető GYÖNGY LAJOS-tól.

Emlékét szívünkbe zárva mondunk Neki utolsó

jó szerencsét!

Szakonyi Géza

GALLOV PIROSKA  
1901—1971

Váratlanul, csendben történt földi elmúlása, miként serény és halk volt élete hangyamunkája. A szürke hétköznapi odaadó szorgalmas munkása volt, akiről nem szól magasztaló ének, ki-tüntetés se ékesíti köntösüket, de akiknek kitartó, becsületes munkája nélkül — kis fogaskerek a bonyolult mechanizmusban — akadozik a gépezet, zökkenőkkel terhes annak működése. Áldozatos és odaadó volt magánéletében is; nem azért adott, hogy kapjon is, de azért, hogy önzetlenül segítsen mindenütt, ahol erre rászorultak. Nemcsak spontán — tudatosan is önfel-áldozó volt.

GALLOV PIROSKA bányász családból származott, s ember-öltönyt munkássága alatt a magyar bányászat számos munkaterületén, mindig a bányászok hagyományos hűségével állt helyt. Egyesületünk, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület volt egyik legutolsó munkahelye, ahol szakosztályunk és fiatal lapunk törekvéseit is jó lélekkel szolgálta.

A Farkasréti temetőben 1971. április 8-án kísértük el utolsó útjára, s — mert kedves hangján mindig így üdvözölt Ö is minket — mondtunk Neki szomorú szívvel utójára

jó szerencsét!  
B. B.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Szakosztály-vezetőségi ülés

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának vezetősége 1971. április 2-án Egyesületünk helyiségében ülést tartott. A dr. Szilas A. Pál elnöklétével tartott megbeszélésen *Binder Béla*, dr. *Heinemann Zoltán* (titkár), *Hollanday József*, dr. *Kókai János*, *Láposi Sándor*, *Majerszky Béla*, *Munkácsi Zoltán*, *Németh Ferenc*, *Patsch Ferenc*, *Pollok László*, *Szabó György* és *Tura Attila* vettek részt.

A mérnöktovábbképzés eddigi rendszerével szemben — a továbbképzésben részesült résztvevők igen különböző igénye és felkészültségi foka miatt — felmerült kifogásokat dr. *Kókai János* ismertette. A továbbképzés jövőbeli folytatásáról, esetleges átszervezéséről egy későbbi vezetőségi ülés dönt majd.

A pályázati felhívásra beérkezett pályázatokat a *Hajdú Lajos*, dr. *Kókai János* és *Munkácsi Zoltán* által álló bizottság osztja szét a szakmailag illetékes bírálóknak.

A szakosztály 1971. évi 156 ezer Ft összeget kitevő költségvetéséből reprezentációs költségekre 10 eFt, jutalmazásokra 10 eFt, alkalmi munkák dotálására 5 eFt, pályadíjakra 25 eFt, külföldi utazásokra 30 eFt, külföldi vendégek költségeire 66 eFt, rendezvényekre 5 eFt, társadalmi munkát meghaladó tevékenység jutalmazására 5 eFt használható fel. A helyi szakcsoportok költségvetése 40 eFt.

A külföldi ügyek intézését a huzamosabb időre a Szovjetunióba távozott *Györi Sándor* helyett *Szabó György* vette át, aki részletesen ismertette az ez évben tervbe vett külföldi utazásokat, a jelöltek neveivel. Egyhangú határozat született arról, hogy egyesületi költségen csakis bizonyos idejű tagsági múlttal rendelkező egyesületi tag kiutaztatása biztosítható. A júniusi Moszkvában tartandó 8. Kőolaj-Világkongresszusra az egyesület hat tagot küld ki. A legintenzívebb cserepartnerünkkel, a jugoszláviai szakmai testvéregyesülettel ez évben összesen 200 napos kontingens áll rendelkezésünkre.

A Dunántúli Csoport elnöke a visszalépett, de értékes munkásságát, mint az Országos Olajipari Múzeum igazgatója, a vezetőségben továbbra sem nélkülözhető *Tóth Ferenc* helyett *Trombitás István*, a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat igazgatója lett.

A vezetőség elvben hozzájárult a szakosztály keretén belül életre hívandó *Munkavédelmi munkabizottság* megalakításához, *Gőtz Tibort* bízva meg a vonatkozó előterjesztés benyújtására.

B. B.

# NYELV ÉS TECHNIKA

## Latin és görög szakkifejezéseinkről I. r.

A kőolaj- és földgázipar szakszókincsében éppúgy, mint a többi technikai ágazat szókészletében, rendkívül jelentős a görög, latin és az újlatin (francia, olasz, román, spanyol stb.) szakkifejezések száma. Míg azonban a kőolaj- és földgázipar szakszókincsében használt és ide számítható szóállomány alig néhány ezer szóra tehető, a kőolaj-feldolgozó ipar szakmai szókincséhez sorolhatjuk a kémiai tudományág milliós nagyságrendű szókészletének egy részét is. Ez utóbbi tudományágban ugyanis a jelenleg ismert szerves és szervetlen vegyületek száma megközelíti az egymilliót, s ha még figyelembe vesszük azt is, hogy egy-egy elemnek vagy vegyületnek két, sőt három elnevezése is akad, az így kiadódó kétmillió hatalmas szókincs helyesírási kérdéseivel egy rövid ismertetés keretében egy nem szakmabeli nem is foglalkozhat. Felment bennünket ezen kötelezettség alól az a tény is, hogy az MTA Kémiai Tudományok Osztálya 1962-ben *A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* címmel Erdély-Gruz Tibor szerkesztésében egy kitűnő, csaknem háromszáz oldalas kiadványban rögzítette a tudományág elnevezéseit, és az egységes szakmai helyesírás megkönnyítésére a szabályzatot terjedelmes kémiai helyesírási szótárral egészítette ki.

Vizsgálódásaink e helyütt csak a technikai szakkifejezések helyesírására és használatára szorítkozhatunk, e szavak jó része ugyanis a bányászati és feldolgozási ágazat szókincsében közös, és a két szakmai ágazat nélkülözhetetlen fogalomjelölő elemeivé vált.

Helyesírási szabályzatunk 265. pontja szerint nyelvünkben nagy számban vannak olyan általánosan elterjedt idegen eredetű szavak, amelyeket régen vagy újabban vettünk át más nyelvekből. Bizonyos mértékig még érezzük ugyan idegen voltukat, de gyakori használatuk, széles körben való elterjedtségük miatt már beletartoznak nyelvünk szókincsébe. Ezek a *közkeletű idegen szavak*, másképpen *jövevényszavak*, amik már megfelelő alakban illeszkedtek bele nyelvünk hangrendszerébe és helyesírásunk rendszerébe is.

A tudományos műszóként használt jövevényszavakat magyarosan írjuk; példaként álljon itt néhány latin (*abszcissza, acetilén, desztilláció, ekvivalens, molekula, progresszív, refrakció, szeparátor, vákuum*), továbbá görög (*amorf, elektrólit, geológia, hidrofília, izokróon, logaritmus, metódika, paralel, pirolízis, szimmetria, technika, teleszkóp*), végül újlatin (*ankét, brigád, bruttó, garanciális, granitura, káder, karotázs, modell, nivó, primer, relé, struktúra, szonda, szortiment, zéró*) eredetű szakkifejezés.

A szabályzat 271. pontja szerint a közkeletű idegen szavakban az idegen képzőelemeket (-ális, -áris, -átus, -ció, -ika, -ikus, -ítás, -izál, -izmus stb.) mindig magyarosan írjuk: *vertikális, kapilláris, kandidátus, adzserpció, mechanika, szintetikus, konicitás, polarizál, mechanizmus* stb. Fontos, de kevésbé ismert szabályt rögzít a 272. pont: a közkeletű idegen szavakban az előbb felsorolt idegen eredetű képzők előtt többnyire rövid magánhangzót írunk és ejtünk az alapszó vagy más képzős változat hosszú magánhangzójával szemben, tehát *frakcionál* (de: *frakció*), *katasztrofális* (de: *katasztrofa*), *atmoszferikus* (de: *atmoszféra*), *aktivitás* (de: *aktív*), *plenáris* (de: *plénium*), *tipizál* (de: *típus*), *germanizmus* (de: *germán*). A kivételként említhető néhány szó között csak elvétve akad a technika szókincsében is használt kifejezés: *aktíva, kollektíva; esztétika, atlétika; poétikus, utópisztikus; negatívum*.

A példaként felsorolt kifejezéseken kívül a műszaki szaknyelvben számos olyan összetett szó is van, amelynek elő- vagy utótagja, esetleg mindkét tagja idegen szó (*furástechnika, technikusképzés, rezervoármechanika* stb.). Egy részük szinte változtatás nélkül vagy egészen csekély alakú módosítással került át valamely idegen nyelvből — esetleg más nyelv közvetítésével — szókincsünkbe. Más részük úgy jött létre, hogy az ilyen módon nyelvünkbe került összetett szó elő- vagy utótagját tettük újabb összetett szavak elő- vagy utótagjává (pl. *-technika* utótagú összetételek: *agrotechnika, elektrotechnika, híradástechnika, mérés-technika, rádiótechnika, szerkesztéstechnika*). Ide sorolhatunk

a *radio-* előtagú (és sugárzás jelentésű) összetételek közül is néhányat (*radioaktivitás, radioizotóp, radiológia*); ezek írásformáját ugyancsak a szabályzat 272. pontja határozza meg.

A latin nyelvből átvett, nem közkeletű, csak bizonyos szakterületen használt tudományos szakkifejezéseket az idegen írásmód szerint írjuk és ejtjük (*ad hoc, a posteriori, in situ, in statu nascendi, terminus technicus* stb.).

Az összetett mértékegységek görög előtagja mindig az egység nagyságrendi többszörösét jelenti: *dekagramm* (10 g), *hektoliter* (100 l), *kilométer* (1000 m), *megapond* (1 000 000 p); a latin előtag viszont a nagyságrendi hányadost: *deciliter* (0,1 l), *centigramm* (0,01 g), *milliméter* (0,001 m), *mikrométer* (0,000 001 m); ez utóbbit régebben *mikromak* is nevezték, sőt a *mikrométer* régebbi jelentésében kis hosszúságok mérésére való készülék neve is volt. (Néhány éve egy kőolaj-bányászati anket egyik előadásában többször elhangzott a *kilopond* technikai egység *kilopond* ejtéssel. Ez az erőegység — szabványunk szerinti törvényes megnevezése erőkilogramm — nem az angol *pound* [kiejtve: *pound*, jelentése font és értéke 0,45 kg] megfelelője, ill. nagyságrendi többszöröse, hanem a latin *pondus* szóból rövidített forma, és az egy gramm tömegnek megfelelő erőegység.)

Köznyelvi és a műszaki szóhasználatban egyaránt elterjedt az *auto-* (maga, önmaga, saját stb. jelentésű) összetételei előtag (*autodidakta, autogejzir, autogén, autogram, autokláv, automata, autoszifon*). Ezekben az előtag o magánhangzója mindig rövid, míg az *auto* szó (az *automobil* szócsontkitásos formája) gépkocsi jelentéssel mindig hosszú ó-val irandó (*autobusz, autószerelő, autógyártás, autótűt, autóverseny; mentőautó, sínautó, teherautó, törpeautó, versenyautó* stb.).

Sokszor okoz zavart — főleg a megszokás és az egyező kiejtés miatt — a *gramm* vagy összetételei utótagként a *-gramm* (tömeg-egység) és a *-gram* (írás, rajz) írásformája. Szabályzatunk az előbbihez hosszú mássalhangzós (*gramm, dekagramm, milligramm, kilogramm*), az utóbbihoz rövid mássalhangzós formát rendel (*diagram, nomogram, autogram, program*). Ez utóbbi írásformához azonban hozzá kell fűznünk, hogy a hasonló jelentéssel használt *-gramma* utótag is helyes, tehát *anagramma, diagramma, epigramma, paralelogramma* stb. Valószínűleg a nyelvfejlődés eredménye viszont, hogy a *grammatika* és a *gramafon* szóban az ugyanazon szótövből származó előtag írásformája különböző, de ez már nem tartozik a szorosan vett szakmai nyelvfejlődéshez.

Többféle változatban használják a latin *optimális* (legjobb) melléknév igei származékát: a helyes *optimalizál* helyett gyakori az *optimál*, sőt az *optimizál* forma használata is. Másik hiba, hogy az *optimálist* felcserélik a *maximális* (legnagyobb) melléknévvel, pedig a maximális nem mindig optimális! Ugyanígy — írásban és szóban — a *tolerancia* helyett *tolarenciát* használnak, sőt *katagória* helyett nem egyszer *katagóriát*. Feltételezhetően a kiejtés alapján írnak *ellipszist* és *aszimmetrikust* a szabályos *ellipszis* és *aszimmetrikus* forma helyett, bár ezt a hibát némileg enyhíti a szabályzat előírta *paralel* analógiája. (Nem lehetetlen, hogy a kőolajbányászásban és -feldolgozásban gyakran használt *paraffin* szó is helyesírásunk fejlődésének egy későbbi szakaszában a kiejtésnek megfelelően *parafin* alakot kap. A nyelv természetes fejlődését azonban kár meggyorsítani azzal, hogy sokan már ma is *parafint* írják.)

A műszaki szóhasználatban is gyakori *kaliber* szónak szaknyelvünkben több jelentése is elterjedt. Így *kalibermérés* a fűrész-lyuk átmérőjének műszeres ellenőrzése (itt a *kaliber* szó lyukméretet jelent), *menetkaliber* viszont az üzemi szóhasználatban a menetidomszerek egyik fajtájának elnevezése (ez esetben a mérőeszköz neve a *kaliber*). Igaz, hogy a menetidomszer forma a szabatosabb — szabványaink is így nevezik —, elterjedésének azonban főképpen az szab gátat, hogy igei származéka nincs (a menetidomszerek alakulat annyira torz és erőltetett, hogy még leírni sem volna szabad, nehogy hasonló „műszavak” alkotására ösztönözze olvasóinkat), míg a *kaliberez* mellett — más jelentéssel — a *kalibrál* alak is széles körben elterjedt.

Munkácsi Zoltán



**И. Хингл—Б. Тот, инженеры-нефтяники: Вопросы устойчивости стенок скважин ..... Стр. 161**

В процессе проводки и крепления скважин в районе Сегед-Алдье осложнения вызываются наличием в разрезе скважин обваливающихся глинистых мергелей. Вследствие обвала последних, стенки скважин теряют стабильность и это приводит к прихватам обсадных колонн и заклиниванию бурильного инструмента.

В статье рассматриваются общие вопросы устойчивости стенок скважины и схематично излагаются аварии, имевшие место в районе Сегед-Алдье вследствие наличия обваливающихся глинистых мергелей, далее факторы, влияющие на устойчивость стенок скважины.

Для определения напряжений в системе бурящаяся скважина—кора земли в статье принимается теория упругости. В новой форме обсуждается зависимость между пластovým давлением и напряжением материнской породы (матрикса).

Приводится математическая формула для определения величины и направления возникающих напряжений в зависимости от петростатического давления, пластового давления, колебаний давления, гидростатического давления, температуры и т. д.

**3. Гомбош, инж.-нефтяник — В. Эри, физик: Определение нефтенасыщенности горизонта Зала по промысловым данным ..... Стр. 166**

Для составления проекта разработки и управления разработкой нефтяных залежей необходимо знать условия нефтенасыщенности, особенно для исследования возможности применения вторичных и третичных методов разработки. Авторами излагается метод для определения распределения по площади нефти- и газонасыщенности, который применяется при анализе разработки горизонта Зала. Результаты сопоставляются с сведениями, полученными при применении другого — известного из литературы метода.

**Д-р А. Балаж, инж.-химик, к. х. н.—Л. Эчер, инж.-химик: Защита оборудования газовых скважин от коррозии с применением ингибиторов ..... Стр. 170**

Ингибиторная защита оборудования газовых скважин от коррозии может быть осуществлена периодическим и непрерывным вводом ингибиторов.

Для достижения соответствующего защитного эффекта необходимый объем ингибитора при добыче 1 млн. м<sup>3</sup> газа составляет при периодическом вводе 10—18 л, а при непрерывном вводе — 5—10 л.

Непрерывный ввод ингибитора требует более сложного оборудования и усиленного контроля, в связи с этим более широкое распространение получили методы периодического ввода, хотя в последнем случае удельный расход ингибитора является более высоким.

**И. Шмолинг, — А. Тёрёк, инженеры-нефтяники: Расчет магистральных нефте- и газопроводов на прочность Стр. 174**

Настоящая статья публикуется в порядке обсуждения. В ней излагаются вопросы расчета магистральных трубопроводов высокого давления на прочность. Анализируются требования по гидравлическому испытанию трубопроводов на прочность в связи с безопасностью и технико-экономическим эффектом. Приводятся рекомендации по простому определению величины опрессовки, а также по оценке длины участков трубопровода, подвергаемых гидравлическому испытанию.

**И. Пульиз, инж.-механик: Безопасность электрооборудования в нефтегазодобывающей промышленности Стр. 177**

Огне- и взрывоопасность электрооборудования, применяемого в ходе разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа международными требованиями и специальной литературой оценивается по разному. Автором в хорошем логическом порядке обобщаются возможные источники опасности оборудования и

цехов различного назначения, а также решения защиты, учитывая и экономичность. Особенного внимания заслуживает раздел, излагающий вопросы техники безопасности в текущем ремонте.

**Д-р Дь. Золтан, горный инженер, к. т. н.: Влияние капиллярности на конфигурацию фронта вытеснения .. Стр. 182**

Целью настоящей статьи является обратить внимание на соотношение в коллекторе постоянно существующих капиллярных влияний и фронта вытеснения. В однородных, гидрофильных моделях вытеснения, разработанных для проведения экспериментов в лабораторных условиях, указанное соотношение показало очень благоприятным: вытесняющая фаза при любом исходном положении очень быстро, в первые минуты процесса вытеснения образовала фронт вытеснения с крутым наклоном, который по сделанным фотоснимкам сохранялся до конца процесса, если скорость вытеснения определялась только капиллярными свойствами системы.

На образцах, отобранных из естественных коллекторов, так наблюдать это явление уже нельзя, так как эти модели не дают возможности для проведения визуального наблюдения такого характера. Здесь процесс происходит чрезвычайно медленно и фактор времени действует иррационально, а с другой стороны создать рациональное исходное состояние и контролировать его нельзя. Все эти затруднения инспирировали автора на то, что с использованием характеристик, надежно определяемых на естественных образцах пород и жидкости, попытаться описать поведение фронта вытеснения в таких естественных, неоднородных и анизотропных системах.

**М. Моду—3. Шнейдлер—Э. Дьёрфи, инженеры-химики: Способы текущего ремонта в нефтеперерабатывающей промышленности ..... Стр. 184**

В статье авторами излагаются способы, которые в Венгрии пока еще новые, требуют небольших затрат средств, применяющиеся на Комаромском нефтеперерабатывающем заводе. Они в большой степени ускоряют работы по текущему ремонту оборудования, широко применяемого в нефтеперерабатывающей промышленности.

Излагаемые способы следующие:

— удаление кокса и прочих горючих отложений из труб трубчатых печей путем сжигания; очистка конденсаторов, охладителей и теплообменников смесями воздух-вода, воздух-углеводороды. (Последний способ может применяться и в процессе эксплуатации для очистки гидравлической стороны систем теплообменников.)

В статье коротко указывается на экономический эффект, достигнутый за счет внедрения упомянутых выше способов.

\*

**Dipl.-Ing. József Hingl—Dipl.-Ing. Béla Tóth: Fragen der Bohrlochwandstabilität ..... S. 161**

Im Laufe des Bohrens und Verrohrens der im Raum Szeged—Algyó niedergebrachten Sonden verursacht die Anwesenheit flüchtiger Schichten („rolliger“ Tonmergel) Schwierigkeiten. Zufolge des Nachfallens „rolliger“ Tonmergel verliert die Bohrlochwand ihre Stabilität und dadurch treten Futterrohrfestwerden und Bohrwerkzeugeinkeilungen auf.

Allgemeine Fragen der Bohrlochwandstabilität werden untersucht. Infolge der Anwesenheit von „rolligen“ Tonmergeln im Raum Szeged—Algyó vorkommende technischen Unfälle, ferner die Bohrlochwandstabilität beeinflussende Faktoren werden kurz behandelt.

Die Verfasser nehmen zur Bestimmung der im System Bohrloch-Erdkruste auftretenden Spannungen die Elastizitätstheorie an. Sie erörtern den Zusammenhang zwischen Formationsdruck und Matrizenspannung in einer neuartigen Form. In Abhängigkeit des petrostatischen Drucks, des Formationsdrucks, der Druckschwankung, des hydro-

statischen Drucks, der Temperatur, usw. wird eine mathematische Formel zur Bestimmung des Wertes und der Richtung auftretender Spannungen gegeben.

Dipl.-Ing. *Zoltán Gombos*—Dipl.-Phys. *Viktor Őri*: **Bestimmung der Ölsättigung in der Schichtenfolge Zala aufgrund von Produktionsangaben** ..... S. 166

Zur Planung und Leitung des Abbaus von Erdöllagerstätten und besonders zur Untersuchung der Anwendung sekundärer oder tertiärer Verfahren ist eine Kenntnis der Sättigungsverhältnisse erforderlich. Eine Methode zur Bestimmung der regionalen Verteilung der Öl- und Gas-sättigung wird dargelegt, die bei der Analyse des Abbaus der Schichtenfolge Zala schon angewandt worden ist. Die Ergebnisse werden mit aus der Fachliteratur bekannten, mittels anderer Methoden erhaltenen Daten verglichen.

Dr.-Ing. *Ádám Balázs*, Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *László Ecsér*: **Korrosionsschutz von Erdgassonden mittels Inhibitoren** ..... S. 170

Der Korrosionsschutz von Erdgassonden mittels Inhibitoren kann mittels periodischer oder kontinuierlicher Injektionsmethoden verwirklicht werden.

Zwecks Erzielung entsprechender Schutzwirkung werden für die Produktion von 1 Million m<sup>3</sup> Gas im Falle periodischer Injektionen 10 bis 18 l des Inhibitors benötigt und im Falle kontinuierlicher Injektionen 5 bis 10 l.

Die kontinuierliche Injektion beansprucht eine kompliziertere Einrichtung und erhöhte Aufsicht. Deshalb haben sich trotz dem höheren spezifischen Inhibitorverbrauch die periodischen Injektionsmethoden durchgesetzt.

Dipl.-Ing. *Imre Smoling*—Dipl.-Ing. *Attila Török*: **Festigkeitsberechnungen für Kohlenwasserstoff-Fernleitungen** ..... S. 174

Die Verfasser publizieren Ihre Abhandlung um Gedanken zu erregen und Diskussionen auszulösen. Eine Festigkeitsberechnung von Hochdruck-Rohrleitungen wird behandelt. Die Sicherheitsauswirkungen und wirtschaftlichen Auswirkungen der Vorschriften für die hydraulische Druckprobe werden analysiert. Es wird ein Vorschlag zur Bestimmung der Druckprobenwerte auf eine einfache Weise und zur Schätzung der Länge der der Druckprobe zu unterwerfenden Rohrleitungsabschnitte gemacht.

Dipl.-Ing. *Josip Puljiz*: **Über die Sicherheit der elektrischen Einrichtungen im jugoslawischen Erdölbergbau** ..... S. 177

Die Feuer- und Explosionsgefährlichkeit der im Erdöl- und Erdgasbergbau angewandten elektrischen Einrichtungen wird durch internationale Vorschriften, bzw. durch die Fachliteratur auf verschiedene Weise beurteilt.

Die möglichen Gefahrenquellen in den Einrichtungen und Betrieben verschiedener Zwecke werden in einem guten logischen Aufbau zusammengefasst, auch die Wirtschaftlichkeit in Betracht nehmend. Schutzmethoden werden behandelt. Der Abschnitt über die sicherheitstechnischen Beziehungen der Instandhaltung ist besonders beachtenswert.

Dr.-Ing. *Győző Zoltán*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Über den Einfluss der Kapillarität auf die Form der „Verdrängungsfront“** ..... S. 182

Der Beitrag weist auf das Verhältnis der in der Lagerstätte immer vorhandenen Kapillaritätseffekte und der „Verdrängungsfront“ hin.

Dieses Verhältnis erschien in für Laborversuche verfertigten, homogenen, hydrophilen Verdrängungsmodellen sehr günstig: die aus irgendeiner Anfangslage ausgehende Phase bildete in den ersten Minuten des Verdrängungsprozesses eine verdrängende Front steiler Neigung. Die Phase behielt diese Form steiler Neigung, nach einem über den Prozess aufgenommenen Film bis zum Ende, wenn die Verdrängungsgeschwindigkeit einen spontanen, von den kapillaren Eigenschaften des Systems abhängigen Wert annahm.

Diese Erscheinung kann auf aus natürlichen Lagerstätten stammenden Proben nicht mehr auf diese Weise beobachtet werden, da diese Modelle eine visuelle Beobachtung solcher Art nicht ermöglichen. Der Prozess ist hier ausserordentlich langsam, und der Zeitfaktor wirkt irrationell. Andererseits kann der Anfangszustand nicht zweckmässig ausgebildet und kontrolliert werden. All diese Schwierig-

keiten dienten als Anregung, durch Anwendung von Kennwerten, die an den aus der Lagerstätte stammenden Gesteins- und Flüssigkeitsproben zuverlässig gemessen werden können, zu beschreiben, wie sich die „Verdrängungsfront“ in so einem inhomogenen und anisotropen natürlichen System verhält.

Dipl.-Ing. *Mihály Módí*—Dipl.-Ing. *Zoltán Schneider*—Dipl.-Ing. *Elek Győrffy*: **Instandhaltungsmethoden in der Erdölverarbeitungsindustrie** ..... S. 184

Die in der Erdölraffinerie Komárom angewandten Instandhaltungsmethoden, die in Ungarn als neu betrachtet werden, werden beschrieben. Diese Methoden geringen Kostenaufwands beschleunigen die Instandhaltung der in der Erdölverarbeitungsindustrie verbreitet angewandten Einrichtungen in hohem Masse.

Die behandelten Methoden sind wie folgt:

— Entfernung des in den Rohren von Röhrenerhitzern abgelagerten Kokes und des brennbaren Rückstands mittels Verbrennung.

— Reinigung von Kondensatoren, Kühlern und Wärmeaustauschern mittels Luft/Wasser- und Luft/Kohlenwasserstoff-Gemisches. Diese Methode kann für die Reinigung der Wasserseite von Wärmeübertragungssystemen auch während des Betriebes angewandt werden.

Die durch Einleitung dieser Methoden erzielten Ergebnisse werden kurz behandelt.

\*

*József Hingl*, Petroleum Eng.—*Béla Tóth*, Petroleum Eng.: **Bore hole wall stability problems** ..... p. 161

When drilling and casing wells in the Szeged—Algyő region the presence of loose layers (“rolling” clay marls) is giving troubles. As a result of breaking of “rolling” clay marls bore hole wall stability is lost giving rise to casing sticking and drilling tool jamming.

General problems of bore hole wall stability are discussed. Technical accidents occurred in the Szeged—Algyő region as a result of the presence of “rolling” clay marls as well as factors influencing bore hole wall stability are described. The authors consider the elasticity theory as adequate for determining stresses originating in the bore hole — earth’s crust system. Relationship between formation pressure and matrix stresses is dealt with in a new way. As a function of petrostatic pressure, formation pressure, pressure surge, hydrostatic pressure, temperature, etc. a mathematical formula is given for determining values and directions of arising stresses.

*Zoltán Gombos*, Petroleum Eng.—*Viktor Őri*, Physicist: **Determination of oil saturation in the Zala series based on production data** ..... p. 166

Knowledge of saturation conditions is necessary for designing and guiding oil reservoir exploitation, especially for examining the use of secondary and tertiary recovery methods. A method is given for the determination of regional distribution of oil and gas saturation which has been used for analyzing the Zala—series exploitation. Results are compared with data obtained by other methods known from literature.

Dr. *Ádám Balázs*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences—*László Ecsér*, Chemical Eng.: **Corrosion protection of gas producing wells by inhibitors** ..... p. 170

Inhibitor corrosion protection of gas wells can be performed by intermittent or continuous inhibitor injection methods.

To obtain adequate protective effects, 10 to 18 litres are needed per million cu.m. of gas produced in case of intermittent injection and 5 to 10 litres when continuously injected.

Continuous injection requires complicate equipment and increased attendance, therefore intermittent methods have become more general, although involving higher specific inhibitor consumption.

*Imre Smoling*, Petroleum Eng.—*Attila Török*, Petroleum Eng.: **Strength calculations of hydrocarbon pipelines** ..... p. 174

This paper is intended to be thought-provoking and stimulant. Strength calculations of high-pressure pipelines are

dealt with. Safety, technical and economic effects of hydrostatic test specifications are analyzed. A suggestion is made for determining hydrostatic values in a simple way and for estimating the lengths of pipeline sections to be subjected to such tests.

*Josip Puljiz, Mechanical Eng.: Safety of electrical equipment in the Yugoslav petroleum industry* ..... p. 177

Fire and explosion danger of electrical equipment used in oil and gas exploration and production is considered by international prescriptions and by literature in a different way.

Taking also rentability into account, possible danger sources of equipment and plant serving various purposes are summed up in adequate logical arrangement together with protection methods. The chapter dealing with safety aspects of maintenance is of special interest.

*Dr. Győző Zoltán, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: Influence of capillarity on the "displacement front" shape* ..... p. 186

The aim of this paper is to show the relationship of the capillary effects always existing in the reservoir and the "displacement front".

The relationship seemed to be very favourable in homogeneous, wetting displacement models developed for laboratory experiments: the displacing phase starting from any initial position formed a steep-slope displacing front in the first minutes and this steep-slope form was maintained all the time which was demonstrated by a film taken of the process, if the displacement velocity assumed a sponta-

neous value dependent on capillary properties of the system.

This phenomenon cannot be observed in this way on samples taken from natural reservoirs, since these models do not permit visual observations of this kind. The process is extremely slow here and the time factor appears to be irrational. On the other hand, the initial condition cannot be created expediently and it can not even be controlled. All these difficulties have inspired the author to try to describe the behaviour of the "displacing front" in such inhomogeneous and anisotropic natural systems by using properties that can reliably be measured on reservoir rock an fluid samples.

*Mihály Módi, Chemical Eng.—Zoltán Schneider, Chemical Eng.—Elek Győrfy, Chemical Eng.: Maintenance methods in the petroleum processing industry* ..... p. 184

Inexpensive maintenance methods used in Komárom Refinery are discussed. These methods, considered new in Hungary, highly accelerate the maintenance of equipment widely employed in the petroleum processing industry. These methods are as follows:

- Removal of coke deposited in pipe-still tubes and of inflammable sediments by burning.
- Condenser, cooler and heat exchanger cleaning by a mixture of air/water and air/hydrocarbon. (This method can be used for cleaning water sides of heat transfer systems during operation, too.)

Economic results obtained by introduction of these methods are briefly outlined.

## ŐSZI VÁNDORGYŰLÉS

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya

1971. október 5—7-én Keszthelyen

tartja ez évi vándorgyűlését

A változatos programú összejövetelre — a kibocsátott meghívók alapján — kísérők, családtagok is jelentkezhetnek még.

A VÁNDORGYŰLÉS SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA



ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT  
GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Telefon: 290-020 Telex: 3716

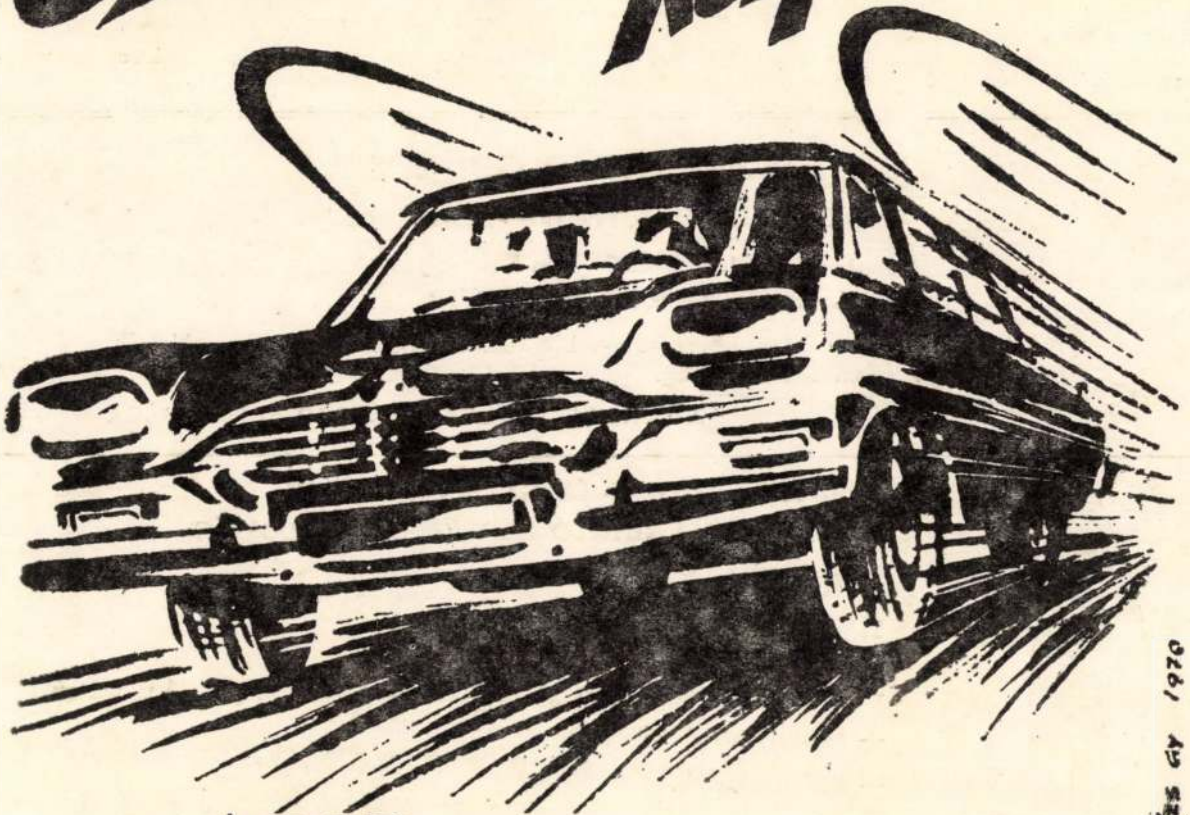
- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

részére a következő szolgáltatásait ajánlja:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási és kísérleti feladatok elvégzését;
- háztartási, kommunális és ipari gáztüzelő készülékek, berendezések, illetve azok elemeinek kifejlesztését;
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos fejlesztési feladatok elvégzését;
- gázkészülékek, gáztüzelő berendezések vizsgálatait és azokkal kapcsolatos méréseket;
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását;
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését.

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható őre!**

**MINTHA  
Szárnyakat  
Kapna...**



**VAFOR**  
BENZIN-OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

**1971**



**AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA**  
4. (104.) évfolyam · 193—224 oldal

**BUDAPEST, 1971. JÚLIUS HÓ**

**7**

**TARTALOM**

VIJJKOV, MIROSLAV NÉMETH EDE	A beceji földgázmező a Bč-5. jelű fúrás vad széndioxidgáz-kitörése után .....	193
SZABÓ JENŐ— FÜLÖP MIKLÓS— TÓTH ZOLTÁN	Kisüzemi széndioxidos kiszorítási kísérletek a lovászi mezőben .....	197
PETI LÁSZLÓ ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN— NAGY SÁNDOR	Hőmérsékletviszonyok alakulása mélyfúrásokban .....	205
	A szeged—algói gázüzemek fajlagos beruházási költségeinek vizsgálata .....	212
	Egyedi C <sub>8</sub> -aromás szénhidrogének gyártása .....	215
	Egyesületi és szakosztályi hírek .....	196
	Hírek az üzemekből .....	221
	Az iparág köréből (Magyar fúrási vállalkozás Irakban) .....	211
	(A kőolaj- és gázipar országgyűlési képviselői) .....	221
	A Magyar Olajipari Múzeum hírei .....	214
	Új könyvek .....	223
	Külföldi hírek .....	204
	Őszi vándorgyűlés .....	223
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	222

**A SZÁM SZERZŐI:**

ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN okl. vegyészmérnök, szakosztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); FÜLÖP MIKLÓS gépészmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); NAGY SÁNDOR dr. okl. vegyészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, főosztályvezető (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); NÉMETH EDE okl. olajmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); PETI LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); SZABÓ JENŐ okl. matematikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); TÓTH ZOLTÁN okl. bányamérnök, igazgatóhelyettes (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); VIJJKOV, MIROSLAV okl. bányamérnök, üzemvezető (NAFTAGAS Vállalat Kikindai Üzeme, Novi Sad, Jugoszlávia).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

Index: 25 154

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII. Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-2702 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILÁS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÖZÖ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

7. szám

1971. július

## A bečeji földgázmező a Bĉ-5. jelű fúrás vad széndioxidgáz-kitörése után

VUJKOV, MIROSLAV

*A tanulmány a Tisza menti Bečej város (Jugoszlávia) területén 20 évvel ezelőtt felfedezett földgázmező alapadatait ismerteti, ezenkívül részletesen beszámol az 1968. XI. 10.—1969. VI. 6. közötti vad széndioxidgáz-kitörésről, melyet megfékezni nem sikerült, így elemi csapásnak nyilvánították.*

A bečeji (becsei) földgázmező Kelet-Bácskában található, a Vojvodina (Vajdaság) szocialista autonóm területen, a Tisza menti Bečej (Óbecse) nevű város közvetlen környékén, és annak lakott része alatt helyezkedik el (1. ábra).

A bečeji mező a bácskai depresszióhoz tartozik, amely bizonyos fokig a bánáti depresszió elágazását és meghosszabbítását képezi a Tisza és a Duna közötti területen, a Fruska Gorától északra.

### A kutatási tevékenység áttekintése

A második világháborúig Bácska, valamint az egész Vojvodina területén egyáltalán nem végeztek kőolaj- és földgázkutatást, így geológiai szempontból ez a terület gyakorlatilag ismeretlen volt. 1942—1943-ban kezdtek a Bácskában és a Bánátban először regionális gravimetriai méréseket végezni.

A gravimetriai maximum, amely Bečej városára is kiterjed, ezeknek az első méréseknek egyik eredménye. 1947-ben megkezdődött a szerkezetkutató fúrási tevékenység kb. 300 m mélységig. Ennek a módszernek az alapvető célja a megállapított gravimetriai maximumok ellenőrzése. Tekintettel azonban e fúrásoknak a kis mélységére, ezekkel az alapfeladat megoldása



1. ábra. Bečej helyszínrajza a kiképzett fúrásokkal

nem sikerült, így ezzel a módszerrel csakhamar felhagytak. A további kutatások során a Bácskában bevezették a szeizmikus méréseket. 1951-ben Bečejnél vizsgálatokat végeztek két szeizmikus profil mentén, míg 1953 folyamán jelentősen kiterjedtebb szeizmikus mérésekre került sor.

A mélyebb szintek kutatása, mint a vizsgálat következő módszere, a bečeji szerkezeten 1949 közepén kezdődött. 1953-ig 3 fúrást mélyítettek, amelyek közül a második és a harmadik produktív volt, széndioxidgázos rétegeket tárva fel. A következő 11 év folyamán, egészen 1964-ig a fúrási tevékenység szünetelt, majd ennek az évnak a közepén lefúrták a Bč-4. jelű fúrást, amely ugyancsak eredményes lett.

A Bč-4. jelű fúrás 1256,5—1266,0 m közötti repezített tárolójából vett minta analízise szerint a gáz összetétele a következő:

CO <sub>2</sub>	93,2 mólszázalék,
N <sub>2</sub>	3,9 mólszázalék,
CH <sub>4</sub>	2,9 mólszázalék.

#### A bečeji szerkezet geológiája

A kútgeofizikai mérések és a paleontológiai elemzések alapján a Bč-4. jelű fúrás az alábbi geológiai korbeosztást adta (1. táblázat):

1. táblázat  
A Bč-4. jelű fúrás földtani szelvénye

Lyukszakasz, m	Korbeosztás
0—80	negyedkor
80—1252	pliocén
1252—1282	miocén
1282—1526	kréta
1526—1557+	alaphegység (paleozoikum?)

Az alaphegység kristályos pala. Ez főleg csillám-tartalmú, gneiszbe való átmenetekkel. Felső kréta korú flis üledékek — szürkés-kékes agyag és apró szemcsésű szürke, elég tömött homokkő — transzgresszíven helyezkednek el a kristályos pala felett.

A konglomerátumos homokkövek, homokos mészkövek és lithotamniumos mészkövek tortonkori rétegei transzgresszíven települtek a felső krétára. A tortonkori üledékek vastagsága 30—40 m.

A pontusi üledékeket abichis és romboideás rétegek képviselik, és ezek diszkordánsan települnek a miocénre. A paludin üledékek konkordánsan helyezkednek el a pontusiakon, és lényegesen nem különböznek tőlük, csak annyiban, hogy a homokos rétegek nagyobb számban szerepelnek.

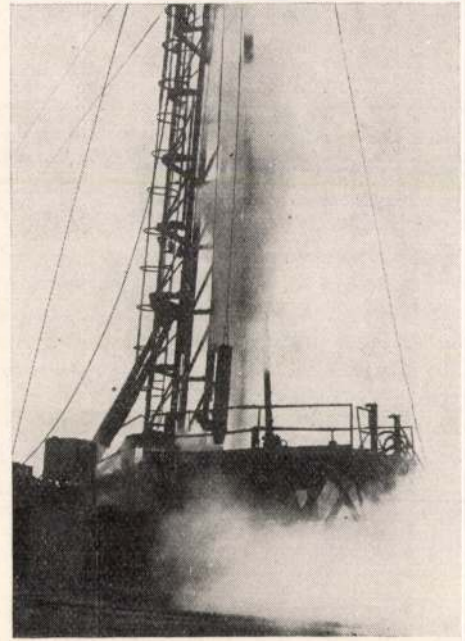
A negyedkori fedőréteg agyagból, löszből és humusz-ból áll.

A miocénkori produktív széndioxid szint tárolókőzetei karbonátos anyaggal kötött lágy homokkövek. Porozitásuk 14—23%. A rétegnomás a hidrosztatikusnál 10—15%-kal nagyobb. A miocén homokkövek szemcsemérete az apró szeműtől a konglomerátumokig terjed.

#### A Bečej-5. jelű fúrás

A mező további kutatása céljából 1968. X. 30-án a szerkezet csúcsán megkezdték a Bečej-5. fúrását „IDECO” típusú berendezéssel.

A fúrás normálisan folyt egészen az 1092,5 m mélységig, amikor a fúró haladása meggyorsult. Ekkor 312 m mélységig beépítettek és becementeztek egy 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” átmérőjű technikai bélésű oszlopot. A haladás gyorsulásával még 0,75 m-t fúrtak, azután a fúrórudakat kissé felemelték, hogy egy ideig iszappal öblítsenek. Ennek folyamán — ez 1968. XI. 10-én 14 óra 50 perckor volt — lassú túlfolyás jelentkezett a csőfejen a munkapadozat alatt. Az iszaposzlop súlya elég volt a rétegnomás ellensúlyozásához (a megnövekedett nyomáséhoz is) az adott mélységben. A túlfolyás fellépésével a kitörésgátló mindjárt működésbe lépett, de a lezárás teljesen nem sikerült, így az iszap kifolyása egyre fokozódott. Az iszap kitörése kb. 15 percig tartott, azután fülsiketítő zúgás mellett megkezdődött a gáz kitörése. A gáz először szintelen, később világos



2. ábra. A gáz kitörése a Bečej-5. jelű fúrásból

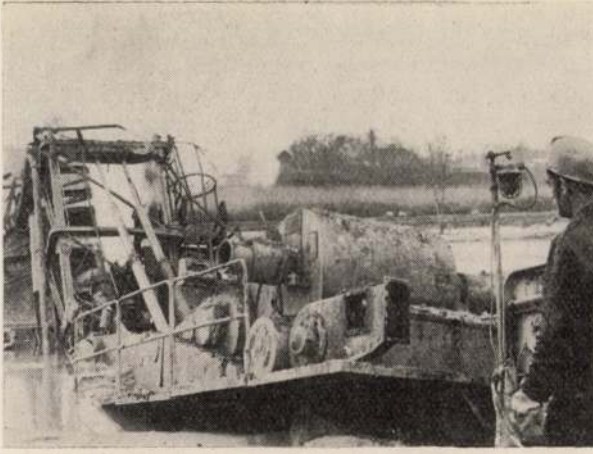
kékes színű volt, majd kb. fél óra múlva ködös-fehérré változott (2. ábra) és kellemetlen szaga jelezte, hogy széndioxidról van szó. Időnként a fúrásból törmelékek repültek ki, feltehetően a gáztároló kőzet darabjai.

#### Nyílt széndioxid-kitörés

A Bečej-5. jelű fúrás erupciója ezek után nagyon rövid idő alatt súlyos, nyílt kitöréssé fajult. Ekkor gyorsan értesítették az illetékes szerveket, közöttük Szerbia Szövetségi Köztársaság bányászati hatóságait.

Késedelem nélkül fogtak hozzá egy különleges masszív kulcs elkészítéséhez, amellyel a négyzetes forgatórúd lecsavarását tervezték, hogy a fúrócsövek így beleessenek a fúrólyukba. Ilyen módon megkísérelték volna a fúrás lezárását tömör betétek-





3. ábra. A gáz kitörése és a ledől torony



4. ábra. A gáz kitörése és vízszintes terjedése

kel. Azonban ez a kísérlet sem sikerült, mert a torony 5 nappal az erupció keletkezése után összedől. A 3. ábrán az összedől torony látható.

Hogy szabaddá tegyék az utat a lyukfejhez, rendkívüli erőfeszítésekkel darabokra vágták a tornyot, és részeit hernyótalpas traktor segítségével elhúzták. A torony eltávolításával — a kitörés elfojtására előirányzott következő munkafolyamatként — lehetővé vált a cementdugó elhelyezése.

A bányaműszaki felügyelőség, amely állandóan figyelemmel kísérte a kitörés alakulását, folyamatosan rendelkezett a védőintézkedések bevezetéséről, hogy ne következzen be esetleg szerencsétlenség.

A foganatosított védőintézkedésekkel párhuzamosan, megfelelő vizsgálatokat és méréseket is végeztek a helyszínen és a laboratóriumokban. Így megállapították, hogy a kitört gáz nem volt mérgező, mivel magasan (több, mint 100 m-re) a talaj fölé emelkedve, jelentősen felhígult. A Bč-5. fúrás lyukfeijénél az első napokban vett gázminták összetétele az alábbi volt:

CO <sub>2</sub>	82,03 mól%,
N <sub>2</sub>	12,90 mól%,
CH <sub>4</sub>	5,07 mól%.

Mérték a gázelegy robbanóképességét is és megállapították, hogy ebben a tekintetben nincs veszély. A regisztrált  $-56\text{ C}^\circ$  hőmérséklet a gáz hirtelen expanziójának eredménye: a föld felszínén 7 kp/cm<sup>2</sup> nyomást mértek, a rétegben becsült nyomás pedig 155 kp/cm<sup>2</sup> volt. A kitörés hangerősségére 10 m távolságban 115 dB adódott.

A fent említett adatok, valamint a korábban kiképezett fúrások méréseivel és vizsgálataival kapott információk alapján becsléssel a bečeji mező széndioxid-készletét megközelítően 6 milliárd Nm<sup>3</sup>-re értékelték.

Teljes öt hónap múlva, 1969. április 10-én a kora reggeli órákban lényeges változás történt a gáz kitörésének módjában, amint az a 4. ábrán látható.

A kitörés során a gáz kidobta a fúrócsöveket is, ami mindenképpen hozzájárult ahhoz, hogy a fúrólyuk részben beomlott, és éppen ez okozta a gáz-kitörés módjának változását. Ettől kezdve a gáz többé már nem tört ki függőlegesen a levegőbe, hanem hömpölygött a fúrás jelentősen kiszélesített kráteré-

ben. A gáz tehát elkezdett vízszintesen terjedni minden irányban, és mert a levegőnél nehezebb, a talaj mentén haladt a Tisza régi medrében.

A főleg széndioxidot tartalmazó gáz ilyen terjedése nagy veszélyt jelentett, az életet fenyegette, mert a széndioxid és levegő meghatározott koncentrációjában fulladás következik be. Az 1969. április 10-i végzetes napon éppen ez a tény okozta Bečeji 5 polgárának tragikus pusztulását, mely az esti órákban történt. A szerencsétlenül jártakat a sötétség miatt nem tudták idejében megtalálni.

A bečeji gázkitörés néhány milliárd régi dinár értékű hatalmas anyagi kárt okozott a vojvodinai kőolajgazdaságnak.

#### Az alkalmazott védőintézkedések

A jugoszláv kőolajvállalatoknak, Szerbia SZK Gazdasági Kamarájának és a Bányászati Felügyelőségnek szakemberei, valamint a belgrádi és zágrábi egyetem professzorai szünet nélkül azon fáradoztak, hogy megtalálják a legcélszerűbb megoldást a bečeji kitörés megszüntetésére. 1969. április 10-e után elhatározták, hogy két ferde fúrást mélyítenek, amelyen át nehéz iszapnak a gázos rétegbe való szivattyúzásával fojtánák el a kitörést.

A már meglévő szakembergárda mellett a polgári védelemhez is létesítettek törzskart, és segítséget adott a JNA (Jugoszláv Néphadsereg) egyik katonai egysége is turbósugaras repülőgépmotorokkal, amelyek segítségével megszüntették a széndioxid veszélyes koncentrációját azon a területen, ahol az előkészületek folytak az irányított ferde fúrás elvégzéséhez. A helyszínen meteorológuscsoport is tartózkodott, ennek munkatársai szünet nélkül figyelemmel kísérték a levegő áramlását és a széndioxid mozgását, illetőleg koncentrációját a levegőben. Az utóbbit több helyen mérték a kitörés krátere körül, valamint Bečeji lakott részében. Ezenkívül 40 emberből álló csoportot szerveztek és ez irányította az oxigénpalackos külön készülékek használatát. Szünet nélkül végeztek hidrogeológiai vizsgálatokat Bečeji teljes területén, amelyeknek folyamán megállapították, hogy a kitörés nagy hatással volt a föld alatti vizekre is: nagyszámú, nem felszálló kút felszállóvá vált, míg

egyek szintén nem felszálló kutakban megnőtt a vízszint a kitörés ideje alatt helyenként 5 m-rel is.

A rendkívül komoly helyzet, amely 1969. április 10-e után jött létre, oda vezetett, hogy a Vojvodina Szocialista Autonóm Terület Végrehajtó Tanácsa a bečeji kitörést elemi csapásnak nyilvánította.

A kitörés tartama alatt előkészületeket tettek a ferde fúrások megkezdéséhez. Két fúrást tűztek ki kb. 250 m távolságra a kráter szélétől, amint az az *1. ábrán* látható.

A gáz kitörése 1969. június 6-án 7 óra 38 perckor teljesen megszűnt. A következő napon az Ideco-VI berendezéssel megkezdtek a *Bč X-1.* jelű ferde fúrás mélyítését, most már azzal a céllal, hogy egy esetleges új kitörés minden jelentkezését elfojtsák.

Az erupció megszűnése azt jelentette, hogy a részleges beomlás után a teljes beomlás a már jelentősen megrongálódott lyukban be is következett.

1969. június 7-től július 13-ig 4 béléscsörakattal sikeresen befejezték a *Bč X-1.* jelű ferde fúrás kiképzését. A *Bč X-1.* jelű fúrás talpának távolsága vízszintesen a *Bč-5.* fúrástól csak 17,30 m-t tesz ki, ami az irányított fúrásnál kielégítő eredmény. A fúrás elhajlásának legnagyobb mértéke  $24^\circ$ . A *Bč X-1.* jelű fúrás talpa 1096 m mélységben van, az eltérés vízszintes vetülete pedig 223 m.

A bečeji kitörés megszüntetésén, valamint a *Bč X-1.* jelű fúrás kiképzésén, jugoszláv szakemberek mellett külföldiek is közreműködtek.

## Az új kutatások eredményei

A bečeji kitörés teljes megszűnése után nem volt szükség a második, a *Bč X-2.* jelű ferde fúrásra (*1. ábra*), ezért ezt a fúrást függőlegesen mélyítették le a paludin homokos rétegek vizsgálata céljából, amelyek metándús földgáz tartalmaznak. A metán megjelenését először a *Bč X-1.* jelű ferde fúrás kiképzése folyamán észlelték. A *Bč X-2.* jelű fúrás a várakozásnak megfelelően pozitív eredményt adott: 673—834 m mélységben 3 földgázzintet fedeztek fel, amelyekben túlsúlyban metán van.

Befejezőként elmondható, hogy a bečeji gázmező, mint az első — 20 évvel ezelőtt felfedezett — produktív szerkezet a Bácskában, a széndioxidgáz-tárolón kívül szénhidrogéngáz-telepet is tartalmaz.

## IRODALOM

- [1] Aksin, V.: Jugoszlávia északi része kőolaj-geológiájának néhány szempontja. Nafta (Zagreb) 2 (1959).
- [2] Aksin, V.: A kőolaj geológiája. Dnevnik. Novi Sad, 1967.
- [3] Nikolić, D.—Simin, D.: A neogén aljzat geológiai felépítése Vojvodinában. Nafta (Zagreb) 7—8 (1961).
- [4] Paradjanin, Lj.: A kőolaj- és földgáztermelés potenciális lehetőségei Jugoszláviában. Szerb Tudományos és Művészeti Akadémia, A műszaki tudományok részlege. Jugoszlávia X. energetikai szimpóziuma. Beograd, 1968.
- [5] Lazić, D.: A Bácska területén végzett kutatások eredményeinek áttekintése és e terület kilátásainak becslése új szénhidrogén-lelőhelyek felfedezésére való tekintettel. Beograd, 1966.
- [6] Vujkov, M.: Kikinda geológiája. Nafta (Zagreb) 11 (1969).
- [7] A kitörési adatok forrásául személyes gyűjtés szolgált.

## EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége dr. Gyulay Zoltán elnökletével 1971. április 28-án egyesületünk helyiségében elnökségi ülést tartott.

Moharos Jenő főtitkárhelyettes kiegészítette és részleteiben is taglalta az egyesület globálisan már ismertetett 1970. és 1971. évi pénzgazdálkodását, ill. költségtervezetét. Határozat született arról, hogy a kiadások vonalán a jövőben az ésszerűség határain belül messzemenő takarékosági szempontoknak kell érvényesülniük.

Az egyesületi nagyrendezvények szervezésének tapasztalatait, a jövőben sorra kerülő ilyen összejöveteleknek a sok évi gyakorlat folytán kialakult, de még kiegészítésre, csiszolásra váró „menetrendjét” Nagy Zoltán ismertette. Az előadó vezetésével alakítandó bizottság rövidesen lerögzíti a nagyrendezvények „forgatókönyvét”, megkönnyítve ezzel a ma már szinte fölös számban jelentkező külföldi résztvevők által látogatott vándorgyűléseink, konferenciáink megrendezését mind szervezőtechnikai, mind lebonyolítási szempontból.

A rendkívül sok „holt anyag”-ot tartalmazó, szűkös helyiségünkben alig tárolható könyvtárunk helyzetéről, állagáról, a fellazítás lehetőségeiről Bányai Bálint könyvtáros számolt be. Gyulay Zoltán elnök személyes közreműködését ajánlotta fel a nyáron megejtendő szelektálás végrehajtására.

B. B.

### Szakosztály-vezetőségi ülés

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzszakosztályának 1971. május 5-i vezetőségi ülésén — dr. Szilas A. Pál elnökletével — részt vettek: Bacsinszky Tibor, Bálint Valér, Binder Béla, Csákos Dénes, Hajdú Lajos, Hegyi Ferenc, dr. Heinemann Zoltán (titkár), Horváth Róbert, Kassai Lajos, dr. Kókai János, Komornoki László, Láposi Sándor, Munkácsi Zoltán, Patsch Ferenc, Pollok László, Szabó György, Tillesch Leó, Tóth Ferenc és Varga Béla.

A beérkezett pályázatokra kitűzött pályadíjak odaítéléséről — miután a bírálatra kiadott tanulmányok egy része még nem érkezett vissza a bírálótól —, a következő vezetőségi ülés dönt majd.

A szakosztály részletes költségvetését, a rendelkezésre álló keretösszegek nagyságát, azok megemelésének módozatait és lehetőségeit dr. Heinemann Zoltán ismertette.

A szakosztály külföldi kapcsolatait — több hozzászóló véleménye alapján — elsősorban a műszaki látókör szélesítése érdekében, inkább fejleszteni mint zsugorítani kell, szem előtt tartva a mértéktartás, valamint a vidéki szakcsoportok arányos részvételének elvét. Egy párizsi szimpóziumra kiutazó, ott előadással szereplő Bálint Valér társaként dr. Kókai János jelöltetett ki.

Dr. Szilas A. Pál szerint a mérnöktovábbképzés eddigi formája helyett — amelybe egyébként szervesen beletartoznak a vándorgyűlések, valamint az egyes szakcsoportokon belül elhangzott előadások, de szaklapunk, főleg azonban annak évi különszáma is —, az egyetemen a rendes hallgatók részére rendszeresített fakultatív tárgyak hallgatásába való bekapcsolódást lehetne beiktatni. E kérdés még további tanulmányozást igényel.

A szakosztály ez év október 5—7-i, Keszthelyen tartandó vándorgyűlésének előkészületeiről Pollok László számolt be. Az eddig befutott kül- és belföldi jelentkezők száma várhatóan jelentősen megnövekedik még; a három szekcióban az eddigiek szerint 11 kül- és 40 belföldi jelentkező előadására — illetőleg a nyomtatásban kézhez juttatandó anyag rövid, öt perces ismertetésére — kerül sor. A változatos programú összejövetelekre kísérők, családtagok is jelentkezhetnek még.

Egyesületünk elnökének az egyesület szervezeti változtatására tett javaslatát öttagú szakosztályközi bizottság tanulmányozza. Szakosztályunk képviselője, Kassai Lajos, beszámolt a megbeszélések állásáról, s a felvetett problémákkal kapcsolatban a szakosztály álláspontjára nézve direktívákat kapott.

B. B.

# Kisüzemi széndioxidos kiszorítási kísérletek a lovászi mezőben

NÉMETH EDE

Magyarországon az ötvenes évek közepétől nagy érdeklődés nyilvánul meg a széndioxidos olajkiszorítási módszerek alkalmazása iránt, mivel a feltárt nagy széndioxid-gáztelepek, ill. nagy széndioxid-tartalmú földgáztelepek kézenfekvően kínálják a nagyüzemi alkalmazást.

E közlemény az 1962-ben és 1964-ben kezdett ún. peremi lineáris és négypontos üzemi széndioxidos vízelárasztásos kísérleteket ismerteti és eredményeit elemzi, amelyek alapján ma már széles körű program megvalósulása van kibontakozóban.

Magyarországon több helyen — így a dél-zalai olajmezőktől 60—100 km-nyire is — nagy készletű, 67—96% széndioxid-tartalmú földgáztelepeket tártak fel. Ez a szerencsés természeti adottság reális lehetőségeket kínál ahhoz, hogy a termeltetésük utolsó szakaszába lépő dél-zalai olajmezők olajtelepeinek kizozatalát az eddigi másodlagos módszereknél hatékonyabb széndioxidos vízelárasztásos eljárással fokozzuk.

A széndioxidos kiszorítási módszerek alkalmazása a gyakorlatban sok olyan problémát vetett fel — alkalmazási rendszer, kiviteli technika, korrózió stb. —, amelyek megválaszolása a laboratóriumi kísérletekkel párhuzamosan üzemi kísérleteket tett szükségessé. Így került sor 1962-ben az ún. peremi lineáris, majd 1964-ben a négypontos kísérletekre, amelyekhez a szükséges széndioxidot a mezőben füstgázból nyertük [1].

Az üzemi kísérletek fő célja a Lovászi sorozat

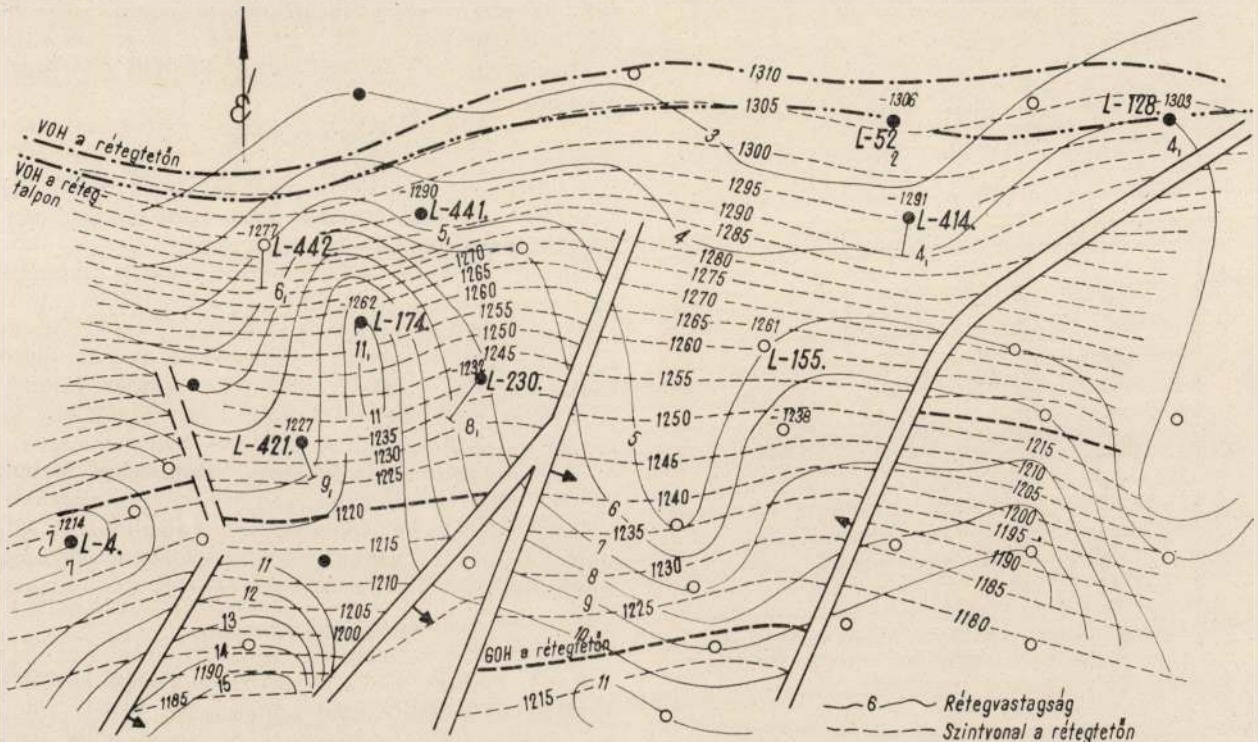
1960-ban elkészült széndioxidos művelési tervében szereplő elképzelésekről való tapasztalatszerzés volt. Az elgondolás a javított hatékonyságú vízelárasztás volt, amit széndioxiddal telített vízzel gondoltak elérni [2]. A peremi lineáris kísérlet ezen az elven — a Lovászi sorozat paraméterei mellett — volt hivatott tapasztalatokat nyújtani a benyomó kutak elnyelőképességének alakulásáról, a korrózióról, a kút-kiképzés és besajtolás gyakorlatáról és a kizozatali tényező növeléséről, ill. az eljárás hatásosságáról.

Az 1964-ben megkezdett négypontos kísérlet hasonló célból terveztük. Szükségessé azért vált, mert a peremi lineáris kísérlet megvalósulása technikai nehézségek miatt eltért az eredeti elképzelésektől, továbbá a tapasztalat szerint az eredeti víz-olaj határon ipari méretű besajtolás a rétegfelfújódás miatt nem volt foganatosítható. Így jött létre egymás mellett két üzemi kísérlet, amelyek egymástól az elárasztás rendszerében és kivitelében különböznek.

## Általános ismertetés

### A kísérletek területi elosztása

A kísérleteket a lovászi mező Lovászi sorozatának 1. sz. homokkővére terveztük. A peremi lineáris kísérlet az 1. ábra szerint a Lovászi 1. sz. homokkő északi



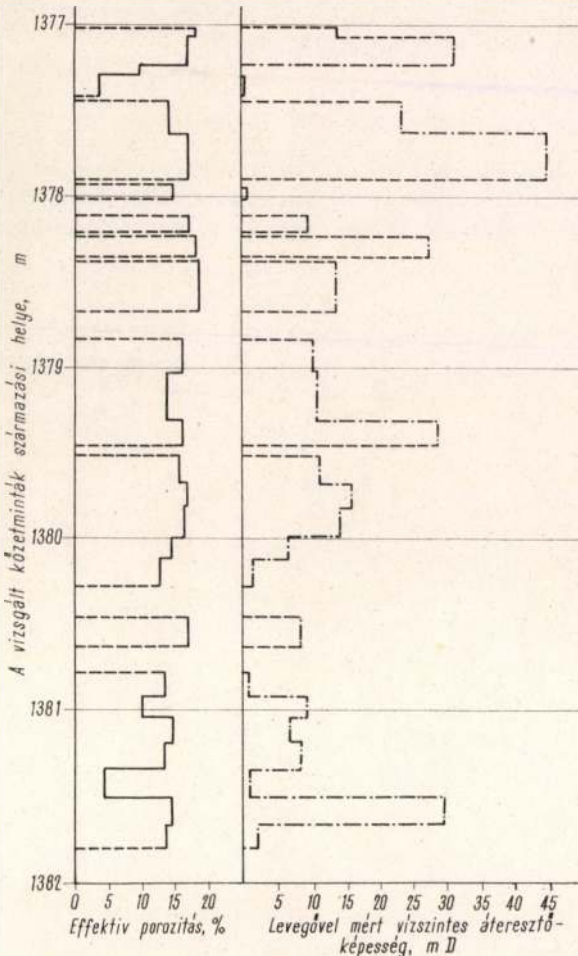
1. ábra. A Lovászi 1. sz. homokkő szerkezeti és vastagságtérképe

A lovászi kisüzemi széndioxidos kiszorítás kísérleti területeinek főbb paraméterei

	Peremi lineáris	Négypontos
	kísérlet	
Hasznos pórusterfogat, m <sup>3</sup>	17 600	40 000
Átlagos rétegvastagság, m	4	9
Átlagos porozitás, %	16,8	17,2
Átlagos átteresztőképesség, mD	1—5	5—20
Átlagos CaCO <sub>3</sub> -tartalom, %	26	28
A termelt olaj típusa	világos, könnyű paraffin	világos, könnyű paraffin
jellege		
fajsúlya, g/cm <sup>3</sup>	0,815	0,815
Rétegműködési mechanizmus	oldott gázos	oldott gázos, gázsapka-kiterj.
Réteghőmérséklet, C°	82	82
Kezdeti rétegnyomás, at	152,86	152,86
S <sub>oi</sub> %	0,7	0,7
S <sub>vi</sub> %	0,3	0,3
B <sub>oi</sub>	1,248	1,248
B <sub>vi</sub>	0,007	0,007
R <sub>si</sub> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	70	70
μ <sub>oi</sub> cP	0,45	0,45
μ <sub>vi</sub> cP	0,35	0,35
Rétegnyomás a kísérlet kezdetekor, at	60	21
S <sub>o</sub> %	62	35,8
S <sub>v</sub> %	8	23,5
S <sub>v</sub> %	30	40,7
B <sub>o</sub>	1,175	1,125
B <sub>v</sub>	0,019	0,055
R <sub>s</sub> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	32	13
μ <sub>o</sub> cP	0,48	0,52
μ <sub>v</sub> cP	0,38	0,40
η %	15	43,04

A kísérleti területek paraméterei

A kísérleti területek főbb jellemző adatait az 1. táblázat foglalja össze. A 2. ábrán az L-441. jelű kút folyamatos magfúrásából nyert magmintán mért effektívporozitás- és átteresztőképesség-szelvénye látható. Az átteresztőképesség csak néhány 10—20 cm-es csíkban haladja meg a 15 mD-t. Az átlagérték 10 mD. A porozitás-szelvény egyenletesebb lefutást mutat, átlagosan 15% értékkel.



2. ábra. Az L-441. jelű kút effektív porozitásának és átteresztőképességének szelvénye magfúrásokból nyert adatok alapján

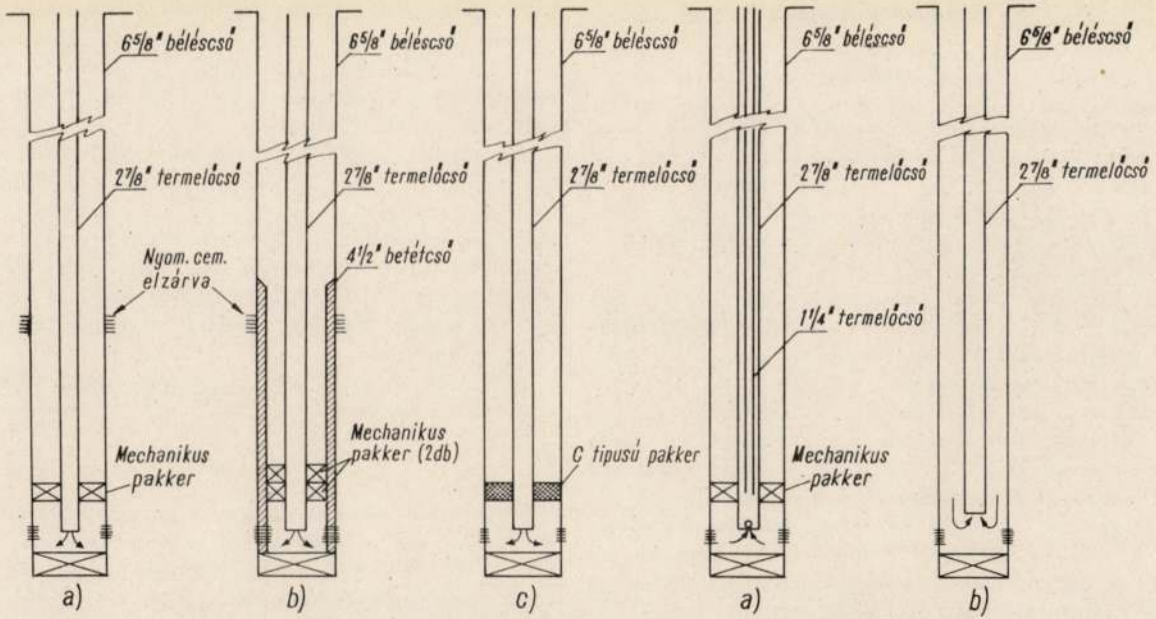
A két terület rétegfizikai paraméterei jól megegyeznek, a rétegnyomás- és telítettségi adatok viszont jelentősen eltérnek. Ennélfogva a két kísérlet nemcsak rendszerében, de minőségi tartalmában is eltér egymástól.

Kútkiképzések

A kísérletek termelő-reagáló kútjainak kiképzése a mezőben alkalmazott termelőkút-kiképzésekkel azonos. A besajtoló kutak kiképzésénél a bélésűcsőköz védelmét a 3. ábrán látható módon tömítőcsővel oldottuk meg. A tömítőcső átszakadása elég gyakori volt, különösen az első éveken. Az L-128. és az L-52. jelű kutakban a korábban nyitott Felső Rátka réteg nyomásos cementezése minden tömítőcső átszakadás után sikertelen volt. Ezért került sor az L-128. és az L-52. kutak utólagos betétcsővezetésére. A gyakori tömítőcső átszakadások leküzdésére eleinte kettős, majd korszerűbb tömítőket alkalmaztunk, azonban több éves üzemidőt — az alkalmazott váltakozó besajtolás mellett — átszakadás nélkül ezek sem bírtak ki.

Besajtolási metodika

A már említett Lovászi sorozat művelési tervének megfelelően széndioxiddal telített vizet kellett volna benyomnunk. Ezt több módon is igyekeztünk megvalósítani. Törekvéseink azonban meghiúsultak, mert:



3. ábra. A besajtoló kutak beléscsőközének védelmét szolgáló tömítés kiképzés

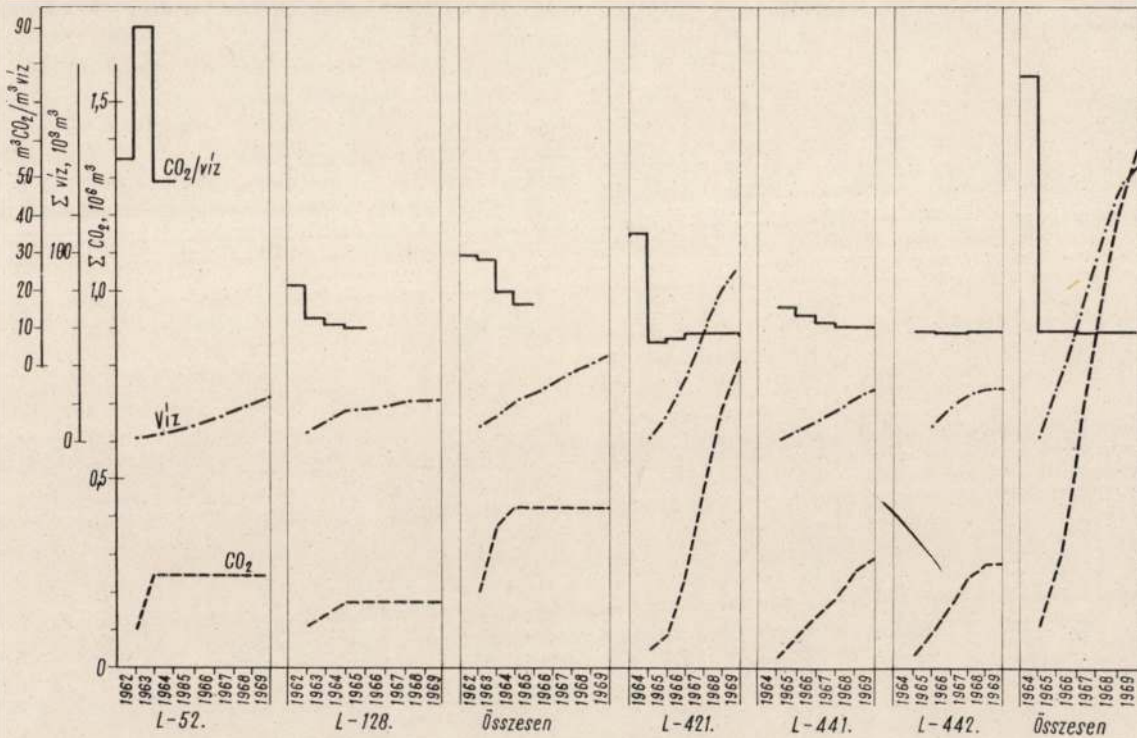
— a széndioxid vízzel érintkezve rendkívül korrozív (a 2"-es nagynyomású vezetékcsövet a korrózió 1 hét alatt kilyukasztotta);

— műanyag bevonatú csövekkel nem rendelkezünk, és a csövek műanyaggal való bevonási kísérlete sem járt sikerrel;

— a kúttalpon való keverés a széndioxid gázállapota miatt nem volt megvalósítható (talpnyomás 240 at, talphőmérséklet 82 °C).

Az adott helyzet miatt végül is mindkét kísérletnél

a szakaszos széndioxid-víz besajtolást valósítottuk meg, amikor is egymást követően széndioxidgázt, majd vizet sajtolunk be. A széndioxid és víz érintkezése dugóban történt, amely gyorsan mozgott a réteg felé, és a tapasztalatok szerint minimális korróziót okozott a kútfejben és a termelőcső-szerelvényben [3]. Az egyes fázisok besajtolásának minimális ideje 24 óra volt, a maximális több hónap. A négyponos kísérletnél átlagban egy-egy kútban 3–15 napon át folyt széndioxid, majd ugyanannyi ideig víz benyomása.



4. ábra. A széndioxid- és a vízbesajtolás alakulása az L-52. és L-128. jelű kutakban

## Peremi lineáris kísérlet

### Besajtolás

A peremi lineáris kísérlet besajtoló kútjainak üzeme a 4. ábrán bemutatott módon alakult.

A 4. ábra az L-52. és L-128. jelű kutakba történő széndioxid- és vízbesajtolás alakulását mutatja a váltakozó széndioxid-víz benyomás befejezéséig, dekádönként  $m^3$ /nap értékben.

Az L-52. jelű kútba — kiképzése után — 1961. októberétől 1962. február közepéig csak vízbenyomás volt, minimális  $1 m^3$ /nap értékben, ami 210 at besajtolási depresszió mellett rendkívül kis áteresztőképességre utalt. 1962. február és március havában a széndioxidgázt sem nyelte a kút. Ekkor kis hatósugarú rétegrepsztestét végeztünk. Ennek hatására 1962. májusától megkezdődhetett a széndioxid besajtolása, ami augusztus 15-ig megszakítás nélkül tartott. A széndioxid benyomása ezután néhány kisebb dugóban történt, majd 1963. májusától 1963. december végéig széndioxid-besajtolás nem volt.

Az L-128. kút — besajtolásra való kiképzése előtt — a Lovászi I. és a Felső Rátka rétegből termelt. A kútban a vízbenyomás megkezdése előtt tipikus feltöltődési jelenség volt megfigyelhető.

A széndioxid benyomása 1962. március hó elején kezdődött. Az első napokban nagy — 90—80 at —, majd fokozatosan csökkenő kútfejnyomás volt tapasztalható 1962 végéig a többi periódusokban is. A kútba

1964 után nem történt széndioxid-besajtolás, csak vízbenyomás, ahogy azt a 4. ábrán láthatjuk.

A 2. táblázatban a besajtoló széndioxid- és vízmennyiségeket foglaltuk össze a két besajtolási rendszer szerinti felosztásban.

Az egyidejű áttörés biztosítása céljából az L-128. kútba 3,1-szer nagyobb ütemben kellett a besajtolást folytatni, mint az L-52. kútba. A széndioxid-víz besajtolási periódusban ez az arány érvényesült.

A telep adott rétegmennyiségénél  $1 m^3$  vizet  $9 m^3$  széndioxid telített. A 4. ábráról látható, hogy ez az arány az L-52. kútnál mindvégig fennállt, vagyis a benyomott víz telítődhetett.

Az L-128. kútnál 1967 közepéig, azaz  $19\,500 m^3$  széndioxid benyomásáig, telítődhetett a benyomott víz.

### Termelés

Az 1. ábrán látható módon, a peremi lineáris kísérlet első számú reagáló kútja, az L-414. kút az L-52. kúttól 145, az L-128. kúttól 330 m-re harántolja a Lovászi 1. sz. homokkővet. Az L-414. kutat 1961 végén mélyítették, s az 1962. januárjában kezdett termelni a Felső Rátka rétegből. A kutat a Lovászi 1. sz. homokkőre 1962. augusztus havában állítottuk át. Az 5. ábrán látható, hogy a kút termelése 1962 novemberéig fokozatos elvizesedés mellett állandóan csökkent. A termelt folyadék vízszerűsége elérte az 50—52%-ot, s a GOV  $470 m^3/m^3$ -ról  $710 m^3/m^3$ -re növekedett. 1962 decemberétől a nettó olajtermelés fokozatosan növekedett, s 1963 decemberében már háromszorosa az 1962 november havának. Ezen fázisban először a GOV csökkent  $200 m^3/m^3$  alá, majd a víz 52-ről 2%-ra. A kút tehát 1963 végétől, alacsony GOV-val, gyakorlatilag vízmentes olajat termelt. Ez a periódus 1965 végéig tartott. Sajnos, a napi termelés az 1963. december havi érték után nem emelkedett, hanem fokozatosan csökkent. 1965 közepétől a vízszerűség is növekedni kezdett, s 1965 decemberében hirtelen vízbetörés történt. Ezzel megkezdődött az elárasztás alárendelt szakasza, a vizes periódus.

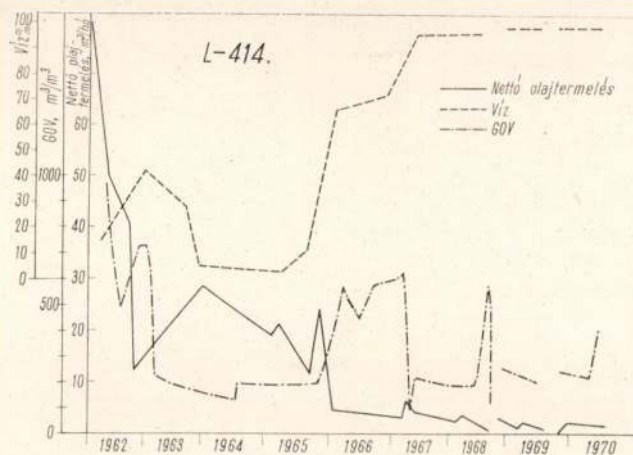
A 6. ábra a második reagáló, az L-155. kút termelési adatait mutatja. E kút — mélyítése óta — a Lovászi 1. sz. homokkőből termel. A 6. ábrán 1962-től látható a termelés alakulása, amely 1965 végéig csökkenő tendenciájú. 1966 közepén egy rövid ideig tartó,

2. táblázat  
A besajtoló széndioxid és víz mennyisége

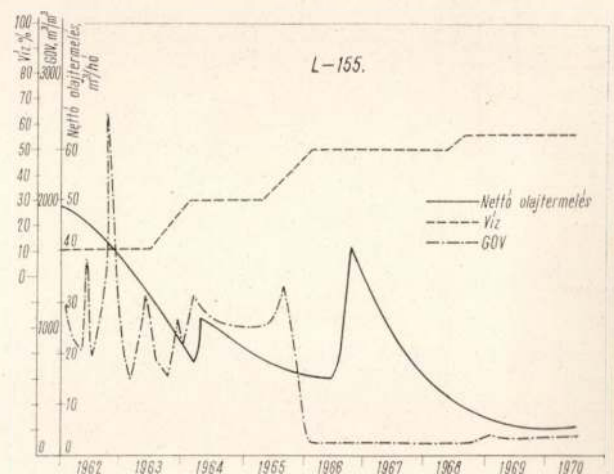
Peremi lineáris kísérlet	L-52.	L-128.	Összesen
Besajtoló $CO_2$ , $m^3$	244 460	176 720	421 180
Besajtoló víz, $m^3$	23 112	22 826	45 938
$m^3 CO_2/m^3$ víz	10,6	7,7	9,2

Négy pontos kísérlet	L-421.	L-441.	L-442.	Összesen
Besajtoló $CO_2$ , $m^3$	810 670	289 830	273 050	1373 550
Besajtoló víz, $m^3$	93 759	27 395	28 585	149 738
$m^3 CO_2/m^3$ víz	8,6	10,6	9,6	9,2



5. ábra. Az L-414. jelű kút paramétereinek alakulása



6. ábra. Az L-155. jelű kút paramétereinek alakulása

a korábbiak majdnem háromszorosát elérő hozam-növekedés következett be, majd 1968 végéig az olaj-termelés egészen minimális értékre csökkent. A termelt folyadék víztartalma 1966 óta szinte változatlan, míg a GOV nagymértékben lecsökkent.

Az L-414. kút termelése — 5. ábra — jellegzetes széndioxid-víz elárasztásos folyamatot mutat, azaz az olajtermelés növekedtével a víztermelés gyakorlatilag megszűnik, s a GOV is lecsökken. Ez kétségtelenül pozitív eredmény, ha a termelés abszolút mértékszámát kicsi is. Az elért többletolaj mennyisége  $2945 \text{ m}^3$ , ami 5–7%-os kihozatalnövekedésnek felel meg az érintett pórusterfogot készletére vonatkoztatva.

A L-155. kútnak a 6. ábrán látható diagramja inkább csak egy közönséges vizelárasztásos jellegűt mutatja.

A kísérleti termeltetés ideje alatt havonkénti mintavétellel, laboratóriumban vizsgáltuk a termelt gáz, olaj és víz összetételét. A gázban nem tudtuk kimutatni a széndioxid növekedését. Az olaj összetétele és viszkozitása sem mutatott változást. Egyedül a termelt víz NaCl-tartalma csökkent, továbbá a  $\text{HCO}_3$  mennyisége növekedett meg relatíve, azaz a  $\text{HCO}_3$ -tartalom  $20\,000 \text{ mg/l}$  össz-sórá is ugyanannyi volt a kísérlet előtt, mint a kísérlet alatt, amikor is az össz-só értéke  $4000\text{—}5000 \text{ mg/l}$ -re csökkent.

A kísérlet termelési és elemzési adatai azt mutatják, hogy a besajtoló széndioxid kevés volt ahhoz, hogy a pórusokban levő olajra hatással lehetett volna, ill. a kiszorításhoz jelentősen hozzájárulhatott volna. Az  $1 \text{ m}^3$  pórusterfogatra jutó széndioxid  $10 \text{ m}^3$ , amit a besajtoló víz is képes oldva tartani.

Az L-52.—L-414. kutak alkotta elempárra vonatkoztatva azonban a kapott kihozatalnövekedés jelentős, bár a termelt többletolaj mennyisége abszolút értékben csekély. A kísérlet — ezen elempárt szemlélve —, a kiszorítási folyamat jellegére vonatkozóan nyújtott érdekes adatokat.

## Négy pontos kísérlet

### Besajtolás

Az 1. ábrán látható az öt pontosnak (4 besajtoló és 1 reagáló kút) tervezett kísérlet kútjainak elhelyezke-

dése. A központi reagáló kút körül azonban csak 3 besajtoló kútat létesítettünk, mivel a negyedik kút kiképzés közben műszakilag elserencsétlenedett. Ennek új kúttal való pótlását a VIII. sz. vető közelsége miatt nem tartottuk szükségesnek. A besajtoló kutak körül elhelyezkedő kutak közül a bejelöltek figyelmessé lettek kiképezve.

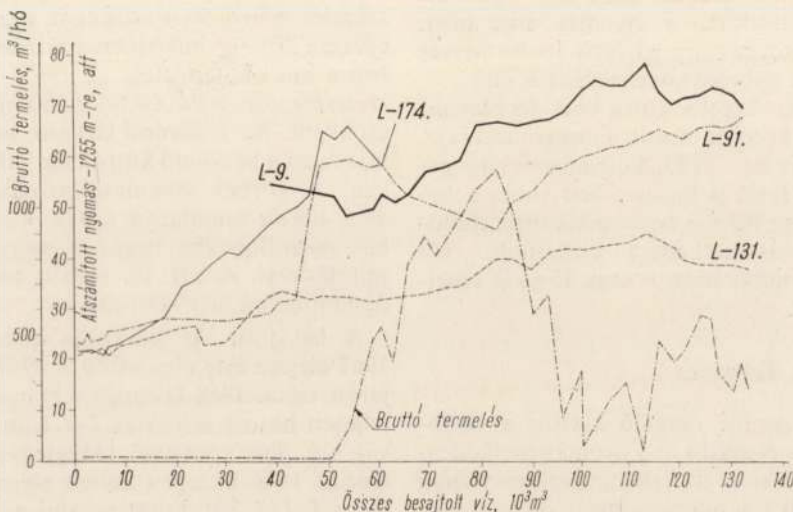
Mivel a kísérlet megkezdésekor igen kicsi volt a rétegyomás, ezért a központi reagáló és a külső figyelő kutakat a 70 at rétegyomás eléréséig zárva tartottuk, s csak ezután kerültek ismét termelésbe állításra.

A kísérlet 1964. augusztusában kezdődött; az év végéig a három besajtoló kútba a vízbenyomás megkezdése előtt  $100\,000 \text{ m}^3$  széndioxidgázt nyomtunk be a rétegvíz, ill. a kútkörnyék széndioxiddal való telítése céljából. A vízbesajtolás az L-421. jelű kútba 1964. decemberében, az L-441. és L-442. jelű kutakba 1965. januárjában kezdődött. A 2. táblázatban foglaltuk össze a kumulatív besajtolási adatokat és az  $1 \text{ m}^3$  besajtoló vízre jutó széndioxid-mennyiséget. A széndioxid vízben való oldódási görbéje szerint a telep hőmérsékletén  $1 \text{ m}^3$  víz 70 at-n való telítéséhez  $10 \text{ m}^3$  széndioxid szükséges. A 4. ábráról látható, hogy 1965-től kb. ez az arány állt fenn. A peremi kísérlettel ellentétben annak ellenére, hogy először széndioxid-dugót sajtoltunk be, a besajtoló víz is oldatban tartotta a benyomott széndioxidot.

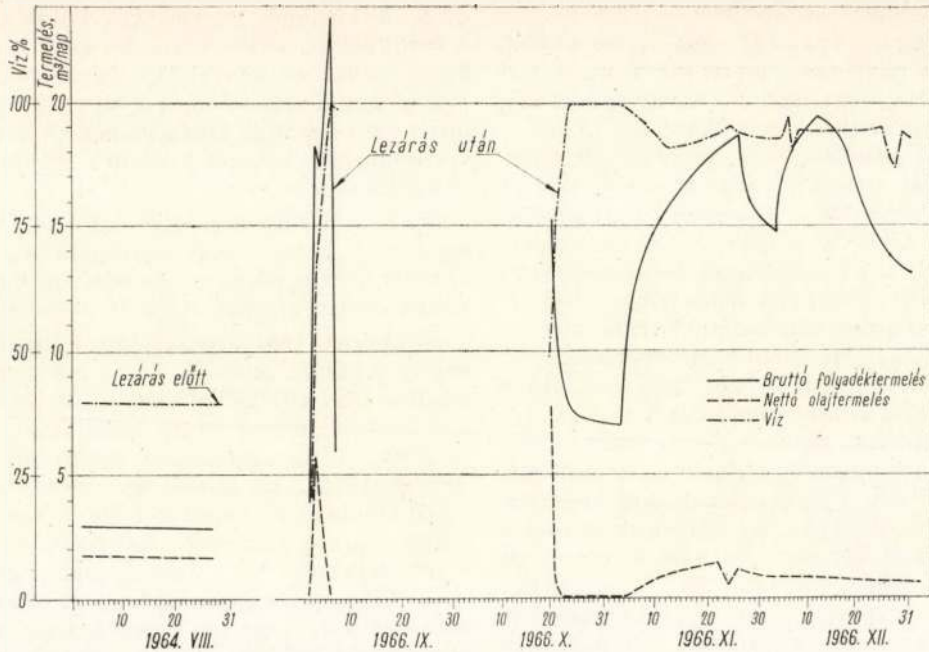
Az L-441. jelű kútba a vízbesajtolás 1965. január havában kezdődött. A napi benyomott mennyiség  $20 \text{ m}^3/\text{nap}$ -ról két hónap alatt  $5 \text{ m}^3/\text{nap}$ -ra csökkent. Ez idő alatt ugyanis széndioxid-besajtolás nem volt. 1965. márciusában átszakadt a tömítő, ami ezt követően többször is előfordult.

1965. március—augusztus között váltakozó besajtolás mellett a napi benyomható mennyiség  $20\text{—}30 \text{ m}^3/\text{nap}$  értéken volt tartható, majd hosszabb széndioxid-besajtolási szünet után a napi benyomható mennyiség rohamosan lecsökkent  $5 \text{ m}^3/\text{nap}$  értékre.

1966. közepétől a széndioxid-besajtolás rendszeressé vált, a napi benyomható vízmennyiség  $20 \text{ m}^3/\text{nap}$  körüli értéken állandósult. A rendszeres széndioxid és víz benyomása mellett a tömítőket 1—2 évenként cserélni kellett.



7. ábra. A rétegyomás, valamint a bruttó termelés alakulása a központi reagáló és a peremi figyelő kutakban



8. ábra. Az L-174. jelű kút termelési görbéi

#### Nyomás-helyreállítás

A 7. ábrán a központi reagáló és a peremi figyelő kutakban mért rétegnyomásértékeket, valamint a bruttó termelést tüntettük fel a kumulatív vízbenyomás függvényében. A kutak nyomásalakulása jelentősen eltér egymástól. A központi kútban a telepnomás egyenletesen emelkedett 46 ezer  $m^3$  víz (és 372 000  $m^3$  széndioxid) benyomásáig, ekkor ugrásszerűen, 1 hét alatt 14 at-t nőtt, amikor is elérte a 70 at-t. Az L-91. jelű kútban alig 4—5 at-s nyomásemelkedés volt, amikor az L-174.-gyel szinte egyidőben két hét alatt 30 at nyomásemelkedés következett be. Ez a nyomásérték azonban csak 90 ezer  $m^3$  víz besajtolása után növekedett tovább. A hirtelen nyomásnövekedés oka az volt, hogy a besajtoló víz ekkor érte el az említett kutakat — a gáztelítettség egyidejű eltűnésével. Különösen az L-91. jelű kút mutatja ezt élesen, amely már a gázos zónában volt. Amíg a kutat nem érte el a benyomott víz, a pórások szabad gáza csak igen kis mértékben komprimálódott, a nyomás alig nőtt. A víz betörésekor a mozgékony gázfázis átadta helyét a víznek, ami hirtelen nyomásnövekedéssel is járt.

Az L-9. jelű peremi figyelő kútra csak 65 ezer  $m^3$  víz besajtolása után kezdett hatni a benyomott víz. Érdekes jelenség, hogy az L-131. kútban, amelyre pedig két besajtoló kút felől is hatni kellett volna a benyomott víznek, 30 ezer  $m^3$  víz benyomása után mindössze 10 at-s nyomásemelkedést észleltünk, sőt 112 ezer  $m^3$  víz benyomása után is csak 45 at-ig emelkedett a rétegnyomás.

#### Termelés

Az L-174. jelű központi reagáló kútban a telepnomás az 1966. július eleji 14 at-s nyomásemelkedéssel elérte a 65 at-t. Mivel ez az érték augusztus végéig sem növekedett tovább — a már ismert ok miatt —, szeptember elején a kutat üzembe helyeztük. Minthogy

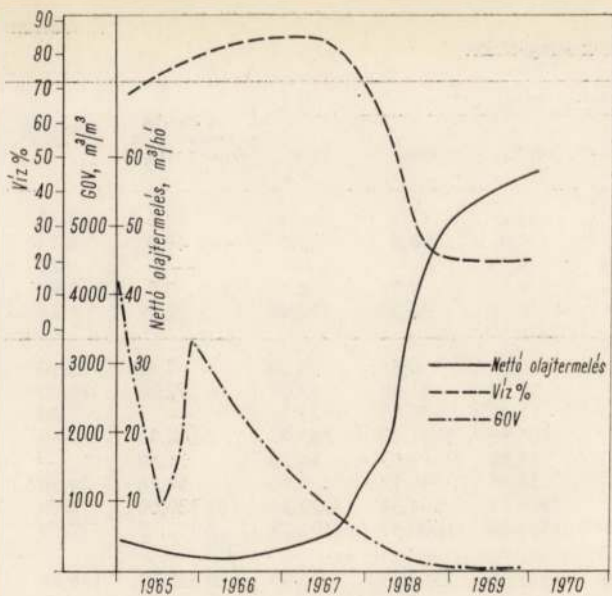
a második termelő nap után beléscsőszerűsítés lépett fel, a kút rendszeres termeltetése csak október 20-án kezdődött.

A 8. ábra a kút lezárás előtti és az újbóli termelésbe helyezés utáni, naponkénti termelés adatait szemlélteti. Az ábráról látható, hogy a lezárás utáni bruttó termelés 5—6-szorosa a lezárás előttiének, de a nettó olajtermelés — a vízszázalék növekedése miatt — a lezárás előttiének csak a fele. 1966 novemberében a vízszázalék csökkenni kezdett. Ez a csökkenés azonban nem folytatódott, s 1967 márciusától 98—99% vízzel termelt a kút. Hasonlóan elviesedett az L-91. jelű kút is. Ennek oka a már említett gázfázis, amely amikor átadta helyét a víznek, olyan relatíváteresztőképesség-viszonyok jöttek létre, amely mellett már csak víz áramlott.

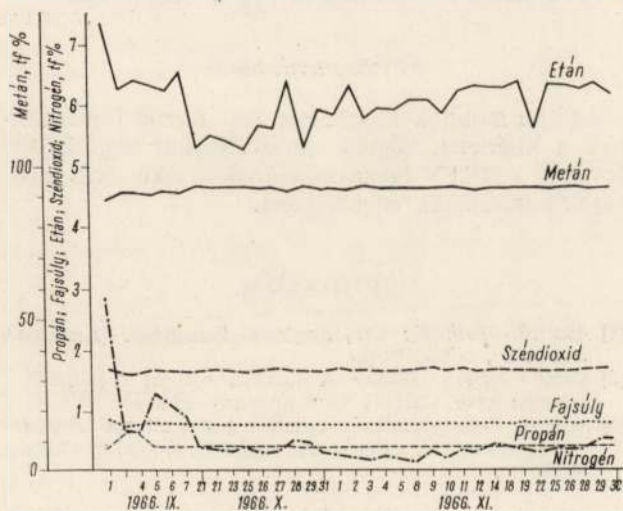
A 9. ábrán az L-4. jelű kút termelési görbéit mutatjuk be. 1967 júniusa és 1968 áprilisa között a korábbi évek hozamának megháromszorozódása mellett a vízszázalék 85-ről 50-re csökkent, s ez tovább folytatódott egészen 20%-ig, miközben a hozam tovább nőtt. 1969-ben a kút olajtermelése az 1965—1966. évekének tízszeresére nőtt. A kút GOV-je  $2500 m^3/m^3$ -ről  $50 m^3/m^3$ -re csökkent. Az 1. ábráról látható, hogy e kút viszonylag távol van a besajtoló kúttól, s a VII. sz. vető is közöttük van. A görbék alakulása azonban annyira hasonló az 5. ábrán bemutatott L-414. kúthoz, hogy nem nehéz összefüggésbe hozni a négyponos kísérlet besajtolásával. A VII. sz. vető e részen eszerint hidrodinamikailag már nem zár.

A besajtoló víz körkörös elterjedését feltételezve, 1967 elejére érte el a vetőt, s 1967 közepén már túl is jutott rajta. 1968 közepén 190 m-es sugárral már erőteljesen hatnia kellett az L-4. kútra, s ez összhangban van a 9. ábra görbéivel. (Megjegyezzük, hogy számítás szerint 1966 közepén kellett elérni a víznek az L-91. és az L-174. jelű kutat is, ami a nyomásalakulás szerint meg is történt.) A 10. ábra az L-174. kútból vett





9. ábra. Az L-4. jelű kút termelési görbéi



10. ábra. Az L-174. jelű kút gázvizsgálási adatainak változása 1966. IX.—XI. havában

gázminták elemzési adatait mutatja a mintavételi időpontok időszakában.

A termelési adatokat a 3. táblázatban tüntettük fel. Az elemzési adatokból a négypontos kísérletre vonatkozóan is ugyanazok állapíthatók meg, mint amit már korábban a peremi kísérletnél elmondunk. A több száz vízminta elemzési adatainak meghatározott időintervallumokra vonatkozó átlagértékeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

#### A kísérletek eredményei

Az ismertetett két kísérlet termelési szempontból nem mondható sikeresnek. Minden más szempontból azonban az volt, s végeredményben egy termelési szempontból is eredményesnek ígérkező széndioxidos metódika alapjait szolgáltatta.

A peremi lineáris kísérletből már 1962 végén megállapítható volt, hogy a Lovászi 1. és 2. sz. homokkővek peremi lineáris besajtolással nem lesznek eláraszthatók, azaz új terv készítése szükséges.

Az irodalomból ismeretes volt a széndioxid besajtolást növelő hatása. A kísérletek során ezt ugyan tapasztaltuk, de közel sem olyan mértékben, mint az az irodalomból következett volna [2]. Kis átérésztőképességű rétegek vízfelfogó képessége nem növekszik olyan értékre, amilyent a gazdaságos elárasztás üteme megkívánna. (Az L-52. jelű kútba a besajtolás csak rétegrepszítés után volt megkezdhető!)

A vízzel érintkező széndioxid igen korrozív. A besajtoló kutak béléscsőve, esetleges nyomásos cementezések alkalmazásával feltétlenül megvédendő pl. tömítős kiképzéssel.

Széndioxid és víz váltakozó idejű besajtolása esetén a korrózió leginkább a tömítőt támadja meg, aminek következtében az felszakad. Célszerű olyan rendszert alkalmazni, amelynél előbb csak széndioxidot, majd csak vizet nyomnak be.

Kis rétegnomás esetén alkalmazott nyomásnöveléskor, ha csak a besajtoló víz telítéséhez szükséges széndioxidot nyomjuk be, az olajba nem jut széndioxid, az nem duzzad meg, s a gázfázis helyére nyomuló víz olyan víztelítettség-növekedést okozhat, amelynek következtében a termelő kút elvieszedhet.

Különösen a négypontos kísérletnél volt kevés a besajtoló széndioxid mennyisége, mert az csak a besajtoló víz telítésére szolgált. Az alkalmazott elárasztási

#### Termelési adatok peremi reagáló kutak esetében

3. táblázat

A kút jele	Olaj, m <sup>3</sup>	Gáz, 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Víz, m <sup>3</sup>	Összes folyadék, m <sup>3</sup>	A termelés emelkedésének kezdete
L-155.	1912	1412	1160	3072	1962. V.
L-414.	1033	287	1792	2825	1962. VII.
Összesen	2945	1699	2952	5897	

#### Termelési adatok négypontos reagáló kutak esetében

L-4.	1089	112	487	1 576	1967. X.
L-91.	132	2	3 056	3 188	1967. II.
L-131.	68	5	475	543	1969. V.
L-174.	313	3	11 704	12 017	1966. IX.
Összesen	1602	122	15 722	17 324	

## A vízminták elemzésének átlagértékei

	A kísérlet alatt termelt rétegvíz							A kísérlet kezdete előtt termelt rétegvíz	Besajtolt víz
	1966.				1967.	1968.	1969.		
	IX.	X.	XI.	XII.					
Karbonátkeménység, N°	83,5	81,3	86,4	87,7	85,0	73,4	68,4	63,0	3,33
Összes keménység, N°	10,3	9,1	7,5	7,3	7,0	10,8	13,0	49,0	4,28
Lúgosság p-re	1,36	1,61	1,76	1,84	1,23	—	—	—	0,80
pH-ra	8,1	8,3	8,9	9,0	8,3	7,7	8,1	7,0	9,8
Lúgosság m-re	29,8	29,0	30,9	31,3	30,36	26,23	24,44	22,5	1,19
Fe <sup>3+</sup>	1,4	10,3	0,9	0,36	0,85	0,38	0,10	7,66	0,10
Ca <sup>2+</sup>	49,4	44,8	37,3	32,9	31,20	43,48	54,06	272,00	18,70
Mg <sup>2+</sup>	14,8	12,5	10,4	11,3	11,40	20,47	23,78	—	7,20
Na <sup>+</sup>	2213,6	2065,8	1753,3	1685,5	1605,95	1031,42	767,97	7 544,92	7,59
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	19,5	20,5	16,1	16,8	15,08	19,63	16,29	16,60	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	113,3	120,2	102,6	84,4	56,65	43,13	34,16	54,76	24,50
Cl <sup>-</sup>	2485,7	2242,4	1660,3	1551,1	1476,17	804,37	489,35	11 320,00	6,00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1820,7	1771,2	1889,2	1912,7	1853,20	1600,57	1491,28	1 372,95	72,59
Összes ion	6718,4	6287,7	5470,1	5295,06	5050,50	3563,45	2876,99	20 588,89	136,68

nyomáson a benyomott széndioxid a besajtolt vízben oldódott, s nem is vált ki. A dugós benyomás miatt az a széndioxidgáz, ami ideig-óráig feleslegben volt, a kőzet CaCO<sub>3</sub>-tartalmát oldotta, s nem az olajat duzzasztotta.

Ott, ahol nagyobb széndioxid-dugó került besajtolásra, a széndioxidnak kismértékű, de igen jellegzetes hatása volt a termelésre. (L-414.)

Az a tény, hogy sem a peremi, sem a négy pontos kísérletnél a termelő kutak gázában széndioxid-növekedést nem lehetett kimutatni, azt mutatja, hogy a besajtolt széndioxid kevés volt ahhoz, hogy a rétegbeli olajra hatással legyen. A termelt víz HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-tartalmának növekedése utal a széndioxid hatására, ami azonban az adott két esetben csak a kőzetoldásban nyilvánult meg.

A két kísérlet alapján az alábbi nagyüzemi metodika alakult ki:

nagy mennyiségű széndioxid besajtolása,  
nyomásnövelés,  
vízbesajtolás.

Mínt hogy a széndioxid-besajtolás kisnyomáson kezdődik, a nagy mennyiség besajtolásával a nyomásnövelés is megtörténik. Ez a metodika egyrészt lehetővé teszi a széndioxid hatásainak kihasználását, másrészt a gyakorlatban üzemszerűen meg is valósítható.

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet Kiss László főmérnöknek a kísérletek végzése során nyújtott segítségével, továbbá a DKFV Igazgatóságának a cikk nyilvánosságára hozatalának engedélyéért.

## IRODALOM

- [1] Avar B.—Tóth E.: CO<sub>2</sub> kinyerése füstgázból. (Kiadatlan tanulmány, újítás, 1960.)
- [2] Kassai—Tóth—Dudás: A Lovászi sorozat széndioxidos művelési terve. (OKGT tervtanulmány, 1960.)
- [3] Avar B.: Nagy széndioxid-tartalmú gázok rétegbe sajtolásával kapcsolatos korróziós tapasztalatok. Kőolaj és Földgáz 4 (1971).

## KÜLFÖLDI HÍREK

## Zökkenőmentesen sikerült beépíteni a világ eddigi legnehezebb bélés-csőszlopát

Különösebb nehézség nélkül sikerült beépíteni a 408 százból álló 4700 m hosszú, s 553,4 tonnájával a világ eddigi legnehezebb 13 3/8"-es bélés-csőszlopát a kereken 8400 m mélységre tervezett Baden-1. jelű fúrólukba az oklahomai Anadarko-medencében. Ez év júniusában kerül sor a mintegy 6700 m hosszú és kb. 680 t súlyú 9 3/8"-es bélés-csőszlop beépítésére.

A 4700 m-es mélységet 164 nap alatt érték el, a 13 3/8"-es bélés-csőszlop beépítése pedig mindössze 36 órát vett igénybe.

A 91,17 font/láb súlyú Hydril Tripleseal P-110 anyagfokozatú Youngstown gyártmányú bélés-csővek szereléséhez 24"-es, nagy forgatónyomatékú hidraulikus kulcsokat használtak.

A bélés-csővezetéshez 750 t teherbírású 53 3/4" átmérőjű és 40" magas kovácsoltacél-ékes spider-elevátort alkalmaztak, ami cserélhető ékszegmensekkel és -betétekkel 7—13 3/8"-es bélés-csővekhez egyaránt használható. Kezelése történhet kézi úton vagy sűrített levegővel.

Oil and Gas Journal 1971. márc. 1.

## Jugoszláv—iráni kőolaj kooperáció

Jugoszlávia és Irán állami kőolajvállalata, az NIOC között egyezmény jött létre, amelynek keretében tárgyalások folynak Irán részvételéről az adriai kőolajvezeték építésében. Az egyezmény értelmében a NIOC az iráni Cyrus mezőről származó nehézsúlyú kőolajat fog szállítani, amelyet a Jugoszláviában építendő aszfaltgyárban fognak feldolgozni. Tervezik azt is, hogy Jugoszlávia részt vesz a Lavan szigetén létesítendő kőolaj-finomító építésében és az ebből adódó költségeket Irán Jugoszláviába irányuló kőolajexporttal egyenlítené ki.

Erdöl-Dienst, 1971. márc. 11.

K. A.

# Hőmérsékletviszonyok alakulása mélyfúrásokban

SZABÓ JENŐ—  
FÜLÖP MIKLÓS—  
TÓTH ZOLTÁN

*A mélyfúrásokban statikus és dinamikus körülmények közt kialakuló hőmérsékleti viszonyok matematikai modelljei nélkülözhetetlen információt nyújtanak a fűrészi technológusok, kutatók számára. Alapvető a jelentőségük a geotermikus energia hasznosítása szempontjából is.*

*A csőben és a gyűrűs térben kialakuló hőmérsékleti viszonyok meghatározásán kívül a tanulmány módszert ad a geotermikus gradiens számítására is.*

## Bevezetés

A hőmérsékleti viszonyok modellezésének égető igénye a hazai nagymélységű fúrások tervezésekor — éppen a közismerten kis hőmérsékleti mélységlépcső miatt — merült fel, nevezetesen az öblítés, a bélés-cső-cementezés technológiájának kiválasztásakor. A probléma azonban szerteágazó, érinti a fúróluk-szelvényezési műveleteket, továbbá a kútkiképzést és a termelési feltételeket is.

A rendelkezésre álló üzemi mérési adatok száma csak látszólag jelentős, ténylegesen értékelhető mérési anyag a kidolgozott matematikai modellek alkalmazásához lényegében nincs. Ezért az elméleti munkával párhuzamosan ki kell terjeszteni a hőmérsékletméréseket, mégpedig úgy, hogy azok a modellek feltételei rendszerének megfelelő alapadatokat szolgáltatassák.

A cél olyan matematikai modell felállítása, amelynek segítségével a fúrócsőben és a gyűrűs térben állandósult hőmérsékleti viszonyok meghatározhatók, illetve előre jelezhetők. A modell kidolgozásának szempontjai a következők voltak: könnyen mérhető vagy már a fúróluk lemélyítése előtt tervezhető adatokra épüljön, számítástechnikailag könnyen kezelhető legyen, s természetesen a valóságot kielégítő pontossággal megközelítse a fűrészi technológia szempontjából szükséges mélységekben, a lyuktalp környezetében és a kifolyócső végén.

A matematikai modell a logikai elképzeléssel összhangban írja le a hőmérsékleti viszonyokat, és szemléltető módon mutatja, hogy

- mekkora az öblítés mélységében állandósult hőmérséklet várható értéke;
- a gyűrűs térben hol és milyen értéken állandósul a hőmérsékleti maximum;
- a kifolyási ponton mekkora hőmérséklet állandósul.

A matematikai modell felvilágosítást ad a fúrócsőben kialakult hőmérsékletviszonyokról is; segítségével előre jelezhető, hogy a kérdéses áramlási térben az állandósult hőmérséklet milyen alsó és felső korlátjával kell számolni a technológusnak, és az

öblítőiszapot milyen hőmérsékleti hatások érik az idő függvényében. Számítási eredmények arra is utalnak, hogy az öblítés mélységében állandósult hőmérséklet értékét és a kifolyónál állandósult hőmérsékletet milyen mértékben módosítja a betáplált öblítés hőmérséklet-változása. Hasznos annak vizsgálata is, hogy az öblítés mélybeli és a kifolyónál állandósult hőmérsékletét a fúrócső hővezetési tényezőjének lehetséges változása miként befolyásolja. Ez a vizsgálat azért is jelentős, mert az öblítési mélység környezetében kívánatos hűtést — az öblítési mennyiség korlátai és az öblítőközeg összetételének ugyancsak korlátokba ütköző változása miatt — a kívánt mértékben nem lehet biztosítani. Úgy látszik, hogy radikálisabb talp környéki hűtés csak úgy érhető el, ha a fúrócső hővezetési tényezője kisebb a jelenlegi acél fúrócső hővezetési tényezőjénél. A talp környéki radikális hűtés következtében azonban növekvő hőmennyiség jut a felszínre, ami a kifolyási hőmérsékletet viszonylag magas értéken állandósítja.

A felmerülő iszap- és cementtejtprogramok kidolgozásának fontossága indokolja, hogy a könnyen kezelhető heurisztikus modell segítse a gyakorlati igények kielégítését.

## 1. A cső és a gyűrűs tér hőmérsékletviszonyainak matematikai modellje

A modell kidolgozása és a vázolt feladatok megoldása feltételezi a következő fizikai tényezők ismeretét:

$L_t$	a csővég mélysége öblítéskor, m
$GG$	geotermikus gradiens, $^{\circ}\text{C}/\text{m}$
$T_{fk}$	felszíni középhőmérséklet, $^{\circ}\text{C}$
$\lambda_a$	a fúrócső hővezetési tényezője, $\text{kcal}/\text{m h }^{\circ}\text{C}$
$T_{be}$	a közeg állandósult hőmérséklete a betáplálás helyén, $^{\circ}\text{C}$
$\rho$	a közeg sűrűsége, $\text{kg}/\text{dm}^3$
$c$	a közeg fajhője, $\text{kcal}/\text{kg }^{\circ}\text{C}$
$q$	a közeg öblítési mennyisége, $\text{dm}^3/\text{s}$
$d_b$	a fúrócső belső átmérője, mm
$d_k$	a fúrócső külső átmérője, mm
$d$	a fúróluk átmérője, mm
$l$	az adott fűrészi mélység, m.

A modell útján nyert eredmények jelölései:

$T_{cs\sigma}(l)$	hőmérséklet a fúrócsőben, $^{\circ}\text{C}$
$T_{gy}(l)$	hőmérséklet a gyűrűs térben, $^{\circ}\text{C}$
$b_1$	a $T_{cs\sigma}$ lineáris együtthatója
$b_2$	a $T_{cs\sigma}$ négyzetes együtthatója

$A$	dimenziós tényező, m
$a_1$	a $T_{gy}$ lineáris együtthatója
$a_2$	a $T_{gy}$ négyzetes együtthatója
$T_{ki}$	a közeg állandósult hőmérséklete a kifolyónál, $^{\circ}\text{C}$
$L_{max\ gy}$	a hőmérsékleti maximum mélysége a gyűrűs térben, m
$L_{max\ cső}$	a hőmérsékleti maximum mélysége a fúrócsőben, m
$T_t$	a közeg állandósult hőmérséklete a csővégnél, $^{\circ}\text{C}$
$T_{max\ gy}$	hőmérsékleti maximum a gyűrűs térben, $^{\circ}\text{C}$
$T_{max\ cső}$	hőmérsékleti maximum a fúrócsőben, $^{\circ}\text{C}$
$T_{ny}$	a réteg hőmérséklete az öblítés mélységében, $^{\circ}\text{C}$
$t_{á\ cső}$	a közeg áramlási ideje a fúrócsőben, min
$t_{á\ gy}$	a közeg áramlási ideje a gyűrűs térben, min.

A modell kidolgozásához használt egyszerű összefüggések:

$$T_{ny} = T_{fk} + GG \cdot L_t \quad (1)$$

$$t_{á\ cső} = 4,17 \cdot 10^{-6} \frac{d_b^2 l \pi}{q}; \quad \text{és}$$

$$t_{á\ gy} = 4,17 \cdot 10^{-6} \frac{(d^2 - d_k^2) l \pi}{q} \quad (2)$$

A fúrési hőviszonyokat értékelő egyenletek összessége adja a modellt képező egyenletrendszert.

A modell felírásának feltételei:

a) a fúrócsőben állandósult hőmérséklet a mélység másodfokú függvénye:

$$T_{cső}(l) = b_2 l^2 + b_1 l + T_{be}; \quad (3)$$

b) a gyűrűs térben állandósult hőmérséklet is másodfokú függvénye a mélységnek [1, 5, 6]:

$$T_{gy}(l) = a_2 l^2 + a_1 l + T_{ki}; \quad (4)$$

c) a gyűrűs térben állandósult hőmérsékletnek maximuma van és ez azonos a réteghőmérséklettel:

$$T_{fk} + GG \cdot L_{max\ gy} = a_2 L_{max\ gy}^2 + a_1 L_{max\ gy} + T_{ki}; \quad (5)$$

$$2a_2 L_{max\ gy} + a_1 = 0; \quad (6)$$

$$a_2 < 0. \quad (7)$$

Ismeretes, hogy a gyűrűs térben és a fúrócsőben állandósult hőmérsékletek különbsége arányos a fúrócsőben állandósult hőmérséklet gradiensevel [2]:

$$T_{gy}(l) - T_{cső}(l) = A \frac{d}{dl} T_{cső}(l). \quad (8)$$

Az  $A$  dimenziós tényező meghatározásában szereplő mennyiségek közül az öblítőiszapok fajhője egyebek között a sűrűségük és szilárdanyag-tartalmuk függvénye. Egy jól közelítő függvénykapcsolatot az alábbi táblázat mutat [3]:

$\rho$	1	1,25	1,40	1,60	1,80	2
$c$	1	0,72	0,57	0,44	0,35	0,28

Ha az áramló közeg tartalmaz olajat is, akkor módosulhat a fajhő és a sűrűség kapcsolata, melynek feltárása további feladat.

A (3)–(8) egyenletrendszer megoldására a (8) egyenletbe az  $l=L_t$  értéket helyettesítve, továbbá, mivel  $T_{gy}(L_t) = T_{cső}(L_t)$ , következik, hogy

$$2b_2 L_t + b_1 = 0. \quad (9)$$

A  $b_1$ -et behelyettesítve a (3) egyenletbe:

$$b_2 = \frac{T_{be} - T_t}{L_t^2}. \quad (10)$$

Mivel  $\frac{d}{dl} T_{cső}(L_t) = 0$ , és a második derivált, vagyis  $2b_2 < 0$ , következik, hogy a csőben állandósult hőmérséklet maximális értékének mélysége azonos az öblítés mélységével

$$L_{max\ cső} = L_t. \quad (11)$$

A (8) összefüggésbe behelyettesítve a (3) és (4) egyenletet, adódik, hogy

$$(a_2 - b_2)l^2 + (a_1 - b_1 - 2b_2 A)l + (T_{ki} - T_{be} - b_1 A) = 0. \quad (12)$$

Ez az összefüggés csak akkor lehet minden  $l$  értékre zérus, ha mindegyik együttható zérus.

$$A(12) \text{ egyenletből: } a_2 = b_2; \quad (13)$$

a (6), (9), (12) és (13) összefüggésekből pedig:

$$a_1 = \frac{L_{max\ gy}}{L_t} b_1, \quad (14)$$

$$L_{max\ gy} = L_t - A. \quad (15)$$

A gyűrűs térben felfelé áramló öblítőfolyadék maximumának helye tehát  $A$  m-rel van a lyuktalp fölött.

A (9), (10) és (12) összefüggésből:

$$T_{ki} = \left(1 - \frac{2A}{L_t}\right) T_{be} + \frac{2A}{L_t} T_t. \quad (16)$$

Az  $A$  dimenziós tényező fizikai értelmezése pedig a [2] tanulmány szerint

$$A = 1,8 \cdot 10^3 \frac{\rho c q}{\pi \lambda_a}. \quad (17)$$

Ahhoz, hogy a (3) és (4) egyenletek segítségével tetszőleges mélységben számítani lehessen az állandósult hőmérséklet értékét, meg kell határozni még a  $T_t$  összefüggését.

A (8) egyenletbe az  $l=L_{max\ gy}$ , valamint a  $b_2$  és  $b_1$  együtthatókra levezetett (9) és (10) képleteket, továbbá az (5) összefüggést behelyettesítve:

$$T_{gy}(L_{max\ gy}) - T_{cső}(L_{max\ gy}) = A \frac{d}{dl} T_{cső}(l) \Big|_{l=L_{max\ gy}}. \quad (18)$$

A (18) egyenlet megoldása és az egyenlet rendezése után

$$T_t = \frac{A^2}{L_t^2 + A^2} T_{be} + \frac{L_t^2}{L_t^2 + A^2} T_{fk} + \frac{L_t^2}{L_t^2 + A^2} L_{max\ gy} GG. \quad (19)$$

A (16) egyenletben a fúrócsővégen állandósult hőmérséklet  $T_t$  értékét a (19) kifejezéssel helyettesítve:

$$T_{ki} = \left(1 - \frac{2A}{L_t}\right) T_{be} + \frac{2A}{L_t(L_t^2 + A^2)} (A^2 T_{be} + L_t^2 T_{fk} + L_t^2 L_{max\ gy} GG). \quad (20)$$

A (20) összefüggésben  $T_{be}$  együtthatója

$$1 - \frac{2A}{L_t} + \frac{2AA^2}{L_t(L_t^2 + A^2)} = \frac{L_{max\ gy}^2}{L_t^2 + A^2}.$$

A  $T_{fk}$  és  $GG$  együtthatói már egyszerűek. A kifolyócső végén állandósult hőmérséklet tehát a következő

$$T_t = \frac{\left[2L_t \left(\frac{L_t}{2} - L_{max\ gy}\right) + L_{max\ gy}^2\right] T_{be} + L_t^2 T_{fk} + L_t^2 L_{max\ gy} GG}{2L_t(L_t - L_{max\ gy}) + L_{max\ gy}^2} \quad (22)$$

és

$$T_{ki} = \frac{L_{max\ gy}^2 T_{be} + \left[2L_t \left(\frac{L_t}{2} - L_{max\ gy}\right) + L_t^2\right] T_{fk} + \left[2L_t \left(\frac{L_t}{2} - L_{max\ gy}\right) + L_t^2\right] L_{max\ gy} GG}{2L_t(L_t - L_{max\ gy}) + L_{max\ gy}^2}. \quad (23)$$

A (22) és (23) egyenlőségekből látható, hogy a modellre épített számítások szerint

- a fúrócső végén és a kifolyócső végén állandósult hőmérséklet azonos, ha a gyűrűs térbeli hőmérséklet maximuma az öblítési mélység felében helyezkedik el;
- nyugalmi állapotban ( $A=0$ ) a fúrócső végén állandósult hőmérséklet azonos a réteg hőmérsékletével, a kifolyócső végén állandósult hőmérséklet pedig azonos a fúrócsőnek a lyukszáj magasságában állandósult hőmérsékletével.

A modell tehát a logikai elképzeléssel összhangban és a fizikai feltételeknek megfelelően értékeli a hőmérsékleti viszonyok alakulását.

Összefoglalásként a modell egyenletei a hőmérsékleti viszonyok tervezéséhez célszerű sorrendben:

$$A = 1,8 \cdot 10^3 \frac{qcq}{\pi \lambda_a},$$

$$L_{max\ gy} = L_t - A,$$

$$T_t = \frac{A^2}{L_t^2 + A^2} T_{be} + \frac{L_t^2}{L_t^2 + A^2} T_{fk} + \frac{L_t^2}{L_t^2 + A^2} L_{max\ gy} GG,$$

$$T_{ki} = T_{be} + 2(T_t - T_{be}) \frac{A}{L_t},$$

$$b_2 = \frac{T_{be} - T_t}{L_t^2}, \quad b_1 = -2b_2 L_t,$$

$$a_2 = b_2, \quad a_1 = \frac{L_{max\ gy}}{L_t} b_1,$$

$$T_{gy}(l) = a_2 l^2 + a_1 l + T_{ki},$$

$$T_{cső}(l) = b_2 l^2 + b_1 l + T_{be},$$

$$L_{max\ cső} = L_t,$$

összefüggés segítségével számolható:

$$T_{ki} = \frac{L_{max\ gy}^2}{L_t^2 + A^2} T_{be} + \frac{2AL_t}{L_t^2 + A^2} T_{fk} + \frac{2AL_t}{L_t^2 + A^2} L_{max\ gy} GG. \quad (21)$$

Figyelemre méltó, hogy a (19) és (21) összefüggésekkel követhető: az egyes tényezők, a  $T_{be}$ , a  $T_{fk}$  és a  $GG$  milyen súllyal befolyásolják a fúrócső végén és a kifolyócső végén állandósult hőmérséklet értékét [4].

Felismerhető az is, hogy az együtthatók összefüggése alapján — kihasználva, hogy  $A = L_t - L_{max\ gy}$  —, felírható a fúrócső végén és a kifolyócső végén állandósult hőmérséklet olyan alakban is, amely lehetővé teszi a tényezők függvényében végzett közvetlen és egyéb irányú elemzéseket is, tehát

$$T_{max\ cső} = T_t,$$

$$T_{max\ gy} = T_{fk} + GG \cdot L_{max\ gy},$$

$$T_{ny} = T_{fk} + GG \cdot L_t,$$

$$t_{á\ cső} = 4,17 \cdot 10^{-6} \frac{d_b^2 l \pi}{q},$$

$$t_{á\ gy} = 4,17 \cdot 10^{-6} \frac{(d^2 - d_k^2) l \pi}{q}.$$

A  $T_{max\ cső} = T_t$  és a  $T_{max\ gy} = T_{fk} + GG \cdot L_{max\ gy}$  összefüggések az adott felsorolásban a számítási eredmények ellenőrzését szolgálják.

A hőmérsékleti viszonyok tervezéséhez kidolgozott (1)–(8) egyenletrendszer nem az eredeti fizikai értelmezés szerint számol a gyűrűs tér és a közet közötti hőcserével. Így a számításokat — a differenciálegyenletes modell [2] eredményeihez viszonyítva — a gyűrűs térbeli maximális hőmérséklet mélységében

$$B \cdot \frac{d}{dl} T_{cső}(l) \Big|_{l=L_{max\ gy}}$$

hiba terheli. A hibák nagysága nem több néhány  $C^\circ$ -nál.

A hiba-tag elhagyását mégsem a fentiek indokolják, hanem az, hogy a  $B$  tényezőt olyan fizikai paraméterek építik fel, amelyeket nehéz kimérni [7].

## 2. A geotermikus gradiens meghatározásának matematikai modellje

A mélyfúrások hőmérsékletviszonyainak értékelésekor alapvető probléma a geotermikus gradiens értékének, mint alapadatnak a meghatározása [2]. Ez az összefüggések egyik legérzékenyebb paramétere; értékének pontos megállapításán sok múlik.

Helytelen az a gyakorlat, amely hiányos adatok alapján következtet a geotermikus gradiens értékére, vagy amely csupán maximumhőmérő leolvasott értékére alapítja a számításokat.

A kiinduló tényezők:

- $\lambda_m$  a kőzet (matrix) hővezetési tényezője, kcal/m h C°
- $\rho_m$  a kőzet sűrűsége, kg/dm<sup>3</sup>
- $c_m$  a kőzet fajhője, kcal/kg C°
- $d$  a fúróluk átmérője, mm
- $t_{\bar{o}}$  az öblítés időtartama, h
- $t_i$  az emelkedő hőmérséklet mérésének időpontjai, h
- $T_{\bar{o}}$  a hőmérséklet  $t_{\bar{o}}$  öblítés után, C°
- $T_i$  a hőmérséklet a  $t_i$  időpontban, C°
- $l$  a fúrólukban mért hőmérsékletek és kőzetfizikai jellemzők mélysége, m

Az e tényezők ismeretében számítható eredmények jelölése:

- $K$  a terület kőzetfizikai állandója (területtényező), m<sup>2</sup>/h
- $\alpha$  a fúrás kőzetfizikai és geometriai tényezője (fúrási tényező), h
- $T_{ny}(l)$  a nyugalmi hőmérséklet 1 mélységben, C°
- $GG$  a geotermikus gradiens, C°/m

A számítások összefüggései a következők:

$$K = 10^{-3} \frac{\lambda_m}{\rho_m c_m}, \quad (24)$$

$$\alpha = 6,25 \cdot 10^{-8} \frac{d^2}{K}, \quad (25)$$

$$T_{ny} = \frac{\frac{1}{2} \left[ n(n-1)T_{\bar{o}} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{T_k - T_j}{E_j - E_k} \right] + \sum_{k=1}^n \frac{T_k - T_{\bar{o}} E_k}{1 - E_k}}{\frac{n(n-1)}{2} + n}, \quad (26)$$

ahol  $n \geq 1$  a hőmérsékletmérések száma,

$j \neq k$  és  $Ei$  — integrálexponenciális függvény.

$$E_j = \frac{-Ei\left(-\frac{\alpha}{t_j}\right) + Ei\left(-\frac{\alpha}{t_j - t_{\bar{o}}}\right)}{-Ei\left(-\frac{\alpha}{t_{\bar{o}}}\right)},$$

$$-E_k = \frac{-Ei\left(-\frac{\alpha}{t_k}\right) + Ei\left(-\frac{\alpha}{t_k - t_{\bar{o}}}\right)}{Ei\left(-\frac{\alpha}{t_{\bar{o}}}\right)}.$$

A  $T_k$  és  $T_j$  hőmérsékletek mérésének időpontjait egyenlő lépésközzel célszerű megválasztani, mert a képletet ekkor terheli a legkevésbé a mérések pontatlanságából származó hiba.

A (26) összefüggés minden hőmérsékletadatot és minden hőmérséklet-adatpárt figyelembe vett és az azokkal számított réteghőmérsékletek várható értékét tekintik a  $T_{ny}$  nyugalmi hőmérsékletnek. A  $T_{ny}$

nyugalmi hőmérséklet számításának ezt a módszerét az teszi lehetségessé, hogy a hőmérséklet-emelkedésre felírható egyenletekből [2] egyenletrendszer képezhető és azok  $T_{ny}$ -re megoldhatók.

$$\begin{aligned} T_k &= T_{ny} - (T_{ny} - T_{\bar{o}})E_k, \\ -T_j &= -T_{ny} + (T_{ny} - T_{\bar{o}})E_j, \\ T_{ny} &= T_{\bar{o}} + \frac{T_k - T_j}{E_j - E_k}. \end{aligned} \quad (27)$$

A  $T_{ny}$  ezen kívül a minden egyes hőmérsékletadatra felírható egyenletből is kifejezhető:

$$T_{ny} = \frac{T_k - T_{\bar{o}} E_k}{1 - E_k}. \quad (28)$$

Az már könnyen belátható, hogy a hőmérséklet-emelkedés során egyenlő időközönként mért  $n$  számú hőmérsékletérték lehetséges párosításainak száma  $\frac{n(n-1)}{2}$ , tehát  $n$  számú hőmérsékletadat esetén a nyugalmi hőmérséklet kiszámítása

$$\frac{n(n-1)}{2} + n$$

módon lehetséges.

Mivel ezek az előállítási módok egymástól függetlenek,  $T_{ny}$  felírható a következők szerint:

$$\begin{aligned} &\left[ \frac{n(n-1)}{2} + n \right] T_{ny} = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \left[ \left( T_{\bar{o}} + \frac{T_k - T_1}{E_1 - E_k} \right) + \left( T_{\bar{o}} + \frac{T_k - T_2}{E_2 - E_k} \right) + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \left( T_{\bar{o}} + \frac{T_k - T_n}{E_n - E_k} \right) \right] + \sum_{k=1}^n \frac{T_k - T_{\bar{o}} E_k}{1 - E_k}. \end{aligned} \quad (29)$$

A mérési adatok kis száma esetén a (26) összefüggés nélkül is könnyű a megoldás. A (26) képlettel általánosított összefüggés akkor hasznos, ha a geotermikus gradiens számításához végzett mérési sorozat sok elemet tartalmaz és az azokat terhelő mérési, leolvasási hibát a számítás eredményében meg kell osztani.

A geotermikus gradiens számítása egy, illetve két mérési adatra építhető. Ha tehát  $n$  számú mérési adat áll rendelkezésre, akkor  $n \frac{(n-1)}{2} + n$ -féle módon számítható a gradiens. Kérdés, hogy melyik adatra vagy adatpárra épült számítási eredmény a helyes. Ezt eldönteni nem lehetséges, ezért célszerű volt olyan összefüggést lezármatatni, amelynek segítségével a geotermikus gradiens értéke a legkisebb hibával számítható.

A kőzetek fizikai jellemzésére szóba jöhető értékek a következő relációknak tesznek eleget:

$$2 \leq \lambda_m \leq 4$$

$$2 \leq \rho_m \leq 3$$

$$0,1 \leq c_m \leq 1$$

A számítások végzésekor ügyelni kell arra, hogy az alapadatok a fúrás azonos mélységéből származzanak, és tudni kell azt is, hogy az adott mélységben a fúrás beléscsövezett volt-e.

A területre jellemző közetfizikai állandót, a  $K$ -t, beléscsövezett mélységre vonatkoztatva, a számítási eredmény torzított lesz, mert a modell vertikális lyukfal menti hővezetést nem veszi figyelembe. Ez a torzítás azonban az állási idő növekedésével csökken.

A modell segítségével végzett számítás eredményét az 1. táblázat ismerteti.

1. táblázat

**Geotermikus gradiens**

Bemenő adatok:

A közet sűrűsége	$\rho_m = 2,8 \text{ kg/dm}^3$
A közet fajhője	$c_m = 0,22 \text{ kcal/kg C}^\circ$
A lyuk átmérője	$d = 177,8 \text{ mm}$
A közet hővezetési tényezője	$\lambda_m = 2,0 \text{ kcal/m h C}^\circ$
Az öblítés ideje	$t_{\bar{\theta}} = 7,25 \text{ h}$
Az öblítés leállításakor mért hőfok	$T_{\bar{\theta}} = 175,9 \text{ C}^\circ$
A mérések mélysége	$L = 4718 \text{ m}$
Területtényező = 0,003247 m <sup>2</sup> /h	Fúrási $\alpha$ -tényező = 0,8734

A $T_i$ hőmérsékletek különböző időpontokban				Számított nyugalmi hőfok $C^\circ$
Idő h	Hőfok $C^\circ$	Idő h	Hőfok $C^\circ$	
8,25	182,7			217,10
9,25	187,0			208,79
10,25	190,0			207,36
11,25	192,3			207,11
12,25	194,3			207,47
8,25	182,7	9,25	187,0	200,84
8,25	182,7	10,25	190,0	201,69
8,25	182,7	11,25	192,3	202,54
8,25	182,7	12,25	194,3	203,66
9,25	187,0	10,25	190,0	203,01
9,25	187,0	11,25	192,3	204,10
9,25	187,0	12,25	194,3	205,65
10,25	190,0	11,25	192,3	205,66
10,25	190,0	12,25	194,3	207,82
11,25	192,3	12,25	194,3	210,73

Az  $n = 5$  mérési adatból számított nyugalmi hőfok: 206,24  $C^\circ$   
 Számított geotermikus gradiens: 0,041380  $C^\circ/m$   
 Számított geotermikus mélységlépcső: 24,17  $m/C^\circ$

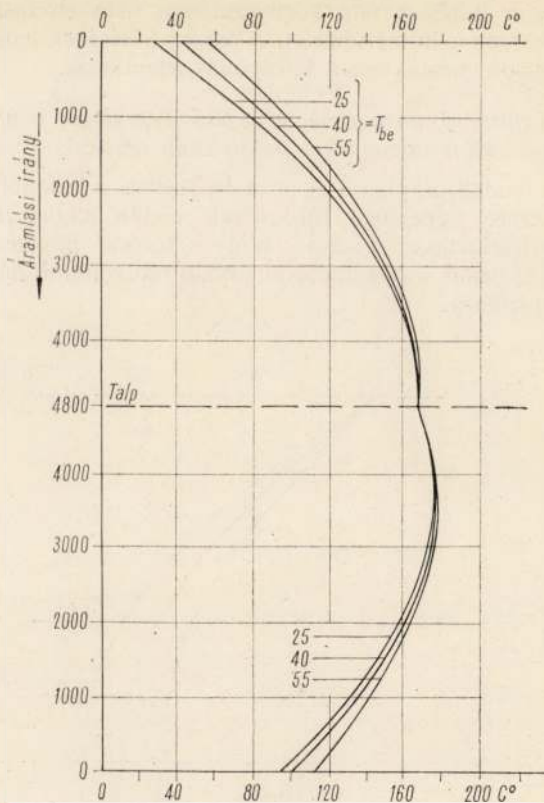
Az 1. táblázat a közetfizikai jellemzők, a fúróluk átmérője és a mért hőmérsékletek függvényében bemutatja a terület  $A$  közetfizikai állandójának, a fúrás  $\alpha$  közetfizikai és geometriai tényezőjének, a  $T_{ny}(I)$  nyugalmi hőmérsékletnek és a  $GG$  geotermikus gradiensnek a számított értékeit.

**3. A modell alapján levonható technológiai következtetések**

A modell sokrétűségét bizonyítják a következők.

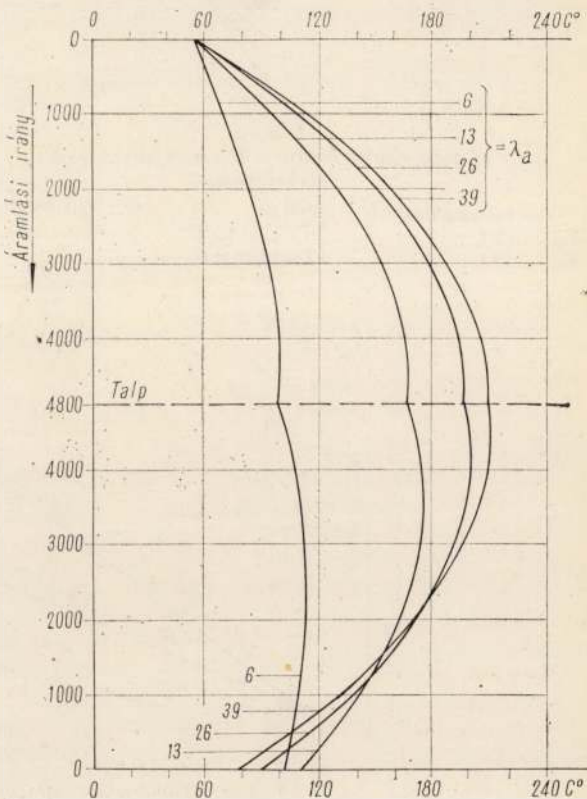
*A felszíni hűtés hatása az áramlási térben állandósult hőmérsékletre:*

a felszíni hűtés hatását a modell alapján megrajzolt 1. ábra görbéi szemléltetik. Általánosítható, hogy a



1. ábra  
A felszíni hűtés hatása a hőmérsékletviszonyok alakulására

$\rho = 1,25 \text{ kg/dm}^3$      $c = 0,72 \text{ kcal/kg C}^\circ$      $L = 4800 \text{ m}$   
 $T_{fk} = 11 \text{ C}^\circ$      $q = 30 \text{ l/s}$      $\lambda_a = 13 \text{ kcal/m h C}^\circ$   
 $T_{be} - C^\circ$      $GG = 0,0455 \text{ C}^\circ/m$



2. ábra  
A vas hővezetési tényezőjének hatása a hőmérsékletviszonyok alakulására

$\rho = 1,25 \text{ kg/cm}^3$      $L = 4800 \text{ m}$      $GG = 0,0455 \text{ C}^\circ/m$   
 $T_{fk} = 11 \text{ C}^\circ$      $c = 0,72 \text{ kcal/kg C}^\circ$      $\lambda_a - \text{kcal/m h C}^\circ$   
 $T_{be} = 55 \text{ C}^\circ$      $q = 30 \text{ l/s}$

felszíni hűtés a talp környezetében nem módosítja jelentősen a hőmérsékletet. A közeg hűtésének hatása nagyobb mértékben a kifolyónál jelentkezik.

A fúrócső anyagának hővezető képessége, mint a hőmérsékleti viszonyokat befolyásoló tényező:

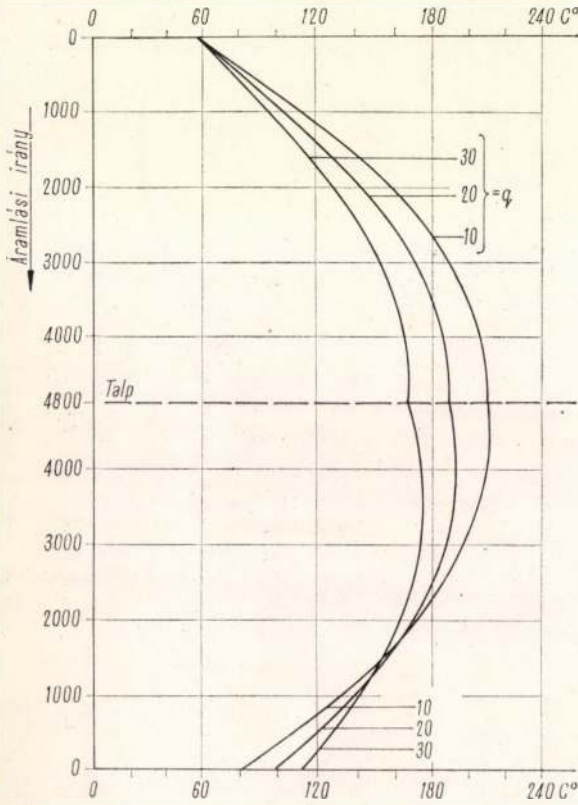
a modell alapján a 2. ábra érzékelteti a különböző hővezető képességű fúrócsövek esetén állandósuló hőmérsékleteket. Látható, hogy a fúrócső hővezetési tényezőjének csökkentésével sokkal radikálisabb hűtés biztosítható.

Az öblítés mennyiségi változásának hatása a hőviszonyokra:

a 3. ábra alapján látható, hogy az öblítés mennyiségének növelése nagyobb hűtést eredményez. Az öblítés növelésének azonban technológiai akadályai vannak.

A geotermikus gradiens változásának hatása az állandósult fúróluk-hőmérsékletre:

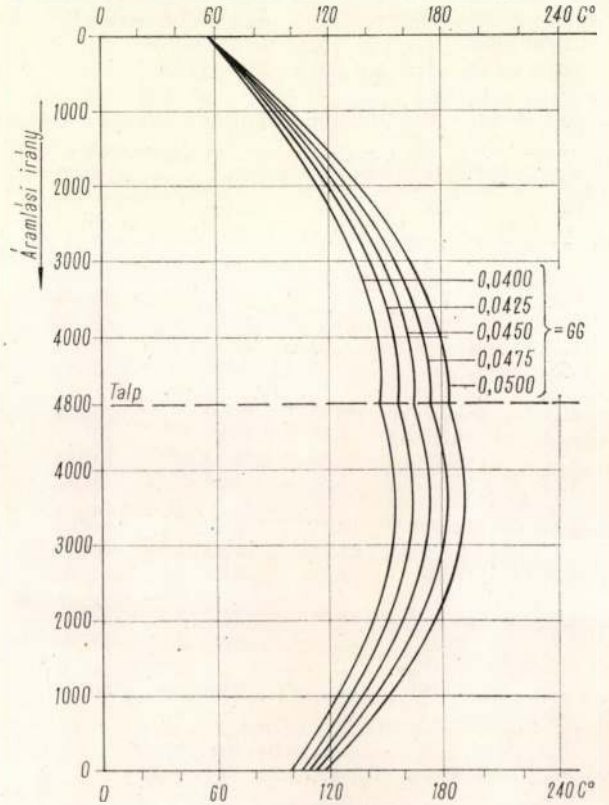
a 4. ábrából világos, hogy a kedvezőbb geotermikus lehetőség jobb hűtési adottságokkal bír. Sajnos a gradiens nagysága adott.



3. ábra

Az öblítési ütem hatása a hőmérsékletviszonyok alakulására

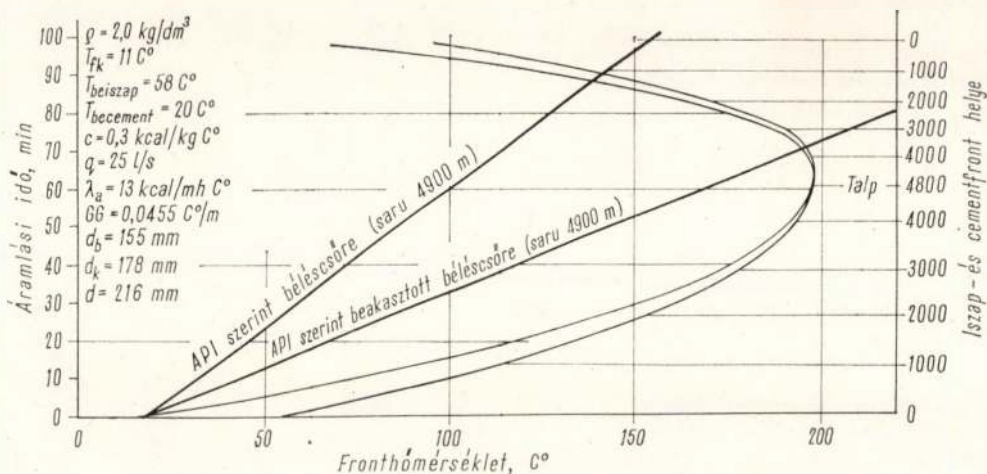
$\rho = 1,25 \text{ kg/dm}^3$   $L = 4800 \text{ m}$   $GG = 0,0455 \text{ C}^\circ/\text{m}$   
 $T_{fk} = 11 \text{ C}^\circ$   $c = 0,72 \text{ kcal/kg C}^\circ$   $q - \text{l/s}$   
 $T_{be} = 55 \text{ C}^\circ$   $\lambda_a = 13 \text{ kcal/m h C}^\circ$



4. ábra

A geotermikus gradiens hatása a hőmérsékletviszonyok alakulására

$\rho = 1,25 \text{ kg/dm}^3$   $L = 4800 \text{ m}$   $\lambda_a = 13 \text{ kcal/m h C}^\circ$   
 $T_{fk} = 11 \text{ C}^\circ$   $c = 0,72 \text{ kcal/kg C}^\circ$   $GG - \text{C}^\circ/\text{m}$   
 $T_{be} = 55 \text{ C}^\circ$   $q = 25 \text{ l/s}$



5. ábra. A hőmérséklet-változás üteme és az áramlási front haladási ideje



az 5. ábra a cementezés során mozgó folyadékfront hő-idő függvényét mutatja.

A közölt néhány ábra jól érzékelteti, hogy a modellek a gyakorlat számára fontos és újszerű eredményeket szolgáltatnak. Felhasználásuk az öblítés két felszíni hőfokának egzakt értékét alapul véve, a fúróluk alsó harmadában megbízható adatokat ad az állandósult hőmérsékleti viszonyokról.

A számítások az ismertett modellek alapján kidolgozott autokód program segítségével a NIM ELLIOTT 803/B elektronikus számítógépén készültek.

- [1] Edwardson, M. J.—stb.: Calculation of formation temperature disturbances caused by mud circulation. JPT 4 p. 416—426 (1962).
- [2] Bálint V.—Megyeri M.—Pach F.: Olajkutak rétegkezelés előtti hűhetőségének vizsgálata. Kőolaj és Földgáz 2 p. 33—44 (1970).
- [3] Csarnúj, I. A.: O termiceszköz rezsime burovüh szkvazsin. Gazovaja Promüslennoszt' 10 p. 7—13, 12 p. 1—5 (1966).
- [4] OGIL M-24. 4. sz. téma: Hőmérséklet mérése és kiértékelése mélyfúrásokban.
- [5] Németh F.—Csaba J.—Szabó J.: A hőmérséklet meghatározása mélyfúrásokban. Kőolaj és Földgáz 1 p. 6—9. (1970).
- [6] Csaba J.—Szabó J.: Megjegyzések a mélyfúrások hőmérsékletének meghatározásához. Kőolaj és Földgáz 1 p. 10—14 (1970).
- [7] OGIL M-1.24.28-II. sz. téma: Fúrastechnológiai feladatok számológépes programozása.

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### Magyar fúrési vállalkozás Irakban

Hosszadalmas és nehéz műszaki-kereskedelmi tárgyalások után az Iraki Nemzeti Olajvállalat (INOC) és az OKGT—CHEMOKOMPLEX társulás 1969. október 21-én bérfúrési szerződést írt alá Bagdadban.

A szerződés négy 3300 m átlagmélységű észak-rumailai továbbfejlesztő fúrás mélyítését rögzíti le 2,5 millió US \$ összértékkel. Az alapozáson, az ipari- és ivóvízellátáson, annak elektromos szelvényezésén és cementezésszervizen kívül minden munka, az anyag- és eszközbiztosítást is beleértve, a vállalkozó társulás kötelezettsége. A megbízó a kivitelezésért havi elszámolás szerint 179 US \$/m egységárat térít.

Az OKGT a szerződés teljesítését a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem feladatkörébe sorolta. Az üzem egy Ganz-motorokkal megerősített 3 DH-200 típusú fűróberendezéssel, annak tartozékaival és 35 fős létszámmal 1970. április elején kezdte meg a felvonulást. Az anyag- és eszközbeszerzésekhez szükséges pénzügyi fedezet biztosítása és a külkereskedelmi formalitások összetettsége rendkívüli módon nehezítette a munkálatok előkészítését és beindítását.

A fűróberendezés tartozékaival és személyzetével 1970. május közepén érkezett meg a kirakodás helyére Basrába. A helyszínre szállítás, felszerelés az 50 C° körüli nyári melegben is programszerűen zajlott le. Az első fúrás mélyítése július 12-én kezdődött. A hivatalos kezdés július 17-én az iraki forradalom évfordulóján, ünnepélyes keretek között, a helyettes államelnök és kíséretének jelenlétében zajlott le. Ez volt a Nemzeti Olajvállalat első tényleges lépése az önállósodás felé.

A fűrópontok a legközelebbi várostól, Basrától 70 km-re vannak a sivatagban. Komoly gondot jelentett a személyzet elhelyezése és ellátása. A sivatagi barakk-tábor egységeit Kuwait-ban szereztek be. A személyzetet 2—3 ágyas, légkondicionált, tusolófülkés, hideg-meleg vizes, hűtőszekrényrel ellátott szobákban helyezték el. A barakk-táborhoz konyha, étkező- és kultúr-helyiség is tartozik. A nyers élelmiszert a városból szállítják, a tábornak magyar és arab szakácsa van. Az egészségügyi felügyeletet egy a városból rendszeresen kijáró magyar származású orvosnő látja el.

A szerződés a négy fúrás lemélyítési összidejét is rögzíti: a kezdéstől számítva összesen 400 nap áll rendelkezésre; ez 1971. augusztus 20-án jár le.

Az első fúrást 1970. november 12-én adták át termelőképes állapotban. A 3200 m alatti termelőszintből, a Zubairból hazai napi össztermelésünket meghaladó napi olajtermelést nyertek. Mélyítés közben nyitott rétegvizsgálatot végeztek a 2400 m körül elhelyezkedő felső, ún. Mishriff szintben, ez a Zubair napi termelésének 1/3-át adta. Ezt a szintet egyelőre — olajának nagy kéntartalma miatt — nem fogják termeltetni.

A második fúrást ez év február 28-án adták át a megbízónak,

az elsővel csaknem azonos termelési eredménnyel. Március 10-én indult a harmadik fúrás, ez április 12-én a felszíni és technikai béléscsőoszlopok beépítése és elcementezése után 2462 m mélységet ért el.

Bár az első fúrás mélyítése a viszonyok ismeretlen volta, a természetes óvatosság és a kezdetben akadozó anyagellátás miatt elhúzódott, a második és harmadik fúrás mélyítési ideje arra enged következtetni, hogy a szerződés szerinti befejezési határidőt tartani lehet. A teljesítményekkel és eredményekkel a megbízó messzemenően elégedett. A magyar mélyítési sebesség-adatok állják az összehasonlítást az Irakból kiszorult nyugati fúrési vállalkozók adataival. A személyzet munkaszelleme kiváló. A megbízók elégedettek az iraki fűrómunkások kiképzésének eredményeivel is.

A teljesen szokatlan munkakörülmények közé, idegen és merőben más világba került magyar fúrési személyzet bizonyított, de helytálló az itthoni fúrési szervezet is a háttér és utánpótlás megszervezésével. Az eredmények bizalmat váltottak ki, így került sor ez év március 3-án a második fúrási szerződés aláírására.

A szerződés Irak északi részén mélyítendő három fúrásra terjed ki és hat fúrásra bővíthető. A fúrások mélysége a rumailakkal azonos, azonban a fúrási viszonyok itt sokkal összetettebbek, nehezebbek. A rumailai vastag repedezett összletek részleges iszapvesztése itt katasztrófális méreteket ölthet, és a veszteséges képződmények túlnyomósos sósvíz-, gáz- és olaj-tárolókkal váltakoznak.

Az előző szerződés szolgáltatásain kívül (alap, víz, szervizek) itt a megbízó magára vállalta az iszapjavító anyagok és a cement biztosítását, továbbá a réteggöszlet támasztotta nehézségek felszámolására fordított idő külön térítését. Az egységár itt a nehezebb körülményeket és a nagyobb fúrési kockázatot is figyelembe véve 272,76 US \$/m. A szerződés összértéke pedig kb. 2,6 millió \$. Ez a szerződés a kiszállított berendezés további mintegy két évi munkáját biztosítja.

A két szerződésnek volumen és érték tekintetében nincsen különösebb jelentősége, mégis fontos mozzanatot jelentenek a hazai fúrési iparág történetében.

A magyar fúrési szakember ezzel kilépett a hazai szűkülő keretek közül, megállta és megállja a helyét egy teljesen idegen világban, és egyenértékűnek, adott esetben jobbnak ismerik el, mint a nagy olajnemzetek fiait.

Jóllehet a hazai feladatok teljesítése marad még hosszú ideig az elsőrendű kötelességünk, az ilyen vagy hasonló lehetőségek biztonságát, távlatot adnak a ma 30—35 éves jól képzett, begyakorlott szakembereinknek, és talán segítenek megtartani és pótolni a rendkívül értékes, bérézési problémák miatt egyre nehezebben együtt tartható fúrési szakembereinket.

Budapest, 1971. április hó

Patsch Ferenc  
okl. bányamérnök  
(OKGT, Budapest)

# A szeged—algyői gázüzemek fajlagos beruházási költségeinek vizsgálata\*

PETI LÁSZLÓ

*A földgáztermelés és -előkészítés beruházási és üzemeltetési költségei lényegesen különböznek a lelőhely jellege, nagysága és a talált földgáz minősége szerint. A művelés ideje alatt a kezdeti költségek megnövekednek, mert több kút és termelővezeték, mester-séges hűtés, nyomásfokozó kompresszor szükséges a termelés mennyiségi és minőségi szinten tartásához. A tanulmány a hazai földgáztelepek fajlagos beruházási költségeit taglalja az elő-készítő üzem jellegétől függően.*

Három évvel ezelőtt ugyanebben az épületben és ugyanennek az egyesületnek a rendezvényén több szakember adott tájékoztatást a Szeged térségében talált szénhidrogénvagyon helyzetéről, nagyságáról és a termelés beindításával kapcsolatos elképzelésekről, gondokról. Ezek az előadások majdnem kizárólag műszaki, technikai problémákat ismertettek, és csupán egyetlen előadás vizsgálta e nagy jelentőségű nemzeti vagyon műrevalóságát és gazdaságossági oldalát is.

Azokban a hónapokban a nagy tervezetések időszakát éltük, és sok estebe nyúló munkanapnak éreztük az örömet. Örömet éreztünk, melyet az új és nagy lelőhely és az alkotás lehetősége nyújtott. Azóta a gondolatok tervekben és anyagokban testet öltöttek, és ma ez a terület hazánk legnagyobb olajtermelő üzeme, számottevő gázt értékesít, és a legjobb úton haladunk, hogy Szeged és vidéke rövidesen hazánk legnagyobb földgáztermelő helye legyen.

Az eltelt három évben azonban más is történt. Az országban és így iparunkban is hatni kezdett az új gazdasági mechanizmus, a műszaki kérdések mellé óhatatlanul társultak a gazdasági kérdések és gondok. A Gazdasági Bizottság jóváhagyta a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények (SZKFL) bővített programjavaslatát. Ezután kezdődött el a népgazdasági mutatók alapján minősített beruházási javaslat vállalati és tröszt szintű gazdasági elemzése, mert úgy látszott, hogy a beruházás megvalósítása rontani fogja az iparág gazdasági helyzetét. Vizsgálni kellett a kérdést nemcsak önmagában, hanem a vállalati, tröszt gazdasági rendszerben is. Fontos, hogy tisztán lássunk ebben a kérdésben, mert a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat termelési és értékesítési tevékenységét az SZKFL megkétszerezi, és az így meghatározó lesz a vállalat gazdálkodásában. Tröszt szinten alig kisebb a hatása, miután a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatnál képződik a tröszt eredmény majdnem egynegyede.

\*Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya Ipargazdasági Szakcsoportja által „A szegedi kőolaj- és földgázipari létesítmények gazdasági értékelése” c., 1970. szeptember 24—25-én Szegeden tartott konferencián elhangzott előadás. (A szerkesztő.)

Az elmúlt évek változását példázza maga az a tény is, hogy ma, három év után, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának keretében életre hívott Ipargazdasági Szakcsoport rendezésében beszélgethetünk, vitatkozhatunk a szegedi létesítmények gazdasági jelentőségéről, az olajiparban elfoglalt helyzetéről.

A Szeged—Algyőn megvalósuló létesítmények hazánk szénhidrogén-bányászatának legnagyobb létesítményei lesznek. Mint ilyeneknek gazdaságosan megvalósuló létesítményeknek kell lenniük, és azok is. Mégis úgy tűnik, mintha nem lenne valami rendben, túl drágán épülnek, önköltségük meghaladja a működő rendszerek önköltségét. Nem a közgazdász szemével, csupán egyszerű összevetéssel szeretném bemutatni, hogy az elmúlt években bevezetett gazdasági mechanizmus, a lelőhely jellege és a lelet minősége milyen kihatással van a Szegeden épülő létesítményekre.

1. Az új gazdasági mechanizmus hatására a fejlesztés költségei megemelkedtek. A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítményeknél pl. több mint 900 millió Ft-tal emelkedtek meg a beruházási költségek a beruházási járulék, a dollárimport után kiemelt vám és az építőipari tevékenység drágulása miatt. Ennek éves költségkihatása meghaladja a 100 millió Ft-ot. Évente több mint 100 millió, összességében majdnem másfél milliárd Ft-ot tesz ki a kölcsön után fizetendő kamat.

Ez a két tényező a változatlan ár- és adózási rendszerben elég ahhoz, hogy lerontsa ennek a népgazdasági szinten igen jó beruházásnak a vállalati gazdaságosságát.

2. A fentiekén túlmenően olyan természeti tényezők is jelentkeznek a szegedi létesítményeknél, melyek adottságok és beruházási többletköltséget jelentenek. Ilyenek az olajtermelés megindításával egyidejűleg jelentkező és a kihazatalt lényegesen megnövelő vízbesajtolás vagy a gázok minőségétől függő nagyobb beruházási költségek.

## *Az egyes termelő- és gázkezelő üzemek fajlagos beruházási költsége*

1. Az egyedi létesítmények fajlagos beruházási költségei a termelt, ill. kezelt gáz egységnyi kapacitására vonatkoztatva nagy eltérést mutatnak.

A földgáztermelő és -kezelő berendezések — a gáz minősége alapján — 3 csoportba sorolhatók. A felsorolásra kerülő fajlagos költségek 1 Nm<sup>3</sup>/h kapacitásra vonatkoznak.

a) Sovány, kondenzátummentes gázok kezelésére alkalmas berendezések, melyeknek egyetlen fel-

adata a gáz gyűjtése, nyomásszabályozása és vízgőzmentesítése révén a távvezetési minőségi gáz biztosítása. Ebbe a csoportba tartoznak a hajdúszoboszlói és berekfürdői glikolabszorpciós telepek. Fajlagos költségeik:

Hajdúszoboszló	1800 Ft/Nm <sup>3</sup> /h
Berekfürdő	1000 Ft/Nm <sup>3</sup> /h
Súlyozott átlag	1530 Ft/Nm <sup>3</sup> -h.

Az átlagolás ebben az esetben célszerű — a nagy eltérés ellenére —, mert a berekfürdői üzem részére a Hajdúszoboszlón épült üzemi központ végzi a javítási és vezetési munkákat.

- b) Kondenzátumképződésre hajlamos földgázok kezelésére alkalmas berendezések, melyeknek a két-fázisú gyűjtés után hűtéssel vagy adszorpciós eljárással a távvezetési minőségű gáz biztosítása a feladatuk. A gáz mellett a kezelés során kondenzátum keletkezik, melyet a szállítás biztonsága miatt gázmentesíteni kell. Ebbe a csoportba sorolhatók a kardoskúti és szanki üzemek. Fajlagos értékeik:

Kardoskút	2900 Ft/Nm <sup>3</sup> /h
Szank	2300 Ft/Nm <sup>3</sup> /h
Súlyozott átlag	2700 Ft/Nm <sup>3</sup> /h.

A két üzem közötti eltérést az okozza, hogy az érvényes rendelkezések szerint az olaj- és gáztermelés céljait közösen szolgáló berendezések beruházási költségeit a termelt kalóriák mennyisége arányában kell szétosztani, és ez a kardoskúti gázberendezések fajlagos értékét megnöveli.

- c) Kondenzátumkinyerés fokozásával propán és nehezebb komponensek nyerésére alkalmas berendezések. Ide sorolható a hajdúszoboszlói dűsgáz-üzem, melynek fajlagos beruházási költségigénye

7180 Ft/Nm<sup>3</sup>/h.

Mindhárom csoport berendezései a kutak értékét is tartalmazzák.

Az elmondottakból kitűnhet, hogy a földgáz termelését és kezelését szolgáló beruházások fajlagos költségeit és hatékonyságát csak egyenként lehet vizsgálni, mert az egyes lelőhelyek adottságai mind a beruházási, mind az üzemeltetési költségekre jelentős hatással vannak. A belépő új kapacitások, ha elég nagyok a meglévő kapacitásokhoz képest, ugyancsak erősen befolyásolhatják az iparági átlagot.

2. Az ismertetett — háromféle jellegű és mélységű — üzem beruházási költségei, valamint az árbevételek az alábbiak szerint alakulnak. (Egységnyinek vettük az első csoporthoz tartozó glikol-abszorpciós berendezések fajlagos értékeit.)

	Fajlagos ber. költség	Vállalati árbevétel
a) Glikolos szárítóüzem	1	1
b) Hűtött, glikolos üzem	2	1
c) Hűtött, mosóolajos pb-kinyerő üzem	5—6	1,2

A közölt összehasonlító táblázat jól példázza egyrészt a gázminőséggel, mint adottsággal jelentkező beruházási költségek nagyságát, másrészt azt a tényt, hogy a c) csoportba tartozó üzemek esetében a komponensenkénti kinyerés alig növeli az árbevételt.

Az utolsó, c) csoportba tartoznak a Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények gázüzemei is.

3. A Szeged—Algyőn épülő gázüzemek soron következő ismertetése a jóváhagyott beruházási javaslat programszerű költség- és teljesítményadatai alapján készült.

- a) Az olajkísérő gázokat kezelő berendezések fajlagos beruházási költsége 7700 Ft/Nm<sup>3</sup>/h. A gázkezelő berendezés gépi hűtése villamos hajtású, míg a csúcstermelésre méretezett nyomásfokozó kompresszorok földgázüzemű motorkompresszorral vannak kapcsolva, hordozható kivitelben. Mind a gázelőkészítő üzem, mind a kompresszorok hordozható kivitele lehetővé teszi a kis költséggel megvalósítható áttelepítést és többszöri felhasználást.

A gázfeldolgozó üzem a saját gázból termelt és más üzemből érkező kondenzátumból pb-keveréket tud gyártani, de ennek tárolása és vagonba töltése más programban valósul meg. Az üzem kapacitásfenntartó beruházásokat nem igényel.

- b) Két lépcsőben épülő szabadgáz-termelő és -feldolgozó üzemek. A korábban épülő gázelőkészítő üzemek lehetővé teszik nyomásexpanziós és gépi hűtéssel a távvezetési minőségi gáz és a kinyert kondenzátum biztonságos értékesítését. A későbbben épülő (propán-bután és izopentán céltermékek mellett stabil gázolint is leválasztó) céltermékkinyerő üzemek a hajdúszoboszlói dűsgáz-üzemhez hasonlóan dolgoznak, és az előző üzemek gázát és kondenzátumát dolgozzák fel. A két üzem együttes fajlagos beruházási költsége 10 450 Ft/Nm<sup>3</sup>/h.

A fenti együttes fajlagos költségből 3820 Ft esik a gázelőkészítő üzemre, míg 6630 Ft jut a céltermékkinyerő üzemre.

A képzett fajlagos beruházási költségek tartalmaznak a kutakat jellemző költségeket, a gépi hűtést és részben a nyomásfokozó kompresszorok várható fajlagos költségeit, továbbá a korrózióvédelem beruházási költségeit is, melyek a korábban épült s az előbbieken elemzett gázüzemeinkben nem jelentkeztek ilyen nagy beruházási volumennel.

A megvalósult és üzemelő beruházások fajlagos költségeivel összehasonlítva a Szeged—Algyőn épülő gázüzemek fajlagos értékét, ez utóbbiak lényegesen magasabbak.

Ha az 1. pont alatt leírt és az új mechanizmusban jelentkező költségnövekedést figyelembe vesszük, a szegedi gázüzemek fajlagos beruházási költsége kedvezőbb, mint az ebbe a csoportba tartozó hajdúszoboszlói dűsgáz-üzemé.

A Szegedi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények gáztermelést szolgáló berendezéseinek ún. dénesmutatója („D”) négyszeres megtérülést mutat. A számítást az egyedi nagyberuházásokra előírt módon, 15 éves időhorizontra — világpiacon áron — végeztük

el. A Szeged—Algyő térségében megvalósítás alatt álló létesítmények tehát népgazdasági szinten jó beruházások, hatékonyságuk nagy. Ennek ellenére a magasabb fajlagos beruházási és üzemeltetési költségek kihatnak a magyar földgázipar egészére, mert részarányuk nagy lesz, és a termelési költségeket a drá-

gább üzemek magasabb fajlagos értékei felé mozdítják el. Az önköltségben az amortizációnak és eszközlekkötésnek, a hitel kamataival igen nagy a részaránya, így könnyen belátható az a gond, amit az új szegedi üzemek okoznak a változatlan ár- és adórendszer mellett.

## A MAGYAR OLAJIPARI MÚZEUM HÍREI

A Magyar Olajipari Múzeum ez év elején megkapta a végleges működési engedélyt. Jellege: országos gyűjtőkörű múzeum. Tevékenysége kiterjed a magyar kőolajipar történetére vonatkozó muzeális értékű eszközök, berendezések és egyéb tárgyak gyűjtésére, ide értve a kőolajkutatás, -bányászat, a -feldolgozás és -felhasználás fejlődésére, valamint a kőolajipari dolgozók életkörülményeire vonatkozó muzeális emlékeket, dokumentumokat is. Fenntartója a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, felügyeletei szerve a Nehézipari Minisztérium. A múzeum technikatörténeti jellegű iparági szakmúzeumként működik. Tevékenységének a szakmúzeumi hálózat keretében történő koordinálását a Művelődésügyi Minisztérium Műszaki Emlékeket Nyilvántartó és Gyűjtő Csoportja (Műszaki Múzeum) látja el.

A múzeum a hatályos múzeumi jogszabályoknak megfelelően működik, szoros együttműködésre törekedve a többi műszaki múzeummal. Célunk az, hogy intézményünk a népművelési funkciók ellátása mellett, egyre inkább a szakma tudományos kutatási szakterületévé váljon, és maradéktalanul megfeleljen az alapító okmányokban megfogalmazott célkitűzéseknek.

A múzeum iránt szakmán belül és kívül egyaránt rendkívül nagy az érdeklődés: 1970-ben több mint húszezren látogatták. E látogatottság jelentőségét növeli az, hogy a látogatók jelentős része középiskolai diák és főiskolai hallgató volt. Reméljük ez az érdeklődés a jövőben a szakmai színvonal emelésén és hatékonyabb propagandán keresztül még fokozódni fog.

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt — a Nehézipari Minisztériummal egyetértésben — a múzeum fejlesztésére 1971—75-re 5 millió forintot irányzott elő. Ez az összeg elegendő a múzeumépület fejlesztési igényeinek kielégítésére és a legszükségesebb berendezési tárgyak beszerzésére. A fejlesztési terv elkészítésére generáltervezőként az OLAJTERV-et kértük fel. Előre is köszönjük az OLAJTERV vezetőinek és dolgozóinak lelkes hozzáállását. A kifejezetten múzeumi igények megtervezése természetesen szükségessé teszi más szakmai tervezőintézetek alvállalkozói bevonását is a tervezésbe. A fejlesztés vázlatos tervét (beruházási célt) és a forgatókönyvet összeállítottuk. Szükségesnek látjuk azonban az egész fejlesztési elgondolást a legszélesebb szakmai plénum előtt megvitatni és a véleményeket, javaslatokat, igényeket a tervezésben figyelembe venni. Mint eddig, ezután is számítunk a vállalatok, olajipari intézmények, az OKGT szakembergárdájának, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerelői Osztályának, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemnek, a Művelődésügyi Minisztérium illetékes szakigazgatási szerveinek hathatós segítségére. Szükségesnek tartjuk már az előzetes tervjavaslatot, de a végleges fejlesztési tervet is magas színvonalú zsűrivel minősíttetni. A fejlesztési tervnek kell körvonalazni a múzeum végleges profilját, fejlődési irányait. Ki kell alakítani a helyes arányokat a szabadteri és kiállítási rész, valamint a szakágazatok között, meg kell teremteni a múzeumi célú és az iparbemutatói feladatok összhajját, és szemléltetően be kell mutatni az ipar dinamikus fejlődését. Véleményünk szerint igényes válogatással fejleszteni kell a szabadteri részt, ugyanakkor nemzetközi és hazai anyagok, dokumentumok, működő makettek és a legkorszerűbb szemléltető eszközök felhasználásával az állandó

kiállítást alkalmassá kell tenni a szénhidrogénipar nemzetközi és hazai fejlődésének bemutatására.

Megkezdtük a múzeumi szaklevéltár anyagának gyűjtését és folyamatos rendezését. Rendkívül értékes és érdekes anyagok, dokumentumok kerültek eddig a múzeum birtokába. A nagyobb arányú gyűjtést és rendezést nehezíti, hogy még mindig nincs kialakítva a szaklevéltár végleges profilja és elhelyezési nehézségekkel is küzdünk. Ezeket a problémákat szintén a fejlesztési tervnek kell megoldania. Megkezdtük a szénhidrogénipar nemzetközi és hazai kiválóságainak arcképcsarnokához szükséges életrajzi adatok és anyagok rendkívül szerteágazó és kitaró munkát kívánó gyűjtését. Az arcképcsarnok ugyanakkor kétségtelenül érdekes színteljes lesz a múzeumnak. Úgy érezzük, nagy adósságot törlesztünk ezzel.

Elkészült a színes képekkel illusztrált, izléses kivitelű, úgy gondoljuk tartalmilag is színvonalas múzeumi kalauz. Izgalmas olvasmány a szakember és laikus számára egyaránt *Gyulay Zoltán* professzornak e kiadványba írt olajtörténeti bevezetője. A kalauz tulajdonképpen több mint múzeumi vezető, mert a múzeumi és olajtörténeti áttekintés mellett a múzeum teljes műszaki leírását is tartalmazza. Ezzel párhuzamosan készül egy rövidített múzeumi tájékoztató a múzeumlátogatók számára, amelyet mintegy röpiratként fogunk a múzeum propagandája érdekében szétosztani. Néves grafikusművésszel izléses múzeumi emblémát és múzeumbaráti körös tagsági igazolványt terveztetünk, amelyeknek elkészítése ugyancsak folyamatban van. A múzeum értékes része lesz a fotoarchívum, amely a régi emlékek mellett bemutatja iparunk jelenlegi tevékenységét és fejlettségét is.

A múzeum fejlesztésére rendelkezésünkre bocsátott 5 millió forint mindenképpen nagy segítség, amivel megoldhatók a legfontosabb fejlesztési feladatok, azonban korántsem elegendő mindazon igények kielégítésére, amelyek a múzeummal szemben jogos követelményként merülnek fel. Éppen ezért azzal a kéréssel fordulunk az ipar vezetőihez, hogy fejlesztési alapjukból a későbbiek folyamán is segítsék megvalósítani a múzeum fentebb vázolt kiterelvényesítésének célkitűzéseit és elképzeléseit. Továbbra is számítunk a vállalatok, intézmények vezetőinek, dolgozóinak megértő és hathatós támogatására. Folytassuk töretlenül azt a nemes, lelkes, egyben eredményes együttműködést, amely a múzeum építésének első fázisára jellemző volt! Meg vagyunk róla győződve, hogy ez így is lesz. Bizonyítja ezt az a folyamatos érdeklődés és azok a felajánlások, amelyeket a vállalatok többsége tanúsít és tesz a múzeum gyarapításával kapcsolatban. Csak a legnagyobb elismeréssel lehet e ragaszkodás és önzetlen segítségről nyilatkozni. A múzeum szervezői és dolgozói mindenképpen igyekeznek a bizalomnak megfelelni. A kooperáció megkönnyítése érdekében olyan együttműködési szerződést tervezetünk dolgozni ki, amellyel felkeresünk minden vállalatot, intézményt, s egyben tájékoztatjuk azok vezetőit a múzeumi feladatokról. Meggyőződésünk, hogy a jó cél érdekében kifejtett közös erőfeszítésekkel sikerül a Magyar Olajipari Múzeumot a magyar szénhidrogénipar és a magyar népművelés egyik erős váravá kiépíteni!

Zalaegerszeg, 1971. április hó

Tóth Ferenc  
múzeumigazgató

# Egyedi C<sub>8</sub>-aromás szénhidrogének gyártása

ÁROKSZÁLLÁSI KÁLMÁN—  
NAGY SÁNDOR

*A közlemény áttekintést ad az egyedi C<sub>8</sub>-aromás szénhidrogének kőolaj alapon történő gyártásáról, s a petrokémia ezen ágazatának fejlődéséről.*

*A szerzők ismertetik a xilol-izomerek és etil-benzol kinyerésének lehetséges módozatait, a para-xilol- és orto-xilol-termelés növelésének lehetőségeit, a petrokémiai iparban alkalmazott orto-para-xilol és etil-benzol kinyerésére szolgáló, valamint a xilol-izomerizáló eljárások főbb jellemzőit, az eljárások elvi folyamatábráját.*

Az aromás szénhidrogének kőolaj alapon történő gyártása a II. világháború időszakában kezdődött meg, elsősorban a toluol iránti fokozott igények jelentkezése következtében. Újabb toluolforrás biztosítása volt az egyik indítéka annak, hogy iparilag is megvalósították a HYDROFORMING-eljárást, amelyet a ma már igen sokféle katalitikus benzinreformálás ősenek tekinthetünk. Ebben az időszakban a reformálással előállított xilol-elegyet a nagy teljesítményszámú (vagy nagy, 100—130-as oktánszámú) repülőgépbenzinek gyártásához használták fel keverőkomponensként. Miután kiderült, hogy az orto-xilol ólomérzékenysége negatív (azaz az orto-xilol oktánszáma ólomtetraetil-adagolás hatására csökken), megkezdték a xilol-elegy finomfrakcionálását, amelynek során fejtermékként nagy oktánszámú, jó ólomérzékenységgű xilol-elegyet kaptak, és csak ezt használták fel a repülőgépbenzin keverőkomponensként. A fenéktermékként előállított orto-xilol és nehezebb aromások elegyét motorbenzin-komponensként vagy oldószerként hasznosították. A II. világháború után a sugárhajtású repülőgépek elterjedése következtében a nagy teljesítményszámú repülőgépbenzin iránti igény számottevő mértékben csökkent, ezért a xilol-elegy felhasználására újabb területeket kellett felderíteni.

Jelenleg a toluoligény lényegesen kisebb, mint a benzol és xilol gyártásakor keletkező toluol mennyisége. Ezért a toluolfelesleget vagy a motorbenzinbe keverik oktánszámnövelő komponensként, vagy pedig dezalkilezéssel benzollá, diszproporcionálás útján benzollá és xilol-izomerekké, oxidálással pedig fenollá alakítják át.

A kőolaj alapon történő aromásgyártás másik iparilag elterjedt útja a benzinpirolizis aromás szénhidrogénekben dús pirobenzinjének feldolgozása.

Az aromás szénhidrogének benzinből történő kinyerésére ma már főleg csak extrakciós eljárásokat alkalmaznak. Az extrakciós eljárások ugyanis nagyobb tisztaságú termékeket eredményeznek, mint a korábban széles körben alkalmazott azeotrop lepárlás és extraktív rektifikálás. Napjainkban a legelterjedtebb, iparilag alkalmazott aromásextraháló eljárás az UDEX (UOP), amelyben oldószerként dietiléniglikolt használnak. Az oldószerként szulfolánt vagy di-

metilszulfoxidot, vagy pedig N-metil-pirrolidont alkalmazó eljárások az utóbbi időben gyorsan terjednek.

Az extrakcióval kapott aromás elegyből a benzolt, toluolt, a három xilol-izomert és az etil-benzolt tartalmazó xilol-elegyet, valamint a nyolc szénatomnál több szénatomot tartalmazó nehéz aromás szénhidrogéneket rektifikálással választják szét. A továbbiakban az ily módon előállított, úgynevezett nyers xilol-elegy szétválasztását tárgyaljuk.

## *Fejlődési tendenciák a xilol-izomerek és az etil-benzol felhasználásában*

A nyers xilol-elegyből teljes vagy részleges szétválasztással kívánság szerint nagy tisztaságú egyedi izomerek állíthatók elő, és csak jelentéktelen mennyiséget használnak fel oldószerként vagy oktánszámnövelő motorbenzin-komponensként.

Az 50-es években a kőolaj-feldolgozás gyors növekedését a szénbányászat visszaesése követte. Ennek következtében naftalinhiány jelentkezett a piacon, és a műgyanta-, valamint a színezékgyártásban nélkülözhetetlen ftálsav-anhidrid-igény kielégítése nehézségekbe ütközött. Ekkor a kőolaj-finomítóknak már meglévő orto-xilol-desztillációs berendezéseket korszerűsítették, és hozzákezdték az orto-xilol, mint vegyipari alapanyag gyártásához. Az orto-xilol oxidációjával nagyobb ftálsav-anhidrid-kihozatal biztosítható, ezenkívül az orto-xilol olcsóbb is, mint a naftalin. Napjainkban az Egyesült Államokban például már az összes ftálsav-anhidrid-termelésnek mintegy a felét orto-xilolból állítják elő.

A para-xilol kőolaj alapon történő előállításának fellendülését a tereftálsav (dimetil-tereftalát) alapú szintetikus szálak (köztük a terilén, terliszter, lavszán stb.) elterjedésének köszönhetjük. Az ilyen típusú műszálak és egyéb termékek (műbőr, szigetelőanyagok, fotocikkek stb.) előállítására felhasznált tereftálsav előállítható benzol és propilén kondenzációs termékekből oxidációval, vagy pedig toluol és klórkarbamid *Friedel-Crafts*-reakciós termékének elszappanosítása útján is. A para-xilol oxidációjával való előállítás azonban lényegesen egyszerűbb és kevésbé költséges megoldás. Ezért az iparban csak a para-xilol oxidációján alapuló eljárások terjedtek el.

Az orto-xilol- és para-xilol-termelés és -felhasználás gyors növekedésével párhuzamosan felépültek a hőálló polisztirolt előállító üzemek. A sztirol monomer gyártását benzol és etilén alkilációjával, majd az így kapott etilbenzol dehidrogénezésével oldották meg. A mind nagyobb mértékű benzolhiány azonban felvetette a xilol-elegyben levő etil-benzol kinyerési lehe-

	Etil-benzol	p-xilol	m-xilol	o-xilol
Forráspont, C°	136,2	138,4	139,1	144,1
Párolgáshő, kcal/kg	81,0	81,2	82,0	82,9
Kristályosodási pont, C°	-95,0	+13,3	-47,9	-25,2
Kristályosodási hő, kcal/kg	20,6	38,3	26,0	30,6
Sűrűség, d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	0,8670	0,8610	0,8641	0,8801
Törésmutató, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	1,4958	1,4958	1,4972	1,5052
Relatív illékonyosság	1,245	1,176	1,150	1,000

tősegeinek vizsgálatát is. Az elektronikus számítógépek alkalmazása révén a négy komponens tartalmzó xilol-elegy desztillációjához szükséges tényérszám meghatározása után lehetővé vált olyan finomfrakcionáló oszlopsor tervezése, amellyel sikerült a xilol-elegyben levő etil-benzol gazdaságos ipari kinyerésének megvalósítása is.

Az orto-xilol, etil-benzol és para-xilol kinyerése után visszamaradó meta-xilol-dús frakciót 4–5 évvel ezelőtt gyakorlatilag csak oktánszámnövelő motorbenzin-komponensként és oldószerként hasznosították.

A para-xilol- és orto-xilol-piac mind fokozottabb bővülése azonban arra ösztönözte a gyártó cégeket, hogy a meta-xilolt (illetve a meta-xilolban dús xilol-elegyet) is hasznosítsák értékesebb xilol-izomerek előállításához. Ezt a célt a különböző xilol-izomerizáló eljárások ipari bevezetésével érték el.

A xilol-izomerek szétválasztása ipari üzemekben

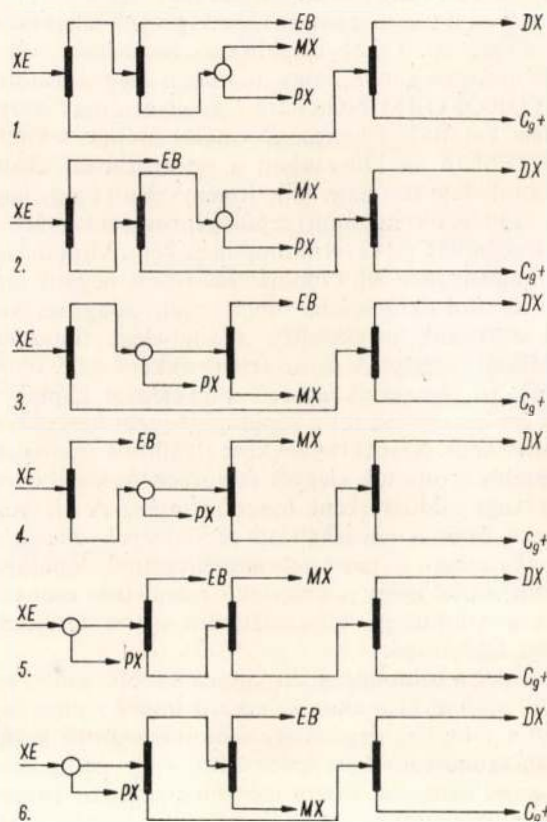
Az 1. táblázat adataiból jól látható, hogy a xilol-izomerek kinyerése a xilol-elegyből nem könnyű feladat. A para-xilol elválasztása a meta-xiloltól rektifikálás útján — figyelembe véve relatív illékonyságukat — gyakorlatilag lehetetlen. Az etil-benzol és az orto-xilol finomfrakcionálással kinyerhető a nyers xilol-elegyből, az ipari méretű megvalósítás azonban ez esetben is az iparban korábban szokatlan desztillációs technikát igényel. A para-xilol kinyerésére a mintegy -70 C°-on végzett kristályosítás módszere terjedt el, ami a céltermék viszonylag magas kristályosodási pontjával magyarázható. A kristályosítás nehézkes és költséges műveletének kiküszöbölésére — ismereteink szerint — két ipari eljárás ad lehetőséget. Egyik egy japán eljárás, amelyben az első lépcsőben extrakcióval kinyerik az összes meta-xilolt. Az extrakcióból kilépő raffinátumot ezután rektifikálással szétválasztják egyedi komponensekre. A másik (USA) eljárás szerint a para-xilolt adszorpciós módszerrel nyerik ki. Ez utóbbi két eljárást a későbbiekben részletesebben ismertetjük.

Ismeretesek még egyéb módszerek is a xilol-izomerek elválasztására. Ilyenek: az extraktív desztilláció (benzil-alkohollal), az azeotrop desztilláció (1,2-dibrómetánnal), a szelektív alkilezés és a szelektív szulfonálás. Ezeket a megoldásokat az iparban még nem alkalmazzák.

A katalitikus benzinreformálás után az aromásextraháló üzembn kapott xilol-elegy összetétele általában a következő:

etil-benzol	13—20 s %,
para-xilol	18—20 s %,
meta-xilol	40—45 s %,
orto-xilol	15—25 s %.

Az orto-xilol, etil-benzol és para-xilol kinyerésének lehetséges variánsait az 1. ábra mutatja. Az ábrán feltüntetett változatok csupán mérnöki megfontolások alapján végzett mérlegetésével könnyen belátható, hogy mindazon megoldások, amelyekben az orto-xilolt csak a para-xilol kristályosítása után nyerik ki (4., 5. és 6. variánsok), gazdaságtalannak mutatkoznak. Az orto-xilol ugyanis a para-xilol kristályosítása folyamán két eutektikus elegyet képez. Az orto-xilol-tartalmú eutektikumok, különösen az o-p-xilol biner elegy,



1. ábra. A xilol-izomerek és az etil-benzol kinyerésének lehetséges variánsai. (Az ábrán feltüntetett oszlopok rektifikáló kolonnát, a körök kristályosítással vagy adszorpcióval történő elválasztást jelképeznek.) Rövidítések: XE=xilol-elegy; OX=orto-xilol; MX=meta-xilol-dús frakció; PX=para-xilol; EB=etil-benzol.

a termék tisztaságát, és egyúttal a potenciális tartalomra vonatkoztatott hozamát, jelentősen csökkenti. Nem ilyen egyértelmű azonban az 1., 2. és 3. variánsok közül az optimális változat kiválasztása. Látszólag a 2. változat tűnik a legkedvezőbbnek, ha feltételezzük, hogy az orto-xilol kinyeréséhez az 1. változathoz képest

kevesebb reflux és ezáltal kevesebb hő szükséges, a 3. változathoz képest viszont hűtési energia megtakarítása várható. Ugyanakkor azonban az is meggondolandó, hogy a 3. változatban az etil-benzol kinyerése válik gazdaságosabbá, mivel a para-xilol-tartalom az 1. és 2. változathoz képest kisebb. Szovjet kutatók által számítógéppel elvégzett optimumszámítások eredményei (a para-xilol kinyerésére kristályosítást vettek figyelembe) bebizonyították, hogy az 1. és 2. variáns gazdasági előnyei azonosak, és felülmúlják a többi variánst. Ha a para-xilolnak adszorpció eljárásával történő kinyerését vennénk figyelembe, véleményünk szerint valószínűleg a 3. vagy az 5. variáns adódna a leggazdaságosabbnak. Az optimum keresése felveti azt a gondolatot is, hogy a technika mai állapota szerint az etil-benzol és orto-xilol kinyerése egyetlen sorba kapcsolt kolonnarendszerben is megvalósítható. Ebben az esetben az etil-benzolt fejtermékként, az orto-xilolt és a nála nehezebb aromákat fenéktermékként, a para-meta-xilol koncentrátumot (a fejterméssel és fenéktermékkel szennyezett) pedig „oldalcsapolással” lehetne kinyerni.

A fentiekből látható, hogy a csupán fizikai-kémiai szétválasztási módszerek is olyan sok változatot tesznek lehetővé, hogy mai ismereteink szerint az optimális megoldásra további vizsgálatok nélkül egyértelmű javaslatot nem lehet tenni.

Véleményünk szerint a változatok vizsgálatában első sorban a természetes mutatókra kell támaszkodni (az adott összetételű egységnyi alapanyagra vonatkoztatott hozamok, refluxok mennyisége, hőenergiára átszámított energiafogyasztás stb.).

Az egyes xilol-izomerek kinyerésére kidolgozott eljárásokat az alábbiakban műveletek szerinti csoportosításban ismertetjük.

*Finomfrakcionálás*

Üzemi és irodalmi adatok szerint az orto-xilolnak és a nála nehezebb aromásoknak az etil-benzol, para-xilol, meta-xilol-elegytől való elválasztásához 130—150 effektív tányérral ellátott oszlop szükséges. Az alkalmazandó refluxarány 8—10. Az oszlopfenekén kapott orto-xilol, C<sub>9</sub>+ elegy egy 50 tányérral felszerelt oszlopba jut, amelyben a megfelelő tisztaságú orto-xilol előállításához 9-es refluxarányt alkalmaznak. A ftálsav-anhidrid-gyártáshoz szükséges orto-xilol-tisztaság néhány évvel ezelőtt még csak 95% volt. Jelenleg a ftálsav-anhidrid-gyártók már 98—99%-os tisztaságot követelnek meg. Ilyen tisztaság mellett a gazdaságosan elérhető kihozatal a potenciális tartalomra vonatkoztatva 70—90% között alakul.

Az etil-benzolnak a para-xilol-, meta-xilol-elegytől való elválasztásához 350—390 effektív tányérral ellátott oszlop szükséges. A termék etil-benzol 99%-os tisztaságának biztosítására 90—100-as refluxarányt alkalmaznak. Figyelembe véve az oszlopba beépítendő tányérok nagy számát, nyilvánvaló, hogy a gyakorlatban az etil-benzol kinyerésére egyetlen oszlop nem építhető meg, hanem a 350—390 tányért két vagy három — de még így is egyenként 80—100 m magas — oszlopba célszerű beépíteni. Az így méretezett oszlopok sorba kapcsolva, technológiailag mint egyetlen oszlop működnek.

Szakaszos para-xilol-kristályosítást köszénkátrány alapon nyert, 20% para-xilol-tartalmú xilol-elegyből a BADISCHE ANILIN UND SODA FABRIK üzemében már végeztek a 30-as években is. Az elegyet —55 °C-ra lehűtötték, majd ezen a hőmérsékleten tartották 6 órán át, miközben intenzíven keverték. Az így nyert para-xilol 93%-os tisztaságú volt. A para-xilol-kristályosítás, mint kőolaj alapon nyert xilol-elegyből kiinduló folyamatos ipari eljárás, az 50-es évek elején kezdett elterjedni.

Mielőtt a különböző, kristályosításon alapuló eljárásokat ismertetnénk, röviden vázoljuk a kristályképződés mechanizmusát. Az esetünkben előforduló szilárd-folyadék egyensúlyi görbék különösebb nehézség nélkül kimérhetők. Leírásukra alkalmazható az általános érvényű *Van't Hoff*-féle egyenlet is. A xilol-izomerekből és az etil-benzolból előállítható biner-, terner-, quaterner-elegy variánsok esetén adódó eutektikus hőmérsékleteket és az azokhoz tartozó eutektikum összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A xilol-izomerek és az etil-benzol eutektikumai\*

Komponensek, s %				Eutektikus hőmérséklet, °C
o-xilol	m-xilol	p-xilol	etil-benzol	
32	68	—	—	-61,1
76,2	—	23,8	—	-34,9
6,7	—	—	93,3	-96,3
—	87,5	12,5	—	-52,5
—	16,0	—	84,0	-99,8
—	—	1,2	98,8	-99,8
6,0	15,0	—	79,0	-101,0
28,7	62,8	8,5	—	-63,7
—	15,9	1,0	83,1	-99,6
5,4	14,9	0,9	78,8	-101,3

\* Az o-p-xilol-etil-benzol terner elegye eutektikumára vonatkozó adatokat az irodalomban nem találtunk.

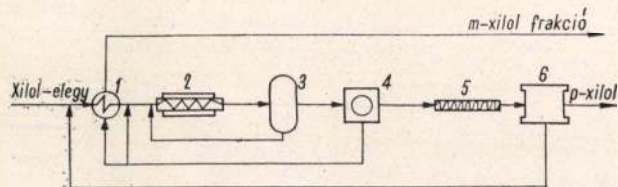
A kristályosítási hőmérséklet alsó határát az eutektikus hőmérséklet képezi. Ez az érték a para-meta-xilol biner elegy esetén —52,7 °C. Az oldatban levő többi komponens, első sorban az etil-benzol, hatásaként azonban az eutektikus hőmérséklet csökken. A kőolaj alapon történő para-xilol-gyártás esetén az etil-benzol-, para- és meta-xilol-elegy legmagasabb eutektikus hőmérséklete általában —70-től —72 °C-nak adódik. A xilol-elegy fokozatos lehűtésekor elérve a para- és meta-xilol-elegy szilárd-folyadék egyensúlyi görbéjét, megkezdődik a para-xilol-kristályok kiválása. A további hűtés során — melyet folyamatos para-xilol-kristálykiválás kísér —, az egyensúlyi görbe mentén közelítjük meg az eutektikus hőmérsékletet. Az oldat túlhűtését, mely anyalúgzárványok képződéséhez vezethet, lehetőleg el kell kerülni. Nagyon fontos tény, ami egyben a kristályosítási technológia egyik hátránya is, hogy az eutektikus hőmérséklethez tartozó eutektikum összetétele 87,5 s % meta-xilol és 12,5 s % para-xilol. Ez az összetétel határt szab a para-xilol kristályosítással történő kinyerhetőségének. A kristályosítással elérhető maximális para-xilol-hozam

(a potenciális para-xilol-tartalomra vonatkoztatva) kb. 60 s%. Itt jegyezzük meg, hogy szovjet kutatók foglalkoztak olyan eljárással, amelyben az eutektikumok képződését oldószerrel (metanollal) meg lehet gátolni. Ezt a módszert azonban az iparban mind ez ideig nem alkalmazták, valószínűleg az oldószer hűtéséből és visszanyeréséből adódó többlet beruházási és üzemeltetési költségek miatt.

A továbbiakban részletesebben tárgyaljuk a néhány legismertebb kristályosítási eljárást.

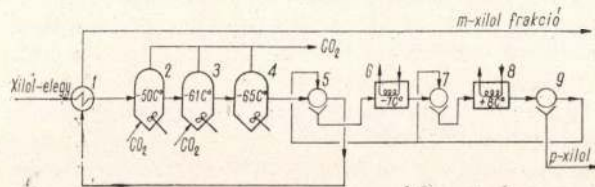
A KRUPP cég eljárásában a hűtés freon-12-vel és freon-13-mal történik. A hőközvetítő folyadék metanol, melyet mínusz  $78 \pm 1^\circ\text{C}$  hőmérsékleten szabályozott mennyiségben adagolnak a csillerekbe. A csillerekből távozó kristályagyot vákuumdobszűrőkbe szivattyúzzák. A szűrődob felületéről lekapart kristályokat szállítócsiga segítségével kb. 600 atm nyomású csigás szűrőprésbe juttatják. A csigás szűrőprésből távozó para-xilol késztermék-minőségű.

A Szovjetunióban új ipari para-xilol-kristályosító eljárás kifejlesztésével nem foglalkoztak, hanem a Krupp cég csilleres-dobszűrős-csigapréses eljárásának egy újabb üzemi változatát dolgozták ki (2. ábra).



2. ábra. A KRUPP-eljárás szovjet változata  
1 — hőcserélő; 2 — etános csiller; 3 — puffertartály; 4 — dobszűrő; 5 — szállítócsiga; 6 — csigaprés

Ebben az eljárásban az orto-xilol- és etil-benzol-kinyerés után kapott para-, meta-xilol-elegy egy alapanyag-kikeverő tartályba jut, ahol szűrlet-visszakeveréssel beállítják a para-xilol-koncentrációt 25%-ra. Innen az alapanyag a szűrlettel való hőcsere után ammóniapárologatással működő hűtőbe jut, ahol lehül  $-25^\circ\text{C}$ -ra. Ezután etán elpárologatásával hűtött csillerekbe lép be, és lehül  $-68^\circ\text{C}$ -ra. A csillerekből a kristályagyot egy puffertartályba szivattyúzzák, ahonnan a betáplált alapanyag húszszorosának megfelelő mennyiséget visszacirkuláltatnak az etánhűtésű csillerek elé. Ezzel a kristálynövekedéshez szükséges kb. 2 óra időtartam biztosítható, másrészt a csillereken áthaladó nagyobb mennyiségű kristályagy nagyobb áramlási sebességet tesz lehetővé, és így a csillereken kisebb a lerakódás. A puffertartályból a kristályagyot a vákuumdobszűrőkbe lép be, ahonnan a kristályokat szállítócsigával a nagynyomású csigás szűrőprésbe juttatják. A csigás szűrőprésben a hatékony

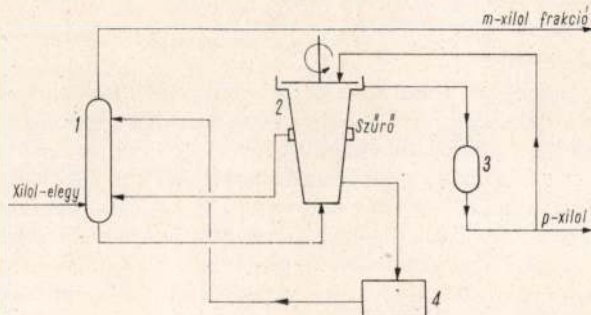


3. ábra. A francia AN-TAR cég üzemében alkalmazott eljárás  
1 — hőcserélő; 2 — kristályosító; 3 — kristályosító; 4 — kristályosító; 5 — centrifuga; 6 — újraolvasztó; 7 — centrifuga; 8 — újraolvasztó; 9 — centrifuga

szűrésen kívül bizonyos mértékű újraolvasztás is lejátszódik. A présből távozó kristályos para-xilol 98—99%-os tisztaságú. A szűrletet, mely számottevő arányban tartalmaz para-xilolt, visszakeverik az alapanyagba.

Figyelemre méltó eljárást alkalmaz a francia AN-TAR cég, amelynek üzemében a para-xilol kristályosítását közvetlenül a xilol-elegybe injektált cseppfolyós szén-sav elpárologatásával valósították meg (3. ábra). A keverővel ellátott kristályosító tartály tetején gyakorlatilag tiszta széndioxid távozik, mivel a kristályosítás hőmérsékletén a xilol-izomerek tenziója gyakorlatilag nulla. A kis mennyiségben előforduló víz kifagyásának megakadályozására metanolt adagolnak az alapanyagba. A kristályosítást három fokozatban hajtják végre, és a fokozatok között recirkulációt alkalmaznak. A kristályok elválasztását háromfokozatú centrifugálással végzik, a fokozatok között részleges újraolvasztást iktatnak közbe. A centrifugákban a dob percenkénti fordulatszáma 1400. A harmadik centrifugán kapott para-xilol tisztasága 99%.

Az IFP para-xilol-kinyerő és -tisztító eljárását eredetileg a valamilyen módon már kristályosított, de még nem késztermék-minőségű para-xilol tisztítására fejlesztették ki (4. ábra). Újabban már para-xilol kinyerésére is alkalmazzák. Az eljárás alapvető készüléke az ellenáramú kristályosító kolonna. A kolonna alján vezetik be az alapanyagot. A kolonna tetején az eutektikus pont hőmérsékletéhez közeli hőmérsékleten vezetik el az anyalúgot. Ez oldat lehűtését a kolonna tetején bevezetett, előzőleg már lehűtött folyadékkal ellenáramban végzik. A hűtőfolyadék (összetételéről az irodalomban még nem tettek említést) főbb jellemzői: xilolokkal nem elegyedek, kristályosodási pontja  $-80^\circ\text{C}$ , viszkozitása kicsi, faj-



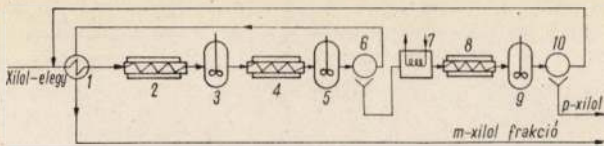
4. ábra. IFP-eljárás  
1 — kristályosító kolonna; 2 — elválasztó edény; 3 — olvasztó-tartály; 4 — hűtőrézleg

súlya nagyobb, mint a xilol-elegy, fajhője és hővezetési tényezője nagy.

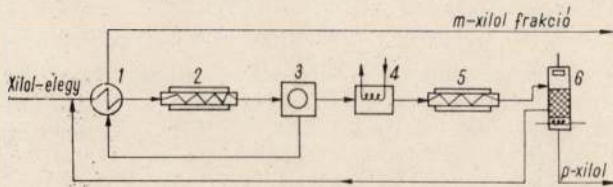
A kolonna aljáról a hűtőfolyadékkal együtt vezetik el a kristályagyot. Ezután a hűtőfolyadékot elválasztják a kristályoktól, ez utóbbiakat szűrik, mossák. A kinyert para-xilol tisztasága 99%.

A HUMBLE OIL AND REFINING COMPANY eljárásában csillerekben történő kristályosítást és centrifugán végbemenő elválasztást alkalmaznak (5. ábra). A kristályosítás két fokozatú, az első fokozat után teljes újraolvasztást végeznek. A kinyert para-xilol tisztasága 95%, ami elmarad a korszerű követelményektől.



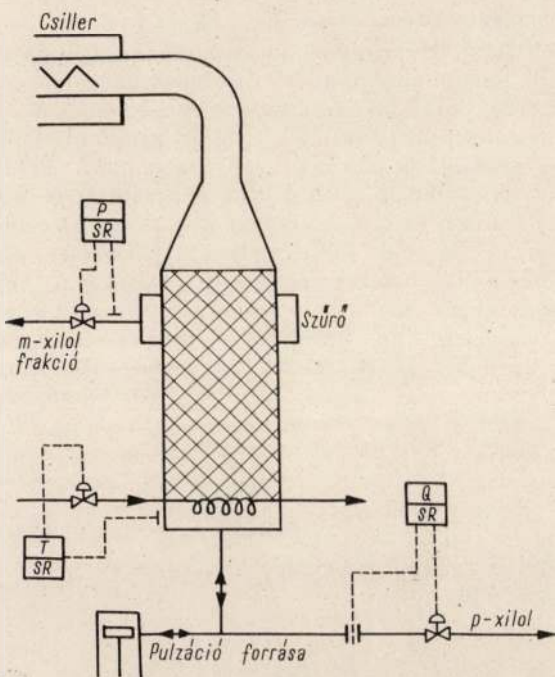


5. ábra. A HUMBLE OIL AND REFINING COMPANY-eljárás  
1 — hőcserélő; 2 — csiller; 3 — puffertartály; 4 — csiller;  
5 — puffertartály; 6 — centrifuga; 7 — újraolvasztó; 8 — csiller;  
9 — puffertartály; 10 — centrifuga



6. ábra. A pulzációs kolonna működési vázlata  
1 — hőcserélő; 2 — csiller; 3 — dobszűrő; 4 — olvasztó-  
tartály; 5 — csiller; 6 — dugattyús vagy pulzáló kolonna

A PHILLIPS PETROLEUM COMPANY eljárásában a csilleres hűtés és a dobszűrővel való szűrés után ugyancsak újraolvasztást hajtanak végre (6. ábra). A kapott, 60—70% para-xilolt tartalmazó oldatot csillerben  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on újrakristályosítják. Ezután a kristályzagyot az ún. „dugattyús kolonnába” vezetik, ahol megtörténik a kristályok elválasztása és tisztítása. A dugattyús kolonna továbbfejlesztett változata a pulzációs kolonna. A pulzációs kolonna (7. ábra) tulaj-



7. ábra. A PHILLIPS PETROLEUM COMPANY eljárása

donképpen folyadék-szilárd fázisok részvételével történő rektifikálással teszi lehetővé a para-xilol tisztítását. A kolonna alján elhelyezett fűtőtest a para-xilol kristályokat megolvasztja. Az olvadék a pulzáció

következtében, mint meleg reflux, felfelé áramlik, ellenáramban a lefelé haladó kristályokkal. Ily módon a kolonna hosszában szabályozható hőmérsékleti gradiens alakul ki, aminek következtében folyadék-szilárd rektifikációs zóna jön létre. A nagy tisztaságú, felfelé áramló, folyékony para-xilol a szennyezett kristályokat megolvasztja, miközben egy része újrakristályosodik. A nyomást a készülékköpeny mentén kialakított szűrő folyadékoldalán az anyalúg elvételével szabályozzák. A kolonnából elvezetett folyadék nyomásával közvetve a szuszpenzió koncentrációját és a pulzációs energiaszükségletet tudják optimálisan beállítani. A pulzációs kolonna működését a csillerben végrehajtott kristályosítás módja, az adódó kristályméret, valamint a folyadék és szilárd anyag aránya nagymértékben befolyásolja.

### Extrakciós eljárás

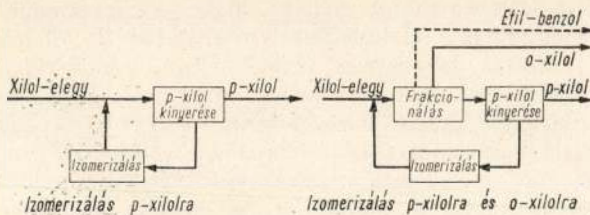
A JAPAN GAS CHEMICAL cég által kidolgozott eljárás szerint a xilol-elegyből a meta-xilolt  $\text{HF}-\text{BF}_3$  elegyével történő extrakcióval távolítják el. Az így kapott raffinátumból, mely már nem tartalmaz meta-xilolt, finomfrakcionálással az előírt tisztaságban állítják elő az etil-benzolt, para-xilolt és orto-xilolt. A meta-xilolt folyadékfázisban izomerizálják. Az izomerizálási folyamatban az extrakcióban oldószerként felhasznált  $\text{HF}-\text{BF}_3$  elegy a katalizátor szerepét tölti be.

### Adszorpciós eljárás

Adszorpció alkalmazására para-xilol-kinyerés céljából az UOP dolgozott ki fix ágyas ipari eljárást (PAREX). Ebben az eljárásban olyan szelektív adszorbenst (valószínűleg molekulaszitát) használnak, amely szelektíven adszorbeálja a para-xilolt. Az elválasztást folyékony fázisban,  $120-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on végzik. A para-xilol mellett kis mennyiségben adszorbeálódott egyéb izomereket az ágytermék-minőségű para-xilollal történő mosás útján távolítják el. Az adszorbenzen visszamaradt tiszta para-xilolt szénhidrogéngázzal hajtják le. Az alkalmazott ciklusidő rendkívül rövid, csupán néhány perc, ezért az eljárásban nagyon fontos a rendkívül precíz automatika.

### Xilol-izomerizálás

A para-xilol kinyerésekor keletkező meta-xilolban dús xilol-frakció hasznosítására az izomerizálás: a meta-xilolnak és etil-benzolnak orto-xilollá és para-xilollá való átalakítása terjedt el legújában. A xilol-izomerizáló üzem a xilol-izomerek kinyerési folyamatába többféle módon kapcsolható be (8. ábra). Abban az esetben, amikor maximális para-xilol-kihozatal a cél, a stabilizált izomerizátumot közvetlenül a para-xilol-kinyerő üzem alapanyagába adják vissza. Amikor az izomerizálás útján az orto-xilol-hozamot is növelni akarják, az izomerizátumból finomfrakcionálással kinyerik az orto-xilolt, és az így kapott para-xilol-dús frakciót keverik a para-xilol-kinyerő üzem alapanyagába. Az ábrán szaggatott vonallal jelölt etil-benzol-kinyerés arra az esetre vonatkozik, ha az izomerizáló eljárás nem alkalmas etil-benzol-tartalmú alapanyag feldolgozására.



8. ábra. Az izomerizálás beillesztése a xilol-izomerek kinyerési folyamatába

Megjegyezzük, hogy a xilol-izomerizáló üzem minden valószínűség szerint célszerűbb a potenciális tartalomra vonatkoztatott 90—95%-os hozamot biztosító adszorpciós para-xilol-kinyerő eljárással összekapcsolni a kristályosítással működő para-xilol-kinyerő üzemek helyett. Ily módon kisebb recirkulációs arány adódik, tehát az izomerizáló üzem beruházási és üzemeltetési költsége csökken.

Az izomerizáláskor beálló termodinamikusan egyensúlyi összetétel 427°C-on a következő:

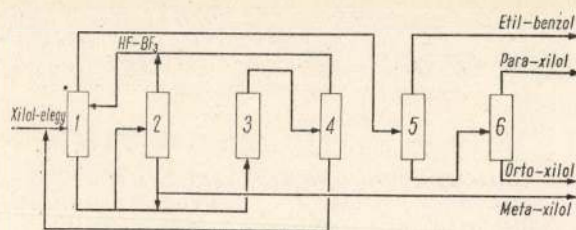
etil-benzol	8,3 s %
meta-xilol	47,8 s %
orto-xilol	22,4 s %
para-xilol	21,5 s %

A fenti egyensúlyi összetétel a különböző eljárásokban eltérő módon közelíthető meg. Az izomerizálást mellékreakciók (diszproporcionálás, krakkolás) kísérik. Ennek eredményeképpen adódik az izomerizálásnál általában az alapanyagra vonatkoztatott 5—8% veszteség. Az alapanyagok paraffin-szénhidrogénektől mentesnek kell lenni, mivel az izomerizálás körülményei között azokból ciklizálódás útján naftének keletkeznek. A katalitikus xilol-izomerizálásnak két fő módja ismert. Egyik a Friedel—Crafts-típusú (HF—BF<sub>3</sub>, alumíniumszilikát) katalizátorokkal hidrogénatmoszféra nélkül, másik a nemes- vagy nem nemesfém katalizátorokkal hidrogénatmoszféra vagy anélkül végzett izomerizálás. Az etil-benzol krakkolódásra rendkívül hajlamos, ezért ha etil-benzol-kinyerés nélkül kapott xilol-elegyet használnak fel alapanyagként, akkor az izomerizálást csak fémkatalizátorral, hidrogénatmoszféraiban célszerű megvalósítani. Ha az alapanyag etil-benzol-mentes, lehetőség van hidrogénatmoszféra nélkül Friedel—Crafts-típusú vagy fémkatalizátor jelenlétében végrehajtott izomerizálásra is. A következőkben röviden ismertetjük a legelterjedtebb xilol-izomerizáló eljárásokat.

Az ATLANTIC REFINING CO. és az ENGELHARD INDUSTRIES INC. eljárása (OCTAFINING) hidrogénatmoszféra igénylő Pt-katalizátoros eljárás. Az üzemi paraméterek a következők: hőmérséklet 400—500°C, nyomás 12—16 at.

Az UOP eljárása (ISOMAR) szintén Pt-katalizátoros eljárás. Alkalmazzák etil-benzol izomerizálására is. Gazdaságossági szempontból azonos értékű az OCTAFINING eljárással.

Az ESSO RESEARCH AND ENGINEERING CO. eljárását (ISOFORMING) gazdaságossá teszi az



9. ábra. A JAPAN GAS CHEMICAL cég eljárása  
1 — extrakció; 2 — hőbontás; 3 — izomerizáció; 4 — hőbontás;  
5 — frakcionálás; 6 — frakcionálás

olcsó, nem nemesfém katalizátor alkalmazása. Az üzemi paraméterek a következők: hőmérséklet 370—450°C, nyomás 15—35 at, térsebesség 0,5—3 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> h.

A JAPAN GAS CHEMICAL CO. eljárása a HF—BF<sub>3</sub> oldószeres extrakcióval kinyert meta-xilol izomerizálására szolgál (9. ábra). Az extraktum (HF—BF<sub>3</sub>-meta-xilol komplex) melegítéssel történő bontása után kapott meta-xilolt HF—BF<sub>3</sub> katalizátor jelenlétében, alacsony hőmérsékleten izomerizálják. Az izomerizáláshoz szükséges HF—BF<sub>3</sub>-ot úgy biztosítják, hogy az extrakt oldat egy részét hozzákeverik a meta-xilolhoz. Az alacsony reakció-hőmérséklet eredményeként az izomerizálási veszteség elhanyagolhatóan kicsi, jelentéktelen mennyiségben keletkezik etil-benzol és más melléktermék.

A SINCLAIR BAKER CO. eljárásának alapanyaga az etil-benzol kinyerése után kapott xilol-elegy. A nem nemesfém katalizátor jelenlétében végrehajtott izomerizáláshoz hidrogénatmoszféra szükséges.

A reakció hőmérséklete 400—500°C.

A MARUTSEN cég eljárásában alkalmazott katalizátor alumíniumszilikát. Az izomerizálási reakciók 450—520°C-on, csaknem atmoszferikus nyomáson, vízgőz jelenlétében játszódnak le. Hidrogénatmoszféra nincs szükség. A három radiális átáramlású reaktor közül kettő üzemel, egyet pedig regenerálnak. A reakció ciklusideje 12 óra, a regenerálásé 6 óra. Az eljárás előnye az alacsony hőmérséklet, kis nyomás, olcsó katalizátor, egyszerű technológia. Hátránya, hogy alapanyagként csak az etil-benzol kinyerése után kapott xilol-elegyet használható fel, de még ebben az esetben is, mivel az etil-benzol az izomerizálás során nem alakul át, az alapanyagban levő kis mennyiségű etil-benzol a visszacirkuláltatás következtében időnként feldúsul, és szükségessé válik az izomerizátumnak az etil-benzol-kinyerő finomfrakcionáló üzemszében való visszacirkuláltatása is. (A gyakorlatban az etil-benzol-tartalom az izomerizátumban a 20 s%-ot is megközelíti, amikor az etil-benzol-kinyerés már szükségessé válik.)

## IRODALOM

- [1] Reutenauer, G.: Utilisation et isomerisation des xylenes. L'Industrie du Pétrole en Europe Gaz-Chimie 394, 75 (1968).
- [2] Egan, J. C.—Luthy, V. R.: Separation of xylenes. Ind. Engng. Chem. 250 (1955).
- [3] Francia szabadalom No 1 508 956.
- [4] Francia szabadalom No 1 236 125.
- [5] Janik, M.: Izolace p-xylenu z cernouhelného dehtu. Chemicky Proumysl 113 (1961).

- [6] *McKay, D. L.—Dale, G. H.—Tabler, D. C.*: Para-xylene via fractional crystallization. Chem. Engng. Progress 104 (1966).
- [7] *McKay, D. L.*: Kontinuierliche Trennung durch Kristallisieren. Chemie-Ing. Techn. 795 (1964).
- [8] *Schmidt, J.*: Rektifikation im fest-flüssigen Grenzgebiet von Lösungen. Chemie-Ing. Techn. 410 (1963).
- [9] *Marwil, S. J.—Kolner, S. J.*: Pulsed column purification of para-xylene. Chem. Engng. Progress 60 (1963).

- [10] Amerikai szabadalom No 31 226 425.
- [11] *Rabczuk, A.—Kocko, B.*: Metody wydzielenia p-ksylenu przez krystalizację. Przemysł Chemiczny 56 (1968).
- [12] *Wuithier, P.*: Raffinage et génie chimique. Technip, Paris, 1965.
- [13] *McKetta, J. J.*: Advances in petroleum chemistry and refining (oroszul) VII—VIII. Moszkva, Himija 1968.
- [14] *Platonov, V. M.—Bergo, B. G.*: Razzdelenie mnogokomponentnüh szmeszej. Moszkva, Himija, 1965.

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### A kőolaj- és gázipar országgyűlési képviselői

1971. április 25-én az állami demokratizmus fejlődése jegyében zajlott le az országgyűlési képviselők és a helyi tanácsstagok választása.

A választás a Hazafias Népfrent programjának nagy sikerét hozta, mivel a leadott szavazatok 99%-a a Hazafias Népfrent jelöltjeire esett.

Igen örvendetes, hogy az országgyűlési képviselők között iparágunk alábbi hét dolgozóját is üdvözölhetjük:

<b>Csörgits József:</b>	főfűrőmester OKGT Dunántúli Feltáró Üzem, Gellénháza. (Születési éve: 1916, a leadott szavazatok 99,7%-át kapta.)
<b>Falk Miklós:</b>	okl. olajmérnök, üzemvezető Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szank (1941—99,5%)
<b>Fecser Péter:</b>	okl. olajmérnök, műszaki igazgató-helyettes Kőolajvezeték Vállalat, Siófok (1939 — 99,6%)
<b>Fülöp János:</b>	igazgató Nyírbogdányi Kőolajipari Vállalat, Nyírbogdány (1925 — 99,7%)
<b>Juratovics Aladár:</b>	okl. olajmérnök, üzemegység-vezető Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szeged (1930 — 99,1%)
<b>Reményi Vilmos:</b>	autó-villanyszerelő Budapesti Kőolajipari Gépgyár (1941 — 97,1%)
<b>Dr. Vida Miklós:</b>	okl. mérnök, műszaki igazgató Fővárosi Gázművek (1927 — 98,8%)

A kőolaj- és gázipar 46 000 dolgozója nagy várakozással tekint munkatársainak országgyűlési munkája elé. Amikor megtisztelő, egyben felelősségteljes megbízatásukhoz szívből gratulálunk, kívánjuk, hogy választóik képviselétén túlmenően, eredményesen képviseljék a dinamikus fejlődő kőolaj- és gázipart is.

Budapest, 1971. április hó

*Bándi József*  
vezérigazgató-helyettes  
(OKGT, Budapest)

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### A Siófoki Szakcsoport és a Kőolajvezeték Vállalat klubnapja

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya Siófoki Szakcsoportjának, valamint a Kőolajvezeték Vállalat Műszaki Klubjának 1971. április havi összejövetelén *Bese Vilmos*, az OKGT vezérigazgatója tartott előadást „A III. ötéves terv eredményei és a IV. ötéves terv feladatai az olajiparban” címmel.

A klubnapot megnyitó *Fecser Péter*, a KVV műszaki igazgatóhelyettese, köszöntötte az előadót és a megjelent vendégeket, vázolta a klub 1971. évi további előadásprogramját.

*Bese Vilmos* ezt követően részletesen ismertette a Tröszt megalakulásától, 1957-től, megtett utat, szölt annak nehézségeiről, a Párt és a Kormány által meghatározott szénhidrogén-politikáról, az eddig elért eredményekről és a további célkitűzésekről.

„Ma az energiaszükséglet felét (kalóriában) a szénhidrogének adják, a további cél: még nagyobb teret biztosítani a szénhidrogének elterjedésének”.

Beszélt a távvezeték-építés fejlődéséről, a csőtávvezeték-hálózat állandó növekedéséről (visszaemlékezve a *Barátság I.* távvezeték születésére), a ma épülő *Barátság II.* kőolajvezeték-ről, továbbá a szovjet—magyar gáztávvezeték építéséig megtett útról, nemkülönben a tervezett *Adria—Duna* kőolaj-csőtávvezetékéről és a termékvezeték-rendszerekről.

Majd ismertette a IV. ötéves terv főbb célkitűzéseit: „Tovább kell lépni a kutatás terén. Megnyíltak a határok és bátran előreléphetünk, ezt igazolják fűrésaink Irakban elért eredményei”. Felhívta a műszaki dolgozók figyelmét arra, hogy a célok elérésében rájuk komoly feladatok várnak, melyeknek csak úgy tudnak eleget tenni, ha figyelemmel kísérik a hazai és a külföldi szakirodalmat, tanulmányozzák KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ c. folyóiratunknak a világ szakkikkeit ágazatok szerint ismertető különszámaikat.

Hangsúlyozta, nyelveket kell tanulni, amely egyik feltétele hogy eredményesen betörjünk a külföldi piacra. Régi mondás: „Ahány nyelv — annyi ember; műszaki ember nyelvtudás nélkül ötven százalékot ér”.

Szólt az ipari és mezőgazdasági fogyasztók, valamint a lakosság ellátásáról; „legfőbb célunk, hogy a fogyasztók úgy jussanak el a gázhoz, mint a boltban a kenyérhez”. További feladat a finomítói és a tárolókapacitás növelése, „10 éves távlatban 18—20 millió t/év feldolgozó kapacitásra lesz szükség”.

Az előadást követő hozzászólásokban számos megoldásra váró probléma merült fel és több kérdés hangzott el, amelyekre az előadó összefoglalóan adott kimerítő választ. Zárószavait idézve: „A munka szerinti nyereségrészesedés elvét követve, mindenki megtalálja a számítását iparágunkban és munkánkkal el kell érnünk azt, hogy a szénhidrogén-energia betöltse szerepét a népgazdaságban, s hogy hazánk megelégedett, virágzó ország legyen”.

Siófok, 1971. május hó

*Pálfi Zita*  
technikus  
(KVV, Siófok)

**М. Вуйков**, горный инженер: **Открытый выброс углекислого газа на буровой БС-5. газового месторождения Бечей** ..... Стр. 193

В статье приводятся основные сведения о месторождении газа, открытом 20 лет тому назад в районе притиссайского города Бечей (Югославия), кроме того детально излагается открытый выброс углекислого газа, происходивший от 10 ноября 1968 г. по 6 июня 1969 г. Выброс ликвидировать не удалось, поэтому его считали стихийным бедствием.

**Э. Немет**, инженер-нефтяник: **Полупромышленные эксперименты по вытеснению нефти углекислотой на промысле Ловаси** ..... Стр. 197

Начиная с середины пятидесятых годов в Венгрии проявляется большой интерес к применению методов вытеснения нефти углекислотой, так как открытые большие залежи углекислого газа и залежи природного газа с большим содержанием CO<sub>2</sub> могут служить базой для промышленного применения этих методов. В статье излагаются эксперименты по промышленному заводнению карбонизированной водой в т. н. приконтурно-линейной и четырехточечной системах, начатые в 1962 и 1964 гг., анализируются их результаты, на основании которых в настоящее время уже разветвляется осуществление широкой программы.

**Й. Сабо**, математик—**М. Фюлöp**, инж.-механик — **З. Тот**, горный инженер: **Режим температуры в глубоких скважинах** ..... Стр. 205

Математические модели режима температуры в глубоких скважинах при статических и динамических условиях, дают технологом бурения и исследователям незаменимую информацию. Они имеют основное значение и с точки зрения использования геотермической энергии.

Наряду с определением режима температуры в бурильных трубах и затрубном пространстве в статье излагаются методы расчета геотермического градиента.

**Л. Петти**, инженер-механик: **Удельные капитальные расходы по установкам подготовки газа на промысле Сегед-Альдö** ..... Стр. 212

Капитальные и эксплуатационные расходы по добыче и подготовке газа значительно расходятся по характеру и величине месторождения, а также по качеству добываемого природного газа. Во время разработки начальные расходы увеличиваются, так как для поддержания количественного и качественного уровня добычи необходимы больше скважин и сборных линий, охлаждения и дожимных компрессоров. В статье рассматриваются удельные капитальные затраты по отечественным залежам газа в зависимости от характера установки по подготовке газа.

**К. Ароксалаши**, инж.-химик—**д-р Ш. Надь**, инж.-химик, к. т. н.: **Производство индивидуальных ароматических углеводородов C<sub>8</sub>** ..... Стр. 215

В статье дается обзор производства индивидуальных ароматических углеводородов C<sub>8</sub> на базе нефти и развития этой отрасли нефтехимии.

Авторами рассматриваются возможные варианты получения изомеров ксилола и этилбензола, возможности повышения производства пара- и ортоксилола, основные характеристики методов получения ортопара-ксилола и этил-бензола, а также изомеризации ксилола, применяемых в нефтехимической промышленности, далее принципиальные технологические схемы процессов.

**Dipl.-Ing. Miroslav Vujkov**; **Das Erdgasfeld Becej in Jugoslawien nach einem CO<sub>2</sub>-Ausbruch der Bohrung BС-5.** .... S. 193

Der Beitrag behandelt die Grunddaten des vor 20 Jahren auf dem Gebiet der Stadt Becej am Fluss Tisza (Jugoslawien) entdeckten Erdgasfeldes. Über den CO<sub>2</sub>-Ausbruch vom 10. November bis 6. Juni 1969 wird ausführlich berichtet. Dieser Ausbruch wurde für eine Naturkatastrophe erklärt, nachdem es nicht gelungen war denselben zu bekämpfen.

**Dipl.-Ing. Ede Németh**: **Kleinbetriebsversuche mit CO<sub>2</sub>-Verdrängung im Feld Lovászi** ..... S. 197

Seit der Mitte der fünfziger Jahren zeigt sich in Ungarn ein reges Interesse für die Anwendung von Ölverdrängungsmethoden mittels CO<sub>2</sub>, da die aufgeschlossenen grossen CO<sub>2</sub>-Lagerstätten, bzw. Erdgaslagerstätten mit grossem CO<sub>2</sub>-Gehalt eine grossbetriebliche Anwendung dieser Methoden geradezu anbieten.

Die 1962 und 1964 begonnenen, sog. marginalen linearen Vierpunkt-Kleinbetriebsversuche mit Wasserverdrängung mittels CO<sub>2</sub> werden beschrieben und die Ergebnisse derselben analysiert. Anhand dieser Ergebnisse ist die Verwirklichung eines ausgedehnten Programms bereits im Gange.

**Dipl.-Math. Jenö Szabó**—**Dipl. Ing. Miklós Fülöp**—**Dipl.-Ing. Zoltan Tóth**: **Gestaltung von Temperaturverhältnissen in Tiefbohrungen** ..... S. 205

Die mathematischen Modelle der sich in Tiefbohrungen unter statischen und dynamischen Umständen entwickelnden Temperaturverhältnisse gewähren eine unentbehrliche Information für den Bohrtechnologen und den Forscher. Die Bedeutung derselben ist auch vom Gesichtspunkt der Nutzung geothermischer Energie grundlegend.

Ausser der Bestimmung der sich im Bohrgestänge und im Ringraum entwickelnden Temperaturverhältnisse bespricht der Beitrag auch eine Methode zur Bestimmung des geothermischen Gradienten.

**Dipl.-Ing. László Peti**: **Spezifische Investitionskosten der Gasbetriebe im Feld Szeged—Algyö** ..... S. 212

Die Investitions- und Betriebskosten der Erdgasförderung und -aufbereitung sind dem Charakter, der Grösse der Lagerstätten und der Qualität des gefundenen Erdgases nach verschieden. Während des Abbaus erhöhen sich die Anfangskosten, weil für die Aufrechterhaltung der Förderung auf einem qualitativen Niveau mehr Sonden, Förderleitungen, eine künstliche Kühlung und Drucksteigerungskompressoren erforderlich sind. Der Beitrag erörtert spezifische Investitionskosten einheimischer Erdgaslagerstätten in Abhängigkeit des Charakters des Aufbereitungsbetriebs.

**Dipl.-Ing. Kálmán Árokaszállási** — **Dr.-Ing. Sándor Nagy**, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Herstellung von individuellen C<sub>8</sub>-aromatischen Kohlenwasserstoffen** S. 215

Die Publikation gibt einen Überblick über die Herstellung von individuellen C<sub>8</sub>-aromatischen Kohlenwasserstoffen auf Erdölbasis, und berichtet über die Entwicklung dieses Zweiges der Petrochemie.

Die Verfasser behandeln die möglichen Modalitäten der Gewinnung von Xylol-Isomeren und Äthyl-Benzol, die Steigerungsmöglichkeiten der Produktion von Para- und Orthoxylol, die wichtigsten verfahrenstechnischen Kennzeichen der in der Petrochemie angewandten Methoden, für die Gewinnung von Ortho- und Paraxylol, sowie Ethyl-Benzol, und der Xylol-Isomerisation, mit Angabe der Prozess-Schaubilder dieser Verfahren.

Miroslav Vujkov, Mining Eng.: **Bečej gas field, Yugoslavia, after a wild CO<sub>2</sub>-gas eruption of the well Bč-5.** . . . . . p. 193

Basic data of the gas field discovered 20 years ago in the region of the town Bečej situated along the river Tisza, Yugoslavia, are discussed. A detailed survey is given of the wild CO<sub>2</sub>-gas eruption between the 10th November, 1968 and the 6th June 1969 which, after unsuccessful checking attempts, was declared as elementary damage.

Ede Németh, Petroleum Eng.: **Half-scale carbon dioxide displacement experiments in the Lovászi field** . . . . . p. 197

Starting from the middle fifties, the use of methods of oil displacement by CO<sub>2</sub> has aroused a great interest in Hungary since the developed large CO<sub>2</sub> reservoirs and natural gas reservoirs containing a high percentage of CO<sub>2</sub> offer obvious possibilities for full-scale use of these methods.

The so-called marginal linear and four-spot half-scale CO<sub>2</sub> waterflood experiments, started in 1962 and in 1964, are described and results analyzed. Based on these results, a wide-ranging project is being realized.

Jenő Szabó, Mathematician—Miklós Fülöp, Mechanical Eng.—Zoltán Tóth, Mining Eng.: **Temperature condition changes in deep wells** . . . . . p. 205

Mathematical models for temperature conditions evolving under static and dynamic circumstances in deep wells supply information indispensable for drilling technologists and researchers. These models play an important role also in utilizing geothermic energy.

In addition to determining temperature conditions evolving in the drill-pipe and annulus, a method is given to calculate geothermic gradients.

László Peti, Mechanical Eng.: **Unit investments costs of gas plants in the Szeged—Algyő field** . . . . . p. 212

Investments and operation costs for natural gas production and processing plants differ essentially depending on the character and size of the layers and on the quality of the gas discovered. Initial costs are high during exploitation owing to the fact that more wells, production mains and booster compressors as well as more intensive artificial cooling are needed to maintain production on a qualitative and quantitative level. Depending on processing plant character, unit investment costs of Hungarian natural gas reservoirs are analyzed.

Kálmán Árok szállási, Chemical Eng. — Dr. Sándor Nagy, Chemical Eng., Candidate of Technical Sciences: **Production of individual C<sub>8</sub>-aromatic hydrocarbons** . . . . . p. 215

A survey is given of the production of individual C<sub>8</sub>-aromatic hydrocarbons on crude oil basis and of the development of this petrochemical branch.

Feasible methods of recovering xylene isomers and ethylbenzene, possibilities of increasing p-xylene and o-xylene production, principal characteristics and simplified flow sheets of o-xylene, p-xylene and ethylbenzene recovery and xylene isomerization processes used in the petrochemical industry are dealt with.

## ÚJ KÖNYVEK

Az OMKDK szakterületünkről az alábbi új könyveket szerezte be:

USZPENSZKIJ, V. A.: **Vvedenie v geohimiju nefi. Leningrad, Nedra, 1970. (Bevezetés a kőolaj geokémiájába)**

LAPUK, B. — stb.: **Kompleksnoe resenie problemu razrabotki gruppu gazovuh i gazokondenzatnuh mesztorozsdenij. Moszkva, Nedra, 1970. (Komplex megoldás a gázok és gáz-kondenzátumok lelőhelycsoportjainak feltárására)**

Poiszki nefi i gaza v szoljanokupol'nuh oblasztjah. (Otv. red. Vinogradov, V. N.) Moszkva, Nedra 1970. **(Olaj- és gáz-kutatás a sódómos területeken)**

Prikladnaja geofizika. 60. vü. (Otv. red. Pol'skov, M. K.) Moszkva, Nedra, 1970. **(Alkalmazott geofizika 60. sz.)**

VOLKOV, A. Sz.—VOLOKITENKOV, A. A.: **Burenie szkvazsin sz obratnoj cirkuljacij promüvocnoj zsidkoszti. Moszkva, Nedra, 1970. (Mélyfúrás fordított keringésű öblítő-víz alkalmazásával)**

DEVLIKAMOV, V. V. — stb.: **Opticseszkie metodü kontrolja za razrabotkoj nefljanuh mesztorozsdenij. Moszkva, Nedra, 1970. (Optikai módszerek az olajmezők kiaknázásának ellenőrzésére)**

SZKOBLOV, G. M.: **Sztroitel'sztvo neftegazopromüszlovuh ob'ektov. Moszkva, Nedra, 1970. (Az olaj- és gázipari létesítmények építése)**

ALEHIN, I. M.: **Ékonomiceszkaia éffektivnoszt' vnedrenija novoj tehnikai, tehnologij i organizacii proizvodstva v nette-dobüvavücszej promüslennoszti. Moszkva, Nedra, 1970. (Az új berendezések, technológiai eljárások és termelés-szervezés bevezetésének gazdasági hatékonysága az olajkitermelésben)**

Naucsno-tehniceszki szbornik po dobücsje nefi. 35. vü. (Predsz. red. Krülov, A. P.) Moszkva, Nedra, 1969. **(Műszaki és tudományos cikkek az olajkitermelésről)**

DOBRÜNIN, V. M.: **Deformacii i izmenenija fizicseszkih szvojsztv kollektorov nefi i gaza. Moszkva, Nedra, 1970. (A gáz- és olajvezetékek deformációja és fizikai tulajdonságainak mérése)**

Prikladnaja geofizika. 59. vü. (Otv. red. Pol'skov, M. K.) Moszkva, Nedra, 1970. **(Alkalmazott geofizika)**

ÉDEL'MAN, J. A. — stb.: **Razrabotka nefljanuh i gazovuh mesztorozsdenij. 1969. Moszkva, 1970. (Kőolaj- és földgáztelepek művelése)**

Truboprovodnüh traszport. 1968—1969. (Otv. red. Pol'sz-kij, Sz. M.) Moszkva, 1970. **(Csővezetékes szállítás)**

Isotope hydrology. Proceedings of a symposium on use of isotopes in hydrology. Held (at) Vienna, 9—13. March 1970. (Wien) Vienna, 1970.

NAGY V.: **Hidrológia. (Kézirat gy.) Bp., Tankönyvk. 1970.**

AMIROV, A. D.: **Technika i tehnologija oszvoenija i éksz-pluatacii glubokih szkvazsin. Moszkva, Nedra, 1970. (A mély olajkutak üzembe helyezése és üzeme)**

K. A.

## ŐSZI VÁNDORGYŰLÉS

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz és Vízzakosztálya

1971. október 5—7-én Keszthelyen

tartja ez évi vándorgyűlését.

A változatos programú összejövetelre — a kibocsátott meghívók alapján — kísérők, családtagok is jelentkezhetnek még.

A VÁNDORGYŰLÉS SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

# Közületek figyelem!

Értesítjük kedves Ügyfeleinket, hogy

## 13245 típusú 110 V és 220 V-ra

por és csepegő víz ellen védett fénycsőarmatúra, mely párás, nedves levegőjű helyiségekben, bányákban alkalmazható, továbbá egyéb összes forgalomban levő belsőtéri fénycsőves- és higanygőzizzós lámpatestek

## azonnali szállításra megrendelhetők!

A lámpatestek BEMUTATÓ TERMÜNKBEN Budapest VI. Rudas László u. 12. szám alatt megtekinthetők, ahol megfelelő szakmai tanáccsal készséggel állunk rendelkezésükre.

**RAVILL KERESKEDELMI VÁLLALAT**  
Világítástechnikai Osztály

Budapest VI. Rudas László u. 12.

Telefon: 318-320, 123-940.



### ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

Budapest XIII. Révész u. 27—31.

Telefon: 290-020 Telex: 3716

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

részére a következő szolgáltatásait ajánlja:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási és kísérleti feladatok elvégzését;
- háztartási, kommunális és ipari gáztüzelő készülékek, berendezések, illetve azok elemeinek kifejlesztését;
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos fejlesztési feladatok elvégzését;
- gázkészülékek, gáztüzelő berendezések vizsgálatait és azokkal kapcsolatos méréseket;
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását;
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését.

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!**

# Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products



## *Munkaerőt, időt takarít meg az* **ELEKTROHIDRAULIKUS HÁTSÓ RAKODÓFAL** *alkalmazásával*

Az áruszállítást rendkívüli módon megkönnyíti a korszerű, könnyen kezelhető elektrohidraulikus hátsó rakodófal, amely bármely gépjárműre alkalmazható. A rakodófal a gépjármű hátsó zárófalaként nyer felszerelést az alvázra.

Elektrohidraulikus rendszere a gépjármű akkumulátoráról kap meghajtást, így a rakodófal üzemeltetése a gépjármű motorjának igénybevétele nélkül történik.

A rakodófal a talajszintig leereszthető és bármely közbenső magasságban rögzíthető.

*Forgalomba hozza:*

VÍZÜGYI TERMELŐESZKÖZ-  
KERESKEDELMI ÉS EXPORT VÁLLALAT

BUDAPEST IV. Dunasor 15.

Az elektrohidraulikus hátsó rakodófalat 500, 700, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 és 3500 kg teherbírásra gyártják.

A hidraulikus munkahengerek keménykrómózott felületűek.

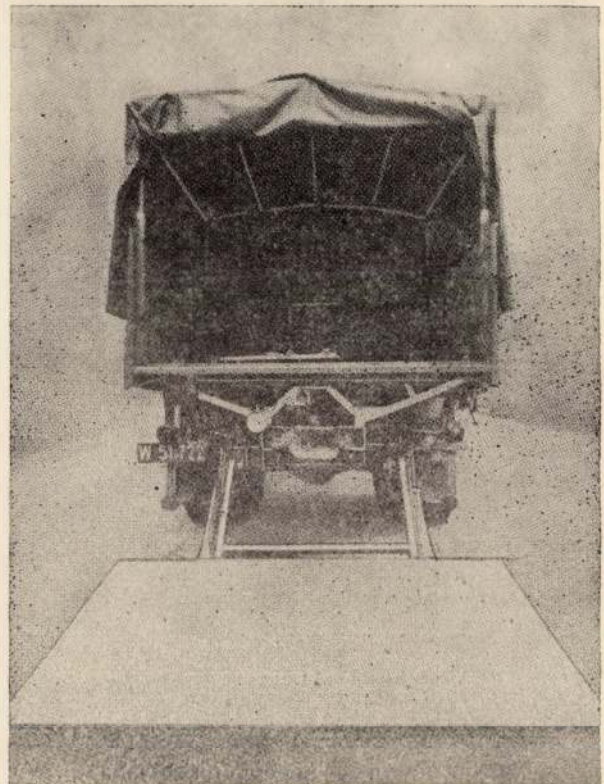
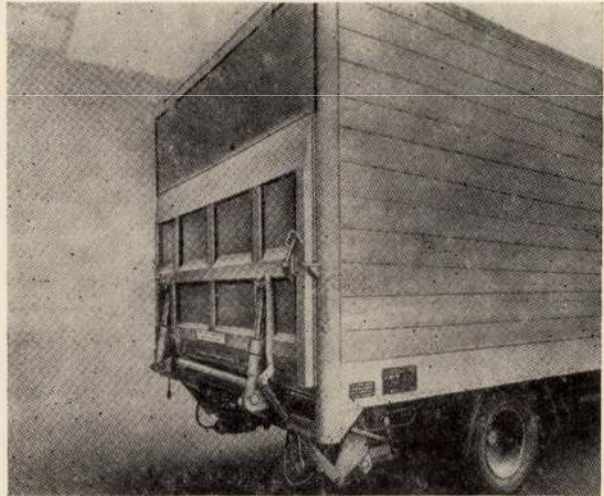
Kezelése egyetlen kar mozgásával történik.

Az elektrohidraulikus hátsó rakodófal műszaki és kereskedelmi adatairól a VITEX, Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat ad felvilágosítást.

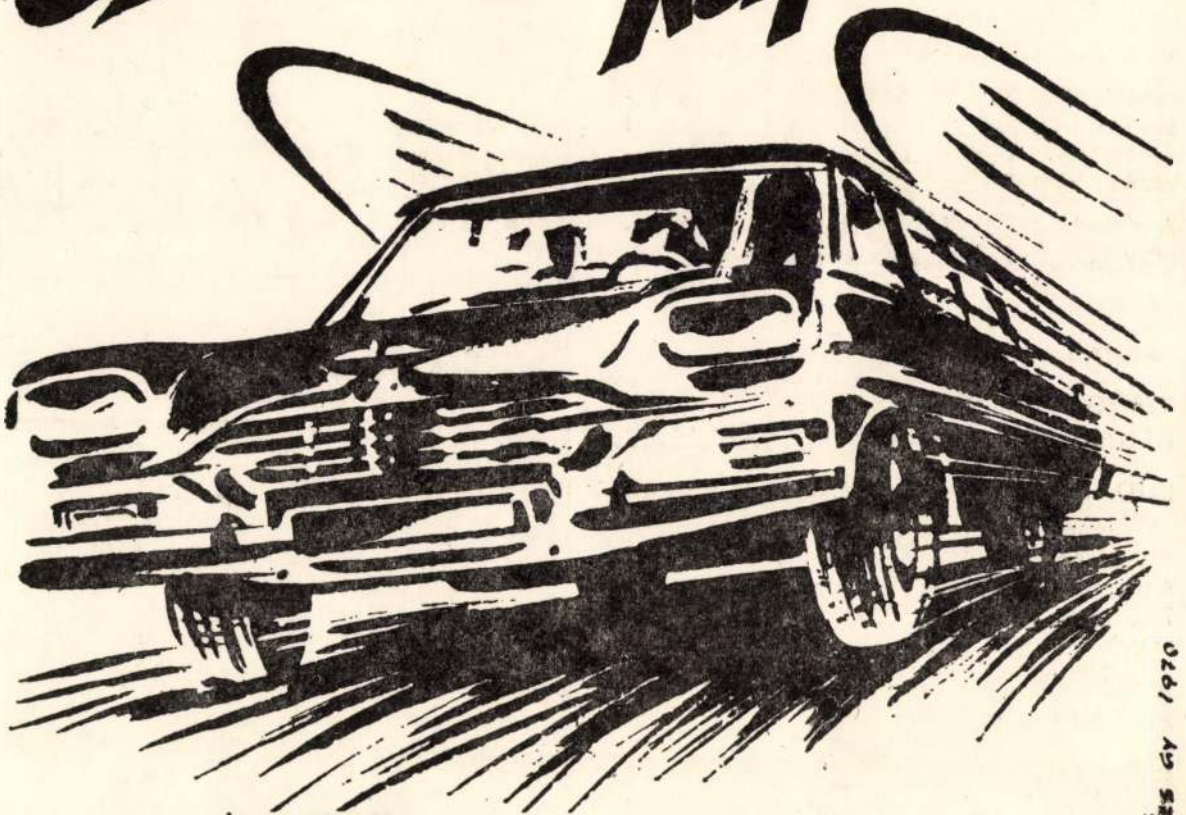
A berendezések gépjárműre szerelését a VITEX vállalja.

A hátsó rakodófallal együtt megfelelő konténer, rakodólapok, valamint speciális hidraulikus emelővilla is beszerezhető.

Irányár: 102 000 Ft. (LS-1000 tip.)



**MINTHA  
Szárnyakat  
Kapna...**



**AEOR**  
BENZIN-OLAJ

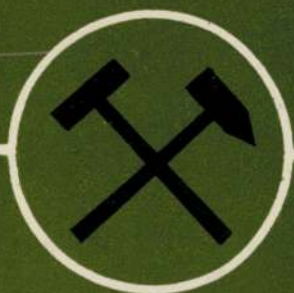
**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 225—256 oldal

BUDAPEST, 1971. 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: Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 227.  
Telefon: 121-742, 127-084, 318-926, 328-175.

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

## TARTALOM

ZAKAR PÁL	A bitumenemulzió .....	225
PÁPAY JÓZSEF	Gáztelep, -kút és -vezeték teljesítményegyenlete .....	231
SZITTÁR ANTAL	Relatív áteresztőképességek üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata .....	236
CSÁKÓ DÉNES— VARGA ISTVÁN	Folyadékeróziós jelenségek vizsgálata a szanki gáztermelő rendszerben .....	240
PETŐ EDE LÁSZLÓ	A hajdúszoboszlói földgázüzemben előforduló hidrátosodási jelenségek .....	245
KISS LÁSZLÓ	A Gázenergia Törvény és végrehajtási jogszabályainak jelentősége és főbb rendelkezései	249
	Egyesületi és szakosztályi hírek .....	255
	Hírek az üzemekből .....	239
	A kőolaj-feldolgozás hírei .....	248
	Nyelv és technika .....	255
	Az iparág köréből (Magyar előadás kanadai egyetemen) .....	254
	A Magyar Híradástechnikai Egyesülés sajtófogadása .....	255
	Külföldi hírek .....	235, 239
	Őszi vándorgyűlés .....	248
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ....	256, B/3

### A SZÁM SZERZŐI:

CSÁKÓ DÉNES okl. olajmérnök, osztályvezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); KISS LÁSZLÓ dr. okl. bányamérnök (az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség ny. főmérnöke, Budapest); PÁPAY JÓZSEF dr. okl. olajmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PETŐ EDE LÁSZLÓ okl. vegyipari gépészmérnök (NKFV Hajdúszoboszlói Földgázüzem, Hajdúszoboszló); SZITTÁR ANTAL okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); VARGA ISTVÁN okl. gázipari mérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); ZAKAR PÁL okl. vegyész mérnök, tud. főmunkatárs (Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

**KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII. Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-3249 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSAKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCS FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÓZÓ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

8. szám

1971. augusztus

## A bitumenemulzió

ZAKAR PÁL

*A bitumen felhasználásával kapcsolatban viszkozitásának csökkentésére alkalmazott egyik módszer annak vízben való emulgalása. A korábbi anionos típusú emulzió helyett világszerte jelentős tért hódított a kationos bitumenemulzió, amelyet számos alkalmazásbeli előnye miatt az útépités és az útfenntartás területén használnak fel. A kationaktív bitumenemulzió előállításához megfelelő kolloidmalom és kiszolgáló melegítő-, valamint tárolótartályrendszer szükséges.*

*Az eddig elvégzett hazai előkísérletek alapján indokolt a nagyobb mértékű ipari gyártás kiépítése.*

Az ásványolaj-bitumen viszkozitása közönséges hőmérsékleten olyan nagy, hogy a felhasználás során nem teríthető el a kívánt vékony rétegben, és nem osztható szét kellően. Számos esetben szükséges azonban, hogy a felhasználóknak a szokásos hőmérsékleteken is jól feldolgozható bitumenanyag álljon rendelkezésükre. A bitumen viszkozitásának csökkentésére az oldószerrel való hígításon kívül újabban mindinkább használják a vízben való diszpergálást, az emulgalást [1].

Emulziók az olyan durva diszperz rendszerek, amelyekben a diszperz rész és a diszperziós közeg is folyadék. Folyadékok diszpergálását, vagyis emulziók előállítását emulgalásnak nevezzük. Az emulgalás leg egyszerűbben mechanikai energia igénybevételével történik, az állandó emulziókat azonban kivétel nélkül egy harmadik segédanyagnak, az ún. emulgátornak a segítségével készítik. Emulziókat szilárd részecskékként, vagyis szuszpenziókként is lehet állandósítani. Az emulgátorokkal előállított emulziók stabilabbak; szétválás vagy szétüledés nélkül hosszabb ideig tárolhatók. A bitumenemulziók gyártásához használt emulgátoranyagok tehát egyidejűleg emulgaló és stabilizáló hatásúak. *Becher* szerint [2] az emulgátorok a következő három osztályba sorolhatók:

- a) felületaktív anyagok;
- b) természetben előforduló anyagok;
- c) finom elosztású szilárd anyagok.

Ez az osztályozás önkényes, mivel a gyakorlatban használt emulgátorok legtöbbje kisebb-nagyobb mértékben felületaktív. A felületaktív emulgálószer az iparban a legelterjedtebb emulgátorok fő típusát kép-

viselik. Az emulgálószer specielis oldhatósági tulajdonságokkal rendelkeznek. Molekulájuk poláros, vízdoldható (hidrofil) részből és nem poláros, olajban oldódó (hidrofob) részből áll. Hatásukat úgy fejtik ki, hogy a két egymásban nem oldódó, emulgalandó folyadék határfelületén helyezkednek el és a határfelületi feszültséget erősen csökkentik. A bitumen-víz rendszerben az emulgátormolekula hidrofob része a bitumenfelület felé irányul, ill. abban oldódik, és annak egyúttal ionos töltést ad; az emulgátor hidrofil része pedig a vizes fázis felé alakít ki hasonló kapcsolatot. A gyakorlati szempontból vízben oldható felületaktív anyagok [3] következő három típusát különböztetik meg:

- a) anionosak, pl. szappanok (a hidrofob csoport az anion része);
- b) kationosak, pl. kvaterner ammóniumsók (a hidrofob csoport a kation része);
- c) nem ionosak, pl. poliglikol-származék (a hidrofob csoporthoz változó hosszúságú hidrofil csoport kapcsolódik).

A bitumenemulziók előállításához főképpen anionos vagy kationos emulgátorokat használnak. A következőkben részletesebben csak ezekkel foglalkozunk.

Az iparilag gyártott és felhasznált bitumenemulzióban igen apró bitumen cseppecskék vannak diszpergálva a folytonos vizes fázisban, tehát itt „olaj a vízben” típusú emulzióról van szó.

A lúgos kémhatású *anionos bitumenemulzió*kat szappan típusú [pl.  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COONa}$ ] emulgátorokkal készítik.

Az eredetileg is elegendő és megfelelő minőségű elszappanosítható savat tartalmazó bitument híg lúgban diszpergálják, és a felhasznált lúgmennyiséget úgy választják meg, hogy az valamivel több legyen, mint amennyi az eredetileg jelenlevő savanyú részek semlegesítéséhez szükséges. A neutralizáció az előállításakor történik meg. Az így készített emulzió ezért lúgos. Ilyen módon a 0,8-nél nagyobb savszámú lúgy bitumennek könnyen emulgalhatók, és rendszerint a célnak megfelelő emulziókat adnak még meglehetősen kezdetleges üzemi diszpergálás esetén is [4]. A 0,5–0,8

savszámú bitumen emulgálhatósága fokozható, ha a bitumenhez kis mennyiségű (pl. 0,1%) szappanképző savat adnak. E célra különböző kereskedelmi termékek használhatók, mint pl. olajsav, savgyantából nyert olajban oldható szulfonsavak, nagy molekulású nafténsavak stb. Ezek az anyagok javítják a bitumen emulgálhatóságát, hatásuk kisebb, mint a bitumenben levő természetes nafténsavaké. Nagyobb mennyiségben, pl. 0,5%-ban adalékolva már akadályozhatják is az emulgálást. Az előzőekben említett adalékok 0,5%-nál kisebb savszámú bitumeneknél nem adnak kedvező eredményt. Ilyen esetekben nagyobb molekulású savakat használnak.

Az elmúlt évtizedekben a bitumenemulzió tulajdonságaira és alkalmazására vonatkozóan intenzív kutatások folytak és ezek eredményeképpen egy új típusú bitumenemulzió gyártása kezdődött meg. A kutatások célja jól tapadó, gyorsan kötő bitumenréteg kialakítása volt. Az idők folyamán hátrányosnak bizonyult, hogy az anionos emulziók csak a bázikus kőzeteken törtek meg jól, s ott hidrofob bevonatot képeztek, ugyanakkor azonban savanyú kőzeteknél nem feleltek meg a kívánalmaknak.

A különböző kötőanyagokkal folytatott ilyen jellegű vizsgálatok a kedvező tapadási tulajdonságokkal rendelkező, új emulziótípusnak, a *kationaktív bitumenemulzió* kialakításához vezettek.

1932-ben *Vellinger* és *Flavigny* francia kutatók a savas emulziók alkalmazását kívánatosnak minősítették. Erre azonban csak később, *Duriez* ösztönzése és időközben Angliában a zsírsavaminok alkalmazása terén elért kedvező eredmények után kerülhetett sor [5]. Így a savas, kationaktív bitumenemulziók előállítása és gyakorlati felhasználása csak 1952 után kezdődött, és kezdetben különösen Franciaországban értek el figyelemre méltó eredményeket [6]. A kationaktív bitumenemulziók előállításával szorosan összefüggő felhasználási kérdések a vonatkozó kutatómunkák erőteljes kiépítését tették szükségessé [7, 8, 9].

A korábban alkalmazott anionos emulziók alkalikus reakciójával szemben a kationos emulziók vizes fázisa savas jellegű. Ennek megfelelően a kationaktív emulziók stabilitáshatára az anionaktívak 8–12  $p_H$ -jával szemben a 2–6  $p_H$  között van. A kationos emulziók előnye, hogy csaknem minden kőzettel, az emulzió törésével egyidejűleg — még erősen nedves viszonyoknál is — jó tapadást tesznek lehetővé. Így megváltozott az a korábbi vélemény, hogy csak a nagyobb savtartalmú bitumenek alkalmasak emulzió készítésére. A bitumen savassága kétségtelenül alapvetően fontos továbbra is az anionos emulzió előállításához, de jelentősége kationos jellegű emulziók előállításánál megváltozott. Ilyenkor adott esetekben a nagyobb savszám zavaró is lehet. A kationos (savas) emulzió jellegzetes emulgátorát mutatja az alábbi képlet:

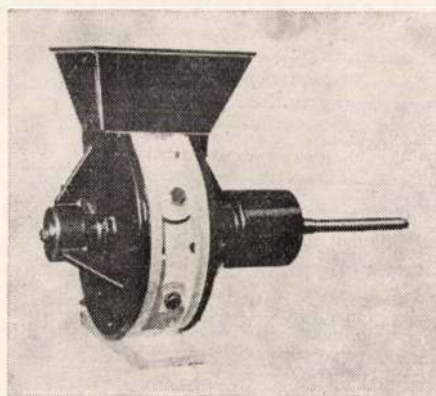


A kationos bitumenemulziók előállításához használt emulgátorok általában nagy molekulású, 12–18 közötti szénatomszámú zsírsavaminok sói. Ezeket rendszerint sósavnak vagy ecetsavnak aminnal vagy diaminnal való reagáltatásával állítják elő. A kationaktív emulgátorok egy másik csoportját a kvaterner ammóniumvegyületek alkotják [10].

Ez alkalommal nem foglalkozunk a természetes és finom eloszlású anyagokat mint emulgátorokat alkalmazó bitumenemulzió-típusokkal. Ezeket a speciális bitumenemulziókat elsősorban egyes építőipari területeken alkalmazzák.

#### *Bitumenemulzió-előállító berendezések és üzemek*

A bitumenemulziót a bitumennek mechanikusan vízbe (emulgátoros oldatba) való diszpergálásával állítják elő, pontosan szabályozott hőmérsékleten. A bitument általában nagy határfokú keverőkkel, egyéb homogenizáló berendezésekkel, újabban rendszerint kolloidmalmokkal diszpergálják [12, 13]. A különböző konstrukciójú kolloidmalmok megegyeznek abban, hogy az állórészben (sztátorban) gyorsan forgó rotor mozog. A rotor fordulatszáma percenként 1000–6000. A sztátor és a rotor közötti nyílás 0,3–0,5 mm. Az itt fellépő nagy nyíróerő a bitument finom csepkekre osztja, amelyeket a vizes fázisban levő emulgátor gyorsan stabilizál. A bitumen szemnagysága 1–2 mikron a készülék nagyságától és az emulziógyártás körülményeitől függően. Az 1. ábra a francia gyártású



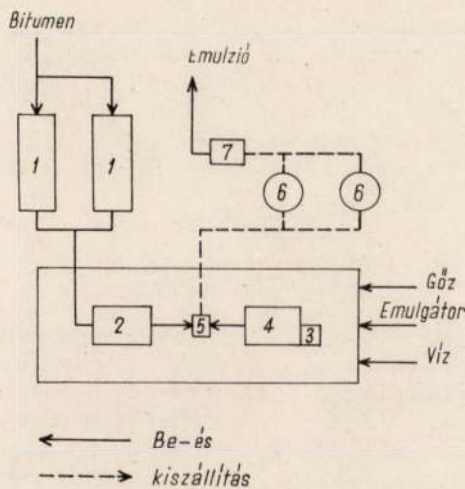
1. ábra  
Francia ATOMIX bitumenemulzió-előállító kolloidmalm

ATOMIX kolloidmalm készüléket mutatja. Kisebb mennyiségű bitumenemulziók előállítására az ultrahanggal végrehajtott emulgálás is számításba jön [14, 15]. A laboratóriumi méretű, de egyben kísérleti anyagot is előállító kolloidmalm kapacitása rendszerint 1 t/h, az üzemi méretű kolloidmalomé pedig általában 10–15 t/h. Adott telepen felállítandó berendezés kapacitásának meghatározásához figyelembe kell venni a víztartalmú emulzió gazdaságos szállítási határait. Nagyobb kapacitás elérésére egyéb megfontolások miatt rendszerint több (pl. 10 t/h kapacitású) kolloidmalmot állítanak fel egy üzem keretében.

Adott területek bitumenellátását — már csak a szállítási szempontok miatt is — rendszerint több célszerűen telepített üzemben oldják meg. A bitumenemulziót előállító üzemben a kolloidmalmon kívül elegendő tartályt kell építeni a bitumen melegen tartására, valamint az emulgátoros víz és a kész emulzió tárolására. Az ilyen üzemek bitumenellátását célszerűen melegen odaszállított anyaggal oldják meg. Előnyös, ha a bi-

tumen és az emulgátoros vizes tartály magasabb szinten, a kolloidmalmot és az emulziós tartály pedig azonos szinten van, hogy ne legyen túl nagy nyomásra szükség az anyag kitérítéséhez. Lényegében azonos berendezés használható az anionaktív és a kationaktív bitumenemulzió gyártására, bár — mint azt már említettük —, az anionaktív emulzió gyártása egyszerűbb berendezésekben is megvalósítható.

Amennyiben adott üzemi berendezésben anionaktív emulzió gyártásáról kationaktív termék előállítására kell áttérni, akkor a rendszert gondosan át kell öblíteni, mert a keveredés az emulziók megtörését okozhatja. A tartályokat, vezetékeket, szelepeket, a kolloidmalmot és az üzem mindazon részeit, amelyekben korábban anionos emulzió volt, előbb meleg vízzel, majd híg sósavval kell átmosni. Ettől függetlenül is az emulziós tartályok, a kapcsolatos csővezetékek és szivattyúk időnkénti tisztítása elengedhetetlenül hozzátartozik a berendezés üzemképes állapotban való tartásához.



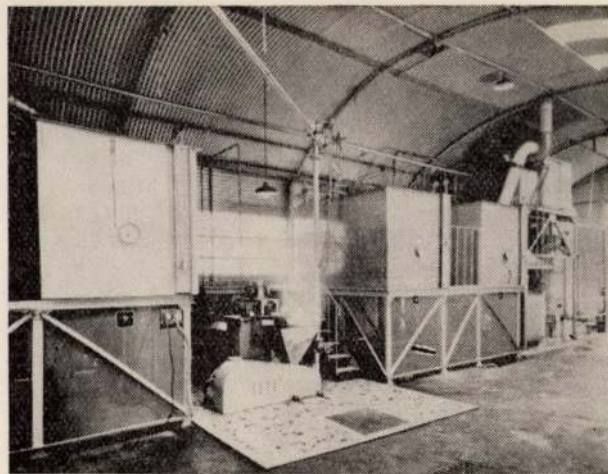
2. ábra

Bitumenemulzió-előállító üzem elrendezési vázlat

1 — bitumentároló tartály; 2 — bitumenbedolgozó tartály; 3 — emulgátorbekeverő tartály; 4 — emulgátoros vizes oldat tartálya; 5 — kolloidmalm; 6 — bitumenemulziós tartály; 7 — mozgó- és töltőszivattyú

A 2. ábra — az ismertetett legszükségesebb berendezések figyelembevételével — bitumenemulziót gyártó üzem elhelyezésére vonatkozó vázlatot mutat be [16]. A központi termelő részt épületen belül helyezik el, ahol a vázlaton külön fel nem tüntetett szükséges előkészítő műveletek is (pl. emulgátorok és segédanyagok adagolása stb.) elvégezhetők. A telepítési vázlat általános alapelve ezenkívül a meleg bitumen beszállításának és a kész bitumenemulzió elszállításának egy bejáró út igénybevételével való megoldása. A 3. ábra egy 10 t/h kapacitású kolloidmalmal ellátott külföldi bitumenemulziót gyártó üzem belső elrendezését mutatja. (Atomix malmot használó francia típus.)

A kationaktív bitumenemulzió gyártásának elvi folyamatát a 4. ábra szemlélteti. A gyártás során a beállított és ellenőrzött hőmérsékletű bitumént, valamint az emulgátoros vizet meghatározott arányban juttatják a kolloidmalmába, ahonnan a gép az emulziót a tárolótartályba nyomja. E munkafolyamatot értelemszerűen az emulgátoros vizes oldat előkészítése



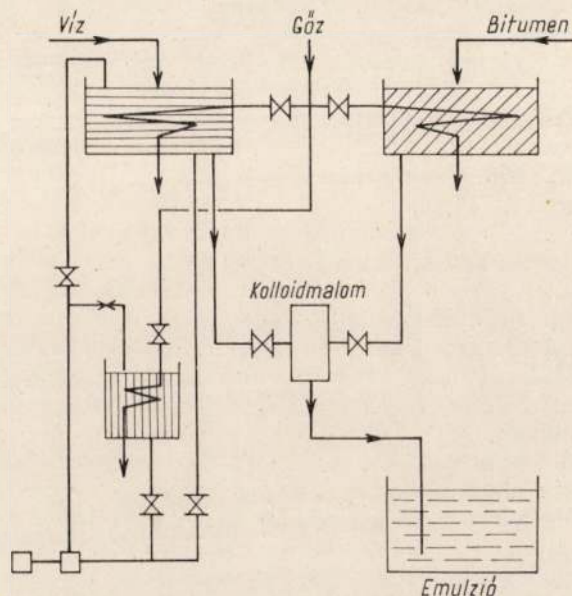
3. ábra

Bitumenemulzió-előállító üzem belső képe

és beállítása előzi meg. A bitumen és az emulgátoros víz adagolását vagy a kolloidmalmot előtt külön elhelyezett szivattyúk szabályozzák, vagy ezek a szivattyúk közvetlenül rá vannak építve a kolloidmalmra.

A gyártás megkezdéséhez először az emulgátoros vizes oldat szivattyúzását kell megindítani, leálláskor pedig előbb a bitumenhozzáfolyást megszüntetve, a kolloidmalmot rövid ideig az emulgátoros vizes oldattal még jártni kell, hogy a malmot és a vezetékeket kimossák.

Bitumenemulzió előállítására kemény és lágy bitumenek — ide értve a hígított bitumeneket is —, egyaránt felhasználhatók. A keményebb típusú bitumenekből nehezebb az emulzió készítése, ezeket elsősorban ipari célokra használják fel. Az útépitési célokra rendszerint 180—210 penetrációs értékű bitumenekből gyártanak emulziót. Az éghajlati és forgalmi viszonyoktól, valamint az ezekkel összefüggésben levő útépitési körülményektől függően a felhasznált bitumen



4. ábra

Bitumenemulzió-gyártás elvi folyamatábrája

penetrációja ettől természetesen mindkét irányban elterjedhet. Egyes esetekben szükség szerint kisebb mennyiségben oldószert vagy hígított bitumént is adhatnak a bitumenhez.

A felhasználási követelmények ismerete alapján megválasztott bitumen viszkozitásának meghatározása fontos az emulziógyártás szempontjából. Ez természetesen az azonos penetrációjú bitumenek esetében a származástól függően eltérő is lehet. A bitumen viszkozitásának ismerete az emulgálási hőmérséklet meghatározása szempontjából fontos. Jól bevált gyakorlati szabály szerint a bitumen és az emulgátoros víz hőmérsékletének összege nem haladja meg a 200 °C-ot. Nagyobb viszkozitású bitumen esetében tehát a vizes oldat hőmérsékletét kell alacsonyabban tartani.

Figyelembe véve a különböző bitumenfajtákat és emulgátorféleségeket, minden esetben előzetes kísérletek segítségével szokták megállapítani az optimális gyártási paramétereket, ideértve az emulgátor típusának és mennyiségének a gazdaságossági szempontok figyelembevételével történő kiválasztását is.

Az emulgátorokat gyártó vállalatok az ajánlott emulgátortípussal egyidejűleg javaslatot tesznek az egyes emulziótípusokhoz használandó emulgátor mennyiségére és az emulzió összetételére vonatkozóan is [17, 18, 19].

A leggyakrabban használt emulziótípusok bitumentartalma 60–65%. Ettől függetlenül azonban 50–70% bitumentartalmú emulziókat is gyártanak a felhasználók kívánságának megfelelően. A kationaktív emulziók gyártása megkönnyítette a nagyobb bitumentartalmú emulziók gyártását, mivel ezek viszkozitása kisebb, mint az anionosoké.

### Tárolás, szállítás

A bitumenemulziót gyártó üzem tervezéséhez tárolási és szállítási kérdések megoldása is kapcsolódik. A gyártó üzemeknek az előállított emulzió bizonyos ideig tartó tárolására is be kell rendezkedniük. A tárolás mértéke elsősorban a gyártás, a kiszállítás és a felhasználás összehangolhatóságától, továbbá az időjárásban várható változásoktól függ.

A gyártott emulziók rendszerint három hónapig tárolhatók. Különleges intézkedésre csak akkor van szükség, ha pl. előre ismert gyártási okok miatt a szokásos ideig nem tárolható az emulzió. Ez esetben a kellő időben való ürítést és elszállítást mindenképpen meg kell oldani.

Az előírásoknak megfelelő emulziók tárolásakor is számolni kell a felületen vékony hártya képződésével és a felsőbb rétegekben ülepedésből származó nagyobb víztartalmú rétegződés kialakulásával. A hártya önmagában nem jelent kellemetlenséget, és ha nincs rá különös ok, nem kell azt megtörni. Egyes esetekben nehézpétróleum védőfilmréteget helyeznek az emulzió felületére.

A bitumenemulzió tárolására álló, hengeres tartályokat alkalmaznak, és az anyag betáplálására a tartály aljáig lenyúló csövet építenek be. A habképződést a manipulációk során gondosan el kell kerülni. A közölt ülepedés megfelelően gyártott emulzióknál keveréssel megszüntethető. Keverésre különböző keverési megoldások használhatók. A mechanikus keverést szívesebben alkalmazzák a szivattyúval történő keverésnél.

Rendszerint szükség van a tartályokban levő anyag kisebb mértékű melegítésére is. A tárolt emulzió nemkívánatos lehülése az emulzió megtöréséhez vezethet, ezért az anyagnak +5 °C alá hűlése nem engedhető meg. Legalkalmasabbnak a meleg vízzel történő fűtést találták, de a gőzzel való fűtés sem ritka. Ilyen esetekben a túlfűtés, ill. helyi túlmelegítés az emulzió részbeni megtörését idézheti elő. Egyes telepeken elektromos fűtéssel biztosítják a kellő tárolási hőmérsékletet. A használt szivattyú melegíthetőségéről gondoskodni kell esetleges bitumenkiválások, ill. eltömődések esetére gondolva.

A bitumenemulziót vasúti tartálykocsiban, tartálygépkocsival vagy hordóban szállítják. Korábban a hordós szállítás volt elterjedtebb, ma azonban a tartálygépkocsival való szállítás az általános. Nagyobb ürtartalmú gépkocsival történő szállításához nélkülözhetetlen a tartály belsejének válaszfalakkal való elválasztása. Ezek csökkentik a szállítás alatti erősebb rázódást, és így bizonyos káros jelenségek (habképződés, esetleges részleges megtörés) elkerülhetők.

A hordókban és a tartálykocsikban való szállításra egyaránt vonatkozik, hogy csak előzetesen gondosan tisztított és átmosott szállítóedényt, ill. tartályt szabad mindenkor felhasználni. A körülményekre olyan üzemekben kell különös gondossággal ügyelni, ahol egyidejűleg anion- és kationaktív emulziót is előállítanak, ill. kiszállítanak.

### Bitumenemulziók vizsgálata és minőségi előírásai

Az egyes országokban előállított bitumenemulzió minőségét és a minőség meghatározására szolgáló módszereket szabványok, előírások és megállapodások tartalmazzák. Az egyes országok eltérő gyártási, felhasználási körülményei és adottságai miatt a vonatkozó minőségi előírásokban nagyobb eltérések tapasztalhatók. Az általánosan használt vizsgálati módszerek tekintetében már nagyobb egyezés található. Itt inkább az egyes specifikus tulajdonságok meghatározására vonatkozó vizsgálati módszerekben van ismételt eltérés [20].

Az általánosan használt vizsgálati eljárások a víztartalom (bitumentartalom), a viszkozitás, a homogenitás és a tárolhatóság megállapítására vonatkoznak.

További vizsgálati előírások rögzítik a törőképeség, a tapadóképesség, a részecsketöltés és a maradék bitumen tulajdonságainak meghatározására vonatkozó laboratóriumi módszereket is.

A minőségi előírások részben az egyes felhasználási területeken alkalmazott minőségeket, részben az egyes típusokat foglalják össze.

A bitumenemulzió törési idejének különbözősége alapján gyorsan, közepesen és lassan törő típusokat különböztetnek meg.

A francia előírások 50, 55, 60, 65 és 70% bitumentartalmú emulziókra vonatkoznak [21]. A bitumenemulziókat ezenkívül 20 °C-on mért Engler-viszkozitásuk alapján az alábbi csoportokba sorolják:

folyékony	2–6 (2–6 E viszkozitású),
félíg folyékony	6–15 (6–15 E viszkozitású),
viszkózus	15–30 (15–30 E viszkozitású).

Jellemzők	ASTM vizsgálati módszer	Gyorsan törő		Közepesen törő		Lassan törő	
		RS—2K	RS—3K	SM—K	CM—K	SS—K	SS—Kh
<b>Az emulzió vizsgálata</b>							
Furol viszkozitás	D 244	—	—	—	—	20—100	20—100
25 C°-on, s		20—100	100—400	50—500	50—500	—	—
50 C°-on, s		5—	5—	5—	5—	5—	5—
Üledés, 5 nap, % különbség	D 244	—	—	—	—	—	—
Szítavizsgálat (maradék a 20. sz. szitán, %)	D 244	0,10—	0,10—	0,10—	0,10—	0,10—	0,10—
Zúzalékbevonás-vízellenállási vizsgálat	D 244	—	—	—	—	—	—
száraz zúz. % bev.		—	—	80+	80+	—	—
nedves zúz. % bev.		—	—	60+	60+	—	—
Cementkeverési vizsg. %		—	—	—	—	2—	2—
Részecsketöltés vizsg.	D 244	Pozitív	Pozitív	Pozitív	Pozitív	—	—
$P_H$	E 70	—	—	—	—	6,7—	6,7—
Desztillációs maradék, %	D 244	60+	65+	60+	65+	57+	57+
Olajpárlat az emulzió %-ában	D 244	3—	3—	20—	12—	—	—
<b>A maradék vizsgálata</b>							
Penetráció 25 C°-on	D 5	100—250	100—250	100—250	100—250	100—200	40—90
Oldhatóság széntetrakloridban, %	D 2042	97,0+	97,0+	97,0+	97,0+	97,0+	97,0+
Duktilitás 25 C°-on	D 113	40+	40+	40+	40+	40+	40+

Megjegyzés: Az eredeti előírás a vizsgálatok elvégzésének idejére és további körülményekre itt nem részletezett különböző előírásokat és ajánlásokat tartalmaz

Az 1. táblázat az amerikai Asphalt Institute kationos bitumenemulziókra vonatkozó előírásait tartalmazza.

#### A bitumenemulziók felhasználása

A különböző bitumenemulziókat főképpen útépitéshez használják, de az építőiparban, a korrózió elleni védelemben és a mezőgazdaságban is szívesen alkalmazzák.

Anélkül, hogy az egyes országok eltérő bitumenemulzió-felhasználásáról részletes tájékoztatást adnánk, ismertetjük az amerikai és a francia felhasználásra vonatkozó legjellegzetesebb adatokat. Európában az évi csaknem egymillió tonnát kitevő francia emulziógyártás a legjelentősebb. Az Egyesült Államok bitumenemulzió-gyártása több millió t évente. A gyártott mennyiségek százalékos arányát az egyes útépitési bitumen kötőanyagokhoz viszonyítva a 2. táblázat mutatja [23, 24].

2. táblázat

#### Az útépitéshez felhasznált bitumen kötőanyagfajták százalékos megoszlása (1966)

Bitumenfajta	Észak-Amerikai Egyesült Államok	Franciaország
Útépitési bitumen (meleg állapotban felh.)	66	49
Hígított bitumen	23	19
Bitumenemulzió	11	32
Összesen	100	100

Megjegyzés: A fenti egybevetés a bitumenemulzió gyártásához használt bitumen mennyiségét és nem a vizes bitumenemulziót tartalmazza.

Franciaországban az emulziós bitumen %-os felhasználása az átlag felett van, az Egyesült Államokban pedig átlagosnak vehető. Az említett országokban is főképpen kationos bitumenemulziót állítanak elő.

Hazánkban a meleg bitumen mellett a hígított bitumen volt a múltban az egyedüli kötőanyag, a jövőben azonban egyre növekedni fog a bitumenemulzió-felhasználás is.

A kationaktív bitumenemulzióknak az útépités és az útfenntartás terén való alkalmazását az alábbi legfontosabb előnyök indokolják:

- A kationaktív bitumenemulzióval nedves felületen és nedves zúzalékkal +5 C°-os hőmérsékletig is jó eredménnyel lehet dolgozni, és így az építési időszak meghosszabbítható.
- Elmaradnak azok a felmelegítési igények, amelyek nálunk még jelenleg is állandó nehézségeket okoznak a hígított bitumennel készült munkáknál. Az emulzióval melegítés nélkül +5 C°-ig nehézségmentesen meg lehet oldani a szükséges porlasztási és terítési feladatokat.
- A bitumenemulzió gyors törési ideje miatt az épített útszakaszok a munka befejezését követő rövid idő után átadhatók a forgalomnak. Nem következik be zúzalékpergés és egyéb károsodás, mint amilyen különösen kedvezőtlen idő esetén a hígított bitumenes munkáknál tapasztalható. Az elkészült emulziós útfelület utókezelésére, pl. zúzalék-visszahordásra stb. nincs szükség.
- A bitumenemulzióval készített útfelületek közlekedésbiztonsági szempontból is kedvezőbbek: kellően érdes felületet adnak.

A felsorolt alkalmazási lehetőségek figyelembevételével, pl. Franciaországban az útépités vonalán a bitumenemulzió 35%-át kátyúk feltöltéséhez, 35%-át stabilizációra, impregnálásra, 20%-át felületi kezelésekre és 10%-át tárolható keverékek készítéséhez, megerősítési munkákhoz használják fel. Angliában a legnagyobb mennyiség ragasztási célokat szolgál.

Magyarországon korábban kisebb mértékben gyártottak és használtak bitumenemulziót. A kationaktív bitumenemulzió-típus megjelenése és az útépitéshez való alkalmazása Magyarországra is serkentőleg hatott [25]. Az Útügyi Kutató Intézet (UKI) megbízása alapján a Budapesti Műszaki Egyetem Útépitési Tanszéke korábban e témában rendszeres laboratóriumi kísérleteket végzett, és e munkák során dolgozták ki a KATEMUL PT emulgátort, amelynek ipari gyártását az Egyesült Vegyiművek valósította meg [26]. Az UKI 1968-tól kezdve külön témát indított a KPM megbízása alapján a hazai bitumenemulzió-gyártás és -felhasználás kiépítésére. 1968-ban a Chemcial Építő-vegyianyagokat Gyártó Vállalat telepén kezdődött meg a kisebb mértékű ipari gyártás. Ugyanakkor az OMFB támogatásával Bodajkon 1 t/h kapacitású angol *Hurell*-kolloidmalmal alkalmazásával kísérleti üzem létesült, amely 1969-ben több mint 200 t kationaktív bitumenemulziót gyártott.

Az UKI irányításával az elmúlt években elsősorban a Székesfehérvári Közüti Igazgatóság területén végzett kísérletek igazolták a korábban jelzett előnyöket. Az UKI 1969. évi 3002/17 sz. témajelentése szerint a bitumenemulzió használata jelentős előrehaladást jelent a munkák technológiájának egyszerűsítése, a munkaerővel való takarékoság, a minőség javítása és a munkák fokozása szempontjából [27]. Az UKI 6001/7 sz. témájának keretében végzett további vizsgálatok alapján megállapították, hogy elsősorban a makadám-rendszerű aszfaltburkolatok érdesítésére hazánkban legalkalmasabb technológiai eljárás a bitumenemulzióval készült felületi bevonás [28].

Az elvégzett munkák alapján indokolt a külföldi példákhoz megfelelő 10 t/h kapacitású kolloidmalmok beszerzése és megfelelő termelőüzemek felállítása. Az ország különböző részeinek bitumenemulzióval való ellátását vagy az előállító kőolajipari vállalat, vagy pedig a KPM, ill. az ÉVM-vállalatok vagy igazgatóságok által létesítendő új üzemek felállításával lehetne gazdaságosan megoldani.

A kérdés jelentőségét nagymértékben alátámasztja az a körülmény, hogy a megváltozott bitumen-előállítási helyzet miatt alapvető fontosságú a romaskinói bitumen felhasználási lehetőségeinek megvizsgálása [29]. A baráti országok tapasztalatai szerint ugyanis a romaskinói hígított bitumen felhasználása kapcsán fokozottabb óvatosság indokolt az oldószer alkalmazásával összefüggő, ez ideig nem teljes mértékben kielégítő eredmények miatt. A bitumenemulzió gyártása és felhasználása terén ugyanakkor — elsősorban a lengyelországi tapasztalatok alapján — ilyen megfontolások nincsenek és a romaskinói bitumenemulzió gyártására kedvező eredménnyel használható fel.

1970 és 1971-ben a KPM Igazgatóságai jó eredménnyel használták fel a Chemical Vállalat romas-

kinói bitumenből gyártott emulzióját, és megfelelően érdes útfelületet tudtak előállítani.

Az eddig végzett eredményes hazai kísérletek indokolják újabb bitumenemulziót előállító üzemek létesítését, hogy e területen is biztosítsuk útépitési terveink korszerű megvalósítását.

## IRODALOM

- [1] Zakar P.: Bitumen zsebkönyv. Műsz. Könyvkiadó, Bp., 1961.
- [2] Becher P.: Emulziók. Műsz. Könyvkiadó, Bp., 1965.
- [3] Wolfram E.: Kolloidika. Jegyzet. Tankönyvkiadó, 1968.
- [4] Pfeiffer, J. Ph.: The properties of asphaltic bitumen. New York, 1950.
- [5] Letters, K.: Fettsäuren und Fettamine bei der Herstellung von Bitumen-Emulsionen. Fette, Seifen, Anstrichmittel 66 112 (1964).
- [6] Les Émulsions de bitume. Syndicat des Fabricants d'Émulsions Routières de Bitume, Paris, 1966.
- [7] Bituminous materials in road construction. Road Research Laboratory, HMSO, London, 1962.
- [8] Sauterey, R.—Mouton, Y.—Giger, J.—Ramond, G.: Influence de divers paramètres de fabrication sur la qualité des émulsions cationiques. B. de liaison des Laboratoires Routières No 30 119 (1968).
- [9] Ramond, G.: Propriétés générales des émulsions de bitume. B. de liaison des Laboratoires Routières No 30 157 (1968).
- [10] Strassen und Wegebau mit Bitumenemulsion. Fachverband der Kaltasphaltindustrie, Hamburg.
- [11] Hoiberg, A. J.: Bituminous materials: asphalt tars, and pitches Vol. II. Interscience, New York, 1965.
- [12] Bitumen emulsifications and blending. Hurrell G. C. — Prospektus.
- [13] Atomix—Turbo—Malaxeur. Corlay R. — Prospektus.
- [14] Ultrasonic sonolators — Sonic Eng. Co. — Prospektus.
- [15] Eventov, J. M.: Bitumenemulziók minőségének javítása akusztikai emulgálással (ford.). Avtomobil'nue Dorogi 31 1 p. 14 (1968).
- [16] Zakar P.: Asphalt, Chemical Publ. New York, 1971.
- [17] Cationics for roads. Pierrefitte — Aubry. Prospektus.
- [18] Cationic road emulsions. Armour Hess Chemicals. — Prospektus.
- [19] Emulgator EK 8 — TH. Goldschmidt A. G. — Prospektus.
- [20] Buócz T.—Zakar P.: A kationaktív bitumenemulziók minősége és vizsgálata. II. Budapesti Útügyi Konferencia 211 (1969).
- [21] Cahier des prescriptions communes des Marches de Travaux Publics: Fascicule N° 24, Fourniture de liants hydrocarbonés employés a la construction et a l'entretien des chaussées. Paris, 1966.
- [22] Asphalt handbook. The Asphalt Institute, Maryland, 1968.
- [23] Bitumen 30 26 (US Bureau of Mines).
- [24] Lang, M.: Évolution du marché et de la technique des liants bitumineux, R. Generale des Routes et des Aerodromes No 412—49 (1966).
- [25] Mózes Gy.—Major Gy.: Bitumenemulziók előállítása és felhasználása. 319. sz. MÁFKI kiadvány, 1965.
- [26] Buócz T.: Kationaktív bitumenemulziók előállítása és használata. Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei XI. 3—4. sz. 99 (1965).
- [27] Reznák L.: Útépitési zúzottkővek minősége. UKI 55. sz. kiadvány. 245 (1970).
- [28] Zakar P.: A bitumenemulzió előállítása, vizsgálata és felhasználása. UKI 55. sz. kiadvány 127 (1970).
- [29] Zakar P.: Új helyzet a bitumenellátásban. Útépités 2 8 p. 9 (1970).



# Gáztelep, -kút és -vezeték teljesítményegyenlete

PÁPAY JÓZSEF

A szerző mind elméletileg, mind pedig mérésekkel igazolja, hogy a gáztelepekre vonatkozó teljesítményegyenletek módosított formában mind a kútfejig, mind pedig a gyűjtőpontig kiterjeszthetők; ennek gyakorlati jelentőségét is tárgyalja.

Áramlástanai szempontból — még kizárólagosan gáztermelés esetén is — meglehetősen bonyolult módon határozható meg a telepen, a gázkútban és a felzíni vezetékben áramló gáz nyomásvesztése, azaz ennek az összefüggő rendszernek a jellemzése.

Jelentős számú szakkikk foglalkozik ezzel a problémakörrel. A szerzők ezekben a közleményekben külön-külön határozzák meg az áramlási egyenleteket a rendszer egyes részeire, azaz a telepre, a termelőcsőre és a gyűjtővezetékre.

Egyes szerzők a folyamatoknak megfelelően az áramlási egyenleteket egybeépítik, de úgy, hogy az így felírt összefüggés a részegységek (telep, kút, gázvezeték) minden paramétereit tartalmazza, ami meglehetősen komplikálttá teszi az egyenlet használatát. Ebben a formában nem állapíthatók meg ezen összefüggés alkalmazásának előnyei, és a szerzők úgy ezt nem is vizsgálják.

Heinemann Zoltán [5] termelés esetén a kompresszorozási költségek számítása és a kúttelepítés előrejelzése érdekében a teleptől a kútfejig vonatkozó paramétereket „kéttagú egyenlet” formájában összevonta (a gyűjtőrendszer nyomásvesztéseitől eltekintett), de az így kapott kéttagú összefüggés további előnyeit nem vizsgálta meg.

A paraméterek összevonása különböző formában [12, 13] viszont rendkívül leegyszerűsíti e komplikált rendszer áramlási egyenletét, ami a gyakorlati felhasználás lehetőségeit jelentősen kibővíti.

Ugyanúgy, mint a telepre, az egész rendszerre is két (kéttagú, hatványkitevős) formában [12, 13] írhatjuk fel a gáztelep, -kút és -vezeték teljesítményegyenletét, és ezt a következőkben bizonyítani is fogjuk. Ez pedig lehetővé teszi, hogy mindig a teljesítményegyenletnek azt az alakját használjuk, amely a gyakorlati alkalmazást megkönnyíti, ill. egyáltalán lehetővé teszi.

## A teljesítményegyenlet meghatározása

a) A telep áramlási egyenlete:

$$p_e^2 - p_{wb}^2 = \pm(AQ + BQ^2), \quad (1)$$

ahol

- $p_e$  az átlagos telepnomás, ata;
- $p_{wb}$  a talpnomás, ata;
- $Q$  az áramlási ütem,  $\text{nm}^3/\text{nap}$ ;
- $A$  az áramlási egyenlet együtthatója,  $\text{nap}/\text{nm}^3 \text{ ata}^2$ ;
- $B$  az áramlási egyenlet együtthatója,  $(\text{nap}/\text{nm}^3)^2 \text{ ata}^2$ .

(Az egyenlet jobb oldalán a pluszjel termelést, a mínuszjel besajtolást jelent.)

b) A nyomáscsökkenés a termelőcsőben az alábbi összefüggés segítségével számítható:

$$p_{wb}^2 - Fp_{wb}^2 = \pm DQ^2, \quad (2)$$

ahol

- $p_{wb}$  a kútfejnyomás, ata;
- $F_e = e^s$ ;
- $s = \frac{0,0683 \gamma_r H}{\bar{T}_w \bar{z}_w}$ ;
- $H$  a kútmélység, m;
- $\frac{\gamma_r}{\bar{T}_w}$  a relatív gázfajsúly (levegő fs. = 1,00); az átlagos kúthőmérséklet,  $\text{K}^\circ$ ;
- $\bar{z}$  az eltérési tényező a kút átlagos paramétereinél;
- $e = 2,718$ ;

$$D = \left( \frac{1}{3216} \right)^2 \frac{\gamma_r \bar{T}_w \bar{z}_w \lambda H}{d_t^5} \frac{e^s - 1}{s};$$

- $d_t$  a termelőcső belső átmérője, cm;
- $\lambda$  súrlódási tényező;
- $Q$  áramlási ütem,  $\text{nm}^3/\text{nap}$ ;

$$\lambda = \frac{0,009407}{\sqrt[3]{0,01 d}}$$

$d$  a cső belső átmérője, cm.

c) A gázvezeték egyenlete:

$$p_{wb}^2 - p_c^2 = \pm EQ^2, \quad (3)$$

ahol

- $p_c$  gáznyomás a gázvezeték végén (gyűjtő- vagy elosztóközpontban), ata;
- $Q$  áramlási ütem,  $\text{nm}^3/\text{nap}$ ;

$$E = 0,973 \cdot 10^{-7} \frac{\gamma_r \bar{z}_e \bar{T}_e \lambda L}{d_e^5};$$

- $\bar{z}_e$  eltérési tényező a kút átlagos paramétereinél;
- $\bar{T}_e$  az áramló gáz átlagos hőmérséklete,  $\text{K}^\circ$ ;
- $L$  a gázvezeték hossza, m;
- $d_e$  a vezeték belső átmérője, cm.

Az (1), (2) és (3) összefüggés összevonásából az alábbi egyenletet kapjuk:

$$p_e^2 - p_c^2 = \pm(AQ + B^x Q^2),^* \quad (4)$$

ahol

$$p_c^x = \sqrt{F} \cdot p_c,$$

$$B^x = B + D + FE.$$

\* E. D. Karlinszkij is javasolja a teljesítményegyenlet ezen alakjának használatát. [Gazovaja Promüslennoszt', 11. (1970); magyarországi megjelenése 1971. január 5.]

A (4) összefüggés alakilag teljes mértékben azonos az (1) egyenlettel. Mivel az (1) összefüggés az alábbi formába transzformálható:

$$Q = C[\pm(p_e^2 - p_{wh}^2)]^n, \quad (5)$$

így a telep, a kút és a vezeték teljesítményegyenletére is írhatjuk:

$$Q = C'[\pm(p_e^2 - p_c^2)]^{n'}, \quad (6)$$

ahol

- $n$  turbulenciatényező a telepre vonatkoztatva;
- $n'$  a telep, a kút és a felszíni vezeték turbulenciatényezője;
- $C$  a telep kapacitástényezője;
- $C'$  a telep, a kút és a felszíni vezeték kapacitástényezője.

A (4) és a (6) összefüggéseknek rendkívüli egyszerűségük mellett még további előnyük, hogy a (4) egyenlet

$$\frac{p_e^2 - p_c^2}{Q}$$

és a  $Q$ , illetve a (6) összefüggés a  $\log Q$  és  $\log(p_e^2 - p_c^2)$  koordináta-rendszerben egyenest ad.

Így 2 üzempont mérésével vagy számításával, a fentiekben bemutatott módon, egyértelműen jellemezhetjük ezt az áramlástanilag meglehetősen komplikált rendszert.

Az összefüggések általánosságát az ún. helyi ellenállások: csökkenő, keresztmetszet-változás, szelvény-szűkület (pl. karácsonyfa és szerelvényezés) stb. nem befolyásolja, mert ez esetben is a nyomások négyzetének különbsége (amely a szerelvényen bekövetkező veszteségre jellemző) egyenesen arányos a gáz mennyiségének a négyzetével (a gázmennyiség  $\text{nm}^3$ -ben értendő). A (4) egyenletben tehát a  $B^x$  a helyi ellenállások miatt még egy taggal bővül.

Tételezzük fel, hogy a gáztelep, a gázkút és a gyűjtőrendszer átlagos viselkedése az átlagkút adataival jellemezhető, ebben az esetben a fentiekben meghatározott teljesítményegyenlet a gáztermelés és -gyűjtés egész rendszerére kiterjeszhető:

$$q = k \left[ \frac{-A + \sqrt{A^2 \pm 4B^x(p_e^2 - p_c^2)}}{2B^x} \right], \quad (7)$$

illetve

$$q = kC'[\pm(p_e^2 - p_c^2)]^{n'} \quad (8)$$

attól függően, hogy a (4) vagy pedig a (6) összefüggést vesszük számításaink alapjául.

A (7) és (8) összefüggésben

$k$  a kút száma;

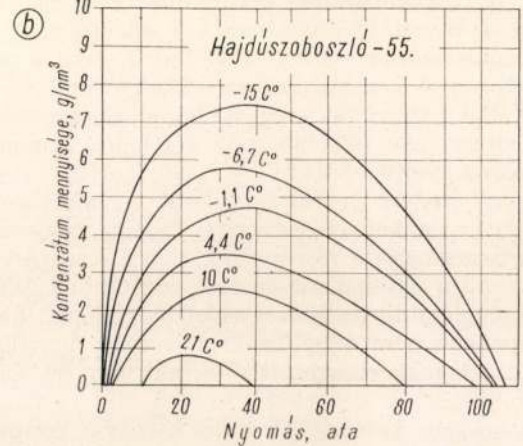
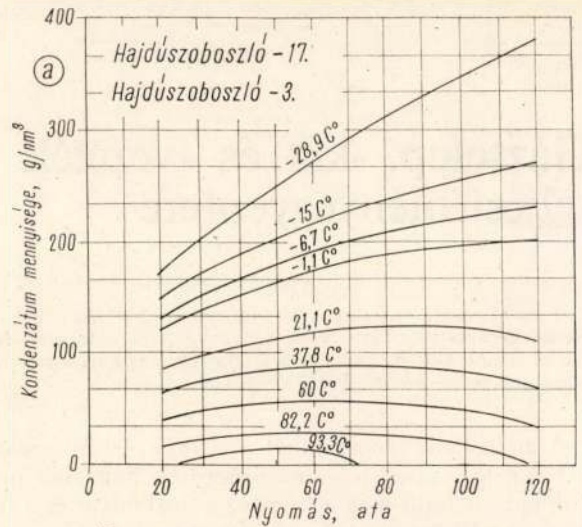
$q$  a termelt összes gáz mennyisége,  $\text{nm}^3/\text{nap}$ .

#### A teljesítményegyenlet igazolása méréssel

A (4) és a (6) összefüggés igazolására Hajdúszoboszlón végeztünk méréseket.

Mértük a statikus rétegyomást, áramlás közben a talpnyomást, a talphőmérsékletet, azonkívül a kútfejnnyomást, a kútfejhőmérsékletet, aztán a gyűjtővezeték (kútvezeték) végén a nyomást és a hőmérsékletet, továbbá a táblázatban feltüntetett szeparálási körülményeknél a termelt fluidumok mennyiségét.

A mérési eredményeket az 1. táblázat tartalmazza. Mind sovány, mind dús gázra végeztünk méréseket.



1. ábra

Dús és sovány gáz számításal meghatározott fázisviselkedése

E kétfajta gáz számításal meghatározott fázisviselkedését az 1. ábra szemlélteti. Látható, hogy dús gáz (1a ábra) esetében az áramlás a kétfázisú tartományban történik, míg sovány gáz (1b ábra) esetében az áramlaskor uralkodó nyomáson és hőmérsékleten szénhidrogén-kondenzáció nincs. Az egyensúlyi vízgőztelítettségéből származó kondenzvíz mennyisége elhanyagolható, az a rendszer bármely pontján diagramok alapján meghatározható. Az 1. táblázat tartalmazza a szeparátorparaméterek mellett leválasztott csapadék mennyiségét is.

A mérések megkezdése előtt a kútfejnél beépített ún. csoportos fűvóka valamennyi fűvókáját teljes szelvényre nyitottuk, és így itt hozamszabályozást nem végeztünk.

A hozamszabályozás a gyűjtőközpontban, a gázvezeték végére beépített tolózárral történt, különböző mértékű szelvény-szűkítéssel. A legnagyobb hozamnál a tolózár teljes keresztmetszete szabad volt, tehát szűkítés nem volt. Ebben az esetben a gáz mennyiségét a kútfejen beépített csoportos fűvóka (ahol is minden fűvóka nyitott volt) és a gyűjtőközponti nyomás (a mérés alatt állandó volt) szabályozta.

A 2. és a 3. ábra szemlélteti a rétegre, a kútfejre és a gázvezeték végpontjára vonatkozó teljesítményegyenleteket, attól függően, hogy a mérési eredmények értékelése a (4), vagy pedig a (6) összefüggés szerint történt.

### Hajdúszoboszló-17.

1. táblázat

Fűvóka- átmérő mm	Gáz nm <sup>3</sup> /nap	Folyadék m <sup>3</sup> /nap		Nyomások, att					Hőmérséklet, C°					Megjegyzés
		Csapadék	Víz	Talp	B. cső	Kútfej	Gázvezeték	Szeprátor	Talp	Kútfej	Gázvezeték	Szeprátor	Levegő	
8 + 10 + 12*	222 900	20,50	1,18	90,25	83	76,0	61	59	91	73	34,7	34	4,5	Perforáció: 1261—1275 m 1275—1285 m 1285—1289 m Termelőcső-átmérő: 3 1/2" Termelőcsőhossz: 1286,7 m Gyűjtővezeték-átmérő: 4" Gyűjtővezeték-hossz: 1850 m Statikus rétegnyomás: 99,68 att
1. szűkítés	188 600	21,72	1,26	91,76	84,5	78,7	69	61,9	92	72	34,6	32	10,5	
2. szűkítés	161 800	20,14	1,10	93,11	86	81,1	70	62	91,5	70	32,4	29	7,5	
3. szűkítés	129 100	18,31	0,73	94,40	87	83,4	80	60,2	92	68	31,8	25,5	4,5	
4. szűkítés	92 400	7,87	0,01	96,04	88,5	85	84	60	—	65	26,9	18,5	3	

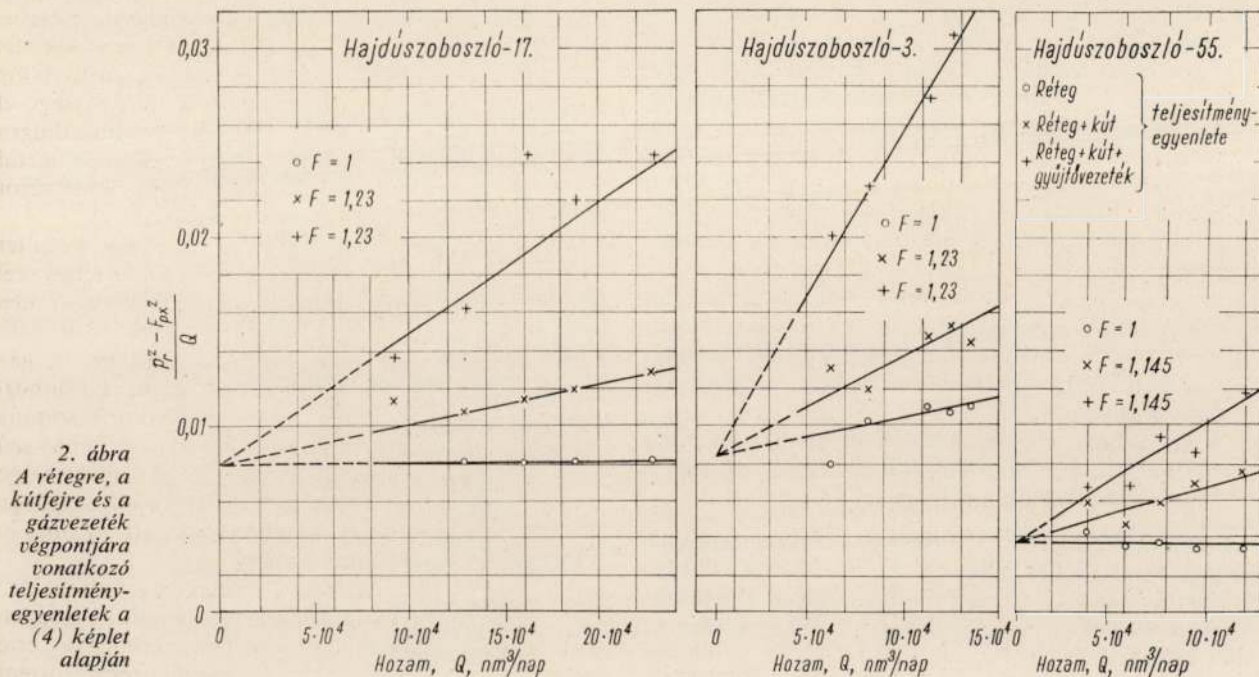
### Hajdúszoboszló-3.

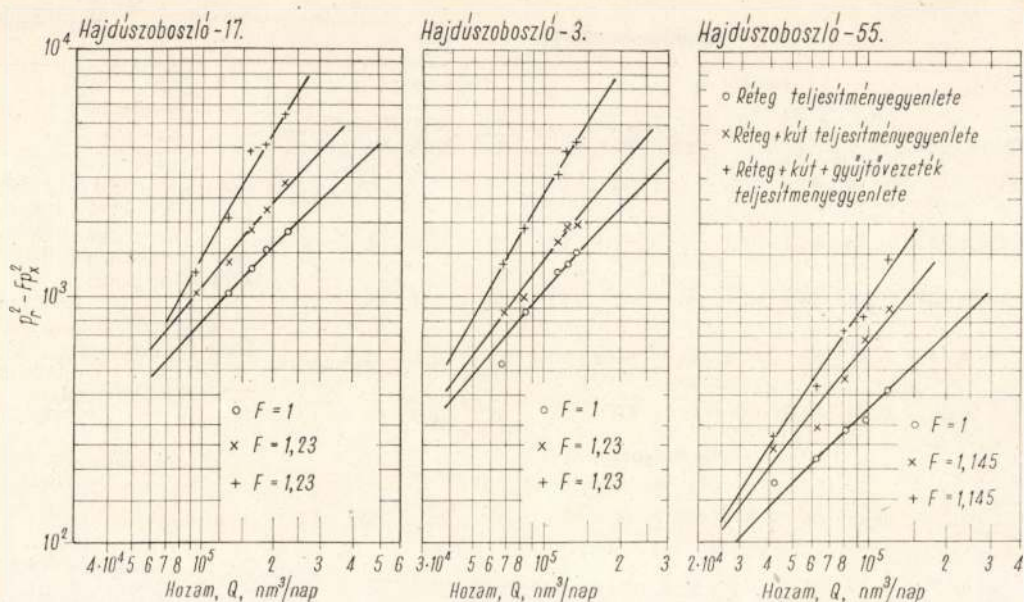
8 + 10*	136 100	11,63	0,768	90,43	80	79,1	66	64,5	90	69	28	27,5	12	Perforáció: 1242—1243 m 1245—1247,5 m 1249—1254 m 1255—1257 m 1278—1280,5 m Termelőcső-átmérő: 3 1/2" Termelőcsőhossz: 1290,5 m Gyűjtővezeték-átmérő: 4" Gyűjtővezeték-hossz: 1850 m Statikus rétegnyomás: 98,28 att
1. szűkítés	126 600	11,12	0,720	91,19	81,5	79,3	68,5	66	89,5	67,5	28,9	28	14	
2. szűkítés	113 600	12,27	0,389	91,77	82,5	80,6	73	65	90,5	67,0	25,3	22,5	4,5	
3. szűkítés	83 200	8,39	0,048	93,90	84	83,9	79,5	62,5	91	64	24,5	18,5	2	
4. szűkítés	65 700	3,06	0,048	95,60	85,5	84,5	82,3	63,5	91	62	22,6	16	10	

### Hajdúszoboszló-55.

8 + 10 12 + 14*	120 000	0	0,30	77,24	70	69,3	66	66,1	70	56	34	34	12	Perforáció: 922,5—925,5 m 928,5—932 m 933—935,5 m 939,5—942,5 m Termelőcső-átmérő: 2 7/8" Termelőcsőhossz: 948,5 m Gyűjtővezeték-átmérő: 3" Gyűjtővezeték-hossz: 800 m Statikus rétegnyomás: 79,88 att
1. szűkítés	97 200	0	0,25	77,88	71	70,7	69,7	67	70	56	31	30	10	
2. szűkítés	78 500	0	0,20	78,06	73	71,9	71	67	70	56	31	29	10	
3. szűkítés	62 800	0	0,29	78,50	74	72,9	72,1	66,2	70	55,5	30,4	29	12	
4. szűkítés	41 200	0	0,25	78,78	74	73,2	73,0	66	71	55	23,5	21	8	

\* Csoportos fűvóka méretei, mm





3. ábra  
A rétegre, a kútfejre és a gázvezeték végpontjára vonatkozó teljesítményegyenletek a (6) képlet alapján

A mérési eredményekből látható, hogy mind a (4), mind pedig a (6) összefüggés megfelelő pontosságú.

*A réteg, a kút és a gázvezeték teljesítményegyenletének felhasználási területei*

- A telepre, a kútfejre és a gázvezeték végpontjára külön-külön felírt egyenletek kitűnő lehetőséget nyújtanak egymás ellenőrzéséhez. Ugyanis mindhárom teljesítményegyenlet tengelymetszetének nagysága  $A$ , azaz  $Q=0$  esetén a teljesítményegyenletek egy pontban metszik egymást.
- Ha pl. kedvezőtlen terepviszonyok miatt a mérőberendezéssel a rétegre vonatkozó méréseket magán a gázkúton nem lehet elvégezni, akkor a gyűjtőközpontban, a kútvezeték végpontjára a teljesítményegyenletet minden nehézség nélkül meghatározható. Ez esetben a teljesítményegyenlet kéttagú formája alkalmazandó. Ebből viszont a telep áramlási egyenlete számítható. Az így meghatározott réteggjellemzőket a termelőcsőre és a gázvezetékre vonatkozó paraméterek pontatlansága terheli, igaz, hogy csak a kéttagú összefüggés  $B$ , azaz turbulenciátényezőjét, míg az  $A$  tényezőt ez a pontatlanság nem befolyásolja.
- A teljesítményegyenlet mindkét formája alkalmas a termelt gáz mennyiségének nyomásméréssel történő meghatározására, megfelelő pontosságú becslésre.
- A teljesítményegyenletek rendkívüli egyszerűségük miatt kiváló segítséget nyújtanak azon számítások elvégzéséhez, amelyek a gáztelep, a gyűjtőrendszer, a gázelőkészítés (termékleválasztás) optimalizálására irányulnak.
- A (8) számú teljesítményegyenlet segítségével igen egyszerűen meghatározhatjuk pl. egy földgáztelep vagy föld alatti gáztároló munkadiagramját.

Természetesen a munkadiagram csak a rendszer átlagos viselkedésére jellemző, de pl. föld alatti gáztárolásnál, ahol a termelési paraméterek rendkívül gyorsan változnak, nagy segítséget nyújthat az üzemi intézkedésekhez.

A munkadiagram a következő paraméterek között ad összefüggést:

**Termelő vagy tároló bázis**

Egész telepre vonatkozó termelési vagy besajtolási ütem  
Átlagos depresszió  
Átlagos rétegnyomás  
Gyűjtőpont vagy elosztópont átlagos nyomása  
Kútszám

**Egyedi kút**

Termelt vagy besajtolt gáz mennyisége  
Depresszió  
Rétegnyomás  
Gyűjtő- vagy elosztópont csatlakozó vezeték nyomása

*Egyértelműséghez szükséges adatok száma*

3	2
Egyéb információk	
Kompresszorozás szükségessége és nyomásfokozatok Összteljesítmény	
Földgáz-előkészítés technológiai vonatkozású paraméterei Összteljesítmény	

Gáztelep vagy gáztároló esetében, ha a táblázatban felsorolt öt paraméter közül három tetszőleges adatot ismerünk, akkor a két ismeretlen adat meghatározható. Egyedi kút esetében négy adatból kettőt kell ismernünk az egyértelműséghez.

A 4. ábra mutatja egy földgáztelep munkadiagramját, ha a relatív gázfajsúly 0,6; a termelőcső hossza 2000 m, átmérője 7,6 cm; a gázvezeték hossza 4000 m, átmérője 10 cm.

A 4. ábra 2 példát tartalmaz.

*Folytonos vonal*

Felvett adatok:

- depresszió 20 at;
- rétegnyomás 200 atai;
- termelt összmenyiség  $4 \cdot 10^6$  nm<sup>3</sup>/nap.

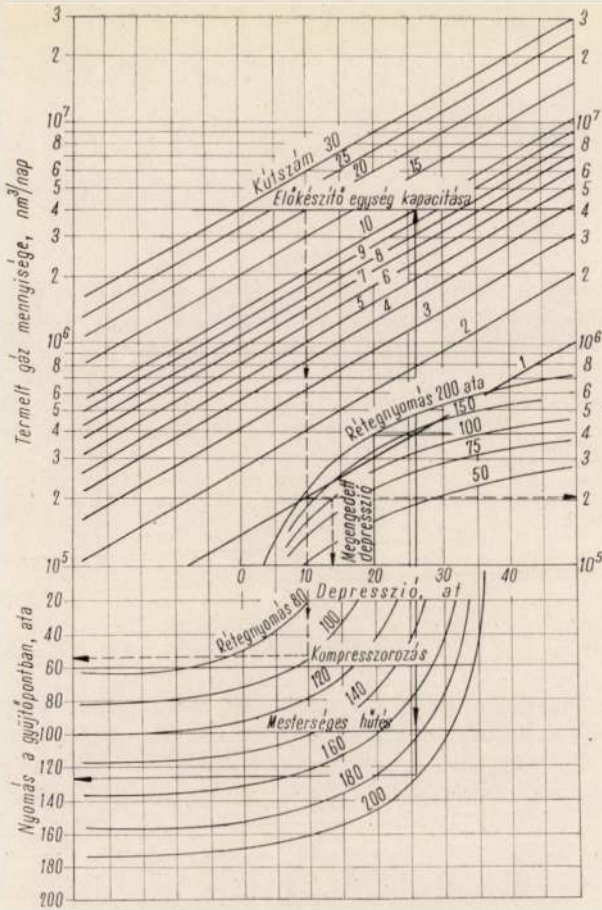
Meghatározott adatok:

- egy kút termelése  $4 \cdot 10^5$  nm<sup>3</sup>/nap;
- a gyűjtőközponti nyomás 127 at;
- kútszám 10;

Végezetül köszönöm mind a nagykanizsai mérőcsoporthoz, mind pedig a szolnoki Technológiai Főosztálynak, valamint a hajdúszoboszlói üzemvezetőségnek, hogy a méréseket elvégezték, és hogy minden segítséget megadtak a mérések zavartalan lebonyolításához.

IRODALOM

- [1] Aliev, Z. Sz.—Andreev, O. F.: Metodika raszceta osnovnyh pokazatelej pri proektirovanii razrabotki gazovuh mesztorozszenij. Gazovoe Delo 2 p. 6—8 (1970).
- [2] Demcsenko, A. V.: Utocsnenie nekotoryh parametrov razrabotki gazokondenzatnuh mesztorozszenij v period padajuscsej dobucsi. Gazovoe Delo 1 p. 7—12 (1968).
- [3] Gaculav, Sz. Sz.—Kanasuk, V. F.—Akimov, V. J.—Ljubcsenko, L. A.: Matematiceszkoe modelirovanie produktivnogo plaszta pri proektirovanii razrabotki gazovuh i gazokondenzatnuh mesztorozszenij. Gazovoe Delo 8 p. 10—14 (1968).
- [4] Galdaj, V. A.—Miklin, R. M.: O celeszoobraznoszti primenenija odnogo slejfa i bloka szeparacii dlja pakernuh szkvazsin acsaszkogo mesztorozszenija. Gazovaja Promislenosz't' 9 p. 1—4 (1969).
- [5] Heinemann Z.: Zárt gáztelepek leművelésének műszaki-gazdasági tervezése. Bányászati Lapok 5 p. 342—452 (1964).
- [6] Katz, D. L. és tsai: Handbook of natural gas engineering. McGraw Hill Book Co., London, 1959.
- [7] Katz, D. L.—Coats, K. H.: Underground storage of fluids. 1968.
- [8] Korotav, J. P.: Kompleksznaja razvedka i razrabotka gazovuh mesztorozszenij. Nedra, Moskva, 1968.
- [9] Manual of pressure testing of wells. Oklahoma City, 1962.
- [10] Miklin, R. M.: K voproszu o proektirovanii szovmesztnoj ékszpluatácii dvuh plasztov. Gazovoe Delo 2 p. 8—12 (1970).
- [11] Mirzadzszanzade, A. H.—Durmiszjan, A. G.—Kovalev, A. G.—Allahverdiev, T. A.: Razrabotka gazokondenzatnuh mesztorozszenij. Moskva, 1963.
- [12] Pápay J.: How does cushion gas determine technological, technical, economical parameters of underground gas storage. Milano, 1970 June. Scuola Enrico Mattei. (Final work for postgraduate diploma.)
- [13] Pápay J.: Párnagáz szerepe a föld alatti gáztárolásban. OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya tudományos vitaulése. Nagykanizsa, 1970. okt. 29—30.
- [14] Ratusnjah, N. Sz.: Proektirovanie razrabotki gazovuh i gazokondenzatnuh mesztorozszenij. Moskva, 1968.
- [15] Smüglja, P. T.—Basznev, K. Sz.: Oszobennoszti obrabotki dannuh iszpütanija gazovuh szkvazsin. Gazovaja Promislenosz't' 12 (1959).
- [16] Szidorenko, M. V.: Povüsenie nadezsnozsti gazosznbazsenija. Nedra, Moskva, 1968.
- [17] Theory and practice of testing of gas wells. Alberta, 1965 July.
- [18] Uszlovija optimal'noj rabotü podzemnuh gazohraniliscs, szodzavaemüh v vodonosznuh plasztah i racional'noe szootnoszenie aktivnogo i bufernogo gaza pri razlicsnüh rezsimah rabotü hraniliscs. Moskva, 1967.
- [19] Zotov, T. A.—Tverkovkin, Sz. M.: Gazogidrodinamicszkie metodü iszszledovanij gazovuh szkvazsin, Nedra, Moskva, 1970.



4. ábra Földgáztelep munkadiagramja

kompreszorozásra, mesterséges hűtésre nincs szükség (feltételeztük azt, hogy az előkészítés expanziós szeparálással történik).

Szaggatott vonal

Felvett adatok:

- termelt gázmennyiség  $4 \cdot 10^6$  nm<sup>3</sup>/nap;
- kútszám 20;
- egy kút termelése  $2 \cdot 10^5$  nm<sup>3</sup>/nap;
- rétegnyomás 100 ata.

Számított adatok:

- depresszió 14 at;
- gyűjtőponti nyomás 56 ata;
- kompreszorozásra és mesterséges hűtésre szükség van.

Föld alatti gáztároló esetében mind termelésre, mind besajtolásra kell munkadiagramot készíteni.

KÜLFÖLDI HÍREK

Északi-tengeri földgáz

A Conoco-National Coal Board konzorcium megegyezést kötött az angol Gas Council-lal, amelynek értelmében a Viking mezőről származó északi-tengeri földgáz bázisára 12,86 \$/1000 m<sup>3</sup>. A régebbi, a Leman Bank, Indefatigable és Hewett mezőkről származó földgázért a Gas Council 10,36 \$/1000 m<sup>3</sup> árat fizetett.

A gázszállítások 1972 októberében fognak évi 3 milliárd m<sup>3</sup>-

rel megindulni. Ez a mennyiség 1976-ig 6,5 milliárd m<sup>3</sup>-re emelkedik. A szállítást egy a Viking mezőt az angol parttal összekötő csővezeték szolgálja.

A brit offshore területen eddig bizonyított földgázkészletet 830 milliárd m<sup>3</sup>-re becsülik.

Europe Oil-Telegram, 1971. április 26.

K. A.

# Relatív áteresztőképességek üzemi alkalmazhatóságának vizsgálata

SZITTÁR ANTAL

A fázisáteresztő képességi arány és a telítettség közötti összefüggés tárolónkénti ismerete nélkülözhetetlen a víz- vagy gázkiszorításos művelési mechanizmusok tervezésénél. Hazai viszonylatban — több éves kutatótevékenység eredményeként — már rutinszerűen meghatározhatók laboratóriumban bármely tárolókörzet relatív áteresztőképesség-függvényei.

A fázisáteresztő képességek nagyságát és változását számos tényező befolyásolja; ezek hatása más laboratóriumi és más telepviszonyok között. Ha e tényezők szerepét nem ismerik fel, a laboratóriumban nyert adatok téves következtetéseket eredményezhetnek a telepbeli folyamatokról.

A tanulmány e tényezők közül a legfontosabbak hatásaival foglalkozik, és felhívja a figyelmet a mérési és tervezői munka közötti értelmező tevékenység szükségességére.

A termelési folyamatok számítása, az ipari vagyron becslése a tárolókörzetre meghatározott relatív áteresztőképesség tényőgörbéin és az ezekből értékelhető frakciósáramlás-függvényeken alapul.

A relatív áteresztőképesség függvényeit laboratóriumi viszonyokon határozzák meg. Ezen idealizált laboratóriumi viszonyok az esetek túlnyomó részében nem esnek egybe a tároló áramlástani és fizikai viszonyaival; azon paraméterek közül, melyek hatásukban jelentősen befolyásolják a relatív áteresztőképességet, a leglényegesebbek a következők:

- a nyomásgradiens vagy áramlási sebesség;
- a rétegheterogenitás (általában a rétegben heterogén, a laboratóriumban homogén viszonyok állnak fenn);
- a hőmérséklet [1];
- az olajösszetétel (aszfalt-, paraffin- és oldottgáz-tartalom a két rendszerben eltérő nagyságú);
- a határfelületi feszültség;
- a közetnedvesíthetőség.

A felsoroltak közül e tanulmányban a leglényegesebbekre, a nyomásgradiens és a heterogenitás hatására kívánjuk a figyelmet felhívni.

Ez idő szerint a hazai gyakorlatban a relatív áteresztőképességek mérési módszerei két csoportba sorolhatók.

1. Relatív áteresztőképességek mérése  *folyadék-folyadék*  fázispárookra. Az alkalmazott módszerrel a kapilláris véghatás eleve ki van zárva. Lehetőség van a kis mérési nyomások, kis nyomásgradiens alkalmazására.

2. Relatív áteresztőképesség mérése  *folyadék-gáz*  fázisokra. E módszereknél a kapilláris véghatás széles határok között érvényesülhet, ezért a mérések mérőtechnikai kell a hatás minimalizálása céljából. Egy bizonyos nyomásgradiens-határ alatt a fellépő hibák hatványozottan megnövekednek.

## A nyomásgradiens hatása

A vízzel történő olajkiszorításkor a vízfront mögötti olajfázis diszperz formában, mint mikroméretű gömböcskék, marad vissza a közet pórusaiban. Adott kö-

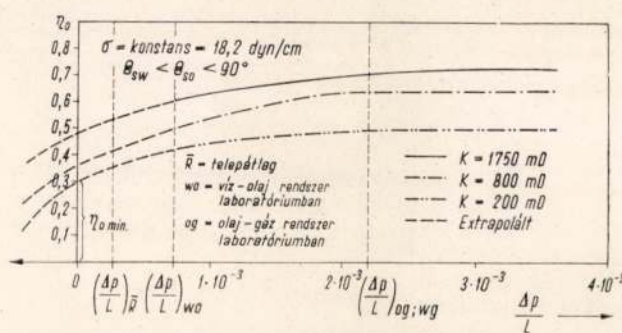
zetben a visszamaradt olajcsepp nagyságát a felületi és kiszorítóerők egyensúlya határozza meg [2]. A maradékolaj-telítettség tehát adott pórusgeometria és közetnedvesítés mellett a fajlagos kiszorító erőktől, a nyomásgradienstől és a határfelületi feszültségtől függ. A maradékolaj-telítettségre felírható a következő összefüggés:

$$S_{or} = \varphi \left( \frac{\Delta p}{L\sigma} \right)$$

vagy állandó határfelületi feszültség feltételezésével:

$$S_{or} = \varphi \left( \frac{\Delta p}{L} \right) \sigma.$$

Méréseket végeztünk különböző áteresztőképességű — az Algyő 2. rétegből származó — homokkőveken a fenti függvény tanulmányozása céljából. A függőségi viszony egyértelműen tapasztalható volt az 1. ábrán



1. ábra. A kiszorítási hatások változása a nyomásgradiens függvényében

láthatóak szerint. Hasonló jellegű függvények érvényesek olaj-gáz kiszorításoknál is, azonban a kapilláris tulajdonságok hatása közvetlenebb a maradékolaj-telítettségre.

Az ábrán láthatóan a különböző nyomásgradiensekhez különböző nagyságú kiszorítási hatások, ill. maradékolaj-telítettség tartozik. Víz-olaj fázis laboratóriumi méréseknél a nyomásgradiens ugyan nem túlzottan nagy, azonban a rétegtárolót itt is meghaladja. A laboratóriumi nyomásgradiens további csökkentése a mérési hiba és a vizsgálati idő túlzott megnövekedésével jár. Folyadék-gáz fázis méréseknél a nyomásgradiens szükségszerűen igen nagy, a víz-olaj rendszerű laboratóriumi és a rétegviszonyoknak megfelelő nyomásgradienseket nagyságrenddel meghaladja.

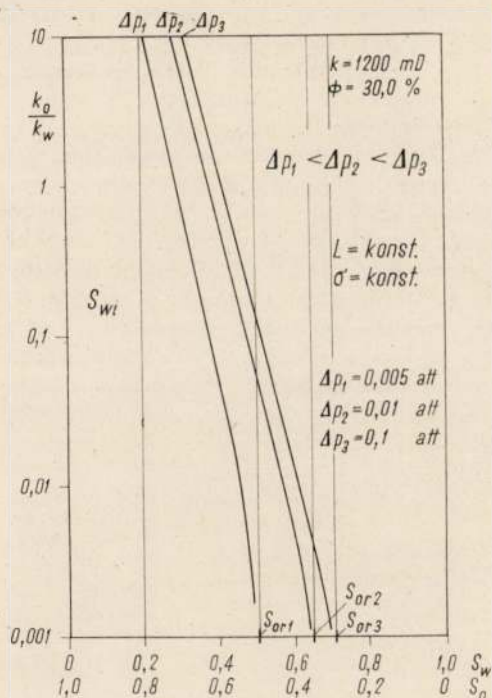
Az  $S_{or} = \varphi \left( \frac{\Delta p}{L} \right) \sigma$  függvények ismeretében különböző nagyságú, állandó nyomásgradiensek mellett végeztünk relatív áteresztőképességi méréseket víz-olaj kiszorításra, azonos helyről származó homokkőmin-

tákon. A relatív áteresztőképesség-viszony görbéi jól szemléltetik a nyomásgradienstől való függőségeket (2. ábra). A nyomásgradiens növekedésével a kétfázisú áramlás tartománya bővül, csökken a maradék-olaj-telítettség.

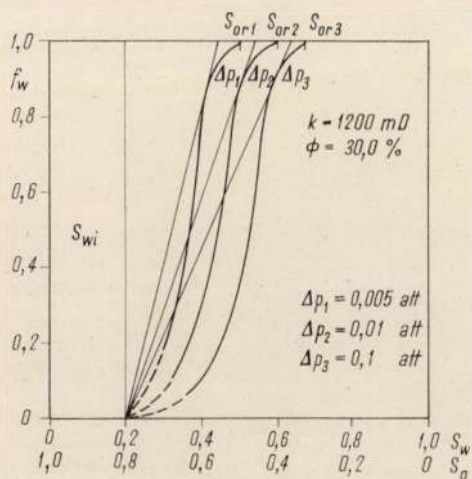
Még szemléletesebb különbséget mutatnak a frakciós áramlási görbék (3. ábra). A kiszorítási ütem növelésével a kétfázisú áramlás valamennyi paramétere megváltozik a kedvezőbb olajkihozatal felé. A frakciós áramlási görbéknek nemcsak az alakjuk, hanem végpontjaik is megváltoznak.

A rétegbeli és laboratóriumi nyomásgradiensek eltérése tehát a következőket eredményezi:

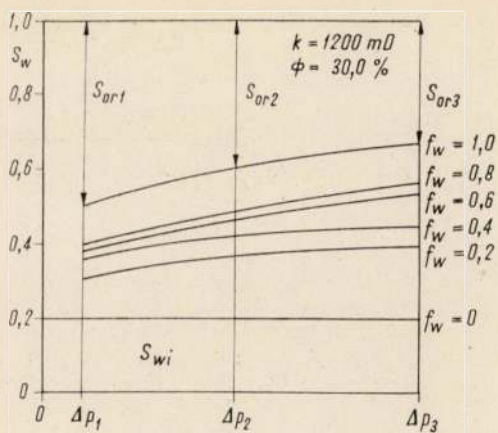
1. Laboratóriumi viszonyok mellett bármely fázis-párok mérésekor az olajkihozatal nagyobb, mint rétegvizonyokon.



2. ábra. A relatív áteresztőképesség-viszony görbéi a víztelítettség és a nyomásdepresszió függvényében



3. ábra. A víz frakciós áramlása különböző nyomásdepressziók mellett.



4. ábra. Kétfázisú  $f_w$ -függvények

2. Gáz-olaj rendszerű kiszorítás látszólag kedvezőbb olajkihozatalt eredményezhet, mint a vizes olajkiszorítás.

A kiszorító erőktől függő hatások felismerése felveti a laboratóriumi eredmények kritikai kezelésének szükségességét. A gyakorlatban hasznosítható eredmények elnyerésére két lehetőség kínálkozik:

1. A rétegvizonyok és folyamatok tökéletes lemodellezése a modellezés törvényszerűségeinek figyelembevételével.

2. A relatív permeabilitási függvények meghatározása több, függvényenként konstans  $\Delta p_i$  mellett.

Az első esetben az áramlási paraméterek ismeretében a tárolóbeli folyamatot kell pontosan lemásolni, vagy az arányosítási törvények alkalmazásával kell relatív egyenlővé tenni a laboratóriumi és rétegbeli viszonyokat. Ez esetenként járható út, azonban a mérési nehézségek mellett a kapott paraméterek csupán egyedi felhasználásra alkalmasak.

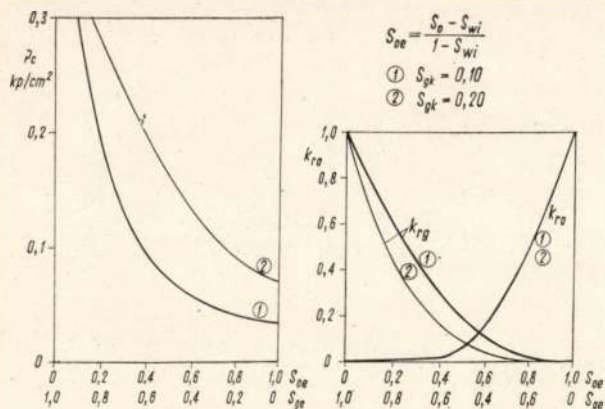
Az utóbbi esetben különböző nyomásgradiensekhez tartozó relatív áteresztőképesség-görbéket kell felvenni és ezeket tetszés szerinti görbeseregé lehet átértékelni. A 4. ábra egy sorozatmérés összefoglalását mutatja; a görbeseregéből a kívánt frakciós függvény előállítható.

### A heterogenitás hatása

A rétegbeli és laboratóriumi viszonyok közötti második jelentős eltérés a rétegbeli litológiai heterogenitás jelenlétéből ered. Litológiai heterogenitásnak a közetfizikai paraméterek térkoordináták szerinti változását nevezzük. A heterogenitás szintén nagymértékben befolyásolja a két vagy három fázis együttáramlásának paramétereit. A tároló vagy tárolóelem egészének fázisáteresztő képességi jellemzéséhez a tároló litológiai ismeretéből kell kiindulni. Egyszerűsítő feltevésekkel a heterogén tároló átlagos áramlási paraméterei meghatározhatók.

Tételezzünk fel két elemből álló tárolót, mely elemeknek — a heterogenitás leírásához szükséges — közetfizikai paramétereit az 5. ábra szemlélteti. A két különböző kifejlődésű homokkő a kapillárisnyomás-görbéknek és a relatív áteresztőképesség-függvényeknek keresztül jellemezhető. A közetfizikai elemekből két-fajta heterogenitású modell állítható össze:

1. soros és
2. párhuzamos összeállítás.



5. ábra. Két különböző homokkő kétfázisos paraméterei

A kétfajta kőzetfizikai elem térfogatos részvételi aránya szerint különböző mértékű heterogenitások valósíthatók meg (6. ábra) [3]. A heterogenitás mértékének számszerű nagyságát a két résztvevő elem százalékos aránya határozza meg. Az 5. ábrán ismertetett tárolóelem-paraméterekből a 6. ábrán láthatóan öt különböző mértékű heterogenitású összeállítást hoztunk létre a két alapkombinációk közül.

Az ún. eredő relatíváteresztőképesség-görbe képezhető az azonos kapilláris nyomásokhoz tartozó telítettségek és relatíváteresztőképességek súlyozott átlagából [4]: mindkét elem áteresztőképessége és telítettsége a térfogatarány mértéke szerint vesz részt a súlyozott átlagértékben.

Látható a 6. ábráról, hogy a hipotetikus magok relatíváteresztőképesség-görbéi akkor is eltérnek az egyedi mag ugyanezen görbéitől, ha azok egyenként azonosak. A II rétegelem telített marad olajban és akadályt támaszt a gáz áramlásával szemben akkor is, amikor az I elemben már kicsi az olajtelíttség és magas a gázáteresztő képesség.

A heterogenitásra tekintettel levő értelmezés lényeges eltérésekre mutat rá:

1. A kritikus gáztelíttség függ a heterogenitás fajtájából és mértékétől. Soros heterogenitásnál minél vékonyabb a tömített rész — A görbe —, annál nagyobb a kritikus gáztelíttség. Párhuzamos heterogenitásnál minél vékonyabb a laza elem — C görbe —, annál kisebb a kritikus gáztelíttség.

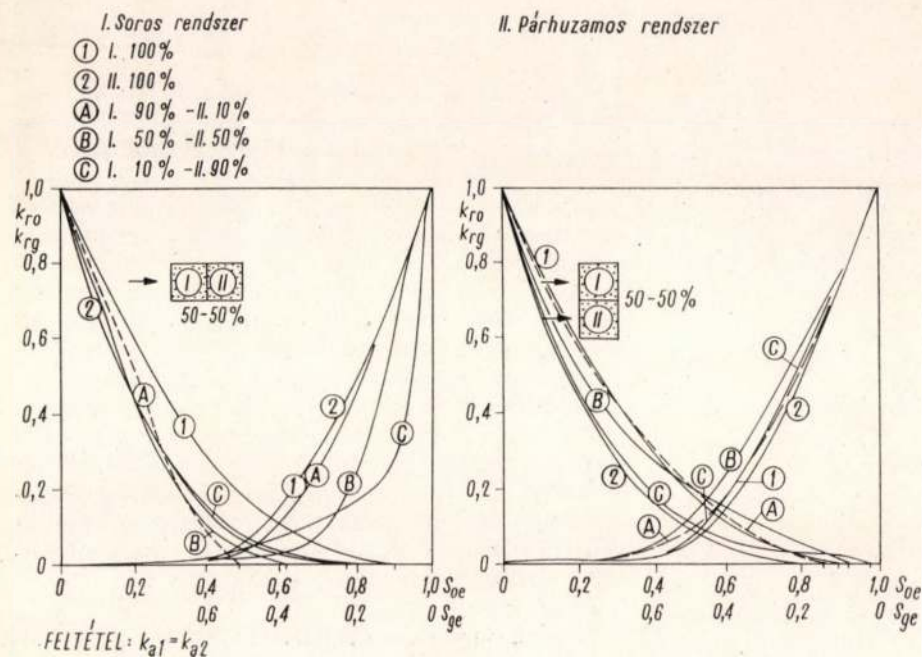
2. A relatív olajáteresztő képesség görbéi heterogén tárolóban különböznek még akkor is, ha az egyedi elemek ugyanezen görbéi azonosak is.

3. A párhuzamos heterogenitású hipotetikus modell relatív áteresztőképességének görbéi inflexiót mutatnak. Az inflexió annak a telíttségnek felel meg, amelynél először indul meg a tömöttebb kőzetben a gázáramlás. Az  $f_w = f(S_w)$  függvények az előzőek értelmében ugyancsak lehetnek inflexiók jellegűek. Az inflexió tényleges jelenlétét az Algyő-285. jelű kút maganyagán végzett mérések is igazolták. E magokon kimutatható volt a kőzet nagymértékű rétegződése.

A relatív áteresztőképességek alkalmazását feltétlenül előzze meg a tárolónak vagy kisebb egységének heterogenitási vizsgálata és megítélése. Természetesen a tároló heterogenitása a maga bonyolultságában nem ismerhető meg. A tároló heterogenitásának értékelésénél a réteget a legvalószínűbb egyszerű modellel kell helyettesíteni. Ha ismert a paraméterekutakban az áteresztőképesség-szelvény, egy egyszerű 2—3—4. fokú heterogenitás és annak eloszlása megállapítható. A heterogenitási tanulmány szorosan összefügg a fázis-áteresztőképesség-mérések értelmezésével; az egyedi függvényekből a tetszőleges eredő relatíváteresztőképesség-görbe előállítható. Az eredő vagy átlagos relatíváteresztőképesség-görbe magasabb fokon elégti ki a műveléstervezés igényeit.

### JELÖLÉSEK

$S_{or}$	maradékolaj-telíttség	törthányad
$\Delta p$	nyomásdepresszió	kg/cm <sup>2</sup>
$L$	maghossz	cm
$\sigma$	határfelületi feszültség	dyn/cm
$S_w$	víztelíttség	törthányad



6. ábra. A különböző mértékű és fajtájú heterogenitásokhoz tartozó relatív olajáteresztő képesség görbéi



$f_w$	a víz frakciós áramlása	törthányad
$p_c$	kapillaris nyomás	kp/cm <sup>2</sup>
$k_r$	relatív átteresztőképesség	törthányad
$S_{gk}$	kritikus gáztelítettség	törthányad
$S_{oe}$	effektív olajteltettség	törthányad
indexben:		
$o$	olaj	
$g$	gáz	
$w$	víz	
$R$	rezervoár.	

- [1] Davidson, L. B.: The effect of temperature on the permeability ratio of different fluid pairs in two-phase systems. J. Petr. Techn. 8. (1969).
- [2] Taber, I. I.: Dynamic and static forces required to remove a discontinuous oil phase from porous media containing both oil and water. Soc. Petr. Eng. J. March (1969).
- [3] Huppler, I. D.: Waterflood relative permeabilities in composite cores. J. Petr. Techn. 5. (1969).
- [4] Corey, A. T.—Hathiens, C. H.: Effect of stratification on relative permeability. J. Petr. Techn. 12 (1956).

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### A Hódmezővásárhely-I. (Hód-I.) jelű nagymélységű fúrás

Lapunk előző számaiban beszámoltuk a Dunántúlon mélyített nagymélységű fúrásokról.

Ezúttal az Alföldön mélyítés alatt álló nagymélységű paraméterfúrásról adunk tájékoztatást.

Az Alföld e vastag üledékekkel kitöltött medenceterületének kutatását az 1966—67. évben analóg módszerrel végzett részletes szizmikus mérések adatai, valamint a *Makó-I.* jelű felderítő kutatófúrás adatai indokolják.

*Célja:* Annak megállapítása, hogy milyen szerkezeti, rétegtani és kőolaj-földtani összefüggés van az ároktól keletre (Pusztaföldvár stb.) és nyugatra (Algyő, Ásotthalom stb.) már feltárt szénhidrogént tartalmazó magas rögvonulatok között, valamint adatszolgáltatás a szizmikus mérések értelmezéséhez.

A fúrás jelenleg felsőmiocén rétegekben halad. A fúrás folyamán 4950 m-től erős habosodást észleltek, ennek oka laboratóriumi vizsgálatok alapján a rétegből szivárgó gáz, amelynek 94,79%-a szénhidrogén.

A hazánkban mélyítendő nagymélységű fúrások közül ez az első kifejezetten nagymélységű paraméterfúrás, melynek tervezett mélysége 6000 m.

A fúrás mélyítését 1969. XI. 12-én kezdték, 36"-es szelvényben; a 28"-es iránycső beépítése után a fúrást 24"-es szelvényben folytatták tovább. A 18<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es beléscsőszlopot 684,6 m-ig építették be.

A 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvény mélyítése rétegnehezesség és műszaki baleset nélkül történt, majd 2003 m-es saruállással építették be a 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"-es beléscsőszakaszt.

A 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-es szelvény mélyítése a 2003—4001 m-es szakaszban fúrástechnológiai szempontból jóval bonyolultabb volt.

E szakasz mélyítését különösen a 3000 m-es mélység után gyakori szerszámtörések kísérték. A szerszámtöréseket a fúrócsövek vagy súlyosbítók kapcsolóiban fellépő törések okozták. A fúrólyukban maradt szerszámot minden esetben rövid idő alatt sikerült kimenteni.

1970. V. 9-én fejezték be a 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es beléscsőszakaszt beépítését 4001 m-ig.

A beléscsővezetés és -cementezés kisebb műszaki balesettől (beléscső-saru-átzakadás beépítés közben 2700 m-ben) eltekintve rendben folyt le; a cementpalást teteje a tervezettnél megfelelően 1865 m.

Az ezután következő 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es szelvény felső szakaszának mélyítése során már komoly műszaki balesetek jelentkeztek (fűrőgörgömentések, ismétlődő szerszámtörések), melyek közül az eddigi legsúlyosabb 4283,1 m-es talp mellett történt.

A fúrólyuktalp tisztításakor a szippantó, valamint több 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es fúrócső, összesen, mintegy 100 m hosszban a fúrólyukban maradt.

Többszöri sikertelen szerszámmelés után elhatározták a fúrólyukban maradt szerszám és szippantó elmarását.

E műveletet is fúrócsőtörésekkel kapcsolatos műszaki balesetek kísérték.

1970 novemberében elérték az eredeti 4283,1 m-es talpmélységet, majd a marást 4305 m-ig folytatták.

A műszaki baleset felszámolása összesen 115 napot vett igénybe.

A fúrólyuk további mélyítését először 8<sup>3</sup>/<sub>8</sub>"-es görgős fúróval végezték, majd 4334 m-től kezdődően 8<sup>5</sup>/<sub>16</sub>"-es gyémántfúróval fúrtak.

A 4334—4611 m-es lyukszakaszt gyémántfúróval 1,36 m/h átlagos sebességgel mélyítették.

A fúrólyuk mélyítését a továbbiakban is szerszámfelülések és megszorulások kísérték.

1971. április 18-án elérték az 5405 m-es talpmélységet, túlszárnyalva ezzel a *Lovászi-II.* mélyfúrás hazai mélységrekordját. Az 5418 m-es talpmélységnél hőmérsékletmérést végeztek, melynek során 29 órai nyugalmi állapot után 191 C°-os statikus hőmérsékletet mértek. A fúrólyuk jelenlegi (1971. május 31-i) talpmélysége 5426 m.

Budapest, 1971. június hó

Takács Erzsébet

okl. geológus

(OKGT, Budapest)

Árpási Miklós

okl. olajmérnök

(OGIL, Budapest)

## KÜLFÖLDI HÍREK

### A világ legnagyobb földgáz-cseppfolyósító üzeme

A világ legnagyobb kapacitású földgáz-cseppfolyósító üzeme épül meg Arzewben (Algéria). A vonatkozó 300 millió \$-os szerződés április 26-án jött létre az algériai állami Sonatrach és az amerikai El Paso Natural Gas vállalatok között. A 10 milliárd m<sup>3</sup>/év kapacitású üzem építését 1972-ben kezdik meg, és az építés idejét 4 évre tervezik.

Erdöl-Dienst, 1971. május 1.

### Transzalaszkai kőolajvezeték

Az USA illetékes államtitkára úgy nyilatkozott, hogy szeptember közepéig meghozza a tervezett mintegy 1300 km-es transzalaszkai kőolajvezeték megépítésére vonatkozó döntést.

A csővezeték megépítéséről hosszabb ideje vita folyik a kőolajipari szakemberek és az alaszakai lakosság között, akik a környeztet szennyeződésétől tartanak.

The Financial Times, 1971. május 1.

B. B.

# Folyadékeróziós jelenségek vizsgálata a szanki gáztermelő rendszerben

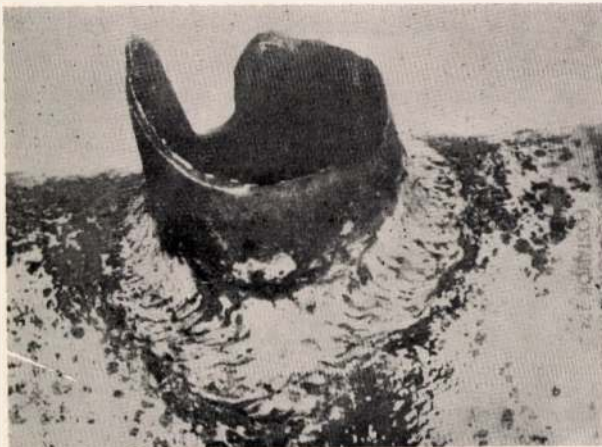
CSÁKÓ DÉNES—  
VARGA ISTVÁN

*A szanki mezőben 1969-ben bekövetkezett műszaki baleset felhívta figyelmünket a folyadékeróziós és -korróziós hatások alaposabb vizsgálatára. A balesetet követő műszaki vizsgálatok egyértelműen intenzív folyadékeróziós jelenségekre utaltak. A tanulmány, műszaki paraméterek és azok összefüggései alapján, áramlási sebességváltozásokat mutat be, majd javaslatot tesz a mezőben optimális sebességértékekre. Befejezésül összefoglalja a jövőben megoldandó feladatokat.*

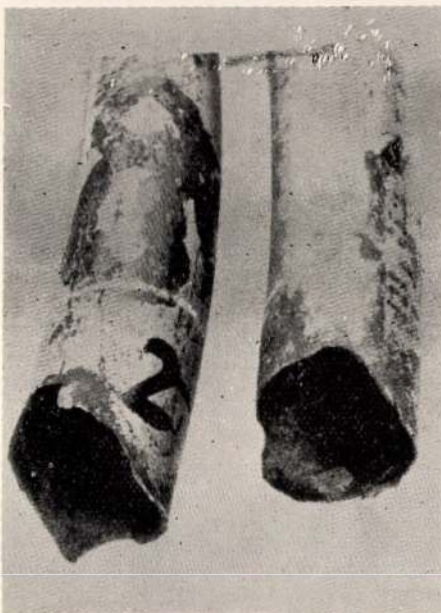
1969. december 21-én a szanki mezőben az Szk-24. jelű gázkút körzetében a 2"-es beépített líra a belső túlnyomás hatására felrobbant, majd további szerelvénytörések következtében olyan nagymértékű reaktív erőhatások léptek fel, amelyek a kút teljes zárószerelvényét letörték.

Az 1. ábrán [a), b), c), d)] fényképfelvételeken mutatjuk be ezen műszaki baleset következményeit, a megsérült csőszakaszokat. Jól érzékelhető a felvételekből: rendkívül nagy reaktív-aktív erőhatásoknak kellett fellépniük ahhoz, hogy ilyen komoly rongálódásokat idézzenek elő. Az ezt követő vizsgálatok többek között felvetették a korróziós hatások mellett a folyadékeróziós jelenségek hatásmechanizmusának tisztázási igényét is, azon túlmenően, hogy a tényleges szakadás-törés bekövetkezése után fellépő reaktív erőhatásokat vizsgáljunk. Szükség volt erre azért is, mivel ezen reaktív erőhatások csak mintegy szekunder kísérőjelenségként léptek fel és éppen az ezt előidéző, kiváltók szorult tisztázásra.

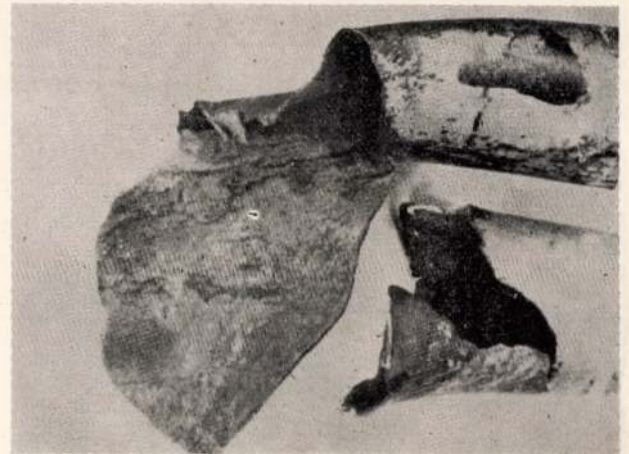
A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológia Tanszékét kértük fel anyagszakértői vizsgálatok elvégzésére; ezekhez a meghibásodott csőszakaszok — áramlási szempontból — kritikus-



a)



b)



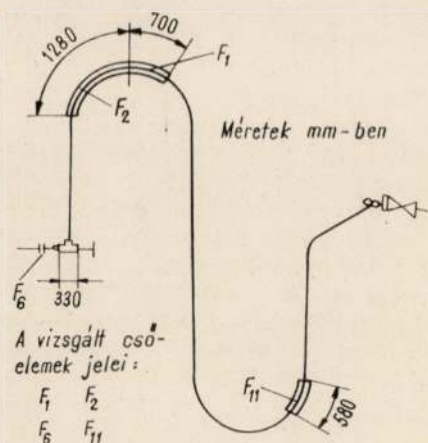
c)



d)

1. ábra

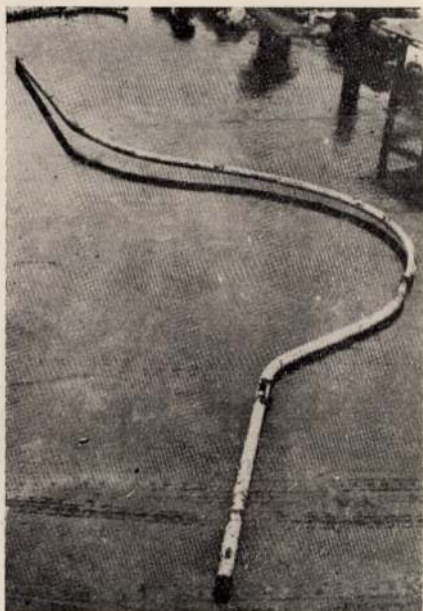
nak minősített helyéről kivágott mintadarabokat küldtünk be. A 2. ábrán mutatjuk be a meghibásodott csőszakasz elrendezési rajzát, bejelölve azon a vizsgálátra kiválasztott csőelemek helyét.



2. ábra. Az Szk-24. jelű kút elrendezési terve

A 3. ábrán látható a csőelemek egymás utáni elhelyezkedése törés-szakadás után rekonstruálva. Az egyetemi szakvélemény alapján az anyag kémiai-mechanikai tulajdonságai, valamint a hegesztések minősége megfelelőnek bizonyultak, és a törés-szakadás elsődleges okaként nem gyártási vagy anyaghibát kell figyelembe venni, hanem korrózió miatti erős falvastagság-csökkenést.

Figyelembe véve a korróziósebesség laboratóriumi úton meghatározott értékeit, megállapítható, hogy a korróziósebesség a legaktívabb korróziós hatásnak kitett helyeken sem haladja meg a 0,18–0,21 mm/év értékeket. Ez a sebességérték önmagában nem indokolja a csőfalnak a gyakorlatban észlelt jelentős mértékű elvékonyodását, joggal kell tehát feltételezni egyéb olyan hatások fellépését is a korrózió mellett, amelyek nagymértékben hozzájárulhatnak adott esetben a csőfal elvékonyodásához.

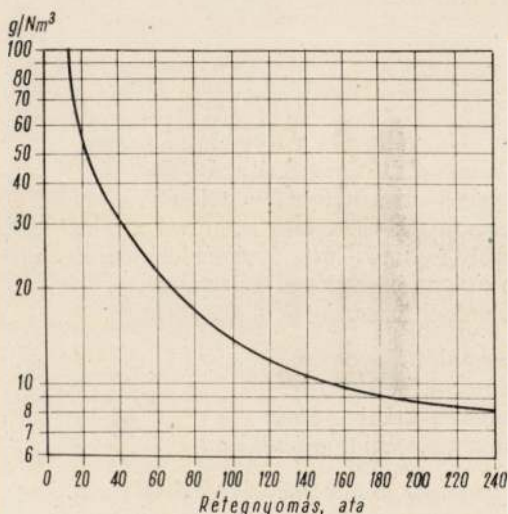


3. ábra

Ez a hatás — figyelembe véve a termelt gáz minőségét — egyértelműen folyadékeroziós hatás kell hogy legyen, mivel az esetleges homokeróziós lehetőségeket egyrészt a tárolóközet minősége, másrészt a felszíni szemrevételezéssel ellenőrzött szakaszokon tapasztalt egyenletes fűvókakopások miatt el kell vetni.

Rendkívül nehéz feladat az áramlási sebességekkel összefüggő, eroziós hatások pontos tisztázása ott, ahol folyadék van, és ahol ez a hatás belső korróziós jelenségekkel is párosul. E tárgy körben a rendelkezésre álló irodalmi adatok és források igen szegények, alig-alig adnak valamiféle támpontot. Megállapításainkat kizárólag a szanki gázsapkára mélyített termelőkutakra vonatkozóan adjuk meg. Fentiek alapján megállapításaink és következtetéseink nem tekintethetők véglegeseknek és kizárólagosoknak, szükséges azok igazolására további gyakorlati mérési eredményekkel alátámasztott adatokat gyűjteni.

A szanki mező gázsapkája retrográd kondenzációs telepként fogható fel. Ezért szükséges a kondenzátumkiválás kérdésének tisztázásához a harmatpontos retrográd gázsapka vízgőztartalmának rétegbeli alakulását is megvizsgálni. Ezt a 4. ábrán mutatjuk be,



4. ábra. A gáz telítettségi vízgőztartalmának alakulása a rétegben, a rétegnyomás függvényében

felhasználva a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) erre vonatkozó mérési eredményeit, illetve számításait.

Az ábrából leolvasható, hogy a jelenlegi rétegnyomásértékek mellett (figyelembe véve az előzetes művelési tervet) kb. 9 g/nm<sup>3</sup> vízgőztartalommal lehet számolni a gáztermelés, -gyűjtés és -feldolgozás során.

Ezen számított érték jól egyezik a tényleges mért termelési adatokkal:

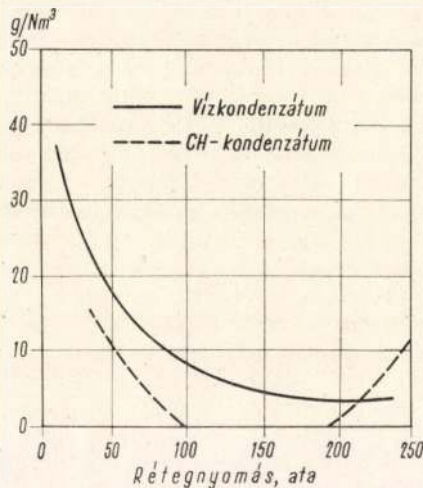
— előszeparátorban leváló víz	8,5—10,5 l/egnm <sup>3</sup> ,
— expanziós szeparátoron (ill. a folyadéksztérválasztó edényben) leváló víz	1,2—1,3 l/egnm <sup>3</sup> ,
összesen	9,7—11,8 l/egnm <sup>3</sup> ,

figyelembe véve természetesen az adott esetre érvényes szeparálási viszonyokat.

A vizsgálat szempontjából elsődleges jelentőségű a kútfejen meglévő csapadéktartalom, mivel a jelen-

tős számú irányváltozás következtében itt lehet a legnagyobb mértékű a folyadékeroziós hatás.

Ezért szükséges tisztázni a termelőcsőben várható fázisviszonyok alakulását, melyet az 5. ábrán mutatunk be.



5. ábra. A termelőcsőben termelés közben kivált víz és szénhidrogén-kondenzátum

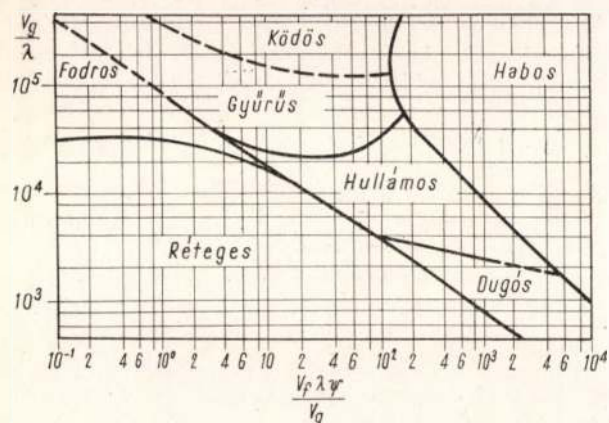
Az ábrából meghatározható, hogy a jelenlegi 98—156 att termelőcsőnyomás-értékek mellett kb. 3 g/nm<sup>3</sup> víz válhat ki a termelőcsőben, és kondenzátumkiválással még nem kell számolni.

Lényeges a kútkörzetbe telepített fúvóka utáni üzemi viszonyok vizsgálata is, mivel a jelentősen alacsonyabb nyomás- és hőmérsékletértékek miatt nagyobb csapadékkiválással kell számolni.

A jelenlegi üzemi adatok a következők:

- termelőcsőnyomás 98—156 att,
- kútfej-hőmérséklet 40—85 °C,
- fúvóka utáni nyomás 69—100 att,
- fúvóka utáni hőmérséklet 35—70 °C.

A kondenzáció mértékének meghatározásához a két szélső értéket alapul véve a fúvóka utáni rendszerben, a kútkörzetben 35—90 g/nm<sup>3</sup> kondenzátumkiválással kell számolni, amely vegyes fázisú áramlási rendszerben jut a gázüzemi gyűjtőfejsőre, illetőleg a földgázüzembe.



6. ábra. Áramlási rendszer-tartományok (Holmes—Baker után)

A termelővezetéken kialakuló áramlási rendszer milyensége is döntő befolyású lehet a folyadékerozió szempontjából. A lehetséges vegyes fázisú áramlási rendszerek kialakulását, illetőleg az ezekhez tartozó paramétereket a 6. ábrán mutatjuk be.

Megállapítható az ábrából, hogy a meglévő átlagos üzemi paraméterek mellett a termelővezetéken ködös áramlás alakul ki.

Folyadékerozió szempontjából — műszaki megfontolások alapján — kétségkívül ez a legveszélyesebb áramlási tartomány, mivel a nagy sebességű gáz által viszonylag egyenletesen sodort folyadékcseppek erodáló hatása ütközéskor igen nagy lehet.

Ahhoz, hogy a tárggyal kapcsolatosan használható következtetéseket, megállapításokat tehesünk, indokolt megvizsgálni a tényleges üzemi viszonyok mellett kialakult és a megfontolások, valamint irodalmi adatok alapján ajánlott áramlási sebességtérteket.

#### Ténylegesen kialakuló áramlási sebességek

Vizsgálatunkhoz az eddigi üzemi gyakorlatban előforduló alábbi két szélső megcsapolási ütemet vettük alapul:

$$Q_{\max} = 12\,000 \text{ gnm}^3/\text{h, illetve}$$

$$Q_{\min} = 5\,000 \text{ gnm}^3/\text{h.}$$

Ezen értékek jól használhatók a későbbi leművelési időszakokban is, mivel az általuk közrefogott tartományban fognak a kutak üzemelni.

A kútkörzetekben az eredetileg kiépített 2"-es lírákra számoltuk ki az áramlási sebességeket, mivel a rendszeren ez a méret a legkisebb, tehát a legnagyobb sebességek is itt alakulhatnak ki.

A számítási eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

Nyomás a fúvóka után att	Hőmérséklet a fúvóka után °C	Megcsapolási ütem gnm <sup>3</sup> /h	Áramlási sebesség m/s
100	35	12 000	17,6
100	70	12 000	19,6
100	35	5 000	7,3
70	70	12 000	28,9
70	35	5 000	10,7

A számításához figyelembe vett líraméret:  $\varnothing = 60,3 \times 5,55 \text{ mm}$ .

A fenti adatok figyelembevételével megállapítható, hogy a beépített 2"-es lírákon igen jelentős áramlási sebességek alakultak ki, amelyek a ködös áramlás mellett kifejtették folyadékeroziós hatást.

#### Megfontolások az áramlási sebességekkel kapcsolatban:

Tekintettel arra, hogy gyakorlati mérési adatok és a tervezéshez felhasználható irodalmi utalások e témakörben csak igen hézagosak, a következőkben néhány — véleményünk szerint alkalmazható — szempontot foglalunk össze.

Elméletileg kívánatos lenne, hogy egy adott gázmező teljes leművelési ideje alatt állandó áramlási sebességeket biztosítsunk.

Figyelembe véve azonban azt, hogy a gázmezők leművelése során a rétegyomás — és ennek függvényében az adott vezetéknyomás — értéke csökken, az állandó sebességek csak változó csőátmérőkkel érhetők el. Ezt a megoldást műszakilag és gazdaságilag el kell vetni, helyette célszerűbb eleve nagyobb átmérőjű vezetékkel megépíteni, ami a művelés későbbi fázisában is megfelelő áramlási sebességeket tesz lehetővé.

Az OLAJTERV és az NKFV 1970. IV. 6-án közös megbeszélésen részletesen vizsgálta a végleges kútkörzetek kialakítási elveivel kapcsolatosan az áramlási sebességek kérdését.

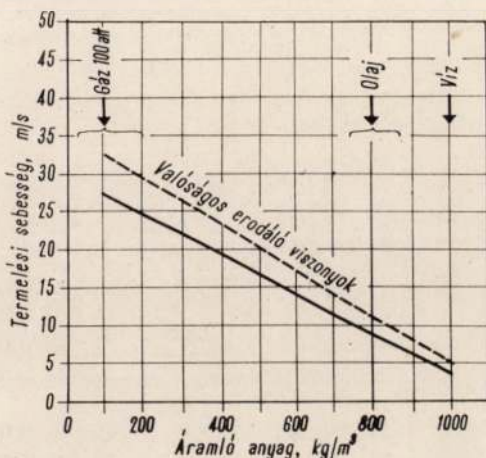
Ezen a megbeszélésen számításokat is végeztek a folyadékeroziós és korróziós hatások szempontjából is optimális és biztonságos áramlási sebességértékek nagyságrendjére. Ezek a számítási értékek a következők:

$Q = 200\ 000\ \text{g m}^3/\text{nap}$  max. hazai megcsapolási ütem mellett

	$p = 120\ \text{att}$	$p = 90\ \text{att}$	$p = 62\ \text{att}$
3"-es cső	3,9 m/s	5,2 m/s	9,0 m/s
4"-es cső	2,5 m/s	3,3 m/s	5,8 m/s

Ezen adatok figyelembevételével egyértelműen megállapíthatók voltak az alábbiak:

- A kútkörzetekben, termelővezetékhez a 2"-es csőméretek alkalmazását kerülni kell.
- Ilyen tervezésekhez célszerű a kb. 4 m/s átlagos áramlási sebességértéket alapul venni. (Megjegyezzük, hogy Szank, Hajdúszoboszló és Kardoskút végleges kútkörzeteihez már ezen szempont figyelembevételével történt a tervezés!) Természetesen ez az itt javasolt érték elsősorban hazai gyakorlati tapasztalati adatok, illetve külföldi szűkszavú empirikus összefüggések alapján volt meghatározható, mivel ennek a jelenségnek egzakt matematikai megfogása mai ismeretek szerint lehetetlen.
- Különösen indokolt a viszonylag kis áramlási sebességértékekre való törekvés a rendszerben lévő ívek, könyökök, szelvényszűkületek és különféle irányváltozások szempontjából is.



7. ábra. Kritikus eróziós sebességadatokat könyököknél

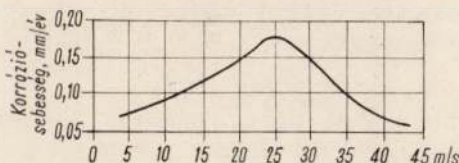
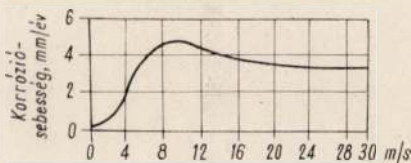
Ez utóbbi megállapításunk bizonyításaképpen csatoljuk a 7. ábrát, ahol folyamatos vonallal a számított, szaggatott vonallal a ténylegesen mért eróziós értékek határgörbéje van feltüntetve az áramló közeg faj-súlyának ismeretében, ill. függvényében.

Az ábra könyökökre és ívekre vonatkozóan ad jó, gyakorlatilag használható értékeket.

Az ábrából látható, hogy a fajsúlynövekedés (gáz, kétfázisú rendszer, folyadék) függvényében csökken az az áramlási sebesség, amelynél még eróziós hatások nem lépnek fel.

#### A korróziós sebesség és a kétfázisú rendszer áramlási sebessége közötti empirikus összefüggések

Mint említettük, a vonatkozó irodalmi utalások hézagosak. Csak az utóbbi időkben került előtérbe nemzetközi szinten is ennek a problémakörnek a részletesebb vizsgálata. Tekintettel arra, hogy ezen komplex jelenségek leírásához szükséges rendkívül sok, gyakran nehezen mérhető változó (nyomás, hőmérséklet, áramlási sebesség, áramlási rendszer, áramló közeg összetétele, csőanyag, csőfelület minősége, korrózió fajtája stb.) matematikai úton történő figyelembevétele nincs megoldva, nemzetközi szinten is csak empirikus úton kísérelték meg a jelenség leírását. Ezen leírások is csak adott feltételek mellett tekint-



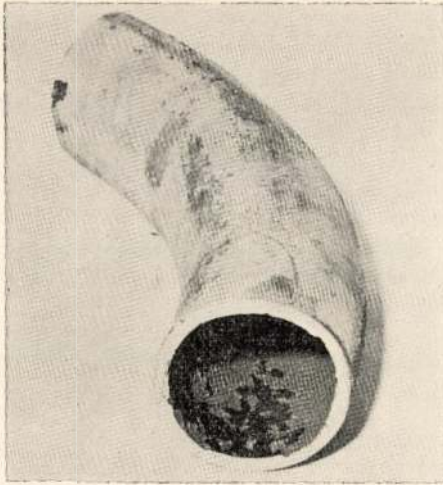
8. ábra. Gázkondenzátum-rendszer áramlási sebessége  
 Felső ábra  $Q_{\text{gáz}} = 400\text{--}500\ \text{em}^3/\text{nap}$ ;  $Q_{\text{kondenz}} = 11\text{--}13\ \text{m}^3/\text{nap}$ ;  
 $Q_{\text{víz}} = 455\ \text{m}^3/\text{nap}$ ;  $p = 100\text{--}102\ \text{att}$ ;  $t = 70\text{--}85\ \text{C}^\circ$   
 Korrozív közeg:  $\text{CO}_2 = 4,3\ \text{tf}\%$ ;  $\text{Cl} = 0,03\ \text{mg/l}$  víz  
 Alsó ábra  $Q_{\text{gáz}} = 180\text{--}200\ \text{em}^3/\text{nap}$ ;  $Q_{\text{víz}} = 380\ \text{l}/\text{nap}$ ;  
 $p = 26\text{--}27\ \text{att}$ ;  $t = 51\text{--}53\ \text{C}^\circ$ ;  
 Korrozív közeg:  $\text{CO}_2 = 0,7\text{--}0,9\ \text{tf}\%$ ;  $\text{Cl} = 88\text{--}105\ \text{mg/l}$  víz

hetők egyértelműen használhatóknak rendkívül nehézkes és hosszan tartó kísérletsorozatok eredményeinek felhasználásával.

Ilyen empirikusan meghatározott összefüggést mutatunk be a 8. ábrán két különböző feltétel mellett. Mindkét esetben jól látható, hogy a 4 m/s áramlási sebességérték az üzembiztonság vonatkozásában még megfelelő eredményt ad, jóllehet a paraméterek Szankon nem azonosak, de a tendencia elvithatatlán.

Egyértelműen megállapíthatjuk a következőket:

A folyadékeroziós jelenségeknek különösen akkor van igen nagy jelentőségük, amikor az áramló közeg korrozív hatása is erős.



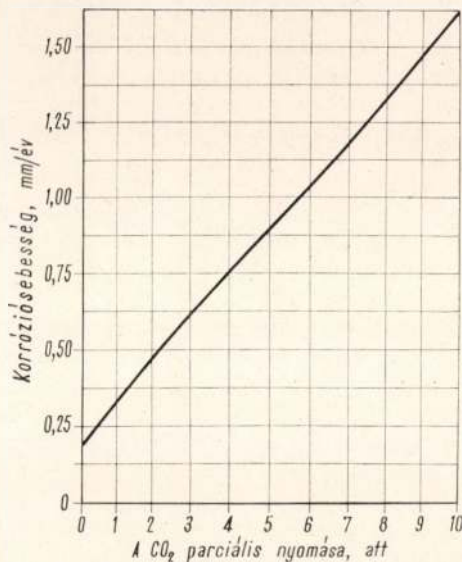
9. ábra. Erősen korrodált belső csőfelület

Hazai viszonylatban — így Szankon is — bizonyítottan tekinthető, hogy a belső korróziós hatások elsődleges oka a mindenütt jelenlévő széndioxidgáz-komponens. A belső korrózió hatására a csőfalról a nagy sebességű gázáramban lebegő folyadékcspepek által leszakított kisebb-nagyobb pikkelyek válnak le (9. ábra), amelyek lecsiszolódva megtámadják a friss, még meg nem támadott csőfelületet, s így meggyorsul a korrózió.

A széndioxid hatása szorosan kimutatható összefüggésben van az adott gázelegyenben a széndioxidra vonatkozó parciális nyomás nagyságával. Ezt az összefüggést a 10. ábrán szemléltetjük. Az ábra alkalmas arra, hogy a parciális nyomásérték ismeretében a tiszta korróziós sebesség értékének nagyságát megbecsüljük, mely adatokat a tervezéskor a várható folyadékérozíós hatások figyelembevételével természetesen korrigálni kell.

### Összefoglalás

I. A tervezéskor és az üzemben mindenképpen számolni kell folyadékérozíós jelenségekkel és azok hatásaival. Célszerű ennek során 4 m/s körüli opti-



10. ábra. A korróziósebesség és a széndioxid parciális nyomása közötti összefüggés (+30 C°-on)

mális áramlási sebességértékekből kiindulni, azaz a csőátmérők megválasztását ennek figyelembevételével végezni.

2. Igen lényeges a folyadékérozíós és korróziós jelenségek együttes hatása, ezért esetenként kell vizsgálni és meghatározni az optimális áramlási sebességeket.

3. Az eddigi tapasztalatok szerint a meghibásodások nem a helytelen anyagválasztásra vezethetők vissza, hanem jelentős mértékben függenek az alkalmazott lírák ívhajlítási technológiájától. Ezzel kapcsolatosan külön vizsgálatot érdemel a falvastagság, a hajlítási technológiai folyamat, valamint a hőkezelés és feszültségmentesítés kérdése. Az ezekre vonatkozó előírásoknak egyértelműeknek kell lenniük és azok betartását meg kell követelni.

4. A korróziós és folyadékérozíós jelenségek vizsgálatához valamennyi kutat egyenként kell vizsgálni, mivel a tapasztalatok és mérési adatok szerint azonos rétegből termelő kutaknál is eltérések mutatkoztak. Ennek több oka lehet, így pl. hogy a tároló mely részét csapoljuk meg a kúttal, vagy pedig a kondenzációs jelenségek a réteg különböző vastagságában és területi elhelyezkedésétől függően kismértékben ugyan, de eltérhetnek (talpi és peremi víz hatására stb.).

5. Azonos tárolóból, azonos szerkezeti helyzetben levő kutak esetében sem léptek fel azonos mértékű korróziós és érozíós jelenségek (így pl. a szanki gáz-sapka kútjainál), amit a sok változó paraméterrel lehet magyarázni: nyomás, hőmérséklet, folyadékfázis móltörtje, áramlási sebesség, felszíni szerelvények kiépítése stb.

A kútkörzet gépészeti kialakításában jelentős szerepet játszott a hődilatációs líra kivitelezése. Az ultrahangos falvastagságmérések eredményeként nyert falvastagság-csökkenés csak részben adódhatott korróziós és érozíós hatásból; ezért a líra készítésekor az ívek húzott szálaiban létrejövő feszültségeket és falvastagság-csökkenést is figyelembe kell venni. A hajlítás falvastagság-csökkenés (és esetleg folyáshatár-túllépés), valamint a hőkezelés újabb hibaforrásokat jelent, különösen a helyszínen, hiányos felszereléssel végzett munkálatoknál.

Műszaki baleset ott következik be, ahol a fenti tényezők együttes hatására a falvastagság a belső túlnyomás szempontjából a kritikus érték alá csökken.

6. A jövő egyik igen fontos üzemi kísérleti feladatává kell tenni a folyadékérozíós és korróziós hatások gyakorlati mérését és empirikus diagramok felvételét, melyek jó támpontot nyújthatnak egyrészt a tervezéshez, másrészt a biztonságos üzemviteli feltételek megteremtéséhez.

### IRODALOM

- [1] A szanki szénhidrogén-tároló előzetes művelési terve. (OGIL témajelentés, 1966. nov.)
- [2] Korrózióvizsgálatok az NKVV üzemeiben — II. részjelentés. A szanki gázüzem korróziós helyzete (OGIL témajelentés, 1971. jan.)
- [3] Kutovaja, A. A. — stb.: Zaviszimoszt' korroziionnüh razrusenij v szkvazsinah ot szkorosztj dvizsenija gazozsidkosztного potoka. Gazovaja Promüslennoszt', 11. p. 8—10. (1969.)
- [4] Kovács K.: Korróziós alapfogalmak. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1965.
- [5] Preisich M.: Vegyészkek zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1963.

# A hajdúszoboszlói földgázüzemben előforduló hidratosodási jelenségek

PETŐ EDE LÁSZLÓ

Az adszorpció, hűtéses gazolinmentesítő üzemekben leggyakrabban előforduló üzemzavar a hideg-hőmérsékletű helyeken ciklikusan bekövetkező hidratosodás.

A Szovjetunióban és Európa más országaiban alkalmazott hasonló technológiáknál szintén ismertek a hidratosodási jelenségek, melyek megszüntetésére több különféle mód szolgál.

A cikk összefoglalja a Hajdúszoboszlói Földgázüzem több éves üzemi megfigyeléseit és kísérletsorozatainak eredményeit, és felépíti a hidratosodás hatásainak különféle modelljét.

Befejezésül ismerteti a szükséges technológiai módosítások formáját és lehetőségét.

A hajdúszoboszlói földgázüzem — ahonnan naponta szénhidrogénre és vízre nézve kezelt 4,1 millió  $\text{g m}^{-3}$  gázt juttatunk az országos távvezeték-rendszerbe — 1966 óta üzemel.

A termelt gázok fele viszonylag magasabb propán- és nehezebb szénhidrogén-tartalmú, úgynevezett dús gáz. A dús gázból az adszorpció, hűtéses gazolinmentesítő technológián naponta 200 t propán-butánt és 140 t stabil gazolint kell leválasztani. A nyersgáz a gyűjtőközpontban való szeparálás után az expanziós szeparátorba lép, majd a mezőkondenzátummal és expanziós párlattal egyesülve a gáz-gáz hőcserélőben  $+2\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűl. Ezután a propánelpárologtatós refrigátorban  $-23\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtjük.

A hőmérséklet-csökkenési helyek előtt a gázáramba etilénlikolt porlasztunk fagyásgátlóként. A gáz-gáz hőcserélő és a gázhűtő belépőoldali fordulókamrájába porlasztott etilénlikolt az abszorber előtt szeparáljuk le. A felhígult etilénlikolt regenerálásáról az atmoszferikus üzemi glikolgeneráló és tartozékai gondoskodnak.

Az abszorber 20 tányérja szelepes rendszerű, a fenéktermék visszamelegítésére a fenékforraló szolgál.

A torony legfelső tányérjára  $-22\text{ }^\circ\text{C}$ -os, 120-as mólusúlyú mosóolajat adagolunk. A toronyból távozó ke-

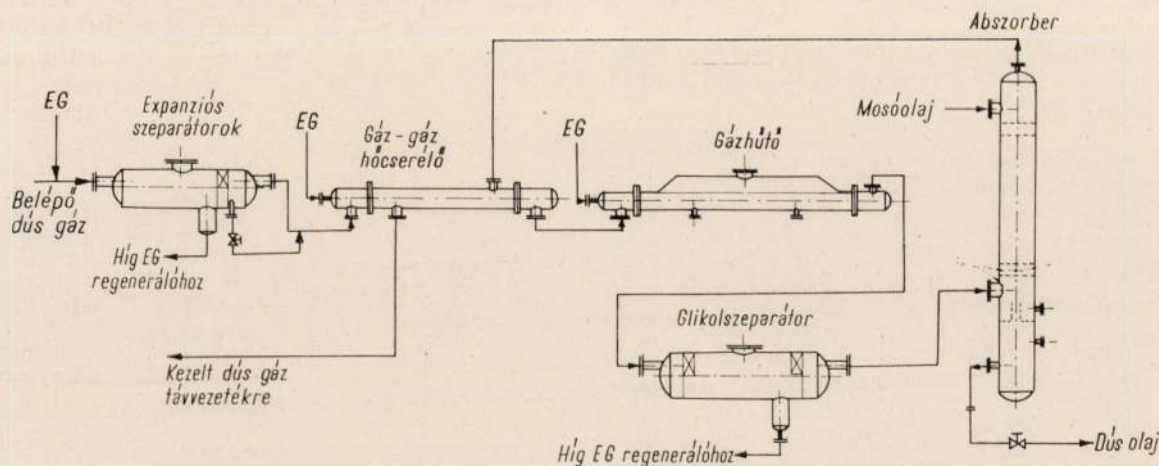
zelt, gazolinmentesített gáz a gáz-gáz hőcserélőn visszamelegszik, majd a gázindító állomás felé távozik.

Az adszorpció rész egyszerűsített folyamatábráját az 1. ábra mutatja.

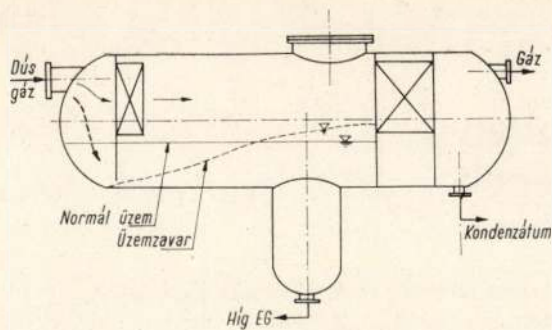
## Hidratosodási formák a próbaüzem óta

Már az 1966-ban lezárt „Próbaüzemi tapasztalatok” című zárójelentés körülhatárolta a hidratosodási üzemzavarokat. Kezdetben a gyűjtőközpontokból dugószerűen érkező víz egy része az expanziós szeparátorokon is túljutott, majd a gáz-gáz hőcserélőben a csövek falára kifagyva 1—2 att nagyságú nyomásemelkedést okozott. A nagy mennyiségű víz rövid idő alatt 40 s%-ra hígította a beadagolt etilénlikolt. Nehezítette a helyzetet, hogy az etilénlikolt porlasztás nélkül jutott a hőcserélők belépőoldali fordulókamrájába. Az egyenletes széthordás csak a gáz áramlására volt bízva. A gáz-gáz hőcserélőben és gázhűtőben a vízdugók megszüntetése után is fennállt a hidrátképződés lehetősége. A hidrátszemcséket a gázáram magával sodorta a glikolszeparátorba, ahol azok a gázáram útjába helyezett Perry-féle ködfogó lemezeire rakódtak. 10—15 napos üzem után a ködfogó teljesen eltömődött, a gáz a térelválasztó lemez alatt jutott a gravitációs térbe, s ezzel egyidőben megváltoztatta a szeparátor folyadékszintjét. Ezt az állapotot mutatja a 2. ábra.

A szeparátor egyensúlyának megbomlása után a gázáram híg etilénlikolt hordott magával, aminek egy része kiüledett a főabszorber alján, másik része az abszorber fenéktermékével együtt az etántalanító toronyba jutott. Az etántalanító torony fejjáza a mosóolaj előtelítését szolgálja, ezért az előtelítő gáz vízgőztartalmát  $0,025\text{ g m}^{-3}$  alá kell csökkenteni, vagyis a gáz harmatpontja  $-23\text{ }^\circ\text{C}$ -nál magasabb nem lehet.



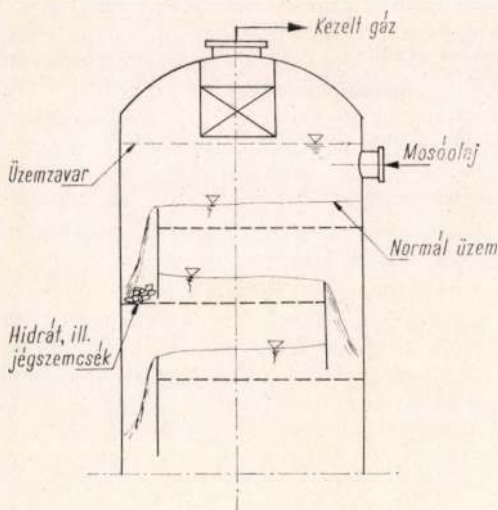
1. ábra



2. ábra

Az abszorber fenéktermékének vizes etilén-glikol-tartalma miatt az előtelítő gáz harmatpontja leromlik, majd előtelítés után az olajhűtőben túltelítetté válik, a kicsapódó víz az olajhűtő csöveinek a falára fagy, ellenállás-növekedést okoz, ami határesetben a berendezés leállítását teszi szükségessé.

Az előtelítő gázzal az abszorber felső tányérjára jutó jég-, ill. hidrátszemcsék szelvénytűkületet hoznak létre, így a torony részlegesen elárastódik, a kilépő gáz a ködfogón keresztül mosóolajat hord magával. A szelvénytűkület feltételezett helyét és formáját mutatja a 3. ábra.

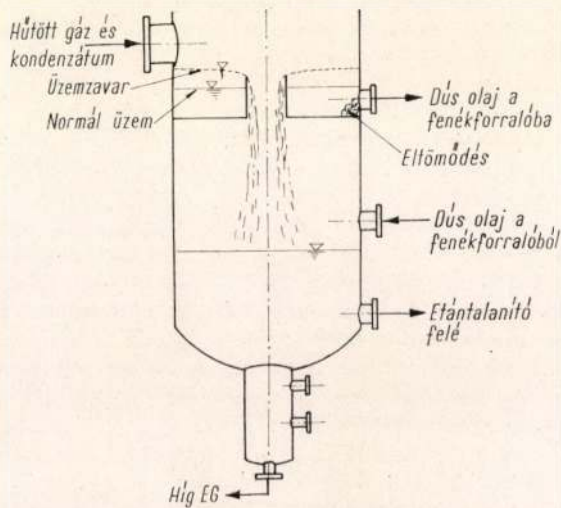


3. ábra

A hidegzónában előforduló hidrátosodások okait, helyeit és formáit illetően az előbbieket szerint a következőket mondhatjuk:

- A gyűjtőközpontokból érkező vízdugó esetén a gáz-gáz hőcserélőben hidrátképződés lép fel.
- A gáz-gáz hőcserélőben és a gázhűtőben folyamatos a hidrátképződés a tökéletlen gázkezelés miatt. Ebből adódik:
  - a glikolszeparátor eltömődése,
  - az abszorber fenéktermékének magas víztartalma,
  - az etántalanító torony fejtágának magas víztartalma,
  - a mosóolajhűtő eldugulása,
  - az abszorber felső tányérjának szelvénytűkület, a torony részleges elárastódása.

- Az előtelítés elhagyása esetén is fennáll, hogy a gáz-gáz hőcserélő és gázmélyhűtő csöveinek falán vékony hidrátréteg keletkezik, leromlik a hőcserélő hőátadó tényezője, a gázt nem lehet az optimális hőmérsékletre hűteni.
- Az abszorber alján történő visszamelegítés hatására a felszálló gőzök bizonyos mértékig vízgőzzel telítődnek; a gőzök a toronyba lépő hideg gázzal találkozáva jégkristályok formájában a tányérokra kiülepednek, így leromlik a tányérhatásfok.
- A toronyfenékről felszálló gőzökből kiváló jégkristályok a fenékforraló folyadékkelvételi tányérján kiülepednek, a fenékmelegítésre menő dús olaj útjában szelvénytűkületet hoznak létre, és így határesetben a fenékforraló anyagfoglalma nullára



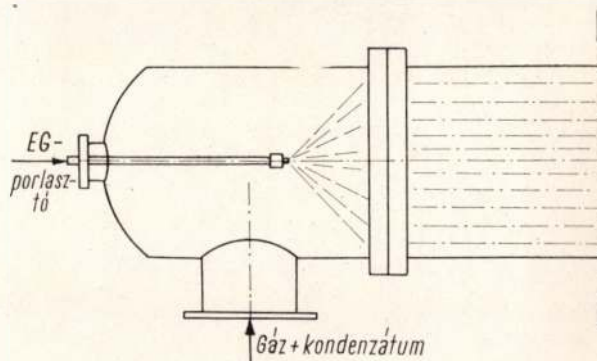
4. ábra.

csökken, s a dús olaj a folyadékkelvételi tányér kürtőjén átbukva közvetlenül az abszorber fenékre kerül. Az ún. fenékforraló rövidre záródását mutatja a 4. ábra.

#### A hidrát keletkezésének modellje

A hidegzónában előforduló üzemzavarok kulcskérdése az, hogy milyen körülmények között keletkezik hidrát és keletkezésének mik a fő okai.

Az expanziós szeparátorból kilépő dús gáz és kondenzátum az 5. ábrán látható módon lép a gáz-gáz



5. ábra

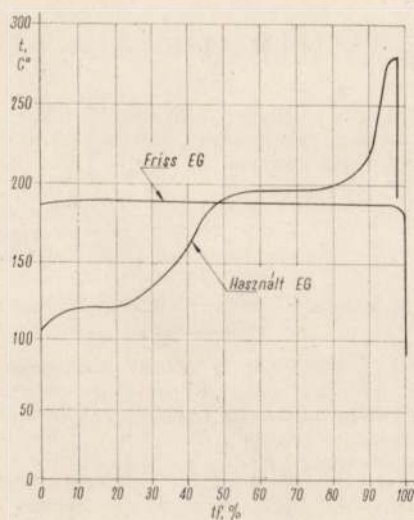


hőcserélőbe. A hőcserélő csőkötegfalára  $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$  mennyiségű etilénlikolt porlasztunk, ami elegendő lenne (2—3 %-os koncentrációcsökkenést alapul véve) a gázból a hőmérséklet-csökkenés hatására kiváló víz megkötésére. A hőcserélő egyjártú, merev csőköteges, a csövek hossza  $12\,192 \text{ mm}$ , a csövek száma 520.

Ezek után egyértelműen következik, hogy a hidrátképződésnek két oka lehet:

- a beadagolt etilénlikol rossz minősége,
- a gáz és az etilénlikol tökéletlen érintkezése.

A beadagolt etilénlikol minősége viszonylag egyszerű módszerekkel vizsgálható. A rutinvizsgálatokon kívül — mint a  $p_{\text{H}}$ , koncentráció, aktívglükolszóportartalom, fajsúly — igen hasznosnak bizonyult a glikol forráspontgörbéjének folyamatos vizsgálata. Az alkalmazott etilénlikol ugyanis telítődik nehéz szénhidrogénnel, melyek a regenerálás során nem távolíthatók el. A használat előtti etilénlikol és a szénhidrogénnel feldúsult etilénlikol forráspontgörbéinek összehasonlítása látható a 6. ábrán.



6. ábra

Az etilénlikol minőségének folyamatos figyelésével — szükség esetén a teljes etilénlikol-mennyiség lecserélésével — elérhető, hogy a hidegzónában előforduló hidrátosodások gyakorisága ne növekedjen.

Miután bebizonyosodott, hogy a friss etilénlikol-töltettel is periodikusan megismétlődik a hidrátosodási üzemmzavarok valamelyik fajtája, az üzemi próbálkozásokat a gáz és a glikol tökéletesebb érintkeztetésére irányítottuk.

A gáz-gáz hőcserélőbe és a gázhűtőbe lépő anyagáram útjába terelőlemezeket építettünk, s a glikolporlasztók helyzetén változtattunk. A végrehajtott módosítások mindenképpen javították a helyzetet, de eredményességük egyértelműen nem volt kimutatható. Így jutottunk el ahhoz a kézzelfogható magyarázathoz, hogy a hosszú hőcserélőkben az aktív glikolmolekuláknak nincs meg a lehetőségük a gázzal, illetve a gázból kicsapódó vízzel való találkozáshoz. Ezt főleg a folyadékfázis jelenléte okozhatja. Ezt a kulcsproblémát igazolta az a tény is, hogy az expanziós párlat különválasztása — a párlat a gáz-gáz hőcserélőt megkerülve közvetlenül a gázhűtőbe lép — az elfagyások ciklusidejének hosszabbodását okozta.

Az üzem jelenlegi technológiája nem teszi lehetővé, hogy 2—3 hónapos kísérlettel bizonyítsuk ezen megfontolásokat.

#### A hidrátosodás egyéb kihatásai

A hidegzónában előforduló hidrátosodások hatásai egyrészt közvetlenül, másrészt közvetve érzékelhetők. A különböző hidrátosodási formák mellett, egy bizonyos idő után már nem tartható fenn a normál üzemi állapot. A gáz-gáz hőcserélő eltömődése esetén a gyors nyomásnövekedés miatt azonnal szükséges a beavatkozás. Az abszorber részleges elárasztódása esetén a mosóolaj-kihordás miatt rögtön meg kell kezdeni az üzemmzavar elhárítását, mivel rövid idő alatt nagy mennyiségű mosóolaj jut a távvezetékbe.

A korábban ismertetett egyéb esetekben — mint a mosóolajhűtő eldugulása, abszorber-fenékforraló rövidre záródása, gáz-gáz hőcserélő lassú eltömődése —, napi megfigyelésekkel következtetni lehet a határeset bekövetkezésének idejére, az elfagyási ciklusidő hosszára. A ciklusidő hossza egyéb, más üzemi körülményeknek, technológiai módozatoknak a függvénye, általában 15—20 nap.

A hidrátosodást minden esetben a rendszer hőszintjének megemelésével, úgynevezett kimelegítésével kell megszüntetni.

A gáz és a mosóolaj hűtésének 35—40 percig való szünetelésével — a meleg gáz hatására a rendszer felmelegedik —, a hidrát-, ill. jégkristályok felbomlanak és felhígítják a beadagolt etilénlikolt. A kimelegítés időtartama alatt a dús gáz csak szeparált minőségben lép a távvezetékbe, ezzel csökken a napi cseppfolyós-gáz- és stabilgazolin-termelés és csökken a távvezeték biztonsága. További következmény, hogy a rendszer egyensúlyának beállítása idején az automatizált berendezések bizonytalansági foka emelkedik és ez további termékcsökkenést és minőségromlást von maga után. Ugyancsak közvetve hat a szerkezeti anyagok gyakori hődilataciója, ami azonban a méretezésből adódóan a biztonságot nem veszélyezteti.

Itt szükséges megemlíteni, hogy az etántalanító toronyból távozó fejgáz megengedettnél magasabb víztartalma miatt a mosóolajhűtő eltömődése következik be a leggyakrabban. Kézenfekvő volt a gondolat: le kell mondani a mosóolaj előtélítésének előnyeiről. A mosóolaj-előtélítés elhagyása esetén a kulcskomponens propánkihozatala 4—4,5 %-kal romlik, bár az ebből eredő bevételi hiányt részben kompenzálja a kezelt gáz magasabb kalóriaértéke.

Az előtélítés elhagyásával csökkenteni lehetett a szükséges kimelegítések gyakoriságát, de a kulcskérdést nem oldottuk meg. A hidegzónában előforduló másfajta hidrátosodási formák készítetik az üzemeltetőt arra, hogy technológiai módosításokkal a hidrát keletkezésének lehetőségét kizárja.

#### Technológiai módosítások a hidrátosodás megszüntetésére

A meglévő üzem technológiájának módosításakor alapvetően gazdasági és biztonsági kérdéseket kell figyelembe venni.

Elsődleges a folyadék és gáz külön kezelése. Az ex-

panziós szeparátorokból érkező kondenzátumot külön szeparátorba kell vezetni, itt kell biztosítani az etilénlikollal való tökéletes érintkezést, majd a felhígult etilénlikol elkülönítését. A szeparátor kialakításakor biztosítani kell a megfelelő nagyságú gravitációs teret, a kiülepedett glikol összegyűjtésére és elvezetésére szolgáló glikolszopmot. A szeparátoron 2—3 etilénlikol-beadagoló helyet kell kiképezni és érintkeztető lemezek szükségesek. Ezek után a kondenzátumot közvetlenül az etánmentesítő toronyba lehet vezetni. A mosóolaj előtelítéséről ez esetben le kell mondani, mivel a mezőkondenzátumból kifőzött vízgőz a torony fejtermékgázának víztartalmát megnöveli.

A mezőkondenzátum-szeparátor beépítése után hosszan tartó üzemi kísérlettel vizsgáljuk meg, hogy a gáz-gáz hőcserélőnek és a gázhűtőnek a mezőkondenzátumtól való tehermentesítése megszünteti-e a hidrát keletkezését?

Az üzemi kísérlet után gazdaságossági számítással kell eldönteni az előtelítés szükségességét vagy elhagyását. Az előtelítés meghagyása esetén megoldásként jelentkezhet az előtelítőgáz-hűtéssel vagy molekulaszűrésrel való vízmentesítés. Természetesen a legelőnyösebb javítások is szükségesek, mint például egyenletesebb glikoladagolás és -porlasztás, a glikol kondicionálása érdekében tökéletesebb szűrés és aktív-szenes szűrőágy beépítése.

Meggyőződésünk, hogy a hidegüzemi gazolinmentesítő technológiák mindegyikében előfordulhatott, ill. előfordul hasonló jellegű hidrátosodás, így a hajdúszoboszlói üzemben több éve folyó üzemi kísérletek és azok tapasztalatai hasznos ismereteket nyújtanak a tervezőknek és üzemeltetőknek egyaránt.

**A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI**

**Kénelőállítás gázolajból  
a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál**

Új üzem kezdte meg termelését a Komáromi Kőolajipari Vállalatnál. A gázolaj-kénmentesítés melléktermékeként keletkező nagy tisztaságú kénhidrogénből jó minőségű elemi kén állítanak elő. Az elemi kén előállítása az ún. „kétkemencés Claus-eljárás” alapján történik. A folyamat első lépéseként a kénhidrogén  $\frac{1}{3}$  részét sztöchiometrikus arányban levegővel kéndioxidra égetik el egy lángreaktor-hőhasznosító kazánberendezésben. A kénhidrogén  $\frac{2}{3}$  részét a tüzetert elhagyó füstgázokhoz keverik, hogy elérjék az elemi kénné történő átalakuláshoz szükséges optimális  $H_2S:SO_2 = 2:1$  arányt. A kazánban képződött folyékony halmazállapotú elemi kén gravitációs úton a központi kényűjtő tartályba folyik. A kazánból eltávozó átalakulatlan kénhidrogént és kéndioxidot tartalmazó gázok az alumíniumoxid katalizátorral töltött Claus-kemencébe kerülnek. A katalizátorágyon lejátszódó reakció eredményeként folyékony kén keletkezik. Az exoterm reakcióban felmelegedett folyamatgáz lehűtésére és a gázban maradt, még átalakulatlan  $H_2S$  és  $SO_2$  átalakítása céljából a gázelegy hőcserélőbe, illetve a második Claus-kemencébe kerül. A maradék éghető tartalom az utóégető kemencében ég el. Az egyes berendezésekben kondenzálódott folyékony kénből hűtődobok segítségével 0,5—1 mm lemezvastagságú min. 99,9% tisztaságú szilárd kén állítanak elő.

Az üzem jelentősége kettős. Egyrészt megszünteti a levegőt igen nagy mértékben szennyező kéndioxid kibocsátását azáltal, hogy a kénhidrogént elemi kénné alakítja át, másrészt nagy

tisztaságú, importot pótló elemi ként állít elő, amely a gumiipar, festékipar, bőripar, gyógyszeripar, valamint a növényvédelem nélkülözhetetlen segédanyaga.

Szőny, 1971. június hó

*Baranyai Tibor*  
üzemvezető  
(KKV, Szőny)

**Megindult a Dunai Kőolajipari Vállalat paraffingyárának  
próbaüzeme**

Megkezdte próbaüzemét a Dunai Kőolajipari Vállalat 225 millió Ft költséggel épített, új paraffingyártó üzeme. Az izasztást helyettesítő oldószeres technológia biztosítja a paraffinok megengedett olajsámát. Az acetone-benzol-toluol elegyet oldószerként alkalmazó eljárás során gyártott nyers paraffin finomítására a klasszikus kénsavas technológia magas fokú gépesített variánsa szolgál. A finomított paraffin kiserelése alagúthűtéses automata táblaöntő berendezés segítségével történik. A darabáru-mozgatás és -raktározás szintén gépesített munkafolyamat. A 45 000 t/év kapacitású berendezés végtermékei vagy folyadék, vagy darabáruformában, közúti és vasúti járműveken hagyják el az üzemet. Az új technológiai egység üzembe helyezésével a hazai kőolaj-feldolgozó ipar paraffin-termelő kapacitása megháromszorozódott.

Százhalombatta, 1971. június hó.

*Sokorai István*  
okl. vegyészmérnök  
(DKV, Százhalombatta)

**ŐSZI VÁNDORGYŰLÉS**

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz és Vízszakosztálya

1971. október 5—7-én Keszthelyen

tartja ez évi vándorgyűlését.

A változatos programú összefoglalóval — a kibocsátott meghívók alapján — kísérők, családtagok is jelentkezhetnek még.

A VÁNDORGYŰLÉS SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

# A Gázenergia Törvény és végrehajtási jogszabályainak jelentősége és főbb rendelkezései

KISS LÁSZLÓ

## Milyen segítséget adnak az új jogszabályok a gázprogram végrehajtásához?

A gázenergiának a hazai energiagazdálkodás területén rohamosan növekvő szerepe tette szükségessé, hogy a gázenergiával összefüggő igazgatási, jogi, műszaki és biztonsági kérdéseket magas szinten, egységesen szabályozzuk. A gázenergiáról szóló 1969. évi VII. törvény (a továbbiakban: Gt.) s a törvény végrehajtására kiadott egyéb jogszabályok, kormányhatározatok, miniszeri rendeletek és utasítások, szakmai szabályzatok — az ipar, a mezőgazdaság, a lakosság széles rétegeinek érdekei mellett —, alapvetően szolgálják energiagazdálkodási tervünk és a földgázfelhasználás központi fejlesztési programjának sikeres megvalósítását.

Az új jogszabályok kidolgozásához a kiindulási alap a gázenergia termelése, ill. előállítása, elosztása és felhasználása során szerzett eddigi tapasztalatok, illetőleg ez ezzel kapcsolatos élő jogszabályok, főként szakmai szabályzatok voltak.

## A Gázenergia Törvény főbb rendelkezései

1. A gázenergiával kapcsolatos jogszabályok kidolgozása-kor, a gázzal kapcsolatos feladatoknak megfelelően, először is meg kellett határozni a gáz szerepét az ország energiaellátásában. Erről szól a törvény céljáról és hatályáról rendelkező I. fejezet (1—3. §) és a törvény III. fejezetének a gázszolgáltatás és felhasználás engedélyezéséről szóló 16. §-a, amely az engedélyezést mint energiagazdálkodási feladatot a nehézipari miniszterre (Országos Energiagazdálkodási Hatóságra: OEGH-ra) bízta. A részletes rendelkezéseket az általános végrehajtási rendelet, a 12/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet tartalmazza. Ez fenntartja az erre vonatkozó 6/1968. (IX. 21.) NIM sz. rendelet intézkedéseit is.

2. A gáznak az ország energiaellátásában, fővárosunk, városaink és nagyközségeink, sőt a propán-bután gáz révén szinte minden lakott helyünk kulturált kommunális és háztartási fűtőanyag-ellátásában napról napra növekvő igényét szolgálja a törvénynek a gázszolgáltatásról szóló III. fejezete. Ez a fejezet — a már említett 16. §-on kívül — részletesen szabályozza a szolgáltató és a fogyasztó közti jogviszonyt, a gázmérő és gázfogyasztó készülékek alkalmazását és használatát (17—24. §, illetve 25—28. §). A gáz- és olajfogyasztó berendezések engedélyezését a nehézipari miniszter 1/1970. (III. 8.) NIM számú rendeletében részletesen, külön szabályozza.

A gáztörvénynek ezen legerjedelmesebb része a gázellátás közszolgáltatási jellegének biztosítására alakította ki azokat a legfontosabb jogszabályi rendelkezéseket, amelyek a villamos energiához, a vízhez stb. hasonlóan garanciális intézkedésekkel biztosítják — az ipari nagyfogyasztók ellátása mellett — a lakosság kommunális és háztartási gázellátását. A Törvény szerint (18. §) a gázigényt — közszolgáltatási jellegénél fogva és elsősorban a lakosság és a kommunális fogyasztók igényét — a lehetőség szerint ki kell elégíteni. A műszaki-biztonsági vagy gazdasági természetű esetleges akadályt meg kell indokolni, s a fogyasztó a tanácsi szervek útján is kérheti gázigénye kielégítését, ill. a szerződés megkötését. A Törvény rendelkezéseit szervesen és az elvárható teljes részletességgel egészíti ki a nehézipari miniszternek a Gázenergia Közszolgáltatási Szabályzat kiadásáról szóló 11/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelete.

3. A gázellátás zavartalan, folyamatos biztosításában elsődleges szerepe van a műszaki-biztonsági feltételek olyan jogszabályi rendezésének, amely intézményesen gondoskodik a műszaki-biztonsági követelmények megalapozásáról és fenntartásáról. A gázellátás áldásos tevékenységét, de az egyébként könnyen igen veszélyessé is válható gázfelhasználást

szabályozza a törvénynek a műszaki-biztonsági rendelkezésekről szóló IV. fejezete.

A törvénynek ezen egyik legfontosabb fejezete a műszaki-biztonsági szabályzatokról, a bányahatóság műszaki-biztonsági ellenőrzéséről, a gázipari műszaki-biztonsági felügyeletről és a gázüzemi dolgozók képzéséről intézkedik (29—32. §). A törvény rendelkezéseit szervesen és részletesen egészíti ki a törvény általános végrehajtási rendeletének [12/1970. (VII. 1.) NIM sz.] IV. fejezete.

4. A törvénynek a gáz termelésével és szállításával foglalkozó II. fejezete javarészen a gyakorlatban kialakult szabályokkal rendezi a minőségi követelményeket (4. §), a helyi erőből történő vezetékkelvezetést (11. §), a külföldi érdekeltégű vezeték létesítését (12. §), a gázvezeték nyomvonalának megjelölését és nyilvántartását (13. §), a gázszállítást tartályban vagy palackban (14. §) és végül a gázüzem távközlési rendszerét (15. §). A törvény fontos rendelkezése, hogy a vezeték létesítések és üzemeltetések a fejlesztési műszaki-biztonsági szabályokat és területrendezési terveket meg kell tartani (7. §); az elosztó vezetékkel a bányahatóság engedélyezi (8. §), a csatlakozó vezetékkel a gázszolgáltató ellenőrzi (9. §), a gázvezetékkel a csatlakozó pontig vagy telekhatárig a gázszállító, illetve -szolgáltató üzemelteti; innen a fogyasztói mérőig vagy főcsapig a gázszolgáltató végzi a karbantartást (10. §). A szorosan vett fogyasztói gázvezetékkel felől nem a gáztörvény, hanem más jogszabályok, például a lakásbérleti szabályok rendelkeznek. Az üzemben tartással, gázfelhasználással kapcsolatos anyagi felelősséget illetően a Polgári Törvénykönyv szabályai irányadók.

A minőségi általános — és ezen belül a szállíthatósági műszaki-biztonsági — szabályokról a törvény átfogóan rendelkezett. A fogyasztást és a gáz tárolását a törvény útmutatásának megfelelően az általános végrehajtási rendelet [12/1970. (VII. 1.) NIM sz.] II. fejezete, a vezetékben történő gázszállítást s az ezzel kapcsolatos szabályokat a 9/1970. VII. 1. NIM sz. rendelet állapítja meg. A tartályban és palackban történő gázszállítás, valamint a gázüzemi távközlési rendszer részletes feltételeit — mint a technika állásától függő tevékenységet — a 3/1970. (V. 31.) KPM sz. rendelet, illetve a 10/1970. (Közl. Ért. 8.) KPM —NIM számú együttes utasítás szabályozza.

5. A törvénynek az idegen ingatlanok használatáról és a biztonsági övezetről szóló V. fejezete részben végrehajtási utasítás nélkül is kielégítő szabályozást nyújt (33. §), illetve a biztonsági övezeteket illetően a 10/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelettel kiegészülve rendezi az eddig szabályozatlan vagy hiányosan szabályozott kérdéseket.

6. A törvény vegyes és záró rendelkezései (VI. fejezet 35—38. §) a szabálysértési kódexet kiegészítik a gázenergia vonatkozó biztonsági szabályainak megsértésére vonatkozó rendelkezéssel. Tartalmazza továbbá a más szénhidrogénnel összefüggő tevékenységgel kapcsolatos, az általános végrehajtási rendeletben meghatározott intézkedéseket, valamint a villamosenergia-szolgáltatással és -vételezéssel kapcsolatos, a gázüzemet megillető bányászolgalmi jogra vonatkozó, valamint a hatályba léptető rendelkezéseket. A bányászolgalmi jog telexkönyvi bejegyzéséhez szükséges kiegészítő szabályokat egyébként az általános végrehajtási rendelet V. fejezete (14. §) tartalmazza.

## A gáztörvény végrehajtási jogszabályai

A gáztörvény természetesen csak átfogóan szabályozta a gázzal összefüggő, a termeléstől a felhasználásig terjedő szerteágazó kérdéseket és életviszonyokat, s törvényi jellegénél fogva csak a legalapvetőbb rendelkezéseket állapította meg. A törvény a részletes szabályozást — részben a 2025/1969. (X. 8.) Korm.

számú határozattal — miniszteri szintű jogszabályokra: rendeletekre, utasításokra, szabályzatokra bízta. Ezek a jogszabályok — a szabályzatok kivételével — 1970. július 1-ig, a törvény hatálybalépésének napjáig meg is jelentek. Ezeknek a jogszabályoknak a fontosabb rendelkezései a következők:

*A gázenergiáról szóló 1969. évi VII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtására vonatkozó 12/1970. (VII. 1.) NIM számú rendelet*

*I. A törvény hatálya alá nem tartozó gázok és berendezések*

A gyakorlati élet követelményeként egyes sajátos gázfajtákat és gázkészülékeket a törvény hatálya alól ki kellett vonni. A technika mai állásának megfelelően ezek a gázok: a bányametán, a kohógáz (generátorgáz), biogáz, s egyes melléktermékként keletkező olyan gáz, amelyet a saját üzemben vagy közterületek igénybevétele nélkül elvezetnek, és más vagy saját üzemben használnak fel. A törvény hatálya alól ki van vonva a sajátos rendeltetésű vagy kisebb teljesítményű gázkészülék — a technika mai állásának megfelelően —, pl. a legfeljebb 4 kg-os turista propán-bután gázpalack s néhány más, az 500 kcal/h fogyasztást el nem érő gázkészülék.

*II. Gázgyártó berendezés létesítése*

A földgáztermelést a bányatörvény kiegészítő rendelkezéseire való tekintettel a gáztörvény nem érinti, de a mesterséges gázenergia előállítására már jelentős energiagazdálkodási koordinációs és egyéb kérdésekkel kapcsolatos. Ezért az 500 m<sup>3</sup>/h teljesítményt elérő vagy ennél nagyobb gázgyár létesítésére engedélyt kell kérni. Az engedélyezési eljárás során az ágazati miniszter érvényesíti az érvényes energiapolitikai elveket, figyelembe veszi az energiatípusok helyettesíthetőségét, az energiatípusokat szolgáltatók teljesítményképességét stb. Ezt a feladatot jelenleg a nehézipari miniszter megbízásából az Országos Energiagazdálkodási Hatóság, s ennek végrehajtó szerve az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet (Energiafelügyelet) látja el.

*A gáz tárolása*

A tárolás különös veszélyére való tekintettel gáztárolót létesíteni (átalakítani) és használatba venni csak hatósági engedéllyel lehet, ill. szabad. Egyébként a törvény a tárolás részletes feltételeinek meghatározását — nemcsak a föld alatti, hanem minden tárolásra — a kiadandó műszaki-biztonsági szabályokra bízta. E szabályok mellett figyelembe kell vennie az engedélyező hatóságnak a területrendezési, vagyis a regionális és a város- (község-) rendezési terveket, továbbá az élet- és a vagyonbiztonság, valamint az egyéb társadalmi érdekek szempontjait.

Egyes gáztároló berendezések — a bennük tárolt gáz (pl. cseppfolyós gáz) vagy a nagyobb nyomás stb. miatt — a környezetre fokozott veszélyt jelenthetnek. Ezért rendeli el a törvény ezeknek lakott területen kívül történő elhelyezését. Az ilyen berendezések körét — amely a technika fejlődés során változhat —, a végrehajtási rendelkezés úgy rendezte, hogy például a 10 att-nál nagyobb üzennyomású és a meghatározott fokozottan veszélyes gázt belterületen nem szabad tárolni. Fokozottan veszélyes az a gáz, amely 5%-nál több szénmonoxidot, 2 g/100 m<sup>3</sup>-nél több kénhidrogént vagy egyéb mérgező gázt tartalmaz.

A rendelet 5. §-a pontosan elhatárolja az engedélyezésre jogosult bányahatóság és Energiafelügyelet engedélyezési jogkörét, és kimerítő fogalom meghatározást ad általában a gáztárolásáról, külön megadja a föld alatti, valamint a felszíni gáztároló részletes műszaki jellemzőit. Eszerint a föld alatti és egyes felszíni gáztárolók engedélyezése a bányahatóság, a többi felszíni gáztároló engedélyezése a gázfelügyelet hatáskörébe tartozik.

*III. A gázfelhasználás engedélyezése*

A gázszolgáltatás a gázszolgáltató feladata. Azt, hogy a Gt. 16. § (2) bekezdése szempontjából ki tekinthető gázszolgáltatónak, a Gázenergia Közszolgáltatási Szabályzat 1. §-a határozza meg. Egyes fogyasztók, akik a gázszolgáltatóval jogvi-

szonyban állnak, más fogyasztók részére a vásárolt gázt nem adhatják tovább. A törvény a gázszolgáltató részére a villamos energiához hasonlóan a szolgáltatás kizárólagosságát biztosítja.

Néhány esetben előfordulhat, hogy egyes — főleg ipari — fogyasztók a vásárolt gázenergia egy részét változtatlan minőségben vagy az általuk termelt más minőségű gázzal (kohógáz, kamragáz stb.) keverve, más fogyasztó részére eladják. Ha ez a tevékenység gazdaságos, és ugyanakkor a viszonteladó a gázszolgáltatáshoz szükséges műszaki és biztonsági követelményeket be tudja tartani, az ágazati miniszter e viszonteladói tevékenységre — az illetékes megyei szintű tanács végrehajtott bizottsága elnökének meghallgatása után — engedélyt adhat.

Minthogy a fogyasztók teljesítményigénye a gázszállító és a gázelosztó vezeték üzemvitelére, más fogyasztók ellátásának biztonságára is kihat, ezért volt szükség arra, hogy egyes teljesítményértéket feletti fogyasztók gázellátását az ágazati miniszter, közelebbről az OEGH a 6/1968. (IX. 21.) NIM sz. rendelet szerint engedélyhez kösse. Eszerint a 200 Nm<sup>3</sup>/h téli csúsfogyasztási teljesítményérték felett — a néphadsereg és a polgári védelem létesítményeinél 600 Nm<sup>3</sup>/h felett — engedélyt — előzetes kijelölést — kell kérni az OEGH-től propán-bután gáz igénylése esetén évi 100 t vagy ezen felüli felhasználásra.

*IV. Gázipari műszaki-biztonsági felügyelet*

A gázüzemi létesítmények és berendezések beruházása és üzemeltetése, valamint a gáz felhasználása veszélyes tevékenység, ezért az élet- és vagyonbiztonság megóvása érdekében szükség volt megfelelő műszaki-biztonsági intézkedésekre. Ebből a célból a gáz termelésére, szállítására, tárolására, szolgáltatására, valamint a gázfogyasztó berendezésekre (készülékekre) vonatkozóan részletes műszaki-biztonsági szabályzatokat kell kidolgozni és kötelezővé tenni, s ezek megtartását ellenőrizni kell. Ezeket a szabályzatokat a bányahatóság részére az OBF elnöke, az Energiafelügyelet hatáskörét illetően pedig a nehézipari miniszter adja ki.

A bányahatóság műszaki-biztonsági felügyelete nem terjed ki a városi gázt gyártó létesítményekre, továbbá azokra a gázvezetésekre, szerelvényekre és berendezésekre, amelyek nem tartoznak a bányahatóság ellenőrzése alá, valamint a propán-bután gáz szállítására, végül a gáz minőségének ellenőrzésére és az ipari nagyfogyasztó technológiai célú gázfogyasztó berendezéseire.

A gázfelhasználás veszélyes területét 1968. I. 1-ig az OKGT, illetve a szolgáltatók ellenőrizték, részben tanácsi szabályrendeletek alapján. Egyes nagyvállalatok (Csepel, Ózd, Diósgyőr stb.) külön megállapodás alapján saját szervezettel látták el a feltétlen szükséges biztonsági ellenőrzést. 1968. I. 1. óta az OKGT mint vállalat már nem végezhet hatósági tevékenységet, s azóta máig különösen rendezetlen volt a gázfelhasználás biztonsági ellenőrzése.

A Gázenergia Törvénynek a műszaki-biztonsági rendelkezések, illetve a gázipari műszaki-biztonsági felügyelet c. fejezete rendezte ezt a területet. A gázipari műszaki-biztonsági felügyelettel megbízta a 22/1969. (VI. 12.) Korm. sz. rendelettel életre hívott Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyeletet, az Energiafelügyelet szervezetét, amelynek keretében az új Gázfelügyelet intézménye elláthatja az egyes körű és igen jelentős biztonsági feladatait.

Az újonnan szervezett felügyelet ellenőrzési kötelességét — áttekinthető alakban —, a törvény rendelkezéseinek sorrendjében a 31. § (2) bekezdése tartalmazza.

A végrehajtási rendelet (8. §) megállapítja az Energiafelügyelet hatósági jogkörét és pontosan részletezi hatásköri feladatait. Ezek közül fontosabbak: a gázgyártás, egyes felszíni gáztárolók, a gázfogyasztó berendezések, az ipari nagyfogyasztók, a palackos vagy tartályos gázszállítás, a gázminőség, a gázszagositás, a gázszolgáltató tevékenységének, gázpalackok, gázpalack-cseretelepek ellenőrzése, egyes biztonsági övezetek, a gázmentő szolgálat, a gázüzemi szakképzés és oktatás terén az engedélyezés, ellenőrzés vagy szakhatósági közreműködés, kivéve a bányahatóság hatáskörébe eső feladatokat.

A rendelet (8—11. §) az Energiafelügyelet ellenőrzési tevékenységét, jogait és kötelességeit is meghatározza, különösen robbanás, súlyos üzemzavar vagy baleset esetére, és megszabja az eljárási, engedélyezési szabályokat is [1957. évi IV. tv., 1035/1967. (XI. 19.) Korm. sz. rendelet].

Az Energiafelügyelet ellenőrzési jogkörére vonatkozó rendelkezéseket módosítja és kiegészíti a nehézipari miniszter 18/1970. (XII. 30.) NIM számú rendelete.

A Gt. 38. §-ának (2) bekezdésében kapott felhatalmazás alapján a nehézipari, a közlekedés- és postaügyi miniszter, illetőleg az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elnöke kiadta a Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzatnak a szakfelügyeleti hatáskörükbe eső fejezeteit (NIM Értesítő 1971. évi 1., illetőleg 1970. évi 20. szám).

#### *A gázüzemi dolgozók szakmai képzése és gyakorlata*

A dolgozók szakmai képzéséről a Munka Törvénykönyve rendelkezik, éppen ezért a törvény csak a gáz sajátos és fokozott veszélyforrására való figyelemmel emelte ki a szakmai képzés és továbbképzés fontosságát. A műszaki fejlesztés elengedhetetlen feltétele a gázipari dolgozók szakmai tudásának magas színvonalra való emelése. Ezt a célt szolgálja a törvény azon rendelkezése is, amely szerint egyes munkakörök betöltése szakmai képzéshez és gyakorlathoz köthető, ha ezen rendelkezés alól az ágazati miniszter felmentést nem ad.

A műszaki-biztonsági szempontból jelentős gázüzemi munkaköröket és az azok betöltéséhez szükséges szakmai képzést és gyakorlatot a rendelet melléklete tartalmazza. A rendelet biztosítja a felmentést, megszabja az alkalmazásban állók részére a képzés megszerzésének határidejét (1973. VI. 30.), és részletesen szabályozza a propán-bután gázzal kapcsolatban szerelési, kezelési stb. tevékenységet. Előírja a kötelező vizsgáztatást a 250 000 kcal/h teljesítmény feletti gázfogyasztó berendezések kezelői részére, megköveteli a kezelők általános szakoktatását, s megszabja a BM, KPM, SZOT és az Energiafelügyelet jogait, illetve kötelezéseit.

A műszaki-biztonsági szempontból jelentős gázüzemi munkakörök jegyzéke részletes, pontos tájékoztatást nyújt a megkövetelhető szakmai képzéséről és gyakorlatról. A jegyzék az általános követelmények után a földgáz- és kőolajkutató, mélyfúrás és termelés, továbbá a gázgyártás és a gázszolgáltatás területén adja meg a képzési és gyakorlati követelményeket.

#### *V. Vegyes és záró rendelkezések*

A törvény egyes rendelkezéseinek hatályát más szénhidrogénnel összefüggő tevékenységekre is kiterjesztette. Az ágazati miniszter a felhatalmazás alapján a kiterjesztés időpontját 1970. VII. 1-ben állapította meg.

A hatályba léptető rendelkezésekben a végrehajtási rendelet úgy intézkedik, hogy a Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzat megjelenéséig az 5/1967. (VIII. 8.) NIM sz. rendelet megadott biztonsági s egyes oktatási rendelkezései egyelőre hatályban maradnak, egyébként a rendelet 1970. VII. 1-én hatályát veszti.

#### *A gáz- és olajfogyasztó berendezések engedélyezésére vonatkozó 1/1970. (III. 8.) NIM sz. rendelet*

A Gt. 26. §-a szerint a háztartási és a kommunális fogyasztók csak szabványos és meghatározott (típus-) engedéllyel s minősítéssel rendelkező gázfogyasztó készülékeket használhatnak. Ezek a készülékek általában sorozatgyártásban készülnek. A sorozatgyártásból származó készülékek műszaki, egészségügyi, gazdasági és biztonsági követelményeit, valamint az ellenőrző vizsgálatok módját a szabványok írják elő.

A szabvány szerinti készüléket az ágazati miniszter által kijelölt Energiafelügyelet (Gázfelügyelet) vizsgálja meg és minősíti (4. §).

A gázszolgáltató csak olyan berendezést vagy készüléket enged üzemeltetni, amelyre hatósági engedély van. Amennyiben a készüléket import útján szerzik be, az importáló is köteles készüléket vizsgálatra benyújtani (3. §). Ha a készülék a magyar szabványok biztonsági előírásainak megfelel, forgalomba hozatali engedélyt kap.

Egyes fogyasztók olyan készüléket szereltek fel, amelyek vizsgálatra nem kerültek. Ezek a készülékek megfelelhettek a külföldi szabványoknak, de használatuk a Magyarországon fogyasztásra kerülő gázfajták egyikére sem engedhető meg. Ilyen készülékeket a fogyasztás biztonsága érdekében tilos felszerelni és üzemben tartani. Ezért a Gt. 27., ill. 23. §-a a gázszolgáltatót felhatalmazza, hogy a nem szabványos vagy típusengedéllyel, illetőleg forgalomba hozatali engedéllyel nem rendelkező készüléket a gázfelhasználásból kizárhassa.

A rendelet 1. §-a a rendelet hatálya alá tartozó, illetve oda nem tartozó berendezések körét állapítja meg. Eszerint a megjelölt fogyasztói készüléket s azok önállóan forgalomba hozható alkatrészeit is engedélyeztetni kell. Nem kell engedély a belső

egésű motorra, gázturbinára, a fogyasztó egyedi célt szolgáló berendezésére s egyes mérőeszközökre.

Az engedélyzési eljárás szabályai (3—5. §) szerint a berendezések I—III. kategóriába sorolhatók a hőterheléstől (40 000—300 000 kcal/h) függően. Az engedély 1—5 évre szólhat s meghosszabbítható; az engedélyezésért a 6. §-ban megállapított díjat (2—5 ezer Ft-ot) kell fizetni. A Gázfelügyelet ellenőrizheti az engedélyezett készülékek üzemeltetését (7. §), s az engedélyt meg is vonhatja.

A rendeletet a 18/1970. (XII. 30.) NIM számú rendelet kiegészíti a gáz- és olajfogyasztó berendezések átalakítása, forgalombahozatala és sorozatgyártása esetén követendő eljárás szabályaival.

A rendelet végül teljesen hatályon kívül helyezi a 6/1968. (IX. 21.) NIM sz. rendelettel módosított 3/1959. (VIII. 18.) OT sz. rendeletet.

#### *A kőolaj- és gázipari távközlési rendszeréről szóló 10/1970. (Közl. Ért. 8.) KPM—NIM sz. együttes utasítás*

A Gt. 15. §-a a gázüzemek zavartalan üzeméhez és biztonságuk feltétlen megővéséhez fűződő közérdekből olyan önálló gázüzemi távközlési rendszer fenntartását szentesítette, amely az ország egységes távközlési hálózatába beilleszthető. A postáról és a távközlésről szóló 1964. évi II. törvény végrehajtásáról szóló 15/1964. (VI. 30.) Korm. sz. rendelet a gázszállító vezeték távközlési tartozékát, a Gt. pedig — ezen túlmenően — a gázipar minden létesítményének távközlési tartozékát a gáziparnak engedte át.

Az utasítás a kőolaj- és gázipari létesítmény, a távközlési rendszer és a postai távközlési hálózattal való kapcsolat pontos fogalom meghatározása (2. §) után meghatározza a kőolaj- és gázipari létesítmények távközlési tartozékának fogalmát (3. §), majd megadja a gázipari üzemben tartó által megtartandó létesítési (átalakítási), használatbavételi ajánlásokat és szabályokat (4—6. §).

Az utasítás 7. §-a az üzemvitelre és fenntartásra, a 8. § a megszüntetésre, a 9. § a nyilvántartásra vonatkozó szabályokat állapítja meg. A vegyes rendelkezések (10—13. §) közül egyik legfontosabb az az intézkedés, amely szerint a hatálybalépéstől számított 3 hónapon belül az OKGT és a Posta vezérigazgatójának a megjelölt fontos részletkérdések (üzembiztonság, fejlesztés, közös beruházás és üzemvitel, nyilvántartás, szakemberképzés, díjszabás) ügyében általános üzemviteli megállapodást kell kötni.

#### *A gáz tartályban és palackban történő szállításáról szóló 3/1970. (V. 31.) KPM számú rendelet*

A Gt. 14. §-a a gáznak tartályban vagy palackban történő szállítását külön jogszabályra bízta, mert például a cseppfolyós propán-bután gáznak vagy más fokozottan veszélyes gáznak a szállítása vasúton, hajón, gépkocsin vagy más szállítóeszközön különleges, a vezetékes szállításól merőben eltérő, a technika állásától függő szabályozást igényel.

A közlekedés- és postaügyi miniszternek tárgyi rendelete elsősorban megköveteli, hogy a szállításra csakis engedélyezett palackot vagy tartályt szabad használni (1. §). A 2—3. § a gáznak s külön a propán-bután gáznak a szállítási feltételeit állapítja meg a különböző szállítóberendezéseken. A gáznak palackban való szállítására a KPM Autófelügyelete adhat engedélyt — az Energiafelügyelet javaslatára —, kivéve a propán-bután gázt. Gázszállításához a járművet meghatározott méretű porral oltó tüzoltó készülékkel is el kell látni, tehergépjárműveken pedig megfelelő figyelmeztető feliratokat („tűz- és robbanásveszélyes”) is alkalmazni kell (4. §). A rendelet további intézkedései (5—8. §) a gázpalack védőkupakjáról, a palackok elhelyezéséről és letakarásáról, a tűzveszélyes egyéb anyagoktól való távol tartásáról, a rakodásról, az érdekelt kioktatásáról s a vonatkozó jogszabályok, szabályzatok megtartásáról szólnak.

Említést érdemel a rendelet azon hatályba léptető rendelkezése, amelynek értelmében a közúti járműszállítás 3. § csak 1971. I. 1-től alkalmazandó, hogy a propán-bután gázrendelet 6—8. §-a 1970. VII. 1-én hatályát veszti. Egyébként a hivatkozott 5/1967. (VIII. 5.) NIM sz. rendelet a 12/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet szerint általában 1970. VII. 1-én hatályát veszti, kivéve a megjelölt biztonsági vonatkozású intézkedéseket, amelyek egyelőre — a Gázipari Műszaki Biztonsági Szabályzat hatálybalépéséig — érvényben maradnak.

*A gáz-, kőolaj- és kőolajtermék-szállító és -elosztó vezeték létesítéséről, üzemeltetéséről, keresztezéséről, megközelítéséről, valamint nyomvonalának megjelöléséről és nyilvántartásáról szóló 9/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet*

A gáztörvény egyik legfontosabb része a gáz szállítását — és pedig a csővezetékben történő gázzsállítását — szabályozta. A gázprogram, a gázellátás országos megszervezésének alapja a földgáznak a termelőmezőben történő összegyűjtése, az országos hálózat útján való továbbítása, továbbá az ellátási területen belül a gázelosztó vezeték kiépítése, s a csatlakozó vezeték útján a gáznak a fogyasztókhoz való juttatása, illetve mindezen feladatoknak biztonságos és gazdaságos megszervezése és végrehajtása.

A gáztörvény és végrehajtási rendeletei gázzsállítású vezetéknek nevezik a bányatörvény végrehajtási rendeletei és a szabványok által gáztávvezeték névvel jelölt gázvezeték. A gázzsállítású vezeték szállítja a gázt a termelés helyéről a gázzal ellátandó ipartelep vagy lakótelepülés határára levő gázfogadó állomásig, ahol a gázt nagynyomásról (6 att felett) középnyomásra vagy nagyközépnyomásra (0,5—1,0 att, ill. 1,0—6,0 att) alakítják át. A gázelosztó vezeték a gázt a zárt gázellátási közterületen elosztja a fogyasztók között, a csatlakozó vezeték a fogyasztói mérőig vagy főcsapig történik a gázzsállítás.

A rendelet a gázzsállítású és -elosztó vezeték létesítési és üzemeltetési szabályait adja meg, utal a bányahatóság létesítési és használatba vételi engedélyezési eljárásáról szóló 5/1970. (NIM É. 6.) OBF sz. szabályzatra, továbbá a gáz- és kőolajüzemi létesítmények biztonsági övezetéről szóló 10/1970. (Közl. Ért. 8.) KPM—NIM sz. együttes utasításra. A 2. § szerint a gázszolgáltatónak a tanácsi szervekkel egyeztetendő hálózatfejlesztési tervet kell készítenie. Ezt rendszerint évenként dolgozzák ki. A 4. § a fő- és elosztóvezeték elhelyezésére ad kötelező utasítást, illetve szabályokat, különösen a közutak, vasutak, épületek, műtárgyak, vizek, továbbá a honvédelem és ásványvagyon-gazdálkodás szempontjából fenntartott terület figyelembevételét illetően. Az 5. § a gáztörvény műszaki-biztonsági rendelkezései (Gt. 29 §) alapján a kiadandó technológiai előírásokra (üzemeltetés, karbantartás, korrozívvédelem, szerelvények, ellenőrzés, biztonsági övezet, hírközlés, távirányítás, javítás, üzemszavar-elhárítás) ad részletes utasítást.

A rendelet 6—9. §-ai tartalmazzák a fő- és elosztóvezeték, valamint más nyomvonalas létesítmény keresztezésének és megközelítésének szabályait, a fejlesztési és rendezési tervek figyelembevételét, a szerződési kötelezettséget stb. A nyomvonal megjelölése és nyilvántartása felől (jelzőtáblák, oszlopok, töréspontok, kábelek, nyomvonalrajzi hossz-szelvény stb.) a 10—13. § rendelkezik.

A 14—16. § a helyi erőből létesülő gázvezeték létesítésének szabályait állapítja meg. A Gt. 11. §-a a most hatályon kívül helyezett 17/1967. (VI. 25.) Korm. sz. rendelet elvi alapjainak fenntartásával lehetőséget nyújt ahhoz, hogy ha egy helység nem szerepel a kommunális földgázprogramban, a vezetékes gázellátás helyi anyagi erő koncentrációjával megvalósítható vagy gyorsítható legyen. A helyi erőforrás lehet önkéntes hozzájárulás, tanácsi fejlesztési alap, állami támogatás és gázszolgáltatói hozzájárulás. A rendelet szabályozza a befizetést, az OTP-közreműködést, az utólagos csatlakozást stb.

A külföldi érdekeltségű gázzsállítású vezetékekre vonatkozó főbb rendelkezéseket a Gt. 12. §-a tartalmazza. Ezek közül legfontosabb a hazai műszaki-biztonsági szabályok alkalmazása. Egyébként az ágazati miniszteri előterjesztés és minisztertanácsi engedély tartalmazza a szükséges feltételeket és tennivalókat.

*A gáz- és kőolajüzemi létesítmények biztonsági övezetéről szóló 10/1970. (VII. 1.) NIM sz. rendelet*

A biztonsági övezetre vonatkozó alapvető rendelkezéseket a Gt. 34. §-a adja meg.

A biztonsági övezet rendeltetése kettős. Egyfelől megtiltja vagy korlátozza a gázüzemi létesítmények pontosan meghatározott körzetében azt a tevékenységet, amely a gázüzem üzemét és biztonságát veszélyezteti, másfelől megóvja a gázüzemi létesítmény által okozható károsodástól a biztonsági övezetben levő személyeket és létesítményeket, illetve megakadályozza a veszélyhelyzet kialakulását.

A Gt. rendelkezése [34. § (1) bek.] alapján a gázüzemi létesítmény részéknél, vagyis hivatalból hatályos biztonsági övezet (védőterület) létrehozása igen jelentős új jogintézmény, amely a megvédendő létesítmény körzetében levő földterület — az

okozott minden kár megtérítésének kötelezettsége mellett — ellenszolgáltatás nélkül veszi igénybe.

A biztonsági övezetben a gázüzem az üzemeltetéshez, ellenőrzéshez, műszerezéshez, méréshez szükséges tevékenységet szabadon végezheti, eltávolíthatja a növényzetet, fákat stb. Az ingatlanulajdonos viszont — kártérítés mellett — indokolt esetben az ingatlan kisajátítását is kérheti [34. § (2), (4) bek.].

A végrehajtási rendelet pontosan meghatározza a biztonsági övezet igénylő gázüzemi létesítményeket. Ezek a kutak, az előkészítő és feldolgozó telepek, a gáztárolók, a különböző fajta gázvezeték és tartozékaik (1. §).

A rendelet 2—6. §-a megállapítja a biztonsági övezet terjedelmét. A kutak, telepek, tárolók (külszíni berendezések) kiterjedése legfeljebb 200—250 m, a kőolaj-finomító 1000 m, illetve a vonatkozó szabvány szerint állapítandó meg, ha van ilyen szabvány. A 6 att-nál nagyobb üzemi nyomású szállítóvezeték biztonsági övezetének megállapításához a rendelet (3. §) a környezetet három veszélyességi kategóriába sorolja, és a vezetékanyag méretezésétől is függően táblázatos kimutatásban adja meg az övezet méreteit (4. §), amely az I—III. kategóriában (út, vasút, lakótelep, középület, vízmű, lakóház stb., illetve 6—64 att nyomású vezeték) 40—175 m és a III. kategóriában 30 m. A föld feletti vezetéknl 1,5-szeres mérettel kell számolni, illetve a méretek felére vagy negyedére csökkennek, ha a vezetékanyag szilárdsági méretezése 1,3—1,4 helyett 1,5—2,0 tényezővel történik és különleges ellenőrzést végeznek vagy védőösvét alkalmaznak. Utak, vasutak, vízvezeték stb. keresztezése esetén az 1,3—1,4-es biztonsági tényezőt 1,7—2,0-ra kell emelni (5. §). A 6 att vagy annál kisebb nyomású szállítóvezeték részére épület, vasút, kábelek, vízvezeték, csatorna stb. esetén a 6. §-hoz megadott kimutatásban feltüntetett 0,75—9,0 m-es övezetméretet kell alkalmazni.

A rendelet 7—9. §-a a biztonsági övezetben érvényes tilalmakat és korlátozásokat állapítja meg. A 7. § részletes, pontos meghatározást ad arról, hogy a biztonsági övezetben milyen létesítmények lehetnek, milyen tevékenység és milyen feltételekkel folytatható. Így például tilos ilyen területen tűz- vagy robbanásveszélyes anyagot tárolni, a kutak körül tilos a kalászosok termelése, tilos a külfejtés, tilos a vezeték mentén 3—15 m-es övezetben belül egyes növények, fák termesztése, az öntözéses gazdálkodás stb. A gázüzemi létesítményeket, jelzéseket kímélni kell, az üzemeltető az övezetben közlekedhet, ellenőrizhet stb. (8. §). Fontos rendelkezéseket tartalmaz a 9. §, amely szerint a biztonsági övezetbe eső idegen létesítmények lebonthatók, áthelyezhetők, a használati korlátozást azonban a telekkönyvbe be kell jegyezni. Az ingatlanulajdonost megillető kártalanítás államigazgatási s ezután peres úton érvényesíthető. A rendelet [9. § (4) bek.] a kártérítési igény megnyílása időpontját illetően is intézkedik.

A rendelet vegyes rendelkezései szólnak az eljárási szabályokról, az indokolt eltérések engedélyezéséről, s azok feltételeinek megállapításáról. Ezek a fontos rendelkezések (10. §) a bányahatóság, az Energiafelügyelet eljárását, ill. fellebbezés esetén a felügyeleti szerv meghallgatását írják elő, ha a meglévő létesítmény védelmével kapcsolatban jelentős beruházási költség merül fel.

A 11. § szerint a szállítóvezeték és tartozékai biztonsági övezetét fel kell tüntetni a távvezeték-térképen, s ezt meg kell küldeni a tanácsi szerveknek. Végül a 11. § (2) bekezdése azt a jelentős, súlyos rendelkezést tartalmazza, hogy az üzemeltetőnek egy éven belül felül kell vizsgálnia a meglévő gázüzemi létesítmények biztonsági övezetét, s azok módosítására is tervezetletet kell készíteni, ha azok nem felelnek meg ezen rendelet követelményeinek, ill. indokolt esetben a teljesítés alól felmentést kell kérni.

A rendelet 12. §-a szerint egyes gázüzemi létesítmények elhelyezésénél ezen rendelet intézkedései mellett alkalmazni kell az Országos Építészeti Szabályzat vonatkozó rendelkezéseit is.

*A Gázenergia Közszolgáltatási Szabályzatról szóló 11/1970. (VII. 1.) NIM számú rendelet*

A rendelet a mellékletként kiadott szabályzatot hatályba léptette, s hatályon kívül helyezte az 50/1966. NIM sz. Gázenergia szolgáltatás szállítás alapfeltételeit. Alapvető rendelkezésként meghatározta a szolgáltató és fogyasztó szerződési kötelezettségét — ipari fogyasztó esetében az energiahordozói kijelölés alapján. (A gázszolgáltatásra vonatkozó tanácsi szabályrendeleteket már a Gt. 38. §-a hatályon kívül helyezte.)

A szabályzat I. fejezete tartalmazza a feltétlen szükséges fogalmi meghatározásokat: a gázszolgáltató, a csatlakozó és a fogyasztói vezeték, a végül a fogyasztási hely meghatározását.

A szabályzat legterjedelmesebb II. fejezete a gázvezeték útján történő gázszolgáltatással, míg a III. fejezet a palackban vagy tartályban történő gázszolgáltatással foglalkozik.

A szabályzat, illetve a II. fejezet alapvető rendelkezése, hogy gázt csak a törvényes feltételnek mindenben megfelelő vezeték útján szabad szolgáltatni. A fogyasztó kötelező előzetes tájékoztatásáról szól a 3. §, amely tájékoztatás — mint kötelező ajánlat — alapján a fogyasztó igénybejelentést tehet. A gázszolgáltató a fogyasztótól a csatlakozó vezeték megépítését is kérheti, illetve bekapcsolási feltételül szabhatja, ha a tárgyi vezeték a hálózatfejlesztési tervben nem szerepel. A 4—7. § a fogyasztó bekapcsolásához szükséges csatlakozó vezeték létesítésének feltételeit és szabályait határozza meg, a 8—10. § pedig a fogyasztói vezeték létesítése felől rendelkezik. Minden ingatlanhoz külön csatlakozó vezetékkel kell építeni, annak tervezését és kivitelezését a gázszolgáltató köteles ellenőrizni, ha azt nem maga végzi. A fogyasztói vezeték a fogyasztó vagy az ingatlan tulajdonos létesíti, s azt a gázszolgáltató ellenőrzi. Az igénybejelentés felől a 11. §, az igénykielégítés megtagadásának esetéről a 12. § intézkedik. A háztartási és kommunális fogyasztó igényét csak műszaki-biztonsági okból s szükség esetén a tanácsi szervek határozata alapján lehet megtagadni. Az egyes rendelkezések azon a már említett főszabályon alapulnak, mely szerint a gázszolgáltatás csak szerződéses jogviszony alapján történhet, akár személyi fogyasztóról, akár kommunális vagy ipari nagyfogyasztóról van szó. A szerződés létrejön (13. §), ha a fogyasztó bejelentése alapján a bekapcsolás, illetve az átírás megtörténik, egyébként vita esetén a polgári jog szabályai vagy a gazdasági döntőbiztosági, illetve a bírói ítélet irányadók. A szerződés tartalmi részét a 14. §, az ipari nagyfogyasztót illetően a 15. § rendezi. A szerződésben fel kell tüntetni a csatlakozási pontokat, minden fogyasztási helyre külön szerződést kell kötni stb. Ha a szerződő felek személyében változás történik, a 16. § szerint kell eljárni; a közös fogyasztást a 17. § szabályozza. A bekapcsolás fontos szabályait a 18—19. § tartalmazza, s azt csak a gázszolgáltató végezheti, ha a garanciális jellegű felülvizsgálat megtörtént, és a kötelező kioktatást elvégezte. Az ipari nagyfogyasztónál nincs szükség szolgáltatói oktatásra, mert ezek saját szakképzett dolgozóikkal üzemeltetik gázberendezéseiket, az ellenőrzést pedig külön állami szerv, az Energiafelügyelet végzi. A műszaki-biztonsági szempontból meg nem felelő vezeték és készülék nem kapcsolható be.

A gázszolgáltatás közelebbi szabályai a szabályzat 20—27. §-ában vannak. Az első főszabály, hogy a gázt szagosítva s az előírt minőségben, folyamatosan kell szolgáltatni. A feltétlenül szükséges szüneteltetés és az üzemzavar miatti korlátozás csak tervszerű, illetve a legrövidebb időtartalmú lehet. A fogyasztók érdekeinek lehető legmesszebbmenő védelme érdekében a szüneteltetési tervet a tanácsi szerv bevonásával úgy kell elkészíteni, hogy az a fogyasztóknál a lehető legkisebb zavart okozza.

A leggondosabb karbantartás ellenére is előfordulhatnak olyan műszaki üzemzavarok, amelyek a gázszolgáltatást befolyásolják. Üzemzavarnak kell tekinteni a gázüzem üzemkörén kívül felmerült akadályozó tényezőket (pl. tüzesetet, árvizet stb.) is.

Az üzemzavar folytán szükséges korlátozás szabályozásának rendjét, a fogyasztók igényeinek gondos mérlegelésével, évente a nehézipari miniszter, közelebről az OEGH állapítja meg. A korlátozás menetrendjét előre és mindenfajta üzemzavar esetére kell megállapítani. A menetrend azt szabja meg hogy üzemzavar esetén — az üzemzavar okozta gázcsökkenésnek, illetve — hiánynak megfelelően —, a fogyasztók melyik csoportjának az ellátását milyen sorrendben és mértékben kell korlátozni. A jelenlegi gyakorlat a fogyasztókat, illetve a fogyasztói berendezéseket hat kategóriába osztja, annak a szempontnak a mérlegelése alapján, hogy a korlátozás okoz-e kárt az üzemeltetésben, illetve milyen mértékű kárt okozhat.

A Gázfelügyelet a gázfogyasztó készülékek műszaki-biztonsági állapotát rendszeresen ellenőrzi, kivéve az ipari nagyfogyasztók technológiai célú berendezéseit. Az ellenőrzés módját, időpontját stb. a 25—27. § szabja meg. A 28. § a háztartási és kommunális fogyasztóval szemben a szolgáltató kötelezettségeket állapítja meg arra az esetre, ha a gáz minősége megváltozik. Ilyen esetben a gázszolgáltató — ha ez lehetséges —, a gázkészülékeket saját költségén köteles átállítani a megváltozott gázfajtának vagy minőségnek megfelelően. Ha az átállít-

tás nem lehetséges, az általánosan használt készülékeket térítésmentesen ki kell cserélni.

A gázfogyasztásról szóló 29—31. §-ban rendelkezés van arra, hogy a gázt a fogyasztó milyen esetben adhatja tovább, s hogy az ipari nagyfogyasztónak mikor kell engedélyt kérnie a Nehézipari Minisztériumtól a gáz továbbadására. Gázfogyasztó készülék csak az 1/1970. (III. 8.) NIM sz. rendelet szerint végzett eljárás alapján használható. (Egyedi gyártású vagy külföldi készülék is csak külön engedély alapján használható stb.) Az esetleges gázszolgáltatási rendellenességet azonnal be kell jelenteni a szolgáltatónak, s gázömlés esetén azonnal kell intézkedni, illetve a hibát azonnal meg kell szüntetni.

A gázmérés felől a szabályzat 32—37. §-a rendelkezik. A mérésről a szolgáltatónak kell gondoskodnia, azt bármikor ellenőrizheti, megengedett az általánosság. Meghatározott teljesítmény alatt a mérő bárhol elhelyezhető (a lakásban vagy a lakáson kívül). A mérőt a fogyasztó kérésére meg kell vizsgálni és 4%-os hiba esetén a költség nem hárítható át a fogyasztóra. Az önálló bérlemények részére külön gázórát kell felszerelni, ilyen kérelem teljesítése csak műszaki okokból tagadható meg.

A gázszolgáltatás elszámolását a szabályzat 38—42. §-a szerint kell végezni. Az árhatóság által megállapított ellenértéket a fogyasztók egyetemlegesen kötelesek fizetni. Nem fizetés esetén a gázszolgáltatás megszüntethető. Az esetleg hibásan mért gázfogyasztás elszámolásáról kimerítő részletességgel a 43. § intézkedik. Ha a számla ellen kifogás van, a 44—45. § szerint kell eljárni. A 46—50. § a szerződésszegésről és következményeiről szól. A fogyasztó részéről szerződésszegés a szabálytalan vételezés (fogyasztás), nagyfogyasztónál ezenfelül a szerződéssel szemben más vételezés. A szerződésszegés következménye általában kártérítés, kötbér vagy a szolgáltatás beszüntetése, esetleg ezek együttesen a polgári jog szabályai szerint. A szerződés megszűnése felől a 51—53. § rendelkezik. Háztartási és kommunális fogyasztónak csak törvényes indokok lehet felmondani. Felmondás esetén a gázszolgáltatónak a műszaki lehetőség szerint gondoskodnia kell propán-bután gázzal s a felmondásnak kellő időben kell történnie stb.

Az egyéb rendelkezések (54—55. §) szerint a gázszolgáltató a fogyasztó részére szerződéssel biztosíthat megfelelő készüléket, s azok karbantartását is vállalhatja a vezetéképítéssel stb. kapcsolatos munkát az ingatlan tulajdonos vagy bérlő — kártérítési kötelezettség mellett — köteles eltérni, s ha ezt nem a szolgáltató végzi, a munkát a szolgáltatóval ellenőriztetni kell.

A Szabályzat III. fejezete (56—67. §) a gáznak palackban vagy tartályban történő szolgáltatásáról intézkedik, s megszabja, hogy a vezetékes gázszolgáltatás szabályait miképpen kell alkalmazni a propán-bután gázszolgáltatásnál. Az ilyen célú igény kielégítését megtagadni általában nem szabad (59. §). A 60. § a vonatkozó szerződés külön feltételeit adja meg, míg a 61. § a szolgáltatás különös biztonsági feltételeit rögzíti. A szolgáltatási kötelezettség a cseretelepi terjed (62. §). A gázpalack elhelyezéséről, a nyomáscsökkentő alkalmazásáról, a szellőztetésről, a rendellenességek (hibák) bejelentéséről és a szabotsági jogról a 63—66. § intézkedik. A 67. § a fogyasztó lakásváltozásának, készüléke átadásának és igénye megszűnésének kötelező bejelentése s az esetleges ólomzár felől rendelkezik.

## Összefoglalás

A Gázenergia Törvény és végrehajtási jogszabályai szervesen kapcsolódnak az utolsó évtized műszaki-gazdasági jellegű jogalkotásaihoz, így elsősorban a Bányatörvényhez. A gázenergia termelése, szolgáltatása és felhasználása, a gáz fokozott veszélyessége, közszolgáltatási jellege, energiagazdálkodási jelentősége miatt a gázzal összefüggő életviszonyok magas szintű és minél szélesebb körű szabályozását tették szükségessé.

A gáz sajátos, különleges veszélyessége és rendkívül gyors ütemű térhódítása, továbbá a lakosság életszínvonalának emelésében jelentkező lényeges szerepe olyan sajátos új szabályozást kívánt, amely irányítja és segíti is a gázipar zavartalan dinamikus fejlődését.

Az új jogszabályoknak az életszükségietből fakadó rendelkezési egyrésztől pótolják az eddig hiányolt rendelkezéseket, másrésztől javítják, egységbe fogják az eddigi szabályokat.

Végül összefoglalásként az új gázipari jogszabályalkotás jogi eszközöket teremt a földgázfelhasználás központi fejlesztési programjának sikeres megvalósításához.

Latin és görög szakkifejezéseinkről, 2. r.

Az utóbbi években terjedt el széles körben egy-egy tudományág vagy szakma időszerű kérdéseinek megvitatására az *ankét* (megbeszélés, értekezlet, tanácskozás) szó mellett a *szimpozion*, *szimpozióm* elnevezésű, magasabb színvonalú tanácskozást jelentő forma használata is. Írásformája még meglehetősen ingadozó (a szó sem a Helyesírási tanácsadó szótárban, sem a Magyar nyelv értelmező szótárában nem található), a görög formát leginkább megközelítő *synposion*, *symposion*, *szünposzion* mellett a *simposion*, *szümposzion*, tovább a latinos végződésű *szimpozióm*, sőt *szimpózióm* is használatos; nyelvészeink a szimpozion alakot ajánlják, és ez a forma kezdi kiszorítani a többi változatot. A szó eredeti jelentése az ókori görögöké: az esti étkezést követő — dalolással és zenével egybekötött — borozás, időgázás, de így nevezték *Szokratész*nek barátaival folytatott, borozgatással fűszerezett, magasröptű esti vitatkozásait is (*συν*=együtt, *ποίησις*=ívás). Mai jelentése: „némi időgázással összekötött magasabb színvonalú beszélgetés”. A görög forma helyett persze nyugodtan választhatjuk a *tudományos tanácskozást* is, és ha a szépen hangzó görög kifejezést ki is szorítja a szóhasználatból valamelyik magyar változat, sokan nem a klasszikus szót hiányolják majd, hanem a hozzá tartozó eredeti jelentéstartalmat.

A technikai szaknyelvekben — de a köznyelvben is — terjed az *alternativa* szó használata *változat* jelentéssel. E szó használatahoz tudnunk kell, hogy az *alternativa* jelentése választás két lehetőség között, *alternativa* tehát csak kettő lehet. *Alternáló* mozgást végez — tehát csak két irányban mozdul el — egyébként a dugattyús gépek dugattyúja. Más jelentésben, tehát több lehetőség esetén a *változat* szót ajánlhatjuk, bár a *variáció* és a *variáns* forma használata is eléggé elterjedt — értelmező szótárunk szerint tudományos és választékos stílusmegjelöléssel — a mennyiségtani, biológiai és zenei szaknyelven kívül is.

Nem ritkán okoz gondot szakíróinknak a *statika-sztatika* szópár írásformája. Főleg az építészek használják a *statika*, *statikus* formát, sőt ezek igei származékát, a *statikáz* alakot is, az általános mérnökök (régiben kultúr mérnökök, mérnökök, ma építőmérnökök) pedig inkább a *sztatikát*. Szerkezeti előtagként a kőolajbányászatban is terjed a *statikus* forma: *statikus nyomást*, *statikus hőmérsékletet* írunk és mondunk, ha egy fűrés vagy kút nyugalmi (lezárt) állapotában kialakult nyomásról vagy hőmérsékletéről van szó. A *sztatika* forma ezzel szemben csak összetételei utótagként használatos az *aerosztatika*, a lég-nemű anyagok nyugalmi állapotának egyensúlyi feltételeit tárgyaló, az *elektrosztatika*, a fizikában a nyugvó elektromosság jelenségeivel foglalkozó, továbbá a *hidrosztatika*, a hidromechanikának a folyadékok és a folyadékba mártott testek egyensúlyának törvényeit ismertető tudományág megnevezésére. A kőolaj- és földgázbányászat a rezervoármechanikában használja a *sztatikai nyomás* és a *sztatikai állapot* szószervezeteket is, az egységes szóhasználat érdekében azonban itt is helyesebb a *statikus nyomás* és a *statikus állapot* alak.

Szakkifejezéseinknek gyakran sajátos stílári értékük, szaknyelvi szerepük van. Így a *mechanikus* melléknév a *mechanikus fék* szókapcsolatban gépi működésű fékberendezést, a *mechanikus munka* szószervezetben pedig — rosszalló stílusmegjelöléssel — megszokásból eredő, reflexszerű, gépies tevékenységet jelent. Ugyanígy a *kondenzátum* és a *kondenzedény* szók jelenlétében is részben elhalványodott a latin szó eredeti jelentése (*denseo*=sűríték), amit még leginkább a *kondenzátor* szóban találunk meg, de más a jelentéstartalma — az alaki egyezés elterjedésére — a *stabil gőzgép* és a *stabil emulzió* szókapcsolatok jelzőjének, továbbá a *fűrótorony stabilitása*, a *szuszpenzió stabilitása* és a *lyukfal stabilitása* szókapcsolatokban sem egyező a második tagok jelentése.

*Cement* szavunknak két igei származéka is használatos a bányászat, a fűrésztan, továbbá a kohászat szókinésében:

a *cementez* és a *cementál*. Mindkettőnek más a jelentéstartalma, bár néha helytelenül azonos jelentéssel használják a két szóalakot. A *cementez* forma a fűrólyukban végzett *béléscső-* vagy *dugócementezési* művelet igeje, a művelet eredménye pedig a *cementpalást* és a *cementdugó*. Az első összetétel két tagjának felcserélésével képzett *palástcement* összetétel továbbképzése szülte a *palástcementez* és a *palástcementezés* összetett szokat, sőt az — előbbi igeikötővel még jobban eltorzító — *elpalástcementez* formát, amit bizony nem tekinthetünk fűrészi szaknyelvünk díszének. A *palástcementezés* helyett inkább a *béléscsőcementezést* ajánlhatjuk, bár a földtani és vizkutatás szóhasználatában a *szarucementezés* mellett a *palástcementezés* is elfogadható a *béléscső-cementezés* egyik változatának jelölésére.

A *cementál* formának viszont az előbbivel szemben több jelentése is van. A bányászatban függőleges aknák mélyítéseihez segédműveletként — szükségszerűen — régóta alkalmazzák a *cementálást*, vagyis a laza, kohézió nélküli kőzetek, főleg homok- és kavicsrétegek cementtel való megszilárdítását. A kohászat szókinésében két jelentése is van: egyrészt az acél felületének szénrel való dúsítását, ezáltal keményebbé tételét jelenti, másrészt fémkohászati nedves eljárásnéven egy vízben oldható fémvegyületből a nehezebb fémnek egy nála kevésbé nemes fém adagolásával való kiejtését. Földtani fogalom a *cementációs öv*, ami értelemek fémfeldúsulási zónáját jelenti.

Gyakori a kőolajipar szóhasználatában az *emulzió* és továbbképzett alakjai közül az *emulgátor* és az *emulgál* forma is. Jelenlétükkel nem volt baj, annál inkább az igei alak írásmódjával; ma már csak nagy ritkán találkozunk a kifogásolt *emulgeál* alakkal, ami lassan kiszorul a vegyszert szókinéséből.

Az újlatin *szonda* szó a *Bakos Ferenc* szerkesztette Idegen szavak szótárában négyféle jelentéssel is megtalálható, ezek közül azonban hiányoznak a mélyfűréssel kapcsolatos jelentésváltozatok. Az átadó francia nyelv így nevezi magát a fűrészt is; ezt a jelentést nem vettük át a kifejezéssel, bár néha találkozhatunk ilyenféle átültetési kísérlettel is. Sokkal gyakoribb, mondhatnánk általánossá vált a fűrólyuk-geofizika szóhasználatában a *szondának* geofizikai műszerként való megnevezése. Igei származékát, a *szondáz* szót a fűrészi szaknyelvben már jóval ritkábban halljuk.

Joggal hibáztatják nyelvészeink a *probléma* szó nyaklódó nélküli használatát. Lassan már teljesen elhomályosul a szó eredeti jelentése: a megoldásra váró elméleti vagy gyakorlati kérdés, feladat, mert ezek helyét elfoglalja az aggály, gond, panasz, kétség, nehézség, hiba stb. Használatában, illetve jelentésváltozataiban nagyjából olyan mértékű torzulás figyelhető meg, mint a *differentia* szóban, ma már csak ritkán különbség a jelentése, ehelyett sok más — így nehézség, nézeteltérés, hiba, sőt zavar — jelentéssel igyekeznek feltölteni a lassan üressé váló formát.

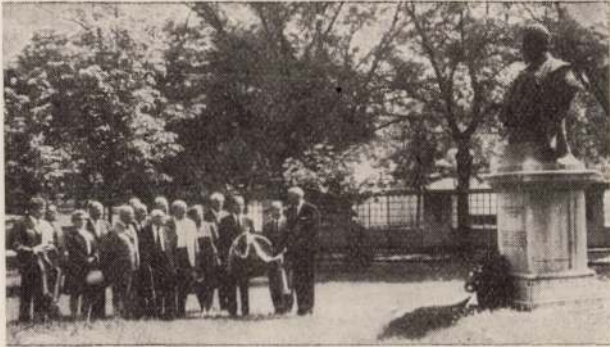
Végül röviden a *technika* és *technológia* szó használatáról. A *technika* azoknak a módszereknek, eljárásoknak a rendszere, összessége, amelyekkel az ember a természet erőit legyőzni és a maga javára hasznosítani, alkalmazni képes; így nevezik az előállítási, gyártási módot, eljárást; a műszaki felszerelést, berendezést, sőt az ügyességet, készséget, gyakorlatot is. Tulajdonképpen műszakinak is nevezhető a *technikai* tevékenység — legalábbis szóhasználatunkban ilyen jelentéssel vált általánossá —, ezen belül *technológia* (régiesen iparműtan) a különböző ipari eljárásokra, az anyagok feldolgozási módozataira és eszközeire vonatkozó ismeretek összessége. Ez a különbözőség van meg a *technikus-technológus* szópár tagjainak jelentésében is; a *technikus* szó nem kíván különösebb magyarázatot (így nevezik általában a műszakiakat is), a *technológus* viszont a gyártási, termelési tevékenység irányító szakembere; a *technikus* tehát nem mindig *technológus* is, de a *technológus* mindig *technikus*, vagyis műszaki képzettségű szakember.

Munkácsi Zoltán



## Ünnepi megemlékezések ZSIGMONDY VILMOS születésének 150. évfordulója alkalmából

1971. május 14-én — az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Bányászati Szakosztálya kezdeményezésére és rendezésében — a nagy magyar bányamérnök és artézikut-fúró, ZSIGMONDY VILMOS születésének másfélszázados évfordulója alkalmából tartott emlékező sorát 10 órákor ZSIGMONDY VILMOS városligeti szobrának ünnepélyes megkoszorúzása nyitotta meg. Ezt követte a városligeti kút helyén, a millenniumi emlékműnél elhelyezett emléktábla, majd a margitszigeti forrás, a Dob utcai lakóház emléktábláinak, végül a Kerepesi úti temetőben levő síremléknek a megkoszorúzása.



Egyesületünk nevében *Podányi Tibor* bányamérnök, a Bányászati Szakosztály elnöke idézte fel a nagy előd emléktét és talált keresetlenül is méltó szavakat e sokoldalú bányamérnök elévülhetetlen érdemeinek méltatására. Leróta kegyeletét minden stációnál a ZSIGMONDY-kultuszt leghívebben ápoló Vízkutató és Fúró Vállalat is; a Dob utcai lakóház emléktáblájánál *M. dr. Dobos Irma* főgeológus hangsúlyozta ki a „vizes” ZSIGMONDY jelentőségét.

Az ünnepségek magvát az a visszaemlékezés jelentette, melyet 17 órákor Egyesületünkben az elnök *Gyulay Zoltán* tartott.

ZSIGMONDY VILMOS életművének, sokrétű műszaki és más irányú tevékenységének már gazdag irodalma van. A jubileumot kihangsúlyozó ez évi májusi számunkban is több oldalról világítottuk meg e széles tudású férfiú műszaki, filológiai, közéleti és emberi portréját. *Gyulay Zoltán* — a szenvedélyes bűvár keresőkészségével, a fundamentumig lehatoló oknyomozó alapaosságával, de a választékos és igényes nyelvezet élvezetes plasztikusságával — most is tudott még újat, eddig fel nem tártat vagy összefüggéseiben elgondolkoztatót, tanulságosat mondani. Az értékes és érdekes visszpillantás méltó befejezése volt a ZSIGMONDY VILMOS-ban a magyar bányamérnökök haladó hagyományait megidéző és azt megerősítő ünnepségnek.

A Magyar Posta ez alkalommal Egyesületünkben az első városligeti artézi fúrás fúrótornyát, valamint kazánházát ábrázoló és „ZSIGMONDY VILMOS 1821—1888. Budapest, 1971. V. 14.” felirással ellátott ünnepi körbélyegzővel pecsételte le a helyszínen vásárolt bélyegeket. *B. B.*

### A Magyar Híradástechnikai Egyesülés sajtófogadása

A Magyar Híradástechnikai Egyesülésbe tömörült híradás-és rádiótechnikai gyárak, vállalatok, intézetek, továbbá laboratóriumok és kutatóintézetek a Budapesti Nemzetközi Vásár előestéjén — 1971. május 17-én — jól szervezett, komoly érdeklődéssel kísért sajtófogadást rendeztek a MUOSZ Rózsa Ferenc székházában.

Korszerű elektromechanika, távközlés, híradástechnika nélkül ma már az ipar szinte egyetlen szektora sem tud zökkenésmentesen, „napra készen” működni és üzemelni, különösen nem az ellátó hálózatokkal, távirányítással, automatikával mind intenzívebben felszerelt és azt a jövőben még hatványozottabban igénylő egyetemes kőolajipar, a geofizikai kutatástól a termékeket piacra állító kőolaj-finomítókig. Ezért volt különösen tanulságos azokról az új műszerekről és készülékekről is hallani, melyek szakmánk folyamatosabb, racionálisabb üzemvitelét lesznek hivatva szolgálni és tökéletesíteni. *B. B.*

### Az Ipargazdasági Szakcsoport vitaulése

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztály Ipargazdasági Szakcsoportja 1971. május 19-én az egyesület székházában vitaulést tartott „A kőolajbányászat anyagellátási problémái” címmel.

*Bándi József* vezérigazgató-helyettes, a szakcsoport elnöke, megnyitójában méltatta a témának az új gazdaságirányítási rendszerben elfoglalt szerepét és a vállalati, valamint a trösztgazdálkodásban betöltött fontosságát. *Dr. Pázmányi György*, az OKGT Anyagellátó Iroda fősztályvezető-helyettese vitaindító előadásában ismertette az új gazdasági mechanizmus által feloldott „kényszerpályás” termékfalgalmazás hatását és a változásokkal kapcsolatos problémákat. Elemezte a készletalakulás indexszámaikat, foglalkozott a helyesnek ítélt készlet-szintek kialakításának módszerével és a helyes készlet-szint betartásának vállalati és népgazdasági akadályaiival. Részletesen taglalta a jelenleg folyó korszerű adatfeldolgozásra való áttérést és a számítógépes anyagellátás szervezésének feladatait. Korreferátumokat tartottak *dr. Szilágyi István*, az NKFFV műszaki-gazdasági tanácsadója, valamint *Dávid László*, a DKFFV számviteli osztályának vezetője. *Szilágyi István* a számítógéppel való anyagellátásnak az NKFFV-nél kialakult tapasztalatokat ismertette, míg *Dávid László* a DKFFV anyagellátási problémáit változó és javasolta, hogy az anyagi érdekeltséget közvetlenebb kapcsolatba kellene hozni az anyagellátás kérdéseivel.

A vitaulést nagy érdeklődés kísérte, a kánikulai meleg ellenére 62 fő hallgatta meg az előadást és vett részt a vitában. Az OKGT-vállalatok reprezentánsain kívül képviseltette magát az Országos Tervhivatal, valamint több főhatóság és tröszt is. Egyesületi kapcsolatainkat ugyancsak jól szolgálta a vitaulés, mivel azon a Fémkohászati Szakosztály Ipargazdasági Szakcsoportjának képviselői is részt vettek, és ismertették iparáguk hasonló problémáinak általuk javasolt megoldásait. Egyidejűleg meghívásukat tolmácsolták a június 7-én Ajkán tartandó, hasonló tárgyú konferenciájukra.

A vitát *Bándi József* foglalta össze. Hangsúlyozta, hogy a témát nem lehet lezárni, ki kell alakítani a korszerű anyagellátás rendszerét, ennek érdekében nagy körültekintéssel kell eljárni az anyagellátás számítógépes alkalmazására való áttérésnél.

Budapest, 1971. június hó

*Láposi Sándor*  
szakcsoporttitkár

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### Magyar előadás kanadai egyetemen

1971. május 12—14. között tartották meg Calgaryban (Kanada) a Torontói Egyetem és a Calgary-i Egyetem rendezésében az IUTAM—IUGG szimpoziумot (International Union of Theoretical and Applied Mechanics—International Union of Geodesy and Geophysics—Symposium) a „Porózus közegekben végbemenő többfázisú szűrődés fizikai és matematikai kérdéseiről”.

A szimpoziумon a világ számos tudományos szervezete és intézete képviseltette magát. Összesen 27 előadás hangzott el, amelyekben az előadók a szűrődésmélet legújabb eredményeit ismertették.

A szimpoziумon az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya és az OKGT megbízásából *Rácz Dániel*, a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium igazgatója vett részt, aki a

### „Szénhidrogén-tárolók körzetében kialakuló természetes gátak és azok számbavétele a fluidumok szűrődésénél”

című előadás keretében a szénhidrogén- és víztároló rendszerek egymásra hatásával, diffúziós és szűrődésméleti kérdésekkel foglalkozott.

Előadását az alapvető tanulmányok (Fundamental Studies) közé sorolták és nagy érdeklődéssel fogadták. A tanulmányt lapunk egy későbbi számában közölni fogjuk.

Budapest, 1971. június hó

*B. B.*

**П. Закар, инж.-химик: Битумная эмульсия ..... Стр. 225**

В связи с использованием битума одним из методов снижения его вязкости является эмульсация битума в воде. Вместо прежней эмульсии анионного типа значительное распространение получила во всем мире битумная эмульсия катионного типа, которая благодаря ряду преимуществ при применении, используется в области строительства и ремонта дорог. Для производства катионактивной битумной эмульсии требуются соответствующая коллоидная мельница и подогреватель, а также система резервуарных емкостей. По результатам проведенных до сих пор отечественных предварительных экспериментов, развертывание производства катионактивной битумной эмульсии в промышленном масштабе является обоснованным.

**Д-р Й. Папай, инж.-нефтяник: Уравнение производительности системы залежь газа — скважина — сборная линия ..... Стр. 231**

Как теорией, так и измерениями автором подтверждается, что применение уравнений производительности, выведенных для залежей газа, в модифицированном виде могут быть распространены как на устье скважины, так и на сборный пункт; обсуждается и практическое значение этого.

**А. Сумтар, инж.-нефтяник: Исследование промысловой применимости относительных проницаемостей .... Стр. 236**

Значение зависимости между отношением фазовых проницаемостей и насыщенностью по отдельным коллекторам является необходимым при составлении проектов разработки с вытеснением водой или газом. В условиях Венгрии, в результате многолетних исследовательских работ определение зависимости относительной проницаемости для любой коллекторской породы может быть выполнено в лабораторных условиях как повседневная работа. На величину и изменение фазовых проницаемостей влияет ряд факторов, причем их эффект в условиях лаборатории и пласта отличается друг от друга. Если роль этих факторов остается невыясненной, то сведения, полученные в лабораторных условиях, могут привести к ошибочным выводам относительно процессов, происходящих в продуктивных пластах. В статье обсуждаются влияния самых важных из указанных факторов и указывается на необходимость проведения интерпретации данных измерений перед проведением проектных работ.

**Д. Чако—И. Варга, инженеры-нефтяники: Исследования явлений гидравлической эрозии в системе добычи газа на газовом промысле Санк ..... Стр. 240**

Техническая авария, происшедшая в 1969 году на промысле Санк, обратила внимание специалистов на более тщательное исследование влияния гидравлической эрозии и коррозии. Проведенные после аварии технические исследования однозначно указывали на наличие явлений гидравлической эрозии. В статье, на основании технических параметров и их зависимостей, показываются изменения скоростей течения, а потом приводятся рекомендации по оптимальным промысловым величинам скоростей течения. В заключение суммируются подлежащие решению задачи.

**Э. Л. Петё, инж.-хим. машиностроения: Явления гидратообразования на газобензиновом заводе в Хайдусобосло ..... Стр. 245**

На установках по выделению газа, работающих адсорбцией и охлаждением, чаще всего наблюдаемая авария — это циклическое гидратообразование на местах пониженной температуры. На аналогичных установках как в Советском Союзе, так и в других европейских странах тоже известны явления гидратообразования, для устранения которых применяются различные способы. В статье обобщаются результаты многолетних наблюдений и серий исследований, проведенных на ГБЗ в

Хайдусобосло и составляются разные модели эффекта гидратообразования. В заключение излагаются форма и возможности необходимой модификации технологического процесса.



**Dipl.-Ing. Pál Zakar: Die Bitumenemulsion ..... S. 225**

Eine der Methoden zur Herabsetzung der Viskosität des Bitumens bei Verwendung derselben ist das Emulgieren im Wasser. Statt der früher angewandten Anionenemulsion ist im Weltausmass die kationaktive Bitumenemulsion in den Vordergrund getreten, die infolge ihrer zahlreichen anwendungstechnischen Vorteile für Strassenbau und -instandhaltung angewandt wird. Zur Herstellung kationaktiver Bitumenemulsionen ist eine geeignete Kolloidmühle, ein Bedienungswärmeapparat und ein Lagerbehältersystem erforderlich.

Aufgrund der bisher in Ungarn durchgeführten Vorversuche ist der Ausbau einer industriellen Herstellung grösseren Ausmasses begründet.

**Dr.-Ing. József Pápay: Leistungsgleichung für Erdgaslagerstätte, -sonde und -leitung ..... S. 231**

Es wird sowohl theoretisch wie auch durch Messungen bewiesen, dass die Leistungsgleichungen für Erdgaslagerstätten in modifizierter Form sowohl bis zum Bohrlochkopf wie auch bis zur Sammelstation erstreckt werden können. Die Bedeutung dieser Tatsache wird auch behandelt.

**Dipl.-Ing. Antal Szittár: Untersuchung der Anwendbarkeit relativer Durchlässigkeiten im Betrieb ..... S. 236**

Die Kenntnis des Zusammenhanges zwischen dem Phasendurchlässigkeitsverhältnis und der Sättigung für jede einzelne Lagerstätte ist bei der Planung von Produktionsmechanismen mittels Wasser- oder Gasverdrängung unentbehrlich. Die Funktionen der relativen Durchlässigkeit irgendeines Speichergesteins können in Ungarn, als Ergebnis einer mehrjährigen Forschungstätigkeit, bereits routinemässig im Laboratorium bestimmt werden.

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Grösse und die Änderung der Phasendurchlässigkeiten. Die Wirkung derselben ist unter Labor-, bzw. Lagerstättenverhältnissen verschieden. Wenn die Rolle dieser Faktoren nicht bekannt ist, können Labordaten irrtümliche Schlussfolgerungen über die Prozesse in der Lagerstätte ergeben.

Der Beitrag behandelt die Auswirkungen der wichtigsten dieser Faktoren und macht auf die Notwendigkeit einer Interpretationstätigkeit zwischen Messungs- und Projektierungsarbeit aufmerksam.

**Dipl.-Ing. Dénes Csáko — Dipl.-Ing. István Varga: Untersuchung von Flüssigkeits-Erosionserscheinungen im Gasfördersystem Szank ..... S. 240**

Ein technischer Unfall in 1969 im Feld Szank hat die Aufmerksamkeit auf eine gründlichere Untersuchung der Flüssigkeitserosions- und -korrosionseffekte gerichtet. Die technischen Untersuchungen nach dem Unfall haben eindeutig auf intensive Flüssigkeits-Erosionserscheinungen hingewiesen. Aufgrund technischer Parameter und deren Zusammenhänge werden Strömungsgeschwindigkeits-Änderungen vorgeführt und optimale Geschwindigkeitswerte im Feld vorgeschlagen. Die in der Zukunft zu erfüllenden Aufgaben werden zusammengefasst.

**Dipl.-Ing. Ede László Pető: Hydratationserscheinungen im Erdgasaufbereitungsbetrieb Hajdúszoboszló ..... S. 245**

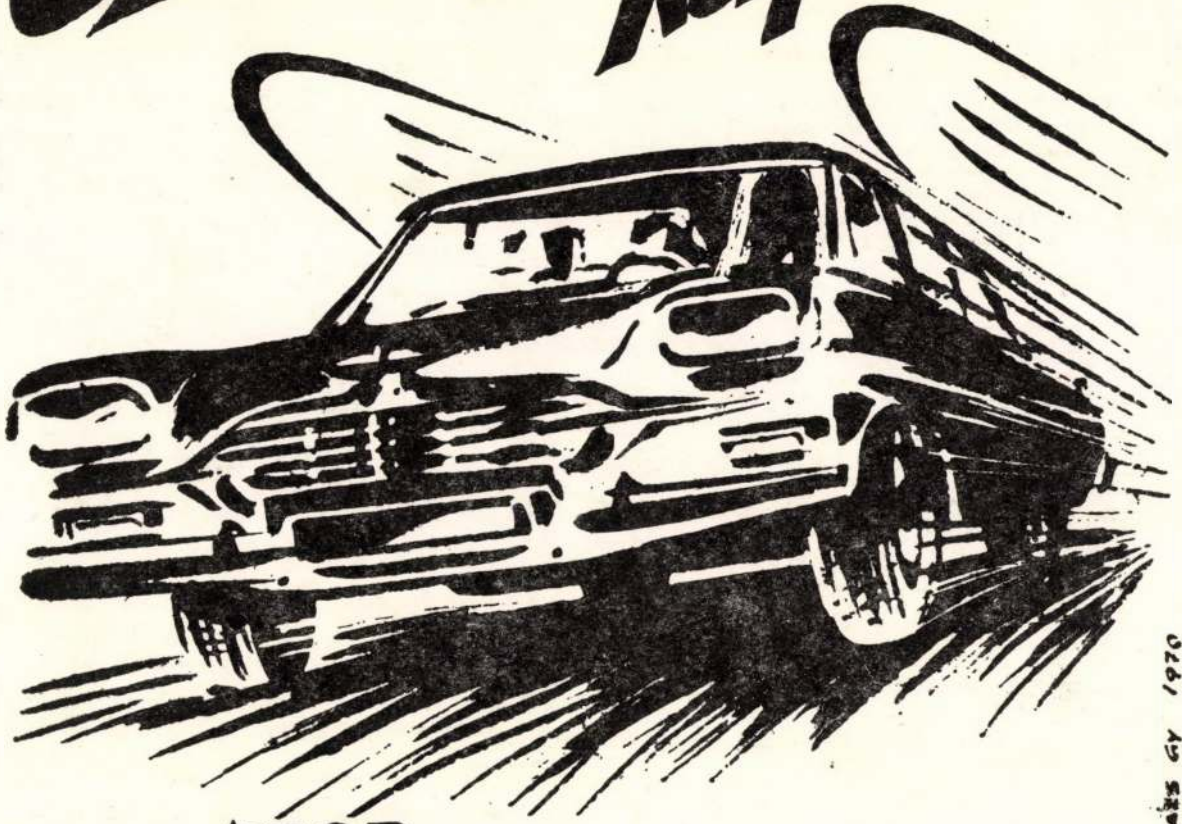
Eine in den Adsorptionsgasolinanlagen mit Kühlung am häufigsten auftretende Betriebsstörung ist die zyklische Hydratation an Stellen niedriger Temperatur.

Bei in der Sowjetunion und in anderen Ländern Europas angewandten ähnlichen Technologien sind die Hydratationserscheinungen bekannt, zur Beseitigung derselben sind verschiedene Methoden vorhanden.

Der Beitrag fasst mehrjährige Beobachtungen und Ergebnisse von Versuchsreihen im Erdgasaufbereitungsbetrieb



**MINTHA  
Szárnyakal  
Kapna...**



**AFOR**  
BENZIN - OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 257—288 oldal

BUDAPEST, 1971. SZEPTEMBER HÓ

9

## TARTALOM

SZABÓ JÓZSEF	A baleset-elhárítás gyakorlati alapjai és alkalmazásuk a kőolajbányászatban .....	257
PARÁZS BÉLA	Hegesztés és vágás propán-bután gázzal és földgázzal .....	268
VALASEK ISTVÁN— CSOP ÁKOS— VAMOS ENDRE	A kenőzsírok gépi vizsgálati módszerei és fejlesztési irányelvei .....	271
ALLIQUANDER ÖDÖN	A tudományos kutatás információs rendszere a fluidumbányászatban .....	278
	A VIII. Kőolaj-Világkongresszus. Moszkva, 1971. június 13—19. ....	281
	Egyetemi hírek .....	277
	Egyesületi hírek (Elnökségi ülés) .....	280
	Szakosztályi hírek .....	267
	A Magyar Olajipari Múzeum hírei .....	284
	Őszi vándorgyűlés .....	285
	Műszaki Könyvnapok '971 .....	285
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ—AUS DEM INHALT—FROM THE CONTENTS .....	286

### A SZÁM SZERZŐI:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr. okl. bányamérnök, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem, Olajtermelési Tanszék, Miskolc); CSOP ÁKOS okl. vegyész-mérnök, tud. osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); PARÁZS BÉLA okl. gépész és hegesztő szakmérnök, osztályvezető (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); SZABÓ JÓZSEF okl. bányaiipari gazdasági mérnök, területi főmérnök (Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség, Budapest); VALASEK ISTVÁN okl. gépész-mérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); VAMOS ENDRE dr. okl. vegyész, a kémiai tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest).

Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordították.  
Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

### HIBAKIIGAZÍTÁS

Lapunk ez évi 8. számában *dr. Pápay József: Gáztelep, -kút és- vezeték teljesítményegyenlete* c. cikkében az alábbi hibák kijavítása szükséges:

a (2) összefüggésben  $Fp_{wb}^2$  helyett  $Fp_{wh}^2$ ;

A (2) összefüggés jelöléseinek magyarázatánál  $F_e = e^*$  helyett  $F = e^*$ ;

a (3) összefüggésben  $p_{wb}^2$  helyett  $p_{wh}^2$ ;

a (3) összefüggés jelöléseinek magyarázatánál  $\bar{z}_e =$  eltérési tényező a vezeték átlagos paramétereinél;  
a 2. és 3. ábrában  $p_r = p_e$ ; a 2. ábra ordinátáján:

$$\frac{p_r^2 - Fp_x^2}{Q} \text{ helyett } \frac{p_r^2 - Fp_x^2}{Q}$$

Index: 25 154

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293.

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-3858 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BANDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCS FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DANIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÓZÓ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

9. szám

1971. szeptember

## A baleset-elhárítás gyakorlati alapjai és alkalmazásuk a kőolajbányászatban

SZABÓ JÓZSEF

A szerző tanulmányában a baleset-elhárítással kapcsolatos gyakorlati alapokat foglalja rendszerbe.

A termelés technikai és személyi oldaláról kiindulva bemutatja, hogy a baleset-elhárításnak is szükségképpen két oldala van: technikai és lélektani (pszichológiai), melyek szerves egységet alkotnak, egymással kölcsönhatásban vannak. Az eredményes baleset-megelőzés tehát csak a technikai és lélektani baleset-elhárítás együttes alkalmazásával érhető el.

A kőolajbányászat 1964–68. évi baleseti helyzetének elemzése keretében bemutatja a baleseti elemzés két módszerét: az összegező (deduktív) és az egyedí (induktív) módszert.

### Bevezetés

A termelés egyik oldalát a technikai eszközök, másik oldalát a dolgozók alkotják.

A termelés legfőbb tényezője, legértékesebb eleme a dolgozó ember.

Az üzemi balesetek a munkatevékenység folyamában következnek be. A balesetek okai, körülményei tükrözik azokat a viszonyokat, amelyek egyrészt a munkát végző ember és a termelés tárgyi tényezői, másrészt az emberek: vezetők és beosztottak, valamint a dolgozók egymás közötti kapcsolatában a termelés folyamán kialakultak. Következésképpen a termelést, a munkatevékenységet kell rendszeresen és sokirányúan tanulmányozni, hogy ennek alapján hatékony intézkedéseket tehessünk a baleseti helyzet javítása érdekében.

Tanulmányunkban a balesetek okainak, körülményeinek összefüggéseivel, az üzemi baleset-elhárítás alapjaival és a baleseti elemzés módszereivel foglalkozunk — a tanulmány terjedelme által megszabott részletességgel.

### 1. A termelés és az üzemi balesetek okainak, körülményeinek összefüggései

Míthogy az üzemi balesetek a termelés, a munkatevékenység folyamában következnek be, a balesetek személyi és tárgyi okait, körülményeit a termelés technikai és személyi feltételeiben kell keresnünk.

A termelés technikai és személyi oldalának a balesetekkel való összefüggéseit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

#### A termelés és a balesetek okainak, körülményeinek összefüggése

TERMELÉS	
Technikai oldal	Személyi oldal
Gépek, berendezések, szerszámok, technológia, munkaszervezés, irányítás stb.	Dolgozók biológiai, fiziológiai adottságaikkal, szakképzettségükkel stb.
BALESETEK	
Baleseti okok, körülmények	
Technikai okok, körülmények	Személyi okok, körülmények
Együttes technikai és személyi okok, körülmények	

A balesetek keletkezésében a tárgyi és személyi tényezők a legtöbb esetben szorosan összefonódnak, szerves egységet alkotnak. Tisztán csak személyi vagy csak tárgyi okokra, körülményekre visszavezethető balesetek alig fordulnak elő.

A fentiekből eredő következtetések:

a) Az üzemi baleset-elhárítás egyik oldalát a technikai, másik oldalát a lélektani (pszichológiai) baleset-elhárítás alkotja. A két oldal szoros egységben, egymással kölcsönhatásban van. Korszerű és eredményes baleset-elhárítás tehát csak a technikai és lélektani baleset-elhárítás együttes, összehangolt alkalmazásával érhető el.

b) A balesetek csökkentése érdekében, a termelés fejlesztése során a technikai oldal fejlesztése és a személyi oldal fejlesztése között összhangnak kell lenni: a termelés technikai eszközeit a dolgozó ember adottságai, egészségi, biztonsági stb. követelményei figyelembevételével kell fejleszteni, tökéletesíteni, ugyanakkor az új vagy korszerűsített technikai eszközök

zöket alkalmazó dolgozók kiválasztását, kiképzését, begyakorlását az alkalmazandó technikai eszközöket figyelembe véve és idejében el kell végezni.

c) A technikai eszközök és a dolgozó ember közötti összhangot csak úgy lehet megteremteni, ha megfelelően figyelembe vesszük a termelés legfőbb tényezőjének — a dolgozó embernek — az adott munkára való alkalmassága mellett a munkával, a munkakörülményekkel szemben támasztott reális igényeit is.

Sohasem szabad szem elől téveszteni, hogy nemcsak az adott munkára alkalmas dolgozót keressük, hanem a dolgozó is keresi a számára legmegfelelőbb munkát.

## 2. Az üzemi baleset-elhárítás gyakorlati alapjai

Az üzemi baleset-elhárítás gyakorlati alapjait a technikai és személyi oldal keretében ismertetjük, illetve tárgyaljuk. Az összefüggéseket a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat

Az üzemi baleset-elhárítás alapjai

BALESET-ELHÁRÍTÁS	
Technikai	Lélektani
1. A dolgozót fenyegető veszélyt teljesen kikapcsoljuk	1. A dolgozót a végzendő munkára kiválasztjuk
2. A dolgozót eltávolítjuk a veszélyövezetből	2. A dolgozót kiképezzük a végzendő munkára
3. A dolgozót fenyegető veszélyt korlátozzuk	3. A dolgozót segítjük a munkába való bevalásában
4. A dolgozót védelemmel látjuk el	4. A dolgozót munkavégzése során figyelemmel kísérjük
Együttes technikai és lélektani alapok	

### A technikai baleset-elhárítás gyakorlati alapjai

- A dolgozót fenyegető veszélyt teljesen kikapcsoljuk.
- A dolgozót eltávolítjuk a veszélyövezetből.
- A dolgozót fenyegető veszélyt korlátozzuk.
- A dolgozót védelemmel látjuk el.

A veszély kikapcsolása és a dolgozóknak a veszélyhelyről való eltávolítása teljes értékű, míg a veszély korlátozása és a dolgozóknak védelemmel való el látása korlátozott védelmet jelent.

Alábbiakban példákkal mutatjuk be, illetve szemléltetjük a technikai baleset-elhárítás gyakorlati alapjainak alkalmazását.

### A teljes értékű védelem megvalósítása a veszély kikapcsolásával

Kőolaj-bányászati mezőbeli villamos vezetékhalozaton javítást kell végezni. A javítandó vonalhalozat viszonylag hosszú, jórészt hegygerincen vonul végig, emiatt fennáll a kapacitív feltöltődés veszélye. A javítást az áramütésből eredő veszély elkerülése céljából

az alábbiak szerint végezzük: először is áramtalanítjuk a javítandó hálózatot. A vezetékre való rákapcsolás ellen biztosítunk: oszlopkapcsolókkal való megszakítás a hálózat két végén, a kapcsolók lelakatolása, tiltótáblával való ellátás. A javítandó vonalszakasz két végén földelést létesítünk. A földelés elhelyezése előtt műszerrel meggyőződünk, hogy a javítandó szakasz valóban árammentes-e.

A földelés létesítése után (műszerrel) meggyőződünk, hogy a földelés jó-e. A kapacitív feltöltődési veszély elkerülésére a javítandó hálózatot kisebb szakaszokra osztjuk, és az egyes szakaszoknál földelést alkalmazunk. A javítási munkát olyan időben végezzük, amikor a villámcsapás gyakorlatilag ki van zárva.

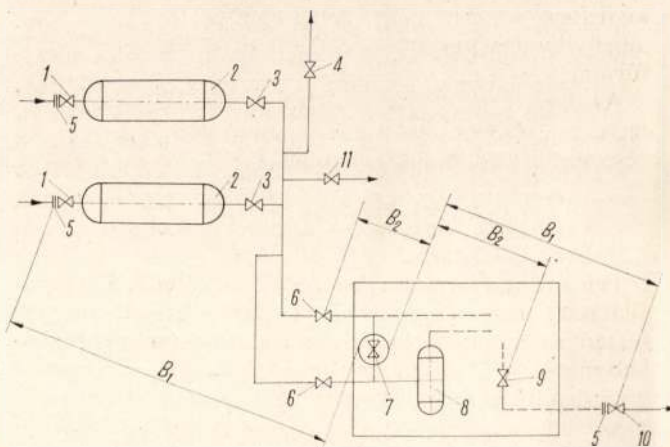
Fenti intézkedésekkel a teljes értékű védelmet gyakorlatilag megvalósítottuk.

### A teljes értékű védelem megvalósítása a dolgozóknak a veszélyövezetből való eltávolításával

A példát az 1. ábrával szemléltetjük.

Az 1. ábrán szereplő gázkezelő téren a 7 tolózár meghibásodott, meg kell javítani vagy ki kell cserélni. A javítás vagy a csere természetesen csak a tolózár nyomásmentes állapotában végezhető. A rendszer két oldalról kerülhet nyomás alá: a kutak felől az I jelű tolózárakon keresztül és a 10 tolózárakon keresztül, a gázkiadó (távvezeték) felől visszaram formájában. Ha ezeket a tolózárakat zárjuk, ezzel az egész rendszert nyomásmentesítjük.

A teljes értékű védelem megvalósítása: az I jelű tolózárakat és a 10 tolózárakat zárjuk. A tolózárak és a vezeték csatlakozóperemei közé vakperemet helyezünk. A tolózárakat kinyitás ellen biztosítjuk (a tolózárkeretek leláncolásával, őrr állításával stb.). Tiltótáblákat is elhelyezünk. A II tolózárakat is zárjuk, kinyitás ellen biztosítjuk (hogy az üzemi gázellátás más oldalról való betáplálása esetén se kerülhessen



1. ábra

A gáznyomásból és -robbanásból eredő veszély kikapcsolása és korlátozása

1 — kutak felőli tolózárak; 2 — nagynyomású szeparátorok; 3 — szeparátor utáni tolózárak; 4 — fáklyatolózár; 5 — vakperemek; 6 — gázkezelő tér előtti tolózárak; 7 — javítandó tolózár; 8 — expanziós szeparátor; 9 — belső szakaszoló tolózár; 10 — gázkiadó felőli tolózár; 11 — szeparálgázkiadó tolózár;  $B_1$ ,  $B_2$  — biztonsági távolságok



a rendszer nyomás alá). A rendszerben levő nyomást a 4 tolózáron keresztül leengedjük, a 5 tolózár nyitvatartását biztosítjuk.

A vakperemek azt a célt szolgálják, hogy még a tolózár átengedése, a tolózárnnyelv esetleges átszakadása esetén sem kerülhet a rendszer nyomás alá. A nyitva hagyott fáklyatoló is biztosíték, mivel nyitott tolózár esetén hirtelen és veszélyes nyomás nem tud kialakulni a rendszerben, még előre nem látott ok miatti gázbekerülés esetén sem. Az esetleg bejutott gáz a fáklyán kiáramolva jelzést is ad.

A  $B_1$  jelű biztonsági távolságok akkorák, hogy az 1 jelű tolózárak és a 10 tolózár előtti, nyomás alatt levő vezetékeken történő esetleges szakadások esetén sem kerülhetnek a dolgozók a gáz nyomása, ill. robbanása miatti veszélybe. Vagyis a dolgozókat eltávolítottuk a veszélyövezetből és ezzel megvalósítottuk a teljes értékű védelmet.

#### *A dolgozót fenyegető veszélyt korlátozzuk*

A példát az 1. ábrával szemléltetjük: mód van a 7 tolózár nyomásmentesítésére a 6 jelű tolózárak és a 9 tolózár zárásával is. Ennek a megoldásnak az a célja, hogy a 11 tolózárakon keresztül szeparált gázt lehessen juttatni üzemi szükséglet kielégítésére. Ebben az esetben azonban a  $B_2$  jelű biztonsági távolságok kicsik, nem nyújtanak védelmet a dolgozók számára, ha a 6 tolózárak és a 10 tolózár előtti, nyomás alatt álló részen meghibásodás, ennek következtében pedig gázkiszabadulás történik. A veszélyt ebben az esetben tehát csak korlátoztuk. A technikai lehetőségeket figyelembe véve mód van arra, hogy a dolgozók védelmét ilyen esetben is hatékonyabbá tegyük és megközelítsük a teljes értékű védelmet. Például: az 1 jelű tolózárak előtti és a 10 tolózár utáni vezeték-szakaszokba nyomásesésre működő gyorszárat építünk be, melyek megakadályozzák, hogy a 6 tolózárak és a 9 tolózár közötti térség nagy nyomású és nagy mennyiségű gázzal telítődjön. Egyúttal beállítható a javítási idő tartamára helyváltoztatható kivitelben készült nagy teljesítményű turbófúvó is, amellyel a térségbe került gázt pillanatok alatt ki lehet fúvatni.

Az ilyen lehetőségeket részben már a létesítmények tervezése, részben pedig a javítási munkák megszervezése során figyelembe kell venni.

#### *A dolgozók védelemmel való ellátása*

Példánk esetében a dolgozók védelemmel való ellátását jelenti az is, ha a javítást végző dolgozók részére a munkahely közelében, gyorsan elérhető helyen, gázmentő készülékeket helyezünk el, és a dolgozók ki vannak oktatva ezek gyors és szakszerű használatára. Védelemmel való ellátottság továbbá az is, ha az üzemben van gázmentő szervezet és a munkavégzés idejére gázmentők állnak készenlétben a gyors beavatkozásra, és biztosítva van a gyors orvosi beavatkozás lehetősége. A gázmentő szolgálat és az orvosi beavatkozás ugyan már a mentési fejezethez sorolható, de egyben a dolgozók védelemmel való ellátottságát is jelenti.

A kőolajbányászatban sok a veszélyforrás, de sok

a lehetőség is mind a teljes értékű védelem, mind a teljes értékű védelmet megközelítő korlátozott védelem alkalmazására. A technika fejlődésével nemcsak a dolgozót fenyegető veszélyforrások száma növekszik, hanem a lehetőség is a technikai baleset-elhárítás hatékonyságának növelésére.

#### *A lélektani (pszichológiai) baleset-elhárítás gyakorlati alapjai*

1. az adott munkára megfelelő dolgozót kiválasztjuk;
2. a kiválasztott dolgozót kiképezzük a végzendő munkára;
3. a kiképzett dolgozónak a munkában való bevételezését elősegítjük;
4. a dolgozót munkakörében végzett munkája során figyelemmel kísérjük, és ennek alapján a dolgozó és a munka biztonsága érdekében szükségessé váló intézkedéseket megtesszük.

Fentiek szükségességének indokoltsága:

*Ad 1.* Az egyszerű orvosi vizsgálat alapján egészségesnek minősített dolgozó sokféle munkára lehet alkalmas. Nem biztos azonban, hogy az adott munkára alkalmas. Például szállításnál, emelésnél saját és társai balesetét okozhatja az a dolgozó, akinek a cselekvéshez szükséges reakcióideje lényegesen hosszabb vagy rövidebb, mint a társaié. Nem szabad gázüzemben foglalkoztatni az olyan dolgozót, aki érzékeny a gázra. Nem osztható be éjszakai műszakra az olyan dolgozó, aki éjszaka fél stb. A dolgozónak az adott munkára való megfelelését csak alkalmasságvizsgálatokkal lehet megállapítani.

*Ad 2.* Csak az adott munkára alkalmas, szakmailag jól képzett (és természetesen fegyelmezett) dolgozó tud biztonságosan munkát végezni. A kőolajbányászat baleseteinek vizsgálata azt mutatja, hogy amennyiben nem figyelünk fel, hogy a dolgozó valamely feladat végzésére nem alkalmas, úgy a dolgozót többször is érheti hasonló baleset. Például a DKFV-nél 1969-ben L. F. traktoros két esetben is töréses balesetet szenvedett V-2 és V-4-es traktor indítása közben, az indítókar visszavágása miatt. Ilyen esetben önkéntelenül is felvetődik az alkalmasság és szakmai képzettség kérdése — utólag! Az előzetesen elvégzett alkalmassági vizsgálat valószínű, hogy megfelelő előrejelzést adott volna. A megfelelően végzett szakmai képzés, vizsgáztatással egybekötve, szintén rámutatott volna a traktorosnál kétségtelenül meglévő hiányosságra. Megjegyzendő az is, ha az első baleset után végzett balesetvizsgálat mind technikai, mind lélektani vonatkozásaiban megfelelő lett volna, a traktoros második, hasonló töréses balesete valószínűleg nem következik be.

*Ad 3.* A dolgozó munkában való bevételezésének elősegítése nagyon lényeges feladat. A kőolajbányászatból kilépő dolgozók jelentős hányada (mintegy 20%-a) azért hagyja el üzemét, munkahelyét, mert a munkába, a dolgozó kollektívába való beilleszkedését nem segítették elő megfelelően. Az ember-ember és az ember-gép kapcsolatának helyes kialakítása jelentős segítséget nyújthat a munkaerő-vándorlás csökkentésében is.

*Ad 4.* A dolgozót munkaélete során figyelemmel

kell kísérni; a dolgozónak megváltozhatnak biológiai, fiziológiai stb. adottságai. Például egyik fűrészi üzemből eltávozott és néhány év múlva visszatérő, kapcsoló munkakört betöltő dolgozónál a toronyba való felmenetele után derült ki, hogy időközben térsziny fejlődött ki nála, melyről maga sem tudott. Előfordul, hogy a dolgozó bizonyos idő után már nem bírja az éjszakai munkát, elbóbiskol, ennek következtében balesetet szenved, sőt mások balesetét, valamint műszaki balesetek, káresetek bekövetkezését okozza. Bekövetkezik a kőolaj-bányászati dolgozóknál hallás-, látás- és kézbiztonság-csökkenés stb. A kőolajbányászat dolgozói erősen ki vannak téve az időjárás viszontagságainak, emiatt különböző ízületi, reumás stb. ártalmakat szenvednek. Érzékenyebbé válnak az időjárás frontátvonulásokra. Ilyenkor fokozódik a dolgozók idegessége, ingerlékenysége, csökken a munkabiztonságuk. Mindezek a baleseti veszély fokozódását idézik elő.

Az elmondottak alapján belátható a lélektani (pszichológiai) baleset-elhárítás fokozódó jelentősége. Eredményes baleset-megelőzési munka csak a korszerű technikai és lélektani baleset-elhárítás jól összehangolt, együttes alkalmazásával végezhető.

### 3. A baleseti elemzés módszerei

A bekövetkezett balesetek okainak, körülményeinek vizsgálata, elemzése, a baleset-megelőzési munka eredményességének egyik lényeges feltétele.

A 3. táblázat szemlélteti a balesetek elemzésére használatos összegező vagy deduktív és az egyedi vagy induktív módszert.

3. táblázat

A baleseti elemzés módszerei

Összegező (deduktív) módszer	Egyedi (induktív) módszer
Sok baleset okaiból, körülményeiből vonunk le általános következtetéseket.	Az adott baleset minden feltehető okát, körülményét fel kell deríteni.
<i>Eszközei:</i>	Az egyedi módszerrel a hasonló balesetek megelőzéséhez szerezhetünk tapasztalati adatokat, ismereteket.
1. Baleseti adatok gyűjtése, csoportosítása meghatározott ismérvek szerint.	<i>Eszközei:</i>
2. Mutatók képzése, diagramok szerkesztése (gyakoriság, súlyosság, a balesetek irányszata stb.).	1. Szakmai (technikai) ismeretek.
3. Elemzés, következtetések levonása.	2. Lélektani (pszichológiai) ismeretek.
	3. Logikai ismeretek.
	4. Jogszabályismeret.

A következőkben részletesebben ismertetjük a balesetelemzés fenti két módszerét és ezek gyakorlati alkalmazását.

#### *A balesetekre vonatkozó adatok gyűjtése, feldolgozása, elemzése*

A kőolaj-bányászati balesetek okai, körülményei a munka személyi és tárgyi feltételeitől függően sokban hasonlóak, sokban viszont különbözők is.

A balesetekre vonatkozó adatoknak a hasonlósági és különbözőségi, valamint egyéb ismérvek szerinti gyűjtése, feldolgozása, elemzése olyan összefüggéseket tárhat fel, melyeket a baleset-megelőzési, ill. -elhárítási munkában eredményesen felhasználhatunk.

A balesetekre vonatkozó adatszerzéshez felhasználhatjuk a baleseti jegyzőkönyveket, valamint minden olyan vállalati, üzemi, üzemegységi és munkahelyi adatot, amelyek a balesetekkel kapcsolatos összefüggések feltárását lehetővé teszik. Ennek megfelelően a vállalatoknál, üzemeknél, üzemegységeknél és a munkahelyeken az egyébként is kötelezően előírt nyilvántartásokat (műszaknaplókat, baleseti oktatásokat, új dolgozók szakmai-baleseti oktatását, munkavédelmi örnaplót stb.) úgy kell vezetni, hogy azok a baleset-megelőzési munkához szükséges adatszerzést is lehetővé tegyék. A kőolajbányászatban jelenleg alkalmazott nyilvántartások — megfelelő nyilvántartás-vezetéssel — alkalmasak a baleset-megelőzési munkához szükséges adatszerzésre. Külön nyilvántartás felfektetése, vezetése nem szükséges.

#### *A baleseti adatok gyűjtésének, feldolgozásának és elemzésének három szintje*

A kőolajbányászatban három szinten folyik a baleset-megelőzési munka:

Tröszt szinten (OKGT Biztonságtechnikai és Tűzrendészeti Főosztály);

Vállalati szinten (OKGT Kutató és Feltáró Üzemek, Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatok, Kőolajvezeték Vállalat és OKGT Geofizikai kutatási üzem — munkavédelmi osztályai);

Üzemi, üzemegységi, munkahelyi szinten (fűrészi üzemegységek, termelési üzemek és üzemegységek, munkahelyek — biztonsági megbízottai).

Az egyes szinteken folyó baleset-elhárítási munka célkitűzése azonos: a balesetek csökkentése, a baleseti helyzet javítása. A három szinten folyó baleset-elhárítási munka eszközei, módszerei sokban különböznek egymástól: az OKGT Biztonságtechnikai és Tűzrendészeti Főosztálya az egész kőolajipar, ezen belül a kőolajbányászat baleset-elhárítási munkáit irányítja. Ennek megfelelően elsődlegesen azokkal a kérdésekkel kell foglalkoznia, amelyek általánosak, jellemzőek az egész kőolajiparra, és amelyek megoldása az egész kőolajipar baleseti helyzetét javíthatja.

A vállalati baleset-elhárítást a vállalatok biztonsági osztályai irányítják. A vállalat munkavédelmi osztályának a vállalatra jellemző általános baleset-elhárítási kérdésekkel és a vállalat üzemeinek sajátos biztonsági kérdéseivel kell foglalkoznia. Így például a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat üzemeinek (Szeged, Orosháza, Hajdúszoboszló, Szank, Eger, Szolnok) területi elhelyezkedése (hegyvidék, sík vidék) és a végzett munka különbözősége (Hajdúszoboszló: gáztermelő és -feldolgozó üzem; Szank: kőolaj-, gáztermelő és gázelőkészítő üzem stb.) folytán a balesetek okai, körülményei eltérőek. Emellett a végzett munka hasonlóságai (mezőn belüli gyűjtő-, szállító-, tárolórendszerek stb. hasonlósága) hasonló baleseti okokat, körülményeket idéznek elő. Mindezeket általános vonásaikban, bizonyos mértékig

pedig részletesen kell ismerni a vállalati baleset-elhárítást irányító biztonsági osztálynak.

Az üzemi, üzemegységi és munkahelyi baleset-elhárítást az üzemi biztonsági megbízottak irányítják és végzik a dolgozóknak a baleset-megelőzési munkába való bevonásával. Az itt folyó baleset-megelőzési munkát a munkahelyek tárgyi és személyi feltételeinek figyelembevételével konkrétan, részletekbe menően kell végezni. Például: a biztonsági megbízott szemléje során balesetveszélyes helyzetet talál (gázvezetéknel kifúvás van, rossz a tankállomás világítása vagy hírközlése, termelőknél hiányzik a kezelőhid stb.). Azonnal intézkedik az üzemi vagy munkahelyi vezetőkön keresztül a balesetveszély megszüntetésével kapcsolatban. Másik példa: a munkavédelmi őr biztonságellenes állapotot észlel. Például: olajtároló tartály feljáró lépcsőjének korlátja eltört, fennáll tehát a leesés veszélye. A munkavédelmi őr azonnal intézkedik a baleseti veszély elhárítására: a törött korlátot az ottlevő dolgozók segítségével megerősíti, szükségképpen figyelmeztető táblát helyez el. Az esetet beírja a munkavédelmi örnaplóba és erre közvetlen felelősének figyelmét felhívja, akinek így módja van intézkedni a baleseti veszély végleges jellegű felszámolására.

A baleset-megelőzési munka érdekében szükséges elemzésekhez a statisztikai adatokat a három szinten folyó megelőzési feladatoknak megfelelően kell gyűjteni, feldolgozni, elemezni és felhasználni.

#### A baleseti okok, körülmények vizsgálatának, elemzésének módszerei

A balesetek okainak, körülményeinek vizsgálatára két módszer ismeretes:

- az összegező (deduktív) és
- az egyedi (induktív) módszer.

Az összegező (deduktív) módszer azt jelenti, hogy sok baleset adataiból derítjük ki azokat az okokat, körülményeket, melyek általános jellegűek. Például: adott munkakörben eltöltött idő növekedésével általában csökken a balesetek száma. Növekszik viszont a balesetek száma, ha az adott munkakörben a dolgozók zöme rövid ideje dolgozik. A munkakörben eltöltött idő tehát egyik ismérv, mely szerint a baleseti helyzetet vizsgáljuk. A baleseti helyzet elemzését természetesen több ismérv szerint kell végezni, hogy a lényeges okokat, körülményeket feltárhassuk (a bal-

esetek megoszlása életkor szerint, a munkanap órái szerint, a hét napjai szerint, a sérülés fajtája szerint stb.).

Az összegező (deduktív) módszert elsősorban az OKGT Biztonságtechnikai és Tűzrendészeti Főosztálya, részben pedig a vállalatok biztonságtechnikai osztályai alkalmazhatják.

Az egyedi (induktív) módszer azt jelenti, hogy valamely baleset valamennyi okát, körülményét fel kell derítenünk a baleset vizsgálata során. Az egyedi módszerrel tehát valamely adott baleset okait, körülményeit ismerhetjük meg, és ennek alapján intézkedhetünk hasonló balesetek megelőzésére.

Az egyedi módszert elsősorban a munkahelyi, részben pedig a vállalati baleset-megelőzésben alkalmazhatjuk.

Az összegező és az egyedi módszer alkalmazását a következőkben példa keretében mutatjuk be.

#### Az összegező (deduktív vagy statisztikai) módszer alkalmazása

A 4. táblázatban a kőolajbányászatnak (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem; OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem; Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat; Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat; Kőolajvezeték Vállalat és OKGT Geofizikai Kutatói Üzem) az 1964—68-as 5 éves időszakban bekövetkezett baleseteit csoportosítottuk az alábbiak szerint:

üzemi balesetek	(1—5. sor),
nem üzemi balesetek	(6. sor),
összes balesetek	(7. sor).

Az üzemi baleseteket az alábbiak szerint csoportosítottuk:

3 napi kiesést okozó	(1. sor),
1—3 napi kiesést okozó	(2. sor),
kiesést nem okozó	(3. sor),
munkába menet-jövet történt balesetek	(4. sor).

A táblázat 8. sorában feltüntettük az évenkénti átlagos munkáslétszámokat.

A balesetek és az átlagos munkáslétszám alapján az 5. táblázat gyakorisági mutatóit képeztük az alábbi képlet segítségével:

$$G_y = \frac{B}{M} \cdot 10^3, \quad (1)$$

ahol  $B$  az 1000 munkásra eső baleset,  
 $M$  a tárgyidőszak átlagos munkáslétszáma.

4. táblázat

A kőolaj-bányászati balesetek számának alakulása  
1964—1968

Sorszám	Megnevezés	Évek					Összesen
		1964	1965	1966	1967	1968	
1.	3 napon túli kiesést okozó balesetek	285	337	284	303	364	1573
2.	1—3 napos kieséssel járó balesetek	53	59	39	73	64	288
3.	Kiesést nem okozó balesetek	92	169	112	270	270	913
4.	Munkába menet-jövet történt balesetek	77	69	47	51	52	296
5.	Üzemi baleset összesen	507	634	482	697	750	3070
6.	Nem üzemi balesetek	576	614	692	800	1301	3983
7.	Összes baleset	1083	1248	1174	1497	2051	7053
8.	Átlagos munkáslétszám	7997	8310	8858	9839	11 601	—

5. táblázat

A kőolaj-bányászati balesetek gyakorisága  
1964—1968

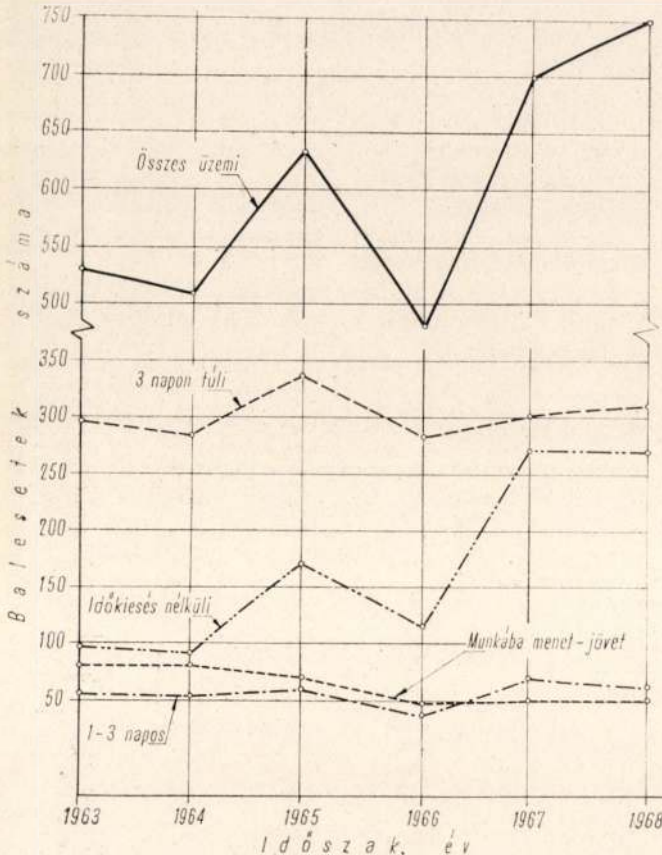
Sorszám	Baleseti mutatók	1964	1965	1966	1967	1968
1.	1000 munkásra eső üzemi baleset	63,4	76,3	54,4	70,8	64,6
2.	1000 munkásra eső nem üzemi baleset	72,0	73,9	78,1	81,3	112,1
3.	1000 munkásra eső összes baleset	135,4	150,2	132,5	152,1	176,7

A 6. táblázat 2., 3. és 4. soraiban a vizsgált időszak fejlődési (dinamikus) viszonyszámait képeztük a megelőző év %-ában, kiindulva az 1964. évből, az alábbi képlet segítségével:

$$F = \frac{B_v}{B_e} \cdot 10^2, \quad (2)$$

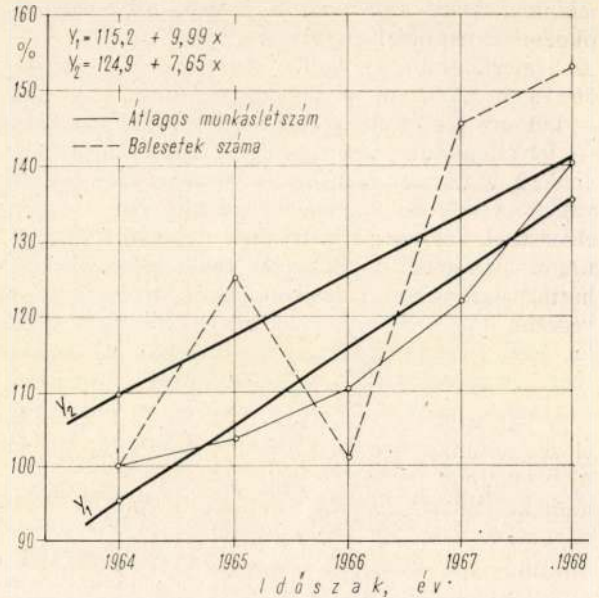
ahol  $B_v$  a vizsgált év baleseteinek száma,  
 $B_e$  az előző év baleseteinek száma.

Összegezzük az előbbieken elvégzetteket: először elkészítettük a 4. csoportosító táblázatot. A 4. táblázatból képeztük a baleseti gyakorisági mutatókat, melyeket az 5. táblázatba foglaltunk. Az 5. táblázatból képeztük a fejlődési (dinamikus) viszonyszámokat, melyeket a 6. táblázat tartalmaz. Végül a 4. táblázatból



2. ábra

A kőolajbányászat üzemi balesetei



3. ábra

A kőolaj-bányászati üzemi balesetek alakulása az 1964—68 közötti időszakban  
(A fejlődési viszonyszámok változásai)

a 2., a 6. táblázatból pedig a 3. ábrát szerkesztettük meg.

Nézzük meg, hogy az előzőekben feldolgozott adatokból milyen főbb megállapításokat tehetünk. A baleset-megelőzés szempontjából nézve elsősorban az alábbiak érdekesek számunkra.

6. táblázat

A kőolaj-bányászati balesetek alakulása  
(Dinamikus viszonyszámok)  
1964—1968

Sor-szám	Megnevezés	A fejlődési viszonyszámainak változása az előző évhez képest, %				
		1964	1965	1966	1967	1968
1.	Munkásátlaglétszám	100,0	3,9	6,6	12,2	17,9
2.	Üzemi balesetek	100,0	25,0	-24,0	44,6	7,6
3.	Nem üzemi balesetek	100,0	6,6	12,7	15,6	62,6
4.	Összes baleset	100,0	15,2	-5,9	27,5	37,0

A balesetek számszerű alakulása, megoszlása az egyes baleseti kategóriák között

A 4. táblázatból megállapítható, hogy a vizsgált időszakban 7053 baleset történt. A balesetek 43,53%-a üzemi, 56,47%-a pedig nem üzemi baleset volt. A nem üzemi balesetek száma mintegy 13%-kal nagyobb volt az üzemi balesetek számánál. Az üzemi balesetek 51,24%-a okozott 3 napon túli kiesést. A 3 napon túli kiesést okozó balesetek az összes baleseteknek 22,3%-át képviselik.

A baleseti kategóriák vizsgálatának megállapításai arra hívják fel a figyelmet, hogy az üzemi balesetek kategóriáján belül fokozott figyelmet kell fordítani a balesetek súlyosságának okaira, körülményeire,

tekintve, hogy az üzemi balesetek több mint fele okozott 3 napnál hosszabb kiesést. Nagyon lényeges az a megállapítás is, hogy a baleseteknek több mint 56%-a nem üzemi eredetű volt. Ez a körülmény — különös tekintettel a munkaeő-ellátás nehézségeire — felveti annak szükségességét, hogy a nem üzemi eredetű balesetek megelőzésével is foglalkozni kell, vagyis ki kell dolgozni a nem üzemi balesetek megelőzésének szervezetét, eszközeit, módszereit. A nem üzemi balesetek megelőzését az üzemi baleset-elhárítási szervezet keretében célszerű és lehetséges végezni.

#### A balesetek irányzata

A balesetek irányzatának ismerete a baleset-megelőzési munka szemszögéből nézve igen lényeges: nyilvánvalóan másképp kell súlyozni a megelőzési munkát, ha a balesetek irányzata erősen emelkedő, és másképp, ha az irányzat csökkenő.

Tanulmányunkban a balesetek irányzatát a 2. és 3. ábrák szemléltetik.

A 2. ábra az üzemi balesetek egyes kategóriáinak és az összes üzemi balesetek változásait mutatja.

A 3. ábra vonaldiagramjai az átlagos munkáslétszám és a balesetek változásait szemlélteti. Az  $Y_1$  és  $Y_2$  trendfüggvények és az ezeket helyettesítő egyenesek határozottan mutatják a balesetek fejlődési irányzatát: a vizsgált időszakban mind a munkáslétszám, mind a balesetek irányzata emelkedő jellegű volt. A baleset-megelőzési munka eredményeként értékelhető az, hogy a balesetek növekedésének átlagos üteme némileg alacsonyabb volt, mint a munkáslétszámé. Lényeges megállapítás: a balesetek növekvő irányzata, vagyis a baleseti helyzet rosszabbodása a munkáslétszám növekedésével függ össze. A kőolajbányászat átlagos munkáslétszáma a vizsgált időszakban 45%-kal nőtt. Az utolsó két évre (1967–68) esett a létszámnövekedés 76,1%-a.

A munkáslétszám növekedése jelentős munkásmozgás (belépés, kilépés) közepette ment végbe. A mozgást — vállalatok szerinti megoszlásban és összesítve — a 7. táblázat mutatja.

A 7. táblázatból szerkesztettük a 4. ábrát, mely a munkáslétszám növekedését mutatja az előző év százalékában, továbbá a munkások be- és kilépését a munkáslétszám százalékában.

A 4. ábra szemlélteti, hogy a belépések irányzata jelentősen felülmúlja a kilépések irányzatát. A kilépések irányzata — ha kismértékben is — szintén emelkedő jellegű.

#### A balesetek megoszlása okok (tárgyi felelősség) szerint

A balesetek okok szerinti megoszlását a 8. táblázat szemlélteti.

A táblázat alapján az alábbi, lényeges megállapításokat tehetjük: a balesetek 44,4%-át szakmai képzetlenség és rossz munkamód, 12,6%-át vigyázatlanság, fegyelmeztlenség okozta. Nem állapítottak meg a balesetek 26,7%-ánál baleseti okot, illetve mulasztást. Fenti három ok, illetve felelősségi kategória a vizsgált időszak baleseteinek 83,7%-át képviseli.

#### A balesetek megoszlása személyi felelősség (személyi vagy kiváltó ok) szerint

A balesetek személyi felelősség (a balesetet kiváltó ok) szerinti megoszlását a 9. táblázat mutatja.

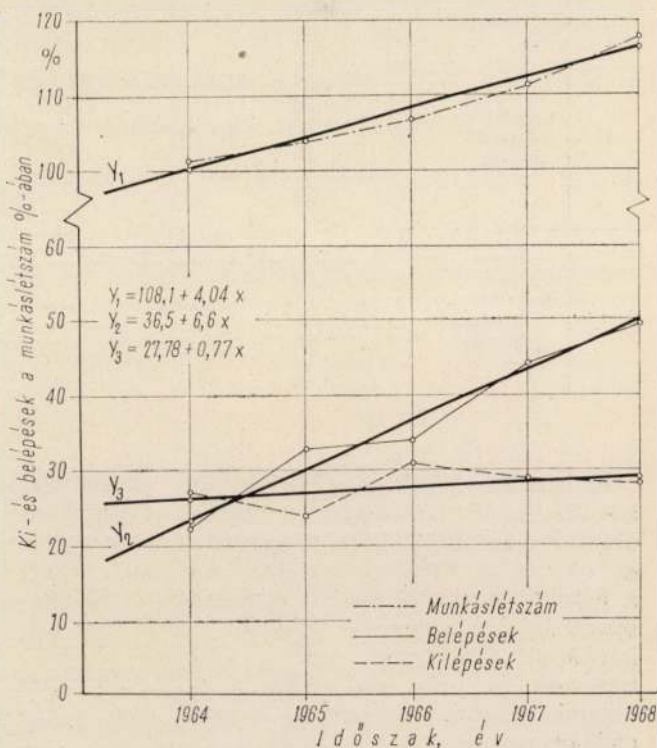
A balesetek 56%-a a sérült, 11,6%-a a dolgozótárs mulasztása folytán következett be. Az esetek 26,6%-ánál nem állapítottak meg mulasztást a baleseti kivizsgálás során.

#### A balesetek megoszlása a sérült testrész szerint

A balesetek 39,8%-a kéz-, 30,1%-a pedig lábsérülés volt. A vizsgált baleseteknek tehát 70%-a volt kéz- és lábsérülés. A kőolajbányászat jellemző sérülési faja a kéz- és lábsérülés. A fentiek szerinti megoszlást a 10. táblázat szemlélteti.

#### Az összegező (deduktív) módszerrel végzett elemzések összefoglalása, következtetések

A vizsgált időszakban a balesetek irányzata növekvő volt; a növekvő irányzat elsősorban az átlagos munkáslétszám növekedésével és mozgásával (belépések, kilépések) függ össze. A munkáslétszám növekedésének és mozgásának irányzata is emelkedő jellegű volt, és bár a kilépések emelkedő irányzata kisebb ütemű volt, mint a belépéseké, a kilépők száma még jelentős. A munkáslétszám növeléséhez, de szinten tartásához is meglehetősen nagy belépő létszámra lesz szükség, ha a kilépések jelenlegi növekvő irányzata nem csökken.



4. ábra  
Munkásbelépések és -kilépések a kőolajbányászatban

Az átlagos munkáslétszám és a be-kilépések alakulása a kőolajbányászatban  
1963—1968

Sor- szám	Vállalat	Átlagos munkáslétszám belépések, kilépések	Évek					
			1963	1964	1965	1966	1967	1968
1.	Nagyalföldi Kőolajfűrési Üzem	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	1362 fő	100,4	103,8	104,7	121,2	112,0
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	459 fő	32,0	39,9	43,6	67,7	39,1
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	295 fő	26,6	37,7	37,5	44,5	31,9
2.	Dunántúli Kőolajfűrési Üzem	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	1653 fő	96,9	95,0	101,1	94,3	99,7
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	298 fő	17,7	22,3	21,3	28,5	20,8
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	308 fő	23,0	23,5	22,1	36,0	19,3
3.	Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Váll.	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	723 fő	134,2	120,6	125,6	134,8	135,6
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	575 fő	37,1	64,0	41,9	60,9	68,0
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	264 fő	32,6	27,7	29,1	26,2	32,1
4.	Dunántúli Kő- olaj- és Föld- gáztermelő Váll.	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	2759 fő	100,0	96,4	99,1	100,3	92,0
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	309 fő	7,9	3,5	18,3	15,4	12,6
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	426 fő	13,7	5,3	20,3	13,2	18,2
5.	Kőolaj- vezeték Vállalat	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	1038 fő	85,9	125,0	113,3	113,1	163,0
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	524 fő	40,0	72,3	57,5	55,8	95,1
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	406 fő	61,7	42,7	52,5	35,7	39,6
6.	Geofizikai Kutatási Üzem	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	380 fő	95,8	101,4	110,3	114,5	130,7
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	214 fő	31,3	35,5	42,5	55,4	44,0
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	195 fő	45,9	35,5	42,7	27,0	18,2
7.	Kőolaj- bányászat összesen	Átlagos munkáslétszám az előző év %-ában	7915 fő	101,1	103,9	106,6	111,1	117,9
		Belépések a munkás-átlagléttség %-ában	2379 fő	22,3	32,6	33,9	44,2	49,5
		Kilépések a munkás-átlagléttség %-ában	1894 fő	27,0	23,9	30,7	29,0	28,3

A jelentős létszámmozgás közepette történt létszámnövekedés eredményeként nagyszámú képzetlen munkaerő áramlott a kőolajbányászatba. Elsődlegesen ez okozta a balesetek növekvő irányzatát. Ezért a baleset-megelőzési munkát elsősorban a szakmai-biztonsági oktatásra, a dolgozók nevelésére kell irányítani. Csökkenteni kell a kilépések növekvő irányzatát is, mert csak azokat a dolgozókat lehet oktatni, nevelni, akik tartósan megmaradnak a kőolajbányászatban.

Az elemzés azt is feltárta, hogy a balesetek jelentős hányadánál nem állapítottak meg baleseti okot,

illetve mulasztást. Ez a körülmény a balesetvizsgálatok hiányosságára vall: minden balesetnek van valamilyen tárgyi oka, személyi felelőse. A baleset-megelőzés eredményesebbé tétele érdekében tehát a balesetvizsgálatok színvonalát is emelni kell.

Az összegező módszer az előzőleg bemutatott elemzésen kívül sok másfajta elemzésre is alkalmas. Például vizsgálhatjuk a balesetek megoszlását az évszakok, az időjárásban bekövetkezett változások (frontátvonulások) stb. szerint is. Ezen vizsgálatok mindegyike hasznos segítséget nyújt a baleset-megelőzési munka eredményesebbé tételéhez.

A kőolajbányászat 3 napon túli üzemi baleseteinek megoszlása baleseti okok szerint 1964—1967

Sor-szám	Baleseti okok	Évek				Összesen	
		1964	1965	1966	1967	fő	%
1.	Védőberendezések hiányosságai, ezek használatának elmulasztása	10	15	20	10	55	4,6
2.	Berendezések, szerszámok technológiai hiányosságai	16	10	11	6	43	3,6
3.	Munkaszervezési hiányosságok	23	10	12	18	63	5,2
4.	Munkahelyi hiányosságok	14	6	5	10	35	2,9
5.	Szakképzetlenség, rossz munkamód	116	147	124	146	533	44,4
6.	Vigyáztatlanság, fegyelmezetlenség	42	43	34	32	151	12,6
7.	Baleseti okot (mulasztást) nem állapítottak meg a vizsgálat során	63	97	86	75	321	26,7
	Összesen	284	328	292	297	1201	100,0

A kőolaj-bányászati balesetek megoszlása a sérült testrész szerint 1966—1967

Sor-szám	A sérült testrész	Év		Összesen	
		1966	1967	fő	%
1.	Kéz	115	120	235	39,9
2.	Lábfej	44	39	83	14,1
3.	Láb	44	50	94	16,0
4.	Kar	6	12	18	3,1
5.	Fej	23	19	42	7,1
6.	Szem	12	18	30	5,1
7.	Különféle	48	39	87	14,7
	Összesen	292	297	589	100,0

### Az egyedi (induktív) módszer alkalmazása

Az egyedi módszer helyes alkalmazásával az egyes balesetek kivizsgálása során olyan adatokat, tapasztalatot szerezhethetünk, melyek felhasználásával hasonló baleseteket előzhetünk meg.

A módszer alkalmazását a kőolajbányászat néhány balesetének ismertetése kapcsán mutatjuk be.

#### 1. Folyadékleválasztó edény szabálytalan elkészítése és beépítése folytán történt töréses, csonkulásos baleset

P. Gy. betanított csőszerelő munkás, az NKV egri üzemének dolgozója, 1965. IV. 13-án kb. 12 órakor a DK-94. kútnál, folyadékleválasztó edény nyomás alá helyezése közben balesetet szenvedett. Jobb alsó karja eltört, jobbkezének 4. és 5. ujját amputálni kellett. Arca és szemei is megsérültek.

A lefolytatott vizsgálat a baleset okaira, körülményeire vonatkozóan alábbiakat állapította meg:

a) A leválasztó edény szilárdsági méretezését nem végezték el. A hegesztésre, az alkalmazandó hegesztőpálcára, az edény elkészülte utáni vizsgálatra, az esetleges feszültségmentesítésre előírást, utasítást nem adtak. A folyadékleválasztó edényt tehát terv és gyártási előírás nélkül készítették el.

b) A leválasztó edényt nem vetették szilárdsági (víznyomás) nyomáspróba alá.

c) A folyadékleválasztó beépítése során a beépítést végző dolgozók szeszes italt fogyasztottak.

d) A beépítési munkát irányító és balesetet szenvedett P. Gy. dolgozótársait elengedte a munkából és a folyadékleválasztót egyedül helyezte nyomás alá.

e) P. Gy. a folyadékleválasztó nyomás alá helyezése után — valószínűsíthetően — munkát végzett a nyomás alatt levő folyadékleválasztón.

f) Gy. L. csoportvezető, aki a folyadékleválasztó elkészítését irányította, nem tájékoztatta a munkáról felettesét, M. J. gépészeti vezetőt.

g) Gy. L. csoportvezető utasítást adott a szabálytalanul elkészített folyadékleválasztó beépítésére.

h) M. J. gépészeti vezető nem ellenőrizte beosztottja, Gy. L. munkáját, így nem szerzett tudomást a folyadékleválasztó szabálytalan és szakszerűtlen elkészítéséről.

i) Az üzemenél nem volt megfelelő a műszaki nyil-

9. táblázat

A kőolaj-bányászati balesetek megoszlása személyi felelősség szerint 1964—1967

Sor-szám	Megnevezés	Évek				Összesen	
		1964	1965	1966	1967	fő	%
1.	Sérült mulasztása	164	179	158	171	672	56,0
2.	Dolgozótárs mulasztása	29	40	30	35	134	11,2
3.	Műszaki vezetés mulasztása	28	12	17	18	75	6,2
4.	Mulasztást nem állapítottak meg a vizsgálat során	63	97	87	73	320	26,6
	Összesen	284	328	292	297	1201	100,0

vántartás, valamint a nyilvántartás alapján a munkák ellenőrzése.

j) M. J. gépészeti vezető és Gy. L. csoportvezető között a munkatársi és emberi kapcsolat nem volt megfelelő. Ezt a körülményt az üzemvezetés nem vette eléggé figyelembe.

## 2. Tátra tartálygépkocsinak a szerelőcsarnokba való beállása közben történt baleset

M. K. motorszerelő, az NKV dolgozója, Szolnokon, 1966. V. 6-án 7 óra 15 perckor, az FC 44-50 frsz-u Tátra tartálygépkocsinak a szerelőcsarnokba való beállása közben a gépkocsi és a csarnok fala közé szorult. M. K.-nak több bordája eltört és tüdő-sérülést szenvedett.

A balesetvizsgálat az alábbiakat állapította meg.

a) M. K. motorszerelő a gépkocsi jobb oldala és a szerelőcsarnok ajtaja közötti keskeny, kb. 40 cm széles nyíláson keresztül indult a szerelő csarnokba, a gépkocsi irányítására.

b) B. S. gépkocsivezető, bár irányítóját nem látta maga előtt, hangjelzés nélkül, szabálytalanul megindult a gépkocsival a szerelőcsarnokba.

c) M. K. motorszerelőt a mozgó gépkocsi a szerelőcsarnok falához nyomta, megperdítette, majd belökte a szerelőcsarnokba.

d) Írásos vállalati utasítás a gépkocsik beállítási rendjét nem szabályozta.

e) A baleseti oktatási jegyzőkönyvekből az tűnt ki, hogy a kocsik beállítására vonatkozóan baleseti oktatás nem történt.

f) Általános Balesetelhárító Óvórendszabály nem volt kiadva a dolgozóknak. Gépjárműjavító-ipari balesetelhárító és egészségvédő óvórendszabályt pedig csak 3 héttel a balesetet megelőzően kaptak.

g) A javítócsarnok környéke gépekkel, alkatrészekkel és anyagokkal volt tele, emiatt a térség erősen zsúfolt volt.

h) A javítóműhely előtti, a kocsibeálláshoz szükséges térségben az előírtas biztonsági sávok festéssel való megjelölése nem történt meg.

i) Nem volt elhelyezve az előírtas, 5 km/h sebességkorlátozásra figyelmeztető tábla.

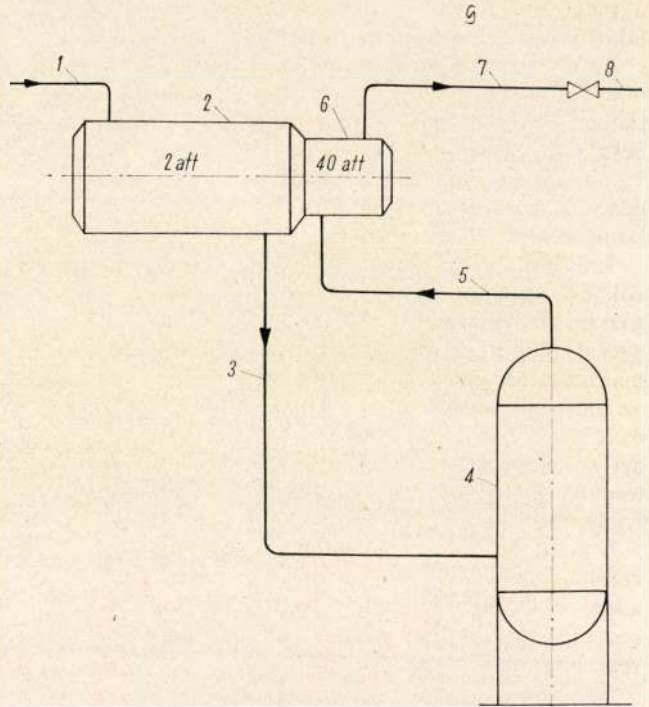
j) A gépkocsiknak a javítócsarnokba való beállításához szükséges téren keresztül történt az anyagraktárba való bemenő és kimenő forgalom.

A baleset okaiból, körülményeiből az alábbi következtetések vonhatók le: a gépkocsijavító műhely korszerűtlensége, a beállási terület zsúfoltsága, a kocsibeállítások szabályozottságának hiánya stb. jelentős számú baleseti veszélyforrást képeztek.

A baleset a nagyszámú veszélyforrás ellenére is elkerülhető lett volna, ha M. K. motorszerelő és B. S. gépkocsivezető a gépkocsi beállítását összehangoltan, körültekintően végzi.

## 3. Levegő-szénhidrogéngáz elegy komprimálása közben bekövetkezett műszaki baleset

1964. IV. 28-án, a DKFV lovászi üzemének gazolintelepén, a 12. Thomassen gázkompresszor nagynyomású nyomóvezetékében robbanás történt.



5. ábra

Levegő-szénhidrogéngáz elegy robbanása

1 — levegőszívó vezeték; 2 — a kompresszor I. fokozata; 3 — az I. fokozat nyomóvezetéke; 4 — szilikagéles gázsűrítő; 5 — a II. fokozat szívóvezetéke; 6 — a kompresszor II. fokozata; 7 — a II. fokozat nyomóvezetéke; 8 — nagynyomású tololár

A keletkezett anyagi kár nem volt jelentős, személyi baleset nem történt. Tekintettel azonban arra, hogy hasonló baleset igen súlyos anyagi kárral járhat és személyi balesetet okozhat, a megelőzés érdekében ismertetjük a műszaki baleset okait, körülményeit. Az ismertetéshez szerkesztettük az 5. ábrát.

A 12. sz. kompresszort CO<sub>2</sub>-gáz rétegbe való benyomására kívánták átállítani. Ezt megelőzően, a CO<sub>2</sub>-gáz benyomásának megkezdése előtt, a CO<sub>2</sub>-vezetékben a vizet levegővel akarták kisepergetni. A kiseperéshez szükséges nagynyomású levegőt a 12. sz. kompresszorral kívánták előállítani.

A 12. sz. kompresszort vakperem beiktatásával leválasztották a szénhidrogéngáz-rendszerről. A levegő komprimálása két fokozatban történt: az első fokozatban 2 att-ra, a második fokozatban 40 att-ra. A levegő útja megegyezett a később komprimálandó CO<sub>2</sub>-gáz útjával. CO<sub>2</sub>-gáz-komprimálást már korábban is végeztek.

A II. fokozat elé be volt építve egy szilikagéles gázsűrítő az I. fokozatból érkező gázból levő folyadék leválasztására. A gázsűrítő szilikagél töltetét a korábbi CO<sub>2</sub>-gáz-komprimálások során meleg szénhidrogéngázzal regenerálták. A szilikagél töltetben a korábban végzett regenerálás után szénhidrogének maradtak vissza. Ez a körülmény a munkát tervezők és végzők figyelmét elkerülte.

Az I. fokozatban komprimált meleg levegő lehajtott a szénhidrogéneket a folyadékleválasztó szilikagél töltetéről. A szénhidrogéngázok a levegővel robbanóképes elegyet képeztek. Amikor a II. fokozatban a komprimálás során a levegő-szénhidrogén elegy elérte



a megfelelő nyomást, illetve hőmérsékletet, a csatlakozó csővezetékben felrobbant.

Az elvégzett laboratóriumi vizsgálatok kimutatták, hogy a kompresszor I. fokozatához csatlakozó szívócsőben levő levegő nem tartalmazott szénhidrogéneket, a gázszáritó szilikagél töltete viszont igen. Ez alátámasztja azt a megállapítást, hogy a szénhidrogének a gázszáritóból kerültek a levegővel együtt a kompresszor II. fokozatába.

Tanulság, következtetés: elkerülte a munkát tervezők és végrehajtók figyelmét az a lehetőség, hogy a gázszáritó szilikagél töltetén, a korábbi, szénhidrogéngázzal végzett regenerálás után szénhidrogéngázok maradhettek vissza. Ezért nem vették figyelembe azt az alapvető különbséget, ami a  $\text{CO}_2 + \text{CH}_4$ -gáz elegy és a levegő +  $\text{CH}_4$ -gáz elegy között fennáll. Így aztán azt a lehetőséget is figyelmen kívül hagyták, hogy a levegő +  $\text{CH}_4$ -gáz elegy a komprimálás során felrobbanhat.

A fenti példából levonható az a tanulság, hogy a szénhidrogénekkal történő munkavégzés előtt, még a legegyszerűbbnek látszó esetben is, a legalaposabban, részletesen kell minden műveletet megtervezni és végrehajtani.

Az egyedi (induktív) módszerrel kapcsolatban elmondottak összefoglalásaképpen: minden balesetnek vannak sajátos egyedi, emellett általános vonásai, okai, körülményei. Ezért minden balesetet nagyon gondosan kell vizsgálni, és a baleset bekövetkezésében szerepet játszó összes, fellelhető okot, körülményt fel kell deríteni.

Minden baleset valamely veszélyforrás működésének eredménye. Minden veszélyforrást valamilyen kiváltó ok hoz működésbe. Nem szabad tehát egyetlen

balesetvizsgálatot sem azzal lezárni, hogy nem állapítanak meg tárgyi vagy személyi okot, felelőst. A baleset-megelőzési munka eredményességének ez az egyik alappillére.

**Befejezésül:** e viszonylag rövid terjedelmű tanulmányban természetesen nem törekedhettünk teljességre. A cél az volt, hogy a baleset-elhárítás legfontosabb gyakorlati alapjait rendszerbe foglaljuk, bizonyos ismereteket adjunk, és segítsünk nagyobb érdeklődést kelteni a baleset-megelőzés nem könnyű, de rendkívül fontos feladata iránt.

Meggyőződésünk, hogy ha a kőolajbányászat minden dolgozója a maga területén kicsivel is többet tesz a balesetek megelőzése érdekében, akkor a kőolajbányászat baleseti helyzete lényegesen javulni fog.

## IRODALOM

- [1] A szocializmus politikai gazdaságtana. Kossuth Kiadó, Budapest, 1968.
- [2] *Haurán I.*: Szénhidrogénipar és biztonságtechnika. Kőolaj és Földgáz 5. p. 137—138 (1970).
- [3] *Kreffly G.*: A bányahatóság biztonságtechnikai, államigazgatási tevékenysége a szénhidrogéniparban. Kőolaj és Földgáz 5. p. 139—142 (1970).
- [4] *Götz T.*: A biztonságtechnika helyzete és jövőbeli követelményei a hazai olaj- és gáziparban. Kőolaj és Földgáz 5. p. 143—148 (1970).
- [5] *Bán Á.*—*Turkovich Gy.*: Az olaj- és gáztermelés hazai és külföldi biztonságtechnikai tapasztalatai. Kőolaj- és Földgáz 5. p. 149—151 (1970).
- [6] *Szabó J.*: A munkabiztonság néhány kérdése a kőolajbányászatban. Kőolaj és Földgáz 7. p. 204—211 (1969).
- [7] *Szabó J.*: A munkaerő-vándorlás mint biztonsági, műszaki és gazdaságossági kérdés a kőolajbányászatban. Kőolaj és Földgáz 11. p. 347—354 (1970).
- [8] OKGT statisztikai adatok. 1964—68.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szakosztályunk képviselői az 1971. május 9—14-i zadari szimpozionon

A Jugoszláv Tudományos Akadémia által a dalmáciai Zadar mellett Borik-ban az adriai szénhidrogén-kutatás jövőjéről tartott szimpozionon mintegy 200 jugoszláv résztvevőn kívül 12 nemzet több, mint 50 képviselője — köztük szakosztályunk 6 és az OKGT 4 fős csoportja — vett részt. A kitűnően szervezett szimpozionot pontosan betartott program, élénk vita jellemezte. A kutatás geológiai problémáin kívül fúrás technikailag a tengerrel összefüggő repedezett mészkőrétegek átfúrása, tehát a teljes öblítésvesztéssel járó fúrás okozza a legfőbb nehézséget. Ezt a témakört több előadás érintette.

Az előadásokat, amelyeket angol, ill. horvát nyelvű szinkron tolmácsolással mindvégig nagy látogatottság mellett tartottak, május 12-én este a Barbara szállóban záróbankett követte.

A szimpozionhoz csatlakozó két szakmai kirándulás a programot nagyszerűen szervezett, szakmailag és kulturálisan egyaránt tartalmas hétté egészítette ki.

Az első kirándulás a zadari félsziget előtt fekvő Dugi Otok szigetre vezetett, amelyen és amely előtt a jugoszláv adriai kutatások első fázisában 5 fúrás mélyítették. Az elsősorban geológiai látóvalókból álló szakmai programot a hajókiránduláson és a szigeten rendezett, hangulatos és bőséges piknik követte. A második kirándulás a Velebit hegység Alan hágójára vezetett, ahonnan a felszínen végig lehetett tekinteni az adriai fúrások meredek dőlésű mezozoós rétegsorát. Ezt az autóbuzs kirándulást az elegáns Alan szállóban tartott ebéd zárta be.

A szimpozion mintaszere szervezéséért a lelkes rendezőgárdát — élén *Zagorka Boskov-Stejner* asszonnyal —, míg a szimpozion anyagának előnyomatként való gyors és igényes közreadásáért a NAFTA 5., majd 300 oldalas száma formájában a főszerkesztőt, *Ivo Stejner*t illeti elismerés.

A szimpozionot követően május 18-án Zágrábban a DIT-Naftaplin vezetősége az adriai fúrások szempontjából rendkívül jelentős iszapvesztéses fúrások témakörében, szakosztályunk két küldöttének referátumával népes előadótulást szervezett. A két felkért előadó a következő előadásokkal szerepelt:

*Dr. Alliquander Ödön*: A kitérés és az iszapvesztés elleni védelem szempontjai.

*Komornoki László*: Iszapvesztéses rétegek átfúrása.

A *Gazdag Gy.* zágrábi kolléga által tolmácsolott két előadás — a hozzászólásokból ítélhetően —, élénk visszhangot keltett. Az előadásokat lapunk a jövő esztendőben magyarul, míg jugoszláv testvérlapunk, a NAFTA horvátul (esetleg angolul) még ez évben közölni fogja.

Szakosztályunk küldötteiről *Koloman Cigüt*, a DIT-Naftaplin elnöke és sok kedves jugoszláv kollégánk utólréhetetlen vendégszeretettel gondoskodott.

Budapest, 1971. június hó

A. Ö.

# Hegesztés és vágás propán-bután gázzal és földgázzal

PARÁZS BÉLA

Gázhegesztési és lángvágási munkák klasszikus formájához acetilén-oxigén gázokat használunk fel.

Kutatások igazolják, hogy a földgázelegyek ezen megmunkálási terület bizonyos részén jól helyettesítik az acetilént.

A közlemény bemutat néhány gyakorlati alkalmazási területet. Az eljárások egyszerűek, nem igényelnek jelentős ráfordításokat, széles körű elterjedésük várható. Nem elterjedt eljárásokat ismeret, hanem a felhasználók figyelmébe kívánja ajánlani, hogy a használat során még több információ alapján lehessen a készüléket továbbfejleszteni, alkalmazhatósági körüket kiterjeszteni.

E szempontok érdekében tartalmaz a leírás szerkezeti rajzokat és némi gyakorlati tapasztalat alapján gazdaságossági diagramokat.

A gázhegesztés és lángvágás magas hőmérsékletű lángot követel meg, melyet éghető gáznak égést tápláló gázzal való elégetésével nyerünk. Mint ismeretes, legelterjedtebb az acetilén-oxigén láng. A propán-bután és földgáz elegyek vizsgálata során viszont kitént, hogy ezek alkalmasak fémek gázlánggal történő megmunkálására; velük helyettesíthető az acetilén. Várható, hogy a propán-bután és földgáz elegyek — ismert gazdaságosságuk miatt — bizonyos területeken teljesen kiszorítják az acetilént.

## 1. Hegesztés propán-bután-oxigén lánggal

Amennyiben a propán-bután-oxigén láng effektív teljesítménye elégséges, és hőfoka eléri a kb. 2700 C°-ot, a hegesztőmunkák egész sorához alkalmazható. Jól hegeszthetők a 0,5—5 mm vastagságú acélok, az öntöttvas, a sárgaréz, az alumínium és ötvözetei.

A hegesztéshez szükséges szúrólángot hegesztőégővel állítjuk elő. A hegesztőégő fontos feladata az éghető gáz és oxigén megkívánt arányban történő keverése, és a létesített láng lehető legnagyobb hőteljesítményének elérése. További követelmények egy jó hegesztőégővel szemben: a könnyű kezelhetőség, üzembiztonság, lehető legkisebb súly, nyugodt, egyenletes láng, valamint széles körű felhasználhatóság. A köve-

telmények kielégítésére acetilén-oxigén hegesztőpisztoly alapján új propán-bután-oxigén hegesztőpisztoly-konstrukciót dolgoztak ki. A hegesztőpisztolyt egyszerű szerkezet és nagyfokú üzembiztonság jellemzi, másban nem különbözik az ismert injektoros hegesztőpisztolyoktól. Egyik sajátossága, hogy az előmelegítés lángja a pisztoly markolatával ellenkező oldalra irányul, a gázkeverék előmelegítő kamrája pedig a hegesztőpisztoly csövében helyezkedik el (1. ábra).

Az előmelegítő kamra ilyen elhelyezése javítja a hegesztőmunkás munkafeltételeit. A hegesztőpisztoly használható védőköpennyel az előmelegítő kamrán, továbbá védőköpeny nélkül. A védőköpeny megakadályozza az előmelegítő láng kialakását szeles időben, szabadban való használat során, automatikusan biztosítja a láng fenntartását és elősegíti a jobb hőkihasználást.

A hegesztőpisztoly égőszárának részei: a 4 kúpos keverőcső az 5 csatlakozó anyával, amely az égőszárnak az acetilén-oxigén hegesztőpisztoly fogantyújához való rögzítésére szolgál, a 3 előmelegítő kamra, a 2 védőköpeny, az 1 keverőcső, a 6 égőfej, a 7 előmelegítő fúvóka, a 9 keverőfúvóka és a 8 tömítőgyűrű. A pisztolynak három cserélhető égőfeje van, amelyek egy égőszárhoz csatlakoznak.

A gázkeverék előmelegítése a következőképpen történik: a kúpos keverőcsőben keletkezett gázkeverék egy része az előmelegítő fúvókába kerül, és lángja melegíti az előmelegítő kamrát, amelyben a gázkeverék kb. 300 C°-ra melegszik fel, ami a hegesztőláng hőmérsékletének, tehát a hegesztés hatásfokának növekedéséhez vezet. Javul továbbá a hegesztett kötések minősége, megközelítve az acetilén-oxigén gázhegesztés mutatóit.

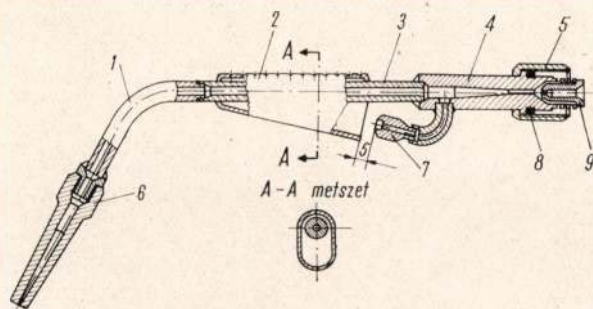
Megállapították, hogy a hegesztő és előmelegítő láng stabilan, tartósan és biztonságosan ég mindhárom égőfej alkalmazásával a gázfogyasztás valamennyi tartományában (1. táblázat).

A propán-bután-oxigén hegesztőpisztolyok hegesztési technológiája a gázkeverék előmelegítésével alig

1. táblázat

Propán-bután-oxigén hegesztőpisztoly üzemi jellemzői

Az égőfejek száma	A hegesztendő acél vastagsága mm	Az oxigén nyomása kp/cm <sup>2</sup>	Oxigén-fogyasztás l/h	A pb-gáz nyomása kp/cm <sup>2</sup>	Pb-gáz-fogyasztás l/h
1	0,8—2,0		200—500		65—130
2	1,5—3,0	2—4	400—900	> 0,01	125—250
3	3,0—5,0		700—1100		200—300

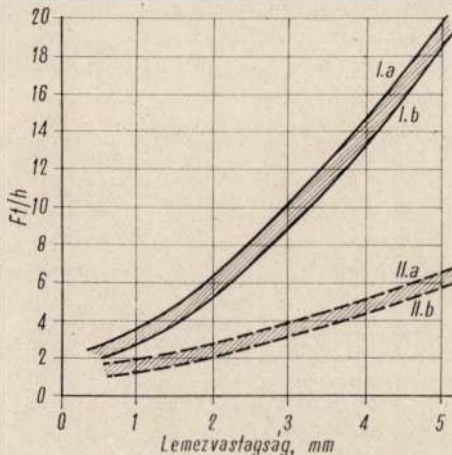


1. ábra. Propán-bután hegesztőpisztoly égőszára

különbözik az acetilén-oxigén gázhegesztés technológiájától.

A propán-bután-oxigén lánggal végzett hegesztés gazdaságosságára igen értékes következtetéseket vonhatunk le, ha hegesztéstechnikailag csaknem egyenértékű eljárásokat hasonlítunk össze. Ezek között különös jelentősége van a propán-bután-oxigén és az acetilén-oxigén gázhegesztés gazdaságosságának egybevetéséből származó eredményeknek.

A két eljárás nagy vonalakban összehasonlítható, ha mint legegyszerűbb esetet, a kézzel hegesztett vízszintes helyzetű tompakötés *V* varratának gázfogyasztási adatait vesszük alapul. Ha ezek adatait értelemszerűen a lemezvastagságra vonatkoztatjuk, akkor a 2. ábra görbéit kapjuk. Az acetilén költségéhez a dissous



2. ábra. *V* varrat gázfogyasztási költsége

gáz árát vettük figyelembe. Az itt látható költséggörbék korántsem jelentenek abszolút értékeket, hanem csak jelzik azt a területet, amelyen belül a gázfogyasztási költségek ingadoznak. Az I.a és II.a az acetilén-oxigén, illetve a propán-bután-oxigén gázhegesztés legnagyobb, az I.b és II.b görbék pedig a legkisebb költségeit tüntetik fel. Ha a görbék közül messzemenő következtetést nem is vonhatunk le, mégis az látható, hogy ezen lemezvastagság-tartományban a propán-bután-oxigén gázhegesztés gazdaságosabb.

## 2. Hegesztés földgáz-oxigén lánggal

A földgáz-oxigén láng elterjedése elsősorban színesfémek, kis olvadáspontú fémek, öntvények hegesztésénél várható.

A szarotovi gépipari gyárban öntöttvas lapokat hegesztettek eredményesen földgázzal. A szarotovi földgáz fontosabb jellemzői:

metán (CH <sub>4</sub> )	94 %
etán (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) stb.	2,43 %
széndioxid (CO <sub>2</sub> ), nitrogén (N <sub>2</sub> )	3,57 %
fajsúly	0,7065 kg/Nm <sup>3</sup>
fűtőértéke	~ 11 700 kcal/kg
a földgáz-oxigén keverék lánghőmérséklete	~ 2 150 C°

A láng hőmérséklete függ az égőszárba adagolt keverék összetételétől. A metán-oxigén láng hőmérsék-

letének közvetlen mérését optikai pirométer segítségével végezték és O<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub> = 1,05—1,1 arány esetén a következő eredményeket kapták: az égőfej torkolatától 10 mm-re 1850 C°, 15 mm-re 2000 C°, 25 mm-re 2050 C°, 35 mm-re 2150 C°, 40—50 mm-re 1600 C°.

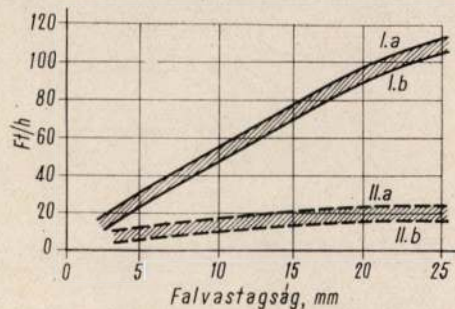
Hegesztéshez normál hegesztőpisztolyt alkalmaztak, az égőfejeket földgázzal történő hegesztésnek megfelelő kivitelre átalakítva.

A gázkeverék térfogati aránya a lánggal O<sub>2</sub>:földgáz = 1,05—1,4. A gáznyomást az égőfej előtt 0,5—0,75 att, az oxigénnyomást pedig 1,0—1,5 att között tartották. Az alapanyagtól függően választották ki az öntöttvas pálcát és a hegesztőport.

Az öntöttvas lapokon kívül a szarotovi gépipari gyárban csökönyököket, csöveket hegesztettek, ahol a darabok egysúlya 20 kg-tól 200 kg-ig, falvastagságuk 8—26 mm között változott.

A varrat minden esetben tömör volt, hermetikusságát egyes helyeken 22 att-ig terjedő nyomáson ellenőrizték. A varrat megmunkálhatósága kielégítőnek bizonyult.

A földgázzal és acetilénnel (dissous gáz) végzett hegesztés gazdaságosságának egybevetéséből származó eredmények nagy vonalakban összehasonlíthatók. A 3. ábra görbéit kapjuk, ha az acetilén-oxigén, illetve a földgáz-oxigén gázhegesztés költségeit a falvastagságra vonatkoztatjuk. Az I.a és II.a az acetilén-oxigén, illetve a földgáz-oxigén gázhegesztés legnagyobb, az I.b és II.b görbék pedig a legkisebb költségeket tüntetik fel. Az eltérések lényegében abból adódnak, hogy az acetilén és földgáz gazdaságossági mutatói különböznek: 1 m<sup>3</sup> csővezetékben szállított földgáz ára csak harmincadrésze az acetilén árának. 1 m<sup>3</sup> acetilén pótlására kb. 1,4 m<sup>3</sup> földgáz szükséges, ebben az esetben a felhasznált éghető gáz ára kb. huszadrésze az acetilén árának.



3. ábra. Gázfogyasztási költségek

A hegesztés mellett célszerű megemlíteni a forrasztást, mint a hegesztéssel rokon eljárást. Ha az összekötésre kerülő tárgy nem olvad meg, csak felhevül, illetve csak a hozanyag olvad meg, beszélünk általában forrasztásról.

A forrasztás hőforrása lehet hegesztőláng is. Mivel nem szükséges olyan magas hőfok, mint hegesztéshez, acetilén helyett más, alacsonyabb hőfokot adó éghető gáz is használható, pl. propán-bután gáz, földgáz stb. Ebből a megfontolásból az éghető gázhoz oxigén helyett levegőt vagy levegő-oxigén keveréket használunk.

A kereskedelem is forgalomba hoz hazai gyártmányú propán-bután gázforrasztót. A tökéletes égést és inten-

zív lángot a közvetlen levegővétel biztosítja, amely szabályozható. Oxigénpalack használata szükségtelen. A propán-bután gázforrasztó kezelése egyszerű, gyors és biztonságos. A kívánt lánghőmérséklet egy percen belül elérhető. Az égőszárak cserélhetők úgy, mint az acetilén-oxigén hegesztőpisztolynál. Ez lehetővé teszi a különböző szakmai terület által kívánt égőszárak alkalmazását. A forgalomban levő propán-bután gázforrasztó készülékhez több égőfej is tartozik.

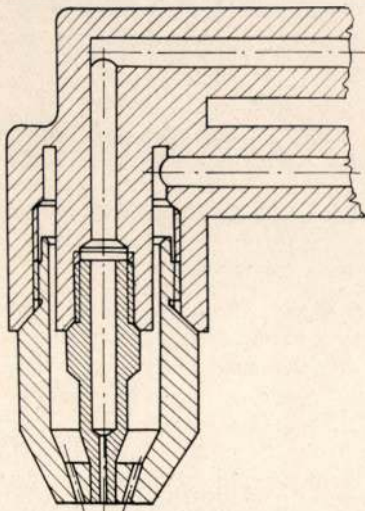
### 3. Lángvágás

A lángvágás oxigénnel kevert propán-bután gázzal vagy acetilén helyett oxigénnel kevert földgázzal rendkívül gazdaságos és igen fontos technológiát jelent.

A földgáz-oxigén vagy propán-bután-oxigén láng hőmérséklete 2100–2300 C°, tehát a láng az acetilén-oxigén lánghoz képest „hidegebb”. Ennek megfelelően a láng felőli vágási él leolvadása a legkevésbé fordul elő. A vágási él határozottabb élességgel mutatkoznak, a vágási felület sima. A vágott felület lágy marad, a keménységnövekedés az alapanyaghoz viszonyítva minimális. Acetilén felhasználásakor viszont a vágási felület karbonban történő feldúsulása gyakori. Ez természetesen a vágási felület felkeményedésére vezet.

A hagyományos acetilén-oxigén lángú vágópisztolyt használva a vágófej kialakításával el lehet érni azt, hogy a földgázzal vagy propán-bután gázzal való lángvágás technológiája alig különbözzék az acetilén üzemű lángvágás technológiájától.

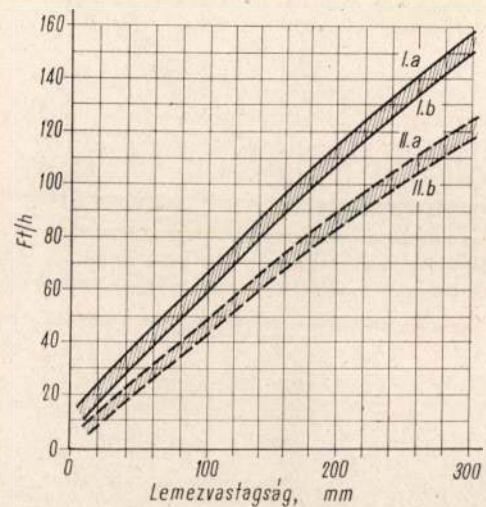
A hagyományos lángú vágópisztoly vágófeje a 4. ábra szerint képezhető ki. A hevítőfuratok kb. 5° félnyílásszögű, a vágófurattal koncentrikus kúp alkotóján helyezkednek el. Ez a csekély konstrukciós változás lényegesen növeli a vágópisztoly hatását. A hevítőlángocskák a kúp csúcspontjában találkoznak, így a



4. ábra. Soklyukú fűvőkás vágópisztoly

kúp tengelyében helyet foglaló vágó oxigénsugár állandóan előmelegített állapotban van. Ez lényeges abból a szempontból, hogy a nagy nyomáson kilépő vágósugár expandálása lehűléssel jár, mely ezáltal elensúlyozódik. Ezzel magyarázható a mintegy 20%-kal kevesebb vágóoxigén-szükséglet. A hevítőlángocskák a vágandó darabot kisebb felületen melegítik, miáltal — azonos lángteljesítményt feltételezve —, a felhevülés gyorsabb és erőteljesebb lesz. Ez lehetővé teszi kevesebb gáz elégetésével a megkívánt felhevítés elérését. További előny, hogy a szájnyílás lényegesen távolabb lehet a vágandó felülettől, mint a hagyományos, gyűrűs vágófej esetében. Ezáltal a felfreccsenéstől és sugázó hőtől adódó szájnyílás-megsérülés valószínűsége kisebb.

A lángvágás gazdaságossága nagyobb mértékben múlik a gázfogyasztáson, mint a munkaidőn. Így a gyorsabb vágással kimutatható munkaidő-megtakarítás kevésbé növeli a gazdaságosságot, mint a gázszük-



5. ábra. Gázfogyasztási költségek

séglet csökkenése. E szempontból az a vágásmód előnyösebb, amely az adott vágással kevesebb gázt igényel. Az 5. ábra három eljárás: a propán-bután gázzal, illetve földgázzal (II.a és II.b közötti terület) és az acetiléngázzal (I.a és I.b közötti terület) végzett vágás egybevetéséből származó költségeket hasonlítja össze.

### IRODALOM

- [1] Dénes M.: Hegesztéstechnológia. Mérnök Továbbképző Intézet Ng 5/a. Budapest, 1965.
- [2] Lipoveckaja, F. J.: Primenenie propan-butana dlja szvarocsnih rabot na Uralszkom Avtomobil'nom zavode. 1968.
- [3] Gavrilov, P. I.: Szvarka szerogo csuguna prirodnum gazom. 1961.
- [4] Anderszansz, Ja. Ja.: Propan-butano-kiszlorodnaja szvarocsnaja goretka GPV-M. 1965.
- [5] Vakszám, Sz. Sz.—Radin, Ju. K.: Nizkotemperaturnaja szvarka csuguna propan-butano-kiszlorodnum plamenem. 1964.

# A kenőzsírok gépi vizsgálati módszerei és fejlesztési irányelvei\*

VALASEK ISTVÁN—  
CSOP ÁKOS—  
VÁMOS ENDRE

A gépszívizsgáló berendezések összehasonlító tanulmányozása azt mutatja, hogy a jelenleg rendelkezésre álló 15 fontosabb mechanikai-dinamikai gépszívizsgáló módszer mindegyike speciális igénybevételt valósít meg. Ezeket a valódi üzemi körülményeket rugalmasabban követő gépkísérleti módszerrel célszerű helyettesíteni. A fejlesztés iránya az alábbi két pontban foglalható össze:

A vizsgálatok a valóságos gépelemekben folytatandók le.

A vizsgálóberendezések konstrukciós megoldásának olyannak kell lennie, amely a vizsgálat során lehetővé teszi az igénybevételek számos variációjának beállítását.

Az ily módon megvalósított vizsgálóberendezéseken lefolytatott vizsgálatokkal megfelelő korrelációkutatás után gyors információkat kaphatunk a gépszírok összes mechanikai tulajdonságairól.

A jelenleg használatos fizikai és kémiai laboratóriumi vizsgálati módszerek, pl. cseppenéspont-, penetrációvizsgálat stb. nem adnak egyértelmű választ arra, hogy a gépszírok hogyan viselkednek a gyakorlatban [1, 9]. Az üzemi kísérletek — mint a világviszonylatban elfogadott háromlépcsős vizsgálati módszer utolsó fázisa — ma még az egyedüli lehetőséget szolgálják a kenőzsír használati értékének, ill. legkedvezőbb alkalmazási körének meghatározására. Ezek a próbák azonban általában hosszadalmasak, költségesek, reprodukálhatóságuk nem mindig megfelelő. A gépszírok ugyanis mikro-, ill. szubmikroheterogén rendszerek, melyek váratlan viselkedést mutathatnak nemcsak üzem közben [13, 14], hanem a gyártás során is és néha a felhasználás egy adott pillanatában. Ezért az utóbbi időben egyre több törekvés nyilvánul meg, hogy az üzemi viszonyokat modellező mechanikai-dinamikai módszereket vezessenek be. E vizsgálatok azonban csak részben egyeznek meg a felhasználás körülményeivel [10, 11, 12]. Mégis a gépszírok előzetes mechanikai vizsgálata ma már nélkülözhetetlen az új termékek tanulmányozásának megkönnyítésére, éppen úgy, mint a meglévő kenőanyagok mechanikai tulajdonságainak ellenőrzése.

Ez ideig még nem dolgoztak ki olyan univerzális vizsgálóberendezést, amely lehetővé tenné a gépszírok mechanikai tulajdonságai alapján a használati érték egyértelmű megállapítását és az abszolút rangsorolást [2]. Nincs tehát olyan vizsgálógép, amelynek segítségével gyorsan teljes leírást adhatnánk ezeknek a termékeknek a viselkedéséről hosszan tartó felhasználás tényleges körülményei között. Ezért csak több vizsgálógépen végzett próba segítségével közelíthetjük meg a problémát különböző irányokból. A kapott eredmények összességét — értékelés és megfontolás

alapján — csoportosítva és elemezve, végül is előzetes véleményt alkothatunk a vizsgált termékek felhasználhatósági tulajdonságairól.

Ezt is megnehezíti az a körülmény, hogy igen nagy számú gépet alakítottak ki, melyek közül a célnak megfelelőt nehéz kiválasztani. Az alábbiakban ismertetjük a legfontosabb típusokat. Az összeállítás nem teljes, de ez a 15 gépszívizsgáló gép a legalkalmasabb a csapágycsúszására szolgáló gépszírok mechanikai tulajdonságainak megítélésére (1. táblázat és 1. ábracsoport\*\*).

Az ismertetett 15 gép mindegyike egy-egy speciális igénybevételi mód tanulmányozására alkalmas. Egyes gépeken a hőmérséklet, másokon az idő, a terhelés, fordulatszám módosítható. Ezenfelül az igénybevétel módja, a gépelem típusa is rendszerint rögzített, tehát a kapott eredmények pl. más csapágytípusra nehezen vagy egyáltalán nem vihetők át. A mechanikai-dinamikai próbák ilyen nagy száma nem könnyíti meg a géplaboratórium munkáját, sem a technikai információ közlését.

## A vizsgálati mód fejlesztésének irányelvei

A költséges párhuzamos vizsgálatok egyszerűsítése céljából elsősorban szem előtt kell tartani a gépkísérlet célkitűzését. A kenőanyagok vizsgálatát szolgáló vizsgálóberendezéseknél meg kell valósítani a kísérletek kettős célját, miszerint:

- a) a kenőanyaggyártók számára biztosítaniuk kell, hogy termékeik megfeleljenek valamilyen adott felhasználási célnak;
- b) a fogyasztóknak meg kell bizonyosodniuk arról, hogy a vásárolt termék megfelel-e gépeik kenési céljaira.

A kettős célkitűzés olyan vizsgálóberendezésekkel valósítható meg, amelyekben a vizsgálati hely a valóságos gépelem, és a vizsgálógépen az igénybevételi lehetőségek nagyszámú variációja jól definiálhatóan állítható elő. Így lehetőség nyílik az egyes kenőanyagok összes fontos tulajdonságának vizsgálatára kevés számú vizsgálóberendezésen csak egy módszerrel vagy az egyes módszerek kis számú alkalmazásával.

Az ilyen körülmények között lefolytatott vizsgálatok eredményei alapján — a tényleges üzemi körülmények mellett — gyors, teljes leírást adhatunk valamely kenőanyag mechanikai tulajdonságairól. Ez lehetővé teszi a módszerek nagymértékű szabványosítását. Azáltal, hogy vizsgálóberendezésben pontosan definiálható igénybevételek állíthatók be, elérhető a vizsgálatok megkívánt reprodukálhatósága és pontossága.

\* Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete által A kőolaj-feldolgozó ipar fejlesztése a 4. ötéves tervidőszakban c., 1970. október 20—22-én Győrben tartott konferencián elhangzott előadás. (A szerkesztő.)

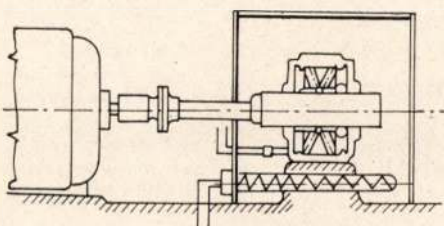
\*\* Az 1. táblázatban feltüntetett 1.9 és 1.12 sorszámú gépek rajzai az ábracsoportban nincsenek feltüntetve.

Kenőzsírok mechanikai vizsgálatára szolgáló gépi berendezések

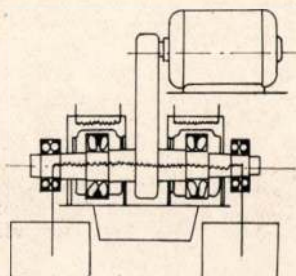
Sorszám	A vizsgálgép neve és típusjelzése	Származási ország	A vizsgálat elve	A vizsgálat módja	A kapott eredmények jellemzői																		
1.1	CUEYE— —AQUITAINE re- ológiai visel- kedést vizs- gáló gép	Francia	<i>Kísérleti csapágy:</i> 1 db SKF 22312 K+CH be- álló görgőcsapágy (60×130×46) SKF csapágházba építve	A vizsgálati módszer még nem töké- letes, néhány paraméter zsírtípuson- ként változik <i>Üzem:</i> változtatható fordulatszám 375—3000 f/min-ig <i>D×N:</i> 17 000—180 000-ig <i>Terhelés:</i> állandó <i>Hőfok:</i> —15 C°-tól +170 C°-ig <i>Időtartam:</i> változó 20 órás vizsgálat szokásos, amely 375 f/min-nál 450 000 és 3000 f/min- nál 3 600 000 körülfordulást jelent <i>Zsírmennyiség:</i> zsírtípusonként állandó	Súrlódás aránya, levonva a referenciaolajét! A felhasználhatóság max. hőfoka A felhasználhatóság min. hőfoka A felhasználhatóság maximális üzemi körü- lményei																		
1.2	SKF-R2F gépszírok tartóssági vizsgálatára szolgáló gép	Svéd	<i>Kísérleti csapágy:</i> 2 db SKF 22312 M+C5 be- álló görgőcsapágy (60×130×46)	Nyolc különböző vizsgálati módszer ismeretes <i>Üzem:</i> 6 fordulat állítható, max. 6000 f/min <i>D×N:</i> max. 360 000 <i>Radiális terhelés:</i> a dinamikus alapter- helés 851 kp (C 4,25%-a) <i>Hőfok:</i> maximum 150 C° <i>Időtartam:</i> változó, általában 11—30 nap <i>Zsírmennyiség:</i> változó, 120—200 g/csapágy	A gépszír és a csapágy ér- tékelése az elfogadott minősítési rendszer alap- ján A felhasználhatóság maximális hőfoka																		
1.3	SKF-V2F ágytokokba épített csapágyak kenéséhez szükséges kenőzsírok kiválasztá- sához	Svéd	<i>Kísérleti csapágy:</i> UIC szerint szabványosított ágytokba épített 2 db beálló görgőcsapágy n 229750 C. C3	<i>Üzem:</i> a fordulatszám áll., n = 500 f/min <i>Rezgés:</i> változó, 12—15 g <i>Időtartam:</i> 72 h	Egyensúlyi maximális hő- mérséklet A vizsgálat végén a kenő- zsír hol helyezkedik el (az értékelés kvantitatív)																		
1.4	CEM-CREL gépszírok tartóssági vizsgálatára szolgáló gép	Francia	<i>Kísérleti csapágy:</i> 1 db SKF 22312 és 1 db SKF 22313 C3 beálló görgős- vagy SKF 6312 és 6313 mély hornyú golyós- csapágyak	Bejáratás és a zsír elrendeződése után: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Görgős.</th> <th>Golyós.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Üzem:</i> f/min</td> <td>1800</td> <td>7200</td> </tr> <tr> <td><i>D×N áll.:</i></td> <td>175 000</td> <td>700 000</td> </tr> <tr> <td><i>Rad. terh.,</i> kp:</td> <td>1400—1540</td> <td>400—440</td> </tr> <tr> <td><i>Tangenc.</i> <i>terh., kp:</i></td> <td>változó</td> <td>változó</td> </tr> <tr> <td><i>Csapágy- hőfok, C°</i></td> <td>90</td> <td>90—120</td> </tr> </tbody> </table> <i>Időtartam:</i> a zsírok viselkedésétől függően változó		Görgős.	Golyós.	<i>Üzem:</i> f/min	1800	7200	<i>D×N áll.:</i>	175 000	700 000	<i>Rad. terh.,</i> kp:	1400—1540	400—440	<i>Tangenc.</i> <i>terh., kp:</i>	változó	változó	<i>Csapágy- hőfok, C°</i>	90	90—120	A vizsgálat végén a zsír hol helyezkedik el (kvant- itatív) Csapágy állapotának vizsgálata Súrlódási nyomoték mé- rése 24 óránként Súrlódási tényező válto- zása Hőfokemelkedés Használati időtartam meghatározása
	Görgős.	Golyós.																					
<i>Üzem:</i> f/min	1800	7200																					
<i>D×N áll.:</i>	175 000	700 000																					
<i>Rad. terh.,</i> kp:	1400—1540	400—440																					
<i>Tangenc.</i> <i>terh., kp:</i>	változó	változó																					
<i>Csapágy- hőfok, C°</i>	90	90—120																					
1.5	ISOTHER- MOS ágytokba épített csapágyak kenéséhez szükséges kenőzsírok kiválasztásá- hoz	Francia	<i>Kísérleti csapágy:</i> UIC szerint szabványosított ágytokba épített 2 db hengergörgős (130× 250×73) vagy 2 db be- álló görgőcsapágy (130×220×73)	2000 km-es útnak megfelelő 11 órás teljes vizsgálat, amelyből 8 óra a következő program szerint folyta- tódik le: 1 óra, v = 120 km/h F = 6,5 t (rad.) 2 óra, v = 180 km/h F = 10,0 t (rad.) 1 óra, v = 180 km/h F = 10,0 t (rad.) 10 perces megállás, közben zsírvizsgá- lat 4 óra, v = 200 km/h F = 10,0 t (rad.) Hőmérséklet-leolvasás 15 percnként	Kenőzsír színének és konzisztenciájának vál- tozása. Egyensúlyi maxi- mális hőmérsékletek Zsír elhelyezkedése. Olaj- hártya a görgőkön és a gyűrűk futófelületén																		
1.6	IP-gép tartóssági vizsgálat az UP 168—59 T szabvány szerint	Anglia	<i>Kísérleti csapágy:</i> 2 db BRMO 40 vagy SKF 6308-as mély hornyú golyóscsapágy (40×90×23)	<i>Üzem:</i> változtatható 1200—11 000 f/min <i>Terhelés:</i> radiális, max. 150 kp <i>Hőfok:</i> max. 150 C° <i>Időtartam:</i> 500 óra, hetenként egy leál- lással, amikor a csapágyat környezeti hőmérsékletre lehűtik <i>Zsírmennyiség:</i> állandó, 28 ± 1 g/csap- ágy	Az állandósult hőmérsék- letig eltelt idő. Zsír ki- folyása. Zsír megválto- zása. Csapágyak helyen- kénti hőmérséklete Csapágyvizsgálat: látható kopás és golyókosárko- pás szerint. Kenés minő- ségének folyamatos el- lenőrzése																		

Sorszám	A vizsgálógép neve és típusjelzése	Származási ország	A vizsgálat elve	A vizsgálat módja	A kapott eredmények jellemzői															
1.7	ASTM D. 1741—60T szerinti vizsgálógép golyóscsapágyzsírok kifáradási idejének meghatározására szolgál, közepes hőfok mellett	USA	Kísérleti csapágy: 2 db mély hornyú golyóscsapágy (30×72×19) a 30 BC. 03506, a 306 ABEC vagy az SKF 6306 szerint	Üzem: ford. állandó, n = 3500 f/min Terhelés: radiális, F = 11,4 kp Hőfok: maximum 125 C° Vizsgálat: lehet a) a zsírkifolyás időtartama és értéklése b) csak a kifolyásig eltelt idő meghatározása Zsírmennyiség: az eljárástól függően változó	Rangsorol 125 C°-ig történő használatra A próba addig tart, amíg a csapágy berágódik. Közben megfigyelik az indítási nyomatékot, a hőfokemelkedést és a zajszintnövekedést Legalább 3 mérést kell párhuzamosan végezni, mivel a vizsgálatok csak ±35%-on belül reprodukálhatók															
1.8	ASTM D. 1263—61 szerinti vizsgálógép a gépszírok csapágyból való kifolyásának vizsgálatához	USA	Kísérleti csapágyak: 2 db különböző méretű, Európában nem szabványos méretű kúpgörgős csapágy (a csapágyak külső Ø-je 48, ill. 63,5 mm)	Üzem: ford. áll., n = 660 ± 30 f/min (ez megfelel kb. 96 km/h járműhaladási sebességnek) Terhelés: nincs Hőfok: állandó, T = 104,4 ± 1 C° Vizsg. ideje: állandó, t = 6 h ± 5 min Zsírmennyiség: a kisebb csapágyban 2 g, a nagyobb csapágyban 3 g	A zsír vándorlása, ill. távozása a csapágyból A kifolyt összes zsír mennyiségének meghatározása. A kosáron, a külső gyűrűn és a fedélen maradt zsír mennyiségének meghatározása Azoknak a felületeknek a vizsgálata, ahonnan a zsír eltávozott (lerakódás, lakk stb.)															
1.9	ANNAPO-LIS gép az annapoli vizsgáloállomás gépe. A vizsgálat az FTMS 331-1 módszer módosított változata	USA	Kísérleti csapágy: 1 db SKF 6310 mély hornyú golyóscsapágy (50×110×27) A vizsgálóberendezés elvi vázlatja azonos a NAVY ELECTRIC MOTOR GREASE vizsgálógép elvi vázlatával [11]	Üzem: állandó fordulat, n = 3600 f/min Terhelés: radiális, F = 168 kp Hőmérséklet: állandó, T = 65,5 C° Időtartam: 24 h	Külső gyűrű hőmérsékletének regisztrálása A max. hőmérséklet Hőfok a próba végén Hőfokváltozás Megfigyelések a vizsgálat során és a vizsgálat befejezése után															
1.10	GENERAL ELECTRIC vizsgálógép	USA	Kísérleti csapágy: 4 db mély hornyú golyóscsapágy, amelyek lehetnek: 306 ABEC (30×72×19) vagy 206 ABEC (30×62×16) vagy az azonos méretű SKF 6306-os, ill. 4206-os mély hornyú golyóscsapágyak	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Csapágytípus</th> <th>6306</th> <th>6206</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Üzem: f/min</td> <td>3600</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>Terhelés: kp</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>rad.</td> <td>73</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>teng.</td> <td>23</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> <p>A próba menete: 1 hetes ciklusok, 162 h üzem, majd 6 h állás Időtartam: a hajtónyomaték növekedésétől függően változó</p>	Csapágytípus	6306	6206	Üzem: f/min	3600	700	Terhelés: kp			rad.	73	9	teng.	23	18	A csapágyak hőmérsékletének abnormális emelkedése. A súrlódási nyomaték arányos súrlódási tényező változása Zaj és rezgések megjelenése A gépszír élettartamát a csapágyak geometriai méretváltozásának matematikai közepárányával fejezik ki A vizsgálat a csapágy tönkremenetelig tart
Csapágytípus	6306	6206																		
Üzem: f/min	3600	700																		
Terhelés: kp																				
rad.	73	9																		
teng.	23	18																		
1.11	NAVY ELECTRIC MOTOR GREASE vizsgálógép kenőzsírok viselkedése magas hőmérsékletű csapágyakban. Módszer: az FTMS 331-1 szerint szabványosítva	USA	Kísérleti csapágy: 1 db CONRAD típ. 204 K. r. SKF 4204 mély hornyú golyóscsapágy (20×47×14). A csapágyaknak 8 db golyója van, így a $-\frac{\pi}{4}$ és $+\frac{\pi}{4}$ tartományban levő golyók száma 2 db	Üzem: állandó fordulat, n = 10 000 ± 200 f/min Terhelés: sugár 1360 kp, teng. 2270 kp Hőfok: változó, 120—232 C°-ig, max. 370 C° A próba menete: 23,5 órás periódusok, 21 h üzem, majd 2,5 h alatt a környezeti hőfokra való hűtés Időtartam: a hajtónyomaték növekedésétől függően változó	A maximális időtartam A maximális súrlódási nyomaték A csapágy geometriai méreteinek változása, berágódás A gépszír mozgása (kifolyása) a csapágyból A próba 4-szer ismételt meg azonos zsírral, de mindig új csapággal															

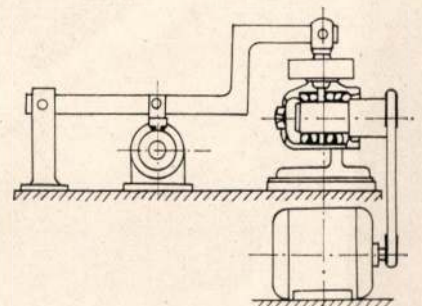
Sorszám	A vizsgálógép neve és típusjelzése	Származási ország	A vizsgálat elve	A vizsgálat módja	A kapott eredmények jellemzői
1.12	CRC L-35 vizsgálógép 450 F° cseppenéspontú gépszír viselkedése magas hőmérsékletű csapágyban FTMS 333 szerint	USA	<i>Kísérleti csapágy:</i> 1 db SAE 204 v. ABEC 3 mély hornyú golyóscsapágy (20×47×14). A csapágy ún. gyors műszeracélból készül, a golyókosár berillium-bronzból, ezüst bevonattal. Három próbeállítás — Pope Test Spindle No. 1911 — ABC Spindle — Grease Test Spindle No. 7605 B A berendezés elvi felépítése azonos a 13-as berendezés elvi felépítésével	<i>Üzem:</i> állandó fordulat, n=10 000 f/min <i>Terhelés:</i> sugár 6,8 kp, teng. 2270 kp <i>Csapágyhőfok:</i> állandó, T=232,2 C° <i>A próba menete:</i> 4 ciklus egyenként 20 h üzem, majd 4 h állás. A 4 ciklus után 72 órás állás következik <i>Időtartam:</i> a hajtónyomaték növekedésétől függően változó	A zsír minősége nem megfelelő, ha: Állandó hőmérsékleten a hajtónyomaték 3-szorosára nő Egy ciklus alatt a csapágy hőmérséklete 11 C°-kal emelkedik Ciklus indításakor a transzmissziószíj megcsúszik vagy a csapágy beragad
1.13	CRC-L-35 módosított vizsgálógép nagy sebességekre	USA	<i>Kísérleti csapágy:</i> azonos az előzőével [12]	<i>Üzem:</i> állandó fordulat, n=20 000 f/min <i>Terhelés:</i> sugár 6,8 kp, teng. 2270 kp <i>Hőfok:</i> állandó, T=370 C° <i>Időtartam:</i> a hajtónyomaték növekedésétől függően változó	Értékelés azonos az FTMS 333-as vizsgálati módszer értékelésével
1.14	HIGH SPEED TESTER vizsgálógép nagy sebességű próbákhoz	USA	<i>Kísérleti csapágy:</i> 1 db 204-es típusú (20×47×14) mély hornyú golyóscsapágy, légturbina tengelyére szerelve	<i>Üzem:</i> állandó fordulatsz., n=60 000 f/min <i>Terhelés:</i> sugár 68 kp, tengely 58 kp <i>Hőmérséklet:</i> állandó, T=370 C° <i>Időtartam:</i> a hajtónyomaték növekedésétől függően várható	Értékelés azonos az FTMS 333-as vizsgálati módszer értékelésével
1.15	KUGEL-FISCHER—SPENGLER szerint. Rövid periódusú zsír-vizsgáló gép	NSZK	<i>Kísérleti csapágy:</i> 2 db 3206-os kúpörgős csapágy	<i>Üzem:</i> 1500 és 3000 f/min <i>Terhelés:</i> axiálisan 50, 100, 150, 200, 250 és 300 kp <i>Hőfok:</i> fokozatmentesen változtatható 0—150 C°-ig <i>Zsírmennyiség:</i> állandó, 2,5 g/csapágy <i>Időtartam:</i> 1. az alkalmazhatóság max. hőfokáig 2. négyórás vizsgálat állandó hőmérsékleten	Az alkalmazhatóság max. hőfoka Az alkalmazható max. terhelés A dinamikai nyomaték változása A vizsgálat végén a csapágyban maradt gépszír mennyiségének meghatározása A gépszír viselkedése a vizsgálat során A gépszír elváltozása a vizsgálat során



1.1 CUEYE—AQUITAINE gép

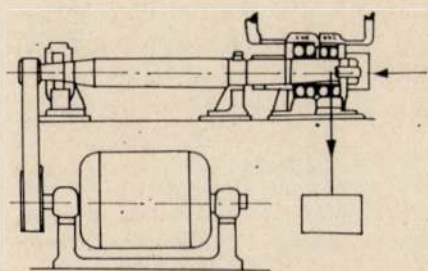


1.2 SKF—R2F gép

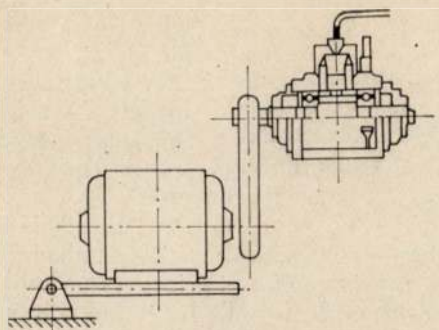


1.3 SKF—V2F gép

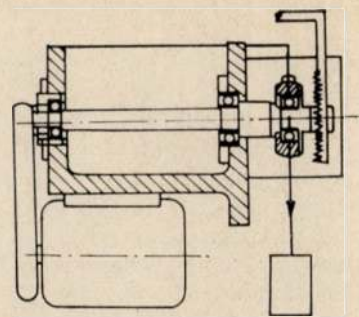




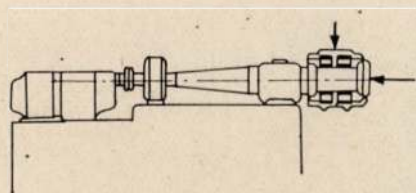
1.4 CEM—CREL vizsgálógép



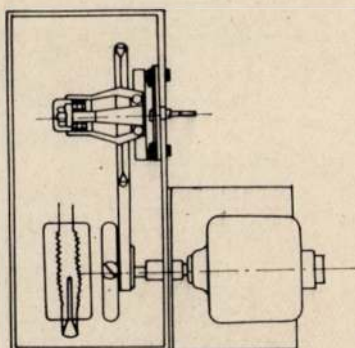
1.7 ASTM D1741—60T szerinti vizsgálógép



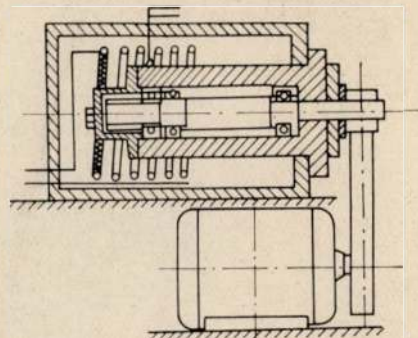
1.11 NAVY ELECTRIC MOTOR  
zsrivizsgáló gép



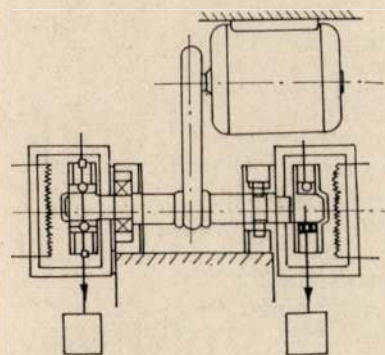
1.5 ISOTHERMOS gépvizsgáló gép



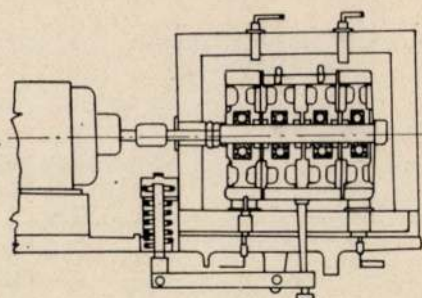
1.8 ASTM D1263—51 szerinti  
vizsgálógép



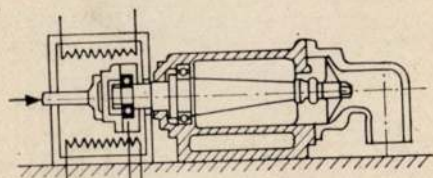
1.13 CRC L—35 módosított vizsgálógép



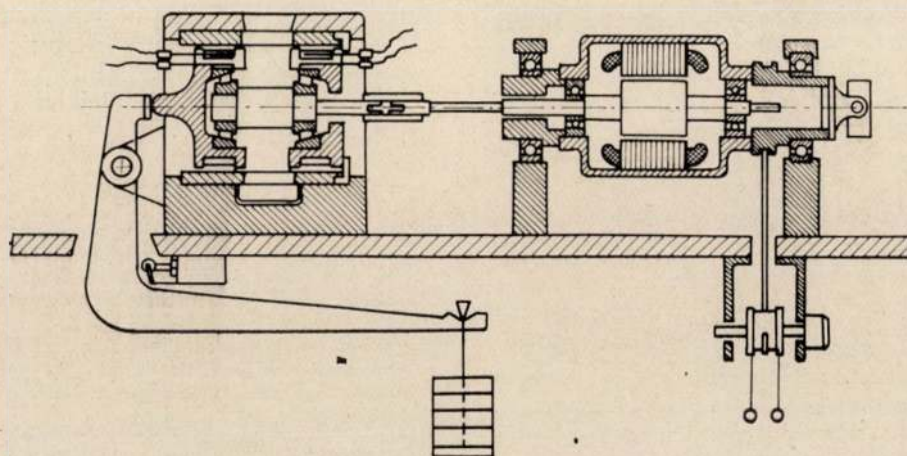
1.6 IP-gép



1.10 GENERAL ELECTRIC vizsgálógép



1.14 HIGH SPEED TESTER



1.15 KUGELFISCHER—SPENGLER gép

1. ábracsoport  
(Az 1. táblázatban ismertetett gépek vázlatai)

Az egységes vizsgálati módszer megvalósításának érdekében a 2. ábrán látható vizsgálóberendezést dolgoztuk ki, melynek elvi megoldása a következő.

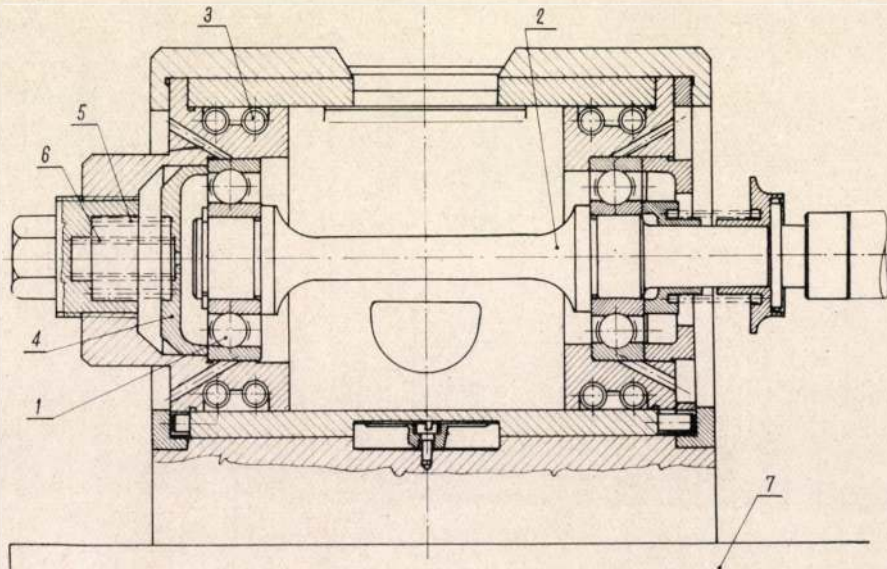
A kísérleti csapágy (1) 2 db SKF 6306-os mély hornyú golyóscsapágy, amelyek egy gyengített szárú tengelyen (2) helyezkednek el.

Fűtés. A csapágyak 200 C°-ig fűthetők a csapágyak külső gyűrűin át a házba beépített elektromos ellenállásfűtéssel (3). A fűtés feszültségszabályozóval

lehetővé. A berendezés a (7) asztalon rezgésmentesen áll.

A vizsgálóberendezésben a beállítható paraméterek mellett — amelyek felölelik az iparban előforduló tényleges igénybevételek zömét — a vizsgálati módszerek összességével meghatározhatjuk a kenőanyagokra

- az alkalmazhatóság maximális hőfokát;
- az alkalmazható maximális terhelést, az axiális és radiális terhelhetőség viszonyát és a dinamikai igénybevétel hatását;



2. ábra. Vizsgálóberendezés egységes vizsgálati módszer megvalósítására

fokozatmentesen szabályozható. A csapágyhőmérséklet a csapágy külső gyűrűinek két szemben levő pontján mérhető Fe-Co termoelempárral.

Terhelés. Axiálisan: a 4-es támasztógyűrűn keresztül — az (5) és (6) rugók előfeszítésével — 0—70 kp terhelés állítható elő.

Radiálisan: a vizsgálatól függően a kerület mentén állandó nagyságú  $[F(\varphi) = \text{állandó}]$ , ill. változó nagyságú terhelés  $[F(\varphi) = \text{változó}]$  állítható be.

Hajtás. A tengelykapcsolón keresztül egy 1,7 kW teljesítményű, tirisztoros szabályozású, mérlegkivitelű villanymotorral történik. A fordulatszám  $n_1 = 1000$  f/min és  $n_2 = 5000$  f/min között  $\pm 0,5\%$  pontossággal fokozatmentesen beállítható. A beállított fordulatszám pillanatnyi értékét a berendezésbe beépített folyamatos kijelzésű tachométeren lehet ellenőrizni. A dinamikai nyomaték mérése — ezzel a nyomatékkal arányos a dinamikus súrlódási tényező — a mérlegkivitelű villanymotor tengely körüli elbillenésével lehetséges.

A vizsgálat alatt a vizsgált gépszír csapágyhoz viszonyított relatív mozgása megfigyelhető a vizsgálóberendezésbe beépített és a mindenkor fordulatszám periódusához beállítható villanólámpa segítségével. A kémlelőablakon keresztül a gépszír egyéb elváltozása is megfigyelhető a vizsgálat alatt.

A gyors szét- és összeszerelést a csavarmentes kapcsolatok, az azonos visszaállítási lehetőséget pedig a csatlakozó gépelemek fokozott pontossága teszik

- az alkalmazhatóság maximális fordulatszámát;
- a dinamikai nyomatékváltozást, a nyomaték maximumát, a nyomaték minimumát és a minimális nyomaték helyét;
- a kiegyenlítődés időtartamát;
- a belső súrlódásból adódó  $\Delta T$  hőfokemelkedést;
- a vizsgálat végén a csapágyban maradt gépszír mennyiségét.

Megfigyelhető a vizsgálat során:

- a gépszír vándorlása a csapágyban;
- a leszóródás kezdete és jellege;
- a vizsgálat során a gépszíron bekövetkező minden változás, pl. olajkiválás, megolvadás, megfolyósodás stb.

#### IRODALOM

- [1] Mazet, L.: Évaluation des propriétés lubrifiantes des graisses par des méthodes mécaniques. Conférence tenue le 8 oct. 1959 de la Société de Chimie Industrielle.
- [2] Schilling: Les essais mécaniques des graisses lubrifiantes 1963.
- [3] Dupond, R.: Aperçu sur l'industrie des lubrifiants plastiques. Communication présentée le 25 févr. 1961. au colloque de Zurich, organisée par le Syndicat National de l'Industrie et du Commerce des Lubrifiants.
- [4] Mazet, L.: Le graissage des roulements. Communication présentée à l'occasion du colloque sur „Les lubrifiants plastiques” organisé par le Syndicat National de l'Industrie et du Commerce des Lubrifiants, Paris 29. et 30. oct. 1963.
- [5] Petit, M.: Les essais de graisses pour roulements de boîtes d'essieux effectués par la SNCF. Communication pré-

- sentée à l'occasion du colloque sur „Les lubrifiants plastiques” organisé par le Syndicat National de l'Industrie et du Commerce des Lubrifiants, Paris 29. et 30. oct. 1963.
- [6] *Tourret, R.*: Réponse écrite à l'exposé intitulé „Effects of additives on greases” par *Calhoun S. F.* et *Purphy G. P.* présenté au „Lubrication Symposium” tenu à Londres du 11. au 14. février 1963. Voir Scientific Lubrication 15 No. 4. avr. 1963.
- [7] *McCarthy, P. R.*: Development and evaluation of greases for high temperature high speed application. Asle paper 62 LC 14 Lubrication Conference Pittsburgh 16. et 18. oct. 1962.
- [8] *McCarthy, P. R.*: Factors affecting grease life at high temperatures and high speeds. Communication présentée à l'USA F. Aerospace Fluids and Lubricants Conference avr. 1963.

- [9] *Vámos E.*—*Mitterhauszer F.*—*Flóra T.*: Hochtemperatur-eigenschaften plastischer Schmierstoffe. Schmiertechnik 6 p. 199 (1967).
- [10] *Göttner, G. H.*: Einführung in die Schmiertechnik, Teil II. Düsseldorf, Karl Marklein Verlag, 1966.
- [11] *Velikovszkij, D. Sz.*—*Poddubnij, V. N.*—*Vajnstok, V. V.*—*Gotovkin, B. D.*: Konzisztentnue szmazki. Moszkva, Izd. Himija, 1966.
- [12] *Szinicin, V. V.*: Podbor i primenenie plaszticsnüh szmazok. Moszkva, Izd. Himija, 1969.
- [13] *Vámos E.*—*Guba F.*: Veränderung der Struktur von Schmierfetten während der mechanischen Beanspruchung. Schmiertechnik 5 p. 275 (1963).
- [14] *Liebl, X.*—*Vámos E.*: Anregungen zum Aufbau einer Kolloidtheorie plastischer Schmierstoffe. Schmiertechnik Tribologie 5 p. 217 (1968).

## EGYETEMI HÍREK

### Új olaj- és gázipari mérnökök

1971. június 26-án a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 9 új olaj- és 11 új gázipari mérnök vette át diplomáját dr. Zambó János rektortól.

A június 23-án és 24-én lezajlott diplomatervvédés során az Államvizsga Bizottságban helyet foglaltak: dr. Szilas A. Pál elnökletével dr. Antal Boza József, dr. Alliquander Ödön, dr. Bán Ákos, dr. Gyulay Zoltán, dr. Falk Richárd, dr. Pápay József, dr. Vida Miklós, az egyetem tanárai és előadói, valamint az iparág képviselői: dr. Garai Tamás, Kelemen Sándor és Varga József. A végzős hallgatók diplomatervéikben részben a mindennapi gyakorlatban előforduló feladatokat, részben pedig új-szerű, eddig nem tisztázott problémákat oldottak meg. A diplomatervek bírálatait az ipar prominens képviselői vállalták.

A hőmezővársárhelyi kutatási területre jellemző izsziparaméterek alapján egy 6000 m-es fűrészfűrészterület *Otterbein Béla* két módszer szerint dolgozta ki. Az alapos munka eredményeit fűrésztéchnikai és gazdasági szempontok szerint értékelte. A diplomaterv megoldására jellemző, hogy az egyik összeállítás módosítás nélkül, közvetlenül alkalmas gyakorlati megvalósításra. *Rigó Sándor* feladata egy szanki feltárolófűrészfűrészvédelmének megtervezése volt kézi ellennyomás-szabályozó rendszer felhasználásával, míg *Seláf Boldizsár* a *Lovászi-II.* jelű nagymélységű fűrészfűrész 4500—6000 m közötti  $8\frac{1}{2}$ °-es szelvényében alkalmazható hidraulikai programot dolgozta ki. Figyelmet érdemlő volt *Tóth Béla* diplomamunkája. Elkészítette a *Hód-I.* típusú fűrészfűrészfűtőköteltervét; különösen a kötéltovábbállítás tervére és a teljesítmény kiértékelésére fordított nagy gondot. Diplomaterve alapját képezheti egy kísérletsorozatnak, mely a fűrészfűrészek kihasználása terén jelentős eredményeket hozhat. *Kricsfalussy László* feladata egy lovaszi 6000 m mélységű fűrészfűrész beléscsőrakátjának „szokásos” és „maximális terhelés” elve alapján való méretezése, és a két módszerrel kapott rakat összehasonlítása volt.

*Hizsnyik Mária* a bajcsai szerkezet gáztelepeinél gazdaságosan alkalmazható áramlástanai vizsgálatokat határozta meg, és egyben, elkülönítve a szkinhatástól, a turbulencia hatását is vizsgálta a nyomásemelkedési görbékből. Ugyancsak rezervoármechanikai feladatot oldott meg *Duzs Anna* és *Magyar Zoltán* is. *Duzs Anna* a Tisza II. olajtelep művelésére készített változatokat feltételezett természetes vízhajtással és peremi vízbesajtolással, különböző megcsapolási ütemet felvéve. *Magyar Zoltán* a Görgeteg—Babócsa GB I/I gáztelep művelési változatait dolgozta ki, kerese az optimális megcsapolást és a termelőkétszámot.

A termelés egy sokat vitatott területe a függőleges kétfázisú áramlás elmélete. A már ismert eljárások (*Krilov, Ros* stb.) után *Orkiszewsky* nemrég publikálta kutatási eredményeit. *Orkiszewsky* elméletét *Hnisz László* dolgozta fel diplomatervében. A tervből kitűnik, hogy e módszer alkalmasnak látszik vizes olajat termelő kutak nyomásveszteségének számítására is. *Hnisz* a számítógéppel végzett számítások eredményeit magas vizszálalékkal termelő algyői kutakon végzett mérési eredményekkel vetette össze. Megállapította, hogy az alapadatok megfelelő pontossággal végzett mérése esetén az *Orkiszewsky*-módszer a gyakorlatnak megfelelő pontosságú eredményeket ad. *Tóth Tibor* a kondenzátumot is termelő gázkutak hőmérsékletviszonyainak számítására publikált különböző eljárások igen értékes összehasonlító elemzését végezte el. Számítási eredmé-

nyeit hajdúszoboszlói gázkutakon végzett mérésekkel hasonlította össze. Állandósult kútviszonyok esetén a mért és számított értékek jól egyeztek. Az algyői mezőre tervezett folyamatos segédgázos termelés viszonyait vizsgálta *Tihanyi Gábor* egy hipotetikus olajmező termelése esetén. A segédgázos termelés gazdaságosságából kiindulva határozta meg az optimális segédgáznyomást, mely feltételezése szerint az egész mező életében azonos lesz. Szénhidrogén-rendszerek egyensúlyi tényezőinek meghatározására az irodalomban közölt különböző eljárásokat vizsgálta meg és hajdúszoboszlói dűsgáz-méréssel meghatározott egyensúlyi viszonyaival hasonlította össze *Vincze Tamás*.

Távvezetési szállítással két diplomaterv foglalkozott. *Simon Csaba* az Algyő—Százhalombatta közötti 12°-es vezeték áramlási jellemzőit elemezte 4 C° és 16 C° talajhőmérsékletnél. A feladatot bonyolította, hogy tixotrop-pszeudoplasztikus, anomális viszkozitású olajat kell a vezetéken szállítani. Igen aktuális tervét *Kőrösi Zoltán* kifogástalanul készítette el. Témája: a szovjet—magyar 28°-es földgáz-távvezeték 100 km-es szakaszának műszaki kiviteli terve. *Németh Béla* felmérte a Látatlan—Nyergesújfalú—Almásfűzítő térség nagyüzemeinek távlati energiaigényeit, elemezte az egyórás és szezonális csúcsigényeket, meghatározta a gázipar 1980-ra várható árbevételét a tervezett vezeték. Diplomatervét bírálója ipari célra felhasználhatónak ítélte.

Négy hallgató készített diplomatervet a gázellátás témaköréből. Nagykanizsa városközpontjának gázelosztó hálózatát vizsgálta *Varga József* és elkészítette a terület ötéves rekonstrukciós tervét, mely egyaránt tartalmazza a biztonsági okokból, valamint az üzemvitel miatt szükséges vezetékcsereket. *Rózsa Ákos* egy 2500 lakásos lakótelep teljes hőellátását földgázzal biztosító vezeték rendszerét tervezte meg. Vizsgálta a kis- és középnymású ellátás lehetőségét és gazdaságosságát, ezenkívül az optimális átmérők meghatározására szolgáló eljárást egy újszerű lineáris programozási feladattal egészítette ki. Többszintes lakóépület fűtési hőszükségletét fedező, szilárd tüzelésű, öntöttvas tagos kazán földgáztüzelésre való átállításának teljes tervét és az átállás lebonyolításának hálódigramját készítette el nagy körülményekkel *Nagy Erika*. *Adorján György* egy 9 szintes lakóépület teljes belső gázellátását dolgozta ki úgy, hogy a különböző fűtési módokat (egyedi, etázkazán, ill. cirkogejer, központi kazán) műszaki és gazdasági szempont szerint vizsgálta, és kiválasztotta az általa legjobbnak ítélt gázellátási rendszert.

A tüzeléstanai diplomamunkák közül *Farkas Zoltán* egy 20 Nm<sup>3</sup>/h gázigényű lángvizsgáló kemencéhez tervezett, a jelenleg érvényes előírásoknak megfelelő földgázfogadó állomást, *Mohos Zsolt* pedig B<sub>1R</sub> típusú TÜKI földgázégők lángjának elméleti és kísérleti vizsgálatát végezte, különös tekintettel a lángkontúrára, az összetételre és a hőmérsékletre.

Olajmérnöki oklevelet szerzett: *Duzs Anna*, *Hizsnyik Mária*, *Hnisz László*, *Kricsfalussy László*, *Otterbein Béla*, *Rigó Sándor*, *Seláf Boldizsár*, *Tihanyi Gábor* és *Tóth Béla*.

Gázmérnöki oklevelet kapott: *Adorján György*, *Farkas Zoltán*, *Kőrösi Zoltán*, *Mohos Zsolt*, *Nagy Erika*, *Németh Béla*, *Rózsa Ákos*, *Simon Csaba*, *Tóth Tibor*, *Varga József* és *Vincze Tamás*. Miskolc, 1971. július hó

Csete Jenő  
okl. gázmérnök, tanársegéd  
(NME Olajtermelési Tanszék)

# A tudományos kutatás információs rendszere a fluidumbányászatban

ALLIQUANDER ÖDÖN

*Az információ exponenciális növekedése szervezett és egyéni továbbképzést tesz szükségessé. A fluidumbányászatban ezt a célt szolgálja folyóiratunk évenként megjelenő, a világ szakirodalmát szakosítva sűrűtten bemutató bibliográfiai tanulmánya is. Az ismeretanyagot korszerű, értékelő-válogató indexelési rendszerrel, számítógépek segítségével lehet hatásosan tárolni és visszakeresni.*

Az ismeretanyag expanziójának problémája élénken foglalkoztatja a műszaki-tudományos világot, s így természetesen annak egyik legdinamikusabban fejlődő ágát, a fluidumbányászatot is.

Égető problémává vált nemcsak az ismeretanyag-gyűjtés, -változás, -tárolás s ezzel kapcsolatosan a kivonatolás (absztrakt-készítés) és indexelés, hanem természetesen a visszanyerés, terjesztés tevékenysége is, mégpedig az utóbbi a „kit mi érdekel” elvének kiélégítésével.

Donald L. Katz ismert termodinamikus egy információs konferencián síkra szállt a gyakorlati mérnökök számára kifejlesztendő automatikus információs szolgáltatás elve mellett [1].

Az információ rohamos növekedése ijesztő méreteket ölt, s bár a hatvanas évek elején hangoztatott „információrobbanás” jelszava nem bizonyult valószínűnek, a növekedés változatlanul exponenciális, s minden bizonnyal az is marad az ezredfordulóig. Az ismeretanyag két évvel ezelőtt 6–7,5 évre számított megkétszereződése a fluidumbányászat körében ma már inkább 6 évnél is rövidebb időre becsülhető (ezt a gépiparban ma 10 évre, a vegyiparban 8 évre, az elektronikában 5 évre, az űrkutatásban 3 évre, az atommagtechnikaiban 2,5, a lasertechnikában 2 évre teszik [2]; ugyanakkor az emberi agy befogadóképessége nem nőtt. Tehát, ahogy ezt Gyulay Zoltán kifejezte, s e témakörből két évvel ezelőtt írott tanulmányában egy diagramban összefoglalta [3]: mivel 5–6 év alatt az ismeretek avulása és feledése 50%-os, mindez azt jelenti, hogy az általános képességű és képzettségű ember szakmai tudása 5 év alatt  $\frac{1}{4}$ -ére csökken, 10 év alatt pedig az eredetinek mindössze 5–6%-ára zsugorodik.

Ezt a mind jobban tágra nyíló „ismeretollót” szűkíteni kell. A feledés, avulás lehajló ágának talán a vízszintesig terjedő szakaszából egy részt szervezett továbbképző tanfolyamok hivatottak pótolni, más részét — főleg a vízszintes fölötti új ismeretanyagot — az az önkéntes egyéni továbbképzés, amelynek a fluidumbányászatban egyik alapja, útmutatója lehet az a műszaki fejlődési tájékoztató (bibliográfiai tanulmány), amely a megelőző év világirodalmi termésének tükrében mutatja be a haladást, az új ismeret-

anyagot, s amely a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszámaként ez évben már harmadszor kerül a szakma szinte minden technikusára, geológusára, mérnökre kezébe.

Ez a műszaki tájékoztató [4] egy esztendő nyomdai terméként megjelent, de ami fontosabb, előnyomott, tehát „preprint” természetű tárja az olvasó elé válogatott formában, azzal az igénnyel, hogy a válogatás során számba vett periodikákból, preprint-kötetektől (kötegekből) minden lényegest feldolgoz, s a hivatkozott kiadványokon kívül a nyomtatott, előnyomott periodikában, könyvekben nincs más újat mondó, s az ismeretanyagot újszerűen bemutató. Az előnyomatok fontosságára utalt az 1970 elején a tájékoztatóképesítés kérdéseiről tartott EUROATOM-szimposium egyik jelentős összefoglaló előadása [5]. Eszerint a genfi CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) könyvtárának, amely jelenleg mintegy 25 000 könyvvel és 500 kurrens folyóirattal rendelkezik, legfontosabb és legkeresettebb állományrészlege a tudományos és műszaki kutatási jelentések és preprintek számottevő gyűjteménye. Ez a gyűjtemény hetente 110–120 tétellel gyarapszik, s főleg a gyarapodás iránt nyilvánul meg nagy figyelem, mert az új reportok és preprintek nyújtják a legfrissebb kutatási eredményeket. Ezért erről a gyarapodásról hetente jegyzéket adnak ki (CERN Library Accessions List — Preprints and Reports). A jegyzék készítésének két alapelve a gyorsaság és a mély feltárás. Az előbbit a heti kiadás, az utóbbi a KWIC-rendszerű (lényegét l. később) tárgyi index biztosítja.

Visszatérve a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszámaként megjelenő műszaki fejlődési tájékoztatóra — amelynek 1970-ben megjelent számához már névmutató és szerény tárgyindex is tartozik —, ez a tájékoztató már nemcsak az avulást kívánja pótolni, hanem ún. ágazati válogató, leíró bibliográfiai tanulmány formájában az ismeretgyarapodás exponenciálisan felfutó ágának kitöltésében igyekszik éppen a válogatással könnyíteni.

Ennek a vállalkozásnak sikere a válogatás jóságától, teljességétől és frissességétől függ, de attól is, hogy vajon eljut-e ez az ismeretanyag az érdeklődőkhöz, igényli-e keresi-e, illetve megtalálja-e azt? Itt kapcsolódik ez a válogató információ a gépi adatfeldolgozás rendszerével [6].

A számítógépek adatfeldolgozó képessége igen nagy, gyors, s lehetőségei is gyorsan bővülnek. Alkalmasságuk tehát a rohamosan növekvő ismeretanyag azonnali tárolására és a tárolt adatok gyors válogatására, tehát az érdeklődő adatigényének azonnali kielégítésére.

Az információtárolás célja helytakarékoság, időtakarékoság (a kutatási és visszakeresési idő redukálása), s így költségcsökkentés. Ezeket a feltételeket a számítógép folytatólagos visszakeresést biztosító mágnesszalagos és az azonnali visszakeresést biztosító mágneslemez tárolási rendszere valósítja meg.

A helyes kulcsszóválasztás, illetőleg -osztályozás az információ-visszakeresés kulcsa. Az ún. rekeszkonceptió az információáradatban már nem követhető út, hiszen pl. egy olyan cikk, amelynek címe „A kőzetek fűrhatósága különböző nyomásviszonyok közt” a címszóban szereplő minden kifejezés alatt kereshető, tehát minden a címben szereplő szót katalogizálni kellene.

A múltban a műszaki tudományokban a decimális rendszert használták az indexelésre, osztályozásra. Mindkét jelzett rendszernek hátránya, hogy — nagy valószínűség szerint — mind az osztályozó, vagyis az index készítője, mind a kereső személy más módon értelmezi, sorolja be a szóban forgó tárgyat.

A sok nagyvállalat, intézmény által már bevezetett gépi ismeretanyag-tároló és -kereső rendszer alapja, az ún. *koordináló indexkészítés*, mely az információs tételt (cikket, könyvet, szabadalmat, gyártmányleírást stb.) minden, a tárgyat érintő fontos szó alatt magyarozza, ill. szerepelteti. Egy-egy cikk tehát 20—30 indexszó alatt található, ami szinte kizárja hogy valamely cikket ne lehessen megtalálni. Ma már a számítógépeket az információs szöveg automatikus indexelésére programozni lehet.

Egy ilyen rendszer az ún. KWIC (Key Words in CONTEXT = szöveggörnyezetes index) indexelési módszere. Lényege, hogy a cikk címét, irodalmi hivatkozási számát és egyéb adatait betáplálják a számítógépbe, mely a cím minden szavához megfelelő kulcsszavakat koordinál, s ezeket a címhez írja (ezért CONTEXT).

A rendszer továbbfejlesztése az irodalmi hivatkozások számát is megadja, tehát mintegy értékeli a cikket, mert ha sokan hivatkoznak arra a cikkre, az minden bizonnyal az értékére utal. Ma már a számítógépet kivonatolásra is alkalmazzák (azokat a mondatokat, tételeket írja ki, amelyek fontos szavakon alapszanak). A kivonat pedig fontos segédeszköz az információs rendszernek.

Az adatkeresésen, mint fontos számítógépi funkció kívül a számítógép hatásos eszköze az *információ terjesztésének* is. Igen fontos érdeke a kutatásnak, a fejlesztésnek, hogy az érdekeltek valóban hozzájussanak a friss információs anyaghoz. Az információk ún. szelektív terjesztése az, ami a számítógépes adatfeldolgozó rendszert dinamikussá teszi. Az egyén érdeklődési körét nyilvántartva, a számítógépben a gép automatikusan elküldi az érdekelteknek a vonatkozó cikkeket (esetleg a kivonattal bővített) jegyzékét.

Nem a könyvtár várja tehát az érdeklődőket — s közben porosodik —, hanem elküldi az anyagot az érdeklődőnek. Ez nemcsak gyorsabb, de egyben ösztönzőbb módszer is. Ennek az ún. szelektív válogatási rendszernek számos előnyén (időtakarékosság, költségmegtakarítás, az információs anyagok nem kerülnek el az érdeklődők figyelmét stb.) kívül a legfőbb előnye, azaz követelménye a *jobban informált személyzet*.

A VNIOENG (Vszeszozjujnüj Naucsno-Iszszledovatel'szkij Insztitut i Ékonomiki Neftegazovoj Promüslennosztii) a legutóbbi időben hasonló koordinált indexelési rendszeren alapuló ágazati információs kiválasztást vezetett be, amely az eddig ismertettek-től abban különbözik, hogy az indexelés nagyrészt szigorú szabályokon alapuló, de nem gépi kivonatolásra támaszkodik, és ennek alapján közvetlenül készített, de ugyancsak szakemberek által kiválasztott kulcsszavakat táplál a rendszerbe [7].

Az információgépesítés teljességre törekvő rendszere helyett a hazai körülmények között járhatóbb út és áttekinthetőbb a válogatott információbetáplálás, egyelőre — mint a VNIOENG is teszi —, nem géppel végzett kivonattal és kulcsszóképzéssel.

A tájékoztatásgépesítés kérdéséről ez év elején tartott és már idézett nemzetközi EURATOM-konferencia egy másik záró előadása [5] bemutatta a tájékoztatási szolgálat 1975-re vetített várható helyzetét, amelyben azonban tulajdonképpen a mai fejlődési állapot már elért eredményeit vette alapul.

Az előadás utal a tájékoztatást igénylők két lehetséges eljárására. Az egyik esetben az információt átadó intézmény szolgálja ki az igénylőt; az információadó operátorával az igénylő távközlési úton lép érintkezésbe. A kérdést az operátor természetes nyelven juttatja a komputerbe, amely megalkotja a kulcsszavakat, és azt összehasonlítja a számítógépben tárolt „tezaurusz” címszavaival, ún. deszkriptoraival, s a művelet eredményét néhány másodperc múlva az adatvégállomáson kiírva vagy kivetítve közli az operátorral, tudatja a téma deszkriptorait, s külön feltünteteti a helytelenül megadott fogalmakat stb.

Az operátor relevanciavizsgálatot is végezhet. Egyes tételeket mintaként kiválaszt annak ellenőrzésére, hogy milyen mértékben tekinthetők relevánsnak a feltett kérdések szempontjából. A pozitív és negatív ítélettel az operátor közli a komputerrel, hogy azt az információkeresés további folyamatában vegye figyelembe.

Ilyen előzmények után ad utasítást az operátor a teljes információs gyűjtemény átvizsgálására, valamint arra, hogy milyen formában adja ki a komputer a végeredményt (sornyomtatón, mágnesszalagon, lyukszalagon). Az eredményjegyzék a fontosság sorrendjében adja a tételeket.

A gépi keresés másik formája önkiszolgáló rendszerű. Az információt kérő maga lép kapcsolatba a komputerrel, ehhez azonban ismernie kell a rendszert.

A képet a vita során elfogadhatónak, sőt túl óvatossá tartották. Nem tartották volna túlzottnak az 1975. évre való előrejelzésben az auditív betáplálást és az eredményszolgáltatást sem.

Visszatérve a mai helyzetre, az elmondottak hazai alkalmazása szempontjából javasolható út a következő:

A lényegében értékelő-válogató ágazati információs rendszert, az évenként kiadott műszaki fejlesztési tájékoztatót — a kőolaj- és földgázbányászathoz hasonlóan — a fluidumbányászat többi ágazataira is meg kellene valósítani, a kőolaj- és földgázbányászatot pedig oly irányban kell továbbfejlesztetni, hogy

1. frissesége érdekében továbbra s messzemenően támaszkodják a preprintekre, sőt azt bővítse

újabb, addig nem feldolgozott preprintsorozatokkal (szovjet, japán, kanadai, indiai, arab ausztráliai ismétlődő konferenciák előnyomott előadásai).

2. Fel kell készülni a fejlődési tájékoztató, de az egyéni információs anyag gépi adattárolására és terjesztésére. A műszaki fejlődési tájékoztató, esetleg tájékoztatók beérkező anyagát kivonaltolva, az érdeklődésre számot tarthatónak ítélt művek bibliográfiai adatait eleve, azaz megjelenésükkor folyamatosan, tehát még az évi műszaki fejlődési tájékoztató kiadása előtt be kell táplálni a számítógépbe. — Ezt megelőzően a most készülő és az elkövetkező évi tájékoztatóhoz készítendő név- és tárgymutatóhoz ki kell fejleszteni a megfelelő kulcsszóállományt (a tezauszot). A kulcsszórendszer kialakulása után a fejlődési tájékoztatók készítése közben betáplált anyagot az érdekeltek nyilvántartásával a gépi adattároló és szolgáltató rendszer folyamatosan közölheti az érdekeltekkel. Az információt tároló és szolgáltató számítógépbe (pl. a kőolajipar tervezett nagy számítógépébe) fokozatosan célszerű betáplálni — hasonló válogató rendszerrel —, az egyéb információs anyagot (szabadalmakat, rajzokat, dokumentumokat stb.).

Egy ily módon kialakított rendszerrel enyhíteni lehetne az információs anyag gyors szaporodásának nehézségein, az elmaradáson. Az eredmény egyrészt minden bizonnyal jobban felkészült, műszaki—tudományos, s hozzá tehetjük, gazdasági szempontból is jobban képzett vezetőréteg lesz, másrészt a kutatómunkával foglalkozók sok kettősségtől, felesleges munkától mentesülnek.

## IRODALOM

- [1] Professional news. J. Petr. Techn. 7 p. 870 (1967).
- [2] *Jakab E.*: A szakirodalmi tájékoztatás szerepe a műszaki fejlesztésben. Műszaki Gazdasági Tájékoztató 1 p. 28—41 (1971).
- [3] *Gyulay Z.*: Az információ szerepe a műszaki fejlesztésben. Kőolaj és Földgáz 1 p. 23—25 (1970).
- [4] Kőolaj és Földgáz Különszám (1970).
- [5] Handling of nuclear information. Proceedings of a Symposium. International Atomic Energy Agency Vienna, 1970. 674 p.
- [6] *Dudley, L. M.*: Some advanced techniques in the storage and retrieval of technical data. Computer in the mineral industries Part 1. Stanford Univ. Publ. Stanford 1964. p. 49—58.
- [7] *Gorohov, Sz. A.*: stb. Nekotorie voproszū tehnologii processzov indeksirovanija i vvoda dokumentov po burovoj tematike i otraszlevoj avtomatizirovannoj IPSZ „Nefti”. Org. i Upr. Neftedob. Prom. 8 p. 29—32 (1970).

## EGYESÜLETI HÍREK

### Elnökségi ülés

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöksége — *dr. Gyulay Zoltán* elnökletével — 1971. július 8-án 15.00 órakor egyesületi helyiségünkben elnökségi ülést tartott.

A napirend leglényegesebb, minden oldalról kimerítően megvitattott 1. pontját *Gyulay Zoltán*nak, a lapunk ez évi 4. számában közzét, s az egyesület szervezetének korszerűsítését, valamint az egyesületi élet hatékonyságának fokozását célzó elképzelése, ill. javaslata képezte. (E téma pont megvitatása alatt az elnöki funkciót *dr. Martos Ferenc* elnök helyettes gyakorolta.)

*Tamásy István* röviden ismertette a probléma kimunkálása tárgyában összehívott szakosztályközi bizottság, valamint a külön megbeszélések alapján megszövegezett, s az elnökség tagjaihoz előzetesen eljuttatott, háromszor is átdolgozott munkabizottsági javaslatot, hangsúlyozta, hogy az utóbbi időben jelentős mértékben megnőtt taglétszám, a megváltozott szociális-gazdasági követelmények elengedhetetlenül szükségessé teszik a különben is csak eszközként felfogható szervezet bizonyos mérvű átszervezését és fiatalítását, de az egyesület adminisztratív munkájának megjavítását is. Állásfoglalásra van szükség az egyesületi élet hatékonyságának fokozását célzó elképzelések, s az ezt megalapozó célkitűzések kérdésében.

A Bányászati Szakosztály elnöke, *Podányi Tibor* — az elnökség tagjainak ugyancsak szétküldött, s az elnöki előterjesztésre reflektáló „Észrevételek” rövid ismertetésével — szakosztály nevében is örömmel üdvözl minden, az egyesületi élet javítását, a munka hatékonyságának növelését célzó javaslatot, s megelégedéssel nyugtázza, hogy a Bányászati Szakosztály 32 javaslata közül a szakosztályközi munkabizottság 20-at elfogadott. Úgy tűnik, hogy az egyesület elnöksége kissé borúlátóan ítéli meg az egyesület helyzetét, s az egyesületi élet hatékonyságának megjavítását célzó négy javaslaton (a továbbképzés fokozása, a rendezvények hatékonyabbá, rendszeresebbé tétele, a fiatalok nagyobb mérvű aktivizálása, az üzemi cikkek számának növelése lapjainkban) túlmenően is több mód és lehetőség aknázható ki az egyesület felvirágoztatására. Nem a mandátumok idejének túlzott redukálásával, a szervezetileg és anyagilag nehezen meg-

valósítható függetlenített főtitkári állás létesítésével, de — az alapszabályok, valamint a szervezet radikális megváltoztatása nélkül — egyszerűen a munka jobb megszervezésével és javításával lenne célirányos a felmerült problémákat megoldani.

Egyetért a függetlenített főszerkesztői állások megszervezésével, háromévenkénti újraválasztással.

*Laár Tibor* és *Köves Elemér* szerint — mivel az eredeti javaslat már több módosításon esett át — az ellentétek egyáltalán nem áthidalhatatlanok, s a kérdéseket egyenként kellene tisztázni.

*Óvári Antal*, a BKL KOHÁSZAT főszerkesztője szerint a lapokban leközölt eredeti elképzeléshez — spontán — számos reflexió érkezett, melyek zömmel a jelenlegi szervezet és egyesületi célkitűzés fenntartását javasolják, egy szűkebb vezetőség, s függetlenített főtitkári stallum életre hívásával.

*Dr. Gyulay Zoltán* hálásan könyvelte el a Bányászati Szakosztály részletes analizisét. Minden élő, egészséges szervezet fejlődésben van; bizonyos életkoron túl feltornyosulnak az ellentmondások, amiket nem annyira a lassú evolúcióval, de a hatósabb revolúcióval kell feloldani. Az utóbbi évek folyamán erős társadalmi átrétegződés ment végbe, ami az előrelépést, a „hatékonyabbá tételt” mindenképpen szükségessé teszi. A „továbbképzés” a mai szóhasználattal értendő: a mérnök-technikusi felkészültség permanens felfrissítés nélkül hamar elavul.

*Dr. Szilas A. Pál* szerint a továbbképzés kérdésében nem lehet véleménykülönbség; ennek jegyében született a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszáma is, mégis a továbbképzés primer fóruma a felsőoktatási intézmények. A szervezeti kérdésekben a munkabizottság javaslatait támogatja.

*Dr. Gagyai-Pálffy András* a Bányászati Szakosztály javaslatait teszi magáévá. Az egyesület — ha vannak is életében zökkenők és javításra szoruló fogyatékoságok —, nem „beteg ember”, de a fejlődés jeleit mutató tömörülés, és vitatható, hogy a még gyorsabb előrelépést formai és szervezési változtatásokkal el lehet-e érni. Vannak szakosztályok, melyek céltudatos, messze

(folytatás a 285. oldalon.)

# AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

## A VIII. Kőolaj-Világkongresszus

Moszkva, 1971. június 13—19.



A VIII. Kőolaj-Világkongresszus emblémája

A földkerekség kőolaj-szakemberei — felismerve a korunkat fémjelző energiahordozók, de a nyersanyagként is mind elterjedtebben felhasznált kőolaj, valamint földgáz kutatása, termelése, feldolgozása és felhasználása terén gyümölcsözőnek ígérkező nemzetközi összefogás és véleménycsere szükségességét —, ezúttal nyolcadik alkalommal gyűltek össze, hogy világméretű találkozójukon beszámoljanak a változatos szakma eredményeiről és megvitassák annak sokrétű problémáit.

Az 1933-ban Londonban megrendezett I. kongresszuson 23 országból 1250 szakember vett részt, majd 1937-ben a Párizsban összegyűlt 1630 delegátus már 33 nemzetet képviselt.

A második világháború okozta 14 esztendő kényszerszünet után Hága (1951, 40 országból 2753 résztvevő); Róma (1955, 45 ország, 3250 fő); New York (1959, 53 ország 5329 fő); Frankfurt am Main (1963, 64 ország 7542 fő) ezt követően Mexikó-City (1967, 65 ország, 4844 fő) volt a négyévenként megrendezett kőolaj-világkongresszusok színhelye.

A Szovjetuniónak a világ szénhidrogén-termelésében, valamint kőolaj- és földgázkészleteit illetően elfoglalhat előkelő szerepét, nemkülönben szakmai, tudományos és műszaki felkészültségét honorálta az a határozat, mely a VIII. Kőolaj-Világkongresszus helyéül — eddig első ízben szocialista ország fővárosát — Moszkvát választotta.

Az utolsó negyedszázadban hatalmasan fejlődő és rohamléptekkel világvárossá átalakuló, magjában káprázatos csillogást és impozáns erőt sugárzó szovjet főváros, de az elzárkózottságukból egyre jobban felengedő szovjet szakemberek is, méltók voltak erre a bizalomra.

Egyöntetű volt a megállapítás: a VIII. Kőolaj-Világkongresszust mind szakmailag, mind társadalmilag kiválóan rendezték meg. A kongresszus kétnaponként, három nyelven megjelentetett híradója szerint 60 országból összesen 5286-an (ebből 1380-an kísérőként) jöttek el Moszkvába és viselték a kongresszus ízléses jelvényét. A vendéglátók mintegy 800 résztvevőjén kívül a 10 legnépesebb küldöttség országai: az Egyesült Államok (424); Franciaország (402); a Német Szövetségi Köztársaság (223); Nagy-Britannia (186); Magyarország (185); Jugoszlávia (180); Japán (179); Irán (169); Lengyelország (135) és Csehszlovákia (115) voltak. Az egyes országokat kimagasló szakmai és társadalmi-közéleti funkcionáriusok — tudósok, egyetemi tanárok, miniszterek, szakmai intézetek, egyesületek vezetői és kiválóságai, de zömmel az iparág „közkatonaí” — képviselték. A magyar kormánydelegációt *dr. Lőrinc Imre*, a nehézipari miniszter első helyettese vezette, s részt vett abban a kőolajipar számos más vezetője, köztük *Bese Vilmos*, az OKGT vezérigazgatója,

továbbá *dr. Freund Mihály* akadémikus, a magyar nemzeti bizottság elnöke.

A rendező bizottság — melynek élén annak vezértitkára, a hazánkban is járt *dr. A. Aszan-Nuri* professzor, valamint helyettese, a hosszabb ideig nálunk is dolgozott *dr. M. B. Nazaretov* minisztériumi főosztályvezető, állottak — szerteágazó és felelősségteljes munkáját rendkívül megkönnyítette, hogy a kongresszus érdemileg egyetlen helyen, a 6000 férőhelyes, három pompás, nagy befogadóképességű előadóteremmel, minden más kulturális, kényelmi és kongresszusi célt szolgáló helyiséggel bőségesen rendelkező, négyfrontú hatalmas Rosszija szállókombinátban volt lebonyolítható.



A 6000 személyes Rosszija szálló, a kongresszus és résztvevők otthona

A Kreml Kongresszusi Palotájában 1971. június 13-án 12 órakor rendezett megnyitó ünnepségen a megjelenteket először a Szovjetunió kőolajipari minisztere, *V. D. Sasin* üdvözölte, majd utána a kőolaj-világkongresszusok ez idő szerinti elnöke, *F. D. Rossini* (USA) méltatta az összejövetel jelentőségét és nyitotta meg a kongresszust. *Koszigin* miniszterelnöknek a kongresszust köszöntő sorait *A. M. Miljoncsikov* akadémikus, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának alelnöke olvasta fel. Ezt követően „A Szovjetunió kőolajipara” címmel itt tartotta meg a kongresszus első szakmai előadását *Sasin* miniszter is.



A Kreml Kongresszusi Palotája, a megnyitó és záró ünnepségek színhelye



F. D. Rossini, a Kőolaj-Világkongresszus elnöke, megnyitó beszédét mondja

A kongresszusi palota hatalmas büféjében és az „Arbat” étterem termeiben a megnyitót követő fogadás először hozta össze fehér asztal mellett a felszáznál több ország egymást részben már személyesen, elsősorban azonban a szakirodalomból ismerő képviselőit. A szakmai érdeklődést és nagybecsülést így erősítette meg és mélyítette el még jobban a személyes találkozás semmivel nem helyettesíthető varázsa.

A megnyitó napjának méltó befejezése volt a kongresszusi palotában este bemutatott, s a világhírű orosz balett minden szépségét felvonultató ünnepi előadás.

\*

Lapunk ez évi 2. (februári) számában teljes részletességgel közöltük a kongresszus összefoglaló előadásainak (Review Papers), valamint keretvitáinak (Panel Discussions) teljes programját, a szerzők, továbbá a szekcióelnökök és alelnökök részletes névsorának felsorolásával.\* A 10. ún. különleges előadás (Special Papers) tematikáját később hozták nyilvánosságra, de még kellő időben ahhoz, hogy a reflexiók ezekhez is beérkezzenek.

A különböző típusú előadások a Rosszija szálló koncert-, vörös, valamint zöld termében, angol, francia és orosz nyelvű szinkron tolmácsolás mellett, 1971. június 14–18-án, 9.00, 10.30 és 15.00 órai kezdettel tartottak. Jóllehet az előadók nem mindig tartották be a kiszabott időket, s helyenként a vártnál több hozzászóló jelentkezett, a tervezett programot sikerült zökkenésmertesen lebonyolítani.

Az angol Elsevier Publishing Co. kiadásában a közeljövőben megjelenő 6 kötet kiadvány („Proceedings”) a kongresszus teljes anyagát tartalmazni fogja, így e helyütt csupán a magyar résztvevők szakmai megnyilatkozásait említjük meg.

\*

**A Tárolók szimulálása matematikai módszerekkel c., 8. sz-ű keretvita (PD) 5. előadásaként hangzott el**

Dr. Doleschall Sándor tolmácsolásában (szerzők: Dr. Doleschall Sándor—dr. Bán Ákos—Bálint Valér—Török János):

*A rétegek szerkezetének, tulajdonságainak és a folyadék eloszlásának korrekciója az adatgyűjtés folyamatában. A tároló adaptációs modelljének terve*

c., s lapunk hasábjain a későbbiekben közlésre kerülő előadása.

\*

**A kőolaj és földgáz keletkezésének, migrálásának és felhalmozódásának megismerésével kapcsolatos újabb eredmények és a jelenlegi ismereteink alapján várható készleteket kiértékelő módszerek c., 1. sz-ű keretvita (PD) keretén belül**

Rácz Dániel

*A diffúziós transzport szerepe a heterogén tárolórendszerek kialakulásában*

c. referátumában a szénhidrogén-víz tárolók egyensúlyi és diffúziós transzportjának kérdéseivel foglalkozott. Kifejtette, hogy kutatásai szerint a szénhidrogén-víz határzónájában lefűződés és elzáródások következnek be azért is, mert a szénhidrogének elvonják (extrahálják) azokat a komponenseket, amelyeknek oldékonysága a szénhidrogénekben nagyobb, mint a vízben.

\* A végső programban az előadások sorrendjét néhol megváltoztatták. (A szerkesztő.)



V. D. Sasin, a Szovjetunió kőolajipari minisztere, üdvözlí a kongresszust

Ez pedig a határzónában kicsapódáshoz, részbeni vagy teljes eltömődéshez vezet.

Ez a fizikai törvényszerűség — mely számos magyarországi, illetve külföldi előfordulásnál megfigyelhető —, modellezhető.

A kérdéssel kapcsolatos részletesebb leírást az 1. sz-ű keretvitát összefoglaló különkiadásában jelenteti meg az *Elsevier* kiadó.

\*

**A kőolaj- és földgáztelepek művelése az első termelési periódus után c., 9. sz-ű keretvita (PD) 4. előadásához:**

*Az olaj kiséprése gázzal és elegyedő kezegekkel (szerzők: D. R. Craig—J. A. Bray, Kanada)*

*Bálint Valér a következőket írta hozzá:*

A Magyarországon elvégzett laboratóriumi és ipari kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy széndioxidgázzal és széndioxidos vízzel való olajkiszorítás esetén az olajkihozatali tényező növekedésében a viszkozitás csökkenése és az olaj térfogatának növekedése mellett jelentős szerepet játszanak még a kiszorítás folyamatában végbemenő fizikai-kémiai változások is (a kapilláris beitatódás, a közet nedvesíthetőségének változása, detergensnek képződése stb.). Ezért szükséges, hogy e változások hatását figyelembe vegyük és számszerűleg is meghatározzuk.

A réteghőmérséklet és olajösszetétel, valamint az alkalmazott széndioxidgáz tisztaságának függvényében az olajkiséprés folyamata teljes egészében vagy csak részlegesen tekinthető olyan elegyedési kiszorítási folyamatnak, melynek következtében a kiszorítási fronton kialakulnak az olaj kisépréséhez szükséges kedvező feltételek.

Az egyes tárolók sajátosságaitól függően minden telep esetében olyan egyedi CO<sub>2</sub>-besajtolási módszert kell kiválasztani, mely a legjobb eredmények elérését biztosítja. Háromfázisú kimerüléssel tároló esetében a következő technológiát célszerű alkalmazni:

- a szénhidrogén-gázok lecserélése széndioxidgázzal kis nyomáson történő területi CO<sub>2</sub>-besajtolással;
- a rétegnomás helyreállítása CO<sub>2</sub>-besajtolással a kezdeti rétegnomást megközelítő értékig;
- az olaj kiséprése széndioxidos vízzel úgy, hogy a kiszorítási front mögött szabad CO<sub>2</sub>-gáztelítettség jöjjön létre;
- a tároló kimerítése.

A *De Nevers* által a szénsavas vízzel történő olajkiszorítás esetére kidolgozott kihozatali tényező számítási módszere nem ad helyes eredményeket, mivel nem veszi figyelembe mindazokat a változásokat, amelyek az adott folyamat során végbemennek. Ezért mi egy új módszert dolgoztunk ki a kihozatali tényező számítására, amely már figyelembe veszi a széndioxidos vízzel történő olajkiszorítás közben lejátszódó valamennyi főbb változást. E módszer alkalmazásához a következő paraméterek és összefüggések meghatározása szükséges:

- a maradék olajtelítettség változása a CO<sub>2</sub>-koncentráció függvényében;
- fázisátteresztő képesség a következő közegek között: CO<sub>2</sub>-gáz-olaj; CO<sub>2</sub>-gáz-víz; széndioxidos víz-olaj;
- a CO<sub>2</sub> konvekciós diffúziós tényezője az adott rendszerrel az olajban és a vízben;
- az olaj viszkozitásának és térfogatának változása adott hőmérséklet és nyomás mellett a CO<sub>2</sub>-koncentráció függvényében.



A laboratóriumi és elméleti vizsgálatok alapján Magyarországon — a budafai és a lovászi mezőkben — ipari méretekben kezdtek alkalmazni mind a széndioxidgázzal, mind a szénsavas vízzel történő olajkiszorítás módszerét. Jelenleg a CO<sub>2</sub>-besajtolás mintegy 60 visszanyomó kútból van előkészületben, ill. folyamatban. E módszer alkalmazásától a kezdeti olajkészlethez viszonyítva átlagosan 20%-os olajkihozatal-növekedést várunk.

Érdeemes megemlíteni még, hogy a teljesen elviesedett kutak a CO<sub>2</sub>-besajtolás következtében a vízzel együtt olajat is kezdtek termelni, sőt több kút teljesen vízmentes olaj termelésére állt át.

\*

**A maradékok és párlatok hidrokrakkolása, beleértve a maradékok és kőolajok hidrogénező kéntelenítését** c., 12. sz-ű keretvita (PD, melynek egyik alelnöke dr. Vajta László, OKGT vezérigazgató-helyettes volt),

2. **Kőolajmaradékok hidrokrakkolása** (szerzők: R. B. Galbreath—R. P. Van Driesen, USA) c. előadás egyik hozzászólójaként

dr. Károlyi József ismertette a Nagynyomású Kísérleti Intézetben végzett széles körű gőz-folyadék egyensúlyi mérések metodikáját és főbb eredményeit. A folyadékfázisú hidrokrakkolásnál — különösen maradékok hidrokrakkolásánál — a biztonságos üzemvezetéshez elengedhetetlen a gőz-folyadék megoszlás ismerete. A mérések alapján a megoszlás meghatározására számítási módszer áll rendelkezésre.

Ugyane keretvita

4. **Kenőolajok előállítása hidrokrakkolással** (szerzők: J. B. Gilbert—J. Walker, Kanada) c. előadásához hozzászólva,

dr. Steingaszner Pál röviden ismertette a Nagynyomású Kísérleti Intézetben végzett kísérleteket és ezek alapján felhívta a figyelmet arra, hogy a hidrogénezéssel előállított kenőolajok stabilitása antioxidáns adalék nélkül nem feltétlenül jó. A rossz stabilitást a kenőolajban levő aromás- és olefinvegyületek okozzák. Azonban megfelelő technológiai körülmények között és megfelelően megválasztott katalizátorral hidrogénezéssel is lehet jó tárolási és oxidációs stabilitású kenőolajat előállítani.

\*

**A belsőégésű motorok kenőanyagainak gyártása és felhasználása** c., 17. sz-ű keretvita (PD) egészéhez

dr. Freund Mihály szólott hozzá. Közölte, hogy hozzászólásának részletes szövege megjelent a Himija i Technologia Topliv i Maszel c. szovjet folyóiratban és ezért csak rövid kiegészítést mond el. Beszámolt a gépjárműmotorok kísérleti metodikájának fejlesztéséről, főleg a Diesel-motorok kérdéseit érintve.

\*

**Az Olefinek és acetilén — mint a vegyipar alapanyagainak — előállítása** c., 18. sz-ű keretvita (PD) egészéhez

dr. Szepes László. A MÁFKI-ban is végeztek vízgőzös pirolízist. A kimenő nyomást 3–4 at-ra növelve, a következő előnyös változásokat észlelték: a rendszerben a nyomásesés csökkent, a termék-gázok közvetlenül a második kompressziós fokozatba vihetők, ezért kisebb a kompressziós munka, a termék-ből gazdaságosabban lehet a vízgőzt visszanyerni.

A különleges előadások kategóriájában

**A küszöbnyomás-gradienssel rendelkező kőolaj- és gázlelőhelyek leművelésének jellegzetessége** c., 9. sz-ű előadáshoz (SP; szerzők: G. I. Barenblatt és társai, SZU).

dr. Bán Ákos a következő hozzászólást tartotta:

A föld alatti áramlásban fejlődését az jellemezte, hogy mindinkább igyekezett figyelembe venni az összefüggések levezetésénél a folyadék reális tulajdonságait. Ezeket a tulajdonságokat csőhidraulikával kapcsolatos feladatok megoldásánál korábban részletesen tanulmányozták. Az előadás előrelépést jelent abban, hogy pseudoplasztikus olajok porózus közegben történő áramlását vizsgálja azon feltételezés mellett, hogy az olaj reológiai tulajdonságait Bingham összefüggésével írja le. Úgy tűnik azonban, hogy a paraffin és gyantás részeket tartalmazó olaj tulajdonságai ezen egyszerű összefüggéssel, különösen a folyás megindulásakor, nem jellemezhetők. A folyási görbe ordináta tengely közelében levő pontjainak laboratóriumi meghatározása igen bonyolult, és az előadásban vizsgált kérdés szempontjából döntő jelentőségű. Figyelembe véve az előadásban közöltek, a következő kérdések merülnek fel:



A megnyitó ünnepség résztvevői a Kreml Kongresszusi Palotájában

1. Vizsgálták-e laboratóriumi körülmények között — ismert típusú viszkoziméterekkel — ilyen olajok reológiai tulajdonságait?

2. Vizsgálták-e azokat a körülményeket, amelyeknél teljesül Bingham reológiai törvénye?

3. Milyen körülmények mellett határozták meg az adott reológiai törvényt; olyan esetekben, amelyekben csak olaj volt vagy más körülmények között?

4. A levezetett képletekben szereplő viszkozitást hogyan határozták meg?

5. Az előadásban közölt 1. ábra és a 2. ábra 2. sz-ű görbéjének a kísérletek alapján közölt pontjai miért hiányoznak?

6. Nem gondolják, hogy az integrális hatás ugyanaz lesz folyáshatár jelenléte, azaz Bingham folyási törvénye esetén és pseudoplasztikus folyadék jelenlétének, amelyet Hornyos János disszertációja és cikke tárgyalt 1966-ban?

A MÁFKI-ban elvégzett vizsgálatok nagy paraffintartalmú és nagy dermedéspontú olajok esetében azt mutatták, hogy a rotációs viszkoziméterben nyert reológiai összefüggések, viszkozitások nem vihetők át közvetlenül csőáramlástan feltételekre. Ezek az olajok folyékony és szilárd fázist tartalmaznak, ez utóbbi szerkezetet is képezhet, amely az origó közelében levő nyírási sebességeknél és csúszató feszültségeknél ténylegesen nem elhanyagolható módon befolyásolja a folyási tulajdonságokat. Úgy tűnik, hogy ezek a vizsgálatok több figyelmet érdemelnek a porózus közegben levő kis hosszmeretű csatornában történő áramlások esetében is.

Barenblatt válaszában kitért arra, hogy a lépték, azaz a viszkoziméterben mért és a csőben észlelt folyási görbék között nem szabad különbségnek lenni és ezeknek nincs szerepük az adott előadásban ismertetett viselkedést illetően. Ugyanakkor elmondta azt, hogy az általuk felvett reológiai törvény és a Hornyos János által vizsgált esetek integrálhatósága forma lehet a telepek viselkedését leíró görbékben.

Ugyane témához

dr. Doleschall Sándor az alábbiakat fűzte hozzá:

Szerkezeti viszkozitást vagy pseudoplasztikus viselkedést felmutató olajoknál hiszterézis figyelhető meg. Az előadásban bemutatott szimmetrikus görbék a nyomásemelkedésnél és nyomáscsökkenésnél nem mutatják-e a hiszterézis hatását?

Barenblatt válaszában kitért arra, hogy teljesen jogos a kérdés felvetése és a folyási görbék hiszterézise esetén ténylegesen nem várható szimmetrikus görbék besajtolás és a termelés utáni nyomásváltozásoknál.

\*

A kongresszus szakmai részéhez tartoztak azok a — a világ vezető kőolajtermelő országaiban készített, s az ipar legkülönbözőbb ágazatainak életéből vett, új technológiákat ismertető — tanulságos filmek is, melyeket június 14-én és 16-án este mutattak be a Rosszija szállónak egyébként is mozihelyiségül szolgáló vörös termében.

\*

A változatos társadalmi program egyik emlékezetes eseménye volt a június 15-én este a Moszkvai Nagy Színház balett-társulata által a Kreml Kongresszusi Palotájában bemutatott „Don Quijote” előadás. Emellett minden napra esett egy-egy élmény-

szérű látnivaló — Lenin-mauzoleum, a Kreml maga, templomai-  
val, gyémántkincstárával és fegyvertárával, Zagorszk ősi kolos-  
torával, vagy *Csajkowszkij* múzeumát átalakított régi udvar-  
háza a Moszkvától 40 km-re levő Klin-ben.

\*

Június 16-án este a kongresszus résztvevőinek egyes, szűkebb  
szakmák szerint polarizálódott csoportjai több — elsősorban a  
prominens világcégek által rendezett — fogadáson vehettek  
részt, ahol a jó hangulat mindenképpen hozzájárult a szakmai  
nyelv megoldódásához.

\*

A feladata magaslatán álló rendezőség igen színes, figyelmes  
hölgyprogrammal kedveskedett az — elsősorban nyugati orszá-  
gokból kísérőként összerereglett — asszonyoknak és leányoknak,  
akiket ízléses népművészeti tárgyakkal leptek meg.

## A MAGYAR OLAJIPARI MÚZEUM HÍREI

A Magyar Olajipari Múzeum Baráti Körének célja, működési szabályzata és ügyrendje

Lapunk múlt évi 12. számában közöltük a Magyar Olajipari  
Múzeum Baráti Körének megalakulását. Részletesen — egyben  
vitaindító szándékkal — vázoltuk a Baráti Kör megalakulásának  
célját, programját és működési szabályzatát. Annak ellenére,  
hogy írásos javaslat nem érkezett be sem a szerkesztőségbe, sem  
a múzeumba, élénk visszhang kísérte a Baráti Kör megalakulá-  
sát. A szakma, de különösen az Egyesület legkülönbözőbb terü-  
leteiről érdeklődtek tagtársaink a múzeumi élet és különösen a  
Baráti Kör tevékenységéről.

Ez évi 7. számunkban hírt adtunk az újabb fejleményekről, a  
múzeumi kalauz megszületéséről, s a múzeum működését bizto-  
sító anyagi alap létesítéséről.

Azóta elkészült a múzeum távlati fejlesztési programja, forgató-  
könyve, melyeknek alapján folyamatban van a generálterv  
kidolgozása. Mint arról már hírt adtunk, a fejlesztési tanul-  
mányt és generáltervet az OLAJTERV lelkes kollektívája készíti.  
Mivel azonban egy technikatörténeti szakmúzeumnak a meg-  
szervezése, kiállítása, további fejlesztése rendkívül sokrétű, ösz-  
szetett feladat, nem nélkülözheti a legszélesebb alapokon nyugvó  
társadalmi, szakmai, összefogást és ellenőrzést. Annál inkább  
sem, mert időközben sikerült az illetékes állami szervek bele-  
egyezését megszerezni az olajipari múzeummal közös szervezet-  
ben működő, de teljesen önálló Olajipari Szaklevéltár létrehozá-  
sára. A szaklevéltári igények kielégítését a múzeum fejlesztési  
tervében figyelembe vettük és a létrehozásához szükséges enge-  
délyokmányok elkészültek, azok engedélyezése az illetékes szer-  
vek részéről folyamatban van. Ez a tény szélesebb alapokon  
nyugvó társadalmi összefogással lehetővé teszi az egyetemes  
ipar történeti, szociológiai, szociográfiai feldolgozását. A techni-  
katörténeti bemutató mellett lehetőség nyílik a szellemi fejlődés-  
nek, a tudományoknak, elsősorban a rezervoárméchanikai ismeret-  
etek előrelépésének bemutatására.

Mindezek együttesen szükségszerűen tűzik napirendre az  
egész tevékenységnek szélesebb társadalmi alapokra való helye-  
zését és ellenőrzését. Az osztatlan múzeumi munkát — egybe-  
hangzó vélemény alapján — az Országos Magyar Bányászati és  
Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának,  
valamint az MTE SZ Zala megyei Szervezetének védnöksége alá  
kell helyezni. Ez azt jelenti, hogy e két intézmény a Múzeum  
Baráti Kör-ön keresztül részt vesz a múzeumi munka megszerve-  
zésében, vitelében, a távlati fejlesztési tervek kialakításában,  
továbbá szervezeten és menetrendszerűen ellenőrzi a múzeumi  
tevékenységet.

E téren az első lépés az volt, hogy a múlt év szeptemberi  
vezetőségi ülésen az Országos Magyar Bányászati és Kohászati  
Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya megtárgyalta  
a múzeum munkáját, fejlesztési tervét s a Baráti Kör programját,  
azzal egyetértett és körvonalazta a további feladatokat. Határo-  
zatot hozott a Baráti Kör megalakításáról, melynek alapján  
azokból a tagtársakból, akik a múzeum szervezésében, létre-  
hozásában kiemelkedő munkát végeztek, megalakult a Magyar  
Olajipari Múzeum Baráti Köre. Az elnökségi ülés elfogadta a  
Baráti Kör céljáról, programjáról, működési szabályzatáról  
szóló tervezetet. Kimondta, hogy a Baráti Kör ügyeinek intézé-

A június 18-án este rendezett záróünnepély — csakúgy, mint  
a megnyitó — a Kreml Kongresszusi Palotájában zajlott le. A kő-  
olaj-világkongresszusok állandó tanácsa által a következő ciklus-  
ra elnökké újraválasztott *F. D. Rossini* záróbeszédében nagyon  
meleg hangon köszönte meg a rendezőség kimagasló teljesít-  
ményét, kihangsúlyozva a kongresszusnak a kőolajtudományok  
ápolása és előmozdítása mellett másik sarkalatos célját: a nem-  
zetek és egyének közötti kapcsolatok elmélyítését. *V. D. Sasin*  
miniszter is hasonló szellemben méltatta a végzett munkát, igen-  
csak pozitívan vonva meg mind a szakmai-tudományos, mind az  
emberi relációk kiterjedésének mérlegét. *D. A. Hough*  
(Nagy-Britannia), az állandó tanács vezetőjére, már előre  
tekintett: az 1975-ben Tokióban megrendezendő IX. kongressz-  
uszusra.

A Nagy Színház zenekara, ének- és táncművészei magas  
színpontú búcsúhangversennyel tettek pontot a világ kőolaj-  
szakemberei emlékezetes találkozásának végére.

B. B.

sére öttagú vezetőséget kell választani a Kör tagjaiból. A Kör  
közvetlen szervezésével a Gellénházi Szakcsoportot bízta meg.  
A Kört a Szakosztály valamennyi szakcsoportjában a Kör egy  
felelőse képviseli.

A Baráti Kör tagjai tagsági igazolványt kapnak, amely a ta-  
gokat feljogosítja a múzeum és mindennemű rendezvényeinek  
látogatására. A tagsági igazolványok elkészültek. A Kőolaj-,  
Földgáz- és Vízzakosztály minden egyes szakcsoportjának veze-  
tőségét felkérjük, hogy a tagtoborzást kezdjék meg. A jelentkező  
tagok névsorát a Magyar Olajipari Múzeum címére (Zala-  
egerszeg, Batthyány u. 2.) küldjék meg, hogy a sorszámmal  
ellátott, névre szóló igazolványokat a tagok részére a szakcsop-  
ortokon keresztül eljuttathassuk. A tagnyilvántartás kartoték-  
rendszerrel, a múzeumban és a szakcsoportokban történik.  
A szakosztály a következő elnökségi ülésen a szakcsoportok ja-  
vaslatai alapján megválasztja az öttagú vezetőséget, mely a mú-  
zeum és szaklevéltár vezetőjével együttesen elkészíti a Múzeum  
Baráti Körének munkatervét, első ízben az 1972. évre, és jelen-  
tést készít munkájáról a szakosztálynak, első ízben ugyancsak  
az 1972-es évről, 1973. március 1-ig.

A kör öttagú vezetősége a szakosztály és a szakcsoportok  
vezetőségének bevonásával ellenőrzi a múzeum és szaklevéltár  
működési tevékenységét, zsúrija a fejlesztési tervét, folyamatosan  
részt vesz a múzeumi és szaklevéltári munkában, állandó kap-  
csolatot tart a múzeum és szaklevéltár vezetőjével. A vezetőség a  
munkatervben rögzített időpontokban, de legalább félévenként  
ülésezik, beszámolhatja a múzeum és szaklevéltár vezetőjét, a  
szakcsoportok felelőseit és tájékoztatja a szakosztály elnökségét  
a végzett munkáról. Gondoskodik a múzeumi rendezvényeknek  
az egyesület és az MTE SZ programjába való felvételéről. Javas-  
latot készít a múzeumi kiadványokra (múzeumi kalauz, év-  
könyv, hírek, egyéb propagandaanyagok), részt vesz ezek meg-  
szerkesztésében és kidolgozásában. Szociográfiai munkacsoport-  
ot hoz létre.

A kör tagjai a szakosztály és a kör vezetősége által meghatá-  
rozott eszmei tagsági díjat fizetnek évente a szakcsoportokon  
keresztül.

Felkérjük a szakcsoportokat a tagtoborzási munka megindí-  
tására. A szakcsoportok vezetőségét felhívásunkkal egyidőben  
közvetlenül, levélben is felkeressük.

Reméljük és bízunk abban, hogy a Magyar Olajipari Múzeum  
Baráti Körének megalakulása élénkebbé és színesebbé teszi az  
egyesületi életet, hozzájárul az egyesületi alapszabályban meg-  
fogalmazott célkitűzések maradéktalan megvalósításához, az  
Olajipari Múzeum és Szaklevéltár munkájának patronálásán  
keresztül a magyar szénhidrogénipar történetének egyetemes be-  
mutatásához, a kollegiális és emberi kapcsolatok ápolásához, a  
magyar szénhidrogéniparban dolgozó közösség életének szebbé  
téléte érdekében.

Zalaegerszeg, 1971. július hó

A Múzeum Baráti Kör  
Szervező Bizottsága nevében  
Tóth Ferenc  
múzeumigazgató

(folytatás a 280. oldalról)

néző programmal — jól dolgoznak. Ne a formákat változtassuk, de töltsük meg a régi formákat új élettel, anélkül, hogy az egyesület egységét a két táborra szakadás veszélyével megrázkódtatnánk. Egyesületi funkciót csak az tölthessen be, aki munkájával érdemelte ki ezt a megbízást. A jogi tagdíjaknak is van egy felső határunk; az anyagi gazdálkodás csak úgy, mint az érdemi munka az elnökség által lerögzített, céltudatos munkaprogram szerint történjen.

Szele Mihály szerint, mivel az egyesületi munka tartalmi része elsősorban az egyes szakosztályokban folyik, itt kell a lényegbeli változtatásokat foganatosítani. Mind nagyobb szerepet kell adni a fiatal tagtársaknak. Szervezeti kérdésekben maradék nélkül támogatja a Bányászati Szakosztály javaslatát.

Tamásy István javasolta, hogy egy új munkabizottság tegyen javaslatot mind az egyesületi élet hatékonyságának, mind a titkárság munkájának megjavítása érdekében.

Dr. Martos Ferenc: igen örül annak, hogy Gyulay Zoltán elnök gondolatai ennyire megmozgatták az egyesületi funkcionáriusok, de a szélesebb tagság érdeklődését is. Ebből is látszik, hogy időszakonként mennyire szükség van hasonló vérátömlesztésre.

Az egyesület célkitűzéseinek pontosítására, munkája hatékonyságának növelésére az eredeti munkabizottság — a Bányászati Szakosztály újabb tagjaival kiegészítve — dr. Martos Ferenc vezetésével csakhamar folytatja és befejezi munkáját.

Szervezeti kérdésekben igazodni kell az MTE SZ „vetésforgójához”. Egy állandó vagy hosszabb időre választott főtítkárra jelentené a kontinuitást, mely esetben az elnöki mandátum rövidebb időszakokra szólhatna. Ki kell dolgozni a titkárság munkája hatékonyságának javítását is.

Dr. Gagyí-Pálffy András javasolja, hogy a munkabizottság

munkájában a delegáltakon kívül vegyenek részt az egyes szakosztályok elnökei is.

Csák Tibor kéri, hogy a munkabizottság által készített tervezetet a szeptemberi választmányi ülés előtt az elnökség meg egyszer tárgyalja meg, s hogy a titkárság munkájának kérdésében hallgattassék meg az egyesület titkára is.

A napirend 2. a) pontjával kapcsolatban Podányi Tibor adott tájékoztatást. A 3. Nemzetközi Bányászati Automatizálási Konferenciát (ICAMC-71) a Bányászati Szakosztály a Bányászati Kutató Intézettel karöltve 1971. IX. 27—X. 1-e között rendezte Balatonfüreden, a Marina szállóban. Öt témakörben 5 fő, továbbá 45 részlelőadás anyaga futott már be angol, belga, cseh, francia, NDK-beli, NSZK-beli, szovjet, valamint hazai szerzőktől. Az üzemlátogatásokkal, kirándulásokkal, gazdag hölgyprogrammal fűszerezett, s gazdaságilag „önhordó” konferencia válogatott előadásait a BKL BANYASZAT testvérlapunk ez évi 9., ICAMC-célszáma tartalmazza majd.

Az előadó, Nagy Zoltán betegsége miatt az elnökségi ülés 2. b) napirendi pontja (Egyesületen belüli tagozódás és funkciók egységes megnevezése) a legközelebbi elnökségi ülésre halasztotta.

Moharos Jenő főtítkárhelyettes — a napirend 2. c) pontjaként — ismertette, hogy az egyesület soron következő választmányi gyűlését — a városá alapításának 20 éves jubileumát ünneplő — Várpalotán tartjuk, 1971. szeptember 17—18-án. Az első napi egyesületi és szakmai előadásokat a második napon üzemlátogatások (helybeli frontfejtések, a Péti Nitrogénművek, Inotai Erőmű) követik.

Dr. Gyulay Zoltán közölte, hogy a Miskolci Nehézipari Egyetem Fémkohászati Tanszékének 100 éves jubileumára az OMBKE a Kerpely-emlékérmet adományozta a jubiláló tanszéknek.

B. B.

## ŐSZI VÁNDORGYŰLÉS

Mint arról a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ korábbi számai is már hírt adtak, szakosztályunk 1971. október 5—7-e között Keszthelyen rendezte meg ez évi Vándorgyűlését. A hagyományos vándorgyűlések sorában az idei lesz a tizenkettedik.

A vándorgyűlések célja, tájékoztatni a kőolaj- és földgáz-bányászat szakembereit az iparágban elért eredményekről, megismerni egymás gondolatait, melyek a hétköznapi munkájában ébrednek, megvitatni az időszerű, és bizony sokszor nyomasztó problémákat. A vándorgyűlések közösen eltöltött program szerinti, valamint kötetlen, szabad órái megadják a lehetőségét a fejlődést elősegítő, a továbbfejlesztésre érett gondolatok kicserélésének, úgy, hogy a problémák megvitatásán keresztül azok minden bizonnyal közelebb jutnak a biztató megoldáshoz.

Ezen túlmenően a Vándorgyűlés a legkülönbözőbb munkahelyen és beosztásban dolgozó szakemberek számára az egymás megismerésének pótolhatatlan forrása és a nemes hagyományok ápolásának fóruma. Az idej, XII. vándorgyűlés fő témája az elmúlt 1969—1970. évek műszaki fejlődésének átfogó ismertetése. Ezt a munkát az egyes szakterületek avatott magyar szakemberei a Freibergi Bányászati Akadémia képviselőivel közösen foglalják össze és értékelik.

Az egyetemes fejlődési ismertetés után három szekcióban — fűrés, termelés, szállítás — a mérés és automatizálás területét beszéljük meg a résztvevők, az egyes kérdéseket tárgyaló előadások utáni szabad vitában.

A három szekcióban több, mint 50 előadás foglalkozik a mérés és automatizálással, vagy az ezekkel közvetlen érintkező területekkel.

A minél szélesebb körű és alaposabb vita elősegítésére szeptember első felében minden résztvevő kézhez kapja a benyújtott előadások teljes szövegét azzal a céllal, hogy legyen idő rendezni a gondolatokat, s felkészülni a hozzászólásokhoz.

Az előadók maguk csak néhány perces összefoglalót tartanak, a rendelkezésre álló idő zöme a hozzászólóké.

A beérkezett nagy számú előadásból tíznél többet külföldi szakemberek nyújtottak be.

Az előadások mérési és automatizálási eljárásokkal, bevezetésekkel, a korrózióval összefüggő mérési kérdésekkel, továbbá a biztonságot szolgáló ellenőrző módszerekkel és bevezetésekkel foglalkoznak.

A vándorgyűlés keretében rendezett demonstrációs célú

bemutató hazai és külföldi cégek sorakoztatják fel a mérés és automatizálás területén alkalmazható eszközeiket.

Végezetül néhány számadattal is jellemezni kívánjuk XII. Vándorgyűlésünk várható látogatottságát:

több, mint 200 hazai szakember részvételén túl várjuk mintegy 60 külföldi szakember érkezését; a bemutatóra 4 hazai és 6 külföldi cég jelentette be részvételét.

Reméljük, a változatos társadalmi és hölgyprogrammal tarkított Vándorgyűlés mindenki meglegedésére tölti be hivatását és mindenképpen öregbíti a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályba tömörült szakemberek szakmai tekintélyét.

Budapest, 1971. július hó

Pollok László  
a Szervező Bizottság vezetője



**И. Сабо**, инж.-экономист по горному промыслу: **Практические основы технической безопасности и их применение в нефтедобывающей промышленности** . . . Стр. 257

В статье автором систематизируются практические основы техники безопасности. Исходя из технического и индивидуального аспектов эксплуатации показывается, что техника безопасности в силу необходимости также имеет две стороны: техническую и психологическую, которые составляют органическое единство, взаимодействуют друг с другом. Таким образом, успешность предупреждения несчастных случаев обеспечивается только совместным применением технической и психологической техбезопасности.

В рамках анализа состояния несчастных случаев в нефтедобывающей промышленности за период 1964—68 гг. показываются два метода анализа несчастных случаев: суммирующий (дедуктивный) и индивидуальный (индуктивный) метод.

**Б. Параж**, инж.-механик: **Сварка и резка металлов с использованием сжиженного и природного газа** . . . Стр. 268

Для проведения работ по газовой сварке и автогенной резке обычно применяются ацетиленовые и кислородные газы. Результаты исследований подтверждается, что на некоторых участках этой области обработка металлов ацетиленом хорошо заменяется смесями природного газа.

В статье показываются некоторые области практического применения. Способы простые, значительных затрат не требуют, можно ожидать их широкое распространение. Автором излагаются не уже распространенные способы, скорее обращает на них внимание специалистов тем, чтобы при их использовании — на основании еще больше информации — можно было дальше совершенствовать аппараты, расширять их круг применяемости.

В интересах указанных моментов в статье приводятся чертежи конструкций, далее на основании небольшого практического опыта диаграммы экономичности.

**И. Валашек**, инж.-механик — **А. Чоп**, инж.-химик — **д-р Э. Вамош**, инж.-химик, к. х. н.: **Методы и принципы направления развития машинного испытания консистентных смазок** . . . Стр. 271

Сопоставительное изучение приборов для испытания консистентных смазок показывает, что каждый из тех 15 более важных методов, которые имеются в настоящее время для механико-динамического испытания консистентных смазок, осуществляет специальную нагрузку. Эти методы целесообразно заменить методом машинного испытания, который лучше приближается к реальным условиям работы. Направление развития сводится к нижеуказанным двум пунктам. Испытания следует проводить в реальных элементах машин.

Конструкцию испытательных приборов необходимо выполнить таким образом, чтобы в ходе испытания можно было настроить ряд вариаций нагрузок.

В результате испытаний, проведенных приборами, выполненными вышеуказанным образом, после соответствующего корреляционного исследования быстро можно получить информации о всех механических свойствах консистентных смазок.

**Д-р Ё. Алликуандер**, горный инж.: **Система научно-технической информации в области добычи флюидов** Стр. 278

Экспоненциальное увеличение объема научно-технической информации требует организованного и индивидуального повышения квалификации. В области добычи углеводородов этой цели служит библиографический очерк нашего журнала, выпускаемый ежегодно и содержащий выборочную специальную литературу всего мира в отраслевой группировке. Эффективное хранение и поиск информации может быть осуществлено посредством современной системы индексов оценки и разборки, при помощи вычислительных машин.

**Dipl.-Ing. József Szabó**, Ökonom: **Über die praktischen Grundlagen der Unfallverhütung und Anwendung derselben im Erdölbergbau** . . . S. 257

Der Verfasser systematisiert die mit der Unfallverhütung verbundenen praktischen Grundlagen.

Ausgehend von den technischen und persönlichen Beziehungen der Produktion wird darauf hingewiesen, dass auch die Unfallverhütung notwendigerweise zwei Aspekte hat, u. zw. einen technischen und einen psychologischen, die eine organische Einheit bilden, und miteinander in Wechselwirkung stehen. Eine erfolgreiche Unfallverhütung kann also nur durch gemeinsame Anwendung der technischen und psychologischen Unfallverhütung erzielt werden.

Im Rahmen einer Analyse der Unfall-Lage im Erdölbergbau von 1964 bis 1968 werden die beiden Methoden der Analyse von Unfällen, d. h. die deduktive und die induktive Methode vorgeführt.

**Dipl.-Ing. Béla Parázs**: **Schweissen und Schneiden mit Propan/Butan und Erdgas** . . . S. 268

Zur klassischen Form von Schweissen und Schneiden werden die Gase Azetylen/Sauerstoff angewandt.

Forschungen beweisen, dass Erdgasmischungen auf einem gewissen Teil dieses Anwendungsgebiets Azetylen gut ersetzen können.

Der Beitrag führt einige praktische Anwendungsgebiete vor. Die Verfahren sind einfach und benötigen keine bedeutenden Kosten. Man kann mit einer weiten Verbreitung rechnen. Der Verfasser beschreibt keine verbreiteten Verfahren, sondern wünscht die Benutzer auf diese Verfahren aufmerksam zu machen, damit im Laufe der Benutzung aufgrund von neueren Informationen die Geräte weiterentwickelt und ihr Anwendungsbereich erweitert werden können.

Im Hinblick auf diese Gesichtspunkte enthält der Beitrag Konstruktionszeichnungen und, aufgrund gewisser praktischer Erfahrung, auch Wirtschaftlichkeitsdiagramme.

**Dipl.-Ing. István Valasek—Dipl.-Ing. Ákos Csop—Dr. Endre Vámos**, Dipl. Chemiker, Kandidat der chemischen Wissenschaften: **Maschinelle Schmierfettprüfmethoden und Entwicklungstendenzen** . . . S. 271

Ein vergleichendes Studium der Schmierfettprüfgeräte zeigt, dass jede der gegenwärtig vorhandenen 15 wichtigsten mechanisch-dynamischen Schmierfettprüfmethoden eine spezielle Beanspruchung verwirklicht. Es ist zweckmässig, obige durch eine die realen Betriebsverhältnisse elastischer simulierende Maschinenversuchsmethode zu ersetzen. Die Entwicklungstendenzen können in den nachstehenden beiden Punkten zusammengefasst werden:

— Die Prüfungen sollen mittels reeller Maschinenelemente durchgeführt werden.

— Die konstruktive Ausführung der Prüfgeräte soll im Laufe der Prüfungen das Einstellen zahlreicher Beanspruchungsvarianten ermöglichen.

Nach einer entsprechenden Korrelationsuntersuchung geben die auf diese Art ausgeführten Prüfgeräte schnelle Informationen über sämtliche mechanischen Eigenschaften der Schmierfette.

**Dr. Ing. Ödön Alliquander**: **Informationssystem der wissenschaftlichen Forschung in der Fluidumproduktion** . . . S 278

Die exponentielle Zunahme des Informationsvolumens erfordert eine organisierte und individuelle Weiterbildung. In der Fluidumproduktion dient diesem Zweck der bibliographische Überblick (Sondernummer) unserer Zeitschrift der jährlich erscheint, und die Weltfachliteratur zusammengefasst und den Ressorten entsprechend vorführt. Das Informationsmaterial kann durch ein modernes Bewertungs-, Sortier-Index-System, mittels Computer wirksam gespeichert und zurückgefragt werden.

\*

**József Szabó**, Economic Eng. of the Mining Industry: **Practical bases of accident prevention and their application in the petroleum industry** . . . p. 257

Practical bases of accident prevention are systematized. Starting from the technical and personal relations of production, it is shown that accident prevention necessarily has two aspects: a technical and a psychological one forming unity and being in interaction. Effective accident prevention cannot be attained but by using simultaneous technical and psychological accident prevention. Within the framework of analyzing accident situation in the petroleum industry from 1964 to 1968, two accident analyzing methods are shown: i.e. the deductive method and the inductive one.

**Béla Parázs, Mechanical Eng.: Welding and cutting with propane/butane or natural gas ..... p. 268**

For conventional forms of gas welding and flame cutting acetylene and oxygen are used.

It has been proven by research that natural gas mixtures can adequately replace acetylene in some parts of this treatment field.

Several practical application fields are shown. The methods are simple and do not require considerable expenditure. It is expected that they will come into general use. The author does not describe wide-spread methods but he wishes to call the users' attention to them in order to further develop these devices and to expand their application field based on even more information.

For the sake of these points construction drawings and, on the basis of some practical experience, rentability graphs are given.

**István Valasek, Mechanical Eng. — Ákos Csop, Chemical Eng.—Dr. Endre Vámos, Chemist, Candidate of Chemical Sciences: Mechanical testing methods for lubricating greases and development trends ..... p. 271**

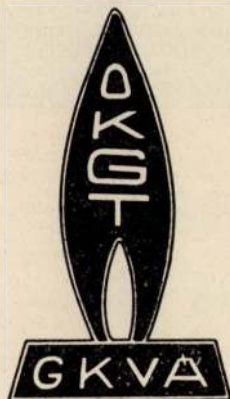
A comparative study of lubricating grease test rigs shows that each of the 15 methods available for mechanical-dynamic grease testing realizes special load conditions. It is serviceable to replace these by test methods following real operative conditions more flexibly. Development tendencies may be summarized as follows:

- Tests are to be carried out using genuine machine components.
- The construction of the test rig must enable simulating numerous variants of load conditions.

In possession of the necessary correlation research results tests carried out using the equipment described above will supply quick information of all mechanical properties of lubricating greases.

**Dr. Ödön Alliquander, Mining Eng.: Information system of scientific research in fluid production ..... p. 278**

Exponential growth of information necessitates an organized and individual extension training. This purpose served in the fluid production by a bibliographical study of our periodical (special edition) appearing annually which gives a concise survey of the world-wide literature arranged in different professional sections. The information material can effectively be stored and checked up by means of a modern evaluating -selecting index system and computers.



**ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZIPARI TRÖSZT  
GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS**

**Budapest, XIII. Révész u. 27—31.**

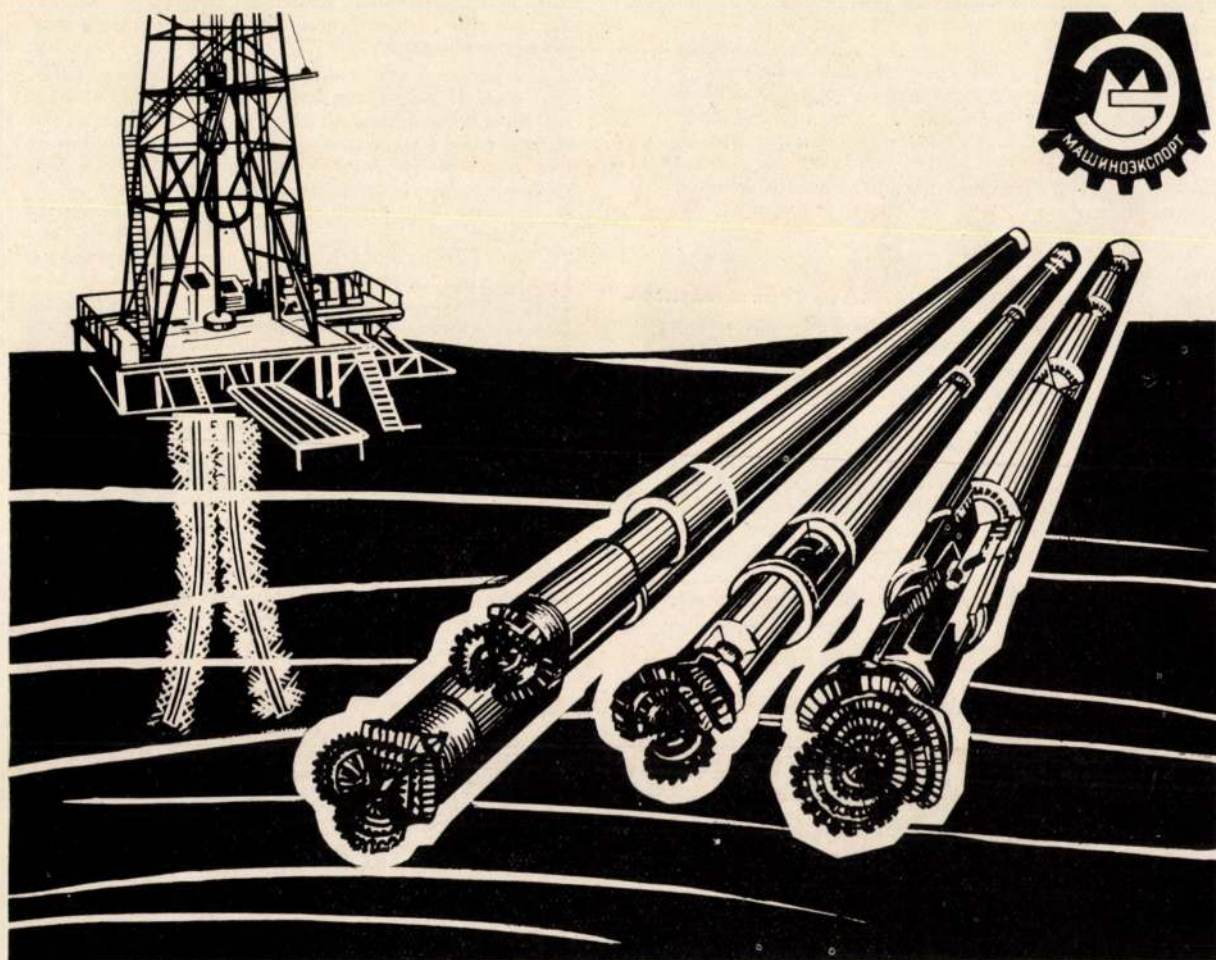
*Telefon: 290-020    Telex: 3716*

- gázkészülékeket és ipari gáztüzelésű berendezéseket gyártó vállalatok,
- gázszolgáltató vállalatok,
- gázfelhasználók

**részére a következő szolgáltatásait ajánlja:**

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási és kísérleti feladatok elvégzését;
- háztartási, kommunális és ipari gáztüzelő készülékek, berendezések, illetve azok elemeinek kifejlesztését;
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos fejlesztési feladatok elvégzését;
- gázkészülékek, gáztüzelő berendezések vizsgálatait és azokkal kapcsolatos méréseket;
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását;
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését.

**A GKVA a gázkészülékek minőségének megbízható öre!**



## Az A7N4Sz típusú ÚJ SZOVJET KÉTTAGOS TURBÓFÚRÓ 214 és 243 mm fúrókkal 5500 MÉTER MÉLYSÉGIG FÚR

A gördülőcsapágyazás és a csökkenő nyomásgörbéjű turbinák biztosítják kis fordulatszámon a turbófúrók tartós és stabil üzemét, könnyítik indulásukat, fokozott fúróterheléseket tesznek lehetővé.

Mivel nincsenek gumialkatrészek, a ferde hatásvonalú gördülő támcsapágyazás, valamint a közbelső golyóscsapágyak lehetővé teszik, hogy a fúrók 180 °C-ot meghaladó magas üzemi hőmérsékleten működjenek.

E turbófúrók az egyéb típusokhoz képest 30—50%-kal növelik az egy fúróval elvégezhető mélyítést.

*Műszaki adatok:*

Öblítőfolyadék-fogyasztás 1,2 g/cm <sup>3</sup> folyadékfajsúly esetén	33 l/s
A turbina fokozatainak száma	226
Legnagyobb fékezónyomaték	520—545 kgm
Üzemi nyomaték maximális teljesítmény esetén	240 kgm
A tengely percenkénti fordulatszám	
— üzemi	200—500
— maximális teljesítményen	300

EXPORTÁLJA:

**MACHINOEXPORT**

Cím: Szovjetunió, Moszkva, V-330

Telex: 207



## Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products

Vállalatunk raktárról forgalmazza különböző földmunkagépek, szivattyúk, lánctalpas traktorok, erőgépek alkatrészeit; továbbá szerelvények, öntözési és vízellátási berendezések, anyagok, AC cső, műanyagcső beszerzésével is foglalkozik.

Szolgáltatásunk kiterjed különböző gépek és műszerek beszerzésére hazai forrásból, valamint import útján minden viszonylatban.

Különféle földmunkagépek, szivattyúk, építőipari gépek

***műszaki vevőszolgálatát is ellátjuk.***

**VITEX**

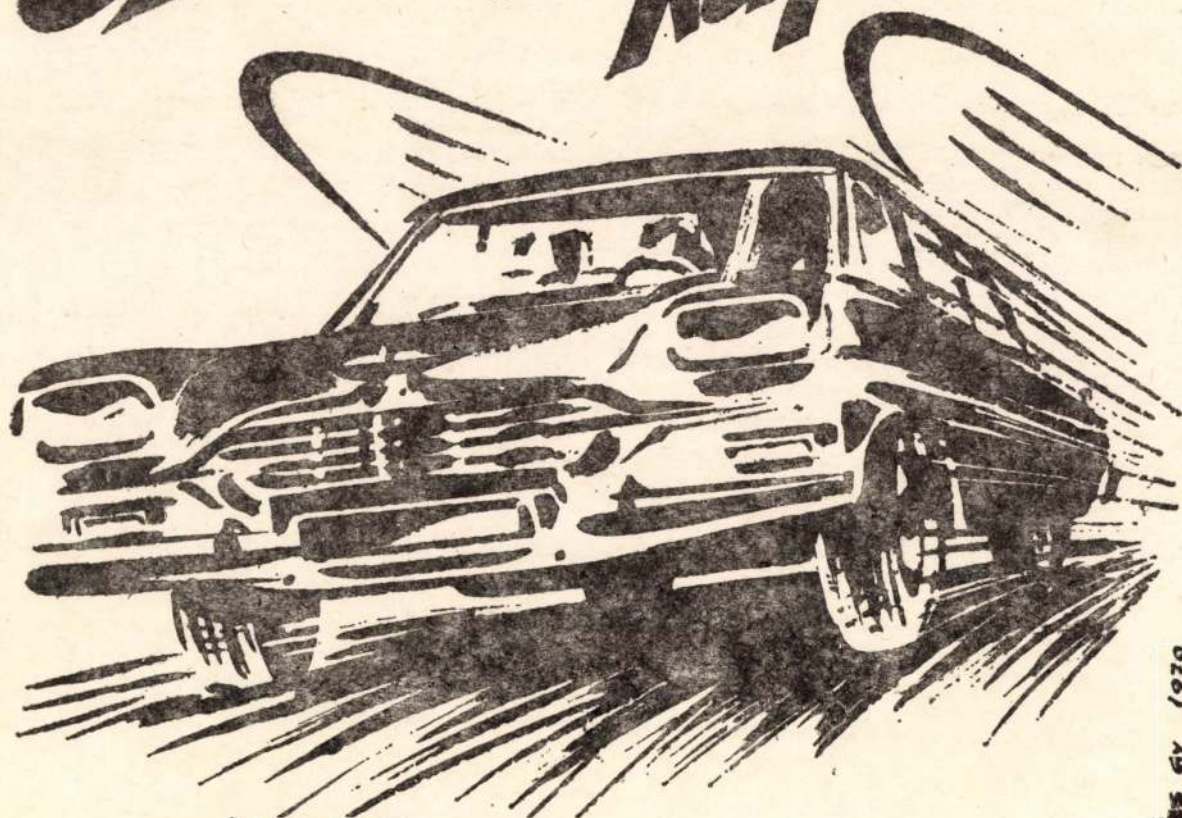
Budapest IV., Dunasor 15.

Postafiók: Újpest 1.—86

TELEX: 00-3571

TELEFON: 292-970

**MINTHA  
Szárnyakat  
Kapna...**



**FAFOR**  
BENZIN-OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**

BAJCS GY 1970



**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

**1971**



**KÜLÖNSZÁM**

**AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
BUDAPEST, 1971. OKTÓBER HÓ**

**KŐOLAJ  
ÉS FÖLDGÁZ**

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

Szerkesztőség: Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 227.  
Telefon: 121-742, 127-084, 318-926, 328-175.

Főszerkesztő: *Szerkesztők:*  
BINDER BÉLA MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

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

**TARTALOM**

Előszó .....	3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel .....	4
1. Mélyfúrás .....	5
2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás .....	34
3. Mélyfúrás geofizika .....	42
4. Rezervoármérnöki tudomány .....	59
5. Kőolaj- és földgáztermelés .....	91
6. Kőolaj- és földgázszállítás .....	95
7. Általános információk .....	106
Név- és tárgymutató .....	111
Részletes tartalomjegyzék .....	129

**A FŐ FEJEZETEK SZERZŐI**

Dr. ALLIQUANDER ÖDÖN okl. bányamérnök, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) .....	1. fejezet
Dr.- Ing. ARNOLD WERNER egyetemi tanár (Bergakademie Freiberg, NDK) .....	2. fejezet
Dr. GYULAY ZOLTÁN okl. bányamérnök, egyetemi tanár, igazgató (Központi Bányászati Múzeum, Sopron) ...	4., 7. fejezet
JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, osztályvezető (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa) ....	3. fejezet
Dr. SZILAS A. PÁL okl. bányamérnök, tszv. egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) .....	5., 6. fejezet

**MUNKATÁRSÁK:**

ÁRPÁSI MIKLÓS okl. olajmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); Dr. rer. nat. BÜTTNER, G. (Freiberg, NDK); Dr.-Ing. HEEG, W. (Freiberg, NDK); Dipl. Ing. HEINZE, F. (Freiberg, NDK); Dipl. Geophys. HOCHSTRATE, K. (Gommern, NDK); Dipl. Ing. JESSE, J. (Freiberg, NDK); Dipl. Ing. KÖCKRITZ, V. (Freiberg, NDK); Dipl. Ing. LEHMANN, K. (Leipzig, NDK); MARKÓ LÁSZLÓ okl. geofizikusmérnök (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzeme, Nagykanizsa); Dipl. Phys. MÜLLER, V. (Freiberg, NDK); NASINSZKY DEZSŐ okl. olajmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); Dr.-Ing. NEUMANN, H. G. (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); ROSTA FERENC okl. bányamérnök (Bauxitkutató V., Balatonalmádi); Dr.- Ing. SPANGENBERG, H. (Freiberg, NDK); SZEGESI KÁROLY könyvtárvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); Dipl. Geophys. THIEME, N. (Leipzig, NDK)

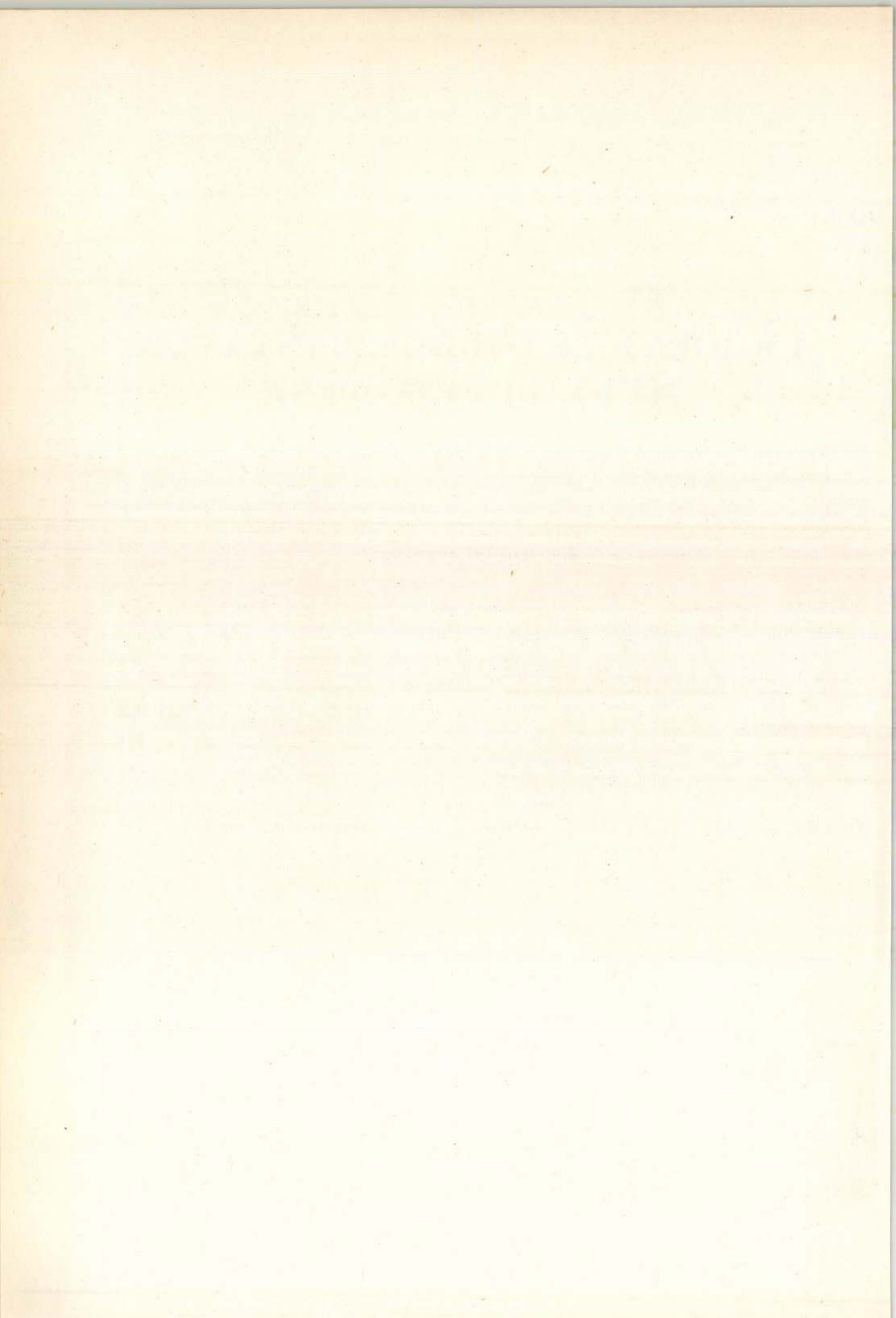
Műszaki szerkesztő: SZABÓ GYÖRGY okl. olajmérnök (OKGT, Budapest).

Az egyidejűleg Freibergben (NDK) megjelenő német nyelvű kiadás szerkesztője Dipl. Phil. TEUCHER, F. (Freiberg, NDK).

**A KŐOLAJ- ÉS FÖLDGÁZBÁNYÁSZAT  
MŰSZAKI FEJLŐDÉSE**

**1970**

*Bibliográfiai tanulmány*



## ELŐSZÓ

Fejlődési tájékoztató sorozatunk megindításakor arra vállalkoztunk, hogy az olajmérnök jól körülhatárolt ismeretkörébe vágó szakirodalom feldolgozásával, áttekinthető rendszerbe foglalt sűrített információ formájában, évenként beszámolunk a kőolaj- és földgáz-bányászat műszaki fejlődéséről. A cél az olajmérnöki ismeretanyag frissentartása.

Tájékoztatónk elején adjuk ama folyóiratok és előnyomatok jegyzékét, amelyeknek 1970. évi teljes anyagából válogattuk ki a beszámolónkba felvett tanulmányokat. Az egyes fejezetekhez tartozó irodalomjegyzékekben ezért nem tüntettük fel az 1970. évszámot. Törekvésünk, a fellelhetőséghez szükséges-telen adatokat is tartalmazó bibliográfiai szabványok-

1971. június

tól függetlenül, csak az információ egyértelmű meghatározásához szükséges adatokat közölni. Azoknak a tanulmányoknak a sorszámát, amelyekről előnyomat formájukban előző füzetünkben már megemlékeztünk, a szövegben csillaggal jelöltük meg.

Tárgymutatónk a tavalyihoz képest bővült, részletesebb és árnyaltabb, ami használatát bizonyára megkönnyíti. Szándékunk a várható gépi információ kezelésére való tekintettel egy ésszerű szakszókincs kialakítása.

Hisszük, hogy az 1970. évi fejlődésről beszámoló eme harmadik füzetünk vállalkozásunk megerősödését mutatja.

DR. ALLIQUANDER ÖDÖN DR. ARNOLD WERNER  
DR. GYULAY ZOLTÁN

**AZ IRODALOMJEGYZÉKBEN SZEREPLŐ FOLYÓIRATOK  
ÉS ELŐNYOMATOK CÍMEI ÉS RÖVIDÍTÉSEI\***

**Folyóiratok**

Azerbajdzsanzskoe Neftjanoe Hozjajsztvo	ANH	Baku
Bohrtechnik, Brunnenbau, Rohrleitung	BBR	Köln
Bulletin of AAPG (American Association of Petroleum Geologists)	B. AAPG	Tulsa
Burenje	Bur.	Moszkva
Canadian Well Logging Society Journal	CWLS J.	Calgary
Drilling	Drllg.	Dallas
Drilling Contractor	Drllg. Contr.	Dallas
Erdoel Erdgas Zeitschrift	EEZ	Hannover—Wien
Erdöl und Kohle	EK	Hamburg
Europe and Oil	EO	München
Fizika Zemli	Fiz. Zemli	Moszkva
Gazovoe Delo	GD	Moszkva
Gazovaja Promüslennoszt'	GP	Moszkva
Geofizicseszkaja Apparatura	Geofiz. App.	Moszkva
Geologija i Geofizika	Geol. i Geof.	Moszkva
Geologija Nefti i Gaza	GNG	Moszkva
Geophysical Prospecting	Geoph. Prosp.	Den Haag
Geophysics	Geoph.	Tulsa
Industrial and Engineering Chemistry	IECh	Washington
Izvesztija Vüszsih Ucebnüh Zavedenij Geologija i Razvedka	Izv. VUZ GR	Baku
Izvesztija Vüszsih Ucebnüh Zavedenij Neft' i Gaz	Izv. VUZ NG	Baku
Journal of Canadian Petroleum Technology	JCPT	Calgary
Journal of the Institute of Petroleum	JIP	London
Journal of Petroleum Technology	JPT	Houston
Kőolaj és Földgáz (Bányászati és Kohászati Lapok)	KF	Budapest
Log Analyst	LA	Houston
Magyar Geofizika	Magy. Geof.	Budapest
Masinü i Neftjanoe Oborudovanie	Mas. Neft. Oborud.	Moszkva
Nafta	N (pol.)	Katowice
Nafta	N (jug.)	Zagreb
Neftegazovaja Geologija i Geofizika	NGG	Moszkva
Neftepromüszlovoe Delo	ND	Moszkva
Neftjanoe Hozjajsztvo	NH	Moszkva
Offshore	Offsh.	Tulsa
Offshore Technology	OT	London
Oil and Gas International	OGI	London
Oil and Gas Journal	OGJ	Houston
Petroleum Engineer	PE	Dallas
Petrol ši Gaze	PG	Bucuresti
Pipe Line Industry	PLI	Houston
Pipe Line News	PLN	Bayonne, N. J.
Prikladnaja Geofizika	Prikl. Geofiz.	Moszkva
Razvedocsnaja Geofizika	Razv. Geofiz.	Moszkva
Razvedka i Ohrana Nedr	RON	Moszkva
Revue de l'Association Française des Techniciens du Pétrole	R. AFTP	Paris
Revue de l'Institut Français du Pétrole	R. IFP	Paris
Rohre, Rohrleitungsbau, Rohrleitungstransport	RRR	Baden-Baden
SPE (Society of Petroleum Engineers) Journal	SPEJ	Houston
Water Well Journal	WWJ	Urbana, Illinois
World Oil	WO	Houston
World Petroleum	WP	New York

**Előnyomatok, jelentések**

American Petroleum Institute, Drilling and Production Practice	API DPP	Houston
American Petroleum Institute, Preprints	API és a kiadványszám	Houston
Arabian Petroleum Congress, Preprints	APC és a kiadványszám	Kuwait
International Gas Union, Preprints	IGU és a kiadványszám	Moszkva
Offshore Technology Conference, Preprints	OTC és a kiadványszám	Houston
Society of Professional Well Log Analysts Transactions	SPWLA Trans. és a kiadványszám	Houston
Society of Petroleum Engineers of AIME, Preprints	SPE és a kiadványszám	Houston
United States Bureau of Mines, Information Circular	USBM IC és a kiadványszám	Washington
United States Bureau of Mines, Report of 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.

# 1. Mélyfúrás

## 1.1 A fejlődés általános irányai

Az 1970. év, ha nem is hozott forradalmi változást a mélyfúrástechnikában, de szárazon és vízen egyaránt nagymértékben tökéletesedett a jelennek, sőt egyelőre — úgy tűnik — a jövőnek is uralkodó fúrásmodja: a *rotari fúrás*.

Az utóbbi végkövetkeztetéssel zárta *D. S. Rowley* is a mélyfúrás jövőjét elemző, egy európai szimpozionon elmondott, s éppen a jelentősége miatt több szakfolyóiratban publikált [1] előadását. Megállapítása szerint a gazdaságosság, mint fokozottan előtérbe került hajtóerő, a versenyfutás az energiaigények kielégítéséért és természetesen a növekvő műszaki lehetőségek a rotari fúrás teljesítményét jelentősen és folyamatosan növelik. A rotari fúrás továbbra is várható sebességnövekedése oly mérvű, hogy az eddig ismert, de még kísérleti stádiumban levő újszerű fúrásmodok érvényesülési lehetőségeit nagyon megnehezíti.

*Rowley* fejtegetéseiben abból indul ki, hogy a rotari fúrás kőzetbontó szerszámának, a görgős fúrónak, valamint a gyémántfúrónak tökéletesítéséről a közelmúltban sokat írtak, de a rotari fúrásmod egészének ezekkel s egyéb szerszám- és technológiai tökéletesítésekkel elért teljesítménynövekedése fölött elsiklottak, pedig ez is igen jelentős volt.

Éppen a fúrófajták tökéletesítéséről írott tanulmányok, üzemi esetleírások, s azok a tények, hogy mind az átlagos fúrási sebesség, mind pedig a fúrónkénti előhaladás növekszenek, s így természetesen a méterköltségek csökkennek, utalnak arra, hogy a rotari fúrás teljesítményei közel sem érték el felső határukat.

Érdemes *Rowley* fejtegetései alapján áttekinteni: mik a rotari fúrás lehetőségei a közeljövőben (3—5 év alatt) és a távolabbi jövőben a teljesítmények növelése szempontjából.

A konvencionális rotari fúrás kilátásainak, teljesítményének előrejelzése, illetve vezető szerepének bizonyítása érdekében azonban választ kell adni arra, hogy

- mik azok a kritikus erők, anyag-igénybevételek, amelyekkel a rotari fúrásmodnál a jövőben számolni kell;
- egy feltételezett jövőbeli (5—10 évvel későbbi) helyzetben biztosíthatók-e az anyag-igénybevételek ma érvényes biztonsági tényezői, továbbá fokozhatók-e a fúrási teljesítmények a fúrószerszámmal közölt nagyobb teljesítmények útján, illetve melyek lennének egy jövőbeli helyzetben az elképzelhető határterhelések;
- létezik-e, illetve kifejlődőben van-e egy más olyan fúrási rendszer, amelynek kőzetbontó

szerszámával nagyobb teljesítményt lehet közölni, s amelynek ezáltal elért fúrási teljesítményei a rotari fúrás jelenlegi vagy előre jelezhető fúrási teljesítményeit túlszárnyalnák.

A vizsgálat feltételezte, hogy a rotari fúróberendezés elemeit: az emelőművét, az iszapszivattyúkat, a forgatóasztalt, fúrótoronyt, a felszíni vezetékeket stb. lehet úgy választani, illetve méretezni, hogy azok a kívánt nagyobb teljesítményeket szolgáltatassák, illetve a várható nagyobb terheléseket elviseljék.

Ilyen feltételezésekkel a fúrási teljesítményeknek (fúrási sebességnek), mélységnek határt szabó feltétellel a legfelső fúrócső kellő szilárdsága. Ennek igénybevételeit vizsgálva egy 3800 m-es fúrásra vonatkoztatva egységesen 1,8 sűrűségű, konvencionális öblítőiszappal

a jelen	a közel- jövő	a távolabbi jövő	növekvő fúrási tényezőivel, azaz
22,7	34,0	45,0	Mp fúróterheléssel, min <sup>-1</sup> fúrófordulat-számmal,
100	140	160	LE felszíni öblítési teljesítménnyel, illetve
900	1040	1300	LE fúrónál érvényesített öblítési teljesítménnyel, végül
313	671	900	m/s öblítőszög-szélességgel számolva
81	134	154	

*Rowley* számítása szerint a

4 1/2" IF	5" XH	5" XH	típusú,
E	P-105	S-135	anyagfokozatú, azaz
52	73,5	94	kp/mm <sup>2</sup> folyási határú

fúrócső a fenti tényezőkből adódó igénybevételeket növekvő fő derékfeszültségre számítva

1,25	1,91	2,07,	illetve
1,92	3,24	4,72,	

tehát növekvő biztonsági tényezővel viseli.

A növekvő fúrási tényezőkkel elérhető fúrási sebességet *Rowley, W. C. Maurer*-nek 1968-ban az újszerű fúrási módszerekről megjelent könyvében (*Novel drilling technique. Oxford 1968*) közölt fúrási sebességképlettel számolja. Miután azonban *Maurer* képlete közvetlenül nem veszi tekintetbe a hidraulikus tényezőket, *Rowley* kombinálja ezt a képletet *J. R. Eckel*-nek ugyancsak 1968-ban közölt

(SPE 1520, SPE 2244) fúrési sebességképletének az öblítésre vonatkozó kifejezésével, vagyis

$$v_f = \frac{5eP_0}{A \cdot E} \cdot \left(0,8 \frac{Qq}{dv}\right)^{0,5} \text{ képlettel számolva,}$$

ahol  $Q$  az öbl. mennyisége,  $q$  az öblítőiszap sűrűsége,

$v$  az iszap kinem. viszk.,  $d$  a fúvóka átmérője,  $P_0$  a fúróval közölt telj.,  $e$  a közetbontás hatásfoka,

$A$  a fúrólyuk keresztmetszete,  $E$  a fajlagos közetenergia,

a jelen a közel- a távolabbi  
jövő jövő (de nem a távoli jövő)  
fúrési sebessége

2.92 8,46 15,71 m/h-nak adódik.

E szerint az előrejelzés szerint tehát a közeljövőben a fúrési sebesség megháromszorozására, a távolabbi jövőben a maihoz képest ötszörös fúrési sebességre lehet számítani, pedig *Rowley* nem is veszi tekintetbe a kiegyensúlyozott fúrás sokat ígérő sebességnövelő, illetve radikális fúrási időt csökkentő lehetőségét, hiszen mindhárom esetben egységesen 1,8 sűrűségű öblítőiszapot vesz tekintetbe.

Ilyen körülmények közt, tehát amikor a jelen fúrás-módja, a rotari fúrás közel sincs fejlődése csúcán, a *W. C. Maurer* által taglalt újszerű fúrásmodok közül egyelőre egyik sem fenyegeti a rotari fúrás hegemoniáját, hiszen a legnagyobb teljesítőképességűek, s megvalósuláshoz legközelebb állók: az eróziós fúrás, a robbantásos fúrás sincsenek gazdaságos üzemi használatra készen. A legtöbb értékelés [2] legkorábban a 70-es évek végére teszi az eróziós és abráziós fúrás üzemszerű alkalmazását.

Az eróziós fúrási rendszer legújabb, elsősorban alagút-fúrásra irányuló kutatási eredményeit ismertető összefoglalása [3] a hatékony közetbontás feltételének a közet határfeszültségét 3—4-szeresen meghaladó folyadékfelületi nyomást jelöli meg. A tanulmány hangsúlyozza, hogy a mélyfúrás és alagút-fúrás sebessége a folyamatos fúrásban azonosnak tekinthető. Nagy fontosságot tulajdonít a jelentős a fúvóka kiképzésének s a belső fúvókafelület simaságának.

A robbantási energiát felhasználó fúrási módszerre vonatkozó USA-szabadalmat (US Patent Office 3 516 502 June 23. 1970.) ismerteti a fúrási technológia állásáról szóló összefoglalás [4]. A módszer váltakozó dugók formájában folyadék- és széndioxidgáz-öblítést (kipufogó gázt) használ, s a folyadék-dugókkal szűrő-lángos robbanótöltetet szállít a fúrószerszámon, az egyiküppörgős fúrónt át a talpra, ahol az a talpat érintve robban. A robbantás célja nem a jövesztés, hanem csak közetfeszítés, azaz a közetbontáshoz szükséges küszöbterhelés szintjének a csökkentése. A közetbontást a fúrólyuk szelvényében az egyiküppörgős fúró végzi, azonban a robbantás eredményeképpen a konvencionális rotari fúrásokhoz a szükségesnél kisebb határterheléssel és sokkal hatékonyabban. A széndioxidgáz-dugóknak alkalmazása az öblítő-körben a rétegből származó gáz nemkívánatos robbanási veszélyének csökkentését is célozza.

Az újszerű fúrásmodokról írva az idézett összefoglalásban [4] *B. V. Voitsekovszki* szovjet feltaláló

beszámol egy washingtoni fúrási vállalkozó részére biztosított találmányról (US Patent No 3 343 794: „Jet-sugár pulzáló nagynyomású dinamikus hatás elérésére”), amely lényegében egy eróziós fúrási módszer. Az újszerű fúrásmodok, s azok közt is a két legvalószínűbb: az eróziós és explóziós, tehát, mint azt *Rowley* leszögezte, közel sem érettek arra, hogy a fejlődése zenitjén talán még egy évtized múlva sem túljutó rotari fúrást kiváltsák, hiszen változatlanul kísérleti stádiumban vannak.

Visszatérve a rotari fúrás 1970. évi tökéletesedésére: a nagyobb fúrólyukmélységekre és a nagyobb vízmélységeken át való fúrás s az ezekhez szükséges nagyobb teljesítményű, mélységkapacitású fúróberendezés; a hatékonyabb fúrófajták; a több információs adaton, elsősorban a megbízható réteg- és rétegrepszési nyomásgradiens alapján alapuló fúrólyuktervezés, és a fúrásnak a rétegnomást éppen csak kiegyensúlyozó öblítéssel való végrehajtása; a rétegvizonyokkal minden szempontból mind szorosabb összhangban álló paraméterekre beállított hőstabil öblítőfolyadék a fejlődés legfontosabb jellemzői. Új, külön fejezetet képez a fejlődésben az arktikus körülmények közt is megfelelő fúróberendezések, fúrási technológia kialakulása.

Részleteiben:

A nagy fúrólyukmélységekre való törekvés szárazon és vízen át egyaránt jellemző. Az ún. ultra vagy szuper nagymélységű — 6000 m-nél mélyebb — fúrások száma világszerte növekszik. A világ minden tájáról jelennek meg leírások rekordmélységű fúrásokról [5], [6], [7]; ezeknek a fúrásoknak a technológiája olyannyira kialakult, hogy még anomálian nagynyomású körülmények közt is sikerült a 20 000 lábás (6100 m-es) mélységet rekordidő (131 nap) alatt elérni [8].

A nagymélységű fúrások terén jelentős eredmény, hogy a 11 éve fennálló 7724 m-es mélységrekordot 1970 novemberében 7803 m-re javították [9], s hogy az év végén Texasban két 8000 m-nél mélyebbre tervezett fúrás volt már folyamatban.

Ezeknek a készülő szuper nagymélységű s a jelenlegi mélységvilágrekordot megdönteni igyekvő oklahomai és texasi fúrásoknak felszerelési és technológiai szempontjait egy 1970. év végén megjelent, de 1971-re is átnyúló 4 részes összefoglalás írja le [10].

A nagymélységű fúrások kialakuló technológiáján nem tapasztalható radikális változtatás, azonban széles körben, szinte kötelezően alkalmazzák az ún. ellenőrzött nyomású, tehát a rétegnomáshoz simuló öblítési nyomásgradienssel dolgozó kiegyensúlyozott vagy majdnem kiegyensúlyozott fúrást.

A nagy vízmélységeken át való fúrás szempontjából döntő jelentőségű az, hogy a Glomar Challenger fúróhajó 1968 óta folyó, s egyelőre 4 évre finanszírozott, de 10 évre tervezett ún. „Joides” kutatási programjának végrehajtása során a Mexikói-öbölben, 3000 m-nél nagyobb tengermélységben is sikeresen megoldotta a fúrószár visszavezérlését a már megkezdett fúrólyukba. Ez a siker oda vezetett, hogy az év végén 4270 m vízmélységen át 1000 m-re kívánnak (2-3 fúrómenettel) a fenék szintje alatt magot fúrni. A fúrószár-visszatérítési rendszer sikere a tengeri fúrásnak jelentős perspektívát nyújt [11].

A nagyobb mélységű szárazföldi és tengeri fúrásokhoz szükséges fúróberendezések szempontjából nincs



másról szó, mint a teljesítőképesség, a teherbírás növeléséről (nagy teherbírású és csőtároló kapacitású fúróárbocok 1000 Mp teherbírással, 900/750 Mp teherbírási csigasorrendszer, 5000 LE-t elérő teljesítményű emelőművek, 1000 LE-t jóval meghaladó egyhatású iszapszivattyúk stb.). Ennek megfelelően a fúróberendezés szempontjából a 8000 m-t meghaladó mélységű fúrásokra való felkészülést részben a meglévő fúróberendezések kiegészítésével, részben azonban új, erre a célra szerkesztett fúróberendezések gyártásával oldották meg [12].

Jelentős az előrehaladás a fúrás során nyerhető információs adatok gyűjtésében, elemzésében és feldolgozásában, sőt az elemzés, feldolgozás eredményeinek a fúróberendezésnél való azonnali hasznosításában az optimális, a kisebb költségű fúrás érdekében.

Ennek a fejlesztésnek az alapja a számítógép, de természetesen a műszerezés fokozása is, hiszen a fúrás tényezőinek teljesebb összhangja jelentős tényezője az optimális fúrásnak, amelyet Lummus [13]\* úgy definiál, mint „a lényeges fúrási tényezők matematikai számbavételét egy átfogó, minimális költségű fúrási program kifejlesztésére.”

A fúrási tényezők folyamatos mérése és elemzése lehetővé teszi a tényezők összhangjának folytonos felülbírást, átértékelést, akár a fúróluk szerkezetének tökéletesítése, akár a biztonság fokozása érdekében.

A fúrási tényezők egy további értékelése azon alapszik, hogy a fúrási sebesség arányos a kőzetek nyomó- és nyírószilárdságával, s ezek a tényezők a porozításra utalnak. Tehát amíg eddig a kőzetszilárdságból következtek a fúrási sebességre, helyesebben a fúró várható teljesítményére, most a fúró haladását az ún. „fúrási porozításszelvényezés” útján a fúrással egyidejű formációértékelésre használják. Ez a módszer már fúrás közben, a fúró kiépítése előtt nyújt korrelációs lehetőséget a szomszédos kutakkal [14].

A görgős fúró két újabb alkalmazott konstrukciós elvnek: a keményfém fogazásnak és a zárt csapágyazásnak, továbbá a zárt csapágyazáson belül a keményfém csúszócsapágyas megoldásnak eredményeképpen hatékonyabb lett a fúrás, hosszabb lett a fúróélettartam. Ezekkel a fúrókkal, elsősorban a nagymélységű fúrásokban, jelentősen emelkedtek a fúrási teljesítmények. A keményfém fogazás és a zárt keményfém csúszócsapágy élettartamának összhangja lényeges önköltségcsökkentő tényező.

A gyémántfúró alkalmazása szélesedett egyrészt a gyémántfúró és a talpi fúrómotor kombinációja útján, másrészt az ún. szárnyas gyémántfúrók alkalmazásával kiterjed a képlékeny kőzetekre is.

A talpi fúrómotoroknak a korábbiaknál nagyobb nyomatókót kifejtő, kisebb fordulatszámú típusai közül fokozódott az érdeklődés a pozitív kiszorítású hidromotorok iránt; ilyen típusú talpi fúrómotorokkal rekordteljesítményeket értek el nagymélységű fúrásokban, s széles körben alkalmazták ezeket lyukferdítési célokra is. A lassú fordulató, nagy nyomatókú fúroturbinák kísérleti típusai már megjelentek a sorozatban gyártott és kereskedelmi forgalomba került turbinatípusok közt [15].

Az öblítőiszap-technológiában a legnagyobb érdeklődést, éppen a nagymélységű és a kiegyensúlyozott fúrási technológia kapcsán, a kis szilárdanyag-tartal-

mú, ún. nem diszpergált, polimeradalékos öblítés-fajták keltik. Továbbra is nagy figyelem fordult a fúrási folyadékok reológiájára, különösen tükröződik ez a szovjet irodalomban, ahol a fúrási folyadékok reológiájának számos részletkérdését igyekeznek tisztázni. Mirzadzsanzade és Mitelman [16] az öblítés feladatairól szólva kiemelik a polimeradalékok sokoldalú szerepét a fúrási folyadékok használatában.

A fúrási technológia kulcskérdéseinek és a fúrási felszerelés tökéletesedésének kitűnő összefoglalása az a 3 kötetben megjelent francia gyűjtemény, amely lényegében egy 1969-ben a Francia Petróleum Intézet által szervezett továbbképző előadássorozat anyagát foglalja össze [17]. A „Fúrási módszerek” c. első kötet a fúrási költségmegoszlás és a költségkihatások elemzése után néhány fejezetben a fúrási tényezőkről, a fúrási hidraulikáról és a fúrókihasználásról szól. A gyémántfúró szerkesztési, kiválasztási elveit összefoglaló fejezetek után a fúroturbinák szerkesztésének és a turbó-rotari fúrás technológiájának állását taglalja a kötet utolsó néhány fejezete, kiemelve a 300 percfordulatszám körül dolgozó „lassú járatú” fúroturbinák és a pozitív kiszorítású hidromotorok jelentőségét.

A második kötet „Különleges anyagok és technológiák” címmel előljáróban a súlyosbító és fúrócső korszerű szempontjait foglalja össze, majd az iszap-szivattyúk legújabb fejlődéséről, a többhengeres egyhatású szivattyúk szerkesztési elveiről, jellemzőiről szól. Összehasonlítja ezeket a kéthatású dugattyús iszapszivattyúkkal. Hosszabb fejezet foglalkozik a légöblítéses fúrással, illetve az ehhez szükséges felszereléssel, technológiával, amely üzemi esetleírásokat is tartalmaz. A kötet a fúrási művelet műszerezésével, a mért adatok távközlésével, illetve a fúrás számítógépes irányításával és információs adatrendszerével foglalkozó fejezetekkel zárul.

A „Különleges műveletek” címet viselő harmadik kötet a rotari fúrás érdeklődési gyűjtőpontjában levő kérdésekkel foglalkozik: az egyenes és az irányított ferdefúrás kérdéskomplexumával, a fúrószár korróziójának leküzdésével, a rétegyomás ellenőrzésének s a kitörésvédelem problémakörével, beleértve ebbe az egyensúly-helyreállítás korszerű, ellennyomás-szabályozásos elvének szempontjait is. A bélésű méretezéséről szóló fejezet kihangsúlyozva mérlegeli a biztonsági tényezők nagyságának szempontjait is. Egy további fejezet a nagymélységű fúrások szerkezetével előtérbe került beakasztott bélésű oszlop alkalmazási lehetőségeit taglalja. A bélésű-cementezés fejezeteinek egyike a cementkő savanyú gázt tároló rétegek előtti viselkedésével foglalkozik, majd a továbbiak a cementezés műveletének tökéletesítéséről a visszatérő folyadékáram szabályozása útján, s a Hassi-Messaoud mezőben sikeresen alkalmazott bal irányú cementezésről szólnak. A kötet a fúrócsövön át végzett formációvizsgálat általános kérdéseit és a többszörös vizsgálat, ill. értékelés lehetőségeit nyújtó eszközökről szól.

A tengeri fúrások jelentőségének rohamos fokozódására s a tengeri fúrási technológia tökéletesedésére utal az „Offshore Technology Conference” hatalmas előnyomatanyaga [18], s azon belül a több mint 20, teljes mértékben a fúrástechnika és a kútkiképzés körébe tartozó tanulmánya.

Erősen megnövekedett az érdeklődés Európában is a tengeri műveletek iránt: az EEZ az év közepétől címébe felveszi a „Tengeri nyersanyagtermelés” címet; Düsseldorfban nagy sikerű „Interocean 1970” kiállítást tartanak; francia—amerikai óceánkutatási egyezményt kötnek, ami a francia oceanográfiai kutatás terén elért eredmények elismerése [19]. Mindez élesen rávilágít az európai érdeklődés élénkülésére, amelynek természetesen az igen jelentős északi-tengeri és földközi-tengeri és adriai kutatási eredmények a rugói.

A tengeri kutatás kiterjesztése érdekében még nagyobb teljesítményű, fúrási és vízmélység-kapacitású tengeri fúróberendezések, elsősorban fúróhajók épül-

nek, amit az eredményes kutatási területek (Északi-tenger, Földközi-tenger, Dél-Kínai-tenger stb.) feltárási és továbbkutatási eredményei indokolnak.

Külön fejezetet jelent ma már a mélyfúrás technológiájában az *arktikus környezetben végzett fúrás*.

Elsősorban az „örök fagy” környezet, a hideg elleni védelem, illetve a tartósan átfagyott rétegeknek a fúrási és termelési műveletek melege elleni védelme jelentik a fő problémákat. A kezdeti adaptálások helyett ma már az arktikus műveletekre szerkesztett szigetelt, fűtött fúróberendezések, légpárnás szállító-járművek az arktikus környezetben alkalmazható anyagok (acélanyag, cement stb.) jelzik az arktikus műveletek tökéletesedésének útját.

## 1.2 Fúrási felszerelés

### 1.2.1 Fúróberendezések

A fúróberendezések fejlesztésének jelenleg az arktikus területi, a mélytengeri és az igen nagy mélységű fúrások a rugói. Mindezek a körülmények még jobban érvényre juttatják a fúróberendezések egységesített-ségének, kiegyensúlyozottságának, rugalmasságának (a teljesítmény és a mélységkapacitás szempontjából egyaránt!), továbbá a portabilitásának már amúgy is uralkodó szerkesztési szempontjait. Ezek a szempontok azonban éppen a fúrási teljesítmények növelése érdekében, a normális körülmények közt való fúrásra szánt berendezések körében is messzemenően érvényesülnek, hiszen a nagyobb fúrási sebesség érdekében a mind nagyobb teljesítményű hajtógépekkel és munkagépekkel — elsősorban emelőművel és szivattyúkkal — felszerelt, drágább fúróberendezések minél jobb kihasználása a szállítási és szerelési idők csökkentésére ösztönöz.

A világszerte érezhető munkaerőhiány változatlanul az érdeklődés homlokterében tartja az automatikus fúróberendezés továbbfejlesztését is.

A kiegyensúlyozottságnak és a rugalmasságnak, de elsősorban az utóbbinak az az értelmezése, hogy a berendezés teljesítőképesége bővíthető legyen, továbbra is a Diesel-elektromos hajtásnak, ill. az arktikus és a tengeri fúróberendezéseken a gázturbinás-elektromos hajtásnak, vagyis az elektromos erőátvitelnek terjedéséhez vezetett.

A fúróberendezések Diesel-elektromos hajtásának „monográfiájában” *Pasternak* [20] a fúrasi funkciók kinematikai elemzése után e hajtásmódnak elsősorban az egyedi táplálású motoros rendszerét, ennek *Ward*—*Leonard*-rendszerű megoldásait elemzi. A központi táplálású megoldások közt tárgyalja az állandó áram-erősséggel, továbbá az állandó feszültséggel és frekvenciával dolgozó megoldásokat. Függetlenül szerepel a most terjedő tirisztoros rendszerű egyenirányítási rendszer is.

Fáziskélesztős szilícium-egyenirányítással megoldott 9000 m mélységkapacitású váltóáramú generátoros Diesel-elektromos fúróberendezést ír le [21]. A tirisztoros egyenirányítás előnyeit vetik össze az egyéb fúróberendezés-hajtásmódokkal *Breezeale* és *Neel* [22], s a rendszer üzemi alkalmazására legkorszerűbb példaként leírnak két tengeri fúrófedélzetre

szert, továbbá az alaszakai North-Slope-ra szánt két helikopteres szállításra tervezett gázturbinás-elektromos berendezést.

Az igen nagy mélységű fúróberendezések közös jellemzője a magas (9 m-ig) alépítményű [23] fúróárbcoc 950/750 Mp csigasorrendszer-teherbírással, 3000 LE-t meghaladó teljesítményű emelőmű, továbbá két egyenként 1350 vagy 1650 LE-s iszapszivattyú [21], [23]. Egy 15 000 m mélységkapacitású fúróberendezés emelőműteljesítménye már eléri az 5000 LE-t [24].

A nagy mélységkapacitású rotari fúróberendezések 3—5 egységből álló kitörésgátló-rendszeréhez a kiegyensúlyozott fúrás érdekében mindig hozzátartozik az ellennyomás-szabályozó fúvókaegység.

Az arktikus körülményekre korábban csak adaptált fúróberendezésekkel szemben már megjelenik az uretán hab szigetelésű, helikopterszállításra konstruált (max. 8 t súlyú szállítási egységekkel) ún. kompakt arktikus berendezés is [25].

A tengeri fúróberendezés-állomány elsősorban úszó fúróberendezésekkel gazdagodott. Ezek közt is domináltak a dinamikus helyben tartású fúróhajók [26], [27] és a félig merülő fúróbárkák [27]. A lábakra emelt fúrófedélzetek közt is megjelennek az önjáró megoldások [28], [29].

A gépkocsira, járműre szerelt közepes mélységkapacitású rotari berendezések néhány leírása jól utal a leszerelés, szállítás, felszerelés szempontjából kedvező portábilis megoldások általános terjedésére.

Egy 2100 m mélységkapacitású, gépkocsira szerelt fúróberendezés 10 hónap alatt 36 kutató fúrt le, vagyis 1500 m-es átlagos fúrólyukmélységgel számolva több mint 50 000 m-t; ugyanez a berendezés a leszereléstől a következő fúrólyukon a 910 m-es mélység eléréséig, azaz az első fúrócsereig mindössze 42 órát töltött el, beleértve a 64 km-es szállítási távolságot és a vezető beléscsőszlop cementezését, cementkötési szünetét is [30]. Egy másik, 2700 m mélységkapacitású önjáró rotari leírása szerint ennek a 19 szállítási egységét képező berendezésnek átszerelése átlagosan 1 1/2 napot igényel [31].

Az automatikus fúróberendezésekre vonatkozó közlemények közül kiemelendő, hogy az első teljesen automatikus, 4000 m mélységkapacitású fúróberendezés az első 8 fúrásban az egyes fúrasi szakaszokra vetítve 23, 44, 77 %-os fúrasi sebességnövekedést ért

el. Ennek fúrószerző-kezelő rendszerével — bizonyos áttérvezések után — 1200 m/h fúrószerző-beépítési sebességet kívánnak elérni. Előnye ennek a berendezésnek, hogy ferdén állított árboccal alkalmas felszíntől kezdve ferde fúrások mélyítésére [32].

Teljesen új alapokra helyezett hidromechanikus-automatikus fúrószerző-kezelést dolgoztak ki egy leningrádi kutatóintézetben. Az ezzel felszerelt fúróberendezés az üzemi próbát sikerrel kiállta [33].

Fúrás-technikai és navigációs szempontból is teljesen automatikus rendszerre épül az a 14 500 BRT-s fúróhajó, amely alkalmas lesz a világ minden részén — a legszélsőségesebb idő- és tengerjárési körülmények közt, sőt arktikus vidékeken is — dinamikus helyben tartással nagymélységű fúrások mélyítésére [34].

A rotari fúróberendezés ún. munkagépei közül emelőművének, forgatóasztalának fejlődése szempontjából nincs más új vonás, minthogy az ultra nagymélységű fúrásokhoz még nagyobb (5000 LE-t is meghaladó) teljesítményű emelőművek készülnek, s a hozzájuk tartozó emelőfelszerelés teherbírása is nagyobb lesz. A nagy terhelések okozta nagy fúrókötélművelések időszzerűvé tették az API által ajánlott, s immár 2 évtizedes kötél-továbbhúzási és kötéllevágási rendszer tapasztalatainak összefoglalását a végkövetkeztetéssel, hogy az ilyen rendszernek gazdasági értékelése csak hosszabb időre vonatkoztatva reális és hogy a biztonság szempontjából való értékelés sem elhanyagolható [35].

Tovább terjedt viszont a többhengeres — elsősorban triplex —, egyhatású szivattyúk alkalmazása, ami kisebb szerkezeti súlyukból, egyszerűbb fenntartásukból, olcsóbb üzemből következik [36].

*Revolle* a kéthatású dugattyús öblítőiszap-szivattyúk fejlődésének tükrében világítja meg a többhengeres, egyhatású plungeres szivattyúk előnyeit [37]. Részleteiben a kéthatású kettős iker dugattyús iszapszivattyú összevetését a hármás iker egyhatásúakkal *Arnol* [38], a hatos iker egyhatásúakkal *Loppinet* és *Dupal* [39] kísérli meg. A fúrási célokra a hármás iker, a nagy nyomású különleges cementezési, savazási célokra a hatos iker egyhatású szivattyúkat ítélik a legcélszerűbbnek.

A kiegyensúlyozott fúrás, a nagyobb mélységű fúrások mind nagyobb igényű fúrási hidraulikája elengedhetlenné teszik az iszap tisztító berendezések körének bővítését. A homok, illetve porfázisúvá felaprózódott felfúrt kőzettörmelék kiválasztására a kettős szita felületű rázósziták után a ma már általánosan elterjedt homoktalanító és portalanító hirdociklon-battériák üzemi szempontjait foglalja össze [40]. Ejektoros hidrociklonnal elért 60—90%-os barit visszanyerésről számol be [41].

A nagy fajsúlyú öblítőiszapokhoz terjed a fekvő hengeres centrifugák alkalmazása is. *Nelson* [42] leszögezi, hogy az öblítőiszap felesleges szilárd anyagának eltávolítására ez az eszköz a fúrási sebesség növelésére és a kiegyensúlyozott fúráshoz elengedhetetlen. *Wilson* [43] az ilyen célú hengeres, fekvő centrifugák értékelésére a szemcseeloszlási görbéken alapuló módszert dolgozott ki az alábbi három végkövetkeztetéssel: 1. a centrifugacsövekkel végzett ülepítő vizsgálatok  $\pm 3\%$ -os pontossága elegendő az öblítőiszap szemcseeloszlásának meghatározására; 2. a szemcseeloszlást

összevetve a pontos öblítési mennyiséggel, alkalmas az „öblítőiszap-szeperator”, azaz a hengeres centrifuga teljesítményének meghatározására, az öblítőiszap centrifugálhatóságának megítélésére; 3. a centrifuga határfoka kifejezhető a kiválasztott barit vagy felesleges szilárd anyag százalékos értékével, ami függ a centrifugába adagolt öblítőiszap szilárd anyagának szemcseösszetételétől. E sokatmondó értékelés érdekében mind a bemenő, mind a kifolyó öblítőiszap szemcseeloszlásának pontos meghatározása szükséges.

### 1.2.2 A fúrószerző

A továbbra is legáltalánosabban használt *görgős fúró* kőzetbontási mechanizmusának tisztázása során *Cheatham* [44] „vésőszerű foggal ellátott kétdimenziós görgővel” (fogazott tárcsával) végzett, 1969-ben közzétett vizsgálatait kibővítette. A kopásállóság érdekében mind szélesebb körben alkalmazott s az axiális tengelyre szimmetrikus keményfém fogakra ugyanis semmi esetre sem érvényesek a vésőszerű fogakra levezetett összefüggések. Megközelítő módszerrel sikerült kvalitatív érvényű segítséget kapnia azonban a kúpos fúrófog alatti kráter képzéséhez szükséges erő számításához.

*Peterson* [45]\* kísérletekkel igyekezett tisztázni a fúrógörgőt helyettesítő fogazott tárcsa kőzetfelületen való mozgásának erőszükségletét. A fúrófog felütése során végbemenő kráterképződést dinamikus körülmények közt elemzi könyvében *Zslovinszkij* [46], s levezeti egy teljes görgős fúró kőzetmegmunkálási folyamatát, illetve a lyuktalpról leválasztott kőzet térfogatát.

A kőzetbontási mechanizmusnak, elsősorban a fúrófogak csúszásának tanulmányozása vezetett egy új próbálkozásnak, a fúrógörgőkön a fogak helyett ékszerű gyűrűknek alkalmazásához: az ütőhatás nélküli, koszorús görgős fúrók konstruálásához.

*Szimonov, Brevdo* és *társai* [47] a görgős fúró fogkoszorúinak csúszását elemezték, és az eredményeket fajlagos csúszási diagramokban rögzítették, s ezek alapján utaltak a csúszást befolyásoló tényezőkre. A vizsgálataik alapján a fúrógörgők fogazása helyett ékszervényű sima fogkoszorúkkal, mint kőzetbontó elemekkel kiképzett háromgörgős fúrókat alakítottak ki. Ezek a fúrógörgők a lyuktalpon való legördülésükkor, a fúróterhelés hatására koncentrikus gyűrűket szelnek ki a lyuktalpból, amelyek lényegesen nagyobb furadékszemekre törnek szét, mint a fogazott görgős fúrókkal leválasztható furadékszemek. Ez ennek a fúrófajtának hatékonyabb kőzetbontására utal. A kőzetbontás hatékonysága, azaz a furadékszemek nagysága a görgőn kiképzett ékszervényű koszorúk távolságától és természetesen a kőzet fizikai és mechanikai tulajdonságától függ. A sorozatban gyártott — ahogy a szerzők nevezték — „ütőhatás nélküli görgős fúrókkal” végzett kísérletek szerint a fúrási sebesség 20—40%-kal nőtt a fogazott fúrókkal elért eredményekkel szemben, mégpedig az egy fúróra eső nagyobb átlagos előhaladással. A sima koszorús, ütőhatás nélküli fúrók alkalmazásakor a fogazott görgős fúró és a kőzet egymásra hatásából ismertnél kisebb forgatónyomaték jelentkezik, ami a turbófúrás esetében a fúró szélesebb határok közötti terhel-

hetőségét jelenti; a kőzetbontás fajlagos energiaigénye pedig  $\frac{1}{3}$ -a a fogazott görgős fúróéénak. Ezeket a próbapadi megállapításokat üzemi kísérletek is megerősítették, azzal a további kedvező többlettapasztalattal, hogy a nagyobb furadékszemek az öblítőiszap tisztítását is egyszerűbbé tették, s hogy az ékszelvényű görgőkoszorúk önélezésére is lehet számítani.

Az egygörgős fúró dinamikai viszonyainak vizsgálatát *Naszibov* [48] a nagyobb fúrófordulatszámmal növekvő nyomoték csökkentési lehetőségeivel zárja; ezek egyrészt a turbófúrás paramétereinek, másrészt a fúró geometriai méreteinek változtatásai.

A görgős fúró kőzetbontási mechanizmusának néhány éve elkezdett, de még közel sem lezárult laboratóriumi vizsgálatait, amelyeket nemcsak atmoszferikus, hanem lyuktalpi körülmények közt, sőt öblítéssel és természetes méretekben is végeztek, meghozták gyümölcsüket: a hatékonyabb, univerzálisabb fúrófajtákat. A görgős fúró keményfém lencsés típusát (a kobrafúrót) rövidebb és hosszabb keményfém fogazásúvá alakítva, kopásállóbb és ezzel hosszabb élettartamú, kemény és lágy kőzeteket egyaránt hatékonyan fúró fogazáshoz jutottak; így hosszabb élettartamú, nagyobb terhelést bíró csapágyat (zárt fúrógörgő-csapágyat, ebben a görgős csapágy sor helyett keményfém csúszócspágygal) alkalmazva pedig, s képlékenytől a legkeményebb kőzetig a mart fogú görgősfúró-sorozatnál hatékonyabb választék áll rendelkezésre.

*Goins és O'Brien* [49] foglalják össze a keményfém fogazással és zárt csapágyazással megoldott görgős fúrók jelentőségét, leszögezve, hogy a keményfém fogazás és a keményfém csúszócspágygal erősített fúrógörgő-csapágy nemcsak egyensúlyt teremt a görgőfelület és a csapágy élettartama között, hanem fokozza a fúró terhelhetőségét is. Bemutatják a négyféle keményfém fogazást (kúposat, vésőszerűt, hosszabbított kúposat, hosszabbított vésőszerűt), s kiemelik, hogy a tengelyek külpontossága útján keményfémfogazással is biztosítani lehet a csúszást, a keményfém fúrófogak szakító, kaparó hatását. Példákon mutatják be, hogy a keményfém fogazású és zárt csúszócspágyazású fúrófajták elsősorban kis mélységben gazdaságosak, ahol a vastag képlékeny kőzet-összleteket kemény kőzetpadok szakítják meg, mert hosszú szakaszok fúrásakor sem igényelnek fúró-cserét; úgyszintén nagy mélységben is gazdaságosabbak a mart fogú fúróknál, ugyancsak a hosszú szakaszok kiépítés nélküli fúrása következtében. A keményfém fogazás és a keményfém csúszócspágy együttesének univerzális fúróképességére utalnak az ilyen fúrókkal elért kiváló teljesítmények (300 órás fúró-élettartam, 3000 m körüli fúrónkénti előhaladás) [50].

A *Szimonov—Bravdo*-féle koszorús görgős fúrók szélesebb körű üzemi alkalmazásáról egyelőre nem jelent meg közlemény.

A keményfém-fogazású, zárt csapágyazású görgős fúrók geometriájának szempontjait, valamint a fúrési tényezők és a kopás közötti összhangot taglalta az AAODC évi konferenciáján *Kunemann* [51]; egyidejűleg *Jackson* [52] ezeknek a fúrófajtáknak a gazdaságosságát értékelte teljesítménygörbék és egyenértékű költséggörbék alapján. *Schneider* [53] ugyanezen a fórumon viszont a fogkopás és csapágykopás API-

-AAODC kódrendszerének tapasztalatairól számolt be és a rendszer bővítését javasolta.

A görgős fúrók elhasználódási folyamatának optimalizálására *Elusztratov* és szerzőtársai [54] dolgoztak ki egy a kielégítő lyuktalptisztítás és a kőzetbontás szempontjából kedvező öblítőiszap-paraméterek fel-tételével.

Az egygörgős fúrók üzemi eredményeiről szóló beszámoló [55] 2800—4200 m mélységhatárok közt Azerbajdzsánban felhasznált 600 fúró kétszeresére növekedett fúrónkénti előhaladásáról szól. *Jasin* [56] az egygörgős fúrókkal kemény abrazív kőzetekben elért kedvező eredményekről számol be, s empirikus képletet vezet le a fúrónkénti előhaladás várható nagyságának előrejelzésére. A háromgörgős fúrók öblítő-fúvókáinak méretét, számát, talptól való távolságát a talpi nyomáseloszlás kísérleti mérésével tisztázta *Sutko és Myers* [57]. Méréseik szerint a lyuktalp tisztasága és a fúrési sebesség növekszik a fúvókák számának csökkenésével. A maximális nyomás a lyuktalpon és a lyukközépen összefügg a sugársebességgel, a fúvókaátmérővel és a fúvóka talptól való távolságával; ez a nyomás-sebesség összefüggés utal arra, hogy a lyuktalptisztítás mértéke és ezzel a fúrési sebesség a sugár sebességgel tovább nő.

A gyémántfúrók jelentőségének növekedésére, alkalmazási körének bővülésére számos összefoglalás, tanulmány utal:

Az ipari gyémánt fajtáiról, tulajdonságairól alapos összefoglalásában *Van der Schrick* [58] kitér a szintetikus ipari gyémántra, a gyémántszemek orientálásának kérdésére s mikroradiológiai képet is közöl egyes gyémántfajtákról.

*Rohmer és Vennin* [59] a gyémántfúró szerkesztési elveinek általános összefoglalása után elsősorban a gyémántfúró hidraulikai szempontjait fejtik ki részletesen, a nyomásesés nagyságát mérlegelik a fúróban. Kiemelik a fúrófelület gyémántszemei és a lyuktalp közötti áramlás nyomásvesztését, illetve azt, hogy ezeken az öblítési (hűtési) utakon felgyorsult öblítés a matrixanyag erózióállóságának növelését kívánja.

Rámutatnak továbbá az öblítés reakcióerejének szerepére, s arra, hogy ezzel a fúróterhelést korrigálni kell.

A gyémántfúró szerkesztési elveit tárgyaló elméleti munkák közt említhető továbbá az a tanulmány [60], amelyik a matrixban a hőmérséklet okozta feszültségek hatását elemzi, s termikus feszültségekkel magyarázza a gyémántszemek kitorpedezését.

A gyémántfúrás gyakorlatát összefoglaló cikksorozat [61] — amelynek két közleménye azonban már 1971-re esik —, kiemeli a gyémántfúró stabilizálásának fontosságát és szempontokat ad a költségelemzésre.

Minden bizonnyal jelentős mértékben kiszélesíti a gyémántfúrók alkalmazását a „szárnyas gyémántfúró” átütő sikere. Egy váltakozóan képlékeny és kemény, továbbá egy szívós, ragadós kőzetekből álló összlet átfúrásának leírását megelőzően *Dupal* [62] először képet ad a szárnyas gyémántfúró szerkesztési elveiről. Az axiális metszetben kettős kúp alakú fúrótest felületére kívül-belül spirálisan, de lépcsős elrendezésben nemcsak gyémántszemeket, hanem keményfém lapkákat is hegesztettek. A kúppalást szögértékeinek s a keményfém lapkák elhelyezési szögének

változtatásával a fúró teljesítményét a várható kőzet-viszonyoknak megfelelően befolyásolni lehet.

A szárnyas gyémántfúróval a Hassi Messaoud mezőben célt értek, mert egy-egy fúrólyukszakaszt sikeresen, a korábbi gyémántturbófúrásához hasonló sebességgel, de egyetlen fúrómenettel sikerült lefúrni. A 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-es fúrólyukban csak egy 250 m-es, de nehezen fúrható anhidritszakaszt fúrtak ezzel a fúróval, de ennek átlagosan 7 napi idejét 3 napra sikerült csökkenteni; a 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-es, kereken 800 m hosszú lyukszakaszt 2500—3300 m között viszont egyetlen fúrómenettel sikerült lefúrni, a gyémánt turbófúrás módszerével korábban elért 6,5 nap helyett több fúrás átlagában is mindössze 4 nap alatt.

Ugyancsak a viszonylag lágy kőzetekben gyémántfúróval elért kedvező eredményekről számol be *Altermann* [63]. A közép kemény kőzetekben, nagy lyuktalpi differenciális nyomás miatt lecsökkent fúrási sebességet 50%-kal növelte a gyémántfúró furadékszemet elmozdító hatása, amit az öblítőáram jethatása is segített.

A repedezett és gyengén cementált kőzetekben egygörgős *magfúró* fejekkel elért jobb magkihozatalról számol be [64].

A magképződési folyamat elemzésére épített próbapad — a magra ható erők meghatározásán kívül — alkalmas a fellépő lengési folyamatok elemzésére is [65].

A *fúrók stabilizálásának* és a nagyobb terhelést bíró fúrófajtákkal a lyukelferdülés megengedett határait betartó fúrástechnológia aktuálissá vált szempontjai indokolják a nagyobb fúróterhelés lehetőségét vizsgáló összefoglaló tanulmányokat. A nagy átmérőjű súlyosbítók csatlakozó meneteinek méreteire és meghúzási nyomatékára vonatkozik *Brinegar* és *Crew* [66]\* cikke. *Rollins* [67] viszont — a „jobb fúrólyuk” érdekében — a képlékeny és kemény kőzetekben, valamint ezek abrazív hatású változataiban célszerűen stabilizált négyzetessúlyosbító-összeállításokra tesz javaslatot.

A *súlyosbítók* ma használatos fajtáit rendszerezi és értékeli, azok rendeltetésszerű használatának normáit foglalja össze *Cendre* [68].

A *fúrócső-fúrócsőkapcsoló* együttesének a korszerű fúrástechnikára való alkalmasságát elemzi a gyártó és felhasználó nézőpontjából *Duret* [69], illetve *Rat* [70]. *Duret* abból indul ki, hogy a fúrócsőnek az igénybevétele a nagyobb mélységgel, a növekvő nagyságú fúrási tényezőkkel fokozott s igen szerteágazó, sőt hozzáfűzhető, hogy új vonásokkal is bővült (tengervíz, arktikus környezet!), viszont ezekkel az igénybevételekkel nem tart lépést a fúrószárelemek szabványosítása.

Az API 5A és 7 szabványai közel sem teljeseek. Ezek kiegészítésére új, olyan teljesebb fúrócsőszabvány szükséges, amelyben a fúrócső és a fúrócsőkapcsolók együtt szerepelnek, s amelyek kitér ezek szerelésére, a fúrócsővek elhasználódására, javítására is. Mindkét tanulmány részletesen elemzi a kifáradás korrózió okozta töréseinek kérdését, s kiemeli az ez elleni határos védelemnek, a belső műanyag bevonatnak szükségességét. A külső kopás elleni védelemről szólva *Rat* lándzsát tör a fúrócsőkapcsolók keményfém vértézése mellett.

A *fúrócső-korrózió* részletkérdéseiről megjelent cikkek közt *Szarkiszov* [71] a 100—170 C° hatására növekvő mértékű korróziót elemzi, *Sloat* és *Weibel* [72]

pedig az oxigén okozta korróziós és az ez elleni védelem lehetőségeit vizsgálja, kiemelve, hogy teljes védelmet csak az inhibálás és a cső belső műanyag bevonata nyújt; azonban ez is gazdaságos, mert 90 000 m fúrócsőkészlet-teljesítménnyel számolva ennek a költsége is bőven megtérül.

Ugyancsak az oxigén okozta korrózió sokrétű eshetőségére utal *Bradley* [73]. Üzemi értékelések alapján leszögezi, hogy a ma általánosan használatos lignoszulfonát-kezelésű, vízközegű öblítőiszapokban határozott összefüggés mutatható ki az oxigénkoncentráció és a korrózió, ill. a korróziós bema­rások mértéke között. A védekezés leghatékonyabb módja szerinte is a belső műanyag bevonat, amit példával bizonyít: 5 évi üzem után 20 készlet belső bevonatú fúrócsőoszlopban egyetlen korróziós törést sem tapasztaltak, annak ellenére, hogy olyan készlet is volt, amelyik már 120 000 m-t teljesített.

Az API—AAODC által kísérletileg bevezetett 4 fázisú csővizsgálattal elért eredményekről (50%-os fúrócső­költség-csökkenés) számol be *Hellums* [74], s a roncsolásmentes vizsgálati követelmények kielégítéséről *Thomas* [75] tudósít.

A fúrási üzem aktív és tartalék fúrócső­készlete nagyságának meghatározására analitikai módszert dolgozott ki, s ennek alkalmazását példán mutatja be *Peta* [76] két részes tanulmánya. Az érdeklődés homlokterébe került a fúrócsőoszlop, illetve a fúrószár dinamikus igénybevételének vizsgálata, ami ugyancsak a nagyobb mélységű, nagyobb igénybevételű fúrásokkal magyarázható. A legfigyelemreméltóbb ezek között *Kerimov* [77] munkája, aki a fúrószárat végtelen sok kihajlási (érintkezési) ponttal rendelkező rugalmas és rugalmas-plasztikus rendszernek tekinti, s matematikai módszerekkel, ill. analóg számítógéppel követi a fúrószár lengési jelenségeit, a rendszer feszültségi viszonyait, alakváltozását. Kitér a csőoszlop mozgásával keltett nyomáshullámok hatására, számítva a fúrószár kritikus fordulatszámait.

A ferde fúrólyukban terhelés nélkül forgatott fúrószár teljesítményvesztésének kísérleti vizsgálatáról tudósít [78].

A longitudinális rezgések hatását a fúrószá­számra a fúró fölé épített lengéscsillapítóval és a nélkül elemzi matematikai modell segítségével *Kreisle* és *Vance* [79]. A megoldás eredményei a számított pontokban jól egyeznek az üzemi tapasztalatokkal s egyértelműen bizonyítják a lengéscsillapító közdarab hatékonyságát, különösen ha a lengéscsillapító rugóját elég lágyra választják. A Drilloc rendszerű gumi lengéscsillapító hatékonyságát bizonyítják a *Csepelev* és *társai* által leírt [80] lyuktalpi távadó műszerrel bemutatott mérési eredmények is, amelyek 2—3-szoros lengésamplitúdó-csillapításról tanúskodnak. A talpi fúrómotorral való fúrás során nem forgatott fúrószár feszültségi viszonyait vizsgálva *Balickij* [81] a nyomott szakasz fúróterhelés munkáját, s a kőzetben, a fúrócsőoszlopban és az öblítőfolyadékban gerjedő lengéshullámokat, illetve a fúrócső longitudinális rezgéseit elemzi. *Szultanov* és *Sammaszov* [82] a fúroturbina reaktív nyomatékának eloszlását elemezték a turbinás fúrószá­szám alsó szakaszában.

A fúrószá­szám részét képező *talpi fúrómotorok* tökéletesítési törekvései továbbra is a nagyobb nyomatékú, kisebb fordulatszámú egységek szerkesztésére

irányultak. Ennek a törekvésnek jelentős eredménye az, hogy a szovjet fúroturbinák 1970-ben megjelent típuskönyvében [83] már szerepelnek a nagy nyomatékú, lassú járatú fúroturbinák közül a *M. T. Guszman* konstruálta többszekciós fúroturbinák (ZTSz-sorozat) és az *R. A. Ioanneszján* által kidolgozott szelepes folyadékszabályozású turbinatípusok (A7H1 Sz sorozat) is.

A többszekciós lassú járatú fúroturbinák fejlesztéséről szól a VNIIBT-közlemények 25. kötete [84] is. A kötetben több cikk mutatja be a ZTSz-sorozatú fúroturbinákkal elért üzemi eredményeket. További szerkesztési részletkérdéseket tárgyaló cikkeken kívül szó esik a kötetben egy ugyancsak ZTSz típusjelű, tehát a többszekciós turbinákkal kapcsolatos, a fúrófordulatszámú vezérelt lyuktalpi automatikus utánengedő szerkezetről is [85], valamint egy fordulatszám-csökkenítő fogaskerék-áttétellel megoldott, tehát reduktoros fúroturbináról, amely 300 mkp forgatónyomatékot fejt ki 200 körüli percfordulatszámra [86]. A kiépítés nélküli fúrócserehez szerkesztett fúroturbináról, illetve a fúró kiemelésének módszereiről *Romanov* ír a kötetben [87]. A többszekciós fúroturbinára tökéletesítéséről szóló közlemények közt említendő *Guszman* [88] közleménye a golyóscsapágyval és gumi lengéscsillapítóval megoldott ilyen turbinákról, amelyeknek elméletileg levezetett előnyei (dinamikus terhelések csökkenése, az axiális erők jobb eloszlása) a gyakorlatban hosszabb turbiná-élettartammal, kisebb fúrófordulatszámúval és ennek megfelelően hosszabb fúrómenetekkel, nagyobb fúrési sebességben jelentkeznek. A külön golyóscsapágy-közdarabbal (spindel) és gumi lengéscsillapítóval ellátott sokszekciós turbinák kedvező üzemi eredményeiről tudósít [89] is.

*Csajkouszkij* [90] viszont a szelepes, folyadékszabályozású fúroturbinák 9"-es változatának a szokásos szekciós típussal szemben elért 45–50%-kal hosszabb fúrómeneteiről és 20–25%-kal nagyobb fúrési sebességéről számol be azzal, hogy ennek a turbinának viszonylag kis nyomásesése még 60 kp/cm<sup>2</sup> nyomástartalékot nyújt jet-fúró alkalmazására.

A talpi fúrómotorok és ezek közt is elsősorban a fúroturbinára múltját, jelenét és jövőjét foglalja össze a konstruktor, a gyártó és a felhasználó szemszögéből *W. Tiraspolsky*, *P. Alyre* és *R. Lazayres* egy-egy tanulmánya a „Ma fúrása” c. már idézett francia háromkötetes fúrástechnológiai összefoglalásban.

*Lazayres* [91] tanulmányában elsősorban a gyémántfúró-fúroturbinára teljesítményjellemzőinek összhangját emeli ki, s a görgős fúrókkal való hatékonyabb turbófúrás érdekében kedvezőbb paraméterekkel működő fúroturbinák szükségességére utal.

*Alyre* [92] átfogó tanulmányában részletesen taglalja a fúroturbinára hidraulikus paramétereit, s kiválasztási nomogrammal a turbófúrás hidraulikus programjának tervezésére nyújt segítséget, utalva a turbójet fúrás lehetőségére is.

*Tiraspolsky* [93] a turbófúrás fejlődéséről ad képet, de kitér az egyéb talpi fúrómotorok lehetőségére, jövőjére is. Részletesen elemzi a fúroturbinára fejlesztési lehetőségeit. A fő feladat a görgős fúrók céljaira lassú járatú, nagy nyomatékú és a gyémántfúrók céljaira gyors járatú fúroturbinára biztosítása. Az első feladat megoldási lehetőségeit részletesebben taglalva, mint bonyolult megoldásokat elveti a reduk-

toros, a sokszekciós, valamint a szelepes folyadékszabályozású megoldásokat. Az utóbbit elvi okokból azért is, mert a szivattyúval lejtuttatott öblítési energia egy részét elengedi, tehát a bevezetett hidraulikus öblítési energia egy részét kihasználatlanul hagyja.

A csúszó gumicsapágy helyett golyós csapágyegységgel megoldott fúroturbinára szabályozását szinte teljesen automatikusan megoldja viszont a nyomatékvaltóval kapcsolt, tehát rugalmas üzemművé tett iszapszivattyú, különösen ha a szivattyú és a fúroturbinára között a vezeték (fúrószár) bizonyos mértékben rugalmas (fúrotömlő, azaz a flexofúrás esete!). A lassú járatú fúroturbinára ilyen üzemi viszonyairól szóló fejtegetését *Tiraspolsky* a Francia Petróleum Intézet flexo-fúróberendezéssel felszerelt kísérleti állomásán végzett fúrások regisztrátumaival támasztja alá. A második feladatot, a gyémántfúróhoz nagyobb teljesítményű gyors járatú fúroturbinára szerkesztését nem kevésbé könnyű feladatnak itéli *Tiraspolsky*. A lehetőségek kihasználása, azaz a pillanatnyi fúrési sebesség mindenkor lehetséges maximuma ebben az esetben is folyadékmennyiség-szabályozást kíván, de úgy, hogy az öblítés mennyisége az okvetlen szükséges mértékű hűtés érdekében nem mehet egy bizonyos határ alá, s egyidejűleg a fordulatszám felső határát is limitálni kell. A jövő szempontjából elsősorban a jobb automatizálhatósága, a számítógépes vezérlés lehetősége miatt *Tiraspolsky* a turbófúrásnak nagy jövőt jósol.

A pozitív kizsárolású talpi hidromotorok új típusáról (5,5 m hosszú 9 csavarulatú tengely, 170 mm Ø, 350 mkp forgatónyomaték, 230 percfordulatszám, 52 at nyomásesés), s az azzal lemélyített összesen 3400 m fúrás teljesítménymutatóit értékeli [94]. Ezek a mutatók kedvezőbbek, mint amit hasonló körülmények közt turbófúrással elértek. — Új, kisméretű talpi hidromotorokról ír *Riordan* [95], amelyek közül a 3<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-est sikeresen használták 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-es fúrólyuk mélyítésére 6150–6187 m között. Az 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-es és 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-es külső átmérőjű típusokkal egyelőre csak kísérletképp fúrtak.

A talpi villamos fúró új szerűen: fúrotömlővel és helyi öblítéssel alkalmazták a „*Térebél*” fúróhajóval [96]. Rövid fúrotömlőben végződő 2800 m kábelben függött az a centrifugális talpi öblítőszivattyúval kapcsolt villamos fúrómotor-magfúró együttes, amelyvel sikeres magfúrásokat végeztek a Földközi-tengeren 2500 m vízmélységen át.

### 1.2.3 Fúrési műszerek

A fúrési művelet komplex műszerezésének követelményét hangsúlyozva, *Bowier* [97] rendszerezi és értékeli a mechanikus, hidraulikus és villamos elveken működő fúrési műszereket. A fejlődés lehetőségeit mérlegelve leszögezi, hogy az a fúrásellenőrző műszercsoportok mérési adatainak digitalizált rögzítése és távközlése felé halad. Itt kapcsolódik a fúrás műszerezésének témaköréhez *Kuhn de Chizelle*-nek [98] az optimalizált fúrési rendszerekről, a számítógép fúrástechnikai alkalmazásáról írott tanulmánya.

A fúrési paraméterek lyuktalpi mérésére világszerte fokozott figyelem fordult. *Dumitrescu* [99] a lyuktalpi mérési adatok felszínre való közvetítésének lehető-

ségeit mérlegeli, s egy többszörös radiotelemetrikus módszert javasol. *Kormilkin* és *Petrov* [100] elemzik az elektromos jelközlés lehetőségét a fúrószáron át a felszínre. Ezzel szemben hidraulikus jelközlésű turbótachométert ír le [101], amelyet 150 C° réteghőmérsékletig sikerrel alkalmaztak több turbófúrási művelethez.

A fúrószerszám (magfúró) talpi rezgését regisztráló műszerről tudósít és a mérési eredményeket értékeli [102].

A réteghatárok pontos jelzésére, illetve korrelálás útján az előrejelzésére — elsősorban a kiegyensúlyozott fúrás céljaira —, érzékenyebb fúrási sebesség-, helyesebben reciprok sebességszelvényező műszerek jelentek meg. Egy ilyen francia műszer leírása [103] a fúrási sebesség és az elektromos szelvény porozitás-görbéjének hasonlóságát bizonyítja. *Jones* és *Barringer* [104], mivel a fúrási sebességszelvény jobb értékeltségének feltétele az egyenletes fúróterhelés, hidraulikus súlyosbító javasolnak a fúró fölél. Az ily módon elérhető, a fúrószerű falsúlódásától független, pontos fúróterhelés a fúrási sebességszelvényt nemcsak megbízhatóbban összevethetővé teszi a porozitásszelvényre, de utal a fúrókopás mérvére is. A fúróról nyerhető utóbb említett többtáblás információ pótolja a fúró forgatónyomatékának, csak a villamos hajtású fúróberendezéseken, s ott is csak a felszínen, a fúrószár forgatónyomatékával együttesen megoldott mérését.

A fúrószerszám nyomatókmérésének egy villamos elvű műszerét ismerteti [105], azonban ez csak a lánc-hajtású forgatóasztalokhoz alkalmazható.

A tárolórétegekből való fluidumbeáramlásnak (lökésnek) bármely fúrási művelet alatti jelzésére alkalmas műszercsoportot ír le *Griffin* [106]. Ez a kitörésvédelem alapját képező műszercsoport az öblítő-folyadék összmenyiségének minden változását és a beszivattyúzott és kiáramló iszap mennyiségének különbségét, mégpedig akár öblítés közben, akár a fúrószerű be- és kiépítése közben keletkezzék is az, azonnal és megbízhatóan jelzi. Szerkesztésének vezérlő elve az volt, hogy minden fluidumbeáramlás a tárolórétegből közvetlenül, de minden öblítésvesztés is közvetve (a gyűrűs térben beálló nivósökkenést követő beáramlás miatt) kitöréshez vezethet. A műszercsoport lényegében méri az áramlási sebesség változását a kifolyóvezetékben, a tartályok összegzett öblítőiszap-mennyiségének változását, a beépítés-ki-

pítés közben a lyuktöltés, illetve a kiszorítás folyadékvolumene és a ki-, ill. beépített fúrócső acélvolumene közti különbséget, továbbá a beszivattyúzott és a kifolyó öblítőiszap fajsúlyát.

#### 1.2.4 A fúrási művelet automatizálásának eszközei

Az *automatikus fúró-utánengedés* tirisztoros egyenirányítású megoldását írja le [107], kiemelve ennek érzékenységét.

Az *automatikus fúrószárkezelés* újonnan kidolgozott hidromechanikus rendszerét ismerteti [108]. *Sahmaliev* [109] és szerzőtársai viszont a gépesített beépítés során az emelőmű fékrendszerének automatikus vezérlését ismertetik. A tengeri fúróhajók csökkentéssel kapcsolatos hidraulikus csőkezelő rendszerét *Gallon* és *Lueken* [110] írják le, s rámutatnak az elérhető időmegtakarításokra is.

A fúróömlőt alkalmazó kísérleti fúróberendezések (francia—szovjet, amerikai) üzemi tapasztalatairól 1970-ben nem jelent meg közlemény, csak néhány hír utal a kísérleti fúrások folytatására, pl. arra, hogy a 3000 m-es „Retractor” berendezést az ultra nagymélységű fúrások céljára kívánják továbbfejleszteni (WO May 21 o.)

#### 1.2.5 Lyukbefejező berendezések, eszközök

A gyorsabb, olcsóbb és lyukelfojtást nem igénylő lyukbefejező, kútkezelő módszerek álltak továbbra is az érdeklődés középpontjában.

*Young, Burch* és *Muse* [111] nyomás alatti hidraulikus kiemelő berendezést és a hozzá szükséges szerszámokat ismertetnek. A termelőcső elzárására alkalmas felszín alatti eszközök közt kiemelik a viharfúvóka előnyét.

Számos tanulmány, s ezek közt a legrészletesebben a *Raulins-é* [112]\* írja le a leszivattyúzható, kútkiépítéshez szükséges eszközöket s az ezekkel végezhető műveleteket. *Loth* [113] a leszivattyúzható szerszámok továbbfejlesztéséről s a 3"-es szerszámok kifejlesztéséről ír. *Vernotzy* [114] a leszivattyúzható szerszámokkal végezhető kútkezelés költségeit a dróthuzalos technikával összevetve az előbbi előnyét bizonyítja.

*Weeks* [115] a felcsévélhető 1/2"-es termelőcsővel és nagy nyomású nitrogénnel végezhető rétegkezelési műveleteket taglalja és ezek gazdaságosságra utal.

### 1.3 Fúrási technológia

#### 1.3.1 Kőzetfúrhatóság, a fúrókiválasztás szempontjai

A *kőzetfúrhatósággal* foglalkozó tanulmányok lényegében 1970-ben készült nagyobb részét csak az 1971. év legelején (jan. 5—6.) tartott V. Fúrási és Kőzetmechanikai Konferencia előnyomataként publikálták (SPE 3217, 3218, 3219, 3220, 3224, 3227, 3228). Az 1970-ben közölt egyéb tanulmányok egyikében néhány szovjet szerző [116] azzal próbálkozik, hogy felszíni kőzetmechanikai vizsgálatok és tényleges fúrási, valamint iszapfajsúly-adatok alapján a fúrólyukban fennálló tényleges feszültségviszonyokat meg-

határozza. Végeredményben a fúrástechnikailag legkedvezőbb öblítési fajsúlyra vezettek le empirikus képletet.

*Somerton* és *El-Hadidi* [117] a kőzetfúrhatóság előrejelzésére alkalmasnak találják az akusztikus szelvényből az agyagosodási tényezővel helyesbített hangát-haladási időt.

A lyuktalpi kőzetbontás hatékonyságának növelésére [118] a lépcsős fúrókat helyezi előtérbe, mivel a lépcsősen kialakuló kőzetgyűrűk határán a kőzetellenállás, azaz a kőzetszilárdság csökken.

Az üzemi statisztikai módszerre alapított számítógépes fúrókiválasztáshoz ad szempontokat [119].

### 1.3.2 Fúrási tényezők

A fúrási paraméterek közül az aktív kőzetaprító tényezők ( $P$  fúróterhelés,  $n$  fúrófordulatszám) és a fúrási sebesség ( $v_f$ ) közti összefüggésre a forgatóasztalos és a talpi hajtású, azaz a fúroturbinás rotari fúrára egyaránt érvényes képletet vezet le *Kuliev* [120] szerzőtársaival, eszerint

$$v_f = \left( \frac{a}{n} - \frac{b}{P} \right) (n + P)^2.$$

A képletben szereplő  $a$  és  $b$  tényezők tényleges fúrások statisztikai értékeléséből vezethetők le. Kísérleti fúrásokban az előre számított fúrási sebesség és a tényleges fúrási sebesség közt mindössze  $\pm 8\%$  szórás mutatkozott. A képlet továbbfejleszthető a hatásos öblítési mennyiség meghatározása, valamint a maximális irányában.

A tényleges talpi fúróterhelésnek a fúrószár (súlyosbítóoszlop) kihajlása miatt változó nagyságát elemzi *Braznsnikov* és *Milovanov* [121], s a tanulmányuk konklúziójaként a hatékony fúróterhelés kiválasztására nomogramot ajánlanak. Az egyenletes fúróterhelés hatékonyságát bizonyítja a hidraulikus súlyosbítóval, a kézi fúró-utánengedéssel elértnél nagyobb fúrási sebesség [122].

*Kokarov* [123] a legkisebb költségű, azaz optimális fúrási technológia eléréséhez szükséges fúróterhelés és fúrófordulatszám meghatározására alkalmatlannak tartja a csupán a kőzet mechanikai tulajdonságaira alapított módszereket. Szerinte ehhez a fúrási sebességnek, a fúrónkénti előhaladásnak a fúrási tényezőkkel való összefüggését üzemi kísérletekkel kell tisztázni.

A kis fordulatszámmal, de nagy fúróterheléssel, keményfém lencsés (kobra) fúrókkal végzett fúrás hatékonyságát és előnyeit (kisebb fúrószár-igénybevétel, kisebb fúrószár-, öblítőfej- és forgatóasztal-kopás) elemzi [124].

A fúrás hidraulikájára vonatkozó publikációk közül a szovjet szerzők tanulmányai a fúró fúvókáiból kilépő folyadéksugárnak — szemben a régebbi amerikai tanulmányokban leszórgozett azon állásponttal, hogy a jet-sugár szerepe kizárólag furadéksodrás —, kőzetbontó hatást tulajdonítanak, s a figyelmet elsősorban a fúvókából kilépő folyadéksugár kőzetbontó hatásának vizsgálatára fordítják. Így *Kozodoj* és *Voszenko* [125] kísérleteik alapján a 200 m/s sugársebességet mind a kőzetbontás, mind a furadéksodrás szempontjából a legkedvezőbbnek ítélik. *Horjusin* [126] számítások és kis átmérőjű ( $4\frac{3}{4}$ —6") fúrók tényleges üzemi adatai alapján vizsgálta a lyuktalpi öblítés hatásosságát, mégpedig az öblítés mennyiségének, a fúvókák elhelyezésének s a talppal bezárt szögének függvényében. Szerinte az olyan fúró-öblítő rendszer a leghatékonyabb, amelynek fúvókái a sugarakat a fúrólyuktalpi síkjára érintőlegesen irányítják, mert ily módon a folyadéksugarak még viszonylag kis sugársebességekkel is kőzetromboló hatást fejtenek ki.

A fúrási hidraulika, azaz a fúvóka-hengerbetét program *Gilicz B.* által lyuktalpi impulzusmaximumra kidolgozott nomogramjait közli, s a lyuktalpi impulzusmaximumra való törekvés helyességét háromdimenziós nomogrammal indokolja [127]. A fúvóka-

-hengerbetét program kidolgozására számítógépes eljárást mutat be *Biedrzycki* és *Ciolczyk* [128]. *Bourgoyne* és *McKee* [129] által számítógéppel grafikusán is bemutatott hidraulikus programmal 48 tengeri fúrás átlagában 20%-os fúrási sebességnövekedést és 20%-kal kisebb fúrófelhasználást értek el.

*Wilson* [130] a fúrási művelet hidraulikus feladatát átfogóan úgy fogalmazza meg, hogy kellő hidraulikus energiát kell biztosítani egyrészt a furadékszemek lyuktalpról való elsodrásához, másrészt a furadékszemek felszínre szállításához; mindezt a tárolóretegek pórusnyomását éppen egyensúlyozó fajsúlyú és minimális áramlási ellenállású öblítőfolyadékkal. A furadékkiszállító képesség az öblítőfolyadék reológiai paramétereitől, fajsúlyától, s a felfelé áramlási sebességtől függ. Minden egyes fúrási sebességhez és öblítési fajsúlyhoz, valamint mélységhez meg kell határozni a felfelé áramlási sebesség minimumát. Ezeknek a feladatoknak megkönnyítésére, ill. optimalizálására *Wilson* diagramokat közöl.

Az optimális fúrási technika *Hafez* [131] szerint az ismert fúrási technológiának olyan alkalmazása, amely a fúrási sebességet befolyásoló s változtatható fúrási tényezőket úgy társítja, hogy ezáltal a fúrási költség csökkenjen. A fúrási tényezők ily értelmű variálását *Hafez* egy tengeri kőolajtelep feltárási programjának alakulásán, ill. annak értékelésén mutatja be, ahol a függőleges fúrásoknál 70%-os, az irányított ferdefúrásoknál 25—30%-os átlagos fúrási sebességnövekedést és jelentős költségcsökkentést értek el.

A minimális költségű fúrásokról szóló összefoglalásban *Cole* [132] megállapítja, hogy ennek a 10 év előtt kezdődött programnak sok variánsa ismeretes, de a program továbbra is a fejlődés stádiumában van, csak most kezdik ezeket a programokat, illetve rendszereket szélesebb körben alkalmazni. Célszerű a fúróterhelés-fúrófordulatszám-fúróélettartam több variánsát számítógépes programmal kidolgozni, mert ez bizonyos rugalmasságot ad a végrehajtásban. A program ellenőrzésére és végrehajtására célszerű továbbá időosztásos számítógépet igénybe venni a fúróberendezéshez telepített távközlési állomással. A minimális költségre vonatkozó fúrási programok egyike-másika talán túlságosan komplex a jelenlegi körülményekhez képest, amikor a tényezők összefüggéseit nagyrészt empirikus alapon határozzák meg. Minél egyszerűbb programból célszerű ezért kiindulni, s csak ennek tapasztalatain okulva ajánlatos továbbhaladni a több tényezőt felölelő, komplikáltabb program felé.

A kialakult, ismert minimális költségű fúrási programok lényegét ismerteti a számítógép szerepéről a fúrástechnikában tárgyú tanulmányában *Kuhn de Chizelle* is. [133]

Az Analyst-programmal 4 fúrásban elért, átlagosan 30%-os költségmegtakarításról számol be [134]. Ez a rendszer a digitalizált fúrási paramétereket (mélység, horogterhelés, fúrófordulatszám, szivattyúzási nyomás, szivattyúlökettség és idő) számítógép-központba továbbítja, ahol a számítógép összeveti az adatokat a program szerint szükséges adatokkal, azaz rétegjellemzőkkel, és visszajelenti az esetleges korrekciót, illetve jelzi a fúrócsere szükségességét.

Fúrási üzemi statisztikai információk alapján lehetséges optimális fúrásiparaméter-társításról szól [135].



Többszörös regressziós módszerrel, meglevő fúrási adatok alapján, maximális fúrási sebességre kidolgozott optimalizációt mutat be [136].

A turbófúrás optimális rendszerének két számítási módszerét mutatja be [137] azzal a megjegyzéssel, hogy ha a fúrás során lengések jelentkeznek, a maximális fúróterhelésből kiindulva a számítást újból kell végezni.

A lassú járatú, háromszekciós fúróturbinákkal elért költségmegtakarításról számol be két cikkben [138], [139] *Rudavszkij* és *Dzsalaeva*. Ugyancsak lassú járatú fúróturbinával és gyémántfúróval a Delaware-medencebeli nagymélységű fúrásokban, a 4000 m alatti szakaszban elért kiváló eredményről (131 óra alatt 390 m előhaladás) közöl adatokat [140] azzal a megjegyzéssel, hogy gyémánt-turbófúrással jelentősen olcsóbbá tehető a ny.-texasi egyelőre igen költséges kutató- és feltárófúrások, amint hogy ilyen szerepe volt és van a gyémánt-turbófúrásnak az európai, északi-tengeri fúrási műveletekben is.

### 1.3.3 Öblítés, öblítőiszap

*Mirzadzsanade* és *Titkov* [141] a fúrási hidraulika általános kérdésének taglalása során hangsúlyozzák, hogy a hidrodinamika mind nagyobb szerepet játszik a fúrási folyamatok aktív befolyásolásában és nehézségei értékelésében. A fúrási folyamatokat dinamizmusukban és a lyuktalpi körülmények közt kell értelmezni. Ez a szegényes lyuktalpi adatgyűjtés, ill. a fúrási paramétereknek az in situ viszonyokkal közel sem egyenértékű mérési módszerei miatt csak igen nagy pontatlansággal lehetséges, viszont a lyukszájon nyerhető információs adatok statisztikai értékelésével meglepően pontos hidrodinamikai adatok nyerhetők és következtetések vonhatók le. A hidrodinamikai hatásokról szólva kiemelik a korai turbulenciakeltés, ill. reológiai tényezők szabályozásának fontosságát, s azt, hogy mily nagy szerepük van a polimereknek. A reológiai tényezők mérésére viszont lényegesen pontosabb, egységesen elfogadott reometrius műszereket sürgetnek.

A nagyobb fúrási sebességet segítő paramétereket tényleges fúrási adatok felhasználásával értékeli *Macieszki* [142], s igyekszik az ilyen tárgyú régebbi laboratóriumi kísérleteken nyugvó tanulmányok érvényességét ellenőrizni. Kiemeli a kisebb fajsúllyal, kisebb viszkozitással és nagyobb vízleadással járó nagyobb fúrási sebességet.

Továbbra is nagy erőfeszítéseket tettek az öblítőiszap gyűrűs térben való felfelé áramlásának tisztázására. *Walker* és *Al-Rawi* [143] négyféle bentonitsuszpenzióval végzett modellkísérlet-sorozattal igyekeztek tisztázni a csigavonalú felfelé áramlás viszonyait (sebességi és viszkozitáspprofil, áramlási eljárás, furadékkiszállítás) a gyűrűs térben. Vizsgálataik szerint rint a *Coleman* és *Noll*, valamint *Frederickson* által a gyűrűs tér áramlási ellenállásának számítására javasolt módszerek helytállóak. A továbbiakban rávilágítottak arra, hogy milyen feltételek közt keletkeztek és milyen viszonyok közt törhető meg a tixotrop bentonitsuszpenzióból a fúrólyuk kiöblösödött szakaszaiban gélesedett iszaptömegek.

A gyűrűs térben kocsonyásodott öblítőiszap áramlásának megindítási, azaz az áramlásának helyreállítási feltételeit vizsgálja [144], s utal arra, hogy az áramlás kialakulása a gyűrűs tér excentricitásától függ, továbbá attól, hogy a folyadék tixotrop tulajdonságai miként változnak a lyukfal felé.

Egy 5500–6500 m közötti fúrólyukszakasz hidraulikai viszonyainak értékelése [145] szerint a fúrószár forgatásával a gyűrűs tér áramlási ellenállása 10%-kal csökken.

A gyűrűs térben fellépő hidrodinamikai hatások közül a lyuk lezárásakor fellépő hidraulikus ütés kinetikáját elemzi [146], a kiépítéskor és beépítéskor fellépő nyomáshullámzás impulzusjellegét hangsúlyozza és mérésre tesz javaslatot [147]; a hőmérséklet szerepét is figyelembe veszi [148].

A furadékszemek kiszállításának mechanizmusát kísérletileg értékeli *Zeidler* [149], megerősítve *Williams* és *Bruce* (Petr. Transactions Vol. 191. 1951. 111–120) szinte klasszikus kísérleti eredményeit. A lamináris áramlású öblítőfolyadék kiszállítási mechanizmusát *Zeidler* nehezen értelmezhetőnek tartja, azonban leszögezi, hogy a viszkozitás ténye nem szükségképp fokozza a kiszállítást. Mindenesetre a sebességelosztás — elsősorban a lyukfal mentén — vezet a probléma megértéséhez, amiben segít a modellkísérlet, ill. a vizuális megfigyelés.

A fúrási folyadékok reológiai viszonyainak mélyreható s igen sokat mondó jellemzésében *Walker* hangsúlyozza, hogy a furadéksodrás és -kiszállítás kulcskérdése a *Bingham*-féle folyási határ és a plasztikus viszkozitás aránya [150]. Elméleti számításait összegezve a gyűrűs térben áramló öblítésről, forgó fúrószárat feltételezve, megállapítja, hogy minél távolabb áll a newtoni folyadéktól az öblítőiszap — azaz általánosabban szólva a fúrási folyadék —, annál nagyobb a  $\partial_0/\eta'$  viszony, s annál tökéletesebb az adott nyomáson a furadékelvtávolítás a fúrólyukból; a nagy  $\partial_0/\eta'$  viszonyú fúrási folyadékkal kis felfelé áramlási sebességgel (0,3–0,6 m/s) és nyomáscsökkentéssel jobb furadékelvtávolítást, azaz lyuktisztítást lehet elérni; a nyomáscsökkentés, a furadékelvtávolítás jobb előrejelzése érdekében az öblítőfolyadék reológiai tényezőit sokkal kisebb nyírési sebességen célszerű mérni, mint amekkorán a  $\partial_0/\eta'$  viszonyt számolni szokták; ezen a kisebb nyírési sebességen viszont a hatványmodell jobban jellemzi az öblítőiszapot, mint a *Bingham*-féle áramlási modell.

Úgyszintén a hatványkitevős áramlási modell mellett tör lándzsát *Kotb* is [151], amikor a pseudoplasztikus fúrási folyadékoknak a gyűrűs térben való áramlására számítógépes programot ad, sőt azt összeveti más számítási módszerekkel.

A fúrási hidraulika idézett tanulmányai messze menően a kisebb fajsúlyú, kisebb viszkozitású és kis szilárdanyag-tartalmú iszapfajtákat helyezik előtérbe, amire utalnak az öblítésfajtákra vonatkozó publikációk is.

Az API fúrási öblítőiszap-bizottsága a nagyobb fúrási sebesség, a kisebb fúrási költség érdekében az öblítőiszap-kémia kutatásának fokozását sürgeti [152]. A bizottság véleménye szerint a fejlődés egyrészt a kisebb fajsúlyú, másrészt a polimeradalékos és olajközegű iszapok felé vezet, s ezeket a 70-es évek iszapfajtáinak nevezi. Megerősíti ezt a véleményt

Gray [153] elemzése az öblítőiszapokhoz felhasznált adalékok, vegyszerek alkalmazásáról. Az adalékanyag-költségek egyharmada ugyan még mindig baritköltség, mert bár ezt a költségtényezőt a nagyobb fúrási sebességre törekvés, a kiegyensúlyozott fúrási technológia terjedése mérsékelné, de a nagyobb mélységű fúrások nagyobb baritigénye ezt ellensúlyozza. A nagyobb fúrási sebességek érdekében terjed a biopolimerek és akrilfélék alkalmazása, viszont mérséklődik a viszkozitáscsökkentők. Az iszapfésések ilyen irányú fejlődésére utal a nyugat-texasi Perm-medencében mélyített nagymélységű, nagynyomású rétegeket határoló fúrások öblítéstechnikai értékelése is [154]. 3—4 évvel ezelőtt ezekhez a fúrásokhoz túlnyomóan (több mint 80 %-ban) krómlignoszulfonátos kezeléssel iszapot használtak, s a nem diszpergált polimer iszapok és az olajközegű öblítés alkalmazási aránya még csak 3—3% volt; ma a helyzet megfordult, amennyiben a krómlignoszulfátos iszapok alkalmazási aránya 10%-ra csökkent, viszont az esetek 70%-ában nem diszpergált polimer iszapokat, 15%-ban pedig olajközegű öblítést alkalmaznak.

Ennek a fejlődésnek megfelelően az öblítésfajták leírásai közt dominálnak a nem diszpergált polimeradalékos iszapfajtákról szólók. Így kis fajsúlyú, szelektív fokkulálás útján elért kis szilárdanyag-tartalmú öblítőiszappal elért nagy fúrási sebességről, kedvező fúrási hidraulikáról és kiöblösödésmentes lyukfalról számol be [155]. Ugyancsak vízközegű öblítések vegyes polimeroldattal (vinilszulfonáttal-nátriumvinilszulfonáttal) való 200 C° fölötti stabilizálásról ad számot Hille [156], illetve közli ennek üzemi alkalmazását sósvízközegű öblítőiszaphoz [157]. Gaszanov és szerzőtársai a polimeradalékokkal a fúrószárban 15—20%, a fúró fúvókáiban 25—30% áramlási ellenállás-csökkenést tapasztaltak [158].

A géledési hajlam csökkentésére szovjet szerzők krétauszpenziót javasolnak; a kréta hidrofob felülete ugyanis híg folyóssá teszi az iszapot [159], [160].

Az öblítőiszap kenőképeségének javítását —különösen ferdített fúrólyukakban —, Mondshine [161] minden számba jöhető adalékkal (szappanokkal, zsírsavakkal, kőolajsulfonátokkal, szilikonokkal, grafit-tal stb.) javasolja. [162] szerint 1,5—2,0% oxidált petrolátum nagy fajsúlyú öblítőiszappal a fúróélettartamot és a fúrási sebességet egyaránt 16%-kal növeli.

A felapritott azbesztadalékos öblítőiszappal Oklahomában, Líbiában elért fúrási sebességfokozásról és az iszapvesztés elkerüléséről szóló beszámoló [163] kiemeli az azbeszt viszkozitást csökkentő és furadék-kiszállítást fokozó hatását. Kedvező fagyálló tulajdonsága miatt ezt a típust javasolják az alaszakai North-Slope fúrásokhoz.

A montmorillonit átkristályosodása miatt beálló tárolóréteg-károsodás elkerülése érdekében Rudencu [164] nem javasolja vízközegű agyagiszapok használatát 2000 m-nél nagyobb mélységben. Különösen kiemeli az átkristályosodás veszélyét az anomálishan nagy hőmérsékletű fúrásokban [165].

Elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján világítja meg a géledés, ill. viszkozitáscsökkentés folyamatát [166].

A krómlignoszulfonátos iszapokból a nagy hőmérsékleten végbemenő krómvesztéssel magyarázza ennek az iszapfajtának korróziós hatását [167]\*.

A nagy kénhidrogén-tartalmú formációk átfúrásakor fellépő korrózióveszély leküzdésére rézadagolást javasol Perricone és Chesser [168]; a képződő réz-szulfid megvédi ugyanis a fúrási szerelvényeket a további korróziótól. Az öblítőiszap szerepét a fúrási szerelvények korróziójában üzemi adatok alapján s diagramokkal alátámasztva foglalja össze Garcia és Gratacos [169]; utalnak a védelem lehetőségeire is, amelyeket egymás mellett komplex módon célszerű alkalmazni.

Az iszapvizsgáló műszerek tökéletesítése természetesen az „in situ” mérési körülmények megközelítésére irányul. Így a Gubkin Egyetemen 200 C°-ig és 60 at nyomáshatárig mérő rotációs viszkozimétert szerkesztettek [170]; az Oklahomai Egyetemen [171] a fúrási folyadékok reológiai értékelésére nagy hőmérsékleten (180 C°-ig) és 28 at nyomáson dolgozó reométert dolgoztak ki, mégpedig olyat, amelyik az alsó lamináristól a turbulens áramlási tartományig terjedő mérések végrehajtására alkalmas. Sinha [172]\* az invert emulziós iszap értékeléséhez a fúrólyuknál szükséges mérések végrehajtását írja le. Mind a reológiai tulajdonságokat és a vízleadást, mind pedig az olajközegű iszap elektromos stabilitását jelentősen befolyásolja a hőmérséklet, továbbá a rendszer olaj-víz aránya, amire az üzemi mérések során tekintettel kell lenni. Ugyancsak Sinha írja le [173]\* a fúrási folyadékok ekvivalens viszkozitásának meghatározását nagy nyomáson és magas hőmérsékleten Fann-konzisztométer segítségével. A felesleges szilárd anyag kiválasztásához szükséges eszközök alkalmazására, szerkesztéséhez ad szempontokat egy 0,6—400 mikron mérési határu szemmagyság-meghatározó műszer [174]. Adamo és Algawi [175] az iszaplepleny permeabilitását iszappréss mérési adatokból vezeti le.

A lyukfalstabilitás kérdése az átlagos lyukmélység növekedésével, ill. a nagymélységű fúrások terjedésével változatlanul az érdeklődés középpontjában áll. Számos tanulmány taglalja a lyukfal megbomlásának mechanizmusát. A fúrólyukfal stabilitásának geomechanikai szempontjait irodalmi áttekintés alapján foglalja össze Manolescu [176]. A fúrólyukfal bomlását ismétlődő hidrodinamikai és hőmérsékleti hatásokkal magyarázza és a kritikus fúrószerszámcsere-számot igyekszik tisztázni [177]. Ugyancsak az időtényezőt és a nyitott lyukszakasz hosszát elemzi [178]. A lyukfal statikai szilárdságát a differenciális nyomással hozza összefüggésbe, s így az iszapfajsúly növelésének szükségességére utal [179], ami ellentétben van a kiegyensúlyozott fúrás világszerte terjedő s mind elfogadottabb elvével.

Chenevert [180]\* olajközegű, pontosabban invert emulziós iszapot ajánl a márga lyukfal stabilitásának megőrzésére, azonban az iszap és a márga sótartalmának kiegyensúlyozásával.

A lyukfal állékonysága szempontjából, de az öblítőiszap paramétereinek alakulása szempontjából is fontos tényezőről, az öblítési hőmérséklet változásáról lyuktalpi mérések alapján empirikus képletet közöl Poljakov [181]; Csernjak [182] pedig a hőmérséklet változásának szerepét elemzi a teljes fúrási folyamatban, s az egyes műveletfázisokra érvényes közelítő számítási módszereket ad. A groznyi 4000—5000 m mélységű fúrások adatait feldolgozva, hőmérséklet-

gradienseket közül a fúrás és kútkiképzés fázisaira [183].

A gyűrűs térben áramló öblítőfolyadék hőmérséklet-görbét az *Edwardson*-féle modell alapján mutatja be [184], s *Csarnij* számítási módszerét veti össze *Edwardson*-éval [185], s végeredményben nomogramokat közöl a geotermikus gradiens meghatározására.

Az öblítőiszap-vesztés leküzdésének módszerei közt a Pápua-öbölben [186], továbbá a kujbisevi területen [187] sikeresen alkalmazták az „úszó iszap-sapka” módszerét. Ennek lényege az, hogy az elnyeléses szakaszban vízöblítéssel — „vakfúrás” módján — fúrnak, egyidejűleg azonban a teljes vízöblítésen „úszik” a gyűrűs térbe időszakosan pótolta viszonylag nagy gélerősségű öblítőiszap.

Az iszapvesztések elzárására, kiküszöbölésének, illetve a veszteséges zóna cementezéssel való elzárásának megkönnyítésére, sikeresen alkalmaztak polimer (poliakrilamid) adalékos bentonitkeveréket [188].

Az öblítésvesztés helyének meghatározására komplex módszert: akusztikus szelvényezést és áramlási mennyiségmérést javasol [189]. A veszteségre vonatkozó információk (szelvények, hidrodinamikai megfigyelések) komplex értékelése a teljes veszteséget okozó repedések, csatornák átteresztőképességének meghatározásához vezet [190]. Az iszapvesztés okainak elemzéséhez feltöltéses, tehát szintén hidrodinamikai megfigyeléseken alapuló módszert javasol [191].

A légöblítéses fúrás jelenlegi technológiájának állását nemcsak összefoglalja *Dreyer* [192], hanem számos nagymélységű, részben légöblítéssel mélyített fúrás leírását, szelvényét is közli. Utal a légnemű öblítés előnyeire különleges fúrési feladatok (nagy átmérőjű fúrások, laza kőzetek átfúrása, vízre érzékeny rétegek átfúrása, teljes öblítőfolyadék-vesztéget okozó rétegek átfúrása) megoldásában.

Gyakorlati légöblítéses fúrási esetek leírása közt említésre méltó a Lvov környéki fúrásokban a gáz-tároló rétegek légnemű öblítéses módszerrel való átfúrásának technológiai leírása [193]; az oklahomai Arkoma-medencében légöblítéssel lefűrt kutak kitűnő teljesítményeit ismerteti [194]. Ezekhez a fúrásokhoz zárt csapágyazású, keményfém fogazású görgős fúrókat és a fúrési sebesség további fokozására talpi légkalapácsot is alkalmaztak. A légnemű öblítés megkezdése előtt a fúrólyukat feltöltő öblítőfolyadék legkedvezőbb eltávolításához ad szempontokat [195].

### 1.3.4 Kiegyensúlyozott fúrás, fúrólyukszerkezet, nagymélységű fúrás

A rétegnyomást éppen kiegyensúlyozó fúrás elve már a fúrólyukszerkezet tervezésének, a nagymélységű fúrások gazdaságos mélyítésének alapja. Feltétele viszont ennek a pórusnyomás, elsősorban az anomális nyomások előrejelzése a mélység függvényében. Így foglalja össze [196] a kiegyensúlyozott fúrásnak, mint a legkisebb kockázatú fúrástechnológiának lényegét.

A pórusnyomás előrejelzése szempontjából alapvető *Fertl* és *Timko* kétrészes összefoglaló tanulmánya, amelynek első részében a nagynyomású rétegek kialakulására vonatkozó ismereteket 41 irodalmi hivatkozás tükrében foglalják össze [197].

Az anomálishan nagy pórusnyomás kialakulásának (konszolidáció, agyagásványok átalakulása, ozmotikus hatások, geotermikus hatások) megértésével az előrejelzés útján ugyanis a gyorsabb, olcsóbb, s valóban korszerű fúrási technológiához vezet az út; elmaradnak a fúrási üzemzavarok, s ezek közt is a legköltségesebb, a kitörés. Az összefoglalás második részében [198] az anomális rétegek detektálási módszereit ismerteti, ugyancsak bőszeges irodalmi áttekintés alapján. A módszerek közül előrejelzést csak a szeizmikus mérések értékelése ad [199], a többi nagyrészt csak a fúrással párhuzamos jelzést nyújt, vagy csak a lefűrt szakasz szelvényezése után tudósít az anomális rétegnyomásról. *Fertl* és *Timko* ezért hangsúlyozzák, hogy a legjobb mérnöki megközelítés az összes módszerek folytonos és párhuzamos alkalmazása, ill. értékelése.

*Lewis* és *Rose* [200]\* a túlnyomásos rétegek és a hőmérséklet közötti összefüggést elemzik, s arra a megállapításra jutnak, hogy a nem tömörödött, túlnyomásos rétegek nagy fluidumtartalma akadályozza a hőáramot.

*Overton* [201] a márgafeszültség változásának porozitásszelvényen jelentkező érzékeny jelzését emeli ki. Az anomálishan nagy pórusnyomással kisebb szalinitás jár, illetve tömörödött márgák szomszédságában a homokok szalinitása nagyobb. Ily módon a szalinitás drasztikus változása élesen utal a nagynyomású réteggöszletekre. A márga furadékszemek ellenállásméréseiből a mélység függvényében szerkesztett szelvény a szalinitás változásának elve alapján alkalmas a nagynyomású réteggöszletek fúrással párhuzamos jelzésére [202].

Az anomális pórusnyomás kialakulására és szelvényezésére vonatkozó további 3 jelentős tanulmány készült még 1970-ben, ezeket azonban csak a texasi Austinban az V. Fúrési és Kőzetmechanikai Konferencián, 1971. jan. 5—6-án adták elő, illetve publikálták a konferencia előnyomatkötetében (Fifth Conference Drilling and Rock Mechanics, SPE of AIME Dallas 1971. SPE 3221, 3222, 3223).

A pórusnyomás-gradiens előrejelzése és az ezt szorosan követő öblítőiszap-gradiens, továbbá a pórusnyomás-gradiensből számított rétegrepszési nyomásgradiens képezik az alapját a biztonságos fúrólyukszerkezet-tervezésnek. A pórusnyomás és az öblítési fajsúly összefüggésére, valamint az anomális hőmérséklet-gradiensekre diagramokat közöl *Phillips* és *Sykes* a 30 000 lábat elérő fúrások lehetőségét taglaló tanulmánya [203]; az említett három nyomásgradiensre alapított fúrólyukszerkezet tervezésére *Eaton* mutat be példát [204].

A nagymélységű fúrási technológiában a kiegyensúlyozott fúrás aktualitására utalnak az USA-ban évenként rendszeressé vált nagymélységű fúrési konferenciák, továbbá az API tavaszi tanácskozásán előadott nagymélységű fúrési és kútkiképzési tanulmányok.

A kiegyensúlyozott fúrási technológia továbbra is a fő tényezője a nagymélységű és ultra nagymélységű (6000 m-nél, azaz pontosabban 20 000 lábnaál mélyebb) fúrások gazdaságosságának. Ez a konklúziója a texasi Gomez-mező fúrási gyakorlatát leíró tanulmánynak [205], amely az ezen a területen lefűrt 50 ultra nagymélységű fúrással, a világ ez idő szerint legkoncent-

ráltabb ilyen tevékenységére vonatkozik. Ilyen alapon sikerült az eredetileg több mint egy éves fúrási időt 150 nap alá csökkenteni. Gondos tervezéssel és a rétegyomások előrejelzésére alapított fúrastechnológiával érték el, hogy 28, átlagosan 6550 m mélységű gázkutak kutanként 1,35 millió \$ költséggel sikerült befejezni [206]. *Berry* [207] egy 131 nap alatt 1 1/4 millió \$ költséggel mélyített 6130 m-es fúrás technológiájának részleteit írja le, s közli ennek a fúrásnak időgörbéjét.

A legnagyobb mélységű fúrások lehetőségét, s ezen belül a várható nyomások és a hőmérséklet kihatásait elemzi *Phillips* és *Sykes* már idézett összefoglalása [208]. Ebben elsősorban kiemelik az alternatív tervezés fontosságát. Szerintük az öblítés problémája, az utóbbi évek fúrólyuk-stabilitására vonatkozó erőfeszítései, a nem diszpergált polimer iszapfajták, az invert emulziós iszapok útján meg van oldva. A szelvényezés magas hőmérsékletből adódó problémái pedig közvetlen a megoldás előtt állnak. A fúrési csőacélok hőmérséklettel csökkenő szilárdságáról, ami 250 °C-on felül jelentős mértékű, a tanulmány konkrét diagramot közöl.

Az ultra nagymélységű fúrások beléscsőproblémáját, a tervezés, azaz a méretezés elgondolásait *Odum* [209] mérlegeli. Utal a biztonsági tényezők helyes megítélésének fontosságára, továbbá arra, hogy a tervezési szempontokat esetről esetre kell értékelni, s nem szabad merev méretezési feltételezésekhez, biztonsági tényezőkhöz ragaszkodni. A tanulmány kitér a beakasztott beléscsőszlopokra, annak felszínig való kitoldásának kérdésére is. — [210] a nagymélységű fúrásokból kiépített beléscsövek metallográfiai vizsgálatából kiindulva megállapítja, hogy a csövek beépítése során 900—1050 °C hőmérséklet keletkezik, ami szilárdságcsökkenéssel, repedésekkel jár.

A beakasztott beléscsőszlophoz való termelőcsőtoldást a kút élete során fellépő hőmérséklet-változások okozta hosszváltozás kiegyenlítésével és a biztonságos kútelfojtás lehetőségével megoldó „tömítő-csúszó közdarab” (ún. tubing-receptacle) 32 alkalommal való sikeres alkalmazásáról számol be *Lindsey* [211].

A nagymélységű fúrások technológiájának fontosságára utal a Szovjetunióban megjelent két s Romániában megjelent egy további mélyfúrési monográfia.

A Szovjetunióban megjelent egyik ilyen mű [212] az ukrainai mélyfúrások adatait dolgozza fel, s utal a Kárpátok övében jelentkező rendkívül kemény, abrazív kőzetekre s az extrém hőmérsékletekre. Ezekkel a problémákkal kapcsolatban elsősorban a kőzetfúrhatóság, a fúrókiválasztás (gyémántfúrési tapasztalatok), az öblítés és cementezés hőtűrési szempontjai állnak a tárgyalás középpontjában. *Amirov* [213] könyve elsősorban a nagymélységű kutak kiképzéséről, a biztonságos kútfeszterelvényről, a nagymélységű kutak termelőcsőszlopainak tervezési szempontjairól szól, illetve ezek a fejezetek fúrastechnikai vonatkozásúak.

A román *Constantinescu* széles irodalmi alapra felépített és a nagymélységű fúrési technológiát ismertető könyve [214] a nagynyomású és magas hőmérsékletű rétegek kialakulásának elemzéséből, illetve tényleges fúrásokból, kutakból származó mért adatok értékeléséből indul ki. Annak ellenére azonban, hogy a könyv az 1966—67. évi ide vonatkozó irodalmat is

feldolgozza, mégsem tér ki a mélyfúrési technológia legfontosabb szempontjára: a kiegyensúlyozott fúrásra, és nem figyel fel a kitérés leküzdésének, helyesebben a fenyegető kitérés leküzdésének ellennyomás-szabályozásos módszerére.

A nyugat-texasi és oklahomai 6000 m-nél mélyebb gáztelepek feltárásával az ultra nagymélységű, sőt a szuper nagymélységű, tehát a 8000 m-nél mélyebb, s így világrekordszámba menő fúrások problémája került ismét előtérbe.

Mind műszakilag, mind gazdaságilag a fúrési mérnöki tudomány próbatételeként aposztrofálja *Muscovally* [215] a szuper nagymélységű fúrásokat — a lehetőségek elemzése után — azzal a végkövetkeztetéssel, hogy az utolsó év fúrastechnikai kutatási eredményei (új fúrófajták, új öblítésfajták, a kiegyensúlyozott fúrás stb.) alapján, megvannak a feltételei a 8500 m-t meghaladó fúrásoknak.

Két ilyen 8000 m-nél mélyebbre tervezett s 1970-ben elkezdett fúrásról szóló cikksorozat [216] első része szerint is alapvető felszerelés és technológia rendelkezésre áll ennek a két fúrásnak mélyítésére. A második rész a két fúrólyuk fúrására kiválasztott fúróberendezés részleteit írja le. A harmadik és negyedik rész, amelyek azonban már 1971-ben jelentek meg, a 8500 m-re tervezett *Baden-1*, illetve a 8200 m-re tervezett, Delaware-medencében mélyítendő fúrás tervet elemzi. Az 550 fúrási napra tervezett *Baden-1* részleteit elemzi [217] is.

A fúroturbina ultra nagymélységű fúrásokban való alkalmazásának lehetőségeit mérlegeli [218]. 6000 m-nél nagyobb mélységben hidraulikus talpi fúrómotorral végzett hatékony kis átmérőjű fúrásról ír *Riordan* [219].

Latin-Amerika legmélyebb (5331 m-es) fúrását írja le *Aguirre* [220], a Közép-Kelet legmélyebb fúrásáról (5831 m) pedig [221] számol be. Ausztriáról, mint az európai nagymélységű fúrások egyik gyűjtőpontjáról ír, s egy 6000 m-es fúrás költségelemzését közli [222]. Az európai mélységrekordot jelentő, s 7000 m-t túlhaladó *Parchim-1* fúrásról sajnos nincs publikált adat.

### 1.3.5 Kitérésvédelem, fúrás nyomásellenőrzéssel

A fenyegető kitérés korai jelzése egyszerű ellennyomások egyensúly-helyreállításához, sőt ennek automatikus megoldásával az egyensúlyt biztosító fajsúlyú öblítés nélkül is állandó talpnyomást jelentő, tehát további fluidumbeáramlást megakadályozó nyomás alatti fúrássá tökéletesedett. Ily módon a kitérésvédelem s a kiegyensúlyozott fúrás, amely gyakran kiegyensúlyozatlanná válik, együvé tartozó problémák.

A kitérésvédelem ellennyomás-szabályozással megoldott egyensúly-helyreállítási módszerének terjedését számos összefoglaló tanulmány megjelenése bizonyítja. Ezek között *Rehm* [223]\* 12 részben megjelent munkájából 9 közlemény még 1969-ben jelent meg s csak 3 esik 1970-re. Ez legátfogóbban ismerteti az egyensúly-helyreállítási módszereket, a pontosan számított ellennyomásprogramot, s grafikusán kidolgozott ellennyomáshullámot stb., de végeredményben az állandó fúrócsőnyomással, állandó szivattyúzási ütemmel megoldott szabályozási rendszer mellett

tör lándzsát. Az ehhez szükséges eszközök ismertetése azonban csak a kézi vezérlésű ellennyomás-szabályozású rendszerre tér ki. Ezzel szemben a „Ma fúrása” című, már többször idézett francia fúrás technikai összefoglalóban — egy kettős kitörésvédelmi tanulmány második részében — *Laignel* [224] már a félautomatikus ellennyomás-szabályozási rendszert ismerteti, s hangsúlyozza, hogy bár ez a rendszer az *O'Brien—Goins* által még 1961-ben ajánlott állandó fúrócsőnyomásos szabályozás elvén alapszik, de továbbfejlesztés, mert a szivattyúzási ütem változása ellenére is állandó talpnyomást biztosít a készülék. Ennek az állandó talpnyomásos rendszernek elméleti alapjait foglalja össze *Jones* [225]; tanulmányából kitűnik, hogy a szabályozott talpnyomás a korszerű fúrás technológia alapja, s egy ilyen félautomatikus ellennyomás-szabályozó birtokában szabályozott nyomású fúrásról, mint általános technológiáról lehet beszélni. A félautomatikus ellennyomás-szabályozó rendszerhez kialakított keményfém szelep kopásállóságáról (660 at nyomásesésén az áramló iszap 18 nap alatt nem okozott mérhető kopást) tudósít [226]. Az említett francia tanulmány első részében [227] viszont *Guirandet* az egyensúly-helyreállítási rendszerek lehetőségét taglalja, s szintén az állandó fúrócsőnyomással való szabályozás helyességét bizonyítja, mivel a beáramló gáz vagy gázos folyadék keveredését a gyűrűs térben az iszappal nem lehet számítással követni.

*Records* [228] a korszerű kitörésvédelem szempontjait 5 pontban foglalja össze: a) a kitörésvédelmet, azaz az öblítőkör egyensúlyának megőrzését, illetve a megbomlott egyensúly biztonságos helyreállítását szem előtt tartó fúrólyukszerkezet tervezése; b) az egyensúly megbomlásának érzékeny detektálása; c) ellennyomás-szabályozó rendszerrel, kibővített kitörésgátló-szerelvénnyel; d) az egyensúly-helyreállítási rendszerek uralása; e) megfelelő kitörésgátló és felszíni iszapkezelő rendszer. *Records* az egyensúly-helyreállításhoz számítógépes program alapján kiszámított ellennyomáshullámmal, s nem állandó fúrócsőnyomásos vezérléssel megoldott műveletet javasol; említést tesz a fúrólyuk-kitörésgátlóról, amelyet alkalmas eszközök tart a nagy nyomású rétegek helyének kis fajsúlyú, tehát kiegyensúlyozatlan fúrással való detektálására, illetve az így szándékkal megbontott öblítőkör-egyensúly gyors és veszélymentes helyreállítására, a megnyitott nagy nyomású réteg fölött.

A tárolórétegből való váratlan fluidumbeáramlás gyors megakadályozására kidolgozott, s éppen fentebb említett fúrólyuk-kitörésgátló (hidraulikusan felfújható packer egy súlyosbító-közdarabon) előnyeit, elsősorban a további beáramlástól védett, nyugodt egyensúly-helyreállítási művelet lehetőségét emeli ki *Cain* [229].

A kiegyensúlyozatlan fúrési rendszert javasolja a nagy nyomású, de rossz áteresztőképességű rétegre gyors átfúrására [230], amelynek során az öblítőkörbe belépő gáz megengedhető mennyiségét 28 000 m<sup>3</sup>/nap értékben jelöli meg.

Az úszó fúróberendezések kitörésgátló-szerelvényéhez 3 m vertikális elmozdulási lehetőséget biztosító csatlakozást ismertet [231]. A tengeri olaj- és gázkutak kitörésének leküzdésére újszerű módszert ír le [232], amely abból áll, hogy a termelőcsőoszlopon

víz alatti csatlakozást létesítve, e fölött egy bilincsel összeszorítják a csövet.

*Razumov* és *Panov* [233] egy vad kitöréses fúrásnak a szomszédos kútból vagy mentesítő fúrásból rétegrepesztés útján lehetséges elfojtását vizsgálják.

*Petrovic* és *Gradesic* [234] egy konkrét példán mutatják be az egyensúly-helyreállításhoz biztosítandó ellennyomáshullám meghatározásának grafikus módszerét.

A jugoszláviai *Becej* város határában keletkezett vad széndioxidgáz-kitörés elfojtásának biztonságtechnikai értékelése *Marojevic* [235] igen gondos eseteleírásának célja. Ezt a kitörést elsősorban a közeli lakosság veszélyeztetése tette súlyossá. A községtől csak 200 m-re telepített, s a község szintjétől 5—7 m-rel lejjebb fekvő fúrásból kiáramló 0,25—1 millió m<sup>3</sup>/nap széndioxidgázt el kellett terelni a községtől.

Az egyensúly-helyreállításnak, azaz a szabályozott talpnyomású fúrásnak biztonságtechnikai szempontjait értékeli [236], s ennek során kiemeli a nagy nyomású rétegek előrejelzésének, a fenyegető kitörés korai detektálásának szükségességét. Az utóbbi igényt kielégítő olyan műszert ír le, illetve annak érzékenységét elemzi *Griffin* [237], amely műszer nemcsak az öblítőkör egyensúlyának megbomlását jelzi, hanem a fúrési szünetekben a fúrószerszám be- és kiépítése közben is jelzi a beáramlást vagy öblítőfolyadék-vesztéséget.

### 1.3.6 Béléscsővezés, cementezés

A nagyobb mélységű fúrásokban gyakoribb anomális rétegnyomásokkal, a nyomásinverzió jelenségének felismerésével és nem utolsósorban gazdasági megfontolásokkal indokolja *Prentice* [238]\* a „maximális terhelésre” való béléscső-méretezés elvét. Az eddig elfogadott terhelési feltételezésekkel, biztonsági tényezőkkel és azzal a méretezési elvvel szemben, hogy a húzóterhelés és a külső összenyomás együttes figyelembevételével, tehát az ezekből képzett kéttengelyű feszültséggel számolva, az egyenszilárdság elvén választották ki egy-egy fúrólyukszakasz béléscsőfajtáját, s ezt a béléscsővet ellenőrizték a várható belső nyomásra. A „maximális terhelésre” méretezés egyik alapelve az, hogy különbséget kell tenni a különféle célú és jellegű (vezető, felszíni, technikai, biztonsági, termelési, beakasztott) béléscsőoszlopok közt; a másik alapvető különbség a méretezés szempontjából az, hogy a belső felrepszto nyomásból indul ki a „maximális terhelésre” méretezés, s ennek alapján választja ki egy-egy szakasz béléscsővét; ezt követően a külső összeroppantó szilárdság szempontjából felülvizsgálva a csövet, ha kell nagyobb szilárdságú csőre korrigálja a választást. Ha a belső nyomás és a külső nyomás szempontjából meghatározták a cső falvastagságát, anyagát, menetes csatlakozását és szakaszhosszát, akkor ezt a csőfajtát tengelyirányú húzásra kell ellenőrizni, s ennek alapján esetleg nagyobb falvastagságot választani, illetve kiválasztani a megfelelő menetes kapcsolatot. Az utolsó lépés a kéttengelyű feszültségi állapot miatt szükséges esetleges további korrekció.

A belső nyomás alapján kiindulásként kiválasztott legkisebb falvastagságú és legalacsonyabb anyag-

fokozatú cső, és ennek korrigálása azaz felértékelése a többi igénybevétel megkívánta nagyobb falvastagságúvá és magasabb anyagfokozatúvá, kétségtelenül a maximális terhelési feltételeknek megfelelő, a lehető legkisebb költségű bélésoszlop.

Pol a bélésoszlop-méretezés biztonsági tényezőinek felülvizsgálata során [239] azok jelentős csökkentését tartja indokoltnak.

Szovjet szerzők [240] felvetik a lyukferdülésből, kihajlásból adódó hajlító igénybevétel figyelembevételét a méretezéshez, mivel ezek — különösen a ferde, illetve ferdített fúrólyukakban — az önsúly okozta feszültséggel és nyomó igénybevétellel együttesen veszélyes terhelést képeznek. A központosítók közti kihajlás és a húzó igénybevétel hatására közöl összefüggéseket *Sutko* [241].

Az egyoldalú igénybevétel okozta bélésoszlop-sérülések súlyos esetét (37 kút elvesztése és további 31 bélésoszlop-sérülés 671 kút közül, plasztikussá vált sőtömzs folyása miatt) közli, s a védekezés (0,8 kőzetnyomásnak megfelelő horpadási szilárdság és jó cementezés), sőt a javítás módját is leírja *Clegg* [242]. 35 Szovjetunióban előfordult sőtömzs deformációjából adódó bélésoszlop-sérülést elemez, s a nyomások számítására nomogramokat közöl [243].

Az egyoldalú bélésoszlop-igénybevétel előrejelzésére *Overton* [244] a porozitás-ellenállás görbét javasolja: a közetfeszültség, a pórnyomás, a szalinitás és a márgaporozitás ugyanis összefüggő fogalmak.

A bélésoszlop kihajlását, azaz megrogyási hajlamát csökkentendő, elsősorban a termikus művelésre szánt kutak hőtűrésének fokozására, a cementezés befejezése (a dugóütközés) után fenntartott nyomással hidraulikus előfeszültséget javasol *Holmquist* [245].

A lyukfejzerelvény süllyedése (felszíni talajsüllyedés miatt) a termelési bélésoszlop megrogyását okozza, amelynek kiküszöbölésére *Burley* termelékiesést nem okozó módszert, ill. készüléket ír le [246].

A bélésoszlopok korróziójának meggátolására alkalmazott egyedi katódos védelem áramerősségének meghatározására két módszert ismertet *Curry* [247]; az áramerősség eloszlásának optimalizálását egy mező katódos védelmi kútrendszerére nézve viszont [248]\* mutatja be. A bélésoszlop katódos korrózióvédelmének 300 texasi esetét elemzi *Weeter* [249] azzal a következtetéssel, hogy a rendszer folytonos felügyeletet kíván; 11 sikertelen védelem elemzése arra utal, hogy egy-egy apró hiba, rendellenesség fölött való elskálás az egész rendszer hatásosságát veszélyezteti.

A bélésoszlop-csatlakozások (termelőcső-csatlakozások) menetes kapcsolatának megbízható tömítésére kis nyomatékú, kis fordulatszámú menetmehűzást ajánl [250]. Az új módszer elve az, hogy a belsőnél nagyobb külső nyomás fém a fémén tömítést biztosít. E rendszerrel összecsavart mintegy 2 millió m-nyi bélés- és termelőcsővön egyetlen tömítetlen menetet sem találtak.

A nyílásokkal gyengített (perforált) bélésoszlopok szilárdságára összefüggéseket közöl *Piszkozub* [251]. A jet-perforálással okozott bélésoszlop-sérülések lehetőségét elemzi [252] azzal a konklúzióval, hogy a jet-lövés nem okoz sérülést, ha azt jet-puskával végzik; a szabadon álló jet-töltettel (fűzér-jettel) végzett perforálás már megsértheti a csövet. Méterenként 18 perforációig a cső horpadási szilárdsága nem csökken;

az alkotó mentén végzett perforálás inkább veszélyezteti a cső épségét mint a csigavonal mentén elhelyezkedő lyukasztások.

A csőoszlopok beépítéséből eredő kopás a bélésoszlop szilárdságának jelentős csökkenését (egyoldali kopás 50%-os szilárdságcsökkenést) okozza [253].

A húzófeszültség okozta bélésoszlop-sérülések kimutatására mágneses műszert [254], a kihajlott bélésoszlop térbeli helyzetének meghatározására gíroszkópos műszert ír le [255]\*.

A nagymélységű fúrások beakasztásos bélésoszlop-rendszerének előnyeit mérlegeli *Marion* [256], s az elhelyezési technika mai állásának vázolója után dél-franciaországi nagymélységű beakasztott bélésoszlopok cementezési példáit ismerteti.

A cementezés mai problémáit a cement és a cementezés hidraulikája szemszögéből elemzi a „Ma fúrása” című — már többször idézett — fúrástechnikai tanulmánygyűjteményben *Hentz* két jeles tanulmánya [257], [258]. Szerinte [257] a ma mélyfúrású cementjének a növekvő fúrólyukmélységgel gyakrabban előforduló anomális nyomás- és hőmérsékletviszonyok közt is végrehajtható műveletet kell biztosítani, továbbá a fúrás alatt és után is fokozódó műveleti igénybevétel ellenére is a megszilárduló cementkőnek tömören kell zárnia, és a nagyobb mechanikai igénybevételekkel szemben is kellő ellenállást kell tanúsítania. Ezeket a műlthoz képest kétségtelenül megnövekedett igényeket általában csak adalékolással lehet elérni.

Az adalékolás leggyakoribb célja a cementtej fajsúlyának csökkentése, a hőtűrés fokozása, a nyomószilárdság tartóssága, cementduzzadás elérése stb.

A cementezés, közelebbről a bélésoszlop-cementezés hidraulikájának két iránya közül *Hentz* a turbulens áramlással megoldott cementelhelyezés mellett fokozódó jelentőséget tulajdonít a dugós áramlással megoldott, vagy ahogy nevezi „sub-lamináris” áramlású cementezésnek. Mindkét módszer kulcsa a reológiai tényezők beállítása [258].

A laboratóriumban meghatározott és a cementezéskor pontosan betartott reológiai tényezők nagy jelentőségét igazolták *Garvin* és *Slagle* kezdeti lamináris és turbulens áramlásra vonatkozó cementelhelyezési modellkísérletei, amelyek összefoglalóját azonban csak az 1971. jan. 5—6-án tartott V. Fúrású és Kőzetmechanikai konferencián publikálták (SPE 3215).

*Berezsnoj* [259] a bélésoszlop-cementezés és az utána lejátszódó folyamatok minőségi és mennyiségi értékelésére termodinamikussal modellt javasol. Szerinte a rendszer fejlődésében molekuláris-mechanikus (cseppfolyós cementtej—környező közeg), termomechanikus (szilárduló cementtej—környező közeg) és kemo-mechanikus (cementpalást—környező közeg) stádiumokon megy át, amelyek közül egyik egyensúlyi állapotra törekszik. Az öblítőfolyadék és a cementtej összetételét és a cementezés műveletét e rendszerben minimális molekuláris, termikus és kémiai potenciálok biztosításának feltételével kell megválasztani. A modellt ilyen feltételekkel dolgozták ki, s ez segítséget nyújt a cementezés műveletének optimalizálására.

A cementfajták tulajdonságairól és szilárdulási folyamatáról szóló tanulmánygyűjtemény [260] cikkei

közül néhány a klinkerásványokra és cementszilárd-ságra vonatkozó tanulmány után két közlemény a kis fajsúlyú cementtejek összetételét és tulajdonságát taglalja. Ezt követően egy-egy dolgot a duzzadó és a krétaadalékos cementről tudósít.

A nagymélységű fúrások igényeinek kielégítésére terjed a portlandcement és a salakcement együttes alkalmazása [261].

Számos közlemény szól a polimeradalékos cementek előnyeiről, amelyek elsősorban a turbulenciakeltés útján a jobb kiszorítással magyarázhatók [262], [263]. A korai turbulenciakeltés előnye biztosítható 1,5% olajnak a cementtejjbe való keverésével [264].

Nagy duzzadóképeség (0,75—0,90%) elérésére alkalmas szulfát- és saválló adalékkal elért eredményekről ír [265]. A nagymélységű savanyú gázrétegekben a 20% kvarclisztadalékos cementtel végzett beakasztott bélésű-cementezéseket minősíti jónak [266].

A bélésű mögötti cementpalást gázáteresztő képességét a cementkő áteresztőképessége változásának laboratóriumi vizsgálatával igyekszik tisztázni [267]. A vizsgálatok azonban arra utalnak, hogy a gázosodás oka inkább a hiányos kötés a cementkő és a lyukfal, illetve a cementkő és a csőfal között. A cementkő és a közetek közötti kötés képződéséről 4 tanulmányból álló gyűjtemény ad részletes elemzést [268].

Carter és Slagle [269] modellkísérleteket végeztek a cementpalást áteresztőképességének tisztázására. Megállapításaik szerint a cementpalást gázárásának feltétele a kellő fajsúlyú, kis vízleadású cementtej, amely a megfelelő elhelyezési technikával (központosított, lyukfalkaparókkal ellátott bélésűcsőszlop mozgásával) jól záró cementpalásthhoz vezet.

A cementkőnek a csőfalhoz való kötését, amelynek vizsgálatára nagynyomású, fűthető vizsgálókészüléket szerkesztettek, [270] szerint termoreaktív kátránynak a cementtej előtti szivattyúzása lényegesen javítja. A bélésű gyantás homokbevonattal ellátott külső felülete [271], valamint a bélésűsore szerelt zárt hurkú lyukfalkaparók és gumi töröllemezek rendszere [272] természetesen javítják a cementkő zárását a csőfalon, lyukfalon.

A gyűrűs térbe elhelyezett cementtej pórusnyomásának mérésével és a mérési eredmények értékelésével foglalkozik [273], [274]. Az utóbbi szerint a pórusnyomás a cementezett gyűrűs térben a cementkötési szünet alatt csökken. A cikk grafikus megoldást közöl a csőszlop belső nyomása és a külső pórusnyomás közti különbség gradiensvonalának szerkesztésére.

A bélésűcsőszlop nyomáspróbaival okozott cementpalást-sérülések értékelése alapján Sitz [275] a szokásos 100—350 kp/cm<sup>2</sup> próbanyomásokat a cementpalást épsége szempontjából veszélyesnek tartja. — [276] a cementező dugónak az ütközőlemezen való felütésekor ébredő nyomáshullámzást elemzi, s azt mindenképpen mérséklendőnek ítéli.

A cementtej készítésekor tapasztalt fajsúlyingadozás jobb keverési módszert és homogenizálást indokol [277]; a keverést tökéletesíti az örvénylő keverőkészülék [278].

A nagy dőlésszögű, S szelvényű, ferde fúrólukakban sikeres cementezési technológiát (előmosás, turbulens áramlású elhelyezés, lyukfalkaparókkal és központosítókkal fészerezelt mozgatott bélésűcsőszlop) ír le [279].

A fúróberendezés nélküli cementdugó-elhelyezés Libiában kialakult s 100 esetben sikeresen alkalmazott módszerének lényege, hogy a cementtej és töltőanyag keverékének a termelőcsövön való leszivattyúzása után a cementtej a töltőanyagtól elkülönül és alul elhelyezkedve cementdugóként köt [280].

Repedezett karbonátos közetek nyomásos cementezéssel való elzárásának két tökéletesített módszerét mutatja be [281]. Az elv nagyobb mennyiségű folyadék nagyobb ütemű besajtolása és a folyadék megfelelő adalékolása.

Az arktikus területeken végzendő cementezés műveleti nehézségeiről (cement védelme a szilárdulás közben a fagytól) és az erre alkalmas bauxitcementről tudósít [282]; a kialakult cementezési gyakorlatot írja le [283].

Az 1959-ben bevezetett akusztikus cementkötés-szelvényezés, azaz az akusztikus szelvényezés gondos kaliberszelvényezéssel, ma már megbízható képet nyújt a cementkötés jóságáról mind a bélésűcsőhöz, mind a lyukfalhoz való kötés szempontjából [284].

### 1.3.7 Fúrési üzemzavarok

A fúrési üzemzavarok felszámolása során az első megfontolandó szempont a mentési művelet gazdaságossága; mert bár maga a fúrési művelet az elmúlt években „fúrómérnöki tudománnyá” tökéletesedett, [285] szerint a mentés még ma is inkább érzékkel, szerencsével kapcsolt „művészet”.

A fúrás mechanikus jellegű üzemzavarainak (fúrószerszám-töréseknek, -szakadásoknak) a fokozódó mélységgel növekvő kockázata miatt — elsősorban a kifáradásos törések elkerülése szempontjából —, ismét előtérbe került a fúrási szerszámok alakszilárdsága és felületi kezelése. A megfelelő folyási határú, szilárdságú és mikrostruktúrájú anyagra célszerű előírni a minimális ütőmunkaértéket, mert ennek kellő értéke nagymértékben biztosítja az előforduló fúrószerszám-törések csökkenését [286].

Ha a mentendő szerszám gyors kiemelése nem sikerül az ismert szerszámokkal, a töréses mentések korszerű s elterjedt felszámolása a lentmaradt szerszám elmarása szilánkos keményfém marószerszámmal. A helyes marószerszám-kialakítás és a megfelelő vértetés szinte a kőzetfúrás sebességét biztosítja az acéltárgy elmarása során; a siker egyik kulcsa az öblítésnek a furadékot, azaz az acélszilánkot felfelé szállító megfelelő képessége [287].

A marással dolgozó szerszámok dominálnak *Lallemand*-nak a korszerű mentési szerszámok és módszerekről szóló átfogó tanulmányában is [288].

A fúrési üzemzavarok elkerülésének egyik alapja a fúrólyuk egyenességének, függőlegességének megőrzése. E fogalmak gyakorlati értelmezését adja, a megengedhető eltéréseket rögzíti a franciaországi Aquitan-medence fúrásainak példájával illusztrálva *Carrier* [289]. Az így értelmezett „jobb fúrólyuk” elérésében, amint azt *Rollins* kifejezi [290], változatlanul nagy szerepe van a stabilizált, négyzetes súlyosbítóval kombinált súlyosbítóoszlopnak. Ezt megerősíti *Kelsey* 53 fúrás egyenességét értékelő üzemi eseteleírása [291]. — A fúrólyuk egyenességének biztosítá-

sára kialakult Pau vidéki gyakorlatot mutatja be *Gaucher* [292]. A Kaukázus északnyugati előterében — amely területre a nagy rétegdőlések jellemzőek — alkalmazott, lyukelferdülést megelőző módszerekről számol be [293].

A fúroszerszám megszorulásának, lyukfalra ragadásának ismert mechanizmusát a nagymélységű fúrások esetére, tehát nagy differenciális nyomáson és magas hőmérsékleten, laboratóriumi modellkísérletekkel tanulmányozták. A vizsgálati eredmények szerint a nagyobb differenciális nyomás miatt fennálló nagyobb megszorulási veszélyt a magasabb hőmérséklet fokozza s tartóssá teszi. Ennek mérséklésére célszerű az öblítőiszapba kevert nagy nyomáson érvényesülő kenőanyagokkal csökkenteni a súrlódási tényezőt az acél és az iszaplepeny között, illetve mérsékelni az iszaplepeny adhézióját [294].

A nagymélységű, nagynyomású gázrétegeket feltáró fúrások nagyobb robbanásveszélye, illetve tűzveszélye indokolta azt a rendszert, amely a fúróberendezés tűzveszély szempontjából érzékeny pontjaira nagy sebességű kifúvásra alkalmas széndioxid-fúvókákat helyez, megfelelő tápvezetékkel [295].

### 1.3.8 Irányított ferdefúrás

Az irányított ferdefúrás fontossága a tengeri fúrások rendszerének világméretű terjedésével és a nehezen hozzáférhető területeken való szaporodásával nöntön-nő.

Az irányított ferdefúrás tervezésének és végrehajtásának szempontjait összefoglaló két tanulmány [296], [297] mindegyike kiemeli a talpi fúrómotorokkal végzett ferdefúrás jelentős előnyeit (a lyukkönyök-képződés kisebb veszélye, nagyobb fokú dőlésszög-növekedés, kevesebb beépítés, egyszerűbb művelet stb.). A művelet végrehajtásához szükséges eszközök, szerszámok összefoglalójának [298] első részében a ferdítés, a második részében az irányt tartó lyukszakasz műveleti szempontjait, illetve szerszám-összeállítását ismerteti.

Számos tanulmány foglalkozik a fúrólyuk térbeli lefutásának, dőlésének s dőlésirány-változásának kérdésével. Így *Dareing* és *Godhwani* [299] a fúrási tényezők és a fúrólyuk görbülete közti összefüggésekre állí-

tanak fel analitikai és számszerű összefüggéseket. A térgörbe lefutású fúrólyukból a tárolóréteg valódi vastagságának meghatározására alkalmas módszert mutat be *Rivero* [300]. *Holbert* és szerzőtársai [301]\* egy irányított ferdefúrással feltárt tengerparti mező ferdeségmérési adatainak számítógépes feldolgozásával megoldott új feltárófúrások telepítéséről számolnak be. A ferdített fúrás profiljának meghatározásához nomogramot mutat be [302].

A lyukelferdülésnek a fúroszerszám, illetve a súlyosbító szabad mozgása szempontjából megengedhető intenzitását tárgyalja *Grigorján* [303], továbbá egy másik tanulmányban *Mahmudov* és *Mamedov* [304].

A ferdefúrásból eredő nehézségek közül a nagy dőlésszögű fúrások fedőrétegek felőli lyukfalának beomlásából származó kavernaképződés feltételeit elemzi [305]. A kavernaképződésben jelöli meg a fúrólyuk „ elvesztésének ” okát [306].

A lyukfalon súrlódó csőoszlop okozta vályúképződésről ír, ill. a beépítés-kiépítés során a fúrócsőben keletkező feszültségeket fotoelasztikus módszerrel szemlélteti [307]; a kiépítéshez szükséges húzóerő műszeres mérését mutatja be [308].

A ferdítési gyakorlatról szóló közlemények közt a ferdítőpálya nélküli iránykorrekció eszközeit és módszereit *Scserbanin* írja le [309], *Hoch* [310] pedig a nagy dőlésszögű, S szelvényű cementezés technológiáját, s ezen belül a központosított és lyukfalkapárokkal felszerelt béléscsőoszlop mozgatásának hatá-

sosságát szelvényezési adatokkal igazolja. Ferdefúrási — talán világ- — rekordról tudósít [311]: egy alaszakai tengeri vízbesajtoló fúrás 5188 m összhosszúsággal mindössze 3207 m vertikális mélységű, s a lyuk szája és talpa közt 3837 m a horizontális vetületű eltávolodás.

Számos leírás jelent meg csoportos irányított ferdefúrásokról. Így egy 12 fúrásos tengeri feltárási programról [312], továbbá egy arktikus, egységesített 4 fúrásos fúrótelepről [313].

A Los Angelesben telepített csoportos fúrások során 70°-os döléseket is előíró technológiát ismertet [314]; ezen fúrások kivitelezése során sikerrel használják az irányított ferdefúrás sok eszközét a talpi fúrómotoroktól a jet-sugár irányítású eróziós fúróig, továbbá az excentrikus és hajlékony fúroszerszámokat stb.

## 1.4 Lyukbefejezés

A lyukbefejezési műveleteknek, a kutak jövőjére is gondoló s tágabb értelemben vett körében igen nagy figyelem fordult a tárolórétegek nyomás-, illetve repesztési nyomásviszonyainak tisztázására, a kútkiképzéssel egyidejűleg alkalmazott és a jövőbeli hozamnövelő eljárásokra, s a kútkiképzés korróziós szempontjaira. Ez az utóbbi szempont annál is inkább előtérbe lépett, mert a konvencionális kútkiképzési szempontokon túl terjednek a különleges, bonyolult mélybeli szerkezetű kutak, és szaporodnak a nagy hozamú, s fokozott korróziós és ettől alig elválasztható eróziós hatásokkal jelentkező kutak.

A rétegnomás előrejelzésének az 1.3.4 fejezetben vázolt helyzetén, illetve az idézett publikációkon

kívül említésre méltó a tárolórétegek konszolidálódási folyamatából kiinduló az a kétrészes tanulmány [315], amely a talajmechanika elveit alkalmazza a lyukbefejezés, illetve a kútvjavítás tökéletesítésére. Ezen az úton mód van a konszolidálatlan tároló homokrétegekből várható esetleges homokbeáramlás előrejelzésére, ami kulcskérdése a homokszilárdítási eljárások alkalmazásának.

A tárolórétegekről az átfúrás során nyerhető információk legtöbbet mondó formájáról a formációvizsgálat mai állásáról francia szerzőktől származó összefoglalás [316] kitér néhány 6000 m-nél mélyebb fúrásban végrehajtott vizsgálatra, az ezekhez, valamint a tengeri művelethez is alkalmas szerszám-összeállítá-



sokra. Egy kiegészítő tanulmány [317] a többszörös rétegvizsgáló (multi-flow evaluator) előnyeit, főleg a nyomásadatok vizsgálat közben történő szimultán felszíni ellenőrzési lehetőségét emeli ki. A többszörös, azaz ismételt vizsgálatot biztosító szovjet rétegvizsgálót ír le *Varlamov* is [318]. — [319] a vizsgálat közben, a packer fölött forgatható és emelhető-súlylyeszthető fúrószárral dolgozó teszterről számol be, amelynek két legfőbb előnye: a megszorulás kisebb kockázata és a hosszabb megengedhető vizsgálati idő.

Az ultra nagymélységű, illetve óriás hozamú gázkutak kiképzéséről számos esetleírás látott napvilágot. Ezek közt igen nagy fontosságú, amelyik a beakasztott termelési béléscsőszlop akasztószerkezetéhez csatlakozó hosszú tömítő-csúszó közdarab (receptacle) sokszoros sikeres alkalmazásáról szól [320], valamint amelyik egy 6133 m talpmélységű gázkútban (600 000 m<sup>3</sup>/nap hozamra) végrehajtott ilyen kiképzésről számol be részletesen [321].

Nagy gáztermelő, elsősorban tengeri kutak védelmére szerkesztett és beépített, felszínről vezérelt vagy hirtelen termeléscsökkenésre, áramlási sebességnövekedésre záró szelepek (viharfűvőkák) üzemi tapasztalatait ismerteti *Schaefer* [322].

Az olcsó, sokoldalú megoldáson kívül a kútátalakítás lehetőségét említi főelőnyeként egy két 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es termelőcsőszlappal mint béléscsővel kiképzett kút szerkezetének [323].

Az eróziós perforálás folyamatát vizsgáló készüléket ír le, s a vizsgálati eredményeket ismerteti [324], *Szemonov* [325] pedig az eróziós perforálás előnyeit értékeli.

A rétegkezelő, hozamnövelő eljárások elméleti kérdésein kívül (ezekről részletesen a 4. fejezet számol be) számos gyakorlati eset leírása utal a használatos eljárások hatékonyságára.

A savazás, a hidraulikus rétegrepesztés, illetve ezek kombinációja, valamint a felületaktív, azaz oldószerez-tenzides kezelés módszereiről, a műveletek tervezéséről, gyakorlati végrehajtásáról, illetve az ehhez szükséges eszközökről sokoldalú kézikönyv ad általános áttekintést [326].

Két rétegkezelési eset leírásán mutatja be [327], hogy az eredményes hozamnövelő eljárás alapvető követelménye a besajtolás helyének gondos kijelölése és annak ellenőrzése, hogy a besajtoló közeg tényleg a kijelölt szakaszba került-e. Ezeket a követelményeket differenciális hőmérséklet-szelvényezésnek, mint kijelölő és kiértékelő módszernek, továbbá viaszpolimer golyóknak, mint eltérítő-irányító elemeknek alkalmazásával érik el.

Az Andarko mező nagymélységű, magas hőmérsékletű rétegeinek savazásához legjobban a 28%-os HCl hűtött besajtolása, a hidraulikus rétegrepesztéshez pedig nagy viszkozitású 3%-os HCl és KCl oldattal vagy sósvízzel képzett gélek váltak be a legjobban [328].

Számos tanulmány készült a super-frac módszerről és alkalmazásáról. Ez nagy viszkozitású (réteghőmérsékleten 500 cP — 100 000 cP) repesztő folyadéknak, azaz lényegében szabad víz olajban való diszperziójának besajtolása, amelynek során egy szabad vízből álló vékony réteg biztosítja a cső falán a kis áramlási ellenállást. Ez a szabad víz, amint a nagy viszkozitású repesztő emulzió belép a repedésbe, kiszűrődik a tárolórétegbe, s ott ellátja a repesztő és kitámasztó anyagot hordozó hatását [329]. Egy 59 és egy további 248 rétegrepesztési művelet tapasztalatait feldolgozó leírás [330], [331] bizonyítja a módszer rendkívüli hatékonyságát.

Üzemi tapasztalatok szerint [332] a kútban képződő lerakódásokat, kéregkiválásokat savazási művelettel kombinált inhibitorbesajtolással hatékonyan sikerült megakadályozni.

A nem nukleáris robbantásos hozamnövelő műveletek nyomás és hőmérséklet szabta mélységhatárait jelentősen sikerült kiterjeszteni. Ez a tény a robbantásos rétegserkentés új fellendüléséhez vezetett. Egy erről szóló összefoglalás [333] az általános értékelés után 6 különböző robbantásos rétegserkentési módszert mutat be [334], [335], [336], [337], [338], [339]. Ezek mindegyike viszonylag nagy mennyiségű (műveletenként 500—5000 kg) kezelésbiztos folyékony vagy szilárd robbanóanyagot használ, amelyek alkalmazása általában két úton éri el a hatást: vagy úgy, hogy a repesztő anyaggal együttesen a robbanóanyagot szétterjeszti a tárolórétegben, s ott végzi el a robbantást, vagy úgy, hogy kizárólag a fúrólukban, a kútban koncentráltan végzi a robbantást.

Azerbajdzsánban alkalmazott 750 vibrációs rétegkezelés 70—75%-os hatékonyságáról számol be, s a hatékonyság előreljelzésének feltételeit mutatja be [340].

A lyukbefejezési, kútkiképzési művelet korróziós szempontjait foglalja össze s a kiképzéshez, felszerelés-kiválasztáshoz törzsfaszerű tervezési diagrammal nyújt segítséget [341].

A vízközegű lyukbefejező folyadékok korróziós tulajdonságairól [342] ad általános képet. A kénhidrogén-tartalmú savanyú gázok korrózióvédelméről, az ennek ellenálló acélfajtákról szól [343]; gyakorlatilag kénhidrogént (78 % H<sub>2</sub>S + 20 % CO<sub>2</sub> + elemi kén) termelő nagymélységű kutak sikeres kiképzését írja le [344].

## 1.5 Tengeri és arktikus fúrások

### 1.5.1 Tengeri fúrások

Mind a fúrási technológia, mind pedig az ehhez szükséges fúróberendezések és felszerelés tökéletesedésének legnagyobb hajtóereje a világon egyre szélesedő, s egyre nagyobb mélységű vizek felé terjedő, rendkívül költséges tengeri fúrás.

A viharosan növekvő szénhidrogénigények hajtóereje több ezer m vízmélységig terjeszti ki a kutatást [345]. Az üledékes kőzetek vastagsága a kontinentális külső területein 1000 m vízmélységig, mintegy 7000—9000 m vastagságot is elér [346].

A tengeri szénhidrogén-kutatás és -feltárás bővülési lehetőségei terén az 1970. év legnagyobb eredménye

az, hogy a „Glomar Challenger” fúróhajó, a JOIDES mélytenger-kutatási terv végrehajtása során, a mélyvizek alatt is mutatott ki szénhidrogéneket (3600 m vízmélység alól olajos magot fúrtak) a Mexikói öbölben [347], továbbá, hogy 3000 m-nél nagyobb tengerszélességben is sikeresen oldotta meg a fúrószár visszavezérlését a már megkezdett fúrólukba [348]. Ennek alapján a „Glomar Challenger” mélytenger-kutatási tervébe beiktattak egy a Karib-tengeren 4270 m vízmélységben mélyítendő, s a tengerfenékre 3 magfúrómenettel 1000 m mélységbe hatoló fúrást. Ezek az eredmények és tervek a tengeri szénhidrogén-kutatás szinte korlátlan távlatait nyitják meg [349].

Ezeket a távlatokat azonban meg is követelik a kőolaj-termelési statisztika mai, illetve előrejelzett számai. Ma a világ kőolajtermelésének több mint 17%-a, azaz 1,1 millió m<sup>3</sup>/nap 133 mező mintegy 25 000 tengeri kútjából származik. Az előrejelzés 1980-ra a termelés 35–50%-át, azaz 2,2–3,2 millió m<sup>3</sup>/nap kőolajat vár a vízzel borított területekről, ami 35 milliárd m<sup>3</sup> készlet feltárását feltételezi [350]. Ennek az utóbbi követelménynek teljesítése, az utóbbi év igen jelentős tengeri felfedező fúrásai alapján (Északi-tengeren, a Földközi-tengeren, a Fekete-tengeren, a Dél-Kínai-tengeren, Ausztrália partjai előtt, az arktikus tengereken stb.) lehetségesnek is tűnik.

A szénhidrogénkészletek és a-fogyasztás növekedési üteme közötti különbség világszerte máris a tengeri szénhidrogén-kutatás fokozásához vezetett. A Szovjetunió az összes felségvizein — s ami jelentős lépés, a Csendes-óceánon is — tengeri kutatásba kezd [351]. A kontinentális küszöb területeinek közel 1/4-e (28,7 millió km<sup>2</sup>-ből 8 millió km<sup>2</sup>) a Szovjetunió fennhatósága alá esik [352]. Az USA felségvizei alatt 200 m vízmélységig 1,2 milliárd m<sup>3</sup> kőolaj- és 62,3 billió m<sup>3</sup> földgázkészletet becsülnek [353], ami azt jelenti, hogy az az előrejelzés, miszerint az elkövetkező 10 évben 1800 m vízmélységig terjed a kutatás [354], minden bizonnyal jelentős készleteket fog feltárni.

Eddig 75 ország kezdte meg felségvizein a tengeri kutatást, és 28 ország kutatása eredményes is volt [355].

Ehhez a nyugati világstatisztika 571 tengeri (vízi) fúróberendezést regisztrál [356], amelyből

132 belvízi fúróbárka,

122 lábakra emelhető fúrófedélzet (15 segéduszálya-lyal),

36 merülő fúróbárka,

26 félig merülő fúróbárka,

67 fúróhajó (ebből 33 önmagát is hajtó),

188 szilárd fúrófedélzet (42 segéduszálya-lyal); a Szovjetunióban további 1000 szilárd fúrófedélzetet tartanak nyilván [357].

A tengeri fúróberendezések típusainak elnevezésbeli különbségeit, a jellemzők rögzítésével igyekszik tisztázni *Krupa* [358]. Összefoglalásában utal az egyes típusok alkalmazási lehetőségeire és a költségkihatásokra, kiemeli ennek alapján az úszó egységek várható előretörését, amire a világstatisztika számai máris utalnak [359].

Az úszó tengeri fúróberendezések megbízhatóságának konstrukciós szempontjait elemzi *Harris* [360]; [361] az önördő fúrófedélzetek szabványosításának jelentőségéről szól, [362] pedig a tengeri fúróberendezések biztonsági szempontjait taglalja.

Számos részlettanulmány foglalkozik az úszóegységek mozgásával, stabilitásával. Így *Burke* [363] a hajótestek mozgását elemzi a tengeren; [364] a fúróhajómozgás csökkentésének lehetőségeiről ír; *Colvin* [365] pedig a szállítóhajókból átalakított fúróhajók szélesítése útján elérhető stabilitásfokozás lehetőségeit értékeli. *Hansford* és *Lubinski* [366] a fúrócső hajlító igénybevétele szempontjából megengedhető fúróhajómozgásra állítanak fel összefüggéseket. Három tanulmány elemzi az idő- és tengerjárás viszonyok hatását a fúrófedélzetekre, illetve azok méretezésére [367], [368], [369]. — [370] víz alatti rácsot, ún. „inerciahálót” javasol a félig merülő fúróbárkák stabilitásának növelésére, s ezek hatékonyságát modellkísérlettel igazolja.

A horgonyzási rendszereket hasonlítja össze *Haggie* [371], *Schindler* [372] pedig a Discoverer-II automatikus fúróberendezéssel felszerelt fúróhajó mozgását és a horgonyköteleiben ébredő feszültségeket értékeli. — [373] a fúróhajótestek mélyvízi horgonyzásának megbízhatóságáról ír.

*Gerwick* és *Lloyd* [374] tanulmánya az arktikus fúróberendezéseknek, azaz fúrófedélzeteknek nemcsak a konstrukciós elveit tisztázza, de javaslatokat is tartalmaz ilyen fúrófedélzet-típusokra is. *Buckman* egy arktikus tengeri viszonyokra szerkesztett, 32 fúrás lemélyítésére alkalmas olyan lemeríthető fúrófedélzetet ír le [375], amelyhez a fedélzet stabilitásának fokozására jeget alkalmaznak.

Számos tanulmány látott napvilágot a tengeri fúróberendezések katódos korrózióvédelméről: [376] a rácsos szerkezetű tengeri fúrófedélzetek katódos védelmének általános elveit foglalja össze; [377] az anódok elhelyezésének hatását a katódos védelem hatékonyságára értékeli; *Berry* [378] a mélyvízi fedélzetek katódos korrózióvédelméről szól. A Cook-öböl arktikus körülményei közt alkalmazott katódos korrózióvédelem hibáit elemzi *Hedborg* [379].

A szabadon úszó fúróberendezések helyben tartási rendszereit ismerteti és értékeli [380], [381] pedig a távközlési úrbolygóknak felhasználási lehetőségeit mérlegeli a tengeri fúróhajók távközlési igényeinek kielégítése szempontjából. — [382] szerint a mesterséges úrbolygókkal és számítógép segítségével a fúróhajók tájolása 50 m pontossággal lehetséges.

A tengeri fúrás felszerelés, a tengeri fúróberendezések szempontjából tapasztalható nagy fejlődést az alábbi publikációk jelzik:

- [383] arról a legnagyobb méretű (14 350 BRT) fúróhajóról szól, amelynek szerkesztési alapelve a fúrás műveletek legmesszebbmenő automatizálása volt;
- [384] egy félig merülő, 7500–8500 mélységkapacitású olyan fúróbárkát ír le, amelynek 7400 kW összes hajtógép-teljesítménye nemcsak a fúrás, de a hajózás (helyben tartás és helyváltoztatás) igényeit is kielégíti;
- hidraulikusan dönthető fúróárboccal felszerelt különleges fúrófedélzetről 8 ferdefúrás mélyíthető [385];
- az egyoszlopos (Monopod) fúrósziget jól bevált az arktikus tengeröböl erős jégzajlásában [386];
- a lesüllyeszthető, kettős kúp alakú fúrófedélzet előnye nemcsak az, hogy alkalmas a légpárnás

szállításra, hanem az is, hogy a kúpos kiképzés véd a jégzajlás ellen is [387];

- a beton jól bevált anyag a fúrési és termelési fedélzetek készítésére [388];
- az új rendszerű hosszabbítócső-csatlakozások automatikusak és egyben kapcsolatot létesítenek a lefúvató és lyukelfojtó vezetékkel is [389];
- fokozott mértékben alkalmaznak előregyártott fúrófedélzeteket a Szovjetunióban [390];
- 3 részben szállítható (így folyami szállításra is alkalmas), lábakra emelhető fúrófedélzetet alkalmaznak a Szovjetunióban [391];
- az arktikus tengeri fúrési műveletekhez univerzálisan — szárazon, tundrás területen, vízen és jégen egyaránt — használható, légpárnás szállításra kiképzett fúróbárkának a légi szállításra tervezett fúróberendezéseknél kedvezőbb költségeit emeli ki [392]; egy további javaslatról szól [393], e szerint egy nagy jégtörő, ellátóhajó, mint támaszpont, a hozzá tartozó, s ugyancsak légpárnás szállításra kiképzett fúróbárkával, lakóegységgel, valamint személy- és anyagszállító járművekkel egész éven át végezhető arktikus tengeri fúrési műveleteket biztosít;
- a tengerfenékre lefeszített, un. húzott lábú, merülő fúróbárka előnyeit taglalja [394];
- a fúrótümlős tengerfenék-kutató magfúró berendezést alkalmassá tették 2400 m vízmélységen át való munkára [395]; az IFP-ben (Francia Petróleum Intézetben) pedig 300 m vízmélységen át a tengerfenékre helyezhető, s ott kb. 50 m mélységkapacitású távvezérlésű magfúró berendezést szerkesztettek [396];
- a fenyegető kitörések leküzdésének ellennyomás-szabályozásos rendszerét a fúróhajókon tovább tökéletesítették [397], s a fúrófedélzetek tűzvédelmének fokozására automatikus riasztóberendezést és vízelárasztó rendszert (11 m<sup>3</sup>/min) létesítettek [398].

A tengeri fúrési technológia jelenlegi állását, tökéletesedését viszont az alábbi közlemények jellemzik:

- *Eaton* [399] a rétegyomás és a rétegrepesztési nyomás gradiensvonalának messzemenő figyelembevételét javasolja a tengeri fúrások tervezésekor. A rétegrepesztési nyomás gradiense pontosságának fokozására *Taylor* és *Smith* [400] felhagyott kutakban ellenőrző rétegrepesztési kísérleteket javasol. Szerintük csak ilyen alapon pontosított adatokra épített béléscsősarmélység-meghatározás nyújthat megnyugtató alapot a nagy értékű tengeri fúrások, fúróberendezések kitörésvédelméhez;
- a fúrószár visszavezérlésének új rendszere nagymérvű tengeráramlás ellenében is alkalmas a fúrószár visszavezetésére a fúrólyuk szájához rögzített kb. 5 m átmérőjű vezetőláncsérbe [401];
- sikeresen alkalmazták a tengerfenék-kutató magfúró berendezéseket a mély tengerekben: a tümlős fúróberendezéssel 2400 m vízmélységben 95%-os magnyereséggel 35 m-es magot fúrtak [402], a tengerfenékre helyezett magfúró berendezéssel pedig 110 m vízmélységben szintén sikerrel fúrtak [403], a mélytengerkutató „*Glo-mar Challenger*” fúróhajó pedig konvencioná-

lis rotari fúrással 6145 m vízmélységben is sikerrel fúrt magot, s a legnagyobb mélységű magfúrása megközelítette az 1000 m-es szakaszt [404];

- Alaszkában egy tengeri fúrófedélzetről irányított ferdefúrasi rekordot értek el: 3207 m vertikális mélységgel 3837 m horizontális eltérést értek el egy vízbesajtoló kút fúrása során, amihez 5188 m összmélységű, azaz -hosszúságú fúrólyukat fúrtak [405];
- számítógépes fúrásvézérléssel 12—34%-os teljesítménynövekedést értek el egy fúrófedélzetről mélyített nagyszámú irányított ferdefúrason [406].

Az élénkülő, a mélyebb és az arktikus vizek felé haladó kutatást és feltárást különleges információs eszközök, módszerek: újszerű kisméretű manipulációs tengeralattjárók, televíziós és fényképező készülékek segítik [407], [408], sőt a tengerfenék vizsgálatára 6000 m vízmélységig használható 3 fős legénységű tengeralattjáróról is jelent meg híradás [409]. A mélyvízi bűvármunka lehetőségeinek jelentős összefoglalása jelent meg az IFP (Francia Petróleum Intézet) kiadásában. Ez a mélyvízi bűvármunkáról készült monográfia [410] kitér az élettani kérdések mellett a rendelkezésre álló és tökéletesedés alatt álló felszerelésre és az alkalmazott technológiára is.

A tengeri lyukbefejezési (kútkiképzési) és kútjavítási műveletek tökéletesítésének igen erős hajtóereje a mind nagyobb teljesítményű és mind költségesebb tengeri fúróberendezések mentesítésének szükségessége minden kisebb teljesítményű művelettől. Ez egyrészt könnyű, olcsóbb üzemű tengeri lyukbefejező berendezések szerkesztéséhez, illetve ilyenek szélesebb körű alkalmazásához vezet [411], másrészt fokozottan előtérbe lépnek a dróthuzalos műveletekre alapított, korszerű kútkiképzési rendszerek. Néhány ezekre a törekvésekre utaló publikáció:

- *Rike* és *McGlamery* [412]\* egy makaróni-termelőcső beépítésére alkalmas vitlával gazdaságosabbá tett fúrófedélzetről számolnak be;
- *Wray* a fúróhajóról végzett rétegvizsgálatok tökéletesítési lehetőségeiről ír [413];
- *Beaupre* [414] a tengeri kútjavítás műveleteit elsősorban a gazdaságosság szempontjából értékeli;
- *Krause* és *Sizer* [415]\*, továbbá *Wells* [416] egy-egy tanulmányban a tengeri kutak dróthuzalos kútkiképzési módozatait, eszközeit ismertetik. [417] különösen kiemeli a viharfúvóka fokozódó jelentőségét biztonsági és környezetszennyezésvédelmi szempontból;
- a termelőkutak kitöréseinek elfojtására alkalmas módszert ismertet [418];
- a víz alatti (tengerfenéki) kútféjkiképzési rendszereket ismerteti és értékeli egy az IFP (Francia Petróleum Intézet) gondozásában megjelent könyv [419];
- a leszivattyúzható szerszámokkal való kútkiképzés előnyeit hangsúlyozza, és a rendszer kikristályosodásáról tanúskodik [420].
- a rétegvizsgálatok tökéletesítését rétegvizsgáló karácsonyfa, különleges packerek, flexibilis csatlakozások, nagy teljesítményű olajégők szolgálják [421].

## 1.5.2 Arktikus fúrások

Az arktikus, s főleg az arktikus tengeri körülmények különleges fúrási technológiát, felszerelési és kútképzési módszereket alakítanak ki. Ez egyrészt az alacsony hőmérséklet mellett is megbízhatóan működő és arktikus körülmények közt is szállítható fúróberendezések kialakításából, másrészt a tartósan átfagyott, ún. permafrost rétegek átfúrásának megoldásából, illetve ezeknek a rétegeknek felengedésével kapcsolatos problémák megoldásából áll. Természetesen az arktikus fúrások sok egyéb problémát is felvetnek, mint pl. az erős jégzajlás kivédését, az emberi munka kifejtésére alkalmas környezet és körülmények biztosítását, a környezet szennyezés elleni védelmének különleges problémáit stb.

Az arktikus fúrásokhoz tervezett fúróberendezések ma már nem egyszerűen a hideg ellen többé-kevésbé védett és légi szállításra adaptált berendezések, hanem olyanok, amelyeknek tervezésekor elsősorban az ember és a munkakörülményei voltak a kiinduló szempontok, s a fúróberendezés-egységeket a szállítógépek méreteihez, teherbírásához szabták, szem előtt tartva a gyors szerelés és a jó hőszigetelés szempontjait [422].

A fúróberendezések szállítása szempontjából — univerzális felhasználhatósága (tundrás, mocsaras, jeges, havas területen egyaránt alkalmazható), gyorsasága, szerelési munkák elmaradása miatt — terjed a légpárnás módszer. Ez a fúróberendezés szinte fúrótelep nagyságú lemezre való szerelését kívánja [423]. [424] a légpárnás szállítást gazdaságosabbnak ítéli a helikopteres szállításhoz és szerelésnél. A légpárnás szállítási technológia alkalmazási lehetőségeit taglalja [425].

Az arktikus tengeri fúróberendezés, azaz fúrófedélzet követelményeit foglalja össze [426]; [427] beszámol az alaskai egyoszlopos, ún. „monopod” fúrófedélzet kedvező tapasztalatairól; *Buckman* [428] egy olyan 32 fúrás telepítésére alkalmas arktikus fúrófedélzetet ír le, amelyhez a stabilitás fokozására, éppen a kedvezőtlen tengerjárás viszonyok, a nagy árapály és jégzajlás miatt, illetve ezek kivédésére, a jeget használják fel.

A fokozott mértékben korrózióveszélyes arktikus fúrófedélzetekhez alkalmazott katódos korrózióvédelem tapasztalatait azzal a következtetéssel foglalja össze *Hedborg* [429], hogy az eredményesebb védelemhez új anódtípusok kialakítása szükséges, s ezek kedvezőbb elhelyezését kell kikísérletezni.

A zavarmentes arktikus fúrás egyik kulcskérdése a szerkezeti acélok viselkedése az extrém alacsony hőmérsékleten, azaz a hideg hatására való elrúgódás problémája. Ezt a kérdést tárja fel [430]; ismerteti a ridegtörés lényegét, elkerülésének metallurgiai szempontjait, illetve azokat a rendszabályokat, műveleti módszereket, amelyek betartása a törések veszélyét csökkenti; leszögezi továbbá, hogy mindezekon kívül jelentős szerepe van a törések megelőzésében a roncsolásmentes csővizsgálatnak is.

A tartósan átfagyott, „permafrost” rétegek átfúrásának és az ilyen területen alkalmazandó kútszerkezet kérdésével számos szerző foglalkozik. A permafrost rétegek talpmélységét sok tényező (idő, kőzetek milyensége, laza vagy tömörödött volta, hővezető képessége

stb.) befolyásolja, aminek a szimulálására *Kazemi és Perkins* [431] matematikai modellt állítottak fel, s így igyekeztek leírni az átfagyási és felmelegedési periódusokat.

A permafrost rétegekben béléscső-cementezésre alkalmazható cementfajtákról *Morris* [432], a cementezési gyakorlatról pedig [433]-ban több szerző értekezik. *Morris* szerint az eddigi vizsgálatok (modellkísérletek) szerint az alumínium-(bauxit)-cement felel meg legjobban a célnak, mert ennek nagy kötési hőfejlődése, illetve gyors kötése biztosítja, hogy a rendszer ne fagyjon meg a cementezés művelete és a kötési folyamata alatt. [433] szerint a permafrost viszonyok közt lehetőleg nagy cementtejfajsúlyra kell törekedni, tehát kerülni kell a nagy vízviszonyt, s a keveréshez a vizet elő kell melegíteni. Ilyen feltételekkel a kellő szilárdság 8—12 óra cementkötési szünettel, azaz várakozással már elérhető.

Alaszkában a fúrások csoportos telepítésére — ami a környezetvédelem, a szállítási nehézségek szempontjából egyaránt kedvező megoldás —, egységesített, 4 fúrás mélyítésére alkalmas fúrótelepeket fejlesztettek ki [434]. A fúrások telepítésekor, illetve a fúróluk szerkezetének tervezésekor természetesen ugyancsak figyelembe kell venni a permafrost viszonyokat, illetve az átfagyott s felengedett talaj teherbíró képességét [435]. A permafrost rétegek különleges lyukszerkezetet, az átfagyott rétegösszletet átfedő, s a szokásosnál nagyobb átmérőjű vezető béléscsőoszlopot kívánnak [436]. Az így adódó nagyobb gyűrűs térbe függeszthető csőoszloppal megoldható a szigetelés, illetve a hűtőfolyadék-keringetés problémája.

## IRODALOM\*

- [1] *Rowley, D. S.*: Ausblick auf Bohrmethoden der Zukunft. EEZ 432—40; OGI 44 82—7.
- [2] — Outlook for '71. OGI 46 135—50.
- [3] *Kennedy, J. L.*: Government research related to possible new drilling methods. OGI 18 142—5.
- [4] *Kennedy, J. L.*: Drilling technology improves capacity, promises new methods. OGI 38 79—82.
- [5] *Aguirre, J. C. A.*: Latin America's deepest well proves technology. PE 3 56, 58, 60.
- [6] *Mahvadi, K.—Malek-Mansour, B.*: Record Middle East well drilled to 19, 119 feet. WO Dec 59—62.
- [7] — Szbornik materialov naucno-tehniceszkogo szoveta po glubokomu bureniju. MINH i GP Vü. 14 95—133.
- [8] *Berry, S. C.*: Deep drilling practices in the Texas Panhandle. API 851—44-F 11 o.
- [9] — How record 25,600-ft hole was drilled. OGI 49 46—8.
- [10] *Kennedy, J. L.*: Superdeep drilling — Part 1—4. OGI 50 89—97; 51 46—51; 1971 I 83—90; 2 49—52.
- [11] *Wilson, H. M.*: Oil hunters will get new data from ocean-floor coring try. OGI 44 110—22.
- [12] *Kennedy, J. L.*: Ultradeep drilling equipment: the biggest and best. OGI 51 46—51.
- [13] *Lumms, J. L.*: Drilling optimization. JPT 1379—89.
- [14] *Kennedy, J. L.*: Drilling porosity log proves accurate. OGI 34 53—5.
- [15] *Sumova, Z. I.—Sovkina, I. V.*: Szpravocnik po turboburam. Moszkva, Nedra, 191 o.
- [16] *Mirzadzsanzade, A. N.—Mitel'man, V. I.*: O nekotoryh perspektivnyh napravlenijah. ANH I. 18—20.
- [17] *Le forage aujourd'hui*: 1. Méthodes de forage; 2. Matériels et techniques particulières; 3. Opérations spéciales. Paris, Technip, 1970. 268+238+337 o.
- [18] Second Annual Offshore Technology Conference, Preprints I—II, Houston 768+860 o.

\* Az évszám nélküli művek megjelenési éve 1970.

- [19] *Jaques, J.*: La France nation "offshore". IPE 4 35, 37, 39, 41.
- [20] *Pasternak, G.*: Transmissions Diesel-electriques dans le forage pétrolière. Paris, Technip, 1970. 284 o.
- [21] *Colvin, W. B.*: 30,000-foot rig first land unit to use PDR system. WO March 57—61.
- [22] *Breazeale, W. V.—Neel, M. M.*: Thyristor control for drilling rig. OGJ 43 66—70.
- [23] — A new big one pierces the Mississippi skyline. Drllg. Feb 56, 68.
- [24] *Stewart, C. R.—Bullington, W. E.*: Parker rig will drill to 50 000 feet. WO Feb 15 138.
- [25] *Park, D. A.*: Rig 17 — designed from ground up for use in the Arctic. OGJ 35 64—74.
- [26] *Bader, J.*: Ocean platform — State of the art. OTC 1282 36 o.
- [27] *Colvin, W. B.*: Innovation in drilling units. WO July 91—5.
- [28] *Abbe, E. H.—Crowgey, J. L.*: Drill and propel with double duty DC generators. OTC 1286 12 o.
- [29] *Blight, G. J.*: "Offshore Mercury" and her maiden voyage. SPE 3019 19 o.
- [30] — A rig in a rush to dull bit No. 1. Drllg. Aug. 40—1, 52.
- [31] — J. & C puts new zip in 9000 ft drilling. Drllg. June 60—4.
- [32] *Crosby, G. E.*: Automatic drilling in mature stage. PE 12 66, 70, 73.
- [33] *Volosjuk, G. K.—Kotylarov, A. M.*: Russian automated rig finishes field test program. OGJ 10 71—5.
- [34] *Ramette, L. R.*: Unique drillship to be industry's largest. WO Sep 71—3.
- [35] *Marsee, J.—Lange, R. C.*: Updating a drilling-line cutoff program. OGJ 45 70—3.
- [36] *Kennedy, J. L.*: Triplex: a new family of mud pumps. OGJ 2 77—82.
- [37] *Revolle, F.*: Évolution des pompes de forage. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 67—98.
- [38] *Arnol, P.*: Les pompes triplex. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 99—113.
- [39] *Loppinet, A.—Dupal, P.*: Les pompes sextuplex. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 115—34.
- [40] *Premuzic, J.—Benovic, M.*: Hidrociklonsko prociscavanje isplake. N (jug.) 159—67.
- [41] *Berkolajko, Z. M.—Panikjanc, Sz. M.*: Ékonomicseszkaja éffektivnoszt' primenenija ezsektorno-gidrociklonnih usztanovok dlja regeneracii utjazselitej. ANH 10 31—2.
- [42] *Nelson, M. D.*: Removal of fine solids from weighted muds. API 926—15-H.
- [43] *Willson, Ch. A.*: Evaluation of drilling fluid centrifuges. API 926—15-G.
- [44] *Miller, T. W.—Cheatham, J. B.*: Rock/bit-tooth interaction for conical bit teeth. SPE 3031 11 o.
- [45] *Peterson, C. R.*: Roller cutter forces. SPEJ 57—65.
- [46] *Zslovinszkij, B. A.*: Dinamicseszkoe razrusenie gornüh porod pri vdavlivanii. Moskva, Nedra. 151 o.
- [47] *Szimonov, V. V.—Brevdo, G. D.—Palascenko, Ju. A.—Egorov, A. E.*: Iszszledovanie rabotü porodorazrusajuscsego insztumenta. Novoe v bureonii szkvazsin. Trudü MINH I. M. Gubkina Vüp. 96. 5—32.
- [48] *Naszibov, N. A.*: Dinamika odnosarosecsnogo dolota. Izv. VUZ NG 5 29—32.
- [49] *Goins, D. L.—O'Brien, T. B.*: New bit desings drill hard formations faster. WO June 83—7.
- [50] *Ives, G.*: Breakthrough in drilling bits. PE 7 74, 78.
- [51] *Kunemann, E. A.*: Geometry consideration in application of sealed carbide insert bits. Drllg. Contr. Sep-Oct 49—52.
- [52] *Jackson, G. C.*: Economic application of insert bits. Drllg. Contr. Nov-Dec 41—5.
- [53] *Schneider, R. J.*: Dull grading of rock bits. Drllg. Contr. July-Aug 102—4.
- [54] *Elusztratov, N. G.—Szimonov, V. V.—Kondratiev, Z. P.*: Optimizacija proceszsza otrabotki sarosecsnüh dolot. Novoe v bureonii szkvazsin. Trudü MINH I. M. Gubkina Vüp. 96 43—53.
- [55] *Dzsalilov, N. M.—Szanturova, T. M.—Szamedova, É. A.*: Usztanovlenie oblaszti éffektivnogo primenenija odnosarosecsnüh dolot na ploscsadjah Azerbajdzsana. ANH 12 18—20.
- [56] *Jasin, A. Sz.*: Éffektivnoszt' primenenija odnosarosecsnüh dolot tipa 7V-140 T pri bureonii v krepkih abrazivnih porodah. Bur. 6 7—9.
- [57] *Sutko, A. A.—Myers, G. M.*: The effect of nozzle size, number and extension on the pressure distribution under a tricone bit. SPE 3109 8 o.
- [58] *Van der Schrick, G.*: Le diamant quelques résultats des recherches faites a Diamant Boart. Le forage aujourd'hui 1. Paris, Technip, 1970. 137—55.
- [59] *Rohmer, L.—Vennin, C. H.*: Les outils de forage diamantés. Le forage aujourd'hui 1. Paris, Technip, 125—36.
- [60] *Ibragimov, A. A.—Abdulzade, A. M.—Amiraszlanov, Z. G.*: Temperaturñie naprjazsenija, vozniaksie v matricah almaznüh dolot pri bureonii. Izv. VUZ NG 2 26—30.
- [61] — Guidelines for optimum diamond bit performance. WO Sep 63—6; Oct 94—6; Nov 113—6; Dec 75—7 (1971 Jan 67—8; Feb 1 46—7).
- [62] *Dupal, P. L.*: New diamond drag bit cuts drilling costs. WO Aug 1 40—2.
- [63] *Altermann, J.*: Diamond bits drill soft formation fast. WO March 62—5.
- [64] *Dorodnov, I. P.*: Novüe kolonkovüe sznarjadü sz odnosarosecsnoj burgolovkoj. Bur. 7 16—21.
- [65] *Barabaskin, I. I.—Szianka-Ibarra, L.—Sztepanov, G. Sz.*: Sztzed dlja iszszledovanija proceszsza obrazovanija kerna. Mas. Neft. Oborud. 4 15—9.
- [66] *Brinegar, D. W.—Crews, S. T.*: Using large collars successfully. JPT 999—1006.
- [67] *Rollins, H. M.*: How to drill a better hole. WO Jan 49—52; Feb 1 33—G; March 66—9, 72; Apr 73—6.
- [68] *Cendre, A.*: Choix, fabrication, entretien des masses-tiges. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 1—17.
- [69] *Duret, J.*: Les tiges de forage, leur choix et leur utilisation. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 27—65.
- [70] *Rat, F.*: Tiges de forage. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip, 1970. 19—25.
- [71] *Szarkiszov, G. M.—Zemskov, G. V.*: O korrozionno-usztalozstnoj procnoszti sztali gruppü procnoszti D pri povüsennüh temperaturah. NH 7 16—8.
- [72] *Sloat, B.—Weibel, J.*: How oxygen corrosion affects drill pipe. API 875-24-I.
- [73] *Bradley W. B.*: Oxygen cause of drill pipe corrosion. PE 13 50, 54, 57.
- [74] *Hellums, E. C.*: Significant savings realized through API-AAODC standard. Drllg. Contr. March-Apr. 30—2.
- [75] *Thomas, B. E.*: Evolution of non-destructive inspection of used drill pipe. Drllg. Contr. March—Apr. 32—8.
- [76] *Peta, O.*: Calculul analitic al necesarulü du prajni de foraj active si prajni de foraj de rocada. PG 143—50; 456—60.
- [77] *Kerimov, Z. G.*: Dinamicseszkie rascseti buril'noj kolonnü. Moskva, Nedra, 157 o.
- [78] *Babaev, R. R.*: Ékszperimental'noe iszszledovanie moscsnoszti, zatracsvaemoj na holosztoe vrsacsenie kolonnü buril'nih trub pri bureonii naklonnih szkvazsin. ANH 6 18—20.
- [79] *Kreisle, L. F.—Vance, J. M.*: Mathematical analysis of the effect of a shock sub on the longitudinal vibrations of an oilwell drill string. SPEJ 349—56.
- [80] *Csepelev, V. G.—Fetiszenko, N. P.—Abakumov, V. I.—Malicin, G. A.—Éngel, A. Sz.*: Telemetriceszkaja szisztéma dlja iszszledovanija vibracij buril'noj kolonnü i oszevoj nagruzki na doloto pri élektrobureonii. NH 1 14—8.
- [81] *Balickij, P. V.*: Rabota szilü tjazseszti szsatoj caszti buril'noj kolonnü — Uprugie volnü, vznikajuscie pri prohodke szkvazsin — Modelirovanie prodol'nih kolebanij buril'noj kolonnü pri bureonii vertikal'nih szkvazsin zabojtümü dvigateljami. Novoe v bureonii szkvazsin. Trudü MINH i GP Gubkina. Vüp. 96. Moskva, Nedra 55—71.
- [82] *Szultanov, B. Z.—Sammaszov, N. H.*: Raszpredelenie reaktivnogo krutjacsego momenta po dlne buril'noj kolonnü. Izv. VUZ NG 10 33—5.
- [83] *Sumova, Z. I.—Szobkina, I. V.*: Szpravöcsnik po turboburam. Moskva, Nedra. 191 o.
- [84] Szekcionnüe i vsztavnüe turboburü. Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moskva, Nedra. 150 o.
- [85] *Pogarszkij, A. A.—Nadion, A. N.*: Podacsá dolota zabojnüm avtomatom tipa AZTSz po szkoroszti vrsacsenija vala turbobura. Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moskva, Nedra. 7—13.

- [86] *Nikomarov, Sz. Sz.—Derkacs, N. D.—Krutik, E. N.—Nezsel'szkij, A. A.—Kosztürja, E. D.*: Promüslennü iszputánija redukornüh turboburov sz zubcsatoj peredacsej Novikova. Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moszkva, Nedra. 101—7.
- [87] *Romanov, A. Z.*: O kombinirovannom pod'eme vsztavnogo insztrumenta. Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moszkva, Nedra 108—20.
- [88] *Guszman, M. T.—Kuznecova, I. I.—Nikitin, G. M.—Sumilov, V. P.*: Nekotorüe voproszü rascseta i konsztruirovánija amortizirovannoj oporü kacsenija turboburov. Mas. Neft. Oborud. 5 12—7.
- [89] *Agae, A. I.—Nikitin, G. M.—Grinberg, M. P.*: Rezul'tatü iszputánij spindel'nüh tihohodnüh turboburov sz oporoj kacsenija SSO. Bur. 6 3—7.
- [90] *Csajkovskij, G. P.—Tjupin, L. P.—Sanovics, L. P.—Gurnik, Ja. I.—Krapec, Sz. G.*: Rezul'tatü promüslennüh iszputánij turboburov A9K5Sza v ob'edinenii Ukrzapadneftegaz. NH 2 14—20.
- [91] *Lazayres, R.*: Presentation du turboforage. Le forage aujourd'hui 1. Paris, Technip. 157—71.
- [92] *Alyre, P.*: Conception et realisation des turbines de forage. Le forage aujourd'hui 1. Paris, Technip. 171—228.
- [93] *Tiraspol'sky, W.*: Les boies de l'évolution du turboforage. Le forage aujourd'hui 1. Paris, Technip. 229—68.
- [94] *Guszman, M. T.—Nikomarov, Sz. Sz.—Kocsnev, A. M.*: Novüj ob'emnüj zabojnüj dvigatel'. NH 11 8—13.
- [95] *Riordan, M.*: A new concept in straight hole drilling becomes a proven performer. Drllg. Apr. 15—34.
- [96] — Utilisé par 2400 m de fond le flexoforage prouve sa compétitivité pour les forages a tres grandes profondeurs. Pétr. Inf. Paris 1152 21—2.
- [97] *Bouvier, J.*: Appareils de mesure des parametres. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 175—89.
- [98] *Kuhn de Chizelle, G.*: Utilisation de l'ordinateur pour la gestion du forage. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 191—218.
- [99] *Dumitrescu, S.*: Telemasurarea parametrilor de la talpa sondei in cursul procesului de foraj. PG 75—80.
- [100] *Kormilkin, Ju. A.—Petrov, N. I.*: Naprijazennost' polja kolonnü buril'nüh trub. Mas. Neft. Oborud. 2 7—11.
- [101] *Parfemov, K. A.—Kuznecov, G. M.—Piljuckij, O. V.*: Turbotahometr sz gidravlicseszköj liniej szvjazi. Mas. Neft. Oborud. 4 24—9.
- [102] *Timoseev, N. Sz.—Vorozsbitov, M. I.—Bergstejn, O. Ju.—Golubev, G. R.*: Zabojnüj pribor dlja zapiszi vibracij niza buril'noj kolonnü. NH 1 11—4.
- [103] — Instrument forecasts formations below the bit. WO Jan 78—9.
- [104] *Jones, F. T.—Barringer, S. H.*: Improved communications with the drill bit. Drllg. Contr. Jan—Feb 30—6.
- [105] *Szorokotjagin, B. I.—Fedjuskin, V. N.*: Izmeriteli momenta rotora IMR-3. Mas. Neft. Oborud. 7 20—2.
- [106] *Griffin, P.*: Monitor II detects kicks early. Offshore Magazine 3.
- [107] *Kuznecov, V. Sz.—Kulagina, G. M.—Iszacsenko, V. H.—Eszkin, M. G.—Szaharov, Sz. B.—Csekalina, Sz. A.*: Avtomaticeszkij reguljator podacsi dolota sz elektroprivodom po sziszteme „tirisztornüj preobrazovatel' — dvigatel'". Mas. Neft. Oborud. 1 31—6.
- [108] *Volosjuk, G. K.—Kotylarov, A. M.*: Russian automated rig finishes field test program. OGI 10 71—5.
- [109] *Sahmaliev, G. M.—Gadzsev, A. A.*: Princip rabotü usztanovki dlja mehanizacii proceszsza szpuszka buril'nogo insztrumenta v szkvazsinu. Izv. VUZ NG 6 21—3.
- [110] *Gallon, M.—Lueken, M.*: Systeme automatique de manutention des tiges de forage. L' Ind. Pétr. en Europe Paris 4 51—4.
- [111] *Young, S. A.—Burch, W. A.—Muse, J. F.*: Packer snubbing program protects Elk Hills wells, turnkey contrast reduces costs. SPE 3187 15 o.
- [112] *Raulins, G. M.*: Well servicing by pump-down techniques. JPT 161—72.
- [113] *Loth, W. D.*: Recent developments in pumpdown tools and techniques. OTC 1149 8 o.
- [114] *Vernotzy, R. R.*: Servicing wells with pump down tools can reduce maintenance costs. OTC 1154 8 o.
- [115] *Weeks, S. G.*: Coil tubing, nitrogen cut workover costs. WO Feb 1 29—32.
- [116] *Movsumov, A. A.—Aszadov, A. S.—Kuliev, R. I.*: Éksz-
- perimental'nüe iszszledovanija pronicaemoszti gornüh porod po krivüm vüravnavánija davlenija i ocenka pronicaemoszti zaboja burjacsejszja szkvazsinü. ANH 1 24—5.
- [117] *Somerton, W. H.—El-Hadidi, S.*: Well logs predict drillability, aid computers. OGI 47 78—86.
- [118] *Mamedov, G. G.—Abdulzade, A. E.—Ibragimov, A. A.*: Éffektivnoszt' sztupencsatoj razrusenija gornüh porod pri bureonii. Izv. VUZ NG 9 39—43.
- [119] *Sztrekalova, R. V.—Novikov, Ju. A.—Musztafina, N. N.*: Vübor dolot i parametrov rezsima burenija na élektronno-vücsiszlittel'noj masine. NH 2 24—7.
- [120] *Kuliev, A. E.—Nazarova, R. G.—Ragimov, A. I.*: K voproszu usztanovlenija zaviszimoszti mezsdu mehaniceszköj szkorosz'tju provodki i parametrami rezsima burenija. ANH 6 12—3.
- [121] *Brazsnykov, V. A.—Milovanov, V. I.*: Vlijanie szil szoprotivlenija pri bureonii szkvazsin na osevsuju nagruzku. NH 5 19—23.
- [122] *Hubov, A. N.—Brojd, V. B.—Gorelik, F. H.—Kaszparov, M. A.—Mdivani, A. F.—Pogarszkij, A. A.*: Otnoszitel'naja éffektivnoszt' burenija sz primeneniem sztabilizatorov vesza. Bur. 3 18—21.
- [123] *Kokarov, V. D.*: Vübor optimal'nüh parametrov rezsima burenija po dannüm izucsenija mehaniceszküh szvojsztv gornüh porod. NH 10 1—4.
- [124] *Szimonjanc, L. E.—Katrüsev, I. E.—Kevorkov, Sz. A.*: Ob éffektivnoszti rotnorogoj burenija na nizkih oborotah. Izv. VUZ NG 2 21—5.
- [125] *Kozodoj, A. K.—Voszenko, A. A.*: Vlijanie érozionnüh szvojsztv zsidkoszti na razrusajucsuju szposzobnoszt' zatoplennüh sztruj. Izv. VUZ NG 11 21—4.
- [126] *Horjusin, I. G.*: Opredelenie nekotorüh parametrov rezsima burenija gidromonitornümi dolotami malüh diametrov. Bur. 2 4—8.
- [127] *Alliquander Ö.*: Improved hydraulics speeds Hungarian drilling. PE 6 72, 77, 80, 82.
- [128] *Biedrzycki, W.—Ciolczyk, J.*: Optimalizacija hidrauliküh pokazatelja protjecanja isplake tokom busenja uz primjenu dljeta s mlaznicama. N (jug.) 107—13.
- [129] *Bourgoyne, A. T. jr.—McKee, R. E.*: Computer graphics improve drilling hydraulics. PE 10 59—62.
- [130] *Wilson, J. H.*: A usable drilling well hydraulic program. PE 3 62, 65, 68, 70, 73.
- [131] *Hafez, N. A.*: Optimized drilling applications in El Morgan field — APC 79(B-1) 19 o.
- [132] *Cole, F. W.*: Application of minimum cost drilling programs. SPE 3155 8 o.
- [133] *Kuhn de Chizelle, G.*: Utilisation de l'ordinateur pour la gestion du forage. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 191—218.
- [134] — Computerized drilling pays off. PE 4 90, 98, 100.
- [135] *Sztrekalova, R. V.—Novikov, Ju. A.—Musztafina, N. N.*: Vübor dolot i parametrov rezsima burenija na élektronno-vücsiszlittel'noj masine. NH 2 24—7.
- [136] *Griskan, I. A.—Mamedov, A. I.—Szimonov, V. V.*: Primenenie metodov mnozesztvénogoj regreszcionnogoj analiza dlja vübora optimal'nüh rezsimov burenija. NH 3 7—8.
- [137] *Alekszandrov, M. M.—Belikov, V. G.*: Analiticeszkij metod proektirovanija rezsima turbinnogoj burenija. Izv. VUZ NG 1 23—6.
- [138] *Rudavszkij, I. E.—Dzsalaeva, V. G.*: Ékonomiceszkaja éffektivnoszt' turboburov ZTSZS-7½" TL. Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moszkva, Nedra. 126—32.
- [139] *Rudavszkij, I. E.—Dzsalaeva, V. G.*: Nekotorüe ékonomiceszkie pokazateli rabotü trehszkecionnüh spindel'nüh turboburov 6 5/8". Trudü VNIIBT Vüp. 25. Moszkva, Nedra. 133—9.
- [140] — Downhole motor, diamond bit win Delaware basin kudos. Drllg. July 56—7, 60.
- [141] *Mirzadzszanzade, A. H.—Titkov, N. T.*: O gidrodinamiceszküh problemah provodki neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Izv. VUZ NG 8 17—20.
- [142] *Macieszkij, V. P.*: Vlijanie szvojsztv burovogoj rasztvora na pokazateli rabotü dolot. NH 5 26—31.
- [143] *Walker, R. E.—Al-Rawi, O.*: Helical flow of bentonite slurries. SPE 3108 11 o.
- [144] *Aszaf'jan, M. O.—Bulatov, A. I.*: Formirovanie potoka vjazkoplaszticnoj zsidkoszti v zatrubnom prosztranzstve szkvazsinü. NH 11 25—8.

- [145] *Allahverdiev, K. G.—Dadasev, N. G.*: Vlijanie vrascenija buril'noj kolonnii na poteri davlenija pri promüvke szkvazsinü. NH 2 32—5.
- [146] *Siscsenko, R. I.—Bondarev, V. I.—Bulatov, A. I.—Babajan, Z. V.*: Obratnüj gidravlicseszkij udar v szkvazsine sz vjazko-plashticsnoj zsidkoszt'ju. NH 11 13—6.
- [147] *Bondarev, V. I.—Volik, A. L.—Mahmudov, M. N.—Lebedev, O. A.—Sisov, V. A.*: O metode izmerenija gidrodinamiceszkih davlenij v szkvazsine pri dvizsenii v nej kolonnü trub. Izv. VUZ NG 2 17—20.
- [148] *Babajan, E. V.—Lebedev, E. A.*: Opredelenie davlenija v sztvole pri razlicsnüh processzah provodki szkvazsin na ploscsadjah sz vüszkokimi geotermiceszkimi gradientami. NGP 4 18—20.
- [149] *Zeidler, H. U.*: An experimental analysis of the transport of drilled particles. SPE 3064 14 o.
- [150] *Walker, R. E.*: Drilling fluid rheology. Notes from 1969 Kelco Drilling Fluid Seminars. KelCo Co Houston 1970. 12 o.
- [151] *Kotb, A. K.*: A new way to compute annular friction loss. JPT 8—10 o.
- [152] — Mud research to intensify in 1970's. OGI 11 96.
- [153] — Where the industry's mud money goes. OGI 14 157—9.
- [154] *Reid, C. A.*: Drilling fluids for pressured formations in the Delaware basin. API 906—15-A.
- [155] *Lanman, D. E.—Willingham, R. W.*: Low solids, non dispersed muds solve hole problems. WO Aug 1 49—52.
- [156] *Hille, M.*: Über die Stabilisierung wasserbasischer Bohrspülungen. EEZ 180—3.
- [157] *Friede, W.—Hille, M.*: Über den Einsatz eines neuen Copolymeren als Additiv in einer Bohrung. EEZ 184—5.
- [158] *Gaszanov, F. S.—Hazaev, R. M.—Izmajlov, A. P.*: K voprosu sznizsenija mesztñüh szoprotivlenij pri dvizsenii gliniszttüh rasztvorov. Izv. VUZ NG 10 36—40.
- [159] *Szkal'szkaja, U. L.*: Regulirovanie reologiceszkih szvojsztv tiksztotopnüh burövüh rasztvorov melövümi szuszpenzijami. Bur. 3 21—3.
- [160] *Krisin, N. I.—Alekszeev, P. D.—Zsurbin, V. N.*: Iszpol'zovanie plasztövüh vod pri burenii szkvazsin. Bur. 1 18—9.
- [161] *Mondshine, T. C.*: Drilling mud lubricity: guide to reduce torque and drag. OGI 49 70—7.
- [162] *Lerner, R. Sz.—Scsemkina, E. D.—Finkelstejn, G. M.—Rusztambekov, A. F.—Nikitin, Sz. R.—Gokoaneva, M. G.*: Opüt promüslennogo primenenija okiszlennogo petrolatuma dlja ulucsenija szmazocsnüh szvojsztv utjazselenüh promüvocsnüh rasztvorov. ANH 7 14-7.
- [163] *Kennedy, J. L.*: Presheared asbestos muds help cut costs, rotating time. OGI 23 93—5.
- [164] *Rudencu, A.*: Limitarea fososirii de foraj saturate in sare. PG 331—7.
- [165] *Louden, L. R.—Woods, E. W.*: Is shale remineralization a cause of formation damage. WO Feb 1 55—8.
- [166] *Borst, R. L.—Shell, F. J.*: The effect of thinners on the fabric of clay muds and gels. SPE 3110 16 o.
- [167] *Skelly, W. G.—Dieball, D. E.*: Behavior of chromate in drilling fluids containing chrome lignosulfonate. SPEJ 140—4.
- [168] *Perricone, A. C.—Chesser, B. G.*: Corrosive aspects of copper carbonate in drilling fluids. OGI 37 82—5.
- [169] *Garcia, A.—Gratacos, J.*: La corrosion en forage: influence de la boue et méthodes pratiques de lutte. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 139—63.
- [170] *Szolov'ev, E. M.—Vozdvizsenszkij, D. D.—Il'in, G. A.*: Izmerenie reologiceszkih szvojsztv promüvocsnüh i cementnüh rasztvorov. Trudü MINH i GP Vüp. 96. Moszkva, Nedra. 133—6.
- [171] *Garvin, T. R.—Moore, P. L.*: A rheometer for evaluating drilling fluids at elevated temperatures. SPE 3062 12 o.
- [172] *Sinha, B. K.*: A new simplified approach of controlling properties of invert emulsion fluids at the well site. SPE 3065 12 o.
- [173] *Sinha, B. K.*: A new technique to determine the equivalent viscosity of drilling fluids under high temperatures and pressures. SPEJ 33—40.
- [174] *Louden, L. R.—Nance, W.*: New equipment determines mud particle size. PE 10 56—8.
- [175] *Adamo, J.—Algawi, M.*: Determination of mud cake permeability form filter press data. APC 90 (B-1) 9 o.
- [176] *Manolescu, G.*: Stadiul actual al problemei stabilitatii gaurilor de sonda. PG 274—80.
- [177] *Malahicjanov, T. B.—Mataev, G. A.*: Ocenka usztaloszt-nogo razrusenija porod sztenok neobszazsennoj szkvazsinü sz ucsetom kolebanij temperaturü. Izv. VUZ NG 1 35—8.
- [178] *Movszumov, A. A.—Rusztambekov, A. F.—Mamedov, A. M.*: Prognozirovanie voznikovenija oszlozsnenij pri burenii szkvazsin. ANH 8 12—3.
- [179] *Szimonjanc, L. E.—Keovorkov, Sz. A.—Fiszenko, N. I.*: Iszszledovanie sztaticszeszkij procsnosztü priszttvol'noj csaszti neobszazsennoj szkvazsinü. Izv. VUZ NG 9 45—50.
- [180] *Chenevert, M. E.*: Shale control with balanced activity oil-continuous muds. JPT 1317—25.
- [181] *Poljakov, V. G.*: Ékszperimental'noe opredelenie izmenenija temperaturü v burjascesjszja szkvazsine vo vremeni. NH 8 9—12.
- [182] *Csernjak, V. P.*: Metodika raszcseta temperaturü promüvocnoj zsidkosztü v burjascesjszja szkvazsine. NH 3 19—21.
- [183] *Kogan, E. V.—Stadikov, V. I.—Poljakov, G. G.*: Raszt-predelenie temperaturü po sztvolu szkvazsin v razlicsnüe periodü ih rabottü. NH 10 13—7 (1969).
- [184] *Németh F.—Csaba J.—Szabó J.*: A hőmérséklet meghatározása mélyfúrásokban. KF 6—9.
- [185] *Csaba J.—Szabó J.*: Megjegyzések a mélyfúrások hőmérsékletének meghatározásához. KF 10—4.
- [186] *Spinks, R. B.*: Gulf of Papua drilling program posed many problems. OGI 10 80—5.
- [187] *Davidov, V. K.—Tjurin, I. P.*: Szposzob bor'bü sz katasztroficeszkim pogloscseniem promüvocnoj zsidkosztü. Bur. 8 7—9.
- [188] *Mariampol'szkij, N. A.—Matveev, G. M.*: Povüsenie éffektivnosztü likvidacii pogloscsenij. Bur. 4 17—8.
- [189] *Koszolapov, A. F.—Kozjar, V. K.—Krülov, V. I.—Kleev, A. M.*: Kompleksznüe iszszledovanija pogloscsajuscsih plasztov sz primeneniem metoda akuszticeszkogo karotazsa i raszhodomera. Bur. 10 7—9.
- [190] *Misceveics, V. I.*: Opredelenie razmerov pogloscsajuscsih kanalov gidrodinamiceszkim metodom. NH 9 14—8.
- [191] *Kurocskin, B. M.*: Analiz pricsin pogloscsenij pri perehode na burenie sz promüvkoj gliniszttüm rasztvorom. NH 3 26—8.
- [192] *Dreyer, F.*: Le forage a l'air. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 135—74.
- [193] *Mazur, V. P.—Muradjan, I. M.*: Vszkrtüie gazonosznüh plasztov sz ociszttokoj zaboja vozduhom. Bur. 4 10—4.
- [194] *Talley, R. D.*: Programed drilling cuts Arkoma basin well costs. WO Feb 1 53, 54, 58.
- [195] *Elmanov, I. P.—Trutko, V. P.*: Udalenie zsidkosztü iz szkvazsinü v proceszsze burenija sz ociszttokoj zaboja vozduhom. Bur. 12 23—6.
- [196] *Alliquander Ö.*: A mélyfúrás kockázata. KF 49—53.
- [197] *Fertl, W. M.—Timko, D. J.*: How abnormal-pressure-detection techniques are applied. OGI 2 62—71.
- [198] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: Occurrence and significance of abnormal-pressure formations. OGI 1 97—108.
- [199] *Reynolds, E. B.*: Predicting overpressured zones with seismic data. WO Oct 78—82.
- [200] *Lewis, C. R.—Rose, S. C.*: A theory relating high temperatures and overpressures. JPT 11—6.
- [201] *Overton, H. L.*: Rock salinity variations as earth stress indicators. OTC 1293 9 o.
- [202] *Overton, H. L.*: Electric logs can be made from shale slurries. OGI 26 53—7.
- [203] *Phillips, J. N.—Sykes, C. R.*: So, you want to drill a 30,000 foot well. API 851—44-C 16 o.
- [204] *Eaton, B. A.*: How to drill offshore with maximum control. WO Oct 73—7.
- [205] *Redding, L. W.*: Current drilling practices, Gomez field, Pecos County, Texas. SPE 2856 7 o.
- [206] *Williams, R.*: Delaware basin drilling, completion costs are cut. OGI 30 108—12.
- [207] *Berry, S. C.*: Deep drilling practices in the Texas Panhandle. API 851—44-F 11 o.
- [208] *Phillips, J. N.—Sykes, C. R.*: So, you want to drill a 30,000 foot well. API 851—44-C 16 o.
- [209] *Odum, M. E.*: Deep well tubular design consideration. SPE 3166 7 o.
- [210] *Kiszfel'man, L. I.—Kiszfel'man, M. L.*: Iznosz obszadnüh kolonn v glubokih szkvazsinah. NH 10 9—13.
- [211] *Lindsey, H. R., jr.*: Recent developments in down-hole equipment for producing deep gas wells. API 906—15-I.
- [212] *Kalientiev, V. A.—Kuljavin, V. I.—Zolotareva, A. I.—*

- Turko, A. A.—Kruh, B. V.*: Burenje glubokih neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Moszkva, Nedra. 248 o.
- [213] *Amirov, A. D.*: Tehnika i tehnologija oszvoenija i éksploatacii glubokih szkvazsin. Moszkva, Nedra. 222 o.
- [214] *Constantinescu, M.*: Forajul sondelor adinci. Bucuresti, Technica. 440 o.
- [215] *Muscovale, J. N.*: Driller's challenge: the 28 000 foot Hunton. SPE 3169 4 o.
- [216] *Kennedy, J. L.*: Superdeep drilling — Part 1—4. OGI 50 89—97; 51 46—51; 1971 1 83—90; 2 49—52.
- [217] *Scott, J.*: Lone Star test opens new era in U. S. drilling. PE 10 51—5.
- [218] *Szadihov, Ju. V.—Gaszanov, G. G.—Allahverdiev, K. G.*: Szravnitel'nij analiz fakticeszkogo balansza moscsnoszti rotornogo i turbinnogo burenija do glubinü 6500 m. ANH 9 15—6.
- [219] *Riordan, M.*: A new concept in straight hole drilling becomes a proven performer. Drllg. Apr. 15 34.
- [220] *Aguirre, J. C. A.*: Latin America's deepest well proves technology. PE 3 56, 58, 60.
- [221] *Mahdavi, K.—Malek-Mansour, B.*: Record Middle East well drilled to 19,119 feet, WO Dec 59—62.
- [222] *Sobotka, R.*: Austria among Europe's deep drilling leaders. WO Oct 87—8.
- [223] *Rehm, B.*: Pressure control in drilling — 11, 12. OGI 3 74—9; 7 85—9.
- [224] *Laignell, R.*: Equipment de controle des éruptions. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 177—87.
- [225] *Jones, M. R.*: Módszerek és eszközök a fúrasi nyomás-mélység szelvény szabályozásához. KF 361—7.
- [226] — Choke the brute. Drllg. May 62, 64.
- [227] *Guirandet, B.*: Le controle des pressions. Le forage aujourd'hui 2. Paris, Technip. 163—76.
- [228] *Records, R. L.*: Effective well control must begin when well is being placed. OGI 27 104—10.
- [229] *Cain, L. L.*: Downhole blowout preventer. Drllg. Contr. Nov-Dec 31—4.
- [230] *Kennedy, J. L.*: Control of trip gas can be key to drilling deep high-pressure wells. OGI 19 79—82.
- [231] *Crockford, A. L.*: Controlling well kicks from a floating rig. WO Oct 89—93.
- [232] — How TENNECO snuffs an offshore blowout. Drllg. June 0/2—0/3.
- [233] *Razumov, V. B.—Panov, E. D.*: Glusenie otrkütüh gazovüh fontanov putem napravlennogo gidravliceskogo razrúva plaszta. Bur. 9 7—8.
- [234] *Petrovic, M.—Gradesic, D.*: Sprečavanje nastajan jane-kontroliranih erupcija. N (jug.) 199—206; 359—67.
- [235] *Marojevic, R.*: Adredivanje zone opoznati i tehnike mere zastitex ad CO<sub>2</sub> gasa u gradu Beceja nakon erupcije busotine Be-5. Deset Godina Rudrskog Instituta. Beograd 169—85.
- [236] *Patsch, F.*: A mélyfúrasi biztonságtechnika néhány aktuális kérdése. KF 368—71.
- [237] *Griffin, P.*: Monitor II detects kicks early, Offshore Magazin 3
- [238] *Prentice, Ch. M.*: „Maximum load” casing design. JPT 805—11.
- [239] *Pol, R.*: Calcul des colones de tubages choix des coefficients de sécurité dans le calcul des tubages. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 189—208.
- [240] *Mataev, G. A.—Aliev, M. G.—Padva, I. I.—Musztafaev, N. B.*: Uproscennij metod rascseta obszadnüh kolonn na izgib. Izv. VUZ NG 9 31—3.
- [241] *Sutko, A. A.*: The effect of axial tension on the deflection of centralized casing. JPT 1 7—8.
- [242] *Clegg, J. D.*: Casing failure study — Cedar Creek anticline. SPE 3036 12 o.
- [243] *Sztrelec, G. A.—Filatov, B. Sz.—Luban, V. Z.—Eremeev, Ju. A.*: Narusenija obszadnüh kolonn v szolenosznh otlozsenijah. NH 2 28—31.
- [244] *Overton, H. L.*: Predicting rock stress and casing collapse. OGI 5 98—104.
- [245] *Holmquist, D. E.*: Process uses hydraulics to prestress casing. OGI 20 138—42.
- [246] *Burley, J. D.—Drouin, A. H.*: A solution to ground subsidence problems in casing strings and wellheads. SPE 3000 12 o.
- [247] *Curry, E. L.*: Well casing corrosion and cathodic protection. SPE 2910 8 o.
- [248] *Glenn, R. R.—Schremp, F. W.*: Optimizing of cathodic protection current. JPT 812—6.
- [249] *Weeter, R. F.*: Cathodic protection on well casings needs constant surveillance. OGI 46 173—81.
- [250] *True, M. E.—Weiner, F. D.*: New joint-make up method eliminates pipe-connection leaks. OGI 34 66—7.
- [251] *Piszkozub, L. I.*: Iszszledovanie nesuszsczej szposzobnoszti oval'nüh obszadnüh trub, oszlablennüh otversztijami, pri dejsztvii na nih ravnomernogo naruzsnogo davlenija. Izv. VUZ NG 8 21—7.
- [252] *Godfrey, W. K.—Methven, N. E.*: Casing damage caused by jet perforating. SPE 3043 12 o.
- [253] *Kiszel'man, M. L.—Adrialov, I. I.*: Iszszledovanija szmjajtija iznosennüh obszadnüh kolonn. NH 5 14—6.
- [254] *Patterson, M. M.—Murphey, C. E. jr.—Sheffield, B. C.*: A magnetic device to detect tension failures in oil field casing. SPE 2958 11 o.
- [255] *Suman, G. O.—Klementich, E. F. jr.—Broussard, L. P.*: Measurement of casing buckling in producing intervals. JPT 255—66.
- [256] *Marion, P.*: Pose des colonnes perdues. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 209—29.
- [257] *Hentz, A.*: Les ciments, leurs caracteristiques et le controle de celles-ci au moyen d'additifs. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 231—50.
- [258] *Hentz, A.*: Améliorations des techniques de cimentation par controle des conditions d'écoulement. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 257—67.
- [259] *Bereznoj, A. I.*: O modeli zacementirovannogo zatrubnogo prosztranzstva szkvazsinü. ANH 3 18—20.
- [260] — Proceszszü tverdenija i szvojszstva szovremennüh tamponazsnüh materialov. Novoe v burenii szkvazsin, Glava V. MINH i GP I. M. Gubkina Vüp. 96. Moszkva, Nedra. 143—203.
- [261] *Mamrijszkij, A. Sz.—Lapcsenko, A. M.*: Prigotovlenie szuhih tamponazsnüh szmeszej. NH 8 15—9.
- [262] *Juszupov, I. G.—Bikcsurin, T. N.—Gazizov, A. S.—Sam-szultimova, A. F.*: Rezul'tatü promüslennüh iszpütanij polimercementnüh rasztvorov na osznove vodorasztvorimoj szmolü FR-12. Bur. 2 25—7.
- [263] *Musztafaev, A. D.—Mahmudov, M. N.—Tagiev, Ju. B.*: K voproszu vütesznenija gliniszczogo rasztvora iz kol'cevogo prosztranzstva polimercementnüm rasztvorom. ANH 2 18—20.
- [264] *Mahmudov, M. N.—Svare, Ja. A.—Szimonenkov, I. D.—Tavanec, A. I.—Zsuravlev, G. I.*: Pervij promüslennij opüt cementirovanija szkvazsinü sz dobavleniem nefi k cementnomu rasztvoru. Izv. VUZ NG 3 19—24.
- [265] — High expanding cement for primary jobs. PE 2 80—2.
- [266] *Berthin, H.—Garcia, A.*: Sur le comportement de ciments en presence de gaz acide dans les conditions du gisement de Meillon. Le forage aujourd'hui 3. Paris, Technip. 251—5.
- [267] *Belov, V. P.—Polünova, T. A.*: O vozmoznoszti fil'tracii gaza iz plaszta cserez cementnüh kamen' v obszazsennoj szkvazsine. NH 5 31—5.
- [268] — Formirovanie kontakta cementnogo kamnja sz gornümi porodami v szkvazsine. Novoe v burenii szkvazsin, Glava IV. MINH i GP I. M. Gubkina Vüp. 96. 122—42.
- [269] *Carter, G.—Slagle, K.*: A study of completion practices to minimize gas communication. SPE 3164 8 o.
- [270] *Szeid-Rza, M. K.—Sersztnev, N. M.—Agaev, M. H.—Muganlinszkaja, V. V.—Hairov, H. H.*: O germeticsnoszti kontaktov tamponirujuscih materialov mezszdu szoboj i sz poverhnosztojami obszadnüh trub. ANH 2 20—3.
- [271] *Szafonov, V. D.*: Iszszledovanie na gidroprovodnoszti poverhnoszti kontakta cementnogo kamnja sz obrazcami metallicesküh trub. Bur. 6 20—1.
- [272] *Massey, P.*: Will you and your cement job grow old gracefully together? Drllg. Apr. 45—7.
- [273] *Geranin, M. P.*: Porovoe davlenie cementnogo rasztvora, nahodjascsegoszja v zatrubnom prosztranzstve szkvazsinü. Bur. 8 16—9.
- [274] *Komorin, V. K.*: Opüt izmerenija gidrosztaticeskogo davlenija na zaboe szkvazsinü poszle okoncsanija cementirovanija. Bur. 4 29—32.
- [275] *Sitz, P.*: Die Beanspruchung des Zementmantels beim Abdrücken von Futterrohrtouren. Bergakademie Freiberg 224—8.



- [276] *Bondarev, V. I.—Bulatov, A. I.—Lebedev, O. A.—Asrafjan, M. O.—Sisov, V. A.—Mordvinov, F. V.*: Perekhodnue proceszsu v gidravlicseszkoj sziszteme szkvazsinu pri poszadke cementirovocnoj probki na „sztop”-kol’co. NH 8 19—22.
- [277] *Mamvrijskij, A. Sz.*: Pricsinu nesztabil’noszti udel’nogo vesza tamponaznogo rasztvora pri ego zatvoreanii. Bur. 4 24—9.
- [278] *Mamvrijskij, A. Sz.—Sapoznikov, Ju. I.—Lapcsenko, A. M.*: Novoe usztrojstvo dlja prigotovlenija tamponazsnih rasztvorov. Mas. Neft. Oborud. 3 14—8.
- [279] *Hoch, H. S.*: Cementing techniques used for high angle, S type directional wells. OGI 25 88—97.
- [280] *Garrett, J. H.*: Rigless workover — Lybian style. PE 6 55—7.
- [281] *Boice, D.—Diller, J.*: A better way to squeeze fractured carbonates. PE 5 79, 82.
- [282] *Morris, E. F.*: Evaluation of cement systems for permafrost. SPE 2824 4 o.
- [283] *Maier, L. F.—Carter, M. A.—Cunningham, W. C.—Bosley, T. G.*: Cementing practices in cold environments. SPE 2825 12 o.
- [284] *Muir, D. M.—Rollman, E. E.*: New look at bond logging. PE 2 72, 78.
- [285] *Porter, E. W.*: Fishing is more art than science. OGI 38 95—6.
- [286] *Faas, B. P.*: Down-hole failure of drilling tools. Drllg. Contr. May-June 34—8.
- [287] *Lankford, B. B.*: Keys to milling, washover operations. OGI 38 97—104.
- [288] *Lallemant, G.*: Instrumentation. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 77—138.
- [289] *Carrier, M.*: Forages subverticaux. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 1—17.
- [290] *Rollins, H. M.*: How to drill a better hole. WO Jan 49—52; Feb 1 33—6; March 66—9, 72; April 73—6.
- [291] *Kelsey, W. R.*: How square collars took kinks out of Virgo-Zama area drilling. Drllg. May 40—3.
- [292] *Gaucher, D.*: Forage vertical — stabilisation. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 19—31.
- [293] *Avetiszjan, N. G.—Sisov, V. A.*: Preduprezhdenie iszkriplenija sztvolov szkvazsin pri burenii v predgornoj csazti szeverozapadnogo Kavkaza. Bur. 5 3—6.
- [294] *Szamotoj, A. K.*: Nekotorie oszobennoszti razvitija proceszsa prihvata buril’nogo instrumeta v uslovijah dejstvija vuszokih temperatur i davlenij. ANH 3 22—4.
- [295] — W. Texas firm testing rig fire control. OGI 9 51.
- [296] *Bangs, T.*: Guidelines for sidetracking. OGI 38 83—91.
- [297] *Guiraudet, B.*: Forage dirigé. Le forage aujourd’hui 3 Paris, Technip. 33—55.
- [298] *Lallemant, G.*: Le forage dirigé. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 57—75.
- [299] *Dareing, D. W.—Godhwani, S.*: Directional drilling and circular arc deflection of long beams. SPE 3097 18 o.
- [300] *Rivero, R. T.*: Application of the curvature method of directional survey interpretation to the determination of true vertical reservoir thickness. SPE 3076 10 o.
- [301] *Holbert, D. R.—Thomas, G. B.—Sweeney, M.—Thiel, R. D.—Ehring, T. W.*: A computerized file for directional well course. JPT 267—76.
- [302] *Kalinin, A. G.—Popov, V. M.—Fedorov, A. F.—Golov, V. A.—Aronov, Ju. A.—Arhipov, I. G.*: Proektirovanie naklonno-napravlenih szkvazsin metodami nomografirovanija. NH 8 4—6.
- [303] *Grigorjan, N. A.—Aliev, E. Ju.*: Operedelenie dopusztimoi intensivnoszti iszkriplenija sztvola szkvazsinu. NH 6 13—6.
- [304] *Mahmudov, D. M.—Mamedov, Ja. G.*: Operedelenie priraszenija ugla iszkriplenija szkvazsinu sz ucetom dlinu UBT. NH 3 16—9.
- [305] *Bagbanli, E. A.—Guliev, A. A.*: K voproszu obrazovanija kavernu u fil’trata naklonnoj szkvazsinu. ANH 6 23—5.
- [306] *Mamedov, A. M.—Manafov, Sz. T.*: K voproszu iszszledovanija pricsin poteri sztvola szkvazsinu. ANH 5 18—20.
- [307] *Kerimov, Z. G.—Sihaliev, S. A.—Kuliev, K. A.—Agaev, G. M.*: Iszszledovanie naprjazsenovgo szosztojanija sztenok naklonnih szkvazsin pri szpuszke kolonnu trub. NH 11 19—21.
- [308] *Artjuskin, V. N.—Kopilov, V. E.—Tizsnov, F. I.*: Ékszperimental’noe operedelenie szil vzaimodejstvija buril’noj kolonnu szo sztenkoj szkvazsinu. NH 9 12—3.
- [309] *Szserbanin, A. A.*: Korrektirovanie napravlenija sztvola naklonno-napravlennoj szkvazsinu bez primenenija otklonjajuscsik szisztem. Bur. 3 16—8.
- [310] *Hoch, H. S.*: Cementing techniques used for high angle, S type directional wells. OGI 25 88—97.
- [311] — Marathon sets directional drilling record. Offsh. 4 77—8.
- [312] *Eaton, B. A.—Mosley, M. K.—Beakley, B.*: Efficient development drilling from a twelve well platform. SPE 3018 12 o.
- [313] — BP utilizes cluster drilling concept. PE 1 86—9.
- [314] *Emery, M. M.—Gallea, D. C.*: Social solves extreme directional drilling problems. PE 10 64, 66, 68, 73.
- [315] *Remson, D.*: Application of soil mechanics to well completion and repair. OGI 10 54—7; 12 78—83.
- [316] *Marion, P.*: Test en cours de forage. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 283—312.
- [317] *Martin, M.*: Le multi-flow evaluator de Johnston testers. Le forage aujourd’hui 3. Paris, Technip. 313—337.
- [318] *Varlamov, P. Sz.*: Szoversensztvovanie tehniki i tehnologii iszpitanija plasztov v otrkutom sztvolesz kvazsinu. NH 8 23—6.
- [319] *Sznezsko, M. P.—Kacslisvin, N. Z.—Barlamov, P. C.—Vopijakov, V. A.—Repin, Sz. Sz.*: Opit iszpitanija neobszazsennoj szkvazsinu sz vraszeniem kolonnu buril’nih trub. Bur. 3 30—1.
- [320] *Lindsey, H. R. jr.*: A new completion concept for ultra-deep gas wells. API 851-43-H.
- [321] *Kastrop, J. E.*: Gulf’s casing-for-tubing completion. PE 3 50—4.
- [322] *Szhaefer, H.*: Subsurface safety valves. OTC 1295 8 o.
- [323] — Semi-tubingless completion faciitate workovers. PE 13 58, 60.
- [324] *Muszin, N. H.—Hilazsetdinov, R. H.—Uszmanov, R. K.*: Kontrol’ za kacsesztvom vszkrtija plasztov gidropeszkozsztrujnum metodom. NH 5 38—41.
- [325] *Szemenov, Ju. V.*: Opit gidropeszkozsztrujnoj perforacii ékszpluatacionnu kolonn. Bur. 2 33—6.
- [326] — Applied engineered stimulation. Byron Jackson Inc. Long Beach Calif. 224 o.
- [327] *Pye, D. S.—Gallus, J. P.—Kemp, J. D.*: Placement control boosts well-stimulation results. OGI 45 76—80.
- [328] *Baker, B. D.—Sallee, W. L.*: Deep well stimulation in the Andarko basin. API 851—44—H.
- [329] *Kiel, O. M.*: A new hydraulic fracturing process. JPT 89—96.
- [330] *Engel, J. D.*: Application of the „Superfrac” process in Mid-Continent area. API 861—44-L.
- [331] *Matthews, T. M.*: Superfrac gives threefold production increase. WO Sep 67—70.
- [332] *Miles, L.*: A new concept in scale inhibitor formation squeeze treatments. API 851—44-J.
- [333] *Snyder, R. E.*: New look at stimulation by explosives. WO Nov 81.
- [334] *Hurst, R. E.—Zingg, W. M.—Crowe, C. W.*: New explosive fracturing method is safe, effective. WO Feb 15 131—4.
- [335] — Multiple wellbore blasts cause massive fracturing. WO Nov 82—5.
- [336] *Spencer, A. M.—Anderson, A. L.—Dysart, G. R.*: Powerful borehole slurry passes field tests. WO Nov 86—9.
- [337] *Olson, C. T.*: Liquid detonated while moving through formation. WO Nov 90—2.
- [338] *Laspe, C. G.—Weigelt, W. H.*: Injected slurry boosts production fivefold. WO Nov 93—5.
- [339] *Howell, W. D.—Eakin, J. L.—Miller, J. S.—Walker, C. J.*: Nitroglycerin tests prove new application. WO Nov 96—8.
- [340] *Gadiev, Sz. M.*: O prognozirovanii éffektivnoszti vibrovodzejstvija. ANH 3 30—1.
- [341] *Leutwyler, K.*: Completion design for corrosive environments. PE 2 58—62.
- [342] *Simpson, J. P.—Barbee, R. D.*: How corrosive are water base completion muds? PE 13 42, 45, 48.
- [343] *Hudgins, Ch. M. jr.*: Hydrogen sulfide corrosion can be controlled. PE 13 33—6.
- [344] *Grizzaffi, L. P.—Thompson, B. M.*: Completing gas wells that produce high H<sub>2</sub>S. WO June 70—4.
- [345] *Boigk, H.—Porth, H.*: Zur Frage der Erdöhlöflichkeit des Aussenschelfs, des Kontinentalabhanges und des Kontinentalanstiegs. EK 137—44.

- [346] *Hinz, K.*: Neuere geophysikalische Ergebnisse aus dem Bereich des äusseren Schelfs und Kontinentalabfalls. EK 70—3.
- [347] *Weeks, L. G.*: The growing ocean business. Offsh. 1 76—82.
- [348] — Reentry success boosts deepwater drilling. OGJ 32 170—1.
- [349] *Wilson, H. M.*: Oil hunters will get new data from ocean-floor coring try. OGJ 44 110—22.
- [350] — Offshore worldwide statistics. Offsh. July 50, 51, 53.
- [351] *Orudzev, Sz. A.—Aszan-Nuri, A. O.—Kalinko, M. K.—Timofeev, N. Sz.*: Problemü oszvoeniija neftegazovüh reszurszov selfov SZSZSZR. NH 4 57—62.
- [352] *Weeks, L. G.*: Finding oil in the sea. Offsh. 7 37—48.
- [353] *Finlay, L. W.*: The problem of ownership of the world's oceans. Offsh. 2 78—80, 83—4.
- [354] *Dean, J. T.*: Nutzen und Möglichkeiten zukünftiger Meerestechnik in tiefen Ozeangebieten. EEZ 9 367—73.
- [355] *Gardner, F. J.*: Huge offshore growth set for 1970's, OGJ 16 123—9.
- [356] — Marine rig status report. Drllg. June 31—54.
- [357] — Neftjanaja promüslennoszt' Reszpubliki k 50-letiju usztanovlenija szovetszkoy vlaszti v Azerbajdzsane. ANH 10 1—5.
- [358] *Kruppa, C.*: Plattformen für den Ozeanbergbau. EEZ 10 400—9.
- [359] — Marine rig status repost. Drllg. June 31—54.
- [360] *Harris, L. M.*: Design for reliability in floating drilling operations. OTC 1157 12 o.
- [361] *Sandy, E. E.—Browning, Ch. W.*: Minimum self-contained deck dimensions. Drllg. Contr. Jan-Feb 44, 48.
- [362] *Marucci, T. F.—McDaniel, D. E.*: Safety of mobile offshore drilling units. OTC 1321 7 o.
- [363] *Burke, B. G.*: The analysis of drilling vessel motions in a random sea. OTC 1219 16 o.
- [364] *Mironer, A.—Levine, B.—Orhlieb, F.*: Limited motion offshore platform. OTC 1217 8 o.
- [365] *Colvin, W. B.*: Innovations in drilling units. WO July 91—8.
- [366] *Hansford, J. E.—Lubinski, A.*: Analysis of some factors related to permissible horizontal motions of a floating drilling vessel. SPEJ 229—36.
- [367] *Evans, D. J.*: Analysis of wave force data. JPT 347—58.
- [368] *Wheeler, J. D.*: Method for calculatind forces produces by irregular waves. JPT 359—67.
- [369] *Dean, R. G.—Agaard, P. M.*: Wave forces: data analysis and engineered calculation method. JPT 368—75.
- [370] *Kennedy, J. L.*: New semisubmersible offshore rig design shows promise. OGJ 41 150—60.
- [371] *Haggie, R. A. G.*: Wire rope mooring systems for offshore drilling. Offsh. Techn. 2 15—7, 25.
- [372] *Schindler, M. E.*: An analysis of Discoverer II motions and mooring line forces. OTC 1220 10 o.
- [373] *Harris, L. M.*: Design for reliability in floating drilling operations. OTC 1157 12 o.
- [374] *Gerwick, B. C.—Lloyd, R. R.*: Design and construction procedures for proposed arctic offshore structures. OTC 1260 14 o.
- [375] *Buckman, D.*: Ice island rig designed for Arctic sea search. OGI 12 60—1, 94.
- [376] *Compton, K. G.—Craig, H. L. jr.*: Cathodic protection of offshore structures. OTC 1271 12 o.
- [377] *Nekoska, G.—Potosnak, Ch. S.*: Influence of anode configuration on effectiveness of cathodic protection of offshore structure. OTC 1272 12 o.
- [378] *Berry, W. L.*: Cathodic protection of deep water platforms with impressed current. OTC 1273 8 o.
- [379] *Hedborg, C. E.*: Corrosion control Cook Inlet platforms. SPE 2823 12 o.
- [380] *Muller, W. H.—Mount, L. F.*: Some notes on offshore positioning techniques. OTC 1297 10 o.
- [381] *Briskman, R. D.*: Possible applications of communications satellites to offshore communications systems. OTC 1172 8 o.
- [382] — Satellite positioning unit features integrated system. Offsh. 4 77—8.
- [383] *Ramette, L. R.*: Unique drillship to be industry's largest. WO Sep 71—3.
- [384] — Semi-submersible rig to self-propelled. WO July 97—8.
- [385] *Wetterstrom, K. W.*: The odd-ball on platform hillhouse. Drllg. Nov. 58—61.
- [386] — How Union's Monopod has performed. OGJ 9 68—9.
- [387] — Cone seen defense against ice in Arctic. OGJ 17 44—6.
- [388] *Kennedy, J. L.*: Concrete: a promising offshore construction material OGJ 48 61—9.
- [389] — A new look at riser desings. PE 4 66, 68, 75—6.
- [390] *Bakke, D. R.*: Soviets change to prefabricated platforms. Offsh. 11 52.
- [391] *Schempf, F. J. jr.*: Foreign operations keep costly barge fleet active. Offsh. 12 40—2, 45, 48, 51.
- [392] *Eggington, W. J.—George, D. B.*: Application of air cushion technology to offshore drilling operations in the Arctic. OTC 1165 12 o.
- [393] *Kennedy, J. L.*: Proposed Arctic rigs would ride on air cushion for year round operation. OGJ 8 87—90.
- [394] *Paulling, J. R.—Horton, E. E.*: Analysis of the tension leg stable platform. OTC 1263 12 o.
- [395] *Delacour, J.—Debysier, J.*: French core-drill in 8,000 feet of water. WO July 99—101.
- [396] — Underwater electric tool built to core sea floor. WO May 98—9.
- [397] *Crockford, A. L.*: Controlling well kicks from a floating rig. WO Oct 89—93.
- [398] — Fire protection a must on platforms. PE 7 14, 17, 20.
- [399] *Eaton, B. A.*: How to drill offshore with maximum control. WO Oct 73—7.
- [400] *Taylor, D. B.—Smith, T. K.*: New fracture gradients help cut costs offshore. WO June 75—8.
- [401] — Reentry success boosts deepwater drilling. OGJ 32 170—6.
- [402] — Utilisé par 2400 m de fond, le flexoforage prouve sa compétitivité pour les forages a tres grandes profondeurs. Pétr. Inf. Paris 1152 21—2.
- [403] *Morrison, J.*: IFP cuts subsea coring costs with new electrodrill. OGI 4 78, 81—2.
- [404] *Kliwer, G.*: Challenger starts new sea-floor coring voyage. WO Apr 60—3, 71.
- [405] — Marathon sets directional drilling record. Offsh. 13 37.
- [406] — Computerized drilling pays off. PE 4 90, 96, 98, 100.
- [407] *Cranfield, J.*: Seabed work vehicle promises versatility and endurance. OGI 9 54—5.
- [408] *Hartdegen, F. W.*: The application of underwater TV and video tape recording in supervising and documenting offshore operations. OTC 1176 12 o.
- [409] — Deepstar 20 000 taking shape. Drllg. Feb 64.
- [410] — La plongée profonde. Technip, Paris. 408 o.
- [411] *Scott, J.*: Offshore technology in the 1970's. PE 4 51—4.
- [412] *Rike, J. L.—McGlamery, R. G.*: Recent innovations in offshore completion and workover systems. JPT 17—24.
- [413] *Wray, G.—Petty, G.—Jeffords, C.*: Developments in testing from floating vessels. SPE 3094.
- [414] *Beauper, C. J.*: Offshore workover operations today. PE 4 77, 80, 84, 86, 88.
- [415] *Krause, W. E.—Sizer, P. S.*: Selection criteria for sub-surface safety equipment for offshore completion. JPT 793—9.
- [416] *Wells, M. J.*: Helpful lessons come from Zakum subsea experience. WP 9 30, 32, 34, 36, 40.
- [417] *Schaefer, H.*: Subsurface safety valves. OTC 1293 8 o.
- [418] — How TENNECO snuffs an offshore blowout. Drllg. June 0/2—0/3.
- [419] — Tetes de forage sous-marines. Technip, Paris. 248 o.
- [420] *Loth, W. D.*: Recent developments in pump-down tools and techniques. OTC 1149 8 o.
- [421] *Crosby, G.*: Testing procedures available far east wells. PE 12 50—4.
- [422] *Park, D. A.*: Rig 17— designed from the ground up for use in the arctic. OGJ 35 64—74.
- [423] — Raymond, Glomar eye arctic joint venture — Air cushion rigs, vehicles envisioned for North Slope. Drllg. Feb 65.
- [424] *Wells, M. J.*: Air cushion vehicle to transport drilling rig at Alaska North Slope. WP 1 40—1.
- [425] *Kennedy, J. L.*: Proposed Arctic rigs would ride on air cushion for year round operation, OGJ 8 87—90.
- [426] *Gerwick, B. C. jr.—Lloyd, R. R.*: Design and construction procedures for proposed arctic offshore structures. OTC 1260 14 o.

- [427] — How Union's Monopod has performed. OGJ 9 68—9.
- [428] — Ice island for Arctic drilling proposed. OGJ 37 60—1.
- [429] *Hedborg, C. E.*: Corrosion control Cook Inlet platforms. SPE 2823 12 o.
- [430] *Birkle, A. J.—Leonard, W. W.*: How to handle oil-country tubular goods at low temperatures. OGJ 29 55—8.
- [431] *Kazemi, H.—Perkins, T. K.*: A mathematical model of thaw-freeze cycles beneath drilling rigs and production platforms of cold regions. SPE 3029 16 o.
- [432] *Morris, E. F.*: Evaluation of cement systems for permafrost. SPE 2824 4 o.
- [433] *Maier, L. F.—Carter, M. A.—Cunningham, W. C.—Bosley, T. G.*: Cementing practices in cold environments. SPE 2825 12 o.
- [434] — BP utilizes cluster drilling concept. PE 1 86—9.
- [435] — Permafrost hides support problems. PE 1 76—8, 84.
- [436] — Alaskan completions will be complicated. WO Jan. 85.

## 2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás

### 2.1 Kutató magfúrás, sekélyfúrás

A fúrási költségek csökkentése és a minőség javítása a sekélyfúrás-technika terén is alapvető feladat, ma olyan fúróberendezéseket részesítenek előnyben, amelyeket az építőköcka elvén szerkesztettek, és amelyeket mindenkor, egészen különleges feladatok optimális elvégzésére is ki lehet egészíteni.

Úgy mint eddig is, most sem találhatók az irodalomban a teljesítményekre vonatkozó egzakt adatok, amelyek alapul szolgálhatnának a sekélyfúrás berendezések méretezésére. Sekélyfúró berendezések új szerkesztési megoldásainál továbbra is az egy személyes kezelés megvalósítására törekszenek.

Sekélyfúrás-technikai feladatok teljesítésekor a minimális fúrási költségek legfontosabb tényezője a szállítás és a költöztetés problémáinak optimális megoldása.

#### 2.1.1 Kőzetbontás

Az osztravai bányászati akadémián végzett kutatási munka eredményeként 1969-ben terepi módszert közöltek a kőzetfúrhatóság megállapítására. A mérvadó tényező a cseh adatok szerint az ún. „redukált kőzet-szilárdság”, amely a kőzet nyomószilárdságának és a relatív képlékenység négyzetgyökének a szorzata.

A relatív képlékenység tényezőjét viszont a teljes deformációs munkának a rugalmas erőknél a behatolás közben végzett munkájához való viszonyával definiálják (ami  $\geq 1$ ).

A „redukált kőzet-szilárdság” fogalma [1] az összes fúrószerszám számára alkalmas paraméternek bizonyult. Görgős fúró munkájának jellemzésére azonban nemcsak a „redukált kőzet-szilárdság”, hanem a „ferde irányú nyírási szilárdság”, valamint egy „hasító-lépés” is fontos. [1]-ben módszert adnak „a ferde irányú nyírási szilárdság” meghatározására, sőt kísérleti eredményeket is közölnek. Erre érvényesek az alábbi képletek:

„ferde irányú nyírási szilárdság”

$$\sigma_{SS} = 0,23 \cdot \sigma_{red}^{0,83},$$

a „hasító lépés”

$$t_s = \sigma_{red} \cdot (a \cdot \sigma_{red}^2 - b \cdot \sigma_{red} + c) \cdot k \cdot l,$$

ahol:  $a = 3,5 \cdot 10^{-6}$

$b = 2,1 \cdot 10^{-3}$

$c = 2,9 \cdot 10^{-1}$

$l$  = a görgősfúró-fog érintkezési hossza

$k$  = függvény, amely az érintkezési minőség befolyását, esetleg a fúrófog csúszását jellemzi.

#### 2.1.2 Fúróberendezések

A sekélyfúró berendezések fejlődésének jellemzői az alábbiak:

- fúróberendezés sorozatgyártása építőköcka elvén, amely az alapegységeknek pótegységekkel való kombinálása útján minden különleges alkalmazási követelményt kielégít;
- a fúrás és a költöztetés egyes munkafolyamatainak további gépesítése és automatizálása;
- a fúróberendezések nagyfokú mozgékonyága és kezelhetősége.

Felszíni kutatásokhoz, cölöpfúrásokhoz, besajtoló fúrólyukakhoz, kis szűrőkutak mélyítéséhez olyan könnyű fúrógépeket gyártanak, amelyeket személygépkocsin kényelmesen lehet szállítani. Egy ilyen függőleges irányban fúró géppel — csupán 21 kg gépsúly mellett — kb. 3 m mélységig 90—250 mm átmérőjű fúrólyukakat lehet fúrni.

A korszerű sekélyfúró berendezések az alapegységnek pótegységekkel való kombinálása útján úgy állíthatók össze, hogy ezek a legkülönbözőbb fúrás eljárássokra is alkalmasak. Ha az alapegységet forgóasztallal egészítik ki, az alábbi fúrás módok alkalmazhatók:

- Szárazfúrás csigafúróval vagy kanálfúróval, egyszerű vagy teleszkópos forgatórúddal kombinálva;
- építészeti talajvizsgálatok rotari-perkussziós magcső alkalmazásával;
- öblítéses fúrás jobböblítéssel (ehhez pótlólag egy öblítőszivattyú vagy kompresszor szükséges);
- öblítéses fúrás a légöblítési vagy a szívósugár-öblítéses eljárással (ehhez pótlólag egy kompresszor vagy körforgó szivattyú szükséges).

Az alapegységnek hidrosztatikus hajtású forgató-öblítőfejjel és hidraulikus terhelő-, ill. emelőberendezéssel való ellátása után az alábbi fúrás módokat lehet alkalmazni [2]:

- magfúrás magcsővel, keményfém betétes vagy gyémánt magkoronával;
- teljes szelvényű fúrás teljes szelvényű fúróval besajtoló fúrólyukakhoz vagy ütőfúrás sűrített levegős fúrókalapáccsal, amelyet a rudazatvégehez csavaroznak.

Az alapegységnek pótlólagos egységekkel való egészítése révén az alábbi alkalmazási lehetőségek adódnak:

- kútépítés;

- robbantófúrások kőbányákban;
- mélyépítéssel kapcsolatos lyukfúrás alapcsavarok számára (berlini biztosítás, támfalak, alapozások), fúrások cölöpalapozáshoz, fúrások közhasználatú vezetékek, úttestek, vasúti töltések stb. alatti fektetésére;
- kutatófúrások elvégzése kemény és laza kőzetben;
- szeizmikus robbantólyukak fúrása;
- lyukfúrás besajtoló munkákhoz.

Ha az alapegységet könnyű kivitelben gyártják, akkor az alkalmas

- helikopterrel való szállításra;
- málhás állapotokkal való szállításra;
- föld alatti bányatérsekben fúrások, továbbá magfúrások, gázfúrások, vízfakasztó fúrások, közetcsavarozással kapcsolatos fúrások elvégzésére;
- alapozási talajkiemelésre;
- alagútépítési segédmunkákhoz.

A teljesen hidraulikus fúróberendezésekhez rendelkezésre állnak lehajtható fúróárbcok 2000—6000 mm-es hosszban, továbbá fúrófejek, hidraulikus szerszámok, ferdelyuk-fúró berendezések, magasságbeállító és elforgatható toldólapfetták, öblítőszivattyúk, csőmozgató szerszámok stb. [2].

Meghajtásra tetszés szerint belső égésű, villamos és légmotorokat lehet használni. A sokoldalú választékot a hozzá tartozó kapcsolószekrények és a vezérlőasztalok teszik teljessé. A különböző gépegységeket a mindenkori szükségletnek megfelelő alkalmas kivitelben gyártják. A különféle forgatófejekkel egyetemben a fúrési módok és a fúrószerszámok tekintetében alkalmazkodni lehet a mindenkori talajrétegződéshez és a fúrandó kőzet minőségéhez. Tág határokon belül szabályozhatók továbbá a forgatófejek fordulatszám-tartományai és forgatónyomatékai; a forgatófejekhez a szárazfúráshoz, ill. közvetlen vagy közvetett öblítéshez alkalmas betétek tartoznak.

Az ITAG S-102 típusú több célú fúróberendezés járóművét könnyen ki lehet cserélni lépegető talpakra. Ekkor a fúrólyukról fúrólyukra való átállást a beépített hidraulikus lépegetőmű maga végzi. E fúróberendezéseknek külön elektromos meghajtású csővezetőgépük van, amellyel 25 000 kpm-ig terjedő forgónyomatékkal és 25 Mp-ig terjedő húzóerővel max. 720 mm Ø-jű csöveket lehet beépíteni [3].

A KGST országaiban pl. több mint 60 különféle fúróberendezés-típus létezik; gyakran ugyanabban a teljesítménykategóriában 8—9 különböző típus áll rendelkezésre. Más kategóriákban viszont az alkalmas fúróberendezések hiányoznak. Ezért a KGST geológiai bizottsága 1969-ben a szilárd hasznosítható nyers-

anyagok kutatására fúróberendezés-sorozatot dolgozott ki, a fúrési mélységtől függően [4].

Ezeket a fúróberendezéseket a szovjet SBA, a román SG sorozat, valamint a lengyel típusok nyomán kívánják fejleszteni.

### 2.1.3 Fúrési módszerek

Kavics vagy durvatörmelék-rétegek átfúrására vagy víz alatti fúrára legalkalmasabb az ún. *takaróátfúrési eljárás*. Ezen fúrési mód nagy előnye, hogy a fúrással kapcsolatos különböző építészeti munkákat egyidejűleg is el lehet végezni, ún. a talajszilárdítási munkát, előfeszített horgonykábelek behelyezését, mérőberendezések beépítését, pl. a talajvíznyomás meghatározására szolgáló piezometereket. A takaróátfúrési mód jellegzetessége az ütő- és forgófúrás kombinációja nagy nyomású víz-, ill. légöblítés mellett kettős fúrócsővel. Minthogy az összes munkafolyamatokat, ún. az ütőmunkát, forgatást, előretolást és öblítést egymástól függetlenül lehet vezérelni, a kezelőnek módjában áll, hogy a mindenkori takarórétegnek legjobban megfelelő fúrési kombinációt válasszon. Ha talajmintát kell venni, a fúrórudat kiépítik és a fúrócsövön át magcsövet építenek be. Fúrócsőből háromféle méret van, mégpedig  $2\frac{3}{4}$ "-es fúrócső karmantyúval,  $3\frac{1}{2}$ " és 5"-es fúrócső közcsavaros kötessel. A lyukas fúrókorona külső átmérője  $3\frac{5}{8}$ ", 4" és 6". A felszereléshez tartoznak a belső fúrócsövek is,  $1\frac{1}{4}$ "-es, ill.  $1\frac{1}{2}$ "-es fúrórudak. Emellett a  $2\frac{3}{4}$ "-es és a  $3\frac{1}{2}$ "-es csőkészlet mint szerszám-tartozék, 5"-es csőben is alkalmazható. Elérhető mélység a talajviszonyoktól függően 35—60 m. A normál takaróátfúró berendezés egy független forgatású, úgynevezett fejtkalapácsból áll, láncos előretolással, mégpedig gumiabroncsos fúrókocsira szerelve [5].

Az utóbbi években elsősorban a Szovjetunióban és Csehszlovákiában a rezgőfúrás — különösen a földmunkálatoknál és a mélyépítészetben — nagyobb mértékben elterjedt [6], mert a rezgőfúrás nagy fúrési sebesség mellett kevés mellék munkát (úm. fúróállvány fel- és leszerelését) igényel. Minthogy a rezgőfúrásnál a rudazat igénybevétele nagyobb, mint az ütő- vagy forgófúrás esetén, erősebb rudazatot kell használni. Csehszlovákiában 93 mm, 112 mm és 137 mm átmérőjű fúráshoz 60 mm-es, ill. 73 mm-es rudazatot használnak annak ellenére, hogy a szovjet irodalomban ennél még nagyobb átmérőket javasolnak. A rudazatkötéshez az egyszerű kúpos kötés vált be ékbiztosítással. A rezgőfúráshoz használt magcső szerkezete lényegesen különbözik a rotari magcső szerkezetétől. A teljes csövet itt ritkán alkalmazzák, mert a földmag rendszeresen dugulást okoz, amely a további fúrési folyamatot megakadályozza. Puha talajban 2, ill. 3 hosszanti réssel készült magcsövet használnak. A hosszanti rések szélessége tömör talajban a legnagyobb, vizes puha talajban pedig a legkisebb résszélességet választják. Homokban és kavicsban gyakran kis falvastagságú teljes csővel fúrnak, vízdús homokban pedig csappantyúval ellátott iszapcsövet alkalmaznak. Ezenkívül vannak még különleges szerszámok, pl. köveknek a fúrólyuktengelyből való eltaszítására, valamint zavartalan fúrómintavételre.

Mélység m	Fúróberendezés-osztályok										Fúró- szer- szám
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	12,5	25	50	100	200	300	500	800	1200	2000	kemény- fém betétes fúró
	25	50	100	200	300	500	800	1200	2000	3000	gyémánt- fúró

### 2.1.4 Fúrószerzők, mintavevő készülékek; vizsgálatok fúrólukban

Néhány év óta az építészeti talajvizsgálatokhoz olyan mintavevő szerzőt használnak, amelyekkel beveréssel nyert 1 m hosszú, 7 cm átmérőjű magmintákat már a fúrás (magvétel) során, a talajban műanyag fóliába burkolnak. A STADE-féle eljárásnál kívül (l. az 1969. évi különszámot) a [7] szerint kb. 3 év óta eredményesen alkalmazzák a tömlős magszedőt. Ezzel az eljárással fent zárt plasztikfóliát egy 6 cm hosszú hüvelyre tolnak rá, amely hüvelyt az élével a magcsőbe illesztik. Az él beverésekor az általa kiszűrt talajminta a hüvely belső falán felfelé csúszik, miközben a magfúrás haladásának megfelelően a műanyag tömlő a hüvelyről lecsúszik és a mintát körül fogja. Az előre elkészített, megfelelő számú tömlőhüvelyt a fúrásnál készletben tartják. E módszer előnyei:

- a mintavevő kezelése egyszerű,
- a mintavétel kihozatala biztosított, továbbá
- a minta mennyisége, minősége mind a fúrás, mind a szállítás alatt biztosított van.

Hollandiában készüléket fejlesztettek ki a tengerfenékből való mintavételre; e készüléket acélsodrony kötélen eresztik le a tengerfenékre. A magcsövet vibrátorral kényszerítik a talajba. Egy ilyen készülék 150 m vízmélységig alkalmazható és 2 3/4" átmérőjű, max. 6,80 m hosszú mintát vesz.

Terjed az in situ talajvizsgálatok száma. Ménard pressziómérő talajok szilárdsági tulajdonságainak

fúrólukban való közvetlen mérésre fejlesztették ki. A készülék használható 3,65 cm, 4,70 cm és 7,50 cm átmérőjű fúrásokban, mégpedig olyan talajfélésegek és kőzetek esetén, amelyeknek  $E$  értékei — zavaraltan állapotban — 100 000 kp/cm<sup>2</sup>-nél kisebbek. A pressziómérő két gumimembránnal működik, a belső mérési cella víznyomással, a külső védőcella pedig sűrített levegővel dolgozik. Utóbbi a perem-effektus csökkentésére szolgál, és valamivel kisebb nyomással látják el, mint a mérőcellát, úgy, hogy mindig hozzányomul a lyukfalhoz. Ezenkívül egy ún. pressziocaptor-készüléket is szerkesztettek, amely a pressziómérő egyik változata. A vizsgálati nyomást itt azonos módon fejtik ki, mint az előbb, de csak egy gumicellát alkalmaznak és kizárólag víznyomást. A vizsgálati nyomást valamivel nagyobb értékre állítják be, mint a nyugalmi nyomás becsült értéke. A mennyiségi és a nyomásmérő rendszer egymástól elkülönített. Egyes vélemények szerint a pressziocaptor-készülék mérési pontossága nagyobb, mint a pressziómérőé, ezen túlmenően a fúrólukban hosszabb mérések is elvégezhetőek [8], [9].

A [10] szerint hordozható ipari televízióberendezés segítségével fúrások, vízszintes csövezetékek és víz alatti építmények kivételével vizsgálható. Fúróluk- vagy kútvizsgálatok során a kamerát 100 m mélységig egyszerű kábelcsörlő segítségével leeresztik. Fényforrásként 500 W-os jódkvarc lámpát használnak.

Zavart talajpróbák megőrzésére [11] átlátszó, olcsó, könnyű, könnyen tárolható, légmentesen záró, 0,7—1,0 l-es műanyag dobozt ajánl, rányomható fedéllel.

## 2.2 Vízkútfúrás

A talajvíznek a különböző vízgazdálkodási szükségletek témakörében — úgy mint eddig —, ma is különleges fontosságot tulajdonítanak. Annak ellenére, hogy a talajvízszint erős ingadozásait gyakran megfigyelték, a talajvíz mégis egyenletesebb és bizonyos célokra megbízhatóbb bázisa a vízellátásnak, mint a felszíni vizek.

Meg kell jegyezni azonban, hogy 15 m-nél kisebb vízelvételi mélységgel rendelkező kutak egy részében a vízminőség jelentős romlását figyelték meg, erősen szennyezett külszíni vizek által. Így pl. egy konkrét esetben a vízben  $45 \cdot 10^{-4}$  nitráttartalmat állapítottak meg (High nitrates in Illionis wells. WWJ 1969 11 6, 8). Ez azt jelenti, hogy perspektívkusan a kútfúrások átlagos mélységének növekedésével kell számolnunk [12], [13].

Figyelemre méltó, hogy kemény kőzetben a kötél-fúrás mód (pennsylvaniai fúrás) keményfém élű vésőkkel kombinálva ismét tért hódít.

A Szovjetunióban a balöblítésű fúrás módok, ezen belül különösen a légöblítéses fúrás a sekélyfúrás technikában, a kutatófúrásban is erősen terjed. Rámutatnak különösen arra, hogy a kút hozzáfolyása balöblítés esetén bizonyos földtani adottságok mellett 2-szer, 3-szor nagyobb, mintha azt rotari fúrással, azt követő agyagtalanítással végezték volna [14].

A szovjetunióbeli kutatófúrások különlegessége a mammutszivattyúzás elvének az öblítőkörben való alkalmazása [15]. Ezzel a módszerrel gyémánt- és

kemény fémfúrókkal 59—112 mm átmérőjű fúrólukokban 700 m mélységet is elérnek. Az erre a célra használt fúróberendezés sajátosságai az öblítés kerítését különböző irányokban is lehetővé teszi. Léglevezetéként a rudazatban centrikusan beakasztott polietilén tömlő szolgál, 20 mm külső, 16 mm belső átmérővel. Az öblítés mennyisége 120—300 l/min, a levegőfogyasztás kb. 1,50 m<sup>3</sup>/min, a túlnyomás — a merülési mélységtől függően, amely 100 m-t is kitehet —, 7,5—11,0 kp/cm<sup>2</sup>.

A hidrológiai kutatás és feltárás feladatainak elvégzésére egy olyan fúróberendezés szerkesztésére töreksenek, amelynél az ütő- és fogófúrást kombinálni lehet egymással. Meg kell állapítani azonban, hogy egy egységes műszaki megoldás útja eddig még nem rajzolódott ki, egymástól igen eltérő módszereket alkalmaznak annak érdekében, hogy ugyanazzal a fúróberendezéssel több fúrás eljárást is megvalósítsanak. Így pl. a Szovjetunióban tipikusan egycélú fúróberendezéseket (kötélfúró berendezéseket) annyira tökéletesítették, hogy azokat balöblítésű eljárásokkal is lehet kombinálni kis és nagy átmérőjű kutak fúrásához [15], [16]. Ez vonatkozik elsősorban az UKS-22M és UKS-30M típusú kötél-fúró berendezésekre. Mind a két berendezéstípust utólagosan forgatóasztallal látták el; a forgatóasztalt vagy közvetlenül az alapegység főtengelyéről, vagy külön villamos motorral hajtják. E berendezések mélységkapacitása 200 m; a maximális átmérő kb. 2000 mm [17]. Meglevő fúró-

berendezések ezen kiegészítése mellett a Szovjetunióban UGBCH-150 típusjellel egy kombinált fúróberendezést is fejlesztettek [18].

Az utólagos kiegészítés az USA-ban is szokásos: a rotari fúróberendezéseket ütőszerszámmal látják el, hogy ennek kedvező tulajdonságait is érvényesítsék [18].

Egy további figyelemre méltó kombinált francia fúróberendezést [19] háromdobos emelőművel, ütőkészülékkel, forgatóasztallal (21—200 percenkénti fordulatszám mellett 635—97 kpm), körforgó szivattyúval, dugattyús szivattyúval, a hidraulika számára fogaskerék-szivattyúval, két kompresszorral, két egyenként 90 LE teljesítményű Diesel-motorral, lehajtható árboccal (magasság 16 m, kivételesen 34 Mp-ig terhelhető), önjáró művel láttak el. A berendezéshez különleges markoló is tartozik, amelyet laza kőzetek nagy átmérőjű átharántolásakor használnak. A berendezés hidraulikája kis méretű, mivel csak alárendelt szerepe van, mert a teljesítményátvitelt mechanikusan, a vezérlést pedig kizárólag csak pneumatikusan végzik. Azonban, hogy egy ennyire túltökéletesített sekélyfúrású berendezés a gyakorlatban tényleg alkalmazható és kezelhető is, ezt a kérdést erősen kétségbe lehet vonni.

A kotrókhoz hozzáépíthető, kiegészítő egységek eddig ismert választékához hozzájött még egy 30 m mélységig használható aknamélyítő berendezés is [20]. Az ennél alkalmazott markolót körmarkolóként vagy résmarkolóként képezik ki, úgy, hogy ezzel a munkaszerszámmal függőleges falú réseket, kutatófúrásokat és kutakat is lehet mélyíteni. Az aknamélyítő berendezés használatkor a csövezési munkát az alapozásra és kútépítésre szerkesztett önjáró csövezőgép végzi [21]. A csövezőgép szabad keresztmetszete 800 mm, elforgatási szöge 24°, forgatónyomatéka 2000 kpm, húzóereje 36 Mp, lökete 750 mm, önjáró rakódókotróval egyetlen egységgé kombinálták.

Figyelemre méltó ezzel kapcsolatban egy teljesen hidraulikus, elektromos vezérlésű, 15°-ig ferdefúrásban is használható csövezőgép fejlesztése. Továbbá olyan fúróberendezéseket is gyártanak, amelyek — városi használatra gondolva —, különleges hangtompítóval vannak ellátva (22).

A szállítóeszközök tökéletesítése terén különösen a túlméretezett, kisnyomású abroncsokkal ellátott járművek méltók figyelemre [23]. Ezzel a felszereléssel a maximális fajlagos talpnyomás csupán 0,98 kp/cm<sup>2</sup>. Ezért mezőgazdasági kultúrterületeken — különösen a kútépítés során — a mezei károk jelentős csökkentésének lehetősége adva van.

A sekélyfúrásos használt fúrórudazatok és fúrókötelek terén említésre méltók a GOSZT 632-64 szabványnak megfelelő 168 mm névleges méretű bélécscövek, amelyeket GOSZT 5286—58 szabványnak megfelelő ZS-203 típusú kötással kombinálnak és légöblítéses fúrás rudazataként alkalmazzák, amikor is a rudazatcsöbe központosan beakasztott levegővezetékkel dogoznak [24]. A kivitelezésnek ez a módja lehetőséget nyújt a rudazatmunka messzemenő gépesítésére az általánosan használt karimás rudazattal és külső levegővezetékkel szemben. További előnyként a nagyobb terhelhetőség, valamint a jobb hajlítási tulajdonságok könyvelendők el. A csavarozott

rudazatnak univerzális használatát azonban a rudazatba központosan beakasztott levegőcső szűkíti. Durva szemcséjű furadék esetén gyakran adódhatnak szorulások.

Megállapítható, hogy a keményfémeket egyre gyakrabban alkalmazzák a sekélyfúrás fúrószerszámaihoz is [25]. Különösen szilárd kőzetben végzett kötélfúrásnál (pennsylvaniai fúrásnál) a vésők keményfém éllel való vértézése igen hatásos. Így pl. a kötélfúrás keményfém betétes vésőivel akkora fúrólyukszakasz lemélyíthető, amelyen teljesítményt a szokványos vésők csak 40—50 ízben végzett fúrófelújítással érhetnek volna el [26].

Fúrócsövek számára olyan kötés szükséges, amely a csőszakatok oszcilláló mozgásainál nem lazul meg, ill. ellenőrizetlenül nem húzódik meg. E tekintetben a múltban sok szerkesztési megoldást és szabadalmat javasoltak, de eddig e kérdés maradéktalanul kielégítő megoldást még nem talált.

### 2.2.1 Vizkutak kiképzése

A kútépítési technika fejlődése terén az egyszer már szűrőcsőszaloppal kiképzett kutakat a legkülönbözőbb hozamnövelő eljárással kezelik; ezt követően különleges kísérleti szivattyúberendezésekkel meghatározzák az adott kutak optimális teljesítménytartományát [27], [28]. A kúthozamnövelés másik módszerét: a rétegrobantást főleg szilárd kőzetben, csövezetlen fúrólyukban alkalmazzák [29]. Annak ellenére, hogy az utóbbi eljárás — a kútépítés adottságait szem előtt tartva — viszonylag költséges, mégis sikerült — különösen ridegtörésre hajlamos igen kemény kőzetekben — ezzel az eljárással a kúthozamot lényegesen növelni. Az eredmény két úton biztosítható, mégpedig robbantással a kőzet áteresztettségét fokozzák, vagy pedig föld alatti üreget állítanak elő, amely időszakos üzemű kút esetén víztartályként szerepel. Különböző detonációsebességű robbantószerkezet alkalmazásával az elérendő hatás szabályozható. Fontos azonban, hogy az ilyen robbantásokat 20—30 m-nél nagyobb mélységben végezzék, ellenkező esetben a takarórétegek a felszínig felszakadhatnak. Laza homokban, agyagos homokkőben és konglomerátban e robbantások nem hatásosak, mert ilyen esetekben csupán plasztikus kőzetdeformációkat okoznak.

A korróziót álló kútesövek (teljes falú és szűrőcsövek) gyártása a kútépítő technika egyik központi problémája. Erre vonatkozóan a szocialista országokban erőteljesek a kezdeményezések: a kútesőgyártást a legkülönfélébb szintetikus és nemfém anyagból megkezdtek.

Az 1969. évben ismertté vált poliészter szűrőkről közben további műszaki részleteket tettek közzé [30]. E szűrők egyes részeit fröccseljárással gyártják, ami által a telítetlen poliésztergyanta az üvegszál pászmákat átítatja és teljesen körülveszi. A fellépő terhelési erőket túlnyomóan az üvegszálak veszik át, a poliészter massa lényegében csak beagyazó közeg. Ezek a szűrők savas és lúgos vizekkel szemben ellenállóak és tartósan +80 C°-ig bírják a hőmérsékletet, lehűtéssel szemben —55 C°-ig fagyállóak, fiziológiai tekintetben pedig teljesen kifogástalanok. A szűrőcsövek mindkét végén durva külső menetet van, a csöveket

erős karmantyúval kötik össze egymással. A szűrőcsövek rögzítésére a karmantyúk különleges fogóperemmel vannak ellátva.

Nagy horderejű probléma az előregedett kutak javítása. Az e célú sokféle eljárás mellett ehhez újabb pelleteket használnak [31]. A pelleteket az eltömődött kutak esedékes javítása végett a kútba adagolják. Kémiai úton hatnak, mert  $p_H$ -szabályozót, inhibitor és a lerakódások szabályozott eltávolításához alkalmas szert tartalmaznak, ami által az igen költséges mechanikai eljárásokat fölöslegessé teszik.

Víz alatti motorszivattyúk gyártása terén a műanyagok alkalmazása megkezdődött [32]. Egyelőre a kör-

forgó szivattyúknak csak a forgó- és állórészeit gyártották vízzel szemben ellenálló olyan műanyagokból, amelyek a kavitációval szemben is különösen ellenállóak.

Kútszivattyúk kiválasztásához a hozzá tartozó költségtényezők figyelembevételével már az elektronikus adatfeldolgozást is igénybe veszik [33].

A kútelzárók terén is megfigyelhető a műanyagok fokozott felhasználása. Így pl. részben a vízellátási berendezésekhez szükséges nagy nyomású tartályokat (légüstöket) üvegszálalás műanyagból állítják elő. Ilyen tartályok 100%-osan korrózióbiztosak, könnyen szállíthatók, karbantartást nem igényelnek [34].

## 2.3 Különleges célú fúrások

### 2.3.1 Árokfúrás falazatok céljaira

A résfalak előállítására terén dominál a nehéz hidraulikus markoló; e markoló vagy a kotró hozzáépíthető, kiegészítő szerszáma, vagy külön tartószervezetre szerelve alkalmazják. A réstechnika mai állását [35], [36] rögzítik. A résfalak hézagainak vízmentes kiképzéséről [37] számol be.

[38] az építőgépeknek a földalatti vasútépítésnél való alkalmazási költségeit és gazdaságosságát elemzi. Ezzel kapcsolatban az építési vállalkozó szemszögéből szó esik a réskészítő gépek alkalmazásáról és gazdaságosságáról.

### 2.3.2 Vízszintes fúrás

Vezetékeknek közutak alatti, forgalomkorlátozás nélkül végzett fektetését három módszer szerint ajánlja [39], mégpedig fúrókalapáccsal végzett csőelőrenyomást, présleghalapáccsal végzett csőelőretolást, továbbá csőelőretolást „COBRA” berendezés segítségével. Acélcövekhez 2000 mm  $\varnothing$ -ig, betoncsövekhez 2500 mm  $\varnothing$ -ig a csövek előretolására hidraulikus működésű, vízszintes sajtolóberendezéseket és sajtoló fúrógépeket alkalmaznak. Ezekben hidraulikus hengerek 60–200 Mp nyomóerővel előretolják a csöveket a talajban, miközben hidraulikus hajtású fúróegységek a csőből a talajanyagot kifúrják.

## 2.4 Nagy átmérőjű fúrás

### 2.4.1 A fejlődés általános irányai

A vakaknák fúrása a bányászatban növekvő mértékűt ölt [40]. Ezt általában vezetőfúrás mélyítése előzi meg. Ha az iránytartás biztosítása komplikált, nehéz feladat, akkor — a furadékanyag eltávolítására is gondolva — a tapogató-, vezetőfúrás előnyös és növeli a fúrás teljesítményét.

A vezetőfúrások mélyítéséhez terjed a teljes szelvényű rotari fúrás módszer. A vakaknák fúrásos mélyítésének technológiája viszonylag kevés országra korlátozódik, másutt megmaradtak a hagyományos bányászati aknamélyítési módszereknél.

Több szerző [41], [42], [43] a nagy átmérőjű fúrás továbbfejlesztési törekvéseit az alábbiakkal jellemzi:

- a nagy átmérőjű fúróberendezések súlyának csökkenése és a portabilitás fokozása;
- a hidraulikus vezérlési elv szélesebb körű alkalmazása;
- a fúróberendezés vezérlő elemeinek egy vezérlő álláshoz való koncentrációja;
- a fúrószerszám élettartamának fokozása;
- a lyukfal végleges biztosításának jelentős költségcsökkentése.

A nagy átmérőjű bővítőfúrásokat érintő továbbfejlesztés jellemzői pedig a következők:

- a fúrószár stabilitásának fokozása a vezetőfúrás függőlegességének és egyenességének biztosítására;

— a fúróberendezés oly irányú továbbfejlesztése, hogy az alkalmas legyen mind a felülről lefelé, mind pedig az alulról felfelé való bővítőfúrásokra.

*Fúrotornyok, fúróárbcok.* A négy saroktartós szokványos és szabványos fúrotornyokon kívül továbbra is alkalmazzák a kéttagú, rácsos szerkezetű árbcokat. A korona-teherbírási 500 és 1000 Mp között változik [43]. Egy 4,95 m  $\varnothing$ -jű akna fúrása során 2 árbcot kötöttek össze egy egységgé, s a nagy terheket a két árbochoz tartozó két emelőmű szinkron vezérlésével együttesen emelték be [44].

*Emelőművek.* A kívánatos kis emelési sebességek érdekében a nagy teljesítményű rotari emelőműveket átépítik aknafúrás céljára. A kis csőoszlop-mozgatási sebességek a fúrólyukban fellépő hidraulikus nyomáshullámok elkerülése (a nagy felületű lyukfal könnyen omlik!), továbbá az amúgy is nagy terhelésű fúróárbc dinamikus terhelésektől való kímélése érdekében ugyanis elsőrendű szempont.

*A lyukfal, azaz az akna végleges biztosítására* továbbra is elsősorban a külső merevítésű, hegesztett acéllemez csöveket alkalmazzák; az ovalításra vonatkozó tűrések az átmérőkhöz igazodnak (48"-es csőre 6 mm, 88"-esre 25 mm).

A kis kúposágú görgős fúrók alkalmazása kőzetbontó szerszámként továbbra is terjed [45]. A fogazás helyett azonban — éppúgy, mint a rotari mélyfúrásnál — terjed a fúrógörgők mart fogazása helyett



a cserélhető edzett acélfogak alkalmazása vagy a keményfém betétes fogazás [46]. Sokat ígérő kezdeményezés a tárcsás fúrók alkalmazása; ezek kőzetbontó elemei lényegében egyszerű, vágóéles acéltárcsák. Viszonylag olcsók és hatékonyak, amit a velük leválasztott nagy kőzetdarabok (furadékok) bizonyítanak. — [47] egy háromlépcsős, 1500 mm Ø-ű, axiális fogazású görgős fúrót ír le, amely 20 cm-ig terjedő Ø-ű kőzetdarabok leválasztására is alkalmas. [48] a teljes szelvényű nagy átmérőjű görgős fúrók görgőelemei nagyságának és ezek egyenletes kopásának optimalizálásáról értekeznek. Szénrétegek nagy átmérőjű átfúrásához a fúrófelületen spirálisan elhelyezett elemekkel kiképzett fúróról szól [49].

Közepesen kemény és kemény kőzetekhez a fogazott vagy összefüggő gyűrűkkel kiképzett fúróelemek gazdaságosabbnak bizonyultak, mint a fogazott görgőjű fúrók alkalmazása [50].

Ferde, azaz a függőlegestől eltérő irányú bővítőfúrásokban a teljes fúrószárhossz stabilizálása feltétlenül szükségesnek bizonyul [51].

Az öblítés szempontjából a vízöblítés mellett még kemény kőzetekben is terjed a kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadék használata. Ferrokróm-lignoszulfonátos kezelési öblítőfolyadék alkalmazása különösen kedvező volt. Veszteségre is hajlamos kemény tufák átfúrására újszerű öblítési rendszert ismertet [52]. A lényegében kettős fúrócsővel (13 3/8"-es fúrócsőhöz csavart fúróban pakkerrel horgonyzott 7"-es csőoszlop) dolgozó rendszer gyűrűs terében 8 at nyomású levegő a fúrónál radiálisan elhelyezett fúvókákon lép be a 7"-es cső belsejébe és hatékony légemeléses öblítési rendszert valósít meg.

#### 2.4.2 Nagy átmérőjű fúrási gyakorlat

A fúrási rendszer elsősorban attól függ, hogy bővítőfúrásról vagy feltáratlan talppal rendelkező fúrásról van szó. Az utóbbi esetben a fúróterhelést az egy görgőre eső 9 Mp terhelés elvén választják meg. Ezt a terhelést azonban ritkán érik el, mert a fúrószár terhelhetősége, illetve a berendezés forgatónyomaték-lehetősége ezt rendszerint nem teszi lehetővé. Mindenesetre a görgők csapágyazásának és a fogak kopásállóságának növelése rendkívül fontos, mert egyrészt a nagy átmérőjű szerszám kiképzése költséges, másrészt a lyukfal igénybevételének minimumra szorítása szintén fontos szempontja a nagy átmérőjű fúrásnak. Ma a fúrógörgők élettartama általában 200 óra fölött van, sőt sok esetben eléri a 1000 órát is. Fontos szempont a görgők csapágyának, kopásállóságának oly mértékű megbízhatósága, ismerete, hogy az ellenőrző kiépítések intervalluma is — éppen elsősorban a lyukfal épségének megőrzése érdekében — a minimumra legyen leszorítható.

A bővítőfúrások fúrási rendszerét gyakran nagy fordulatszámú és viszonylag kisebb fúróterheléssel választják meg (bár ennek értéke is elérheti az 5,5 Mpot) [53]. Újabban a bővítő rendszerű aknafúrásnál a fúróterhelés növelésére törekszenek, mivel közismert, hogy a terhelés növekedése és a kőzetbontás mértéke között a lineárisnál fokozottabb mértékű az összefüggés, különösen áll ez a keményebb, abrazív kőzetekre. A bővítőfúrások fúrókonstrukcióinak opti-

málására egyébként a konstrukció-tökéletesítéssel is törekszenek [54].

A bővítőfúrás Európában általában felülről lefelé szokásos. Ez a technológia egyébként lehetővé teszi a tárcsás kőzetbontó elemekkel kiképzett lépcsős bővítőfúrók alkalmazását, amelyek durva furadékok képeznek, tehát kőzetbontásuk hatékony. Az észak-amerikai kontinensen szokásos az alulról felfelé való bővítőfúrás, az ún. „raise boring”. Ez az egyébként jó teljesítményű fúrás azonban eléggé költséges [55], [56], viszont e módszerhez konvencionális, esetleg keményfém betétes, fúrógörgők is megfelelnek.

Az ugyancsak gyakori föld alatti (bányabeli) ferdefúrások esetében azonban az alulról felfelé való bővítés a kedvezőbb megoldás [57], [58].

A bővítés módszerével 0,28 m-ről 1,8 m-re növelve az átmérőt 3—13 m/h sebességgel készítettek egy nagy átmérőjű fúrást. Ez azt jelenti, hogy a bővítés aknafúrás mindenestre gazdaságosabb, mint az aknamélyítési eljárás. Ugyanilyen módszerrel 3,6 m-es bővítőfúrásra készülnek.

A rotari módszerrel az eddig talán legmélyebb nagy átmérőjű fúrást 1970-ben fejezték be; 1479 m talpmélységig a 3 m végátmérőjű fúrás lemélyítése 330 napig tartott, amelyből a fúrási művelet 220 napot vett igénybe. Ennek alapján megalapozott az a vélemény, hogy 3,5 m átmérőjű 1500 m-es fúrás gazdaságosan mélyíthető [59]. Bővítéses eljárással legutóbb (World Mining 1971 3 17) — szintén csúcsteljesítményként — 2,4 m átmérővel 600 m mélységet értek el.

Laboratóriumi vizsgálatok alapján empirikus összefüggést állítottak fel a várható nagy átmérőjű fúrási teljesítmények előrejelzésére [60]. A kísérletek alapja a kőzetnek a ténylegesen alkalmazandó fúróelemek felhasználásával meghatározott nyírófeszültsége. A szóban forgó empirikus összefüggés nemcsak a fúrási tényezőket, de a fúrógörgők számát, sőt az egyidejűleg a lyuktalppal érintkező fúróelemek számát is figyelembe veszi. A laboratóriumban meghatározott értéket „fúrhatóságnak” nevezik.

A nagy átmérőjű fúrási technológiának geológiai és hidrológiai feltételek közti alkalmazhatósága megköveteli a várható üzemzavarok megelőzését. A magyarországi ily irányú bauxitbányászati tapasztalatok szerint — ahol valóban bonyolult geológiai és hidrológiai viszonyok állnak fenn —, igen nagy mértékű öblítésvesztés ellenére is sikerülhet a nagy átmérőjű fúrás folyamatossága, illetve az öblítőkör fenntartása. A bonyolult geológiai viszonyok (vetőrendszer) körülményei közt a háromgörgős stabilizálóval központosított súlyosbítóoszloppal sikerült a nagy átmérőjű fúrólyuk, azaz az akna kiképzése az előírt módon. Mindenesetre ilyen viszonyok közt a vezérlő elv helyesen nem a fúrási sebesség fokozása, hanem az akna jövője.

A karsztosodott kőzetek elérése után az öblítőkör fenntartása szinte korlátlan mértékű folyadékvesztés mellett is sikerült a 300 mm-es fúrócsőbe befüggesztett 150 mm-es csövön benyomott 15 m<sup>3</sup>/min levegővel.

[61] a nagy átmérőjű fúrás teljesítményeinek növeléséhez szükséges fúróberendezés fejlesztési szempontjait vizsgálja meg. — [62] ferde irányú, meredek dőlésű szénrétegben haladó nagy átmérőjű fúrást, illet-

ve az ehhez használt fúróberendezést ír le, a [63] pedig a nagy átmérőjű fúrások fúrási paramétereit regisztráló műszerről tudósít.

A nagy átmérőjű beléscsövek összehesztéséhez szükséges hidraulikus központosító berendezést, [64] szerint, 54" átmérőig sikerrel alkalmazták. A hegesztés ideje alatt hidraulikusan felfújható fogógyűrűk biztosítják a központos, ideiglenes rögzítést.

A nagy átmérőjű fúrást — mint bányászati mentőfúrást — világszerte használják. Ny.-Virginia egy kőszénbányájában legújabban (World Mining 1971. 3 42—5) egy gyakorló fúrást végeztek; e kísérlet során különféle újonnan kifejlesztett felszereléseket (jelzőberendezéseket stb.) is kipróbáltak. A keresőfúrások során 300 m/h fúrási sebességet is elértek, magának a 700 mm  $\varnothing$ -jú mentőlyuk fúrásának teljesítménye 5,1 m/h volt.

A bővítőfúrások előfúrásainak, az ún. célfúrásoknak az alapelveit [65] rögzíti. Nagy jelentősége van a nagy dőlésszögű, sűrűn váltakozó rétegek eltérítő hatásának, a kérdés tisztán matematikai megoldása nem sikerült. A tapasztalati adatokon alapuló összefüggésekben szerepe van a fúrólyuk átmérőjének, a rétegek dőlésének és vastagságának. A célfúrások iránya csak megfelelő központosítással, illetve a fúrószár stabilizálásával tartható.

A nagy átmérőjű fúrások gazdaságossága változatlanul előtérben áll, ami nemcsak a nagy költségtételekkel magyarázható, hanem azzal is, hogy a nagy átmérőjű fúrások lényegében hagyományos bányászati eljárásokkal elérhető föld alatti üregek létesítésére irányulnak. — [66] a különböző átmérőkhöz és mélység-határokhoz tartozó, költségösszefüggéseket rögzíti. Ezekből leszűrhető, hogy a költségek a növekvő átmérővel csaknem lineárisan nőnek. A 60—240 m mélységitervallumban viszont a költségek a mélységgel csökkennek.

#### IRODALOM\*

- [1] Voropinov, J.—Broul, J.: Doplnující kriteria klasifikace soudrzných hornin při vrtnání. Geologický Průzkum 2 41—3.
- [2] Hille, B.: Neuerungen bei den Baumaschinen. Der Bauingenieur Berlin 271—82.
- [3] — Mehrzweck-Bohranlagen ITAG—102. BBR 356—7.
- [4] Hoza, F.: Unifikovaná rada vrtných souprav v clenských zemích RVHP. Geologický Průzkum Praha 1 7—9.
- [5] Pötschke, H.: Die Überlagerungsbohrmethode. Der Bauingenieur Berlin 138—40.
- [6] Jedlicka, M.: Vibrationsbohren — eine neue Bohrmethode. BBR 329—33; 377—8.
- [7] Wallis, P.: Ein neues Schlauchkernverfahren für den Baugrundaufschluss nach dem System ITAG/Celle. BBR 379—81.
- [8] Plagemann, W.: Geräte für in-situ Bodenuntersuchungen. Der Bauingenieur Berlin 144—5.
- [9] Müller, H.: Baugrunduntersuchung mit dem Pressiometerverfahren nach Ménard. Die Bautechnik Berlin 289—95.
- [10] — Blicke in Bohrungen — Sonderanwendungen des technischen Fernsehens im Bauwesen. Bauplanung u. Bautechnik, Berlin (NDK) 103.
- [11] — Behälter zur Aufbewahrung von gestörten Bodenproben. BBR 107.
- [12] — We're using more than 310 Billion gpd. WWJ 1 59—63.
- [13] Gur'ba, P. K.: Popolnenie zapasov podzemnůh vod Krůma irrigacionnůmi vodami. RON 9 44—8.
- [14] Ermicsenko, I. I.: Burenie gidrogeologicseskich szkvazsin sz obratno vsaszůvajúscsej promůvkůj. RON 8 53—5.

- [15] Volkov, A. Sz.—Volkitenkov, A. A.: Burenie szkvazsin sz obratnoj cirkuljaciej promůvocnoj szidkoszti. Nedra, Moszkva 18 o.
- [16] Novozilov, A. A.—Růhlov, Sz. N.: Opůt burenija szkvazsin bol'sogo diametra vrascatel'nũm szposzobom sz obratnoj cirkuljaciej promůvocnoj szidkoszti. Obzor; szerija: Tehnika i tehnologija geologorazvedocsnůh rabot. Organizacija proizvodstvta Nr 53. VIEMSZ 62 o.
- [17] — Kombinirovannũj burovoj sztanok UKSZ-22 M-OP. Nedra, Moszkva.
- [18] — WABCO Model 1250 Holemaster with spudding attachment. WWJ 1 7.
- [19] — William Kent drilling equipment — New: Model GR 2000 Drill — All methods drilling machine. WWJ 1 23—4.
- [20] — Verbesserte Tiefschacht-Einrichtung fůg Schachttiefen bis zu 30 m. BBR 60.
- [21] — Selbstfahrende Verrohrungsmaschine für Gründungsbau und Brunnenbau. BBR 195.
- [22] — Mehrzweck-Bohranlagen ITAG-102. BBR 356—7.
- [23] — Traktornaja telezska — szamoszval TTSZ—9. RON 6 3.
- [24] — Kombinirovannũj burovoj sztanok UKSZ-22 M-OP. Nedra, Moszkva.
- [25] — Rock and coring bucket. WWJ 2 48.
- [26] — Men who know the best bits by Varel. WWJ 9 13.
- [27] — Agregat AO dlja otkacski vodũ iz szkvazsin. Nedra, Moszkva.
- [28] — Increasing well yield in unconsolidated aquifers — tools for well development. WWJ 3 45—7.
- [29] Mills, A. E.: Stimulation hard rock water well production with high explosives — Increasing well capacity with explosives. WWJ 2 39—42.
- [30] — Polyesterfilter. BBR 268.
- [31] — UOP Johnson pelletized well treatment. WWJ 2 115.
- [32] — Any part that touches water will never be touched by time. WWJ 6 33.
- [33] — Peerless publication describes computerized pump selection and pricing. WWJ 1969 1 43.
- [34] — Duralam. WWJ 1 10.
- [35] Markgraf, H.: Technologie der Schlitzwandherstellung. in der DDR. Bauplanung und Bautechnik Berlin (NDK) 285—7.
- [36] Markgraf, H.: Stand der Technik zur Herstellung von Schlitzwänden zu Abdichtungszwecken in der Deutschen Demokratischen Republik. Bergbautechnik Berlin (NDK) 520—2.
- [37] Ellinger, M.: Verkehrsbauwerk Erzherzog-Karl-Str. Behandlung der Frage wasserdichter Schlitzwände. Der Bauingenieur Berlin 323—6.
- [38] Heuer, H.: Kosten und Wirtschaftlichkeit des Baumaschineneinsatzes im U-Bahn-Bau. Baumaschinen und Bautechnik, Wiesbaden 1969 251—7.
- [39] Pötschke, H.: Die Überlagerungsbohrmethode. Der Bauingenieur Berlin 138—40.
- [40] Tröskner, K.: Der Entwicklungsstand des Herstellens von Bohrlöchern mit blindschachtähnlichen Durchmesser. Glückauf, Essen 113—20.
- [41] Schmidt, E. G.—Hesse, E.: Planung und ausführung eines Bohrblindschachtes mit 4,5 m Dmr. Glückauf, Essen 1230—5.
- [42] Hewes, R. B.: Raise boring cuts shaft costs. Coal Age, New York 7 62—4.
- [43] Allen, I. A.: Drilling large diameter holes. Australasian Oil and Gas Review.
- [44] — Two-in-one rig dig a super hole. Drllg. June 16.
- [45] Allen, I. A.: Drilling large diameter holes. Australasian Oil and Gas Review.
- [46] Grossekemper, H. J.: Möglichkeiten zur Verbesserung des Erweiterungsbohrens beim Grosslochbohren im Gestein. Glückauf, Essen. 743—50.
- [47] Naturški, A.: Wielkosrednicowe wiercenie szybu i jego obudowa. Przegląd Gorniczy, Katowice 1 47—9.
- [48] Allen, I. A.: Drilling large diameter holes. Australasian Oil and Gas Review.
- [49] Richardson, P.: How to plant a bubble that goes boom. Drllg. May 47—9.
- [50] Müller, O.: Kanadische Erfahrungen beim Grosslochbohren unter Tage. Glückauf, Essen. 387—8.
- [51] Lautsch, H.: Navigation und Steuerung beim Grosslochbohren in steil gelagerten Flözen mit Hilfe flozgängiger Bohrköpfe. Glückauf-Forschungshefte, Essen 1 9—16.

\* Az évszám nélküli művek megjelenési éve 1970.

- [52] *Allen, I. A.*: Drilling large diameter holes. Australasian Oil and Gas Review.
- [53] *Trösken, K.*: Der Entwicklungsstand des Herstellens von Bohrlöchern mit blindschachtähnlichen Durchmesser. Glückauf, Essen 113—20.
- [54] *Lautsch, H.*: Navigation und Steuerung beim Grosslochbohren in steil gelagerten Flözen mit Hilfe flözüngiger Bohrköpfe. Glückauf-Forschungshefte, Essen 1 9—16.
- [55] *Müller, O.*: Kanadische Erfahrungen beim Grosslochbohren unter Tage. Glückauf, Essen 387—8.
- [56] — Big hole drilling progress and costs are summarized at two symposiums. World Mining, San Francisco/Calif. Jan. 36—9.
- [57] *Mellish, M.—Crisp, R.*: Raise boring of Rhokana. Mining Magazine, London 447—55.
- [58] *Hewes, R. B.*: Raise boring cuts shaft costs. Coal Age, New York 7 62—4.
- [59] *Richardson, P.*: Installing a 116 diameter nuclear testing chamber some 4850 feet underground takes a bit of doing. Drllg. May 45.
- [60] *Mellish, M.—Crips, R.*: Raise boring of Rhokana. Mining Magazine, London. 447—55.
- [61] *Szilcsenko, P. T.*: Vlijanie konsztruktivnüh razmerov upravljajemüh burovüh masin na nadezsnoszt' prohodki. Ugol' Ukr., Kiev 2 35—7.
- [62] *Buldovics, A. A.—Jakovenko, V. Sz.*: Prhozsdenie vozsztajusesih vürabotok na krutüh plasztah. Ugol' Ukr., Kiev 8 16—7.
- [63] *Mellish, M.—Crisp, R.*: Raise boring of Rhokana. Mining Magazine, London. 6 447—55.
- [64] — The tool that helps big hole casing go straight. Drllg. Febr. 58—62.
- [65] *Wunsch, H.*: Das Zielbohren beim Herstellen von Grossbohrlöchern. Glückauf, Essen 501—7.
- [66] *Schmidt, E. G.—Hesse, E.*: Planung und Ausführung eines Bohrblindschachtes mit 4,5 m Dmr. Glückauf, Essen 1230—5.

## 3. Mélyfúrási geofizika

### 3.1 A fejlődés általános irányai

A mélyfúrási geofizika 1970. évi irodalma, megjelent publikációi alapján elég határozottan körvonalazhatók a tudomány- és iparág fejlődési irányzatai. Nemcsak az egyes témakörökkel foglalkozó cikkek és közlemények pusztá száma, hanem a publikációkból kiolvasható igények, megoldandó nehézségek, továbbá az ismertetésre kerülő — főleg csak részleges — megoldások és megoldásra törekvő javaslatok is jellemzik, milyen irányban fejlődik a mélyfúrási geofizika és milyen lesz ez az irányzat a jövőben.

A szelvényezés feladata *információszerzés*. Információkat kell szereznünk egy számunkra ismeretlen, de konkrét fizikai tulajdonságokkal rendelkező komplexumról: az átfúrt kőzetekről, ezek fizikai, földtani, rezervoármechanikai stb. tulajdonságairól. A mélyfúrási geofizikai információk kisebb részükben közvetlenek; nagyobb részük csak közvetve, az értelmezés módszerei szerint történő feldolgozás, ill. átdolgozás útján járul hozzá az előzetesen fennálló ismereti bizonytalanság csökkentéséhez.

Ennek az információszerző folyamatnak a tökéletesítésére vezetnek be az új eljárásokat, fejlesztik a már alkalmazott módszereket. Az értelmezési eljárások célja a közvetett információk effektívebb hasznosítása.

Az egész mélyfúrási geofizikai tevékenység célja az ismereti bizonytalanság teljes megszüntetése: az átfúrt kőzetek *valamennyi* tulajdonságának megismerése, akármilyen ásványi kincs kutatásáról is van szó.

Az ipar fejlődésével együtt nő az információigény is: újabb adatokra van szükség, de újabb eljárások is jelennek meg, az ismert eljárásoknak pedig egyre nő az alkalmazhatósági tartományuk.

Ugyancsak egyre jelentősebb szerepet kap az idő: a fejlett ipar a *pontosabb* adatokat *gyorsabban* is igényli.

A közvetett adatok feldolgozásánál egyre nő a számítógépek jelentősége, ezért a szelvények digitális megjelenítése is súlyponti kérdéssé vált.

A mélyfúrási geofizika mérési ága forrásban van, igen sok téren várható fejlődés, amint erre *Evans* rámutat [1].

Az eszközök fejlesztési irányára és általában a mélyfúrási geofizika várható fejlődésére vonatkozólag útmutatást jelenthet a közelmúltban elhunyt szovjet geofizikus, *Komarov* tanulmánya [2]. Ebből megismerhetjük a legfontosabb célkitűzéseket a nagymélységű (egészen 10—15 km mélységig!) berendezések és szondák, az interpretáció gépesítése, a termelési mérések fejlesztése és a kombinált szondák (az egyidejűleg végezhető mérések) választékának növelése terén.

A mélyfúrási geofizika egyre bővülő és pontosabbá váló szolgáltatása megköveteli a szorosabb együttműködést a különféle rokontudományok (földtan, rezervoármechanika, mélyfúrás stb.) művelői között. *Pickett* igen érdekes tanulmányban taglalja ezt a témát [3]. Rámutat, mennyi hátrányt jelent, hogy a szakemberek nem ismerik egymás nehézségeit és szakterületeit. Ennek következménye, hogy sok, az eredményekben rejlő lehetőség kiaknázatlan marad, elsősorban a mélyfúrási geofizikai eredmények felszíni geofizikai hasznosítása terén. Véleménye szerint jobb „házasságnak” kell kialakulnia a vertikálisan, ill. horizontálisan gondolkodó geofizikusok között. Ugyanez vonatkoztatható a mélyfúrási geofizika és az említett egyéb tudományok közötti kapcsolat fejlesztésére is.

Lényegében az említett tanulmányokból nyerhető képet támasztják alá részletesebben az e fejezetben ismertetendő szakközlemények.

### 3.2 Eszközök, eljárások

#### 3.2.1 Új eszközök és eljárások

A fizikai tulajdonságok mérési eljárásait szinte kivétel nélkül megkísérelték már a mélyfúrási geofizikába átültetni, adaptálni. Ezért ritkaság számba megy. Alapelveiben is új eszközök bevezetése. Újnak kell azonban tekintetnünk a még rendszeres ipari használatba nem került módszerek egy-egy újabb típusát, új ötleten alapuló megoldását.

Említsük elsőnek a *rétegdőlésmérők* egy újabb változatát, az *akusztikus-ellenállásos* lyukműszert, amely az

általánosan használt ellenállásos dőlésmérőknek azt a hátrányát küszöböli ki, hogy azoknál dőlésérték meghatározására csak a vertikális fajlagos ellenállás-kontrasztoknál és csak vezető iszapban van lehetőség. Ez az új készülék a gyakorta alkalmazott olajbázisú, nem vezető iszapokban is alkalmas dölések meghatározására: a réteghatárokat az akusztikus tulajdonságok megváltozása által jelzi, éspedig a szokott módon: három falhoz szorított karon egyidejűleg. Kialakították a longitudinális és tranzverzális hullámokat mérő készülékeket egyaránt, sőt ez utóbbival

párhuzamosan a mikroellenállás-görbékét is fel tudják venni [4].

E rétegdőlés mérésnél alkalmazott falhoz szorított mikroakusztikus mérési eljárás önálló műveletként is bevezetésre került. Egy kombinált szondát ismertettek Youmans és társai, amely mikroszondához hasonló eszköz, egyik papucsja oldalfal-akusztikus szelvényt, a másik oldalfal-neutronszelvényt vesz fel. Közben egyidejűleg a lyuk átmérőjét és a környezet természetes gamma-sugárzását is észlelik. A két szondahosszal — 9" és 15" — felvett szelvényanyag igen meggyőző [5].

A mélyfúrásokban végzett gravitációs észlelések kérdése mindmáig megoldatlan, de évről évre találkoztunk e téren újabb próbálkozásokkal. Most Lukavcsenko és szerzőtársai számolnak be egy új kivitelű lyukgravimétréről. Egyik közleményükben a készült 3000 m mélységig alkalmazható műszer műszaki adatait közlik (0,06—0,1 milligal, illetve 0,01 g/cm<sup>3</sup> pontosság) [6]. Másik cikkük e graviméter alkalmazásáról számol be, amelyben a szeizmocarotázssal együtt végzett mérések értelmezéséről, a kőzetek rugalmassági paramétereinek meghatározásáról adnak tájékoztatást [7].

A technikai mérések területén Snyder ismertet egy új rendszerű, többcsuklós ferdeségmérőt „kinkmeter” néven, amely béléscsövek horpadásának, iránytörésének megméréseire alkalmas. Giroszkópos kivitele az azimut megállapítását is lehetővé teszi [8].

A radioaktív nyomjelzés technikája területén Kellendorf ismertet új eszközöket, az ejektor-detektor-szondákat. Ezek felszíni parancsra kis mennyiségű izotópot (leginkább J 131-et) bocsátanak ki, s ennek áramlási sebességét a szondába különféle távolságban beszerelt detektorok észlelik. E szondákat elsősorban a termelőfúrásokban alkalmazzák, (vízbelépések kimutatása, cementpalást hibája stb.), de bevezethetők másodlagos termelési problémák megoldására is: injektált folyadékmennyiség időszakos ellenőrzésére stb.

A cikk a kapott szelvények értelmezésére is hasznos útmutatásokat ad [9].

Ugyanebben a tárgykörben egy másik közlemény a különféle ejektor-detektor-szondákat hasonlítja össze, előnyben részesítve a két detektorral működőket. E közlemény lényegi része kibővült kutakban felvett áramlási profilok értelmezéséről számol be [10].

### 3.2.2 Ismert eljárások továbbfejlesztése

A régi eljárások fejlesztésének területén utalnunk kell néhány fontos cikkre, amelyeket az elmúlt évben előnyomat alapján már ismertettünk. Így említendők az olajbázisú iszapokban végezhető PS-mérés eszközeivel [11]\*, a differenciális PS újszerű alkalmazásával és gépi feldolgozásával [12]\*, a fiziko-kémiai mérésekkel, elsősorban a redox-mérés gyakorlati alkalmazásával foglalkozó [13]\* tanulmányok. Olvashatunk az egy évvel előbb bemutatott ULSEL nevű ellenállás-mérési módszerről is, amely átmeneti eljárásnak tekinthető a mélyfúrási és felszíni geofizika között [14]\*.

A gerjesztett potenciál mérésének további lehetőségeit nyitja meg az Ower által ismertett mérési módszer, amely lehetővé teszi a gerjesztett ion-poten-

ciál észlelését, más zavaró potenciáloktól mentesen. A gerjesztési periódusok (1 ms), a mérési periódusok (2 ms) és a vontatási sebesség (0,3 m/s) összehangolása biztosítja az ion-potenciál zavartalan regisztrálását. A szerző szerint ez az eljárás sok célra alkalmazható (pl. repedések, vékony csikok, szénrétegek stb. kimutatására) [15].

Az indukciós mérések továbbfejlesztését, és pedig a mérési tartománynak kiterjesztését célozza a módszer nagyfrekvenciás válfajának kidolgozása. Mint ismeretes, az indukciós mérések fajlagos ellenállás-tartománya — a működési frekvencia függvényében — 20—40 ohm felső határig terjed. Ez az alkalmazási lehetőségeket természetesen korlátozza. Az Antonov és társai által eléggé részletekbe menően ismertett új nagyfrekvenciás, indukciós mérőrendszer két frekvencián dolgozik. A 100 kHz-es a 0,5—40 ohm-es, az 1000 kHz-es a 10—150 ohm-es tartományra szolgáltat indukciós szelvényt. A két lépték átfedési tartománya (10—40 ohm) a radiális fajlagosellenállás-eloszlásra ad felvilágosításokat. A szomszédos rétegek hatása az 1000 kHz-es szelvényen jelentéktelen, kedvező körülmények között már 1,5—4 m vastag rétegekre is közvetlenül megkapható a valódi ellenállás. Az eszköz 120 C° hőmérsékletig és 600 at nyomásig használható [16].

Ugyanezen szerzők egy másik publikációjukban beszámolnak a szondával elért eredményekről [17].

A frekvencia további növelése a mérhető ellenállás-tartomány további kiterjesztését vonja maga után. Folytak kísérletezések a MHz-es frekvenciákkal működő indukciós mérőrendszer megvalósítására. Daev—Denisov egy 2,8 MHz-es szondával folyó kísérleteket ismertettek, amellyel 4000 ohm-ig terjeszthető ki az ellenálláslépték [18].

A nagyfrekvenciás indukciós mérésnek egy még további fejlesztési lehetőségét Daev fejt ki — egyelőre elméleti jellegű — cikkében. A szerző szerint a nagyfrekvenciás mérések elvileg megkülönböztetendők a „konvencionális” indukciós méréstől, ugyanis ez utóbbinál a hullámhossz a vizsgált térrész és a szondahossz méreteit felülmúlja, tehát jogos a figyelmet az indukált köráramokra összpontosítani. Ezzel szemben a nagyfrekvenciás méréseknél a közegben fellépő hullámterjedési sajátosságokat, elnyelést, fáziseltolást stb. kell megfigyelés tárgyává tenni. A nagyfrekvenciás mérésnél így a szerző szerint a két vevőtekercs közötti fáziseltolásokat és amplitúdóviszonyokat kell mérni, ezekből lehet a környezet dielektromos állandójára, nagyfrekvenciás vezetőképességére következtetni. Az eljárástól elsősorban az igen nagy koncentrációjú iszapokban várhatók eredmények [19].

Az akusztikus szelvényezések gyakorlatában jelenleg leginkább a magnetostrikciós adófejek terjedtek el. Újabban azonban ismét előtérbe kerülnek a piezoelektromos rezgéskeltők, ugyanis az előbbieken fellépő mágneses telítődés miatt ez utóbbiak leadott fajlagos teljesítménye lényegesen jobb [20].

Ugyancsak piezoelektromos adókat alkalmaznak egy új típusú szovjet akusztikus szondában. A két kivitelben is elkészült szondák közös tulajdonsága, hogy a piezoelektromos elemet, ill. üregek kerámia hengert egy pneumatikus vagy hidraulikus rendszer a lyukfalhoz szorítja, biztosítva ezzel a jobb akusztikus

kus csatolást az adó és a közet között [21]. (Itt említjük meg, hogy a [4] hivatkozásban szereplő akusztikus dőlésmérő is piezoelektromos adóval működik.)

A radioaktív mérések bő választéka terén is több érdekes fejlesztésről, korszerűsítésről számol be az irodalom. A sugárforrással működő radiológiai eljárások differenciáltabb görbelfelvételre és a nagyobb vontatási sebesség érdekében *Pesztrikov* javasolja két, a forráshoz képest szimmetrikusan elhelyezett detektor egyidejű használatát [22].

*Davüdo* az átfűrt közetek természetes béta-sugárzásának mérésével foglalkozó cikkében kitér e módszer alkalmazási lehetőségeire. A béta-sugarak vékony, már néhány mm-es iszapban bekövetkező elnyelődése miatt e lyukmérés csak speciális szondával valósítható meg [23].

A nukleáris-mágneses mérési eljárás újabb eredményes alkalmazásáról értesülhetünk *Akszelrod* és munkatársai cikkéből. A mérések a tároló jó tagolását és az effektív porozitás számítását tették lehetővé [24].

A nukleáris eljárások közül a neutrongenerátoros (impulzusüzemű) módszer egyre szélesebb körben kerül használatba.

Ennek egyik, a közelmúltban rutinszerűvé vált változatának, a neutronélettartam-mérésnek *Dresser*-féle konstrukciójával elért eredményeket ismertetik *Youmans—Bishop—Wichmann*. A módszert csövezett és nyitott lyukban egyaránt alkalmazzák. Megfigyelték, hogy a csövezés-cementezés és az iszap változása a kapott görbéket nem befolyásolja. E konstrukciónál — szemben a *Schlumberger*-féle TDT-eljárással — a neutronfluxus kibocsátása után 200—400 és 700—900 mikroszekundum időközökben vizsgálják a „még élő” neutronok számát, s ebből kapják meg az eredő befogási hatáskeresztmetszetet ( $\Sigma$ ). Az élettartamméréssel egyidejűleg a természetes gamma-sugárzást is mérik. A környezet eredő hatáskeresztmetszetének ismerete lehetőséget nyújt a porozitás számítására, ha a pórufolyadék és a mátrix hatáskeresztmetszete ismert, viszont a porozitás egyéb módszerrel történő meghatározása esetében a mért  $\Sigma$ -ból a folyadék hatáskeresztmetszete számítható, s így a fluidum minősége meghatározható. Hátránya ez utóbbi eljárásnak, hogy a neutronok behatolása csekély, ezért e módon csak a maradékolaj-telítettségre kaphatunk adatokat. Éves nagyságrendű időközökben végzett neutronélettartam-mérések azonban megadhatják a letermeltség fokát, az olajsaturáció csökkenését, mivel a cső mögött elárasztás már nincsen [25].

Gammával kombinált neutronélettartam-mérésről számol be *Konoplev* és *Kicenko* is. A szinkron felvett természetes gamma-görbe az értelmezendő szintek agyagosságának kiderítésére alkalmas [26].

Neutrongenerátoros sugárforrás aktiválásos mérésekre történő felhasználásáról ír *Wichmann*. A gyors neutronok hatására képződő rövid felezési idejű, gamma-sugárzó izotópok mérése egyes elemek (O, Si, Al) előfordulási arányának meghatározását teszi lehetővé. A generátortól kb. 4 m-re elhelyezett detektor a vontatási sebességtől függő késéssel érkezik a besugárzott helyre. Így a sebesség változtatásával elérhető, hogy a kimutatandó elem keletkezett izotópjá domináljon az észlelt gamma-impulzusszám-

ban, mivel az említett elemek izotópjainak felezési ideje között elegendő nagy az eltérés [27].

Hasonló témájú *Wichmann—Webb* beszámolója a Si—Al viszony kimutatásáról; cikküket az előző évben előnyomat alapján már referáltuk [28]\*.

Az aktiválásos módszer egy újabb irányzatának, a C kimutatásának — és ezáltal szénhidrogének jelzésének — lehetőségeit *Lawson* és szerzőtársai két közleményben is tárgyalják. Az aktivált elemi szén egy határozott energiájú, 4,43 MeV-os gamma-sugárzást ad, amelynek szelektív detektálása azonban az ugyancsak keletkező O-izotóp 6,09 MeV energiájú gamma-sugárzásának Compton-hatásra lecsökkenő energiájú fotonjai miatt egyértelműen nem lehetséges. A jelenséget igen részletesen kivizsgálták, s ennek eredményeképpen második közleményükben egy két-kristályos, energiaszelektív, neutrongenerátoros szonda kialakítását javasolják, amellyel közvetlenül C-görbe vehető fel.

A végleges kidolgozáshoz még a szerzők szerint is sok terepi tapasztalat szükséges. Biztos azonban, hogy a módszer CH-detektálására csak C-mentes matrixokban használható, így karbonátokban nem; továbbá legalább 50%-os olajtelítettség és 15% porozitás is szükséges az egyértelmű interpretációhoz [29], [30].

A mesterséges neutronforrások előretörése mellett is kap szerepet a már ismert természetes neutronforrás, a 252 rendszámú californium. Ennek alkalmazásáról *Fertl* számol be [31].

A korszerű, matematikai úton végzett értelmezés megbízható és identifikálható mérési anyagot követel meg. Emiatt nagy jelentőségűek az egyes közvetett információkat szolgáltató mérőrendszerek hitelesítő eljárásai, elsősorban a statisztikus hibával is terhelt nukleáris mérések vonatkozásában. Az urán kutatásban vezettek be egy kalibrációs módszert, amelynek alkalmazása a természetes gamma-felvételek és a közet sugárzóanyag-tartalma közötti összefüggést rögzíti, és így az értelmezést elősegíti [32].

*Korzsev—Duncsenko* a gamma-gamma mérések sürűség-hitelesítésére készítettek kalibrációs módszert, elsősorban a szén kutatás céljaira [33].

A technikai mérések területén érdemes megemlíteni *Babariükin* és szerzőtársainak cikkét, amely egy két mérőkarpárból álló lyukbősségmérővel szerzett tapasztalatokat ismerteti. A karok páronként mérik a lyukmetszet „tengelyeit”. Az eredmények alapján sikerült a sok esetben vályú, ill. kulcslyuk alakú keresztmetszetek kimutatása.

A már rutinszerűen alkalmazott készülék használata igazolta, hogy a konvencionális lyukbősség-szelvényekből számított térfogatok igen hibásak lehetnek [34].

Hasonló tapasztalatokról olvashatunk *Cox* igen érdekes cikkében; a négykaros dőlésmérővel — amely ugyancsak két „átmérő”-adatot regisztrál —, szintén kimutatták a lyuk irányított bővülését, sőt sikerült kapcsolatot találni a dőlés azimutja és az egyoldalú öblösödés azimutja között. Itt említendő meg, hogy e dőlésmérő ellenállásgörbéi alapján a réteg anizotrópiája is sok esetben bizonyítható, és kapcsolatba hozható a fenti jelenségekkel [35].

A lyukbősségmérés egy speciális alkalmazásáról olvashatunk *Thomas* és *Smith* publikációjában. Colorado

állam egyik olajpala-tárolójában kioldott üregek olajat tartalmaznak. Ezeket a szokásos értelmezési és szelvényezési módszerekkel nem tudják kimutatni. Egy e célra kialakított speciális lyukbősségmérő mérési eredményeit sűrűségméréssel kombinálva sikerült a problémát megoldani. A nyitható-zárható és cserélhető karú bősségmérő 2"–16" vagy 2"–32" (5–40, ill. 5–80 cm) tartományban  $\frac{1}{10}$ ", tehát 2,5 mm pontossággal méri az átmérőt. Az érdekes helyeken a felvett görbék léptéke is szokatlan: 1 cm átmérőváltozásnak 5 cm kitérés felel meg [36].

A fúrás közben végzett szelvényezés, pontosabban a fúrással egyidejűleg szerezhető geofizikai információk terén is találkozunk újabb kezdeményezésekkel. Eredménnyel kecsegtető a geofizikai paraméterek — elsősorban az átfúrt kőzetek fajlagos elektromos ellenállása —, kábel nélküli mérése és a rudazaton át történő továbbítása a felszínre.

Molcsanov és szerzőtársai egy ilyen jelátvitellel bíró rendszeret ismertetnek, amely a felszínen két fúrási paraméterrel együtt folyamatosan regisztrál egy ellenállásgörbét is. A mérés minősége kvantitatív következtetésekre is alkalmas [37].

Szarkiszov a rudazaton át történő jeltovábbítás javítására és ezzel az alkalmazási mélység (általában 1000 m) megnövelésére más elektródaelrendezést

javasol. Így 3000 m-ig kiterjeszhető e fúrás közbeni jelátvitel mélységhatára [38].

A mélyfúrási geofizika eszközfejlesztésének jövőjét tekintve még egyszer utalunk *Evans már idézett, összefoglaló jellegű cikkére* [39], amely körvonalazza — az igények szem előtt tartásával — a várható fejlődést az egyes műveletcsoportok területén. Akusztikus vonalon a digitális regisztrálás módot fog nyújtani a különféle hullámbeérkezések (nyomás-, nyíró- és csőhullámok) jobb megkülönböztetésére, amely a teljes hullámkép utólagos feldolgozása (szűrések, átalakítások stb.) útján lesz lehetséges. Szóba kerülnek a változtatható frekvenciájú adók is. Nukleáris mérések vonalán a spektrális mérések szaporodásával számolhatunk (pulzáló neutron, term. gamma, fluoreszcencia). Növekedni fog a neutrongenerátorok hozama, csövön át is igen jól működő eszközöket várhatunk. A nukleáris-mágneses mérés sokat fog fejlődni, nagyobb gerjesztések és pontosabb detektálás eredményeképpen a karbonátok porozitása, a permeabilitás, a póruseloszlás és a fluidum típusa pontosabban lesz meghatározható. Igen sokat fog fejlődni — a szerző szerint — a kombinált műveletek választéka. A cél: minél több mérést egy húzásra elvégezni, költségnövelés nélkül. Ebben a digitális regisztrálási technika is nagy segítséget fog nyújtani.

### 3.3 Nagymélységű technika

Az 1970. évben megdőlt a sokéves mélyfúrási rekord. A rekodmélységű lyukban végzett mélyfúrási geofizikai munkákról részletesebb beszámoló nem jelent meg, de a mért talphőmérsékletről olvashatunk: 245 C°. Ugyanakkor a talpnyomás 1700 at fölött volt. A közlemény utal rá, hogy a hőmérséklet a talpon valószínűleg még magasabb volt, mert 500 F°-os (260 C°) hőmérők tönkrementek [40].

Bár a folyóiratok az említett fúrásról ez ideig csupán technikai adatokat közöltek a fentiekén kívül, mégis találkozhatunk az ultra nagymélységű fúrások előkészületeivel kapcsolatosan a mélyfúrási geofizikát érintő adatokkal is. A világon több helyen készülnek ugyanis 9–10 000 m mélyfúrások lemélyítésére.

Phillips és Sykes megjelent cikkeikben részletesen foglalkoznak a tervbe vett, 9000 m-t meghaladó fúrások nehézségeivel, és mint legnagyobb akadályt a nagy nyomást és a magas hőmérsékletet jelölik meg. Taglalják a fúrás helyén várható geotermikus viszonyokat, és ennek alapján legvalószínűbbnek a 600 F° (315 C°) talpi réteghőmérsékletet tartják. (Érdemes rámutatni, hogy hazai viszonyaink között hasonló mélységben 400–450 C° hőmérséklet sem lenne meglepetés!)

Ilyen hőmérsékletek mellett lyukszelvényezést végezni a jelenlegi felkészültséggel nem lehet. Teljesen új kábelekkel kell dolgozni: az általánosan használt FEP-szigetelések 230°-ig jók csak. Kilátás van teflon-üveg kombinált szigetelésre, ettől várható a fenti hőmérséklet mellett is eredményes geofizikai munka. Az ugyancsak szinte kizárólagosan alkalmazott kerámia szigetelők sem megbízhatóak 300 C° fölött, ezek helyett egyéb anyagok (pl. zafír) jöhetnek szóba. A jelenlegi elektronikus szerelvények egyes elemei (félvezetők)

max. 230 C°-ig használhatók. Ezen a vonalon két lehetőség van: elektronika nélkül bonyolítani le a mérést vagy hőszigetelést alkalmazni. Ez utóbbi megoldás látszik járható útnak. Lényeges, hogy a mérés gyors legyen. Alkalmazni kell az öblítéssel történő lyukkörnyéklehűtést is. Volt példa — a szerzők szerint — az iszap külön hűtésére is cirkuláltatás közben.

Rendkívül nagy nehézséget jelent a magas hőmérsékletű perforálások elvégzése, különösen a várható 315 C°-on. Kockázatmentes perforálásokat általában csak 204 C°-ig végeznek. A használatos robbanóanyagok hőfokon tartási ideje 204 C°-on néhány óra, 230 C°-on azonban már csak néhány perc. Jelenleg max. 232 C°-ig van biztosítva a rétegmegnyitás, azonban e téren is van remény a fejlődésre [41], [42]. Egy már folyamatban levő 8500 m-re tervezett fúrás ismertetésével kapcsolatban Kennedy utal rá, hogy a szelvényező társaságok általában csak 175 C°-ra alkalmas műszereket használnak, de mégis bíznak az e fúrással várható kb. 230 C° hőmérséklet mellett a mérések sikeres elvégzésében [43].

Az előzőekben említett hőmérsékletekhez hasonlóakra számítanak a Szovjetunió tervezett ultra nagymélységű fúrásaiban is. Komarov is 300 C° feletti hőmérsékletekre és 2000 at nyomásokra alkalmas készülékek tervezését sürgeti, amelyek a természetes terek (gravitációs, mágneses, termikus) tulajdonságainak, valamint a közetfizikai paramétereknek a meghatározására alkalmasak [44].

Folytatódnak a paraméterek hőfok és nyomás okozta megváltozásainak elméleti és gyakorlati kutatásai. Dobrűnin könyve részletesen tárgyalja az agyagos-homokos és repedésszerű karbonátos kőzetek nyomás és hőmérséklet hatására bekövetkező válto-

zásait a porozitás, permeabilitás, fajlagos elektromos ellenállás, rugalmassági tulajdonságok stb. területén. E bő tanulmány sok segítséget ad majd az ultra nagymélységű fúrások értelmezéséhez [45].

*Meszzenznik* a mélyfúrású geofizikai műveletekhez használandó kábelek szigetelőanyagával kapcsolatos nehézségekkel foglalkozik. Ismerteti a *polietilén-besugárzásnak*, ennek a már ismert hőállóság-javítási eljárásnak *egy újabb módját*. Ha e szigetelőanyag gamma-besugárzását vákuumban vagy nemesgázzal töltött térben végzik el, akkor a kábel szigetelőanyaga 240 C°-

### 3.4 Mérések termelő- és visszanyomó kutakban

Az érdeklődés állandóan növekszik a befejezett kutakban termelés vagy visszanyomás közben, gyakran nyomás alatt végzett kábeles műveletek iránt. Ennek következtében a mélyfúrású geofizikának ez az ágazata erősen fejlődik.

Az újabb eljárások és módszerek célja az *áramlási* (beáramlási, ill. nyelési) *viszonyok* tisztázása mellett egyre gyakrabban a *termelő szintek letermeltségi fokának*, tehát a fokozatos elvizesedésnek, a víztelítettség növekedésének megállapítása.

*Chase* széles áttekintést nyújtó cikkében, amely a termelési méréseknek szinte teljes választékát bemutatja, beszámol a neutronélettartam-mérések (a Schlumberger TDT módszerének) gyakorlati alkalmazásáról *termelőcsőben*. Cikkében a letermeltség fokának meghatározására kvantitatív számításokat is bemutat, mégpedig alacsony porozitású kőzetekben. Ismertetésre kerülnek a béléscsőben végzett akusztikus mérések, a hullámképes cementmérés, továbbá a különféle áramlásmérők is [48].

Ugyancsak átfogó jellegű *Stratton* és szerzőtársainak beszámolója a *termelési mérésekről*. Elsősorban az egyszerű és pakkeres áramlásmérőket ismertetik, továbbá a szintén sok célra alkalmazható izotópos nyomjelzést, valamint az egyszerű és differenciális hőmérsékletmérés alkalmazásait [49].

Az *izotópos nyomjelzéses* technikával sok jó eredményt értek el az utóbbi időben. Nemcsak áramlási és nyelési kérdésekre deríthet fényt ez az eljárás — mint erről már a 3.2 fejezetben is szó volt —, hanem pl. a cementköpeny csatornásságáról is lehet ily módon információkat szerezni [50]. *Csernüse* és társainak ez az utóbbi közleménye a *béléscsőben végzett gamma-gamma mérésekről* is érdekes részleteket közöl: a tároló folyadéktartalmát lehet ezzel kedvező körülmények között megállapítani.

A *béléscsőben végzett sűrűségméréseket* *Bishop* tette alapos vizsgálat tárgyává. Kísérletsorozattal mutatta ki a cement, lyukfolyadék, többszörös csőakat hatását a gamma-gamma szelvényekre és az ezekből számított sűrűségértékekre. Megítélése szerint a sűrűségmérés egy neutronméréssel kombinálva jó képet nyújt a letermeltség fokára [51].

*Fons* — hasonlóan *Chase* cikkéhez [48] — a neutronélettartam-mérésekből becsülte meg a letermeltséget. Az eredmények igen jók, a szerző szerint a víztelítettség termelés közben történő időszakos ellenőrzése sok felesleges költséget elkerülhetővé tesz,

ig és 1200 at-ig megfelel a geofizikai és mérés-technikai követelményeknek [46].

A magas hőmérsékletű perforálás már szóba került nehézségeivel *Baum* és szerzőtársainak könyve részletesen foglalkozik. Tárgyalja a robbanóanyagok hő- és nyomásállóságát, iniciálhatóságának megváltozását extrém körülmények között. Foglalkozik a nagy közetnyomás befolyásával a lyukasztás körülményeire és az ennek következtében előálló béléscső-sérülésekkel is, végül a maglövés robbantástechnikai nehézségeiről is szó esik [47].

és a kapott adatok nagy segítséget nyújtanak a tárolómérnöki munkához [52].

*Kuznecov* és társai ezzel szemben az *akusztikus sebességmérést* javasolják a letermeltség fokának megítélésére. Szerintük ez jobb eredményt ad, mint az ugyancsak gyakran használt neutronmérés, különösen kis porozitású heterogén tárolókban [53].

*Ahmedov* és szerzőtársai is sürgetik a letermelés követése céljából egy bő, tudományosan alátámasztott mérési program rendszeres alkalmazását [54].

A gázos termelőkutak beáramlási helyének tisztázására *Korotaev* és *Babalov* ismertetnek egy speciális készüléket. Ez a *beáramló gáz által keltett zajt* méri, igen nagy felbontóképességgel. A mérés-komplexumba áramlásmérés és hőmérsékletmérés is tartozik [55].

Ha az álló szondával végzett áramlásmérések között 0,5 m-re választják, a termelő szintek inhomogenitása is kitapogatható [56]. Speciális, 30 mm átmérőjű áramlásmérőkkel a mélyszivattyús kutak gyűrűs terében is kimérhető a réteg beáramlási profilja [57]. *Föld alatti gáztárolók* csövezés előtti és utáni mérés-kombinációról adnak tájékoztatást *Smith* és *Neal*. A tároló telítődésének folyamatát (tehát a letermeltségi fok ellentétét) megfelelő mérési programmal nyomon lehet követni. Erre alkalmas a csövezés előtt és után végzett neutronmérések összevetése, továbbá a sűrűség-neutron kombináció is [58].

*Conolly* elsősorban a gáztermelő kutak termelési méréseivel foglalkozik, de ismerteti az egyes mérési fajták eszközeit, amelyeket eredményesen alkalmaztak. Foglalkozik az észlelt mérési hibákkal, végül kitér az aktív gázok esetében alkalmazandó inhibitorokra is [59].

Ugyanez a szerző igen részletes ismertetést ad a szorosan vett „production logging” eszközeiről, hitelesítésükről, a mérés közben felmerülő hibákról. Érdekesebb megjegyzései közé tartozik, hogy míg a nyitott lyukak mérését folyamatosan, sokszor 24—48 óráig egyfolytában végzik, addig a termelési méréseket a veszélyesség miatt csak nappal, világosban. Rendkívül bő ábraanyagot tartalmazó cikkében olyan jelenségekkel is foglalkozik, mint a kábelek rugalmassá hosszleengései (szelvényekkel alátámasztva), áramlásmérők (spinnerek) belengése, bepörgése [60].

A *korrózióvédelem* különösen jelentős kénhidrogén termelésének esetében. *Fountain* leírja a különféle károsodásokat (pl. kábeltörés), amelyek ilyen kutak termelési mérései közben fellépnek [61].



A vízvisszanyomó kutak pontos nyelési profiljának felvétele is egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. A sok zavaró tényező miatt gyakran mellőzött hőmérsékletszelvények értelmezése injektáló kutakban újabban előtérbe került, mert a művelet elvégzése egyszerű, vizsgálati sugara radiálisan nagy, a zavaró tényezők leválasztása pedig a számítógépek segítségével megkönnyebbedett [62].

Az injektált víz követése a *tároló tulajdonságaitól* is függ. Szabdalt, heterogén tárolók esetében az injektálás folyamatának ismerete még fontosabb. *Yoelin* és társai egy igen nehéz tárolórendszer ilyen jellegű méréseiről tájékoztatnak. Az injektált víz eloszlásáról az áramlásmérős és izotópos nyomjelzéses mérések-

kel sikerült pontos képet kapniuk. Méréseik alapján ki tudták deríteni az optimális besajtolás feltételeit, fel tudták deríteni a nyelő zónákat, sőt a rétegen belüli eltömődéseket is [63].

Az izotópos nyomjelzés területén érdekes *Makarov* és társainak javaslata. Radontartalmú folyadékokat ajánlanak, ugyanis a radon számos folyadékban jól oldódik, és felezési ideje is rövid (3,82 nap), ezért nyomjelzési célokra igen alkalmas [64].

*Pye* és szerzőtársai a differenciális hőmérsékletmérés eredményes alkalmazásáról számolnak be, mint a savazási és általában injektálási munkák sikerességének egyik legprecízebb ellenőrző eszközéről [65].

### 3.5 A mérések elméletére vonatkozó tanulmányok

A mérési módszerek, s főleg új eljárások ismertetése igen gyakran tartalmaz a mérés elméletére vonatkozó közléseket is.

Olykor igen nehéz a gyakorlati és elméleti jellegű cikkek között határozott választóvonalat húzni.

E fejezetben azokat a publikációkat ismertetjük, amelyek tárgyalásmódja inkább elméleti jellegű, még akkor is, ha kifejezetten a gyakorlati alkalmazás nehézségeit ismertetik.

A fajlagosellenállás-mérésekből sok esetben matematikus a réteg érintetlen részének ellenállását, az úgynevezett valódi ellenállást meghatározni. Speciális nehézségeket okoz a kérdéses réteg ellenállás-anizotrópiája.

Meggyökeresedett felfogás, hogy a gyakorlatban használt mérőszondákra a longitudinális (rétegződéssel párhuzamos) ellenállás-komponens van döntő hatással. *Al'pin* vizsgálat tárgyává teszi ezt a kérdést, és az elektromos tér elméletéből vezeti le az egyes alapeseteket; tárgyalva ebből a szempontból a nagyon vastag, nagyon vékony rétegeket és a réteghatárokat, figyelembe véve, ill. figyelmen kívül hagyva a lyukhatást. Megállapítja, hogy vékony rétegek esetében és a réteghatárokon a tranzverzális ellenállás fontos szerephez jut [66].

Hasonló témájú *Kasik—Makarova* cikke, amelyik a szénkutatók vonatkozásában vizsgálja e kérdést. Megállapítja, hogy pl. vízszintes repedezettségű karbonátokban is a tranzverzális ellenállás dominál [67].

Az irányított áramterű mérések egyik általánosan alkalmazott fajtájának, a laterolognak egyes jellegzetességeivel foglalkozik *Szilágyi* tanulmánya [68].

Az *akusztikus mérések* terén elsősorban *Bulatova* és szerzőtársainak monográfiájára utalunk, amely részletesen tárgyalja a közetfizikai paraméterek és az akusztikus mérési eredmények közötti kapcsolato-

kat, beleértve e mérés valamennyi alkalmazási lehetőségét [69].

Az akusztikus hullámkép részletes vizsgálata alapján állapította meg *Loginov*, hogy karbonátokban és evaporitokban általában észlelt refrakciós hullámok mellett reflexiók és csavarvonalaszerű hullámok is észlelhetők. E hullámok dinamikai és kinematikai tulajdonságaik alapján szűrhetők ki az egységes hullámképből [70].

Az akusztikus adókból kibocsátott hullámok különböző közegeken haladnak át, s útjuk megtétele, a közeghatárok átlépése energiafelhasználást igényel. E kérdést tárgyalja részletesen *Shane* tanulmánya, amelyben ugyancsak foglalkozik a refraktált és reflektált hullámokkal egyaránt [71].

A *radioaktív módszerek* elméleti kérdéseivel kapcsolatban elsőnek *Filippov* közleményét említjük, amelyben a radioaktív sugárzásnak abszorpciós közegekben bekövetkező gyengüléséből kiindulva vezeti le az egy bizonyos elem kimutatásához szükséges érzékenység-küszöbértéket. Matematikai úton levezetett eredményei szerint egy kimutatni kívánt elem érzékenységküszöbje az ugyanolyan, de a kérdéses elemet nem tartalmazó közegben észlelhető, sugárzás hatására kapott impulzusszám négyzetes középhibájától függ [72].

*Abdullaev* és *Iszkenderov* matematikai-statisztikai alapon vizsgálják, milyen feltételek mellett és milyen hosszú szakaszon szabad a radioaktív méréseknél szokásos átlagolási eljárásokat végezni a tényleges sugárintenzitás meghatározásakor [73].

*Rezvanov* tanulmánya a stacioner neutronmódszerek optimális szondahosszának és az impulzus-neutron eljárásnak optimális mintavételi időtartamainak számításait ismerteti. Megállapítása szerint a neutron-gamma módszernél 55–90 cm, a neutron-neutron módszernél viszont 40–75 cm között van az optimális szondahossz [74].

### 3.6 Mérések kőzetmintákon és modelleken

A mélyfúrás geofizikai módszerek alkalmazása csak akkor lehet gyümölcsöző, ha a kapott — közismerten zavart és összetett — információkból azok hasznos részét ki lehet szűrni, a keresett fizikai paramétereket meg lehet határozni. Ezért a modellezések és kőzetmintákon végzett kísérletek intenzíven folynak, s e téren is találkozunk újabb eredményekkel.

Egyik legérdekesebb közlemény e témakörből *Johnson* tanulmánya, amelyben a közvetlen lyukkörnyéket, a szelvényező módszerekkel általában mért térrészt teszi vizsgálat tárgyává. Megállapítja, hogy a kiöblített zónában levő folyadék ellenállása nem a rendszeresen feltételezett  $R_{mf}$  iszapszűredék-ellenállással azonos, hanem attól jelentősen eltérhet, sok esetben  $R_w$ -nél és  $R_{mf}$ -nél is kisebb, e kettő keverékéből elő sem állítható alacsony értéket vesz föl.

Az elárasztott zónában — a szerző szerint — jelentős az idő hatása is, a függőleges permeabilitás miatt az elárasztott térben idővel fajsúly szerinti elkülönülés áll elő  $z$  irányban, ezért egy homogén rétegen belül a réteg alsó és felső részében az elárasztott zóna fajlagos ellenállása különbözni fog. Vizsgálta az anizotrópia jelenségét is. A PS-görbe alakulása terén is sok érdekes vizsgálatot végzett, foglalkozott az ionmozgékonyságok hatásával, az iszaphól a rétegbe kerülő agyagrészecskék flokkulálódásának hatásával, az olajbázisú iszaphban történő PS-méréssel. Összefoglalva, a szerző megállapítása szerint a *lyukkörnyék elképzelt és elfogadott modellje csak közelítő*, sok jelenség nem magyarázható vele [75].

A PS-mérést érintő kísérleteket ismertetnek *Lepešinszkij* és *Ljasko* cikkükben. Ugyancsak az ionmozgékonyság hatását taglalják agyagos kőzetekben, vizsgálják ennek hatását a diffúziós és a membránpotenciálra [76].

*Smith, W. D. M.* egy adott terület geofizikai és kőzetfizikai paramétereinek közötti kapcsolatokat vizsgálta meg. Tárgyalta az interpretáció szempontjából „ideális” szénhidrogén-tároló kőzet tulajdonságait, továbbá az ideálistól való eltérés okait, és pedig valamennyi alkalmazott mérési módszer szemszögéből nézve. A porozitás-permeabilitás összefüggést — a szerző szerint — a mélység befolyásolja. A „minimális permeabilitás vonalának” megállapítása jó támpontot ad az egyes rétegek ipari értékeléséhez [77]\*.

Sok közlemény foglalkozik az egyes mérési műveleteket befolyásoló tényezők kutatásával és modellezésével.

*Kozjar—Dzeban* a repedezett karbonátok akusztikus méréseit vizsgálták. Márványtömb modellen kísérletezték ki a repedések hatását az amplitúdószelvényre [78].

*Loginov* hasonló modellt alkalmazott, s ezen igazolta az előző fejezetben ismertetett megállapításait [70], hogy a hullámképből az egyes hullámok eredete visszakövetkeztethető [79]. *Dogu Karagouz* és társai a redox-potenciál alakulásának tanulmányozására sok különféle homokkővön és agyagon végeztek laboratóriumi méréseket. Megállapították, hogy a PS-görbe és a redox-görbe között határozott kapcsolat van, továbbá, hogy a kőzet ásványtartalma jelentősen befolyásolja a redox-potenciált [80].

A nukleáris-mágneses mérés egyes tulajdonságait *Kumar* és *Fatt* vizsgálták mesterséges modelleken. Ismertetik az általuk talált összefüggéseket a relaxációs idő, a porozitás, a permeabilitás és a fajlagos felület között [81].

*Ivanjukovics* különféle sűrűségű és összetételű kőzetmintákon vizsgálta, milyen hatással van a gamma-gamma mérés spektrális képére a szonda távolsága a vizsgálandó kőzettől (lyukfaltól). Kis elállás esetén alacsony, nagy elállás esetén nagy energiájú sugárzóforrásokat ajánl. Kitért a szondahossz megválasztásának szerepére is [82].

*Rezvanov* kísérleteinek tárgya a neutrongenerátoros, impulzusüzemű epitermális neutronokkal végzett szelvényezés modellezése volt. E vizsgálatok eredményei között a leglényegesebb, hogy célszerűnek látszik a neutronsűrűség teljes képének regisztrálása a végső lelassulásig, mert így egy porozításra igen érzékeny mérésfajta juthatunk. A vizsgálatok ezenfelül kiterjedtek az optimális készletelés idejére, a forrás (generátor) teljesítményére, a szondahossz változtatására, a szonda lyukban való helyzetére [83].

Kőzetmintákon végzett hővezetőképesség-mérésekről számol be *Moiszeenko* és társainak tanulmánya. Vizsgálataik kiterjedtek a fajsúly, térfogatsúly, hullámterjedés, porozitás és fajlagos elektromos ellenállás és a kőzet hővezető képessége közötti kapcsolatok tisztázására. Bár a kísérletek egy adott mezőre vonatkoznak, következtetések bizonyára sok általános érvényű megállapításra is lehetőséget nyújtanak [84].

*Karaszik* közleménye üledékeskőzet-mintákon végzett sebességmérésekről számol be; az eredményeknek a szeizmikus értelmezésben is jelentőségük lehet [85].

Helyi jelentőségű magmintamérések (karbonátok) eredményét közli *White* [86].

*Jenkins—Bush—Aufrecht* az agyagos kőzetek vizsgálatánál betartandó igen fontos szempontokra hívják fel a figyelmet [87].

*Tokarev—Sevkunov* a letermeltség fokának folyamatos ellenőrzésére egy újszerű műanyag bélésű csövet javasolnak, fémbetétekkel. Ennek segítségével fajlagosellenállás-mérés bármikor végezhető. A javasolt rendszer modellezéséről számolnak be közleményükben. Az eredmények szerint ilyen csővezéssel a víztelítettség változásai jól követhetők ellenállásmérések alapján [88].

Ugyancsak a letermeltség követésére irányultak *Gupta* laboratóriumi vizsgálatai, azonban ő a pórus-tér letermelés következtében előálló csökkenését mérte akusztikus és sűrűségmérés segítségével. Eredményei igazolták *Overton—Norman* egyenleteinek (LA 1969 5. 31. o.) helyességét [89].

*Komarov* és *Poljakov* a kőzetek nagy nyomáson és magas hőmérsékleten történő szerkezeti változásait vizsgálták, egészen 1000 at nyomásig és 250 C°-ig. A vizsgálatokat a valódiaktól kevésbé különböző mesterséges kőzeteken végezték el; a mérések a porozitás, fajlagos ellenállás, membránpotenciál és az agyagtartalom megváltozására terjedtek ki [90].

### 3.7 Szelvények értelmezése

A szelvényértelmezés területén több irányzat együttes fejlődése figyelhető meg. Az egyik irányzat — és ez tekintendő a jövő útjának —, a mérésekből kapott információkat úgy kívánja feldolgozni, hogy vég-eredményben teljes képet kapjunk a kőzetek valamennyi fizikai, földtani és tárolómérnöki tulajdonságáról. Ez a mai eljárásoknál általában nem érhető el.

Egy másik értelmezési irányzat egyszerűbb módszereket alkalmaz, amelyekkel egy kérdéses terület vagy akár egy adott szint problémái megoldhatók, a szükséges adatok megszerzhetők. E módszerek többnyire a szelvényadatok és a magadatok összevetésére, továbbá a termelési eredmények figyelembevételére épülnek fel. Ezeknek az eljárásoknak a fejlesztéséhez jelentős segítséget adnak a számítógépek, amelyek a sokszor nagy tömegű adat feldolgozását, a rétegek minősítésének és kategorizálásának problémáját jelentősen megkönnyítik. Nem lehet még megjósolni, mikorra valósulhat meg teljes mértékben az első irányzat, a szelvényanalízis. Éppen ezért a második irányzat is állandóan fejlődik, módszerei tökéletesednek.

Az új mérési eljárások bevezetése egy-egy területen általában arra szolgál, hogy az addig alkalmazott speciális módszert bővítik az új információ beépítésével. Erre utalnak azok a közlemények, amelyek az egy-egy mérési módszerrel szerzett újabb tapasztalatokat interpretációs szempontból ismertetik.

Változatlan problémája a szelvényértelmezésnek az agyagos tárolók és a hasadékos karbonáttárolók értelmezése. Ezt is igazolja a vonatkozó cikkek nagy száma.

Az elmúlt évben ismertett értelmezési programok közül az előzőekben említett „analízist” a legjobban Poupon—Hoyle—Schmidt munkája közelíti meg. Igen bő mérési programra építették föl interpretációs eljárásukat: ellenállás-kombináció  $R_t$ , ill.  $S_w$  számításához, három porozitásszelvény (sűrűség, szónikus, neutron), egy fókuszált mikroszelvény a litológia tagolásához, term. gamma és PS az agyagoság kiderítéséhez, végül a lyukátmérő mérése a korrekciók alkalmazásához. Egy igen sok lépésből álló gépi program segítségével kapják meg az eredményt: porozitás, folyadék-összetétel, litológiai összetétel (egészen öt komponensig!). Ez a látszólag igen nagy munka a kútnál digitálisan fölvetett szelvények használata esetén igen gyorsan szintről szintre elvégezhető. A módszer kiválóan mondható, de pontos, kalibrált méréseket igényel [91].

Lehnert értelmezéseméleti tanulmányában szintén előnyben részesíti a komplex vagy többkomponenses értelmezési eljárásokat, mert ezeknél feldolgozásra kerülnek az egyes petrofizikai tulajdonságokra különbözőképpen reagáló mérések, és így a kapott eredmények pontosabbak. Példáit karbonátos tárolókból veszi [92].

A karbonátos tárolókkal, különösen a másodlagos porozitással rendelkezőkkel — mint említettük —, számos cikk foglalkozik. Közismert, hogy a másodlagos porozitás meghatározására általános érvényű megoldások nem ismeretesek. Zoloeva ismertet néhány, a Kaukázus nyugati részén fekvő krétakorú telepekre alkalmazott megközelítő módszert, ame-

lyek a mérési eredmények és a magvizsgálatok egyeztetésén alapulnak. A másodlagos porozitást a neutron-mérésekből kapott teljes és az ellenállásmérésekből kapott matrixporozitás különbségeként határozzák meg. Foglalkozik a cikk az eljárás hibalehetőségeivel is [93].

Necaj, ill. Komarov—Scserbankova—Csukin két hasonló jellegű cikkben foglalkoznak a hasadékos tárolókkal. Áttekintést adnak a repedések tagolásának és kvantitatív interpretációjának lehetőségeiről. A jelenlegi körülmények között a kétféle öblítőiszapos mérési technikát, továbbá — a [93]-hoz hasonlóan — az ellenállás-neutron kombinációt tartják legmegfelelőbbnek. Mindkét tanulmány leszögezi, hogy bár a jelenlegi módszerekkel is lehetséges a hasadékok kimutatása, mégis szükséges a már használatos eljárások tökéletesítése és újabbak bevezetése [94], [95]. Ugyancsak a kétféle iszapban végzett mérések alapján történő hasadékkimutatásról számolnak be Okun—Bedcser—Levik. A két eltérő koncentrációjú fűrőiszapban felvett laterolog-mérések igazolták, hogy e módon a karbonátok másodlagos porozitását megbízhatóan ki lehet mutatni [96].

A repedések detektálásának már hosszabb ideje ismert módjával, az akusztikus csillapításméréssel foglalkozik Williams tanulmánya. Szerinte a folyamatos hullámkép-fényképezés (erre példákat is mutat be) a hasadékok kimutatásának egyik igen jó eszköze [97].

Kuznecov a riff-karbonátok különleges geofizikai jellegével foglalkozik. Ezekben tagolási lehetőség alig van, mert rétegződés nincs, és az alkotó kőzet agyagmentes karbonát [98].

Az agyagos homokkötő tárolók értelmezésére sok módszer alakult ki. Az anyag jelenléte a tiszta homokok értelmezési módszereit használhatatlanná teszi, tehát ezek alkalmazása hamis eredményre vezet. Az értelmezési módszerek egy része ezt úgy igyekszik kiküszöbölni, hogy meghatározza (vagy megközelíti) az agyagtartalom értékét, és azután a tiszta homokokra érvényes formulákat az agyagra korrigálva alkalmaz- zák.

Az agyagtartalom meghatározására Poupon—Gaymard részletesen tárgyalja a különféle „anyagindikátorokat”, és pedig az „egygörbéseket” (R, PS, term. gamma, neutron) és a „kétförbéseket” (neutron-sűrűség, neutron-szónikus, szónikus-sűrűség). A kétförbéseket cross-plot módszerrel, derékszögű koordináta-rendszerben dolgozzák fel. Valamennyi módszer ad egy-egy agyagtartalom-értéket, ezek összevetése a hiba csökkenésére vezet, kiküszöbölődnek a káros hatások. A munkát — nagy mennyisége miatt — célszerű gépi úton elvégezni, viszont az eredmény az agyagtartalom többi paraméterét is szolgáltatja, amelyek a szelvények korrelációjához szükségesek [99].

Komarov és társai az agyagtartalom meghatározását a természetes gamma-mérésre alapozzák, de kombinálják a fajlagosellenállás-méréssel. Ez az együttes interpretáció lehetővé teszi az agyagbetelepülések fajtájának (diszperz vagy rétegzett) becslését [100].

Hossin és szerzőtársai a Hassi Messaoud mező agyagos rétegeinek (5—15% porozitás, 30% agyag) inter-

pretációjánál felmerült nehézségekkel foglalkoznak. A rétegek radioaktív tartalma miatt a természetes gamma felhasználása itt nehéz, a nyitott lyukszakaszokon viszont e mezőben nincs tiszta agyag, így a PS sem használható. Módszerükhöz egy modellt alakítottak ki, amelyben külső tényezőként szerepel az agyag zárványporozitása és kristályos része, valamint a hasznos porozitás. Az értelmezéshez új számítási formulákat dolgoztak ki, amelyekből — komplex mérési program eredményeinek segítségével — az agyagtartalom, az agyagellenállás, a telítettség és az effektív porozitás számítható [101].

Az agyaghatás eliminálására Fons és társai egy újszerű elgondolást ismertetnek. Meghatározzák a különféle mérési módszerek agyagindikációit (azaz hogy mit mutatnak agyagban), majd az agyagosság értékét az egyes tárolókban. Az agyagindikáció és az agyagtartalom szorzata adja az agyagos homokkőben mért érték hibáját. Ha az egyes mérések eredményeit e hibákkal korrigálták, akkor alkalmazhatók a tiszta homokokra érvényes Archie-féle formulák. A rétegsorban esetleg előforduló tiszta agyagokkal a metódus kontrollálható [102].

Az agyagfrakció mellett jelenlevő kőzetliszt, mint a hasznos porozitást szintén csökkentő közeg, több szerző vizsgálatának tárgya. Barlai közleményében szélesíti és általánosítja nagy agyag- és kőzetlisztartalmú homokkővekre kidolgozott értelmezési módszerét, bemutatva az azzal elvégzett értelmezési munkákat [103].

Poupon és szerzőtársai ugyancsak a kőzetliszt jelenlétével keresnek magyarázatot egyes, az agyagos homokkővekben mutatkozó nehézségekre. Megállapításuk szerint helytelen az a gyakorlat, hogy a homokok agyagtartalmát azonos tulajdonságúnak veszik a környező agyagokkal. A kőzetben, annak pórusaiban levő agyagot a szerzők agyag és kőzetliszt keverékének fogják fel. Statisztikai úton állapítják meg a feltételezett kőzetmodell alapján az agyagfrakció jellemzőit (neutron-, ill. sűrűségporozitás, agyagszázalék, kőzetlisztartalom), valamint a teljes porozitást. A munkát gépi úton három menetben végzik el: az első kettőben a feltételezett modellre vonatkozó összefüggések állandóit határozzák meg, az utolsó menet adja a végleges interpretációt [104].

Fertl és Timko agyagos-gázos-olajos szintek értelmezésére mutat be gyors módszereket. Céljuk az olajos és gázos szintek megkülönböztetése. Erre sok esetben különféle szelvények (pl. szónikus-neutron) egyszerű fedésbe hozása elegendő lehet, mert ezek az agyagtartalomra egyformán reagálnak, viszont gázra nem, így ott a két görbe között elválás észlelhető. A sűrűség-szónikus fedésbe hozása tiszta homokokban ad elválást. Ugyanezen kombinációk különféle koordináta-rendszerekbe felhordva is jó eredményeket adhatnak [105].

Konen és Helander az agyagtartalom és az effektív porozitás meghatározására az ismeretlen kőzetkomponensekből és azoknak reagálási mértékéből álló egyenletek rendszerét alkalmazzák, hasonlóan az elmúlt évben ismertetett módhoz (Kőolaj és Földgáz, Különszám, 1970. 44. o.). Ehhez természetesen szükséges az egyes alkotóelemek kiváltott reagálásának ismerete, valamint egy bő mérési program elvégzése. A feldolgozás gépi úton történik, így lehetőség nyílik

arra is, hogy különféle adatokra (agyagtípus, matrix-adatok, CH-telítettség) elvégezzék a számításokat [106]\*.

Fertl ismerteti gázos-agyagos homokkőveknek értelmezését olyan ismert termelő területen, ahol minimális mérési programot (indukciósellenállás-kombináció és gamma-gamma) bonyolítanak csak le. Foglalkozik az eljárásnál fellépő hibákkal is [107].

A következőkben néhány, egy-egy területre kidolgozott értelmezési metodikát ismertető közleményt mutattunk be.

Glanville gázos homokok értelmezésére ad megoldást tanulmányában. A program a Gulf-Coast miocén rétegeiben előforduló tiszta és agyagos homokok effektív porozitásának meghatározásából, a produktív szintek kijelöléséből és víztelítettségének kiszámításából, végül a gázos rétegek elkülönítéséből áll. A módszer indukciós-elektromos és term. gamma-sűrűség kombinált szelvényeket, továbbá neutronmérést igényel. A többszörös porozitásérzékeny mérés biztosítja az agyag és gáz kimutatását, mert ezek a sűrűség- és neutronindikációkat különféleképpen befolyásolják. A szerző véleménye szerint ez az interpretációs metodika egyenértékű a költségesebb Tixier-féle (LA 1968 6) módszerrel [108].

Pickett és Artus egy karbonátos tároló kitermelhető olajának becslésére dolgoztak ki magvizsgálatokon és szelvényezésen alapuló eljárást. Érdekes megállapításuk, hogy a  $K/\phi$  faktor alkalmas a rétegek termelőképeség szerinti rangsorolására.

Ugyancsak nagy érdeklődésre tarthat számot a szelvényezés egyes hibáira vonatkozó néhány észrevételük. Megállapítják, hogy a nagy fajlagos ellenállású karbonátösszetben a rendszeresen alkalmazott laterolog-3 mérőrendszer általában 20—100%-kal nagyobb értékeket mér; a mikrolaterolog-görbék nem ismétlődnek, csak többszöri mérés átlagolása alapján kapnak belőlük elfogadható értékeket. Az akusztikus időmérésben elkövetett 3 mikrosec hiba 1% porozitáshibát jelenthet, s e mérési pontosság betartása sok esetben kétséges lehet [109].

Tipikusan egy adott területre kidolgozott értelmezési módszert közöl Traugott is. Utal a cementációs tényező változásaira. Ennek, továbbá a litológiának meghatározására az oldalfal-neutron-szónikus kombinációt ajánlja a heterogén karbonátos tárolóban. Grafikus módszerében érdekes, hogy a koordináta-rendszer egyik tengelyére az oldalfal-neutron és szónikus görbék elválását viszi fel. E közlemény is utal a laterolog-3-nál észlelt nagy mérési hibákra [110].

Collins megállapítása szerint az Archie-formulák állandóinak általában használt értékei hamis eredményekre vezethetnek. Sok magon végzett vizsgálatnak a szelvényadatokkal való egyeztetésével, regressziós analízis segítségével állapították meg az  $m$ ,  $n$  és  $a$  állandókat. A magvizsgálatok értékelését módosított Leverett-egyenlet szerint, az ellenállásszelvények indikációit pedig az eredeti Archie-formulák szerint figyelembe véve végezték el a korrelációt, ill. a regressziót; így kapták meg az új állandókat, amelyek természetesen csak a vizsgált területre érvényesek [111].

Szokatlanul kis fajlagos ellenállású homokok értelmezése is okoz nehézséget egy-egy területen. Glanville vékonyan csikozott, igen agyagos, rendkívül alacsony

ellenállású homokok speciális értelmezését ismerteti, feltűnően kis mérési programra alapozva [112].

*Leont'ev* és társai ugyancsak hasonló homokkövek értelmezésével foglalkoznak. Megállapításaik szerint a vizsgált terület homokkövei sok földpátot tartalmaznak, ezért tapadóvizük nagyobb százaléku. Ennek következtében fajlagos ellenállásuk kisebb, amit viszont hamis víztelítettség-számítások elkerülése érdekében figyelembe kell venni [113].

Az *Archie*-formulák állandóinak lokális meghatározásáról és az így végezhető eredményes értelmezésről számol be *Paul* cikke is. Módszere magporozításokkal egyeztetni valamennyi porozításérzékeny mérési eljárás (szónikus, sűrűség, neutron) indikációit, és így határozza meg az  $F$  és  $\phi$  közötti összefüggést, az ellenállás-mérések alapján pedig az alkalmazandó ellenállás-index-szaturáció kapcsolatát [114].

Az  $F-\phi$  függvény *Archie*-féle formáját tették vizsgálat tárgyává *Porter* és *Carothers* is. Több mint 2000 mag vizsgálatára alapozott kísérletsorozatuk az indukciós szelvényből és  $R_w$  tényleges értékéből számított  $F$ , illetőleg a sűrűségmérésből kapott  $\phi$  értékek és a magadatok összevetése volt. Homokkőre és mészkőre egyaránt kaptak  $a$  és  $m$  értékeket [115].

Az *oldalfal*neutron-módszerrel karbonátokban elért igen jó eredményeket ismerteti *Eade*, ugyancsak egy adott területre. Kihangsúlyozza a lyukműszer hitelesítésének nagy jelentőségét, sőt még ezenfelül igen hasznosnak tartja ismert területen vonatkozási, azaz mindenütt azonos mérési indikációt adó szintek szem előtt tartását. Foglalkozik az eljárás alkalmazási korlátaival is [116].

Adott területre (*Hassi-Messaoud*) érvényes metodikát ismertetnek *Megateli* és szerzőtársai is, amelynek segítségével a rétegvastagság, porozitás, permeabilitás, telítettség, agyagtartalom és repedezettség ismeretében a kút hozama számítható. E számításhoz kidolgozott új formula alkalmazásához összesen kilenc paraméter ismerete szükséges, amelyeket mérésekből, ill. magvizsgálatokból kapnak [117].

*Egyes mérési eljárások* interpretációs tapasztalatairól is bő irodalmi anyag jelent meg.

*Stieber* egy hosszabb *neutron*generátoros mérési sorozat eredményeit dolgozza fel. Megállapítja, hogy kis változások az agyag, a sótartalom és a matrix befogási hatáskeresztmetszetében jelentős hibát hozhatnak létre az  $e$  módszerrel (a  $\Sigma$ -ból) számított víztelítettségben.

Összeveti az egyéb módszerekből meghatározott víztelítettséget és a különféle szelvényekből meghatározott zavaró tényezők hatásait, s ezekre regressziós analízissel függvényeket állapít meg, amelyek segítségével a pulzáló neutronmérésből kapott telítettségek korrigálhatók [118].

*Zanier* és *Overton* *Archie*  $F=\phi^{-m}$  kifejezésének  $m$  kitevőjét tették vizsgálat tárgyává. Megállapították,

hogy az *akusztikus nyíró-* (transzverzális) *hullámok* érzékenyek  $m$  értékére. Levezettek egy elméleti exponenst, amely függvénykapcsolatban áll  $m$ -mel, valamint a kőzet rugalmassági tulajdonságaival (nyírási modulus, *Lamé*-állandó). A módszer alkalmazása azonban megköveteli a transzverzális sebesség mérését, ami jelenleg még problematikus [119].

*Schlosser* vizsgálatai szerint a lyuk nyugalmi állapotában készült hőmérsékletmérésekből megállapítható a *földi hőáram*, továbbá az egyes kőzetek hővezető képessége. A szerző kapcsolatokat mutat be a fajlagos ellenállás, a longitudinális akusztikus sebesség és a hővezető képesség között [120].

A lyuk közvetlen környékének, az *elárasztott zónának* ismerete igen fontos, mivel a legtöbb szelvényezési módszerre e térrésznek döntő befolyása van. *Raymer-Salish* kimosott zónára felépített interpretációs programját az előző évben már említettük előnyomat alapján [121].

*Linke* szerint az *elárasztás értelmezési technikáját* jól kell ismerni. A rendkívül mély vagy rendkívül sekély elárasztás egyaránt értelmezési hibára vezethet, mivel ekkor az általában három szondából (két indukciós, egy laterolog) álló kombinációt csaknem egyforma hatás éri, *elválas nem jelzi az elárasztást* [122].

*Morrow* két cikkben foglalkozik a tapadóvíz jelenlétével és mennyiségével a szénhidrogén-tárolókban. Összefüggéseket ad meg a redukálhatatlan víztelítettség és a kapillaris nyomás között. Megítélése szerint meg kellene különböztetni az összefüggő és nem összefüggő víztelítettséget [123], *Archie* képletét is ilyen értelemben módosítani kellene. Szerinte az átmeneti zóna fölött ugyanis már nincs összefüggő telítettség, itt a nedvesített kőzetfalak adják a vezetőképességet [124].

*Crain* igen érdekes *értelmezéseméleti* kérdést dolgoz föl. Részletesen tárgyalja a porozításérzékítő szelvényezési eljárások (sűrűség, neutronbefogás, akusztikus) indikációi és a kőzetek fizikai tulajdonságai (frakciók sűrűsége, mechanikai-rugalmassági jellemzők, hidrogéntartalom, befogási hatáskeresztmetszet) közötti kapcsolatokat. A gépi számítás segítségével meghatározott összefüggések birtokában és a kőzet említett fizikai tulajdonságainak ismeretében elvileg előre megmondhatók, *kiszámíthatók lehetnek a várható szelvényezési indikációk*. A bemutatott elvnek a későbbiekben az indikációk-kőzetösszetevők közötti függvények felismerésében igen nagy jelentősége lehet [125].

*Anderson* a kvantitatív értelmezést általában, a szelvények utólagos digitálizását pedig különösen érintő kérdéssel foglalkozik cikkében: az analóg szelvények *felbontóképességével* és *pontosságával*. Támpondot nyújt e tanulmány arra, milyen pontosság várható el az egyes szelvényezési módszerektől, a regisztrálási léptéktől függően [126].

### 3.8 Digitális technika, számítógépek alkalmazása

A szelvények gépi feldolgozása és értelmezése, továbbá szükségyszerű gyors továbbítása vezetéken vagy rádió útján csak digitális formában lehetséges. Eldöntött tényként fogadhatjuk el, hogy célszerűen az *analóg felvétellel egyidőben* kell a kútnál a *digitalizált regisztrátumot is elkészíteni*, Erre már sok bevált készülék van használatban, hazánkban is elkészültek az első ilyen berendezések.

Különösen jelentős a digitális regisztrálás olyan területen, ahol nagy mennyiségű szelvényt vesznek fel. Érdekes példaként lehet említeni *Gearhart* és társai közleménye nyomán az uránkutatóban alkalmazott digitális rögzítőberendezést, amellyel az óriási számban mélyítésre kerülő összes uránkutató fúrás szelvényeit fogják regisztrálni. (1969-ben az USA-ban 60 000 uránkutató fúrás mélyítették.) Ezzel a mélységet és az egyidejűleg mért paramétereket (term. gamma, PS, ellenállás) rögzítik. A berendezés kinyomtató készülékkel is működtethető [127]\*.

Egy másik, az olajkutatás területéről vett példa: *Minuhin* és szerzőtársai egy mágnesszalagos regisztrálási módot ismertettek, amelynek segítségével a teljes akusztikus hullámképet digitálisan rögzíteni tudják. A rendkívül rövid idő alatt lejátszódó, nagyfrekvenciás hullámkép pontos regisztrálásra alkalmas elnyújtását egy a szondában elhelyezett forgó mágneses tárcsával biztosítják. Ennek forgása az adók működésével szinkronizált, s a felvett jeleket időben kinyújtva továbbítja zavarmentesen a felszínre, ahol azután mágnesszalagon regisztrálják őket [128].

*Rischmüller—Meister* áttekintést adnak egy alkalmazásban levő digitalizáló és adattároló rendszerről, amelyet az NSZK-ban használnak. Ennek egy részét képezi a szelvények számítógépi feldolgozása [129].

A szelvények digitális megjelenítésének és gépi feldolgozásuknak magyarországi lehetőségeiről számol be *Czeglédi* tanulmánya. Cikkében részletesen kitér a kérdés gazdasági kihatásaira is [130].

A szelvények gépi feldolgozására többféle lehetőség kínálkozik és van is alkalmazásban. *McVicar* és *Ander-son* egy-egy tanulmányban ismertetik az időosztásos (time-share) gépek alkalmazásának előnyeit. Bár a kötegeléses rendszerű (Batch) gépek lényegesen nagyobb teljesítőképességűek, mégis a gyakorlati szelvényértelmezés az esetek nagy részében megelégedhet az egyszerűbb, kis teljesítményű time-share gép alkalmazásával. Ennek kezelése egyszerű, az USA-ban csaknem valamennyi cég rendelkezik ilyen géphez állandó csatlakozással; a munka gyors, a gép használata nem igényel különleges számítógépi ismereteket. Ugyanaz az értelmezési munka egyszerűen elvégezhető, amelyet az interpretátor különben görbeseregekkel, leolvasásokkal végezne el. E gépek kimenete általában telexrendszerű, de az ezzel készített görberajzolások pontossága, esetleg a számított adatok betűkkel történő ábrázolása a gyakorlati céloknak többnyire megfelel. Mindkét szerző közöl ilyen gépi eredménylapokat is [131], [132].

Ugyancsak time-share gépen végzett értelmezésről olvashatunk *Heslop* közleményében. Igen részletes programot mutat be a teljes geofizikai szelvénykomplexum feldolgozásáról. Alkalmazza az összes álta-

lánosan használt szelvényfeldolgozási módszereket, beleértve a litológia meghatározását célzó többkomponensdiagram-rajzolásokat (litho-porosity cross-plot, 1. Kőolaj és Földgáz, Különszám 1970. 44. o.). E módszereknek valamennyi részleteredménye is bemutatásra kerül példaként; az ábraanyag meggyőző [133].

*Pomeranc* és társai egy részletes számítási algoritmust mutatnak be, amelynek segítségével a szelvényezési adatokból és a gázdetektoros iszapmérések eredményéből litológiai tagolás számítható és a telítettségi viszonyok becsülhetők [134].

A fentiekben említett *time-share gépek visszarajzolt diagramjai* — a betűs, ill. írógépjelű megjelenítés miatt — csak erősen *korlátozott pontosságúak*. *Szohranov* és társai egy *folyamatos rajzolósi* rendszert ismertettek, amely a számítógéppel végrehajtott értelmezés eredményeit folyamatos görbék formájában adja ki. A sokcsatornás rajzológép kirajzolja a számítások alapján kapott interpretációs eredményeket és a litológiai profilt, de ezek mellett a bemeneti adatokat (azaz a mért görbéket) is [135].

*Tanuló-felismerő* programról számol be *Stemler*. A valószínűségszámításon, matematikai statisztikán alapuló módszer arra épül, hogy szénhidrogén-, ill. víztároló rétegek geofizikai paramétereinek eloszlását táplálják be (a közölt példában 100 réteg paramétereit), és a gép a kérdéses rétegek paramétere alapján valószínűsíti a telítettség karakterét. A programozás Minszk-22 gépre történt [136].

A teljesen automatizált gépi szelvényfeldolgozás egyik problémája a *réteghatárok kijelölése*. Erre vonatkozólag ismertetnek *Gauzer* és *Belenkij* egy algoritmust. A kijelölés a Szovjetunióban elterjedten alkalmazott BKZ-módszer ellenállásgörbéi alapján történik. A cikk ismerteti a különféle rétegtípusok (nagy ellenállású, véges vastagságú réteg jól vezető környezetben, kis ellenállású réteg két véges vastagságú, nagy ellenállású réteg között stb.) határmegállapításánál jelentkező problémákat, amelyek abból fakadnak, hogy a BKZ-rendszer gradiensszondákat alkalmaz [137].

E részben említjük végül *Althaus* cikkét, amely az egyre jobban elterjedő nagynyomású szintek detektálásának egy alkalmazott gépi programját ismerteti. Ez feldolgozza a szelvényparamétereket és furadék-adatokat egyaránt, majd megfelelően korrelálja őket [138].

E rész befejezésekképpen megegyeszer utalunk *Ander-son* cikkére [132], amelyből néhány megfontolandó mondatot érdemes szó szerint idézni: „A kútnál történő szelvénydigitalizálás és a gépi értelmezés bevezetése nem régen kezdődött, de még ismeretlen, milyen mértékben fogadták be a felhasználók. A szelvények értelmezését az olajipar széles körben elfogadta, annak a ténynek következtében, hogy *csaknem valamennyi praktizáló mérnök és geológus* végzett szelvényezési tanfolyamot. Ilyen tanfolyamokat rendeztek a szelvényezési vállalatok és az olajtársaságok is ... Hasonló *oktatási erőfeszítéssel* lehetséges lenne a szelvények *számítógépi feldolgozását* a kutató laboratóriumokból az *üzemi gyakorlatba átvinni*”.

### 3.9 Rétegmegnyitás, robbantási munkák

Hasonlóan az 1969. évhez, 1970-ben sem került nyilvánosságra új perforálási eljárás. A rétegmegnyitás hosszú évek során kialakult módjai, az egyes perforátortípusok széles választéka — a közlemények hiányából is kitűnően — kielégíti a felhasználók igényeit.

A lyukasztás *eredményessége* és a perforálások *hatásossága* terén azonban már beszámolhatunk érdekesebb tanulmányokról.

*Panov* és *Najuk* egy hosszabb kísérletsorozat eredményeit ismertetik tanulmányukban. Kísérleteiket valós lyukviszonyok között végezték e célra kialakított céltárgyakon, amelyek egy, két és három bélés-csőrakatos kútkonstrukciókat modelleztek. A bélés-csővek mögött a céltárgy részben természetes kőzetmintákból állt, részben a homokköveket jól utánzó mesterséges „kőzetet” tartalmazott. A vizsgálatok 80—144 C° közötti hőmérsékleteken, 2—4000 m közötti mélységekben történtek. Vizsgálat tárgyává tették a közetszilárdság és a feltöltő folyadék hatását is az ütött lyuk geometriájára. Eredményképpen megállapították, melyik lyukkonstrukcióhoz melyik szabványos töltet használata a legcélszerűbb. Érdekes tapasztalatuk, hogy az ütött lyuk méretei a mélységgel csökkennek [139].

A fúrólyukban végzett *jet-perforálások tökéletlenségeivel* foglalkoznak *Jenkins* és szerzőtársai. Megállapításaik szerint sok esetben a perforált lyuk tisztátalanságára, hibájára vezethető vissza a vártnál kisebb termelési eredmény. Tárgyalják a perforálások minőségének kimutatására alkalmas eszközöket, köztük a mágneses, lokátorszerű lyukdetektort és az akusztikus lyuktelevíziós készüléket, továbbá a rétegmegnyitást befolyásoló rétegtani szempontokat is [140].

Itt is utalunk kell *Baum* és szerzőtársainak könyvére, amely ugyan kifejezetten a magas hőmérsékletű és nagynyomású perforálásokról speciális problémáival foglalkozik, de a közölt vizsgálatok és kísérletek, valamint ezek eredményei általánosságban is érdekesek a perforálás elméleti és gyakorlati problémái terén. Az ismertett adatok minden szakember számára érdekesek [141].

A rétegmegnyitás egyik nemrégiben kipróbált

módja a *nukleáris robbantás*. Az egyik ilyen kísérlet, a *Rulison* mezőben még 1969-ben végzett robbantás után csaknem egy évvel nyitották meg ismét a kutat. Megállapították, hogy a kitermelt gáz radioaktív szennyezettsége a vártnál jóval kisebb: annak csak mintegy  $\frac{1}{4}$  része [142].

Széles körben alkalmazzák a termelőképesség fokozására a *robbantásos módszereket*. Egy sor közlemény ismerteti ennek a repesztő-stimuláló eljárásnak lefolytatását. Van négy lépésben végzett robbantás, ahol az első egy konvencionális torpedó, ez előrepesztést idéz elő, a további robbantások különféle formában járulnak hozzá a termelés fokozásához, a permeabilitás többszázszoros növekedéséhez [143].

A fokozott repesztőhatás egyenes következménye a *folyékony robbanóanyagok* rendszeres használatának. E téren olvashatunk a nitroglicerinnel újból előretöréséről. Megfelelő keverési arányban (di- és trinitrotoluol, továbbá flegmatizáló anyagok) veszélytelené tehető ennek az anyagnak a szivattyúzása is, és nagy előnye, hogy egészen vékony rétegekben is terjed benne a robbanási hullám [144].

Általában azonban speciális összetételű keverékeket használnak robbantásra, amelynek alkotóelemei egyenként nem robbannak; a felszínen összekevert anyagot sajtolják be a — gyakran előrepesztett — tároló pórusaiba és mikrorepedéseibe. Az indítás beépített időzített gyújtóval történik. A keverékek detonációs sebessége, viszkozitása és fajsúlya az összetétellel széles határok között szabályozható [145], [146], [147], [148].

Az előző témát kritikai szempontból vizsgálják *Spencer—Anderson—Dysart*. Foglalkoznak a repesztés mechanizmusával, figyelembe véve a kőzet mechanikai tulajdonságait és a detonációs sebesség hatását. Megállapításaik szerint a nagy detonációs sebesség csökkenti a környezetnek átadott energiát: hatásosabb a robbantás. Nem javasolják a kb. 500 kg-nál kisebb töltetek alkalmazását [149].

A *robbantásos csőlazítást* elterjedten alkalmazzák a megszorult szerszám mentésének megkönnyítésére. *Gadzsiév* és *Ter-Grigorjan* egy empirikus formulát közölnek az ilyen lazító töltetek maximálisan megengedhető mennyiségének számítására [150].

### 3.10 Kapcsolatok rokonszakmákkal és -területekkel

A rezervoármérnöki tudomány és a földtan mellett egyre inkább nő egyéb területek igénye mélyfúrású geofizikai mérések és azok értelmezése iránt.

Első helyen kell említenünk a fúrás technika gazdaságosabbá tételét és biztonságát szolgáló azon eljárásokat, amelyek a *túlnyomásos szintek detektálására* és előrejelzésére vonatkoznak.

Az e témában már előzőleg megjelent nagyszámú közlemény jó összefoglalását nyújtja *Fertl—Timko* cikke, amely ezenfelül újabb szempontokat is tartalmaz. Közlük, hogy a neutronélettartam-szelvényezés is jó túlnyomásdetektor, sőt ennek segítségével a letermeltetés folyamán létrejövő nyomáscsökkenés nyomkövetésére is van lehetőség [151].

Ugyanezen két szerző egy másik tanulmánya a

túlnyomásos szintek néhány jellegzetes tulajdonságát tárgyalja. Magyarazatot adnak a túlnyomásos szintet jelző sókoncentráció-csökkenésre: a túlnyomásos agyagból az ozmotikus nyomás hatására a pórusok szemipermeabilis falán keresztül édesvíz lép ki, ezért az ilyen agyaggal szomszédos homokkőben a koncentráció lecsökken. Tárgyalják a túlnyomás és a kőzet hővezető képessége közötti kapcsolatot: mivel a hővezető képesség a porozitással általában fordítva arányos, a túlnyomásos tárolót határoló agyagokban a geotermikus gradiens nagyobb, elérheti — a szerzők szerint — a 10 C°/100 m értéket is [152].

A két cikk együttes konklúziója, hogy a túlnyomásos szintek pontos megismerése érdekében *lehetőleg valamennyi* nyomásindikátort figyelni, ill. mérni kell.

Ugyancsak *Fertl* és *Timko* a szerzője egy másik tanulmánynak, amely a sókoncentráció nyomás és idő okozta megváltozásának elméletével foglalkozik [153].

Egy másik szerző, *Overton*, aki a túlnyomásos szintek tárgyában és kapcsolódó témakörökben számos cikket publikált, a túlnyomás előrejelzésére a *furadék*, és pedig az *agyag- és márgafuradék* rendszeres *ellenállásmérését* javasolja. Két közleményt is találhatunk, amely e vizsgálatnak gyakorlati lebonyolítását ismerteti. A szerző szerint az eljárás jól alkalmazható, ha bizonyos feltételek teljesülnek, mert a „salinity principle” értelmében bekövetkező koncentrációváltozások jelzik a túlnyomásos szintet, sőt olykor numerikus nyomásértékek számítására is van lehetőség [154], [155].

Ugyancsak *Overton* két közleményében találkozhatunk az abnormális közetfeszültségek és az ennek következtében előálló bélés-cső-károsodások közötti összefüggések kutatásával. A szerző által talált megoldás szerint itt is alkalmazható a sókoncentráció megváltozásának elve: a koncentráció hirtelen lecsökkenése abnormális közetfeszültségeket jelez, amelyek esetenként horizontális irányban is hathatnak [156], [157]. Ugyanezek a jelenségek — éppen a természetes potenciál okait figyelembe véve — a PS-görbén is láthatók [158].

A túlnyomásos szintek igazi *előrejelzése* természetesen a *fúrás megkezdése előtt* megszerezhető ilyen irányú információ lenne. *Reynolds* bemutatott példái szerint az ismert kompaktációváltozás, amely az akusztikus sebességszelvényen is észlelhető, a túlnyomásos szinteket határoló agyagokban sebességcsökkenés formájában a szeizmikus mérések értelmezése alapján is kimutatható [159].

A túlnyomásos rétegek kimutatásának alkalmazási lehetőségeivel foglalkozó összefoglaló jellegű cikket a magyar szakirodalomban is találhatunk [160].

A cementköpeny minőségének pontosabb ellenőrzéséről olvashatunk *Kucsernjuk* és társai tanulmányában. Ismertetik azokat a speciális eszközöket, amelyeket a cement-cső, ill. cementréteg közti kötés megmérésére fejlesztettek ki. Az egyik egy longitudinális hullámokkal dolgozó akusztikus cementszelvényező műszer, a másik egy szórt gamma-sugárzással működő szondatípus. Ez utóbbi a mérés rendeltetése szerint Cs<sup>137</sup> vagy Tm<sup>170</sup> forrással dolgozik, ugyancsak változtatnak egyéb adatokat (forrás-detektor távolság, energia-tartomány, kollimáció) is. E műszerekkel vizsgálták a cementköpeny perforálás következtében előállott károsodását is [161].

Az *akusztikus cementmérés* problémáit tárgyalja *Muir—Rollman* közleménye. Megállapítják, hogy az akusztikus hullámbeérkezés képében egymásra szuperponálódó különféle hullámok (réteghullám, csőhullám, transzverzális hullám, vízhullám) a cementkötések minőségének megismerését nehezítik, sőt lehetetlenné is tehetik. Sok segítséget nyújthat a hullámkép folyamatos regisztrálása, de még inkább sűrű mintavételezéssel történő sorozatos fényképezése [162].

Igen szép ilyen jellegű felvételeket láthatunk *Williams* egyszer már idézett cikkében [163].

Ugyancsak a hullámkép regisztrálásának módszereivel foglalkoznak cikkükben *Brown* és szerzőtársai. Részletesen ismertetik az e célra létrehozott „variable

density log” hullámkép-regisztráló készülék működését, és ismertetik a cementminőség akusztikus ellenőrzésének különféle lehetőségeit [164].

Az akusztikus mérések egy újabb fűrástechnikai alkalmazásának kiindulása lehet *Somerton* és *El Hadidi* cikke, amelyben a *mért sebességértékek* és a *közetek fűrhatósága* közötti *kapcsolatról* számolnak be. Megállapításaik szerint a közet keménysége és az akusztikus sebesség között a kapcsolat közel lineáris [165].

Hasonló tárgyú *Sevcov* tanulmánya is. Leszögezi, hogy a közetek szilárdsága és elektromos vezetőképessége egyaránt kapcsolatban van porozitásukkal, így az *ellenállászelvényekből is lehet* közvetlenül a *közet fűrhatóságára* következtetni. Az ellenállásgörbe e célra történő felhasználásakor a szénhidrogén-tartalmat természetesen korrekcióba kell venni. A szerző szerint a fűrótípus kiválasztása és a fűróterhelés beállítása is történhet a szelvényekből számított vagy szerkesztett fűrhatóságszelvény alapján [166].

A közet szilárdsági paraméterei és a geofizikai paraméterek között fennálló kapcsolat fordítva is kihasználható: *Kennedy* közleményében arról olvashatunk, hogy a fűrás közben folyamatosan regisztrált fűrési paraméterek lehetőséget nyújthatnak formációértelmező módszerek kidolgozására és alkalmazására, de ismerni kell, hogyan reagálnak az egyes átfűrandó matrixok a fűrő behatolására. A fűrési paraméterek gépi regisztrálása és megfelelő számítógépi kapcsolat esetén az átfűrás után egy órával a berendezésnél rendelkezésre állhat egy tájékoztató „porozitás”-szelvény is [167].

Ugyanezt a módszert egy másik közleményben is ismertették [168].

A fűrési munkát sok esetben nehezítő *nyelzőzónák* kimutatására egy érdekes módszert alkalmaztak, amelyről *Bulgakov* számol be. A *nyelzőzónába* bóraxot tartalmazó folyadékot nyomnak be, s ennek jelenléte — a bór nagy neutronbefogási hatáskeresztmetszete miatt — neutron-gamma méréssel detektálható [169].

A *nyelzőzónák* egyszerű detektálása mellett jelentős lehet *vastagságuknak* a kimutatása is. Erre *Koszolapov* és társai ismertetnek egy akusztikus mérésből és áramlásmérésből álló eljárást. A veszteséges zónák méretét elsősorban az akusztikus sebesség- és amplitúdócsökkenésből tudják meghatározni. Ismertetik a nyelés likvidálására alkalmazott technológiát is, kitérve a torpedózás ilyen célú előnyös alkalmazására is [170].

A szeizmikus mérések kiértékeléséhez a *formáció-sebességek* ismerete nagy jelentőségű. Ezeket az adatokat legtöbbször az ún. szeizmokarotázis-mérésből kapják, de kézenfekvő az akusztikus szelvényezés sebességértékeinek ilyen célú felhasználása. A két mérésfajta eltéréseket mutat, ezekkel foglalkozik *Boss* cikke [171].

Fűrástechnikai problémát, időkiesést okoz, ha a *szelvényező eszközök* mérésakor *nem juttathatók le* a mérendő szintig. *Szidorov* és társai ismertetnek egy szondára szerelhető elektromechanikus vibrátort, amely abban az esetben, mikor a szonda felülését az iszap tixotrópiája okozza, a szondák és perforátorok leengedését megkönnyíti [172].



Nem a szorosan vett geofizikai módszerek közé tartozik a mélyfúrásból felszínre kerülő *furadék vizsgálata*, de az így kapható adatok az értelmezésnek jelentős segítséget nyújthatnak. A furadékminta-vétel és -vizsgálat erősen korszerűsödik. Félautomata mintavevők és mosók, ultraibolya-vizsgálók, gázelemzők, kalciméterek használata e téren tökéletesebb eredményeket hoz, amelyek a későbbi geofizikai mérésekkel jól korrelálhatók [173].

A *furadék geokémiai vizsgálatának* fontosságát — főleg kutatófúrásoknál — hangsúlyozzák *Feugere* és *Gerard* cikkükben. Módszerükkel a könnyű szénhidrogének mennyiségét és a szerves eredetű karbon-tartalmat határozzák meg; az eredmények keletkezési következtetésekre is módot adnak [174].

Az *iszap gáztartalmának* ellenőrzése régi eljárás. E téren újat jelent az *Issenmann—Lucon* által ismertett gáزدetektor, amely az öblítéssel felszínre kerülő gázt nyomásmérő cellával észleli, így a gázos rétegek és a kitérésvesztély jelzésével nagy segítséget nyújthat a fúrási technológiában [175].

Ugyanezzel a témával kapcsolatban *Rübin* egy számítási módszert mutat be, amellyel a késéssel érkező gáz belépési mélysége pontosabban kalkulálható [176].

Végezetül utalunk még két közleményre, amelyek a nem szénhidrogének kutatásánál alkalmazott mélyfúrási geofizikai mérésekkel foglalkoznak.

*Baltosser* és *Lawrence* *érckutatási* mérések programját és eszközeit ismertetik, megemlítve — többek között — speciális szondákat (aknaátmérő-mérő, nukleáris cementanalizátor aknák cementköpenyének ellenőrzéséhez) és válaszva a fejlesztési irányokat [177].

*Tixier* és *Alger* cikke viszont a *nemércesásvány-kutatás* (kén, trona, szén, kálisó) kérdéseivel foglalkozik, kitérve azok mélyfúrási geofizikai módszerekkel detekálható jellegzetes paramétereire [178].

#### IRODALOM\*

[1] *Evans, H. B.*: Status and trends in logging. *Geoph.* Feb 93—112.  
 [2] *Komarov, Sz. G.*: Apparatura dlja geofiziceszkih iszszledovanyij szkvazsin. *Geofiz. App.* 42 78—87.  
 [3] *Pickett, G. R.*: Applications for borehole geophysics in geophysical exploration. *Geoph.* Feb 81—92.  
 [4] *Moore, E. J.—Desay, K. P.*: A multi-pad acoustic-resistivity dipmeter tool. *LA* 2 45—46.  
 [5] *Youmans, A. H.—Guy, J. G.—Engle, A. W.*: Field tests with an experimental sidewall acoustic logging device. *CWLS* 7060 8 o.  
 [6] *Lukavcsenko, P. I.—Belkin, M. A.—Petrova, E. M.*: Kvarcevij szkvazsinnij gravimetr sz élektromehaniceskim teleupravleniem GSZM-1. *Razv. Geofiz.* 38 96—102.  
 [7] *Lukavcsenko, P. I.—Petrova, E. M.—Belkin, M. A.*: Rezul'tatü gravitacionnogo i szejszmiceskogo karotazsa szkvazsin v Baskirii i Kaluzsszkaj oblaszti. *Prikl. Geofiz.* 59 140—9.  
 [8] *Snyder, R. E.*: Recent technology preview new production trends. *WO* Feb 15 82—5.  
 [9] *Kelldorf, W. F. N.*: Radioactive tracer surveying — a comprehensive report, *JPT* 6 661—9.  
 [10] *Bearden, G. W.—Cocanower, R. D.—Currens, D.—Dillingham, M.*: Interpretation of injectivity profiles in irregular boreholes. *JPT* 9 1089—97.  
 [11] *Osoba, J. S.—Von Gonten, W. D.*: Measurement of SP in nonconducting mud. *LA* 3 3—7; *SPWLA Trans.* „F” (1969).

[12] *Koerperich, E. A.*: A double-electrode method of spontaneous potential logging. *JPT* 11 1437—46.  
 [13] *Pirson, S. J.*: Environmental logging and mapping in the search for minerals. *LA* 2 23—44.  
 [14] *Runge, R. J.—Worthington, E. A.—Lucas, D. R.*: ULSEL logging can find hidden oil reserves. *WO* April 67—71.  
 [15] *Ower, D. T.*: Research observations on borehole induced polarisation. *CWLS* 7055 12 o.  
 [16] *Antonov, Ju. N.—Izjumov, I. F.*: Rezul'tatü oprobovanija apparaturü vüszokocsaszotnogo indukcionnogo karotazsa. *Geol. i Geof.* 11 114—9.  
 [17] *Antonov, Ju. N.—Izjumov, I. F.*: Vüszokocsaszotnünj indukcionnünj karotazs. *Razv. Geofiz.* 42 110—3.  
 [18] *Daev, D. Sz.—Deniszov, Sz. B.*: O vüszokocsaszotnom indukcionnom karotazse. *Razv. Geofiz.* 42 104—9.  
 [19] *Daev, D. Sz.*: Fiziceszkie osznovü volnovogo élektromagnitnogo karotazsa. *Izv. VUZ GR* 4 123—33.  
 [20] *Nekraszov, K. V.*: Primenenie uprugih obolocsek v preobrazovateljah dlja akuszticeszkogo karotazsa. *Izv. VUZ GR* 11 134—6.  
 [21] *Rogoznikov, V. I.—Jamscsikov, V. Sz.*: O konsztrukcii szkvazsinnogo ul'trazvukovogo preobrazovatelja dlja kontrolja szvojszt gornüh porod v maszszive. *Fiz. Zemli* 2 91—4.  
 [22] *Pesztikov, A. Sz.*: Ob iszpol'zovanii szimmetricsnüh zondovüh usztrojsztv v apparature radioaktivnogo karotazsa *Razv. Geofiz.* 37 108—11.  
 [23] *Davüdov, Ju. B.*: Ocenka vlijanija burovogo rasztvora i glinisztoj korki na rezul'tatü beta-karotazsa. *Razv. Geofiz.* 40 99—103.  
 [24] *Akszel'rod, Sz. M.—Büalina, É. A.—Danevics, V. I.—Orlov, G. I.—Szadülov, D. M.*: Rezul'tatü oprobovanija jadernomagnitnogo karotazsa na mesztorozsdenijah Aperserszkogo p-va. *ANH* 11 7—8.  
 [25] *Youmans, A. H.—Bishop, W. D.—Wichmann, P. A.*: Application of the neutron lifetime log in new wells. *SPWLA „N”* 20 o.  
 [26] *Konoplev, Ju. V.—Kicenko, Ju. A.*: Pribor dlja odnovremennoj zapiszi diagramm impul'sznogo nejtronnogo i gamma-karotazsa. *Geofiz. App.* 42 88—90.  
 [27] *Wichmann, P. A.*: Elemental determination by neutron activation half life analysis. *CWLS* 7056 12 o.  
 [28] *Wichmann, P. A.—Webb, R. W.*: Neutron activation logging for silicon to aluminium ratios. *JPT* 2 201—6.  
 [29] *Lawson, B. L.—Cook, C. F.*: A theoretical and laboratory evaluation of carbon logging: Part II. Theoretical evaluation of oxygen interference. *LA* 6 11—7.  
 [30] *Lawson, B. L.—Cook, C. F.—Owen, J. D.*: A theoretical and laboratory evaluation of carbon logging: Part IV. Laboratory evaluation. *SPE* 2960 11 o.  
 [31] *Fertl, W. H.*: Einige Einsatzmöglichkeiten für Californium—252 (252 Cf). *EEZ* 12 496—7.  
 [32] *Crew, M. E.—Berkoff, E. W.*: Twopit, a different calibration on gamma ray logging equipment. *LA* 6 27—32.  
 [33] *Korzsev, A. A.—Duncsenko, I. A.*: Opredelenie plotnoszti ugoľnüh plasztoz po dannüm GGK. *Prikl. Geofiz.* 59 175—85.  
 [34] *Babarükün, Sz. P.—Szapcsenko, Ju. L.—Zsidkova, V. I.*: Vüdenenie zselobov i opredelenie ob'ema szkvazsinü po profilegrammam. *Bur.* 10 9—12.  
 [35] *Cox, J. W.*: The high resolution dipmeter reveals dip-related borehole and formation characteristics. *SPWLA „D”* és *CWLS* 7051.  
 [36] *Thomas, H. E.—Smith, J. W.*: Caliper location of leached zones in Colorado oil shale. *LA* 4 12—8.  
 [37] *Molcsanov, A. A.—Zsuwagin, I. G.—Vaszil'kov, A. A.*: Geofiziceszkie iszszledovanija nefztjanüh i gazovüh szkvazsin v proceszsze burenijah. *NGG* 2 33—4.  
 [38] *Szarkiszov, I. K.*: Élektricseskij kanal szvjazi zaboja szkvazsinü sz poverhnosz'tju. *Razv. Geofiz.* 42 131—5.  
 [39] *Evans, H. B.*: Status and trends in logging. *Geoph.* Feb 93—112.  
 [40] — How record 25,600-ft hole was drilled. *OGJ* 49 46—8.  
 [41] *Phillips, J. N.—Sykes, C. R.*: So, you want to drill a 30,000-ft well? *Drllg.* July 52—69.  
 [42] *Phillips, J. N.—Sykes, C. R.*: Temperature, pressure: key hurdles ahead in ultradeep wells. *OGJ* 29 66—75.  
 [43] *Kennedy, J. L.*: Ultradeep drilling equipment: the biggest and best. *OGJ* 51 46—51.  
 [44] *Komarov, Sz. G.*: Apparatura dlja geofiziceszkih iszszledovanyij szkvazsin. *Geofiz. App.* 42 78—87.

\* Az évszám nélküli művek megjelenési éve 1970.

- [45] *Dobrušin, V. M.*: Deformacii i izmenenija fiziceszkij szvojsztv kollektorov nefti i gaza. Nedra, Moskva, 1969. 239 o.
- [46] *Meszenznik, Ja. Z.*: Radiacionnoe legirovanie polimernoj izoljacii karotazsnih kabelej dlja vyzokotemperaturnih szkvazsin. Geofiz. App. 43 148—53.
- [47] *Baum, F. A.* stb.: Termosztokkie vzrúcsatúe vceseszta i ih dejsztvie v glubokih szkvazsinah. Nedra, Moskva, 1970. 160 o.
- [48] *Chase, A. E.*: Analysis and repair of production problems using electrical workover systems. CWLS 7069 22 o.
- [49] *Stratton, R.—Chase, R.—Schaller, H. E.*: Case histories of production logging. JPT 7 207—13.
- [50] *Csernűev, G. I.—Petuhov, A. Sz.—Zaikin, N. P.—Zabrodin, P. I.*: O kompleksze radiometriceszkij iszszledovanij ékszpluatirujesishszja szkvazsin. NGG 5 52—4.
- [51] *Bishop, J. M.*: Utilization of density logs to delineate desaturated zones and estimate porosity in cased holes. SPE 3185 12 o.
- [52] *Fons, L.*: Some pulsed neutron logging contributions to improved formation evaluation. JPT 4 424—32.
- [53] *Kuznecov, O. L.—Clav, L. Z.—Szergeev, L. A.—Fel'dman, B. E.—Deev, N. N.—Kuz'min, A. K.*: Akuszticeszkij metod kontrolja za obvodneniem produktivnih plaszto. NGG 2 36—40.
- [54] *Ahmedov, G. A.—Ahmedov, A. M.—Akszel'rod, Sz. M.—Iszkenderov, V. G.—Putkaradze, L. A.*: K obosznovaniju geofiziceszkij iszszledovanij sz cel'ju kontrolja razrabotki neftjanih mesztorozdenij. ANH 9 3—4.
- [55] *Korotaev, Ju. P.—Babalov, M. A.*: Akuszticeszkij szposzob vűdelenija rabotajuscsih intervalov gazonosznih plaszto. GP 11 14—5.
- [56] *Glinzkij, B. I.*: Ocenka neodnorodnoszti plaszto po dannum iszszledovanija glubinnimi raszhodomerami. ND 7 16—8.
- [57] *Fahreev, I. A.—Hajrullin, F. Sz.*: Iszszledovanie profilej produktivnoszti glubinno-naszosznih szkvazsin putem szpuzska debitomera po mezstrubnomu prosztransztvu. ND 7 18—21.
- [58] *Smith, B. A.—Neal, M. R.*: Evaluation of gas storage well completions with well logs. SPE 2965 14 o.
- [59] *Conolly, E. T.*: Evaluation of gas well productivity using production logs. CWLS 7063 16 o.
- [60] *Conolly, E. T.*: Interpretation and recognition of calibration and recording abnormalities on production logs CWLS J. Dec 89—112.
- [61] *Fountain, T. R.*: Application of production logging in sour gas wells. CWLS 7064 8 o.
- [62] *Smith, R. C.—Steffensen, R. J.*: Computer study of factors affecting temperature profiles in water injection wells. JPT 11 1447—58.
- [63] *Yoelin, S. D.—Howald, C.—Don Hobert, R.*: Production logging as used to solve water injection problems in the Huntington Beach offshore field. JPT 9 1083—8.
- [64] *Makarov, M. Sz.—Novikov, G. F.—Grebennikov, N. P.—Pesztirikov, A. Sz.*: O perszpektivah iszpol'zovanija radonovoj zsidkoszti v kacseszta radioaktivnogo indikatora pri iszszledovanij szkvazsin. NGG 11 33—5.
- [65] *Pye, D. S.—Gallus, J. P.—Kemp, J. D.*: Placement control boosts well-stimulation results. OGI 45 76—80.
- [66] *Al'pin, L. M.*: Vlijanie poperecsnogo udel'nogo szoprotivlenija plaszto na rezul'tatú karotazsa szoprotivlenija. Izv. VUZ GR 7 100—6.
- [67] *Kasik, A. Sz.—Makarova, M. K.*: Anizotropija gornih porod po ih udel'nomu szoprotivleniju. Izv. VUZ GR 7 107—10.
- [68] *Szilágyi E.*: A 0,8 m-es optimális laterolog alkalmazásának néhány kérdése a felsőpannóniai szénhidrogéntárolók vizsgálatánál. MG 4—5 162—70.
- [69] *Bulatova, Zs. M.—Volkova, E. A.—Dubrov, E. F.*: Akuszticeszkij karotazs. Nedra, Leningrád, 1970. 264 p.
- [70] *Loginov, I. V.*: O tipah voln, vűdeljaemih po volnovoj kartine, pri akuszticeszkom karotazse. Prikl. Geofiz. 59 226—40.
- [71] *Shane, L. E.*: Attenuation of acoustic signals. LA 6 3—10.
- [72] *Filippov, E. M.*: Ocenka poroga csuszstvitel'noszti abszorbcionnih jaderno-geofiziceszkij metodov. Geol. i Geofiz. 1 119—22.
- [73] *Abdullaev, A. P.—Iszkenderov, V. G.*: Tocsnoszt' opredelenija sztatisticeszkogo matematiceszko ozsidanija intenzivnoszti radioaktivnogo izlucsenija po krivum radioaktivnogo karotazsa. Izv. VUZ NG 10 3—8.
- [74] *Rezvanov, R. A.*: Ob optimal'noj dljne zonda i vremeni zaderzski pri radiometrii szkvazsin. NGG 5 48—52.
- [75] *Johnson, H. M.*: The borehole environment: know and unknow. CWLS 7051—15. o.
- [76] *Lepesinszkij, I. Ju.—Ljasko, N. N.*: O szvjazi mezsdu podviznoszti ju ionov i diffuzionno-abszorbcionnum potencialom v gornih porodah. Prikl. Geofiz. 58 218—23.
- [77] *Smith, W. D. M.*: Petrophysical relationships from the Western Canada area. LA 5 3—16.
- [78] *Kozjar, V. F.—Dzeban', I. P.*: Vlijanie trescsin na karakter raszprosztrzenija uprugih voln. Prikl. Geofiz. 59 186—98.
- [79] *Loginov, I. V.*: Modelirovanie akuszticeszkogo karotazsa apparaturoj LAK-1. Prikl. Geofiz. 58 228—38.
- [80] *Dogu Karaoguz—Helander, D. P.—Kemp, M. K.*: An experimental study of redox logging. LA 3 8—16.
- [81] *Kumar, J.—Fatt, I.*: Nuclear magnetic resonance study of porosity, permeability and surface area of unconsolidated porous materials. LA 1 13—6.
- [82] *Ivanjukovics, G. A.*: Vlijanie promezsutocsnoj zonú na szpektr raszsezjannogo gamma-izlucsenija v uszlovijah gamma-gamma-karotazsa. Geofiz. Appl. 42 91—8.
- [83] *Rezvanov, R. A.*: Rezul'tatú sztatisticeszkogo modelirovanija zadacs impul'sznogo-nejtron-nejtronnogo karotazsa po nadteplovum nejtronam. Fiz. Zemli 3 105—10.
- [84] *Mojszeenko, U. I.—Doroginickaja, L. M.—Leont'ev, E. I.—Szokolova, L. Sz.*: Zaviszimoszt' teploprovodnoszti terrigennih porod Zapadno-Szibirszkoj Nizmennoszti od drugih fiziceszkij parametrov. Geol. i Geofiz. 2 106—10.
- [85] *Karaszik, V. M.*: Szposzstavlenie uprugih szvojsztv oszadocsnih gornih porod po dannum szjezszmocarotazsa i laboratornih izmerenij. NGG 6 53—6.
- [86] *White, E. J.—Marchant, L. C.*: Reservoir rock characteristics of the Madison limestone in the Willinstone basin. LA 5 17—25.
- [87] *Jenkins, E. R.—Bush, D. C.—Aufrecht, W. R.*: An improved method for the analysis of reservoir rocks containing clays. CWLS 7053 8 o.
- [88] *Tokarev, M. A.—Sevkinov, E. N.*: O primenenii metoda szoprotivlenij v obszacsennih szkvazsinah dlja kontrolja za peremescseniem vodoneftjanogo kontakta v produktivnom plaszte. Izv. VUZ NG 3 37—40.
- [89] *Gupta, Y.*: Acoustic experiments in producing reservoirs. LA 5 26—32.
- [90] *Komarov, Sz. G.—Poljakov, E. A.*: Modelirovanie oszadocsnih gornih porod. Prikl. Geofiz. 60 226—32.
- [91] *Poupon, A.—Hoyle, W. R.—Schmidt, A. W.*: Log analysis in formations with complex lithologies. SPE 2925 19 o.
- [92] *Lehnert, K.*: Zur quantitativen Bestimmung petrophysikalischer Parameter aus Bohrlochmessungen. Geophysik und Geologie 15 48—54.
- [93] *Zoloeva, G. M.*: O vlijanii porisztoszti i nefenaszűcsensnoszti blokov na udel'noe szoprotivlenie trescsinovato-kavernoznih izvesztjakov. Izv. VUZ NG 2 8—12.
- [94] *Necsaj, A. M.*: Izucsenie trescsinnih kollektorov metodami proműszlovoj geofiziki. Razv. Geofiz. 36 111—26.
- [95] *Komarov, Sz. G.—Szerbakova, R. V.—Csukin, V. T.*: Vűdelenie i ocenka trescsinnih kollektorov metodami proműszlovoj geofiziki. Razv. Geofiz. 36 127—34.
- [96] *Okun', M. I.—Bedcser, A. Z.—Levik, N. I.*: Vűdelenie trescsinnih kollektorov metodom bokovogo karotazsa pri dvuh rasztvorah v uszlovijah Krasznodarszkogo kraja. NGG 3 29—31.
- [97] *Williams, G. B.*: Sonic principles applied to formation fracture location and cement bond log. CWLS J. Dec. 7—15.
- [98] *Kuznecov, V. E.*: Nekotorie oszobennoszti krivuh elektro- i radiometrii v rifovih obrazovanijah. NGG 10 32—5.
- [99] *Poupon, A.—Gaymard, R.*: The evaluation of clay content from logs. LA 6 18—25.
- [100] *Komarov, Sz. G.—Mikolaevszkij, E. Ju.—Aliev, R. G.*: Nekotorie voproszú metodiki ocenki glinisztoszti plaszto. Prikl. Geofiz. 58 208—17.
- [101] *Hossin, A.—Delvaux, P.—Quint, M. A.—Goudouin, M.*: Application to the Hassi-Messaud Cambrian reservoir of a new quantitative interpretation method for shaly sands. SPWLA „H” 28 o.
- [102] *Fons, L.—Johns, E.—Mougue, M. L.*: New way to evaluate shaly formations. OGI 31 74—7.

- [103] *Barlai Z.*: Some principal questions of well logging evaluation of hydrocarbon-bearing sandstones with a high silt and clay content. — Experience gained by the field application of a new method. SPWLA „O” 64 o.
- [104] *Poupon, A.—Clavier, C.—Dumanoir, J.—Gaymard, R.—Misk, A.*: Log analysis of sand-shale sequences — a systematic approach. JPT 7 867—81.
- [105] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: Distinction of oil and gas in clean and shaly sands as derived from well logs. SPWLA „I” 20 o.
- [106] *Konen, C. E.—Helander, D. P.*: A computer analysis of shaly sands using multiple porosity logging devices. LA 1 3—12.
- [107] *Fertl, W. H.*: Log-Interpretation mittels Patchett-Gleichung in gasführenden, tonigen Speichergesteinen. EEZ 9 360—6.
- [108] *Glanville, C. R.*: Log interpretations of gas sands from multiple-porosity and resistivity logging programs. LA 4 3—11.
- [109] *Pickett, G. R.—Artus, D. S.*: Prediction from logs of recoverable hydrocarbon volume ordoevician carbonates: Willinstone Basin. Geoph. Feb 113—23.
- [110] *Traugott, M. O.*: Log evaluation of a heterogeneous carbonate reservoir — Cato San Andres Field. SPWLA „G” 21 o.
- [111] *Collins, H. N.*: Water saturation determination in the Keg River formation of the Zama Field using logs and oil base cores. CWSL 7068 12 o.
- [112] *Glanville, C. R.*: Log interpretation of thinly bedded oil-productive sands with unusually low resistivities. SPWLA „M” 28 o.
- [113] *Leont'ev, E. I.—Szahibgareev, R. Sz.—Ivascenko, V. A.*: Ob udel'nom elektriceszskom szoprotivlenii polimiktovüh peszcsanikov. GNG 8 29—31.
- [114] *Paul, R. H.*: Log interpretation in the Ricinus Area of West Central Alberta. CWLS 7062 10 o.
- [115] *Porter, C. R.—Carothers, J. E.*: Formation factor relation derived from well log data. SPWLA „A” 19 o.
- [116] *Eade, J. R.*: The sidewall epithermal neutron log as a porosity and lithology device in the Zama-Luthose area of Northwest Alberta. CWLS 7059 9 o.
- [117] *Megateli, A.—Mal'ti, H.—Abüzbav, I. I.—Azamatov, V. I.—Baturin, Ju. E.—Lapte, V. V.—Lüszenko, V. D.—Pidzi, P.—Szuszlov, V. A.*: Prognozirovanie koefficienta produktivnoszti szkvazsin po komplekszu geologo-geofiziceszkih dannüh. GNG 11 39—42.
- [118] *Stieber, S. J.*: Pulsed neutron capture log evaluation — Louisiana Gulf Coast. SPE 2961 7 o.
- [119] *Zanier, A. M.—Overton, H. L.*: Use of acoustic log technique for determination of intergrain cementation properties. SPWLA „K” 12 o.
- [120] *Schlosser, P.*: Einbeziehung petrophysikalischer Bohrlochmessergebnisse in Bestimmungen des terrestrischen Wärmefflusses. Geophysik und Geologie 15 36—42.
- [121] *Raymer, L. L.—Salish, H. A.*: The contribution of flushed zone measurement to formation evaluation. LA 3 17—25.
- [122] *Linke, W. A.*: Analysis techniques to better define hydrocarbon zones in invaded rocks. CWLS J. Dec 45—64.
- [123] *Morrow, N. R.*: The retention of connate water in hydrocarbon reservoirs. Part I: A review of basic principles. CWLS 7052 16 o.
- [124] *Morrow, N. R.*: Retention of connate water in hydrocarbon reservoirs. Part II: Environment and properties of connate water. CWLS J. Dec. 65—82.
- [125] *Crain, E. R.*: Prediction of well log interpretation parameters independent study. CWLS (7071) 11 o.
- [126] *Anderson, W. B.*: A method of measuring graphical data quality on well log prints. CWLS 7066 8 o.
- [127] *Gearhart, M.—Hallenburg, J. K.—Foote, R. S.*: Well site dignitizig equipment for mineral exploration. SPE 2923 12 o.
- [128] *Minuhin, V. B.—Komarov, Sz. G.—Zaszedatelev, V. V.*: Primenenie magnitnoj zapiszi pri akuszticeszskom karotazse. Razv. Geofiz. 41 94—105.
- [129] *Rischmüller, H.—Meister, S.*: Die wachsende Bedeutung des Einsatzes schneller Elektronenrechner mit hoher Speicherkapazität bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung. EEZ 3 87—99.
- [130] *Czeglédi I.*: Digitális elektronikus számítógépek felhasználási feltételei és lehetőségei a mélyfúrás geofizikában. MG 1—2 14—8.
- [131] *McVicar, B. M.*: Time-share computer log analysis some BASIC thoughts. CWLS J. Dec. 33—44.
- [132] *Anderson, W. B.*: Computer processing of well logs. CWLS J. Dec 85—8.
- [133] *Helsop, A.*: Log-analysis using a time-share computer. CWLS J. Dec 123—46.
- [134] *Pomeranc, L. I.—Szohranov, N. N.—Komarov, Ju. Sz.—Szokolova, K. N.*: Kompleksznaja interpretacija rezul'tatov promüszlovo-geofiziceszkih iszszledovanij i gazo-voغو karotazsa sz pomoscs'ju ÉVM. Prikl. Geofiz. 59 208—25.
- [135] *Szohranov, N. N.—Mel'nikov, A. G.—Banar, Z. S.—Strimbling, Sz. I.*: Avtomaticeszskoe oformlenie rezul'tatov interpretacii promüszlovo-geofiziceszkih dannüh na ÉVM. Razv. Geofiz. 42 99—103.
- [136] *Stemler, A. M.*: Vozmoznoszt' verojatnosztnoj ocenki produktivnoszti kollektorov po rezul'tatam promüszlovo-geofiziceszkih iszszledovanij. Prikl. Geofiz. 60 233—39.
- [137] *Gauzer, G. E.—Belen'kij, V. G.*: Algoritm analiza granic plaszto, vüdeleñüh po komplekszu krivüh KSZ. Izv. VUZ NG 6 9—11.
- [138] *Althaus, V.*: Computer program for constructing abnormal formation fluid pressure prediction charts. SPWLA „L” 19 o.
- [139] *Panov, B. D.—Najuk, I. V.*: Iszszledovanie probivnoj szposzobnoszti kumuljativñüh perforatorov. NH 7 33—7.
- [140] *Elkins, L. F.—Skov, A. M.—Liming, H. F.*: A practical approach to finding and correcting perforation inadequacies. SPE 2998 15 o.
- [141] *Baum, F. A.—Derzsavec, A. Sz.—Szanaszarjan, N. Sz.*: Termosztojkie vzrüvcsatüe vecseszta i ih dejsztvie v glubokih szkvazsinah. Nedra, Moszkva, 1969. 160 o.
- [142] — Rulison radioactivity discounted. WO Sep 17.
- [143] — Multiple wellbore blasts cause massive fracturing. WO Nov 82—5.
- [144] *Howell, W. D.—Eakin, J. L.—Miller, J. S.—Walker, C. J.*: Nitroglycerin tests prove new application. WO Nov 96—8.
- [145] *Olson, C. T.*: Liquid detonated while moving through formation. WO Nov 90—2.
- [146] *Laspe, C. G.—Weigolt, W. H.*: Injected slurry boosts production fivefold. WO Nov 93—5.
- [147] *Hurst, R. E.—Zingg, W. M.—Crowe, C. W.*: New explosive fracturing method is safe, effective. WO Feb 15 131—5
- [148] — Explosive frac results revealed. OGI 43 84.
- [149] *Spencer, A. M.—Anderson, A. L.—Dysart, G. R.*: Powerful borehole slurry passes field tests. WO Nov 86—9.
- [150] *Gadzjev, Sz. A.—Ter-Grigorjan, Ju. N.*: Opredelenie velicsinü maksimal'no dopusztimogo zarjada TDS pri oszvoözsdennii prihvacsennüh buril'ñüh trub. Razv. Geofiz. 38 127—32.
- [151] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: How abnormal-pressure-detection techniques are applied. OGI 2 62—71.
- [152] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: Occurrence and significance of abnormal-pressure formations. OGI 1 97—108.
- [153] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: Association of salinity variations and geopressures in soft and hard rock. SPWLA „J” 23 o.
- [154] *Overton, H. L.*: Make logs from shale cuttings. OGI 26 53—7.
- [155] *Overton, H. L.*: Resistivity logging from shale slurries. SPWLA „C” 20 o.
- [156] *Overton, H. L.*: Predicting rock stress and casing collapse. OGI 5 98—104.
- [157] *Overton, L. H.*: Rock stress and casing collapse. LA 1 17—22.
- [158] *Overton, H. L.*: SP curve reflects stressed zones. PE Dec 76—85.
- [159] *Reynolds, E. B.*: Predicting overpressured zones with seismic data. WO Oct 78—82.
- [160] *Jesch A.*: Túlnyomásos szintek kimutatása geofizikai szelvényekből. KF 3 65—70.
- [161] *Kocernjuk, V. D.—Prjamov, P. A.—Szemenova, T. M.—Bernstejn, D. A.*: Izucenie vlijanija perforacii na kolonnu i cementnoe kol'co akuszticeszskimi i radiometriceszskimi metodami. Bur. 10 34—7.
- [162] *Muir, D. M.—Rollman, E. E.*: New look at bond logging. PE 2 72—8.
- [163] *Williams, G. B.*: Sonic principles applied to formation

- fracture location and cement bond log. CWLS J. Dec. 7—15.
- [164] *Brown, H. D.—Grijalva, V. E.—Raymer, L. L.*: New developments in sonic wave train display and analysis in cased holes. SPWLA „F” 25 o.
- [165] *Somerton, W. H.—Hadidi, El. S.*: Well logs predict drillability, aid computers. OGJ 47 78—86.
- [166] *Sevcov, K. D.*: Vübor tipa dolota po dannüm elektrometrii szkvazsin. Bur. 12 14—8.
- [167] *Kennedy, J. L.*: Drilling porosity log proves accurate. OGJ 34 53—5.
- [168] — New logging tool unveiled by Houston firm. OGJ 9 45.
- [169] *Bulgakov, R. V.*: K voproszu o primeneni boroszoderzsascsego rasztvora dlja vüjavlenija v razreze szkvazsin pogloscsajuscseh plasztov. NGG 11 36—8.
- [170] *Koszolapov, A. F.—Kozjar, V. F.—Krülov, V. I.—Kleev, A. M.*: Kompleksnüe iszszledovanija pogloscsajuscseh plasztov sz primeneniem metoda akuszticeszskogo karotazsa i raszhodomera. Bur. 10 7—9.
- [171] *Boss, F. E.*: How the sonic log is used to enhance the seismic reference service velocity survey. CWLS J. Dec 17—31.
- [172] *Szidorov, N. A.—Volik, A. L.—Kol'cov, O. P.—Sipica, V. F.—Koselev, N. N.*: Novüj szposzob szpuszka geofiziceszskih sznarjadov v neftjanüe i gazovüe szkvazsinü. Bur. 9 25—7.
- [173] *Rueff, S.*: Development and prospects of wellsite geology. CWLS 7054 6 o.
- [174] *Feugere, G.—Gerard, R. E.*: Geochemical logging, a new exploration tool. WO Feb 1 37—40.
- [175] *Issenmann, O.—Lucon, C.*: Present state of gas logging techniques with the use of a continuous mud weight recorder. CWLS 7065 7 o.
- [176] *Rübin, V. F.*: Privjazka dannüh gazovogo karotazsa k glubine. GNG 2 56—8.
- [177] *Baltosser, R. W.—Lawrence, H. W.*: Application of well logging techniques in metallic mineral mining. Geoph. Feb 143—52.
- [178] *Tixier, M. P.—Alger, R. P.*: Log evaluation of nonmetallic mineral deposits. Geoph. Feb 124—42.

## 4. Rezervoármérnöki tudomány

### 4.1 A fejlődés általános irányai

A fejlődés fő irányai a fejlett, nagyobb kizozatalt eredményező termelési módszerek kifejlesztése, a porózus közegben történő folyadékáramlást leíró differenciálegyenletek számítógépi megoldása, és a mély és tömött szénhidrogén-tárolók feltárására irányuló erőfeszítések. Az e fejezetben felsorolt tanulmányok közvetlenül vagy közvetve mind ezt a célt szolgálják.

Az évtizedet lezáró 1970. esztendő minden olajtermelő államban alkalmat nyújtott a megtett fejlődésre való visszatekintésre, ugyanakkor a következő évtizedek feladatainak a mérlegelésére. A legszembetűnőbb volt ez a világ legnagyobb olajtermelő államában, a világ népességének 6%-át, energiafogyasztásának 45%-át tevő USA-ban, amely olajszükségletében már nem önellátó, de ahol az US Geological Survey szerint az USA egész olajkészletének eddig még csak  $\frac{1}{5}$ -ét fedezték fel. Olajszükségeinek egy jelentős részét azonban nem a még felfedezendő új telepekből, hanem a termelés alatt álló telepeiből fejlettebb termelési módszerekkel kell kitermelnie.

Az utóbbi két évtizedben jelentős erőfeszítés történt olyan termelési módszerek kifejlesztésére, amelyekkel az olajtelepekből nagyobb végső kizozatal érhető el. A módszerek, amelyek együtt is alkalmazhatók, két csoportra oszthatók.

Az első csoportba sorolják azokat a módszereket, amelyek alkalmazásával megnő a kiszorító fluidummal érintett tárolóegységből a kiszorítás határfoka. Idetartoznak az olaj kiszorítására a telepólajjal elegyedő és ezáltal a kapilláris erőket kiküszöbölő, kiszorító-fluidumot alkalmazó, elegyedéssel termelési módszerek, és a hőt vagy a külszínről besajtolt kiszorító fluidummal a tárolóba juttató vagy azt a telep olaja egy részének helyben elégetésével fejlesztő termális módszerek. Ha az elegyedés tökéletes, és a kiszorító közeg elegendő, akkor a kiszorítás határfoka megközelítheti az 1-et.

A második csoportba azokat az eljárásokat sorolják, melyek alkalmazásával javul a kiszorító és kiszorított fluidum mozgékonyági aránya, és ezáltal megnő az elárasztandó tárolótérfogatnak a kiszorító fluidummal érintett hányada, a térfogati elárasztás határfoka. A kitermelés végső határfoka a kiszorítás és a térfogati elárasztás határfokának a szorzata.

A két módszer egyik szellemes új, együttes alkalmazása a viszkózus polimer oldattal előrehajtott elegyedő dugó, amely víz az olajban mikroemulzióból áll. Ennek külső fázisa olaj, amely a telepólajjal elegyedik.

Az elmúlt évtizedben Amerikában kidolgozott új, fejlett termelési módszerekről és ezeknek primer vagy szekunder műveletként történt kísérleti üzemi és nagyüzemi alkalmazásairól [1—3] adnak számot.

Mint a rezervoármérnöki erőfeszítések egyik nagy eredményeiről számol be [4], a ny-texasi Kelly Snyder mezőben a  $416 \text{ Mm}^3$  kezdő földtani készletű Sacro (Scurry Area Canyon Reef Operation Committee) termelési egységen 1949-től 1954-ig primer oldottgáz-hajtással, ezt követően 1954-től 1970-ig a gerinctől a kerület felé irányult vízelárasztással folyt termelésről, ami után próbaüzem nélkül a széndioxiddal történő nagyüzemi olajkiszorításra térnek át. Az oldottgáz-hajtás kizozatala 0,188, a víz-hajtásé 0,72-os területi elárasztási határfokkal számolva  $0,74 \cdot 0,72 = 0,533$  volt, széndioxiddal 0,72 összkizozatalt kívánnak elérni. Ehhez 10 év alatt  $95 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$ -t fognak a telepbe sajtolni, amit egy távoli széndioxidtelepből egy 372 km hosszú és 300 és 400 mm átmérőjű csővezetéken szállítanak a helyszínre.

A szerte a világon meredeken növekvő olajigény elsősorban a nem önellátó, tehát importtól függő olajtermelő államok termelőit fogja a fejlett termelési módszerek egyre szükségesebb alkalmazására szorítani.

A tároló numerikus szimulálását nagy sebességű komputerrel a 60-as évek elején úgy üdvözölték, mint a rezervoármérnök megváltóját. (Ramey, H. J. jr.: Reservoir engineering in the 70's and 80's. JPT 1971, 33—7.) A végső cél egy általános érvényű „black box” program volt, amellyel bármilyen termelési mód eredményezte bármilyen termeléstörténet követelhető, és amellyel a tároló bármilyen termelési móddal elérhető jövőbeli teljesítménye előrejelezhető.

A 60-as évek elején nagy erőfeszítéseket tettek a számítógéphez a megfelelő elméleti alapok, az egyenletek numerikus megoldási módszerei és a számítógépi programok, a „software” kifejlesztésére. Csakhamar rájöttek azonban arra, hogy a komputer nagysága és a nagy gépen az időigényes számítás költsége nagymértékben korlátozzák a számítás megkívánt mértékű finomításának lehetőségeit, továbbá, hogy értékes eredmény csak értékes, a tárolóról megbízható információval várható. Ennek a kölcsönhatásnak az eredménye a megújult érdeklődés a tároló felépítésének és életfolyamatainak a vizsgálata iránt. Ma már nem törekszenek általános megoldásra, a nagymértékben különböző feladatokhoz különböző számítási módszerek és gépi programok kifejlesztése a cél.

Tanulmányok a numerikus szimulálás mai helyzetéről, célszerű és célszerűtlen alkalmazásairól és a várható fejlődésről folytatott eszmecsere [5–7], valamint az információk gépi tárolásáról, kezeléséről és feldolgozásáról szóló [8–10] tanulmányok. Nagyon valószínű, hogy azt az információt, amelyet eddig a rezervoármérnök értékelte és sok mennyiségi adat mögött azok egyéb minőségi jellemzőit is ismerte, a jövőben számítógépek fogják statisztikailag kezelni. Az idősebbek némi nosztalgiával gondolnak arra, hogy ez az egyéni mérlegelés ezután elhalványul és a rezervoármérnöki munka elgépiesedésével kevésbé „humánus” lesz.

Márpedig a rezervoármérnök feladata továbbra is nehéz marad, hiszen egy általában ismeretlen nagyságú és jellegű olyan föld alatti tárolóból kell egy értékes fluidum lecsapolását optimalizálni, amelyhez

nincs meg a közvetlen hozzáférés lehetősége. A tároló minőségi jellemzőiről csak közvetett leolvasásokkal nyert információi vannak, ezek értelmezésével és fizikai alapelvek alkalmazásával kell a kitermelés folyamatát a remélt eredmény érdekében a felszínről irányítani és előre jelezni. A rezervoármérnöki tudomány megmarad indirekt tudománynak.

A fejlődés irányzataihoz tartozik még az erőfeszítés a nagymélységű és kis permeabilitású tömött, korábban nem művelésre méltónak tartott tárolók szénhidrogénkincsének a kitermelésére. Ebben a témakörbe tartozik a korszakot nyitó, bányászati célra a Rulison-mezőn végrehajtott első nukleáris repesztés sikere is.

Ide tartozik annak a megemlítése, hogy 1970-ben tették közzé a US Bureau of Mines kutatóintézetében a kőolaj kitermelése érdekében az 1967–68-as években folyt kutatómunkák eredményeit [11].

## 4.2 Telepfolyadékok

Sokkomponensű szénhidrogén elegyek folyadékfázisa térfogatának analitikai számításmódszerét tárgyalja és azt példával is szemlélteti [12]. — Nehéz, viszkózus, gyanta- és kéntartalmú olaj differenciális elkülönüléssel pvT-vizsgálatát értelmezi és viszkozitásának a nyomással és hőmérséklettel való összefüggéséről számol be [13].

Sokkomponensű szénhidrogén-rendszerek pT-burkolójának a hőmérséklettel, a nyomással és a konvergencianyomással korrelált  $K$  egyensúlyi arányokkal történő sikeres számításmódjait mutatja be, a retrográd tartományt is beleértve [14]. Egy hatkomponensű rendszerrel a számított krikondenbár hibája 13,8 bar, a krikondentermék  $14\text{ C}^\circ$  volt. Az irodalom nagyon szegény pTz adatokban, ami a korreláció további finomítását gátolja.

Kísérletileg vizsgálják a porózus közeg összetételének, különösen agyagtartalmának a hatását a folyadék telítettségére nyomásra [15] és [16], azzal az eredménnyel, hogy a telítettségére nyomás az agyagtartalommal együtt nő.

Telepfolyadék-rendszerek számára, irodalmi adatok alapján,  $K$  egyensúlyiarány-görbeseregeket szerkesztett [17], ötöt a metánra, 70 bar fölött és  $150\text{ C}^\circ$ -ig, 260–1050 bar konvergencianyomással, egyet-egyét pedig az etántól a kevert hexánokig terjedő alkotókra. A görbék használatának feltétele a rendszerek hasonlósága. Az etán-kevert hexán izotermák használata nagy nyomáson az NPGA görbékénél előnyösebb.

Illóolaj és gáz-csapadék rendszerek fázisviselkedésének előrejelzéséhez szükséges egyensúlyi arányok számítógépes meghatározására egyszerű tapasztalati módszert nyújt [18]. Telepfolyadék-minták szokványos laboratóriumi vizsgálat adatai alapján a rendszerre egy kezdeti  $K$  értéksereget becsül, ezt két különböző módszerrel addig módosítja, míg a kísérleti mérések valamely értéke minden egyes nyomáspontban ugyanaz. A kísérleti mérések minden értékét legjobban megközelítő  $K$  értékeket az előző lépcsőben nyert két  $K$  értéksorozat közt interpolációval nyeri.

Az egyensúlyi arányoknak a konvergencianyomás alapján történő korrelációja [19] szerint már két- és

háromkomponensű szénhidrogén-rendszereknél is megengedhetetlen hibákra vezet, ha a rendszer nem-szénhidrogén komponenseket is tartalmaz.

Biner és terner szénhidrogéngáz-elegyek vízben oldhatóságát vizsgálta [20],  $C_1 + C_2$ , valamint  $(C_1 + C_3) + (C_2 + C_3)$  elegyét  $38\text{—}104\text{ C}^\circ$  és  $48\text{—}550$  bar, továbbá  $C_1 + C_2 + C_3$  elegyét  $70\text{—}104\text{ C}^\circ$  és  $48\text{—}345$  bar hőmérsékleten, illetve nyomáson. Az oldódás a nyomással együtt nő és a hőmérséklet növekedésével minimuma van. Elegyek oldhatósága a tiszta komponenseknél ugyanazon hőmérsékleten és nyomáson nagyobb. — A gáz szénhidrogéntepek vízben való oldódásának számítására [21] egyenletet közöl.

A hőmérséklet és a nyomás hatását vizsgálja [22] a víz és a különböző arányú  $C_1 + nC_{10}$  elegy határfületei feszültségére  $23\text{—}177\text{ C}^\circ$  és  $1\text{—}745$  bar intervallumban, a függőcsepp-módszerrel. A mérések olyan eredményeket adtak, melyek majdnem megfelelnek a víz és az „élő olaj” határfületei feszültségének telepállapotban.

Metán-normálheptán rendszernek a függőcsepp-módszerrel mért határfületei feszültségéről közöl adatokat [23],  $58\text{—}117\text{ C}^\circ$  között hét izotermát a  $15\text{—}236$  bar nyomássávban.

Az akusztikus sebességnek földgázban — mint valódi gázban — a hőmérséklet, a nyomás és a gáz-sűrűség széles tartományában való szabatos számítására ad módszert [24]\*. Egy általánosított *Benedict—Webb—Rubin* egyenletet használ a pvT összefüggések előrejelzésére és a fajhőarány, illetve az akusztikus sebesség kiszámítására.

Kísérleti alkoholos elárasztásból nyert olajat, alkoholt és kevés vizet tartalmazó folyadékmintának a nukleáris mágneses rezonancia (NMR) módszerrel történő vizsgálatát ismerteti [25], amely módszer, szemben a refrakciós módszerekkel, sötét olajok elemzésére is alkalmas. — Porózus közegekbe zárt folyadékok nukleáris spin-rács relaxációjára egy egyszerű diffúziós modellt alkalmaz és azt víz-porcelán rendszeren végzett kísérletekkel egyezteteti [26]. A modell megfelelőnek bizonyult mind a protonrelaxáció, mind a nukleáris mágneses szelvény (NML) értelmezésére.

Elméleti úton vizsgálja az emulzióképződés mint diszperziós folyamat mechanizmusát porózus közegben [27], a folyadék-határfelület perturbációs módszerének alkalmazásával. Megállapítja a hidrodinamikai stabilitás feltételeit különböző modelleken, előrejelzi az instabilitás bekövetkeztét, az alakuló cseppek számát és sugarát. Fontos következtetése, hogy két folyadék viszkozitáskülönbsége is emulzióképződéshez vezethet a porózus közegben.

Több művelési folyamatban fontos a mélységi vizek sűrűségének ismerete telepállapotban. A víz telep-térfogat-tényezőinek a meghatározására ad összefüggést [28].

Egy nagy és mély, 30 éve művelés alatt álló gáztelepen vizsgálja a túlnyomás hatását a szénhidrogének migrálására, felhalmozódására és a telepvíz szalinitására [29]. A szénhidrogén-felhalmozódás bensőleg összefügg a folyadék környezetével. A szalinitás eredeti változását a formáció vizeinek a membránként ható márgákön át történő ultraszűrődése okozta. A mai szalinitások okozója a más vizekből és a nyomáscsökkenésre tömörülő szomszédos márgákön a telepre áramló víz. Függelékében megkísérli a folyadékáramlás sebességét a geológiai időkhöz át számítani.

### 4.3 Tárolókőzetek

Egy a formáció értékelésével foglalkozó értekezlet megnyitó tanulmány összegezi a fúróluk közvetlen fizikai és kémiai környezetének a helyben történő mérésekben oly fontos ismert és ismeretlen paramétereit [35]. Megállapítja, hogy a mai elméletek általában a fúróluk statikai állapotával számolnak, jóllehet az dinamikai állapotban van. Változik a fúróluk környezetében a folyadékok gravitációs elkülönülése, folyik az ioncsere az iszapszűredék és a szemcse közti víz közt, az elektrolitek nem csupán NaCl oldatok, a fúróluk környezete anizotrop, és az SP mérésénél figyelembe kellene venni az agyagszuszpenzióknak a rétegvíz kémiai hatására és a nyomás változására bekövetkező flokkulációját is.

Konzolidálatlan homokban a magfúrás technikájáról, a magnak a magcsőből történő kivételéről, a magnak a fúrásnál történő kezeléséről, vákuumban való csomagolásáról, fagyasztásáról, továbbá a fagyasztott mag laboratóriumi feldolgozásáról számol be [36]. — Gyengén konzolidált homokrétegben a homok hatásos ellenőrzéséhez szükséges kavicszűrő szemnagyságának a meghatározásához a teljes homokvastagság 30 cm-enkénti szemnagyság-elemzése van szükség. Ennek módszerét közli [37].

Porózus közegek szerkezetének meghatározásáról közöl összefoglalást [38]: a pórusszerkezet vizsgálata szorpciós izotermák alapján, a porózus közegben történő diffúzió és áramlás, valamint a kapillaritás és a pórusszerkezet összefüggéséről, a pórusszerkezet mikroszkóppal és elektronmikroszkóppal, továbbá radiográfiai és más különleges módszerekkel történő vizsgálatáról.

Szemcse-porózus közegek szerkezeti jellemzőinek — porozitás, tömörség, fajlagos felület, átlagos pórus- és szemcseméret, valódi sfericitás, fajlagos szemcse-

Fosszilis sóoldatok képződésében a gravitáció, a hőmérsékleti gradiensek és az ioncsereelő közegek hatásáról értekeznek [30]. Ezek a hatások nem magyarázzák meg a mélység sóoldatainak nagyobb koncentrációját, de módosíthatják a más hatások okozta koncentrációelosztást.

Egy sor aromás szénhidrogén hővezető képességét vizsgálja a 20—180 C° hőmérséklet-tartományban és 1500 bar nyomásig, és a számításához képleteket közöl [31]. — Sokkomponensű oldatok effektív hővezető képességének számítására nyújt módszert [32]. Kettőtől öt komponensűig terjedő oldatoknál a számítás eredményeinek pontatlansága csak a kiinduló kísérleti adatoktól függ.

A hidrátképződésben a látens hő meghatározásával foglalkozik metánnál, etánnál és propánnál [33]. A *Clapeyron*—*Clausius*-egyenlet alapján a  $\lg p(1/T)$  görbe emelkedése a látens hővel arányos. Földgázokra közöl eredményeket.

Porózus közeg szemcséin a paraffinlerakódás folyamatát vizsgálja kísérleti úton és azt mikrofelvételen rögzíti [34]. Az adhézió a kvarcfelület és a paraffin közt csekély. A kút környéken paraffin és aszfalten lerakódásakor a lökésszerű rétegkezelés az előnyös.

szám — elméleti összefüggéseit és mérési módszereit tárgyalja [39].

Karbonátkőzetek tároló- vagy fedőkőzetkénti egyértelmű megkülönböztetésére a lineáris megkülönböztető elemzés módszerét ismerteti [40]. A megkülönböztetési alapjai a nyert diszkrimináns függvények. — Kapilláris és más közethasadékok fluoreszkáló folyadékkal történő megjelölésének, valamint a hasadékoság fajtája és iránya, továbbá a hasznos porozitás ultrahangsebesség-méréssel való meghatározásának kombinált módszerét ismerteti [41]. Ez a módszer a hasadékok gyakoriságának, a hasadékoság jellegének, a hasadékok egymás közti összefüggésének a meghatározására is alkalmas. — Tárolókőzetek hasadékoságának közvetlen megfigyelése alapján [42] rámutat, hogy az in situ hasadékoság értéke százszorosa is lehet a laboratóriumban csiszolási módszerrel meghatározható hasadékoságnak.

Homokkőtárolókban az agyagos vagy homokliszt-szerű kötőanyagok a kőzet paramétereire gyakorolt hatását vizsgálva [43] arra a következtetésre jut, hogy az ilyen kötőanyag a permeabilitást erősebben befolyásolja, mint a porozitást. — Olajtároló kőzetek alsó porozitáshatárának meghatározásához a csekély permeabilitású tárolórészek permeabilitás-porozitás összefüggését veszi alapul és használja — víz és gáz jelenlétében — a relatív olajpermeabilitás eltűnésének kritériumául [44].

A pórusszerkezet és az olajkihozatal viszonyát kísérleti úton kutatva [45] megállapítja, hogy a homokkőminták pórusnagyság-eloszlásának mikrofotográfiai úton és higanyporoziméterrel meghatározott görbéi különböznek, az előbbieket a nagyobb pórusnagyság irányában jobban kiterjednek. A két normalizált görbe által a nagyobb pórusnagyság oldalán bezárt

terület a minta egész pórusterfogatának ama részét adja, mely csak a pórusokat összekötő szűkületeken át hozzáférhető. Ez a terület, más körülmények meg- egyezése mellett, a víznedves közegben vízelárasztás vagy a vízelárasztást követő tenzides elárasztás után várható maradék olajtelítettség relatív mértékének tekinthető.

Hasadékos-üreges-porózus tárolók termelékenysége alsó határának egy laboratóriumi meghatározási módszerét ismerteti [46].

Kapillárisnyomás-adatoknak a szénhidrogén-tárolókbeli telepvízelárasztás meghatározására való felhasználását vizsgálja felül kritikailag [47]. Megállapítja, hogy a tároló még a geológiai idők folyamán sem csapolódik le a kapilláris egyensúlyeloszlásig. Kapilláris egyensúly az átmeneti övben várható, de a folyadékeloszlás előrejelzése a kapilláris nyomás hiszterézise miatt is bizonytalan, és a telítettségeloszlás itt sem határozható meg közvetlenül magfúrással, mivel mindkét folyadékfázis mobilis.

Egyes földpáttartalmú homokkőtárolókban a fajlagos ellenállás és a tároló összetétele alapján az olajtelítettség tapasztalati összefüggésekből kiszámítható. Ennek oka a földpátok különböző intenzitású másodlagos átalakulásában kereshető [48].

A kőzetpórusokban levő víz és szénhidrogének protonrelaxációs ideje és a kőzet pórusnagyság-eloszlása közti összefüggésre alkotott elmélet alapul szolgál a nukleáris mágneses szelvény (NML) értelmezésére [49]. A feltevés az, hogy a pórusnagyság fordítottan arányos a higanybeszajtolásos kapilláris nyomással. A nukleáris mágneses szelvényből a matrix pórusnagyság-hisztogramja vezethető le. A kútban nyert termális relaxációs adatból a maradék olajtelítettségére is következtetni lehet.

Konzolidálatlan porózus közegek fajlagos felületének, valamint a *Kozeny*-féle textúratényezőnek a közelítő meghatározására a porozitásból és permeabilitástól [50] egyenleteket ad, melyek a korábbi összefüggéseknél jobbak. A tanulmány közli a nukleáris longitudinális relaxációs idő és a porozitás, permeabilitás, fajlagos felület összefüggéseit is.

Finom szemű kvarchomokkővön különböző szorbensekkel víz és metán szorpcióját vizsgálja [51]. Jelentős szorpciókinetikai különbségek mutatkoznak a víz és metán közt, az utóbbi szorpcióját a kőzet nedvességtartalma nagymértékben befolyásolja. — Ugyanilyen kőzeten, amely gáztárolóként ismeretes, a tapadóvíz befolyását tanulmányozza a fajlagos felületre [52]. — A porozitás- és permeabilitásértékek matematikai kezelése és osztályozása a kőzetsorozat tároló- vagy fedőkőzetjellege szerint, új telepek kutatásakor [53] szerint igen előnyös.

Agyagtartalmú tárolókőzeteket a porozitás, permeabilitás és más tulajdonságaik laboratóriumi vizsgálata előtt, agyagtartalmuk kellő hidratizált állapotának biztosítására, kondicionálni kell. Az adszorbeált víz utolsó egy-két molekuláris rétegét, valamint az (OH)<sup>-</sup> agyagrács vizét vissza kell tartani. Az eddig szokásos kezelés a 80 °C-os szárítókemencében a pórusvízzel együtt csaknem minden adszorbeált vizet eltávolított, ami nagy hibákra vezetett. A minták két napig tartó kondicionálása 60–62 °C-os és 0,4 relatív páratartalmú edényben a helyes kezelési módszer [54], [55].

Az agyagtartalmú ásványok kristályában keletkező és szemcseközi duzzadásának vizsgálatára két különböző készüléket szerkesztettek [56]. A vizsgálatok szerint a duzzadás külső, orientált nyomáson kisebb mértékű, mint a szabad kiterjedés, és a kristálybeli duzzadás olyan kőzeteknél is jelentős lehet, amelyeket általában nem duzzadóknak tekintenek.

Tengeri üledékekben a víz szalinitása a mélységbeli tömörülés és a diffúzió eredménye. A túlnyomás, a kőzetszilárdság és a szalinitás változásai a mélységgel és a geológiai idővel függnek össze. A mélytárolók környezetében a tömörülés és a diffúziós mechanizmus az uralkodó. A gáz- és gáz-csapadék előfordulások is uralkodóan az e mechanizmusokkal járó szalinitáskontraszt eredményei, ott ahol mechanikai csapda van jelen. A márgák és folyadék-tartalmuk fázisviselkedése is összefügg a tömörüléssel és a diffúziós jelenségekkel. E mechanizmusok kiváló összefoglalása [57].

Víz hatásának kitett különböző — montmorillonitos, illites és kloritos — márgafajták viselkedéséről és tulajdonságaiknak — adszorpció potenciál, sűrűségváltozás, hidratációs kiterjedés és feszültség, nyomószilárdság — méréseiről számol be [58]. Minden márgafajtára hat a friss víz.

Szénhidrogén-víz-szilárd rendszerek érintkezési szögének 25–90 °C közt változó hőmérsékleten és légköri nyomáson történő függőceppes mérésére készüléket szerkesztettek [59]. A rendszerhez felületi aktív anyagokat — vízben oldódó kationos és nem ionos tenzidet és olajban oldódó karboxilsavat — is adtak. Meghatározták a  $\sigma$ ,  $T$ , tenzidkoncentráció és a határfelület kora összefüggéseit. A nagy körülményekkel végzett kísérletsorozat jelentős következtetésekre vezet.

A nedvesítési állapotnak és az olaj-víz határfelületi feszültségnek homogén porózus közegben az olajkiszorításra, a maradékfolyadék-telítettségére és a kihatatalra gyakorolt hatását vizsgálta különböző felületi aktív adalékokkal [60]. A kísérleti adatokból számították a kapilláris nyomást és az érintkezési szöget. — Karbonátkőzetek nedvesítésének vizsgálatára egy új, nedves extrakciós módszert ismertet [61]. A szokásos száraz Soxhlet-extrakciójakor az olaj a víznedves karbonátkőzetet olajnedvessé változtatja, mivel a forró száraz szolvens a vizet eltávolítja, még mielőtt az olajat teljesen extrahálná. Ezért az extrakciót hideg és vízzel telített kloroformmal végzik. Utána történik a nedvesítés felszívásos vizsgálata toluollal és vízzel. — Tárolókőzeteken a nedvesítési hő meghatározásából következtet a nedvesítési tulajdonságokra, az olajkihozatalra, és a kút környéki övezet állapotára [62].

Különböző tárolókőzetek csiszolatainak vagy vékonycsiszolatainak a póruster maradék vízének ábrázolására [63] színező anyagot alkalmaz. A maradékfolyadék-telítettségére nyert értékek hasonlóak a kapillárisnyomás-méréssel vagy centrifugálással nyert értékekhez.

Üledékes kőzetek permeabilitásának a fúrás közben való meghatározása céljából laboratóriumi vizsgálatokat végeztek különböző permeabilitású kőzeteknek a nyomáskiegyenlítésre gyakorolt hatására. [64]. A nyert nyomásváltozási görbékből a permeabilitás, az iszaplepleny, az iszapbeszűrődés mélysége és



tartalma meghatározható. Módszert javasol a közet permeabilitásának a fúróluk talpán a fúrás közben való meghatározására.

Konzolidálatlan homokban szobahőmérsékleten 80, 99 és 600 cP viszkozitású olajjal 21—167 C° között izotermikus víz-olaj kiszorító vizsgálatokat végeztek a hőmérsékletnek a maradékvíz-telítettség, relatív permeabilitásra, érintkezési szögére és határfelületi feszültségre gyakorolt hatásának vizsgálatára [65]. Az eredmények azt mutatták, hogy a hőmérséklet növelésével együtt mind az olaj, mind a víz relatív permeabilitása jelentősen nő, és nő a maradékvíz-telítettség és a hidrofilitás is. A relatívpermeabilitás-arány is nő a hőmérséklettel, de határozott trend nélkül. A maradékolaj-telítettség a hőmérséklet növekedésével csökken.

Mesterséges kvarchomok magokon állandó és változó nyomáson relatív vízpermeabilitás-méréseket végeztek, tekintettel a gáztelepek vízajtású termelésére. A vízzel szembeni permeabilitás a maradékgáz-telítettség hatására értékének 0,04—0,11 részére csökken [66, 67]. — Nagyon tömött kőzetek számára 690 bar nyomásig használható folyadékpermeamétert szerkesztettek [68].

A hőmérséklet agyagtartalmú kőzetek relatív permeabilitására gyakorolt hatásának a vizsgálata a relatív permeabilitásnak az agyagtartalomtól való erős függését mutatta [69]. Hőhatásra az olajkihozatal nő, és a termelés meggyorsul.

A hőmérséklet hatását tanulmányozta a víz-olaj felszívásos relatív permeabilitásra [70], és egy modell alapján kidolgozott egy módszert bármely porózus közeg felszívásos relatívpermeabilitás-arány görbéjének nagyobb hőmérsékletre való korrigálására. Azt találta, hogy a hőmérséklet növekedésével az izotermikus vízelárasztásban 1. az olaj-víz-matrix érintkezési szög zérussá csökken; 2. a maradék olajtelítettség csökken; 3. a  $k_{rw}/k_{ro}$  arány adott víztelítettség mellett kis maradékolaj-telítettségénél (homok) nő; 4. nagy maradékolaj-telítettségénél (homokkő) pedig csökken.

A relatív permeabilitást, a maradék telítettségeket és a kihozatali görbék alakját befolyásoló tényezők hatásának vizsgálatára három zsurgított mesterséges porózus anyagban és tiszta folyadékok keverékével, kiemelkedő jelentőségű összefüggésre vezető laboratóriumi kiszorító vizsgálatot végeztek [71]. A tényezők a következők voltak: 1. a  $\pi = \sigma/\mu v$  dimenzió nélküli csoport; 2. a nedvesítés és 3. a viszkozitásarány. Következtetések: a relatív permeabilitások a  $\pi$  növekedésével csökkennek, a  $\pi$  befolyásolja a maradéktelítettségeket a nedvesítés mindkét irányában, főként lecsapoláskor; feltárták a nedvesítés hatását és megállapították, hogy a viszkozitásarány befolyásolja a relatív permeabilitás görbéinek alakját és a kiszorítást, főként lecsapoláskor. Eredményeik azt mutatják, hogy a relatívpermeabilitás-méréseket a telepét utánzó viszonyok közt kell végezni, beleértve a nedvesítést is.

A nedvesítésnek az olaj-víz relatívpermeabilitás-arányra és a vízelárasztás kihozatalára gyakorolt hatását vizsgálta természetes homokkövekben, több kísérletsorozattal [72], a nedvesítési állapotot az olajhoz különböző koncentrációban adalékolt bárium-dionilszulfonáttal (BDNS) változtatva és a nedve-

sítés szemikvantitatív leírására használt érintkezési szöget sima kvarcfelületen mérve. Azt találta, hogy a közetnedvesítés mértéke jelentősen és kvalitatívan előre jelezhető mértékben befolyásolja a relatívpermeabilitás-méréseket és a vízelárasztás kiszorító hatásfokát.

Mivel a relatív permeabilitás görbéket a póruster geometriája és a vele szorosan társult fajlagos felület befolyásolja, a tárolókőzet-fajta megítélésében a mikroszkópi vizsgálat igen hasznos, és ezt [73]\* példákön is szemlélteti. Döntő fontosságú a magfúrással nyert kőzetminta megőrzése eredeti nedvesítési állapotában, a relatív permeabilitásnak a telepállapotot utánzó állapotban való meghatározása és a laboratóriumi eredményeknek a tároló viselkedésével való egybevetése.

Különbözőképp nedvesedő homokkő- és mészkőmintákon vizsgálták a két- és háromfázisú relatív permeabilitás karakterisztikáit [74]\* mind a megállapodott, mind a nem megállapodott módszerrel. A viszonylagos nedvesítés befolyása erősebbnek látszik, mint a kőzetfajtájáé. Azt találták, hogy azonos nedvesítési állapotban a kétfázisú rendszer nedvesítő fázisának relatív permeabilitása alkalmazható a háromfázisú rendszerben is. A nem nedvesítő fázis relatív permeabilitása már a telítettség kialakulásának a történetétől is függ, attól hogy miként állt elő a telítettség állapot. A relatív gázpermeabilitás olajnedves rendszerben érzéketlen a maradékolaj-telítettség, víznedves rendszerben érzékeny. A relatív olajpermeabilitás víznedves rendszerben felszíváskor érzéketlen a gáztelítettség növekedésére, de nő, ha a gáztelítettség csökken. A szerzők szerint az olyan rendszereknél, amelyekben a nedvesítés mértéke egyik irányban sem erős — intermedier nedvesítés —, háromfázisú áramlási viszonyokból kétfázisúra következtetni kétséges. — Intermedier nedvesítési állapotú kétfázisú rendszerek relatívpermeabilitás-adataiból háromfázisú rendszerek relatív permeabilitásának becslésére egy valószínűségi modellt nyújt és azt kísérleti adatokkal támasztja alá [75].

Az ülepedési mechanizmus az oka annak, hogy a függőleges irányú permeabilitás kisebb, mint a bármely vízszintes irányban mért. Az a gyakorlat azonban, hogy olyan magokon végzik a méréseket, amelyeknek hossza az átmérőjükénél nagyobb, a természetes anizotrópiát megnagyítja. Ezt elméleti úton igazolja [76]. A legtöbb tároló vastagságát méterekben, területét négyzetkilométerekben mérik, ezért a szokásos alakú magminta vizsgálata torzítja a vízszintes és függőleges folyadékáramlás lehetőségének viszonylagos mértékét.

Porózus közegek permeabilitásának anizotrópiájáról készítettek összefoglaló tanulmányt [77], az anizotrópia és az irányhoz kötött permeabilitás méréséről laza és kötött közegben, az anizotróp permeabilitás és a rétegződés szerkezetének összefüggéséről, végül a potenciál- és az áramfüggvényről anizotróp közegben.

Valamely formációban egy tárolókőzet-réteg (homokkő) folytonosságának regionális tanulmányozására alkalmas a formáció kibúvása. Ezt meggyőzően szemlélteti a Rulison-mezőn [78], ahol a homokkő termelékennyé tételére nukleáris robbantást végeztek.

A kibúváson végzett vizsgálatból következtetnek a Rulison-kút hatósugarára.

Üledékes kőzetben gyakoriak a mikrorétegek — laminák —, melyeknek területi kiterjedése nagy lehet. Néha 1 cm függőleges vastagságra négy esik belőlük, a permeabilitásban 20-szoros eltéréssel. Ilyen, az elegyedő kiszorításra különösen jelentős hatású mikrorétegzettség vizsgálatáról számol be [79].

Villamos egyenáram hatását vizsgálták homokkömagok permeabilitására [80]. Megállapították, hogy a térfogatáramlás az elektromos potenciálgradienssel együtt a kaolinitos-illites-montmorillonitos agyagtartalom sorrendjében nő; a térfogatáramlás a kezdetinél az elektromos áramforrás kikapcsolása után is nagyobb (hiszterézis); az elektromos áram az agyagok rácsszerkezetét szétrombolja, és kétfázisú áramlaskor az elektromos áram hatására a fluxus és relatív permeabilitás az olajjal szemben nő. Az elektromos áram a kút stimulálására is alkalmas.

A porózus közegekben fellépő kapilláris hatások fizikájának és termodinamikájának igen jó összefoglalását nyújtja [81]. Tárgyalja a határfelületek energetikáját, szabatosítva a terminológiát. A reverzibilis kiszorítás termodinamikai összefüggéseit a termodinamika alapegyenleteiből vezeti le. Kiterjeszkedik a porózus közegekben történő kiszorítás mechanizmusára és termodinamikájára is. Végtelen lassú kiszorításhoz olyan különleges feltételek szükségesek, amelyek a kiszorítás kvantált modelljéhez vezetnek. A volumetrikus és felületi mennyiségek a kvantált modellbe illesztve egyértelmű magyarázatát adják a kiszorító mechanizmusnak. Végül a kiszorítás kísérleti vizsgálatát ismerteti eszményi textúrájú közegekben.

Kvarchomoktesteken végzett laboratóriumi vizsgálat eredményeit közli [82], állandó kiszorító nyomás mellett a kapilláris nyomásnak, a porózus anyag és a folyadékpár fizikai tulajdonságainak, valamint az áramlási sebességnek az összefüggéseiről.

Három új módszert ismertet [83] kis porózus közegek felszívásos kapillárisnyomás-görbéjének centrifugál történő felvételére. E módszerek elektromos mérésekkel kombinálva alkalmasak a telep-ellenállási mutató meghatározására. — Ugyane témakörbe tartozik [84] a többszeletes mag kapillárisnyomás-görbéjének gyors, centrifugás meghatározásáról. — A kapillárisnyomás-méréseknél a gravitáció hatását vizsgálja [85], és módszert javasol a kapilláris nyomásnak a gravitáció hatásától független meghatározására.

Kőzetek relatív permeabilitásának kapillárisnyomás-görbéből történő meghatározását javasolja [86]. — Porózus mészkő heterogenitásának és a heterogenitás olajkihozatalra gyakorolt hatásának az ellenáramlásos kapilláris felszívás elvén alapuló elméleti és kísérleti vizsgálatát ismerteti [87]. Hasadékos-porózus kőzetekben ellenáramú felszívásnál a kiszorítás üteme és a kihozatala annál nagyobb, minél heterogénebb a kőzet.

A szokványos magadatok — porozitás, folyadékelviteltség, permeabilitás —, kútgeofizikai mérésekkel nyert adatok és oldalfalminták adatainak összehasonlításával foglalkozik [88]. Az egyezés az adatokban nagyon jó lehet, nemcsak homogén formációban, de vékony közbeágyazásos és bonyolult litológiájú tárolókőzetekben is, ha kellően megválasztott szelvényezési értelmező módszert alkalmaznak. A digi-

tális adatfeldolgozás és a kiválasztott analóg előállítás megkönnyíti a különböző forrásból származó adatok összehasonlítását és korrelációját. Az ilyen korreláció más mérések hiányában lehetővé teszi egy adatsor nagyobb bizalommal történő használatát.

A kihozatalt becsüli hasadékos tároló matrixtömbjéből centrifugás módszerrel [89]. A modellkísérlet kismintaarányából meghatározható a centrifuga fordulatszám, amelynél a térfogattal átlagolt gravitációs potenciál a mintában és a telepben ilyen arányú. A gravitációs erők fontosabbak lehetnek az olaj kitermelésében vízajtású hasadékos tároló matrixtömbjéből, mint a felszívás.

Ha olaj víznedves szűkületen nyomul át vízzel telt porusba, elülső része cseppenként elkülönülhet („leszakadhat”). Ezt a folyamatot vizsgálja elméleti kísérleti úton [90].

A hab jellemzőivel és porózus közegben való alkalmazásának lehetőségeivel foglalkozik [91]. Porózus közegben hab előállítható 1–70 bar nyomás- és 0,0025–0,115 bar/cm nyomásgradiens-tartományban. Minősége a habképző ágens minőségétől, oldata koncentrációjától, a porózus közeg és folyadéktartalma tulajdonságaitól és a nyomástól függ. Az áramlást hosszabb-rövidebb ideig gátló tulajdonságainál fogva kerülhet alkalmazásra.

Kutakban a folyadéktükör változó magassági helyzetével arányos nyomás megfigyelésével a tároló látszólagos kompresszibilitása, porozitása és víztelítettsége a [92] adta összefüggésekből meghatározható.

Gáztelepek nedves, agyagtartalmú homokkövein vizsgálja a gázpermeabilitás változását a víztelítettséggel, kőzet- és folyadéknyomáson és telephőmérsékleten, kísérleti úton [93]. Az összefüggéseket egy kéttagú egyenlet adja.

Különböző kis permeabilitású ( $10^{-1}$ – $10^{-4}$  mD) természetes kőzetek permeabilitásának változását vizsgálja kéttengelyű feszültségi állapotban, 15–200 bar tengely- és sugárirányú nyomástartományban [94]. — Egy laboratóriumi berendezést ismertet [95] kis permeabilitású kőzetmagok áteresztőképességének telep-állapotban (kőzetnyomás 1000 bar, nyomáscsökkenés 300 bar, hőmérséklet 150 C°) különböző oldószerekkel történő növelésére. — Üledékes kőzeteken a rugalmas tartomány határán belül triaxiális terheléssel végzett kísérletek eredményeit közli [96]. — A pórustér plasztikus alakváltozásának meghatározására javasol módszert [97]. — Kőzetek egy- és háromtengelyű rugalmassági vizsgálataihoz szerkesztett elmés nyulásmérő műszert ismertet [98]\*. — Anizotrop kőzetek összetett igénybevétel alatti viselkedéséről ad számot [99], az anizotropia síkjának orientált helyzete mellett, külső nyomás, belső folyadéknyomás és csavarás hatására.

A tároló tömörülésének laboratóriumi kompresszibilitási adatokból történő előrejelzésére ad új, egyszerű és olcsó vizsgálati módszert [100]. A kőzetminta tömörülését ma egytengelyű, hidrosztatikus vagy triaxiális tömörítő cellában mérik. Mindhárom módszerrel megvan a hátránya a mélybeli alakváltozás reprodukálásában, és a kísérleti adatok értelmezését tovább bonyolítja a porózus közeg nem lineáris tömörülési viselkedése. A szerző az egytengelyű és a hidrosztatikus tömörülés összefüggésére egy egyen-

letet vezet le, amellyel a tároló in situ tömörülése a hidrosztatikus cellával nyert tömörülési adatokból meghatározható. Ezt ellenőrző mérésekkel is megerősíti.

A kőzetnyomásnak (6500 bar-ig) és az átáramló folyadék kémiai összetételének a porózus közeg permeabilitására gyakorolt hatását vizsgálja kísérletileg [101].

Hasadékos közegek térfogatelemének hőmérlege alapján a hőáram a kőzettömb és a hasadékból levő folyadék közt meghatározható [102]. A nyert differenciálegyenlet leírja a hőmérséklet-változást összenyomhatatlan folyadékok áramlásakor hasadékos-porózus anyagokban. Lehetőség nyílik a hőmérséklet-vizsgálat adataiból a kőzettömbök jellemző méreteinek a becslésére is.

Az in situ elégetésnek mesterséges porózus anyagokon és természetes tárolókőzeteken végzett laboratóriumi vizsgálatait azt mutatják [103], hogy a permeabilitás a gáznemű égéstermékek övében megháromszorozódik, a rá következő szilárdfázis-képződésre pedig  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{8}$ -ára csökken.

Az agyag-homok keverékekben nagy nyomáson és magas hőmérsékleten adszorbeálódó gáz és gáz-csapadék mennyiségének, valamint a kísérleti berendezésből távozó gáz sűrűségváltozásának meghatározására, gáz- és gáz-csapadék telepek művelési tervéhez és

készletbecsléséhez hasznos adatokat szolgáltat [104]. — Gáz-csapadék telepekben a szénhidrogének adszorpciójával foglalkozik, a kőzet nedvességtartalmát és a telepállapotot is figyelembe véve, [105]. — Az üledékes kőzetekben periodikus gőzbesajtolás hatására termikus kifáradási tüneteket észleltek, mikrorepedések keletkezését, amelyek azonban [106] kísérletei szerint nem vezetnek a kőzet teljes széteséséhez.

Telítetlen olajtelep telepnyomásának a hozam-kutatáshoz való összefüggés alapján grafikus úton való meghatározását írja le [107], és a telephőmérsékletnek a geotermikus gradiens alapján való meghatározására ad összefüggést [108].

A telített kőzetek mechanikája [109] címmel hasznos könyv jelent meg, amelynek szerzői elméleti alapon tárgyalják az alakját változtató porózus közeg mechanikájának alapjait, a többfázisú rendszerek áramlását, reológiáját és termodinamikáját, a lököhullámok terjedését a folyadékkal telített közegben, a kőzettömörülés mechanizmusát és szénhidrogéntelegekben a félig állandósult folyamatok mechanikáját. Elemzik a többfázisú rendszer fázisviselkedését, az olaj és a gáz rugalmas áramlási rendszereit, figyelembe véve az összetett porozitást és a permeabilitás változását. Végül az olaj- és gázutak hidrodinamikai vizsgálatait, állandósult és változó működési rendszereit tárgyalják.

## 4.4 Folyadékáramlás

A porózus közegekben történő gázáramlásra tárolókőzeteken végzett laboratóriumi kísérletek alapján [110] egy egyenletet ad, amely figyelembe veszi a siklást és a turbulenciát is. A *Klinkenberg*-korrekció és a súrlódási tényező koncepcióinak összekapcsolásával egy „ideális” turbulenciafüggvényt nyer, minden kőzetre három turbulenciaállandóval.

Összefoglaló tanulmányt közöl a gázok porózus közegben történő diffúziójának, áramlásának és a kombinált diffúzióknak és áramlásnak az elméleteiről, kísérleti módszereiről és ezek összehasonlításáról [111].

Gázelegyek áramlását a porózus közeg belső felületén jelentkező adszorpcióra való tekintettel kutatja [112]. *Laplace*-transzformációval különböző közelítő megoldásokat nyer, amelyekkel a közelítés foka meghatározható.

Mobilis folyadéktelítettségnek a gáz-folyadék rendszerek turbulenciátényezőjére gyakorolt hatását tanulmányozza [113], a turbulenciátényezőnek mészkőmagokon kétfázisú — nitrogén-víz — áramlás közben végzett mérésével. Megfigyelte, hogy miközben a folyadéktelítettség 0,4-ről 0,7-re nő, a turbulenciátényező növekedése nyolcszoros, ami az effektív gázpermeabilitás csökkenésével együtt a kút körül a gázkút termelékenységét lényegesen csökkenti. Kétfázisú áramlási rendszerre a turbulenciátényező, az adott száraz kőzetmagon nyert turbulenciátényező-permeabilitás korrelációval becsülhető.

Irodalmi adatok kiértékelése és számos üzemi példa mutatja annak a szükségességét, hogy a *Darcy*-törvényt ki kell terjeszteni a viszkoplasztikus folyadékok áramlására is. Kis áteresztőképességű, agyagos tárolóknál azok kitermelés közben való viselkedése

lényegesen eltér a lineáris *Darcy*-törvénnyel számítottól. Egy többréteges telepben a gáz vízzel történő kiszorításának egy egyszerűsített matematikai modelljét oldották meg IBM-mel. A kihozatalt és a végső kihozatalt a kitermelés üteméből, a határgradiensek arányából és a diffúzióviszonyok arányából számították [114].

A porózus közegek szabálytalan pórusszerkezetének a kör szelvényű kapillárisoknál jobb modellje az egyenlő oldalú háromszög szelvényű kapilláris. Ilyenekben tanulmányozta az annuláris vagy penduláris áramlási rendszert, kis *Reynolds*-csoportok mellett [115]. A csatornáknál a folyadékeloszlás és a kétfázisú folyadékáramlás számításához első ízben vették alapul az érintkezési szöveget. Egyenleteket közölnek a különböző — egy-, kétfázisú, dugós, kiszorító — áramlási rendszerekre.

Állandó elektromos mező hatását vizsgálja a folyadékáramlásra és a szivárgási potenciálra, valamint a folyadék-határfelületekre szűk csatornáknál és porózus közegekben [116].

Porózus-permeabilis kőzeteken keresztül a finom részecskék mozgásáról és a mozgás paramétereiről nyújt jó áttekintést [117]. A probléma szoros kapcsolatban van az oldható ionok migrálásával és a mélyégi vízben oldott sók koncentrációjával, sőt a finom részecskék, mint a formációban a sesquioxidok és az agyagok térbeli stabilitása is, az oldatban levő domináns só anionos részétől függ. Az eredmények jelentősége nemcsak a szénhidrogének kutatásában, de a kitermelésben is nagy, gondoljunk a vegyszeradalekos vízelárasztásra.

Összefoglaló tanulmány készült szuszpenziók áram-

lásáról és a mélysűrűdésről [118]. Kiterjeszkedik nagy részecskék (30  $\mu$ -nál nagyobb) eltömődést okozó mechanikai- és kis részecskéknek (kb. 1  $\mu$ ) a porózus szűrő belső felülete egyenletes és szabályos befedésével járó mélysűrűdésére a különböző porózus modellekben.

A nedvesítési viszonyok javítása és ezáltal a folyadékbesajtolásos kihozatal növelése érdekében a kiszorító folyadékhoz adagolt felületi aktív anyagok hatásának a tanulmányozására végzett modellkísérletekről számol be [119].

Jó összefoglalást ad az emulziók reológiájáról és áramlásáról mesterséges konszolidálatlan porózus közegen át [120]. A tanulmány alapvető célja volt különböző koncentrációjú stabilizált emulziók reológiai természetének a meghatározása, az emulziók porózus közegen történő áramlásának elméleti leírása és ennek kísérleti bizonyítása. 0,5 koncentrációig az emulziók newtoniak voltak az egész vizsgált nyírósebesség- és nyírófeszültség-tartományban (10—15 000  $s^{-1}$  és 10—2500  $dyn/cm^2$ ). A 0,6 és 0,7 koncentrációjuk viselkedése bizonyos kritikus nyíróértékek fölött már nem newtoni, pszeudoplasztikus. Siklás a kapillárisok fala mentén nem volt megfigyelhető és a reológiai karakterisztikák függetlenek voltak a kapilláris méretektől. — Ugyanezzel a témával foglalkozik [121].

Porózus matrixban áramló folyadék-folyadék-szuspenziókban a koaleszcenciával foglalkozik és erről egy új elméleti felfogást közöl a [122] összefoglaló tanulmány.

A konvekciós-diffúziós parciális differenciálegyenletek numerikus véges különbségi megközelítéseiben a szóródás következtében egy numerikus diffúzióknak nevezett mesterséges diszperziós kifejezés jelentkezik, mely mind a blokk nagyságától, mind az időlépcsőtől függ. A numerikus diffúzióra adott kifejezések segítségével a hatásának minimalizálására vezető blokk-nagyság-időlépcső kombinációk kiválaszthatók [123].

A kút termelés vagy besajtolás alatti transzienshőmérséklet-szelvényének és hővesztésének vizsgálata véges különbségi modellt közöl [124], főként a korai transziens hőmérséklet meghatározására, amikor a hővesztés mértéke és a hőmérséklet változása jelentős. Példákat közöl olajkútra permafrost területen és a hideg víz savazási ütemű besajtolására. — A kút-hőmérséklet változásának hatását vizsgálja a gyűrűs tér térfogat- és nyomásingadozásra [125]. — Sarkvidéki termelőkút környezetében az időtől függő hőmérséklet-eloszlás előrejelzésére matematikai modellt ismert [126]. A modell a környezetben radiális szimmetrikus és függőleges hővezetéssel, valamint a víz olvadási rejtett hőjével is számol. A megolvadt köpeny határa bármely időben a 0°C izoterma. Meghatározható a szigetelés szüksége és hatásossága is.

Besajtolókutak termelékenység (indikátor-) görbéjének kiértékelésére ad egyenleteket a tehetlenségi erők és a kőzetkompresszibilitás figyelembevételével és az alkalmazást számpéldákkal is szemlélteti [127]. — A víztelítettség kezdeti gradiensekre gyakorolt hatásának kísérleti vizsgálatát ismerteti [128]. A kiértékelés a teljesítménygörbéből történik. — Viskoplasztikus folyadékok transziens áramlásának analitikai megoldását közli [129], kezdeti gradienssel egy lineáris és egy hengersizmetrikus geometria számára, figye-

lembe véve az áramlás nélküli területet is. — Az áramlást szabálytalan heterogén rendszerben határgradientekkel tárgyalja [130].

Porózus közegen történő áramlásra egy általános differenciálegyenletet vezet le kovarians ábrázolásban [131]. A viszkozitás hatását *Zsukovszkij* után mint fiktív ellenálló erőt tekinti. — Heterogén rétegben stationer síksugaras áramlásnál a nyomáseloszlást és a térfogatáramlást számolja [132], harántáramlással egy fölötté levő kis permeabilitású rétegből. — Az integrálegyenletek alkalmazási lehetőségeit bővíti ki [133] a tároló bonyolult életfolyamatainak számításaira. A helytől függő tényezőcsoport igényel megvilágítást. Komplex problémánál a digitális módszerek és az integrálegyenletek összekapcsolása tágítja a nagy számítógépek alkalmazási lehetőségeit.

A kutak egészséges működésének fenntartásához, a kedvező kúttalpi állapot meghatározásához a kút teljesítményének tervszerű periodikus elemzése elengedhetetlen. Fontos eszközei ennek a termelékenységi görbék és a nyomásváltozási görbék mellett a kútba bocsátható mérőeszközök szolgáltatása paraméterek is. A teendők jó összefoglalását nyújtja [134].

A kutakban végzett hidrodinamikai vizsgálatoknál a mai irányzat a gazdaságos, ezért rövid időtartamú — rövid idő — vizsgálat a nyomásváltozási görbe kiegyenesedés előtti időszakában, amikor előbb a kúttérfogat, majd az infinitézimális vastagságú szkin hatása az uralkodó. Ennek az időszaknak az analitikai vizsgálatát nyújtja [135]. Az áramlás kezdeti időszakában a nyomásemelkedésből meghatározható a kúttérfogat — mint tartály — állandója. A kezdeti időszak utáni nyomásváltozásból pedig egy típusgörbe ráillesztésével meghatározható az áramlási kapacitás és a szkinhatás. Ezzel az eljárással a nyomásváltozási görbe elemzése átkerül a rövid idő görbeszakaszba. — Az analitikai vizsgálatot kiegészíti az alap parciális differenciálegyenlet véges különbségi megoldásával [136], a szkinhatást egy a kút körüli gyűrűs övre kiterjesztve.

Zárt megcsapolási területre egy teljesen általános nyomásemelkedési elméletet közöl [137]. Bevezetőjében hasznos kritikai áttekintést nyújt az előző munkákról és tisztázza a három klasszikus szemilog nyomásemelkedési görbe — a kiterjesztett *Muskat-*, *Miller-Dyes-Hutchinson-* és a *Theis-* vagy a *Horner-* módszer — összefüggéseit.

Új módszert közöl gázkutak nyomásemelkedés vizsgálatára, három egymást követő hozammal, [138]. A három hozam közül az első és a harmadik egyenlő, a gáz valódi voltát pedig a nagynyomású és tömött tárolókra való tekintettel az *Al-Hussainy* és társai pszeudonyomás-elméletével véve figyelembe. Programot is közöl UNIVAC 1108-ra. — Radiálisan, két vagy több gyűrűs övből összetett tárolóban a változó folyadékáramlás közelítő megoldását adja [139], különleges alkalmazásként az esetleges diszkontinuitás távolságának meghatározását, és a zárt külső határ és a külső határon állandó nyomás esetét.

A változó áramlás megoldását közli egy a fedőtől változó távolságban levő vízszintes fúráshoz [140].

Kútkezelés — savazás és repesztés — után felvett nyomásemelkedési görbék elemzéséről értekezik [141] és a dimenzió nélküli idő függvényében két új egységfüggvény nagy időtartományra kiszámított nume-

rikus értékeinek a táblázatát közli, az egyik a savazással megnövelt effektív kútsugár, a másik a kútforat tengelysíkjaiba eső függőleges hasadék hosszának közelítő kiszámítására szolgál. Utóbbi esetben az áramlás elliptikus.

Módszert javasol a tároló folyadékvezető képességének (transmissibility  $T = kh/\mu$ ) a kút tárolóképesége (utánáramlás) által befolyásolt, tehát rövid idős nyomásemelkedési görbéből való meghatározására, típusgörbesereg valamelyik ráilleszthető görbéjének az adataiból [142]. — Mélyszivattyús kutakban a folyadékszint emelkedéséből nyert rövid idős nyomásemelkedési görbék elemzésével foglalkozik [143] és [144].

Két, egymással nem közlekedő paralel rétegből összetett tároló nyomásemelkedését vizsgálja [145]. Megállapítja, hogy jól meghatározott körülmények között a *Muskat*-, *Miller—Dyes—Hutchinson*- és a *Horner*-módszerek mindegyike alkalmazható a kétréteges tárolóra. A szerzők az átlag áramlási kapacitás, a tárolóképeség és a statikus nyomás meghatározására adnak új módszert.

Függőlegesen repesztett tároló nyomásemelkedésének problémájával foglalkozik és az előző elemző módszerek kritikai taglalása után új elemző módszert ad [146]. — Pseudohomogén rétegek hidrodinamikai paramétereinek meghatározására a nyomásváltozási görbékéből új számítási módot ajánl [147], amelynek a helyességét olajtelepi mérésekkel igazolja.

A víz- és gázkúpprobléma sík numerikus modellek mellett analitikus becslések számára tovább is probléma marad. [148] figyelembe veszi az interferenciát a vízmentes termelés idejének számításához, tökéletlen kutaknál. — A vízmentes olajtermelés időtartamára a vízszintes és függőleges effektív permeabilitás arányából és az olaj-víz tükör helyzetéből következtet és a koeficiens számítására nomogramot ad [149].

Két- és háromfázisú kúttalpi kúposodás előrejelzésére többfázisú matematikai modellel közöl [150]. A számításnál komoly instabilitás jelentkezik a kúttalpi körüli kis rácsblokkméretek és a nagy áramlási sebességek miatt. Elemzi a számításban a stabilitást, a telítettségétől függő transzmisszibilitás explicit kezelésére és a hozam implicit kifejezésére való tekintettel. A számított és a laboratóriumi kísérletben nyert eredmények kiválóan egyeztek. — Kúttalpi kúposodás szimulálására három numerikus módszert ismertet és értékelt [151], továbbá egy vízkúp-, egy víz- és gázkúp példát közöl, majd összehasonlítja a szimulálás eredményeit egy laboratóriumi kúposodási kísérlet eredményeivel. — Két numerikus kúposodási tanulmányt közöl [152], egy gáztelepben egy gáz-víz és a Virgo-reef (Alberta) egy vastag olajtelepében egy háromfázisú kúposodás előrejelzését. Részletesen leírja a használt implicit numerikus modellt. — Egy víztest-gáztárolóban a megnyitási intervallum problémájának a megoldását közli egy egykutas kétdimenziós tárolószimulátorral, egyszer egy homogén, egyszer pedig egy erősen rétegezett tárolóban [153].

Olyan numerikus kúposodásmodellt mutat be [154], melynél a telítettség és a termelési viselkedés mind a kúpképződés alatt, mind az áttörés után stabilis. — A talpivíz-hajtású Bellshill Lake (Alberta) olajtelep kúposodási problémájának sikeres, numerikus modellel történt megoldását ismerteti [155]. A megoldással a kútbefejező és a termelő módszereket optimalizálták.

Egy háromdimenziós laboratóriumi dimenzionális modellen olyan érdekes talpivíz-hajtásos telep kúposodási problémáját oldották meg, mely váltakozva viszonylag vékony olaj- és vízhomok rétegekből áll, tehát a folyadékok felfelé mozgása a kút környékére korlátozódik, és a telepben a folyadékok áramlása általában a vízszintesben radiális [156]. Ez a vékony olajoszlopos telepek problémája.

Mintaszerű szimulátortanulmányokkal állapították meg a North Antioch talpivíz-hajtású mező Oil Creek tárolójának megengedhető megcsapolását [157].

Részben behatoló kutakban talpivíz-hajtásnál a vízszintes és függőleges permeabilitások arányának a kúthozam adataiból való számítására ad javaslatot [158]. — A folyadékáramlást tetszés szerinti helyzetű megnyitási intervallumú tökéletlen kúthoz, henger-szimmetrikus heterogén rétegben, egy különleges integrációs módszerrel vizsgálja [159]. (Az egyenesek módszere a parciális differenciálegyenletet egy közönséges differenciál-differencia egyenletrendszerre alakítja.)

Tizenegy oklahomai kúton végzett tárolóhatár-vizsgálaton (RLT) alapuló készletbecslés [160] szerint megegyezett a hozam-idő vagy nyomás-idő csökkenési görbék alapján történt becsléseivel.

Harántáramlás nélküli, rétegezett tároló tárolóhatár-vizsgálatával nyert nyomásemelkedési görbe matematikai elemzését, elméleti és üzemi alkalmazását mutatja be [161]. Megállapítja, hogy harántáramlásos rétegezett tárolóra a szokásos áramlási és nyomásemelkedési egyenletek, valamint a szokásos tárolóhatár-vizsgálat összefüggései alkalmazhatók. Harántáramlás nélküli rétegezett rendszerben a félig megállapodott állapothoz — az állapot félig megállapodásához (semi-steady-state conditions) — valószínűtlenül hosszú idő szükséges, ezért a szokásos tárolóhatár-vizsgálati egyenletek valószínű megcsapolási időre nem alkalmazhatók. Rövid időre bizonyos óvatossággal a megcsapolási sugár egyenletei alkalmazhatók, ilyenkor a nyomásemelkedési görbék alapján állapíthatók meg a korrekciós tényezők.

Vízszintes anizotrop tárolóban lineáris diszkontinuitás — vető — észleléssel foglalkozik a kútleképezés technikájával [162]. Bonyolultabb a horizontális anizotropia rétegezett tárolóban. A szerzők levezetik a kút leképezését anizotrop közegben, bizonyítják ennek alkalmazhatóságát, módszert adnak a vető és helyzete megállapítására, és megvizsgálják az izotrop módszerek alkalmazásának hibáját anizotrop tárolóban.

Diszkontinuitás számítását tárgyalja fúrószáras rétegvizsgálat (DST) adataiból, elméleti és két üzemi példa bemutatásával [163]. — Lehetnek olyan esetek, amikor a kút a fúrószáras rétegvizsgálatnál „megöli magát”, akkor, ha jó hozamú rétegekben a folyadék sűrűsége nagy, vagy ha a telepnyomás nagy. A szerzők módszert javasolnak az ilyen görbék értelmezésére [164]. — A fúróhajóról végzett fúrószáras rétegvizsgálathoz szükséges különleges eszközöket ismerteti [165].

Lüktetővizsgálat (pulzus-teszt) tervezését és elemzését tárgyalja [166]. Ismerteti a válaszméletet, a lüktetés idejének hatását a válaszra, a válasz idejét az első és a későbbi ciklusokban, a válasz és a tárolótulajdonságok összefüggését, végül két egyszerű grafikont ad a pulzusvizsgálatok tervezésére és elemzésére.

A pulzusvizsgálattal foglalkozik kétréteges, összetett tárolóban [167]. A matematikai vizsgálat azt mutatja, hogy a kétréteges, harántáramlás nélküli tárolóban a pulzusvizsgálattal nyert látszólagos transzmisszibilitás ( $kh/\mu$ ) mindig egyenlő vagy nagyobb a rétegek egész transzmisszibilitásánál, a látszólagos tárolás ( $\phi ch$ ) pedig egyenlő vagy kisebb a rétegek egész tárolásánál. A különbség annak arányában csökken, ahogy nő a harántáramlás a rétegek között. Módszert javasol a kétréteges tároló áramlási tulajdonságainak a kútvizsgálattal és a pulzusvizsgálattal nyert adatok különbségéből történő becslésére.

A területi heterogenitásnak a pulzusvizsgálat eredményére gyakorolt hatását elemzi [168]. Meghatározza a kútpár hatásterületét, három esetben a módot, ahogy e területen belül a pulzusvizsgálat a heterogenitást átlagolja, végül az iránykorrekciót a pulzusvizsgálattal nyert transzmisszibilitás- és tárolásértékek heterogenitásnak megfelelő kiigazításához.

A kút környéki öv tiszta, függőleges permeabilitásának némely kútban alkalmazható meghatározására in situ mérést javasol [169]. Egy megnyitási intervallum alkalmas pakkerral elkülönített valamely felső rövid szakaszán, esetleg egyetlen perforáción át létesített folyadékáramlás hatásának — nyomásválaszának — mérésével valamely alsó rövid intervallumban.

A réteg áramlási kapacitásának és a szkinhatásnak meghatározását gázkutak fojtásgörbéinek adataiból mutatja be [170], az *Odeh—Jones* változó hozamú eljárás és a valódi gáz áramlási elmélete alapján. A módszer az áramlási kapacitásra kis permeabilitású tárolóban, tranziens áramlás esetén, pontos eredményt ad. A szkinhatással nyert érték már általában megbízhatatlan. A módszer heterogén tárolóra és a kút környéki folyadékfelhalmozódás észlelésére is alkalmazható. A gázkút (kutak) szállítóképességének és az effektív termelési időnek görbéi a kumulatív gáz-

termelés függvényében, különböző távvezetési indítónyomásokkal, mint paraméterekkel, igen hasznosak a gáztelepek termelésének előrejelzésében. — Ilyen görbék szerkesztését mutatja be [171].

Viszkoelasztikus porózus közeg feszültségi állapotának a benne áramló fluidum áramlására gyakorolt hatását vizsgálja [172]. A differenciálegyenlet-rendszert *Laplace*-transzformációval oldotta meg. — Az áramlás megoldásait határgradiensekkel folytatja [173] (konform leképezés). Az áramlásmentes öv nagysága a térfogatáramlástól függően változik. A nem befolyásolt öv hasadékos áramlásnál is fellép. — Az áramlást határgradiensekkel, szabálytalan eloszlású heterogenitásnál tárgyalja [174].

Süllyedő üledékes medence hidrodinamikáját tanulmányozza [175] egy modellen: 300 km sugarú fordított kúp, mélysége a közepén 150 millió év alatt 0-tól 3000 méterig nő, ezen idő alatt homok- és agyagrétegek rakódnak egymásra, a növekvő terhelésre a víz fokozatos kiszorulásával. A víz kiszorulása az agyagból a hidrosztatikus nyomáshoz képest túlnyomást okoz. A vízkeringés a homokos szinteken át igen lassú, 1—10 mm/év, de a víz térfogata igen nagy, 43—150 millió év alatt  $10^{12}$ — $10^{13}$  m<sup>3</sup>. Eredményei hasznosak lehetnek a szénhidrogén-felhalmozódásra vezető jelenségek, a diagenezis és a migráció tanulmányozásában.

Üledékes medencék folyadékáramlási rendszerének ismerete a föld alatti nukleáris robbantások környezetében, biztonsági okokból rendkívül fontos, mivel a radioaktív termékek egyedüli szállítóközege a víz. Elméleti modelleket alkottak a mélységi kétdimenziós vízáramlás vizsgálatára; ilyen modellt ismert [176]. — Üledékes medence — a középső Elő-Kaspi-süllyedés — vizének oldott gáztartalmával [177], az üledékes medence paleohidrodinamikájával [178] és [179] foglalkozik.

## 4.5 Készletbecslés

A prognosztikus készletek becslésére a korrelációs és regressziós analízis alkalmazásával [180] egy új számítási módszert ajánl. A korrelációs analízissel a paraméterpárok párhuzamos összefüggéseit, a regressziós analízissel egy paraméterét vizsgálja a többi paraméterek komplexumával.

A „szükséges készlet-termelés” arány normájának számítására dolgoz ki egy számítási módszert [181], valamely telep feltáráshoz, az állandó termelésbe állításához szükséges idő és a kitermelés ütemének összefüggése alapján.

Az anyagmérleggel történő olajkészletbecslést rugalmas energiarendszernél megnehezíti az olajtelepbe benyomuló víz térfogata. [182] képletet nyújt a „pszeudokészlet” számítására, amelyből a vízbenyomulás kirekesztése grafikus analitikai módszerrel történik. A módszer akkor alkalmazható, amikor a termelés a telepből már három vagy több éven át folyt. — Földtani olajkészlet volumetrikus becsléséhez [183] a porozitás és a folyadéktelítettség átlagértékei helyett ezek szorzatai statisztikai átlagának a használatát ajánlja.

É-Alberta Rainbow-Zama területén 1965-től 1968

végéig 180 hegyes reef-tárolót fedeztek fel. Az ezen a területen feltételezett 800 Mm<sup>3</sup> földtani olajkészlet 0,6-ét tervezik kitermelni. E tárolók közül a Keg River CC telep egyre kisebb szórású készletbecslésének tanulságos történetét ismerteti [184], az első volumetrikus becsléstől (N = 510 000 m<sup>3</sup>), a termelés első rövid termelési időszaka alapján a Monte Carlo szimulációval végzett megállapodott állapotú anyagmérleges becslésen át (665 000 m<sup>3</sup>) a hosszabb termelési múlt követésével készült nem megállapodott anyagmérleges becslésig (950 000 m<sup>3</sup>). A becslés bizonytalanságát csak az utóbbi két módszerrel lehet kiértékelni.

A hozamcsökkenés *Arps*-féle hiperbolikus egyenlete állandóinak a legkisebb négyzetek módszerével való meghatározására és a hozamcsökkenés előrejelzésére ad új módszert [185]. — [186] felhívja a figyelmet arra, hogy ha az exponenciális és a hiperbolikus hozam- vagy nyomáscsökkenési görbék legkisebb négyzetes megoldásánál a logaritmikusan transzformált egyenlettel dolgozunk, a relatív szórások lesznek csaknem egyenlő súlyúak, nem pedig az abszolút szórások, amire figyelemmel kell lenni.

Az oldottgáz-hajtású homok, homokkő és karbonát, valamint a vízajtású homok és homokkő tárolóból várható kihozatal (kitermelési határfok) becslésére az „A statistical study of recovery efficiency API Bul D 14 First Edition 1967” tanulmányban közölt két regressziós egyenlet megoldására két nomogramot ad [187], melyekkel a kezdeti tartályolajkészletre vonatkozó olajkihozatal becsülhető.

## 4.6 Kőolajtermelés

A szénhidrogén-kitermelés leírásában és előrejelzésében a hagyományos térfogatos anyagmérleg-módszer és a bonyolultabb problémák megoldására, a kitermelés optimalizálására alkalmasabb tárolószimulátor összehasonlításával foglalkozik, mindkét módszer előnyeit és hátrányait ismertetve, [189]. Míg az anyagmérleg-módszernél az idő a független változó, a szimulálással a nyomást és a telítettséget az idő és a tér függvényében nyerjük. Az idő nem járt el az anyagmérleg-módszer fölött, de hatásosabb módszer a szimulálás.

Gyakorlati példákon szemlélteti [190], hogy a termelési mechanizmusok felismerése az anyagmérlegből téves eredményre vezethet, ha túl rövid a termelési múlt és kis megcsapolási sebesség szolgál a számítás alapjául. Ez különösen földgáztelepekre érvényes.

A tároló modellezését tárgyaló, 1969-ben elkezdett tanulmány sorozat folytatása és befejezése a [191]: az implicit véges különbségi megközelítésről, a véges különbségi megközelítés általános alapjáról, az egyfázisú tárolóról, az egyfázisú gázáramlásról, a többfázisú folyadékáramlás alapegyenleteiről, a többfázisú nem elegyedő folyadékáramlás szimulálásáról, a többfázisú modellek összehasonlításáról, végül a kútalpnymomás változásának modellezéséről. A sorozat az összetétel változásának, az elegyedő és polimeres kizorításnak a szimulálására nem terjeszkedik ki.

A tároló viselkedésének előrejelzése bizonyos esetekben egyszerű, csak kézi számítást igénylő, egyszerűsítő feltételekkel alkotható matematikai modellekkel történhet, így kétdimenziós tárolóban, ahol a gravitációs elkülönülés az uralkodó, viszkózus olajtárolóban a víz alááramlásánál, gázszüvegbe sajtolt víz gravitációs elkülönülésénél és gázkúp olajbesajtolásos ellenőrzésénél. Ezeket példákkal is szemlélteti, és a módszer használhatóságát ellenőrző gépi számítással igazolja [192].

Ha a tároló vastagsága és dőlése a térben változó, geometriájának numerikus szimulálásához a geometriájával konform kurvilineáris koordináta-rendszert kell választani, melynek koordinátafelületei egybevágóan a tároló felületeivel. Ennek meghatározását írja le a [193], és numerikus példán szemlélteti ezzel szemben a hiba nagyságát, a blokkmodell vagy az elforgatott derékszögű koordináta-rendszer alkalmazásánál.

A tároló leírásának egy új módszerét dolgozta ki a tároló ismert teljesítményének adataiból, a legkisebb négyzetek és a lineáris programozó technika alkalmazásával [194]. A módszerrel egy- és többfázisú problémák oldhatók meg. Példákkal szemlélteti az egyfázisú gáz-, az egyfázisú olaj- és a kétfázisú gáz-víz

Eredeti gázszüveggel bíró parciális vízajtású tároló kezdeti olajkészletének és a vízbeáramlás paramétereinek szimultán meghatározását a *Newton* optimalizációs módszernek a térfogatos anyagmérlegre történő alkalmazásával mutatja be [188], és azt az iráni Haft Kel mező példáján szemlélteti. A *Newton*-módszer igen hatásos eszköze a többszörös nem lineáris regressziós analízisnek.

áramlás eseteit, amely alkalmazásokkal pontos eredményeket nyertek még nagymértékben bizonytalan tárolóparaméterek és kisszámú szimulálás esetében is.

Rétegezett tároló ötpontos elárasztásánál vizsgálja számítógéppel [195] a mozgékonyági arány hatását a folyadék besajtolhatóságára, a mozgékonyági arány és a permeabilitásváltozás (variancia) hatását az elárasztás volumetrikus hatásfokára az áttöréskor, és a rétegek számának a hatását a teljesítmény előrejelzésére.

Stacioner áramlási folyamatok numerikus szimulálásánál a számítógépek alkalmazását tárgyalja [196].

Folyadéktelítettség számításánál az instabilitás ellenőrzésének egy módjáról szól [197], két fázis transziens radiális áramlásának véges különbségi egyenlettel történő szimulálásakor.

A [198] tanulmány egy kiegyensúlyozott szórással súlyozott gradiensmódszert ismertet, amely szisztematikusan csökkenti a tároló megfigyelt és numerikus szimulátorral számított teljesítményadatai közti különbséget, és így a múlt követeléséhez (history matching) vezet. A módszer *Jacquard*-nak a tároló paramétereinek a tároló teljesítményével való egyeztetésére adott elméletén alapszik, de a számítási idő jelentősen csökken. A szerző tudomása szerint ez az első tanulmány valódi tárolók teljesítményeiről, amelyekhez nem volt szükség különleges adatgyűjtésre.

Numerikus tárolószimulálás megbízhatóságának kvantitatív megítélésére statisztikai módszert ajánl [199], a regressziós módszeres becslések megbízhatóságának statisztikai mérését a numerikus szimuláló modellekre kiterjesztve. A szerzők megmutatják, hogy a porózus közegekben történő folyadékáramlást leíró parciális differenciálegyenletek véges különbségi alakja lineáris algebrai egyenletté alakítható át, melynek együtthatói a véges különbségi egyenlet transzmisszibilitás és tárolás kifejezéseinek, változói pedig a szomszédos rácsblokkokban a nyomások kombinációinak, továbbá a besajtolás és termelés fluxusainak felelnek meg.

A legtöbb szénhidrogén-tároló területi kiterjedése legalább két nagyságrenddel nagyobb, mint a vastagsága. Ezért a tároló perspektívában egymáson fekvő „takarók”-nak tűnik. A [200] tanulmány heterogén tárolók szimulálásánál függőleges egyensúly (VE, vertical equilibrium) feltételt alkalmazza. Ha a feltétel fennáll, háromdimenziós problémák kétdimenziós szimulálása ugyanolyan pontossággal és az adat-előkészítésben és gépi időben lényegesen megtakarítással végezhető. Egy új  $G$  dimenzió nélküli csoport értéke egyenesen arányos a VE-feltétel érvényességi fokával. A VE alkalmazhatóságát közös víztestben el-

helyezkedő többfázisú gáztárolók közti interferenciahatások tanulmányozásában mutatja be.

A kúttól a megcsapolási sugár feléig terjedő szimmetrikus-vízszintes végtelen hasadékos tárolóban, egyfázisú változó folyadékáramlás közben, a nyomásváltozás numerikus szimulálására ad modellt [201]. A nyomásemelkedési és -csökkenési görbékben két egyenes szakaszt nyer, az első kisebb emelkedésű a matrix és a hasadék effektív permeabilitását, a második meredekebb szakasz a matrix permeabilitását adja. Az első szakasz extrapolálása a statikai telepnymásra helytelen értéket ad.

Magas domborzatú hasadékos karbonátároló (Asmari formáció, Irán) rendkívül vastag olajoszlópaiban a telephőmérséklet különbsége nagy, 15,5–21 °C, aminek jelentős hatása van a telepfolyadékok tulajdonságaira. Ugyanakkor a vízszintes síkok mentén a pvT-tulajdonságok feltűnően egyezők. Ezért a tároló numerikus szimulálásakor a pvT-tulajdonságokat gondosan kell a függőlegesben volumetrikusan súlyozni. Ezt az eljárást írja le [202].

Kétdimenziós tárolóban a többfázisú folyadékáramlás egyenletrendszerének szimultán megoldására egy szigorúan implicit iteratív eljárást (SIP, strongly implicate procedure) dolgoztak ki [203]\*. A kétdimenziós kétfázisú és a kétdimenziós háromfázisú algoritmusokat többszörösen megvizsgálták és összehasonlították a megfelelő váltakozó irányú iteratív rutinokkal (ADIP). A SIP-módszert több szempontból előnyösebbnek találták: gyors, megoldást ad olyan problémákban is, amikor a transzmisszibilitás rendkívül anizotróp és/vagy szabálytalan a geometria, amikor a váltakozó irányú módszer nem alkalmazható.

Egy általános többkomponensű kétfázisú áramlási modellt ad (204), a konvekciót, a teljes vagy részleges diffúziót és a fázisok közti termodinamikai cserét is figyelembe véve. Fő feltételei: izotermikus, egydimenziós, kétfázisú (gáz- és folyadék-) áramlás, ahol mindkét fázis három komponens vagy komponenscsoport keveréke lehet. A sikeres modellt kísérletekkel, jó eredménnyel, ellenőrizték. Számítási példán mutatja be a fizikai adatok feldolgozását, a  $C_1 + nC_4 + C_{10}$  rendszert, a telített olaj kiszorítását gázzal egyensúlyban, a nagy nyomású gázhajtást és a kondenzációs gázhajtást.

Az összetételes numerikus szimulálás gyakorlati szempontjaival foglalkozik [205], a háromfázisú Darcy-áramlásnak, az egyes szénhidrogén-komponensek egyéni mozgásának és a tároló minden pontjában a fázisegyensúlynak szimultán modellezésével. A fázisegyensúlyt a gáz és olaj közt a  $K$  értékekkel határozza meg minden egyes hőmérsékleten, nyomáson és összetételnél. Az összetételes szimulálás leggyakoribb alkalmazási területei az illóolaj- és a gáz-csapadék tárolók kimerülése, a gázkeringetés és a  $CO_2$  + víz besajtolás.

A lineáris összetételes numerikus szimulátornál a folyadékok tulajdonságainak —  $K$  értékek, sűrűség, viszkozitás — adott szórású bizonytalansága okozta számítási hibák vizsgálata volt a [206] tanulmány célja. Egy feltételezett illóolaj-rendszeren, a  $C_1 + nC_4 + nC_{10}$  keveréken, végzett vizsgálat azt mutatta, hogy a tároló számított teljesítményére a könnyebb komponensek  $K$  értékeinek a hibája gyakorolja a legnagyobb hatást, és hogy a differenciális elkülönüléssel vizsgálattal nyert

tulajdonságok a tároló teljesítményének az előrejelzésére akkor is megbízhatóan használhatók, ha a telepfolyadékok tulajdonságaiban jelentékeny változások tapasztalhatók.

Két nagy kanadai telítetlen olajtároló — az egyik homokkőben, a másik karbonátban — numerikus szimulátorral előrejelzett és valóságos teljesítményeinek kiváló egyezéséről számol be [207]. A tanulmány kiterjed a mért közet- és folyadéktulajdonságok összeegyeztetésére és a vízelárasztás optimalizálására.

A szemi-implicit numerikus szimulálás egy nem lineáris változatát dolgozta ki és megbízhatóságát ellenőrizte [208], egy Buckley—Leverett, egy vízküposodási és egy gázperkolációs (az oldatból kiváló gáz felfelé mozgása a tárolóban) problémán.

Az általános célú komputernek egy különleges típusú kisegítő aritmetikus egységgel, egy vektorprocesszorral való kiegészítéséről számol be, az utóbbinak funkcionális leírását adva, [209], a tároló numerikus szimulálása céljára. Ha a kisegítő egység csak egy alapvektor-funkciót tartalmaz, a tároló szimulálására paralel algoritmus szerkeszthető.

Az időtől függő nem lineáris határérték-problémák megoldásának különböző numerikus módszereit vizsgálja [210]. Ide tartoznak az összenyomható folyadék porózus közegben történő áramlásának egyenletei. Megvizsgálja az egy térváltozós nem lineáris parabolikus egyenlet közelítő megoldására közvetlenül használt Galerkin-, a szabványos véges különbségi és a nem Galerkin-módszereket. A probléma egy ismert analitikai megoldásával meghatározza a különböző közelítések pontosságát. A vizsgálat szerint a Galerkin-módszettel nyert megközelítés pontosabb, de a szabványos véges különbségi megközelítés az idő hátrafelé közelítésével összekötte, adott pontossághoz a legkisebb számítási időt igényli.

Parabolikus parciális differenciálegyenleteknek a Saul'jev technikához hasonló, itt line Saul'jev technikának nevezett megoldására új nem iteráló differencia-módszert ajánl [211], amely a nyújtott rácsproblémák megoldására hatásosabb a négyzetes rácsproblémák megoldására használható nem iteratív ADI-módszernél.

Parciális differenciálegyenletek megoldásában két dimenzióval a legidőigényesebb lépés az iteratív matrixinverzió. Zárt határ esetében ez az inverzió nehéz, ha az egyenletek anizotropok. Az anizotrópia itt azt jelenti, hogy a diagonálison kívüli koefficiensek közül kettő a többinél sokkal nagyobb, ekkor a matrixinverzió zárt határ esetében nehezebb. [212] a De la Vallee Poussin javasolta általános technika egy különleges alkalmazását ajánlja, amely minden rácspontra egy korrekciót jelent, összekapcsolva egy szukcesszív túrelaxációval (LSORC line successive overrelaxation correction).

Numerikus modellezés eredményezte nyomás- és telítettségsszámok és -oszlopok géppel (Calcomp) átalakíthatók kontúr- vagy árnyéktérképekre. Ezek könnyen áttekinthető vizuális segítséget nyújtanak a numerikus modellezés értelmezésében és felhasználásában. Ezt több példával szemlélteti [213].

A Gulf-Coast övezetében megfigyelték, hogy a túlnyomású szintekben abnormálisak a hőmérséklet-gradiensek. Ezt [214] azzal magyarázza, hogy a nagy nyomású övek hőszigetelők. A szerzők elemzik az



ilyen öv hőáramát. — A Gulf-Coast területén a művelésre méltó szénhidrogén-felhalmozódások összefüggést mutatnak a nyomáseloszlással. A tapasztalat szerint a túlnyomás fontos hatással van a fűrésra és a tároló teljesítményére. Az elektromos szelvényekből becsülhető telepnomás nagyon jól korrelálható a szénhidrogének fajtajával és eloszlásával. Ezt számos példával szemlélteti [215]. — A tárolót határoló fedő- és fekvőrétegek, valamint a közetnyomás alatt álló nagynyomású öveket a normálisan tömörült, hidrosztatikus nyomás alatt álló övektől elkülönítő zárórétegek — permeabilitásgátak — a diagenézis folyamán cementálódott kőzetek. Az ilyen rétegek keletkezésével, tulajdonságaival és jelenlétüknek a folyadékáramlás és az olaj kitermelésére gyakorolt hatásával foglalkozik [216].

Regionális gépi információ-tároló és -szolgáltató rendszert, központi kút- és tárolóadat-bankot ismertet [217].

Három tanulságos esettanulmány érdemel figyelmet, három homokkőtároló teljesítménye: egy 16 éves mező [218] 0,6 és két 30 éven felüli olajmező [219, 220] 0,67 és 0,8 becsült végső olajkihozattal.

#### 4.6.1 Olajkiszorítás nem elegendő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül

Oldottgáz-hajtásnál a gázsüveg alatti olajrétegben kiváló gáz felfelé migrálásának — perkolációjának — tanulmányozására végzett kísérletekről számol be [221]. A modellben kis kapilláris nyomás mellett kúp alakúan szétterülő, diszpergálódó gáztelítettség, nagy kapilláris nyomásnál pedig függőleges gázcsatornák fejlődnek ki, a gáztelítettség nem terül szét, nem diszpergálódik. Diszperzióval sokkal nagyobb gáztelítettség áll elő. — Kőolajban a gázdiffúzió sebességének mérésére ad módszert, a koncentrációszelvény időszakos meghatározásával 205 bar és 95 °C-ig [222]. A Rangely mező (Colorado) homokkővében például a metán diffúzióáramlása 177 bar nyomáson és 71 °C-on  $3,34 \cdot 10^{-5}$  cm<sup>2</sup>/s.

Oldottgáz-hajtású tároló szkinnel terhelt kútja termelési talpnyomás-hozam arány teljesítménygörbéinek (IPR, inflow performance ratio) meghatározásához ad görbesereget [223].

A gravitációs hatásoknak és a kitermelés ütemének az oldottgáz-hajtású olajtárolók végső kihozatalára gyakorolt hatását tanulmányozták numerikus szimulációval, vízszintes, vékony tárolókban, amelyekben a gáz réteg menti migrálása elhanyagolható és a kútbefejezés hatásai minimalizálhatók, [224]. Azt tapasztalták, hogy oldottgáz-hajtásnál a kitermelés ütemének változásai, annak normális üzemi értékei mellett, jelentősen befolyásolhatják a végső olajkihozattal. Általában a gyorsabb kitermelés nagyobb kihozattal jelent. A végső kihozatal változását a gáz és olaj vertikálási szegregációja okozhatja.

Oldottgáz-hajtású tárolók numerikus szimulálásánál a gázperkoláció — felfelé migrálás — ellenőrzésének módszereit hasonlítja össze [225]. Ellenőrzés nélkül a stabilitás megkívánta időlépcső túl kicsi és a tároló életét szimuláló gépidő túl nagy. A legtöbbet ígérő a gáznak a blokk-közi felfelé áramlását az alsó végső cella szabad gáztérfogására limitálni.

Kezdeti gázsüveg olajtelep kitermelésének új módszerét tanulmányozta numerikus szimulátoron [226]: kezdeti vízbesajtolásos nyomásfenntartás után a továbbtermelést oldottgáz-hajtással. A szerzők szerint minden telepre részletes számítással kell az oldottgáz-hajtásra való áttérés időpontját meghatározni.

Víz-hajtású vagy parciális víz-hajtású tároló teljesítményének előrejelzésére egy új, kibernetikus módszert dolgozott ki [227]. A módszer a vízbeáramlást az akvíferből az olajtelepbe, egy exponenciális egyenlettel írja le. A bizonytalanságot a nyomásban, a kőzet- és folyadéktulajdonságokban az anyagmérleg-egyenlet és a vízbeáramlási egyenlet kombinálásával és egy tárolórendszerre a kibernetika alkalmazásával vették figyelembe. A módszer alkalmazását a braziliai Buracica (Bahia) olajmezőn mutatják be. A tároló-adatok feldolgozásában visszacsatolást alkalmaztak oly módon, hogy biztosítsa a tároló teljesítményének leírását teljes információ hiányában is.

Viszkózus, 18 cP-nál nagyobb viszkozitású olaj beáramlási tényezőjének számításához új módszert ad [228]. Eredményeit modellkísérletekkel erősíti meg, azzal a következtetéssel, hogy a termelésre a megcsapolás ütemének nagyobb a hatása, mint a tároló heterogenitásának.

Négy karbonáttárolóban vizsgálja a termelőkutak elosztását [229], és megállapítja, hogy a kutaknak egyenlőtlen elosztása a nagy porozitású és nagy hasadékos övekben jelentős kútszám-megtakarításhoz vezethet.

A kanadai Pincher Creek gázmezőben szokatlan, oldalirányú vízbenyomulásról — víznyelvről — számol be [230]. A víznyelv a hasadékos-porozus karbonáttároló felépítésére vezethető vissza.

Egy aktív víztesten elhelyezkedő, nagy gázsüveggel bíró olajtelepen a gáz- és olajöv egyidejű megcsapolása nem volt hatásos, megkezdődött az olaj benyomulása a gázsüvegbe. A tároló tanulmányozásával kitént, hogy az aktív víz-hajtás a gázsüveg megcsapolása nélkül elegendő a nyomásfenntartásra [231].

#### 4.6.2 Olajkiszorítás nem elegendő fluidummal, fluidumbesajtolással

Az Appalachi olajterület olajtárolói kitermelési lehetőségeinek gépi megvizsgálása során megállapították, hogy a Fork Run telep 0,8 mD átlagpermeabilitású Cooper-homokjából gázélezéssel az 1,3 Mm<sup>3</sup>-es olajkészlet 0,21 része 18 év alatt gazdaságosan, átlag 1140 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> gázfelhasználással, 4450 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> gazdaságos határig kitermelhető [232].

Fluidumbesajtolásos művelet előrejelzésére alkalmas numerikus szimulátort írt le [233]. A modell vonalforrások és nyelömegoldások szuperpozíciójával előállított áramvonalmezőn alapszik, és tetszés szerinti kúthálózatra és kiszorító mechanizmusra könnyen alkalmazható. Az egységtől eltérő mozgékonyági arány és a rétegezett tároló is modellezhető, összenyomható folyadékokkal és nem megállapodott áramlással is. Alkalmazását egy- és kétfázisú áramlásra példákkal szemlélteti.

Nagy gázsüveg alatti és víztesten nyugvó vékony — palacsinta — olajtest vízelárasztásának kétdimenziós háromfázisú numerikus szimulátorát ismerteti

[234], a primer kitermelés mellett hat különböző vízelárasztási esetre. A kedvezőtlen adottságok miatt a legjobb elárasztási eset is csak 0,027 kihozatal-növekedést ígér a primer kihozatalhoz képest.

Kezdeti vízbesajtolásos nyomásfenntartás után oldottgáz-hajtással folytatott termelés numerikus szimulálásával foglalkozik [226].

Olajtelep kontúron belüli vízelárasztásos leművelése optimalizálásának matematikai alapja a hidrodinamikai nyomáseloszlás számítása. [235]-ben ezt USM-1 RC-analóg gépen stationer esetre oldják meg. A hozamok optimalizálása adott kútelosztás mellett a módosított Simplex-módszerrel Minszk-22 digitális számítógépen történik. Az analóg közbenső eredmények átvitelét a digitális gépre csekély (0,1%) hibával oldották meg.

Nyolc kaliforniai vízelárasztás termeléstörténetének statisztikai elemzésével egy tapasztalati korrelációs módszert (ECM empirical correlation method) dolgoztak ki vízelárasztás teljesítményének előrejelzésére, könnyen mérhető paraméterek — permeabilitásváltozás, olaj- és gáztelítettség az elárasztás kezdetén, viszkózitásarány, a besajtolás üteme, kúttérköz — korrelálásával. A módszer helyi alkalmazásra való [236].

Egy erősen rétegezett, elgázosodott tároló dőlésben lefelé történő vízelárasztásának kétdimenziós, háromfázisú numerikus szimulálását ismerteti [237]. A vízelárasztás előtti gáztelítettség növeli az olajkihozatalt.

Kis permeabilitású tárolókban csökkent telepnymás mellett vízelárasztásnál a szükségessé váló repesztés nyomásának biztonságos, továbbá az optimális besajtoló nyomásnak és a kútrendszernek helyes megválasztásáról ír [238].

A legnagyobb állandó besajtolási ütemmel folytatott vízelárasztás teljesítményének előrejelzésére igen előnyös a *Higgins—Leighton*-módszer. Alkalmazásának előnyeit foglalja össze röviden [239]. — Erősen hasadékos tároló mintáján a nagyobb olajkihozatal érdekében végzett ciklikus víz- és gázbesajtolásos — nyomáslüktetéses — vizsgálatokat ismerteti [240]. Az érintett pórustérfogathoz 0,12-ig terjedő kihozatal érhető el a primer kimerülést követő ciklikus gáznyomással, ezzel szemben a kihozatal 0,25-ig nőhet, ha a ciklikus gáznyomást egy-két víznyomásos ciklus előzi meg. A víz- és gáznyomáslüktetés kombinálása adhatja a legnagyobb kihozatalt.

Viszkoplasztikus olajnak vízzel történő kiszorításánál a rétegezett tárolóban a nem befolyásolt öv alakjáról értekezik [241].

Vízbesajtoló kutak heterogén szelvényének anorganikus gélképző anyagokkal történő kiigazításáról számol be 56 kezelés eredményeinek alapján [242]. A módszer oldottgáz-hajtású telepek kútjaiban is előnyösen alkalmazható a korai elvizesedés csökkentésére vagy megszüntetésére.

Hab besajtolásával csökkenthető a folyadékáramlás az olajtároló nagy permeabilitású csatornáiban. A hab szelektíven zárja az ilyen csatornákat, főként akkor, ha gázt sajtolnak be. Ilyen, a heterogén besajtolószelvényt korrigáló, a termelési víz-olaj arányt csökkentő üzemi kísérleti habbesajtolásról számol be [243].

A mag heterogenitásának — a paralel és szériés rétegzettség, szétszórt lencsék és üregek — a vízelá-

asztás relatív permeabilitására gyakorolt hatását vizsgálta numerikus szimulátorral [244]. A jól szét-szórt heterogenitások hatása a vízelárasztás teljesítményére kicsi, de ha azok csatornaszerűvé válnak, hatásuk erős. Hatásuk mértékét különböző besajtoló ütemű vizsgálatokkal lehet kikutatni.

Azerbajdzsáni rétegezett heterogén tárolók teljesítményének a termeléstörténet statisztikai elemzésén alapuló előrejelzését ajánlja a vízhányad alakulása alapján [245].

Víz-hajtású olajtartóval társult víztest tulajdonságainak — nagyság, mozgékonyság, tranzmisszibilitás, tárolás — a tároló teljesítményéből történő becslésére ad új módszert [246]. Radiális tárolórendszerben a három normálegyenlet megoldásához szükséges három dimenzió nélküli függvényre táblázatot közöl: a kumulatív folyadékbeáramlás, a beáramlás üteme és a radiális derivált függvényét.

Az áramlás síkjában heterogén permeabilitású tároló elárasztásánál vizsgálja a területi elárasztás kis hatásfokát öt pontos, ferde és egyenes vonalú hajtás esetében a permeabilitáseloszlás függvényében 400 blokkos szimulátorral [247]. A hatásfok erősen heterogén öt pontos rendszerrel 0,25-ig csökkenhet.

Rétegezett tároló vízelárasztásának pszeudorelatív permeabilitásgörbékkel történő szimulálását ismerteti [248]. A pszeudorelatív permeabilitásgörbék a rétegezett tárolóban a függőleges kiszorítás hatásfoka számításának a matematikai modelljén alapszanak. Tartalmazzák mind a mozgékonyági arány, mind a harántáramlás hatásait. Használatukat a tároló szimulálásában egy mezei példán szemlélteti. — Szabálytalan szelvényű kutakban a besajtolás szelvényének az értelmezésével, a kútmérőnek és az átmérő változásának a nyomjelző ejektör leolvasásaira gyakorolt hatásával foglalkozik [249].

Többréteges vízelárasztásnál a besajtoló kútban a perforációk elé helyezett és pakkerekkel elkülönített áramlásszabályozó szükségességéről szól és szerkezeti elvét ismerteti [250].

Vízbesajtoló kutak hőmérséklet-szelvényét befolyásoló fő tényezők numerikus szimulátorral végzett tanulmányozásáról számol be [251], a hőmérséklet-szelvény pontosabb értelmezése céljából. Egyik fontos megállapítása, hogy a differenciális hőmérséklet görbéje — a hőmérséklet változása a mélységgel — nem alkalmazható vízbesajtolásos szelvények kvantitatív meghatározására.

Az elárasztó vízzel szemben támasztott minőségi követelményekről, a vízbesajtoló rendszerekben képződő szilárd lerakódásokról, a vízelárasztás közben felmerülő nehézségekről és leküzdésük módjairól közöl hasznos összefoglalót [252—254].

A San Joaquin Valley (California) olajtelepen a vízelárasztáshoz használható öt lehetséges vízforrás vizeiről közöl értékelést [255]. — Vízelárasztáshoz használt vízből a korróziót okozó  $H_2S$  eltávolításának módját földgáz elégetésével nyert inert gázzal írja le [256]\*. — Nagy (175 bar-nál nagyobb) nyomású vízelárasztáshoz szükséges pozitív kiszorítású, jó hatásfokú szivattyú szerkezeti elveiről szól [257].

Kétdimenziós szabályos és szabálytalan folyadékbesajtolásos modellben a *Higgins* és *Leighton* módszerének alkalmazásához szükséges alaktényezők számítását közli az ekvipotenciális vonalak eloszlása

alján [258]. — Ötpontos rendszer körülhatároltságának hatását az olajkihozatalra vizsgálja modellkísérletekkel [259]. Megállapítja, hogy az olajkihozatal a rendszer egy ötpontos eleméből nagyobb, ha az elem nincs ugyanolyan, működő elemekkel körülhatárolva. Ilyenkor — a szerzők ezt izolált ötpontnak nevezik — az elem határán túl is folyik az elárasztás, a túlelárasztás. Olajmezei próbaelárasztás ezért túl derülőt eredményre vezet.

Ötpontos rendszerben az áttöréskor a terület kb.  $\frac{1}{3}$ -ának olaját a víz még nem érintette. Ennek az olajnak egy jelentős része kitermelhető a besajtoló-termelő kutak szerepének felcserélésével. A csere az elárasztás gazdaságossági határának az elérésekor is megtörténhet. A módszert fordított vízelárasztásnak (cross-flooding) nevezik [260].

Sikeres kerületi vízelárasztásról számol be egy Wyoming-i kis, nagyon heterogén és erősen telítetlen olajat tartalmazó homokkötőárolón [261], amelyből 0,12-es primer kihozatal helyett 0,3 végső kihozattal számolnak.

A US Bureau of Mines megbízást kapott arra, vizsgálja meg az USA keleti olajtárolóin a különböző, jobb kihozattal ígérő folyadékbesajtolásos művelés alkalmazásának a lehetőségeit. Ennek keretében mérlegeli a vízbesajtolás lehetőségeit numerikus szimulálással az Ény.-ohioi East Canton olajmezőn, melynek olaja kiváló, pennsylvaniai fokozatú [262]. — Az US Offices of Mineral Resources megvizsgálta a vízelárasztással kitermelhető olajkészleteket az USA 24 olajtermelő államában vízelárasztás alatt álló tárolók közül 3209 tárolón, és azt összesen 960 Mm<sup>3</sup>-nek találta. Ezekben a mezőkben a primer készleteket 790 Mm<sup>3</sup>-re becsülték. A vizsgálat eredményeit [263] közli.

A 160 km hosszú texasi Panhandle mezőn számos vízelárasztás folyik. Közülük a sikertelenekek egyikét elemzi [264]\*. A sikertelenség okai közt elsők a szükséges adatok hiánya a tárolóról és a figyelmen kívül hagyott veszélyjelzésekkel szemben. Javasolja a besajtoló kutak szelektív kialakítását és a mozgékonyági arány polimerekkel történő szabályozását. — A Ny.-virginiai Penn Grade olajat tároló Big Injun homokban a vízelárasztást befolyásoló geológiai tulajdonságokat, főként az agyagásványok permeabilitást csökkentő duzzadását és mozgását foglalja össze, és a vízelárasztáshoz zárt rendszerben előkészített és a tárolónak megfelelő sósvíz használatát javasolja [265]. — A texasi Big Mineral Creek mezőn sikerrel folyó vízbesajtolásos művelést ismerteti [266], ahol a mező öt homokrétegének elárasztása alulról-felfelé haladó sorrendben folyik. Ellenáramú felszívásos vizsgálat a magmintán 0,58 olajkihozattal mutatott. — A Plato Viking (Saskatchewan) telítetlen olajat tartalmazó volumetrikus homoktárolón korán megindítandó vízelárasztás előzményeit és terveit ismerteti [267]. A vízelárasztással tervezett kihozatal 0,33, szemben a primer kitermeléssel elérhető 0,128-del.

Vízbesajtolás alatt álló, hasadékos tároló teljesítményének elemzését, közelebből a hasadék térfogatarányának, a matrixból a kihozatalnak és a kihozatal félidejének regressziós analízissel történő meghatározását közli [268], két módszerrel, az egyiknél a matrix-

blokkot az időlépcső elején pillanat alatt bemerültnek, a másikkal a blokk bemerülési sebességét tekintve állandónak.

A Maydan Mahzam (Qatar) tenger alatti karbonát olajtárolóban egy felsőbb akvifer vízének átfejtésével folyó sikeres vízelárasztásos nyomásfenntartásról, a megelőző modellkísérletekről és eredményeinek alkalmazásáról számol be [269], és a nagy transzparens analóg modellt ismerteti [270]. — A Bakr North-Amer (Egyiptom) telítetlen olajat tartalmazó mészkőmezőben bekövetkezett korai vízáttörés elemzéséről és az ezt követő megcsapolás tervezéséről számol be [271].

Megelőző laboratóriumi vizsgálatok után, amelyek során az olajkiszorítás hatásfokát szintetikus olajnedves magokon a víz  $p_H$ -jának 3,5–12,5 közötti változtatásával tanulmányozták, a Singleton-mezőn (Nebraska) 0,5 *n* NaOH oldattal ötpontos kísérleti vízelárasztást végeztek, biztató eredménnyel [272].

Vízelárasztásnál a felületi aktív — detergens — adaléknak a nedvesítésre gyakorolt szerepéről ad a felületi kémia szempontjából jó összefoglalást [273]. Felsorolja kételyeit az olajnedves kőzetek létezéséről, *Fowkes* elmélete alapján, mely szerint valamely folyadék felületi feszültségének két komponense van, egyik a molekuláris *London* diszperziós erőből, a másik a poláris kémiai szerkezetből ered. A detergenselárasztásnál szól a szorpcióról az olaj-víz, majd a kőzet-folyadék határfelületen, az alkalmazás határaitól, végül a nedvesítést megváltoztató elárasztásról. A detergenselárasztást ígéretes termelési módszernek tartja.

A víz besajtolhatóságának növelésére alkalmas, a maradék olajtelítettséget és a permeabilis csatornákat eltömítő lerakódásokat a kút környezetéből eltávolító micellás oldatoknak a tulajdonságait, értékelését és üzemi alkalmazását ismerteti [274]. A micellás oldatok szénhidrogénszolvensből, sós vízből, valamint petróleumszulfonát tenzidből és etoxilált alkoholokból, mint társtenzidekből állnak. Az ilyen oldat olajjal és vízzel elegyedik, 0–95 °C közt stabilis, és túri a víz szalinitásváltozásait.

Részen hidrolizált poliakrilamid-oldatok porózus közegekben való viselkedésének laboratóriumi vizsgálati eredményeiről számol be [275]\*. Azt tapasztalta, hogy az oldatból, ha az nagyon sós vagy karbonátközzel érintkezik, a polimer adszorpció nagy. Az oldat szalinitása, a térfogatáramlás, a kőzetporusok mérete és a polimer móltömege nagyon befolyásolhatja a polimeroldat mozgékonyágának és a kőzet permeabilitásának a csökkenését.

Polimeroldatoknak konszolidálatlan porózus közegekben át való áramlásakor a sebességtől függő, leginkább a besajtoló kutak környezetében jelentkező hatások vizsgálatának egy módszerét ismerteti [276]. Kísérleti adatokat közöl poliakrilamid-, polietilén-oxid- és polisacharid-oldatokról. Vizsgálja a normális, nem newtoni áramlástól való eltérés lehetséges okait.

Az É-Amerikában 1964-től 1969 közepéig elkezdett 61 olajtelepi polimerelárasztásról nyújt tájékoztatást [277]\*. Olyan vízelárasztásokról, amelyekben a polimert a víz mozgékonyágát csökkentő adalékként használták. Az alkalmazások közül 29 volt sikeres. Leírnak egy numerikus szimulátort is, egy kétdimenziós, kétfázisú, harántáramlás nélküli rétegzett rend-

szerben történő víz- és polimerelárasztásra, amit összehasonlítanak analitikai megoldásokkal, laboratóriumi modellekkel és üzemi alkalmazásokban nyert eredményekkel.

A polimeroldatos elárasztó folyamatra a polimerben, az oldószerben és a matrixban jelenlevő ionos és Coulomb-erők egymásra hatása alapján egy elméletet alkot [278], mely az adott tároló elárasztására legmegfelelőbb mozgékonyaságszabályozó polimer molekuláris szerkezetének megtervezéséhez kvalitatíve felhasználható. Az elmélet alapján vizsgálja a polimer adszorpcióját a porusok falán.

Különböző polimer oldatának áramlását vizsgálja [279], tekintettel az oldatok reológiai tulajdonságaira és a polimer és a porózus közeg kölcsönhatására. Némely polimeroldat mozgékonyasága a viszkozitásból előre jelezhető, másoké kisebb, mint ami csak a viszkozitásból becsülhető. Bizonyos viszkoeasztikus polimer csökkenő mozgékonyasága, kis áramlási sebességek mellett, a porózus közeg polimer adszorpció okozta permeabilitás csökkenésével magyarázható. A permeabilitást csökkentő hatás a molekulanagysággal nő, ami empirikusan összefügg a mérhető viszkoeaszticitással.

Kétdimenziós, egyfázisú (sós víz kiszorítása polimerrel) és kétfázisú (olaj és sós víz kiszorítása polimerrel) polimerelárasztás kísérleti és matematikai vizsgálatáról számol be [280] és [281]. A numerikus szimulálásban felhasználja a polimer ellenállási tényezőjét, és ennek térben és időben való változását. Az előre jelzett és kísérleti eredmények jól egybevágtak. Kísérleteket végeztek kétdimenziós homogén és heterogén transzparens modellben is. Polimer alkalmazásával a kihozatal növekedése 0,1, a területi elárasztás határfokáé 0,05–0,15 volt.

A permeabilitás, rétegezethez, a polimerkoncentráció és a viszkózus vízdugó nagyságának együttes hatását vizsgálták ötpontos rendszerben, egy áramvonal típusú numerikus szimulátorral [282]. Öt különböző permeabilitáseloszlásnál azt találták, hogy a viszkózus elárasztásnál a kihozatal növekedése a szokásos vízelárasztáshoz képest annál nagyobb, minél rétegezetebb a tároló. Homogén tárolóban ajánlatosabb nagy viszkozitású kis dugót, rétegezetben hígbab, nagy dugót alkalmazni. Adott tárolóhoz és adalékhoz meghatározható az optimális dugónagyság.

A polimerelárasztás időzítését vizsgálva 56 polimeres vízelárasztás elemzése azt mutatja, hogy az eredmény annál jobb, minél korábban kezdik el a mező életében az elárasztást, és a kihozatal 0,05–0,15-dal növelhető, ha a víz-olaj arány (WOR) 4-nél kisebb [283]. Ha a területi elárasztás határfoka nagyon kicsi, a polimeres kezelés később is elkezdődhet, amikor a WOR 16-nál nagyobb.

Egy Wyoming-i 1967-ben elkezdett eredményes üzemi polimeres elárasztásról számol be [284]. Itt a polimerbesajtolásra való átállás előtt kiigazították a besajtoló szelvényt; a radioaktív nyomjelző a legközelebbi termelőkútban egy évvel megelőzte a polimer odaérkezését. — Gázelárasztás határfokának növelését célzó előzetes polimerbesajtolás hatását vizsgálja [285].

Kanada első, 1967 elején elkezdett és gazdaságosnak bizonyult polimerelárasztásáról közöl beszámolót [286].

Becsülés szerint a végző kihozatal az egyszerű vízelárasztásával szemben 0,1-del nagyobb lesz.

Folyadékbesajtolásos műveletnél a folyadék eloszlás szelvényének a meghatározására nagyon hatásos módszer a radioaktív nyomjelző módszer. Sok termelő-kút probléma elemzésére is alkalmas. A radioizotóp kiválasztását, a gamma-sugár észlelőket, a nyomjelző ejektor eszközeit, az észlelés értelmező módszereit és a nyomjelzés üzemi alkalmazásait ismerteti [287].

#### 4.6.3 Olajkiszorítás elegyedő fluidummal

Jó áttekintést nyújt a [288] tanulmány a nyugati félteke olajtelepein az elmúlt 20 esztendőben megkezdett elegyedő dugós (pados) olajkiszorító műveletekről. Ezek száma 72. Közülük csak 54 volna értékelhető, kellő információ azonban csak 30-ról áll rendelkezésre, a szolvens dugó nagysága és a siker összefüggése pedig csak 23 műveletnél ismeretes. A tanulmány kitér a javított elegyedő dugós módszerekre: a szolvens előtti víz-, és a váltakozó gáz- és vízbesajtolásra. Majd ismerteti négy előzőleg vízzel elárasztott tárolón megkezdett elegyedő kiszorítást, és végül négy kanadai nagyméretű elegyedő dugós elárasztást, közöttük a 0,95 becsült kihozattalal kiemelkedő Golden Spike tárolón folyó műveletet.

Egymás között összekötött kapilláriscsőhálózat-moddell tanulmányozza az elegyedő kiszorítást egyenlő viszkozitású és sűrűségű folyadékpárral [289]. A csőhálózat heterogenitását a csőméret és a csőhelyzet eloszlási függvényével definiálja. Leírja olyan csőhálózat szerkesztését, melynek heterogenitása a tárolókőzet porushálózatának modellje. A csőhálózat tárolóproblémára használhatóságát a heterogenitásra, ujjasodásra és áttörésre, valamint ötpontos rendszerben a területi elárasztás határfokára gyakorolt hatásának számításával példázza.

Nem elegyedő kétfázisú numerikus szimulátor az elegyedő kiszorítás szabatos számítására alkalmazható, ha a relatívpermeabilitás- és kapillárisnyomás-függvényeket a diffúzió-diszperzióra való tekintettel megfelelően kiigazítják. Azonban az „elegyedő” analógia alkalmazásának a kétfázisú szimulátorban bizonyos korlátai is vannak, legkomolyabb a szóródás (numerikus diszperzió). Az alkalmazást példákön mutatja be [290]\*.

A stabil elegyedő kiszorítást leíró nagy pontosságú analóg differenciaegyenleteket ad [291], amelyekben a magasabbrendű differenciaszkéma csaknem minden numerikus elhanyagolást kiküszöböl, ami a szokásos megközelítések velejárója, és csak a fizikai diszperzió hatását hagyja a megoldásban. Ez a technika egydimenziós rendszerben egy negatív diszperziós kifejezés, az áramlás sebességétől, az időlépcső és a blokk nagyságától függő numerikus diszperziós tényező bevezetését jelenti a kontinuitás egyenletébe. Az eljárás többdimenziós rendszerekre is kiterjeszhető.

Ötpontos rendszerben CO<sub>2</sub>-dugós vízelárasztásnál nem stabil elegyedő kiszorításban korrelációt ad a kihozatal előrejelzésére és az optimális CO<sub>2</sub>-dugó nagyságának a meghatározására [292]. A nem stabilitás kedvezőtlen mozgékonyasági arányt jelent, a gravitációs stabilizálódás előnye nélkül.

Az elegyedés meghatározására dúsított gázhajtásnál és szolvendugós elárasztásnál kísérleti adatokat használnak [293]. A szolvendugó (Liquified Petroleum Gases LPG) elegyedési adatai kiterjednek arra az esetre is, ahol a hajtógáz nagy mennyiségű nitrogént tartalmaz és kisnyomású elegyedéssel kiszorítás kívánatos. Mindkét esetre közli az összetételi kívánalmakat.

Olajnak laboratóriumi homokkőmagból nagy víztelítettség mellett oldószerrel — propánnal — történő kiszorítására végzett vizsgálatok eredménye szerint folytonos víz-propán besajtolással a teljes olajkihozatal még akkor is elérhető, ha az olajtelítettség közel van a maradéktelítettséghez. A nem áramlóképes olaj feltehetően molekuláris diffúzióval jut az áramló propánba [294].

A Wolfcamp (Texas) mezőn tíz év óta alkalmazott kerületi elegyedő kiszorítás váltakozó nagynyomású gáz- és vízbesajtolással bevált [295]. A művelet határfokát tovább fogja javítani a besajtolás numerikus szimulálással meghatározott elosztása.

Az Ante Creek (Alberta) mély, nagynyomású tároló könnyű olajának elegyedő kiszorítására a dús szeparátorgázt sajtolják vissza, vízzel váltakozva. A számított kihozatal 0,615 [296]\*.

A South Ward (Ny-Texas) mezőn egy korábban vízzel nagyon sikeresen elárasztott homokban, zárt ötpontos rendszerben propándugóval végzett kísérleti kiszorításról — tercier műveletről — számol be [297]. A propándugó besajtolását gáz, majd váltakozva gáz és víz követte. A tárolóban olajpad állt elő. Ezzel a kísérlettel a maradékolaj 0,37-át kitermelték. Nagyobb maradékolaj-telítettségűnél a folyamat gazdaságos lehet.

Laboratóriumi vizsgálatok után, melyek szerint az olajkihozatal  $\text{CO}_2$ -dal 1,5—2-szerese a vízelárasztás kihozatalának, a Mead-Strawn (Texas) tárolóban kísérleti  $\text{CO}_2$ -elárasztás folyt, ennek eredményeiről számol be [298]. Az oldottgáz-hajtással kimerült tárolóban előbb a nyomást vízbesajtolással 6 bar-ra emelték, ezt követte egy kis, 0,04 pórusterfogot  $\text{CO}_2$ -dugó besajtolása, majd 12 pórusterfogot  $\text{CO}_2$ -dal telített víz, végül sós víz. A kísérlet eredménye biztató.

Micellás oldatok használatán alapuló, elegyedő fajtájú vízelárasztások mozgékonyaság szabályozásának megtervezéséről számol be [299]. Egy új, a Marathon Oil Co. által kidolgozott elegyedő fajtájú olajtermelési módszer védneve: maraflood. Az olajat micellás szerkezetű oldatdugó szorítja ki, melyet polimeroldattal szabályozott mozgékonyaságú puffer közbeiktatásával, vízzel hajtának előre. Az oldatdugó fő komponensei petróleumszulfonát (részben hidrolizált poliakrilamid polimer), víz, izopropil-alkohol és stabilizált könnyű gázolin. (A micellás oldatot oldható olajnak, mikroemulzióknak, transzparens olaj-víz diszperzióknak is nevezik.) A módszer egyformán alkalmazható szekunder és tercier művelésre. — Üzemi alkalmazásairól közöl rövid beszámolót [300].

A radioaktív nyomjelzős technikának a Fairway nagy reef-olajtelepen való alkalmazásáról számol be [301]. Itt a telítetlen olajat nagynyomású gáz szorítja ki elegyedve váltakozó gáz-víz besajtolással, 0,5 kihozattal. A kizorító gázfront helyzetét, a gázátterések helyeit, az elegyedés bekövetkeztét nyomjelzőkkel állapítják meg.

#### 4.6.4 Olajkiszorítás meleg fluidummal

Jó összefoglalást nyújt a hő alkalmazásáról az olaj kitermelésében és ennek az NSZK-ban elért eredményeiről tájékoztat [302].

Agyagtartalmú tárolókőzetben meleg vízzel végzett elárasztási kísérletekről számol be [303]. A kísérleteket  $200\text{ }^\circ\text{C}$ -ig terjedő hőmérsékleten és 400 bar közetnyomásnak megfelelő nyomáson végezték. Agyagok jelenlétében is célszerű a jobb kihozattal biztosító melegvíz-elárasztás.

Kétréteges tárolóban a kétfázisú áramlás Buckley—Leverett elméletével vizsgálja az olajkihozattal numerikusan számított hőmérséklet-eloszlás alapján, hideg- és melegvízes elárasztásnál [304]. Az eredmények jól egyeznek Rapoport és Leas eredményeivel.

Előzőleg vízzel elárasztott mesterséges porózus tárolóban laboratóriumi kizorító kísérleteket végeztek kis, könnyű szénhidrogénekből álló dugókkal, melyeket 0,5 pórusterfogatnyi  $115\text{ }^\circ\text{C}$ -os melegvíz-pad közbeiktatásával hideg víz hajtott előre [305]. Meleg vízzel a maradékolaj 0,46—0,76 részét kitermelték. A kitermelt és a besajtolt szénhidrogének aránya, a dugó viszkozitásától függően, 1,1—3,96 volt.

A közepén vízszintes hasadékkal bíró vízszintes tárolóban vizsgálja a tároló radiális és vízszintes hővezetéssel előálló felmelegedését és a hőmérséklet-eloszlást ismételt gőzbesajtoláskor [306]. Rámutat a horizontális hővezetés elhanyagolásakor előálló hibára.

A kétdimenziós és háromfázisú (olaj, víz, gáz) gőzelárasztásra közöl numerikus szimulátort [307]. Figyelembe veszi a fázisközi tömegtranszfert a víz és gázfázis közt, de az olajat nem illónak és a szénhidrogéngázt a folyadékfázisban nem oldódnak veszi. A modell a tárolóban kétdimenziós hőkonvekcióval és az olaj és szomszédos rétegekre merőleges keresztmetszelyben kétdimenziós hővezetéssel számol. Szükséges a kapilláris erő dimenzióanalízis figyelembevétele. Számítási példák és kísérletek a modell használhatósága mellett bizonyítanak.

A természetes konvekció háromdimenziós numerikus szimulátort dolgozza ki [308]. A módszer egy vektorpotenciált alkalmaz a probléma megoldására. A parciális differenciálegyenleteket ADIP- (Alternating direction implicate procedure) és SOR- (Successive over relaxation) módszerekkel oldják meg, az eredményeket pedig kontúrtérképek alakjában közlik. — Gőzelárasztáskor a besajtolt hőhordozóról a tárolókőzetre történő hőátvitel meghatározására numerikus szimulátort közöl [309].

Az 1899-ben felfedezett, csaknem  $500\text{ Mm}^3$  földtani olajkészletű Kern River (Kalifornia) mezőnek a Getty Oil Co. által művelt részén folyó nagyarányú gőzelárasztásos műveletről tájékoztat [310]. Az egész mező 4500 kútjából közel 4000 áll ciklikus gőzkezelés (huff and puff stimulálás) vagy gőzelárasztás alatt. A Getty-tulajdon 2471 kútjából 2169 a gőzkezelés és 302 a gőzelárasztó rendszerhez tartozik, az utóbbiak közül 151 a gőzbesajtoló kút. A gőzkezeléssel szemben a nagyobb beruházást igénylő, de jóval hatásosabb, átlag 0,25 kihozattal ígérő gőzelárasztás fejlesztésén dolgoznak.

Gőzelárasztáskor a gőzömben elgőzölgő vagy desztillálódó olaj mennyiségének a meghatározására végzett

izotermikus laboratóriumi vizsgálatokról számol be, és ezek alapján a gőzfront mögötti övből folytonos gőzbesajtolással elérhető olajkihozatal számítására módszert nyújt [311].

Ötpontos gőzelárasztás részletesen ismertetett numerikus és laboratóriumi szimulálása alapján, a Buckley—Leverett-módszer alkalmazásával az olajkihozatal és a kumulatív hozam-idő összefüggés meghatározására gyors és kellő pontosságú grafikus módszert nyújt [312]. — Ötpontos gőzelárasztásban a területi elárasztás hatásfokának a meghatározását adja a Higgins és Leighton, Marx és Langenheim, Willman és társai és Ramey-módszerek kombinációja alapján numerikus szimulálással, valamint két laboratóriumi modellen végzett szimulálással [313].

A Kern River mezőn (Kalifornia) 1964 közepétől folyó sikeres gőzelárasztást ismerteti műszaki szempontból [314]. Ma a mező napi 1065 m<sup>3</sup> olajat „izzad ki” 4750 m<sup>3</sup> gőz besajtolására. — A Winkleman Dome (Wyoming) mezőn folyó sikeres ötpontos gőzelárasztásról számol be [315]. Az olaj sűrűsége 0,972, telepviszkozitása 800—1000 cP, a hővel érintett területről 0,5 olajkihozatalt remélnek.

Tíz Penn-Grade (Pennsylvaniaiában és a környező államokban előforduló kénmentes paraffinbázisú kőolaj, 0,78—0,875 sűrűséggel, kiváló minőségű kenőolaj-frakcióval) olajmintával végzett gőzkiszorításos vizsgálatot ismertet [316]. A vizsgálatok célja volt megállapítani, hogy a vízelárasztás utáni maradékolaj gőzelárasztással (tercier művelet) milyen hatásfokkal termelhető ki. A nyert értékek erős szórást mutattak, egy pórustérfogat gőz (kondenzátum) besajtolása alapján 0,13—0,61. Az eredményeket numerikus szimulálással is egyeztették. — A Slocum (K-Texas) mezőn húsz 13 pontos rendszerű sikeres gőzelárasztásos műveletről számolnak be [317] és [318]. — Egy olajtelepen végzett folyamatos gőzbesajtolási kísérletről és annak hőmérlegéről közöl beszámolót [319].

Oldottgáz-hajtású tárolóban a gőzkezelés (gőzfelszívás, steam-soak) első ciklusa eredményének előrejelzésére alkotott numerikus szimulátor az üzemi megfigyelések eredményeivel jól megegyezik. A modell mind rétegezeten, mind harántáramlásos rétegezett tárolókra alkalmazható [320].

Oldottgáz-hajtású tárolóban vizsgálja a gőzfelszívásos eljárást analóg szimulátorral [321]. Az eredmény azt mutatja, hogy a teljesítmény érzéketlen a besajtolás üteme és a felszívás idejével szemben, de arányos a nyomáscsökkenéssel. A termelékenység növekedése vékony olajhomokban és viszkózusabb olajnál nagyobb. Több kutas rendszerben a termelés kisebb dugók és rövidebb ciklusok mellett meggyorsul, de egyidejűleg az olaj-gőz arány csökken.

A gőzfelszívás teljesítményét gravitációs lecsapolással termelő tárolón vizsgálja numerikus szimulátorral [322]. A módszer nagy végső kihozatalt ígér. A legnagyobb kihozatal akkor érhető el, ha a meleg öv sugara a megcsapolás külső sugarának 1/4-énél kisebb. Előnyös a szorosabb kúttelepítés, de lesz egy optimális kúttávolság.

A Cat Canyon (Kalifornia) mező ciklikus gőzkezelési stimulációs művelein gyűjtött tapasztalatokat és a viszonylag mély művelet optimalizálását ismerteti [323]. — Egy üzemi ciklikus gőzbesajtolás ered-

ményeit közli [324] is. — A Huntington Beach tenger alatti olajmező TM-homokjában 1964 óta folyó nagyarányú ciklikus gőzbesajtolást írja le [325]. Ezt a 0,966—0,986 sűrűségű olajat tartalmazó tárolót ez a termelési módszer tette művelésre érdemessé. Gőzkezelés nélkül a végső kihozatal 0,04 lett volna, gőzkezeléssel 0,38-at várnak. Itt a ciklusok tartama 12—16 hónap, a termelőkutak száma 32, az egy kútból egy ciklus alatt kitermelt olaj 4800 m<sup>3</sup>.

Rokon alkalmazás az elemi kénnek [326] által ismertett termelése víz hiányában meleg inert gázzal, szemben a Frasch-eljárással, amelyhez vízre van szükség.

#### 4.6.5 Olajkiszorítás helyben elégetéssel

Laboratóriumban vizsgálja a tároló felmelegítését egy kétkomponensű keverék besajtolásával és elégetésével [327], amikor CO<sub>2</sub> és szén-sav keletkezik. E módszer előnye más módszerekkel szemben az égésfront kb. 700 C° hőmérséklete és nagy sebessége, ami nagy kihozatalt ígér.

Laboratóriumi helyben elégetés tüzelőanyag-felhasználásából a valódi tároló tüzelőanyag-igényének a becslésére ajánl módszert a porozitás- és permeabilitásadatok alapján [328]. Kísérleti adatokból meghatározták az in situ elégetés modell reakciókinetikáját és hővesztéségi paramétereit konszolidált és konszolidálatlan közegre, majd numerikus szimulátorral kiszámították a porozitás- és permeabilitásváltozás hatását a tüzelőanyag-felhasználásra.

A helyben elégetés égésfront előtti öveiben lejátszódó folyamatok laboratóriumi szimulálásának eredményeiről számol be [329]. A melegvíz-öbben a gázkiválás, a gőzplaton pedig a gőzdesztilláció az olajáramlás fő mechanizmusa. Mindkét mechanizmus elsősorban az olajösszetételtől, a rendszer nyomásától és a gázbesajtolás sebességétől függ.

Helyben elégetés tervezéséhez útmutatást ad és ipari alkalmazásairól számol be [330]. Nagy permeabilitású homoktelepekben a helyben elégetés kihozatala kb. 0,5, szemben a 0,05 primer kihozattal és a levegő- és gőzbesajtolással elérhető 0,25-dal. A helyben elégetés fajlagos költségei is a primer termelésének 0,25-ára csökkentek.

A meggyújtás idejének az olaj mért oxidációsebességén alapuló számítására ad üzemi adatokkal is ellenőrzött egyenletet [331], kitérve a hőmérséklet, a nyomás hatása mellett a permeabilitásra, az olaj-homok arányra mint paraméterekre.

A nedves helyben elégetés problémájának kiváló összefoglalását nyújtja [332]\*. (Az elégetés a besajtoló víz-levegő arány szerint lehet száraz, nedves és túlnedves; az utóbbi esetben a rendelkezésre álló tüzelőanyag egy része elégetetlenül visszamarad.) Vizsgálja a hőfejlesztést és hőtranszportot: az áramlás irányában a hővezetést, a tároló és fedő és fekvő közei közti hőcserét és az olaj oxidációjának a sebességét. Ismerteti a dimenziális modellen nyert összefüggéseket. Leír két olajtelepi nedves elégetéses kísérletet, a Schoonebeck és az East Tia Juana mezőkön, összegezi az üzemi tapasztalatokat és útmutatást ad a nagyüzemi tervezéshez.

A vízbesajtolásnak a helyben elégetésre gyakorolt hatását vizsgálja elméleti úton [333], a besajtolás víz-levegő aránya és a rendelkezésre álló tüzelőanyag-koncentráció szempontjából. Ha a tárolókőzetben a tüzelőanyag-koncentráció kb. 20 kg/m<sup>3</sup>-nél kisebb, egészen vagy félig megállapodott folyamat csak akkor állhat elő, ha a víz-levegő arány bizonyos értéknél nagyobb.

Figyelmet érdemelnek a helyben elégetésről közölt esettanulmányok. A Midway Sunset (Kalifornia) mezőn a sikeres elégetést mint primer műveletet ismereti [334]. — A helyben elégetés a Fry (Illinois) mezőben hét éve folyik, mintaszerűen gondozott kutakkal, felül a gazdaságosság alsó határán [335]. — Sikeres helyben elégetéses műveletről számol be az oldottgáz-hajtás után vízzel elárasztott Delhi (Louisiana) mező-

ben [336]. — Sikert ígér a Pipe Island (Louisiana) mezőn folyó kísérleti helyben elégetéses üzem is [337].

Az US Bureau of Mines által Rock Springs (Wyoming) közelében, olajpalában végzett elektromos, folyadékos és explozív repesztést követően sikeres helyben elégetéses kísérletet végeztek, amely azt mutatta, hogy a hasadékos palában a kútba propán-égit helyezve, levegő és propán besajtolásával önfenntartó égésőv fejlődik ki [338].

Numerikus szimulátorral megvizsgálták, hogy elektromosan vagy hidraulikusan repesztett márgában az olaj mekkora hányada éli túl az érintkezést a meleg hasadékkal. Ha a hasadékban a hőmérséklet megközelíti az 1100 C°-ot, folyékony olaj már nem várható, 650 C° mellett a megmaradt hányad legfeljebb 0,64 [339].

## 4.7 Földgáztermelés

### 4.7.1 Földgáztelepek

Az üledékes kőzetek vizében oldott gázok térbeli eloszlásában a hő- és tömegtranszfer problémáját matematikai módszerrel kezeli [340]. Ebből lehetőség nyílik prognosztikus gázkészletek regionális méretekben való kvantitatív becslésére.

Valódi gázoknak porózus közegben történő egy- és kétdimenziós, állandó és változó nem izotermikus áramlását leíró egyenletrendszer megoldásait adja [341]. Az eltérési tényező változását a nyomással is figyelembe veszi. A megoldások gázkutak hőmérséklet-vizsgálatára és gáz-csapadék telepek termelésére is alkalmazhatók.

Fagyott földgáztelepek — gázhidrátok — létezésének mélységi feltételeit vizsgálja [342], olyan területeken, ahol a külső földkéreg hőmérséklete kicsi. Ilyenek lehetnek a sarkvidék permafrostja alatti porózus tárolók. Módszert ad a hidrátreteg mélységének és vastagságának a meghatározására.

Nitrogén, széndioxid és kénhidrogén alkotóknak a valódi gáz áramlására gyakorolt hatását tárgyalja [343]\*. Az eltérési tényező számításához a valódi gáz pszeudonyomás-függvényét 0,9–0,4 (CH<sub>4</sub>+N) és 0,1–0,6 (CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>S) koncentrációhatárok közt táblázatokban közli. Ha e tisztátalanságok részaránya 0,1-nél nagyobb, ennek a figyelembe nem vétele jelentékeny hibára vezet.

Nedves, homokos-agyagos kőzetek gázáteresztő képessége jelentősen függ a nedvességtartalmuktól, ennek összetételétől, a nyomásgradiens nagyságától és a gázdifúzió sebességétől. Ezeket az összefüggéseket a Gasli földgáztelepen mutatja be [344].

Egydimenziós tranziens gázáramlás numerikus szimulálására egy véges Fourier-transzformációt alkalmaz [345], a parciális differenciál-egyenleteknek elsőrendű, nem lineáris rendes differenciálegyenlet-rendszerre redukálására, az idővel, mint független változóval. Az egyenletek függő változói a gáznyomás Fourier-transzformációs tényezői.

Stabilizált gázkút termelékenységének rövid időtartamú áramlási vizsgálatokból történő meghatározására egyszerű, gyors korrelációt ad, és annak alkalmazását üzemi példákkal igazolja [346]\*. — Nagy

gázkészlettel bíró, kis permeabilitású gáztároló kútjai hosszú időszak alatti állandó nyomás mellett történt termelésének részletes elemzését mutatja be [347]\*: a nyomásemelkedés, a készletbecslés, a termelékenységek és a felhagyási nyomás számítását.

Egyfázisú lineáris vagy radiális gázáramlásnak a variációs számítás módszerén alapuló numerikus szimulátorát írja le [348], figyelembe véve a tároló lineáris vagy radiális anizotrópiáját is.

Gázkút termelékenysége és nyomásváltozásai a kút egész élettartama alatt, a készlet és hozam becslését is beleértve, gyorsan és megbízhatóan meghatározhatók egy numerikus szimulátorral nyert táblázatos-grafikus módszerrel [349]. A szerző hangsúlyozza a gázkutak pontos nyomás- és hozamadatai ismeretének szükségét. Ma elfogadott gyakorlat a tömött tároló viselkedésére a kutak viszonylag rövid lezárási időszak alatti nyomásváltozásából következtetni. A tanulmányban közölt módszer ennél megbízhatóbb.

A numerikus szimulálás kis permeabilitású gáztárolóra történő alkalmazásának problémáiról értekeznek [350] és [351].

Rendkívül kis permeabilitású gáztárolókban hidraulikus repesztéssel előállított hosszú — 900 m-ig terjedő — függőleges és vízszintes hasadékok, továbbá nukleáris robbantással létesített nagy — 25 m sugarú — üreg és körülötte 60 m széles repedezett öv hatását vizsgálja a gázáramlásra numerikus szimulátorral [352].

Négy tenger alatti gázmező együttes termelése optimalizálásának elveit és technikáját ismerteti [353]. A mezők 50-nél több gázkúton át 100-nál több oldott gázos és gáztárolóból termelnek.

A kőzetfeszültség hatását vizsgálja a gáztermelésre tömött gáztárolókban, fizikai és numerikus szimulátorral [354]. Megállapítja, hogy a kőzetfeszültség jobban befolyásolja a tömött, mint a nagyobb permeabilitású kőzeteket. Ezért a tömött tárolóban a telepnyomás csökkenésével növekvő kőzetfeszültség csökkenti a permeabilitást, ami jelentősen rontja a gázkutak termelékenységét.

A gázáramlás vizsgálata hasadékos kőzetben [355] szerint azt mutatja, hogy a gázáramlás módja lényegében a hasadékhálózatban, mint csatornahálózatban

egyesülő és szétváló gázáramok változásától függ. Emellett a hasadékok iránya döntőbb, mint a hasadékoság tényezője.

A nyitott kútban végzett szelvényezés után a kútban annak befejezése és állapota meghatározása céljából végzett mérések a termelési szelvényezés (production logging PL) munkacsoportjába tartoznak. Gázkutak termelékenységének értékelése érdekében a kanadai Quirk gázmezőn (Alberta) végzett termelési szelvényezés módszereit és eszközeit, a különleges hő-, nyomás- és áramlásmérőket ismerteti [356]. — A termelési szelvényezés közben a savanyú — kénhidrogén — gáz okozta korróziós problémákat és leküzdésüket pedig [357] tárgyalja.

Hasznos grafikus módszert ajánl az anyagmérleges gázkészletbecslésekben a  $p/z$  grafikus meghatározására, a  $z(p)$  és a  $p(G_p)$  görbék egymáshelyezése alapján [358].

A víz benyomulását egy gáztárolóba [359] úgy számítja, hogy figyelembe veszi a permeabilitásnak a gáz vízben oldódása okozta változását. A differenciálegyenlet-rendszer numerikus megoldására West és Garvin módszerét alkalmazza. — A szegélyvízhajtást egy gáztelepen lineáris laboratóriumi modellen szimulálja [360], a heterogenitásnak és a nyomásnak a maradék gáztelítettségre gyakorolt hatását vizsgálva.

Egy gáztelepen a hozamcsökkenés időszakát, a víz-hajtás nélküli anyagmérleg és az állandó áramlási egyenlet alapján, egy „középső” kútra alkalmazva számítja [361]. A nyomással változó paramétereket, a viszkozitást és a gáz eltérési tényezőjét iterációval veszi a lépcsős integrálásnál figyelembe. — A tiszta gázkiterjedéses rendszer anyagmérlege, a kétagú állandó áramlási egyenlet és a változó vízbeáramlás van Everdingen—Hurst módszere alapján [362] egy lépcsős iterációs módszert ad a gáztelepbe történő vízbeáramlásnak a kiszámítására.

Víz-hajtású gáztelepek készletbecslésének megbízhatósága körül folyt vitához fűz megjegyzéseket [363]. — Gázkészletbecslések bizonytalansága mértékének a meghatározására a Monte Carlo numerikus szimulátort ajánlja és alkalmazását példával szemlélteti [364], különös tekintettel arra, hogy a beruházási döntések arra a korai időszakra esnek, amikor a becslések még a legkevésbé megbízhatók. Gázkészletbecslések valószínűsége a készletbecslésben szereplő minden egyes változó —  $\phi$ ,  $S_w$ ,  $p_R$ ,  $T_R$ , a produktív terület,  $\bar{h}$  — gyakoriságeloszlásán alapszik. Minden egyes változó számára komputer választja ki az értékeket az előfordulásuk gyakoriságának megfelelően, a kiválasztott értékeket a készlet meghatározásához kombinálja, a kiválasztást és a számítását százszer megismétli, a becsléseket tárolja, azokat nagyság szerint rendezi és elkészíti a gyakoriság eloszlását, végül kiszámítja és megrajzolja az „egyenlő vagy nagyobb” kumulatív valószínűséget. Ebből a biztos, valószínű, lehetséges és spekulatív készlet leolvasható.

Közös gázszolgáltató vállalkozásoknál az építési és művelési egyezménynek műszaki szempontjait foglalja össze [365].

Abból kiindulva, hogy tranziens áramlási állapotban bármely gázkút túlteljesíti a megállapodott teljesítményét, a gázmező szállítóképességének, föld alatti gáztárolóknál a besajtolhatóságnak a növelésére [366] új, optimalizált időszakokra osztott, ciklikus (lűktető)

művelési módot javasol. Ismerteti az elméletét, az optimális lűktetési viszonyokat, a komputeralgoritmust és a módszer alkalmazását a Northville (Michigan) föld alatti gáztárolón. Az eljárás ott látszik sokat ígérőnek, ahol a tároló és a külszín felszerelése jól összehangolt, és ahol a tároló nagyon heterogén.

Gáztelepek egy csoportján mutatja be [367] a termelésbevétel optimális sorrendjének a meghatározását, a számítást a szállított gáz minimális önköltségére irányítva. Blokk-sémák mutatják a változatok elemzésének a menetét.

A kútbefejezés technikájának, a részleges megnyitásnak, a pozitív és negatív szkinhatásnak a gázkút termelékenységére gyakorolt hatását vizsgálja numerikus szimulátorral radiális gáztárolóban az ADIP- (alternating direction implicit procedure) és LSOR- (line successive over relaxation) módszerrel [368]. Homogén, „jól viselkedő” rendszerekhez az előbbi, részben megnyitott és heterogén rendszerekhez az utóbbi számításmód illik jobban.

A Föld szárazföldjei területének 0,23-a permafrost, Alaszkában 0,75, Kanadában 0,63, a Szovjetunióban 0,47. A Szovjetunióban az utóbbi években felfedezett egész gázhidrátkészletet 15 Tm<sup>3</sup>-re becsülik, minden m<sup>3</sup>-ében 200 m<sup>3</sup> földgázzal. Itt 10 · 10<sup>6</sup> km<sup>3</sup>-en a permafrost mélysége megközelíti a 1200 m-t. A gázhidrát-előfordulásokról és termodinamikai állapotukról tájékoztatnak [369] és [370].

#### 4.7.2 Gáz-csapadék telepek

Gáz-csapadék telepek termelése folyamán a metán-sorozat izomerjeinek különböző tulajdonságai következtében a tárolóközeten különböző adszorpciós hatások jelentkeznek. [371] az összefüggéseket vizsgálja a szénhidrogének adszorpciója és az olyan paraméterek közt, mint a szénhidrogéngázok rugalmassága, a telepnyomás, a szénatomszám és az adszorbens (szén, szilikagél) különböző hatása.

A Cambay (Ny-India) gáz-csapadék telep kútjaiban üzem vizsgálatokat végeztek a kútból a folyadék folyamatos eltávolításához szükséges minimális áramlási sebesség meghatározására. [372] két módszert ismertet ennek becslésére a szeparátor csapadék-gáz aránya alapján. Más szerzők által javasolt elméleti módszerek a Cambay mezőn nem váltak be.

A túlnyomású, 3420 m-ben 670 bar nyomású Anderson „L” (D-Texas) gáz-csapadék mező abnormális nyomásviselkedését ismerteti [373], azzal a következtetéssel, hogy az ilyen természetű telepek különleges kezelést igényelnek. A tároló kezdetben egyenes  $p/z$  vonala később lefelé görbült, ellentétben a szokásos felfelé görbüléssel, a vízbeáramlás hatására. Jóllehet a tárolót minden irányban zártak és víztest nélkülinek ismerték, a termelési múlt szimulálásából mégis egy lineáris akviferből származó vízbeáramlásra következtetnek.

A Vykul gáz-csapadék telep peremi vízelárasztásos művelési tervéhez alapul szolgált elektromos analóg szimulátor eredményeit ismerteti [374]. — Gáz-csapadék telep keringetési kitermelésének elektromos analóg szimulátorral történt előrejelzését írja le [375]. A kétdimenziós differenciálegyenletet Lejbenzon szerint linearizálja.



A Carson Creek (Alberta) gáz-csapadék mezőn hat éven át, a harmatpont fölött vagy harmatponton végzett keringetési művelés után, kétdimenziós összetételes numerikus szimulátorral döntötték el, hogy így termeljenek-e tovább vagy erősebb ütemmel parciális keringetéssel (részleges nyomásfenntartással), esetleg keringetés nélkül. A három változat közül a leggazdaságosabb középsőt, a parciális keringetést választották [376].

A „Csoportos gáz- és gáz-csapadék telepek leművelésének komplex tervezési módszertana” c. könyv [377] a csoportos lelőhelyek egységes egészként történő ésszerű, népgazdaságilag a leghatékonyabb ki-termelésének minden geológiai-, műszaki-, gazdasági mutató alapján történő optimalizálását tartalmazza, a tervezést példán is bemutatja, az impozáns mértékben fejlődő szovjet gázbányászat követelményeihez il-lően.

Csoportos gáz-csapadék mezők — mint egységes rendszer — egységes művelésének optimalizálási alapelveit foglalja röviden össze [378].

A Kaybob South (Alberta) talpívíz-hajtású, 110 Gm<sup>3</sup> kezdeti készletű gáz-csapadék telep keringetési művelésének viszonylag sovány adatokra épülő három-dimenziós, háromfázisú numerikus szimulálását ismer-teti [379]\* és [380].

#### 4.7.3 Föld alatti gáztárolás

A föld alatti gáztárolás egész problémakörét részlete-sen feltárja a litografált alakban megjelent, nagyon hasznos *Katz, D. L.—Coats, K. H.: Underground storage of fluids* (Ulrich's Books, Inc., Ann Arbor, Michigan 1968, 575 o.) c. mű.

A változó sűrűségű (sótartalmú) vizet tartalmazó víztestben történő áramlási folyamatokkal foglalkozik [381]\*, a kutakban a potenciállal, a vízmintavétellel, a gradiensekkel, a potenciállal és a víz áramlásával a fedőközeten át, különös tekintettel a föld alatti gáztárolásra, a fedőréteg zárására.

Vízzel telített vízszintes, vastag rétegben történő gázáramlás differenciálegyenleteit állítja fel [382]. Egy gáztárolóban a gázbuborék hatásfelületének mozgását a be- és kitépláláskor a réteg felső részében numerikusan a véges elemek módszerével BEEM-2 M számítógépen oldja meg. A numerikus megoldás radiál-szimmetrikusan egy implicit eljárással történik.

Valamely gáztároló egy termelő időszak (évszak) alatti egész megcsapolásának maximalizálása a termelőkutaknak az időszak elején történő optimális kiválasztásától függ. Az optimalizálásra, mint lineáris programozási problémára [383]\* módszert ad, a valódi gáz áramlását linearizálva és a véges különbségi megoldások szuperpozíciójára a tranziens in-fluencia matrixokat alkalmazva.

Föld alatti gáztároló rendszerek tervezésének és üzemének optimalizálásához módszert nyújt [384]. Az optimális terv olyan változat, amely a napi csúcs és az évi egész megcsapolás térfogat-követelményeit a legkisebb beruházzással kielégíti. Hatásos konvergen-ciarutinok gyors megoldást biztosítanak.

Egy óránként változó gázigényre tervezett föld alatti gáztároló és dehidrálo rendszert ismertet, problémáival együtt [385], amelynek kapacitása a változó áramlásra való tekintettel 1,3—2-szerese a vele egyenlő napi igényű, de állandó terhelésű rend-szerének.

A hidraulikus repesztéssel előállított függőleges hasadékok irányának tájolódása ugyanúgy a tektonikai feszültségektől — a legnagyobb vízszintes feszültségtől — függ, mint a tárolóközetek mikroszkópos és makroszkópos repedeztségének arculata. Utóbbiak ismerete alapján kijelölhetők azok a kutak, amelyekben a gáztároló optimális teljesítményét biz-tosító irányú hasadékok állíthatók elő [386].

Föld alatti gáztárolók tökéletlenül záró felülete hab-bal történő tömítésének szimulálására méretarányos laboratóriumi homokközettel tanulmányozták a modellben habképző ágensekkel előállított habnak a gáz áramlását meggátoló hatását [387]. Habképzőül viszonylag kis móltömegű anionos észtert használtak, amiből 0,85 kg kellett 1 m<sup>3</sup> pórusterfogathoz. Hab-képzéssel hatásosan és gazdaságosan elzárható a „lyuk” a tárolón, megszüntethető a gáz elszökése a tárolóból. — Hasonló célu modellkísérletekről szá-mol be [388] is, habképzőoldat-dugó besajtolásával a porózus közegben előállított hab tömítő hatásának a tanulmányozásáról.

Laboratóriumi kísérleteket végeztek a vízzel telít-tett porózus közeg impermeálására úgy, hogy a víznek helyileg körülhatárolt konvekciós-hővezetési hűtésére és agitálására gázhidrát-gát áll elő a pórusterben ott, ahol a víz hidrátképző gázzal kerül érintkezésbe. Ennek az eljárásnak is „lyukas” gáztároló tömítésé-nél lehet jelentősége [389].

Föld alatti gáztárolók kútjai állapotának értékelé-sére hasznos, huzalon a kútba bocsátható szelvényező mérőeszközök állnak rendelkezésre. Ezeknek a válasz-tékát ismerteti és alkalmazásukat mutatja be a ter-melési problémák megoldásában [390].

Föld alatti gáztárolók tömítettségének belső égésű gépek kipufogó, redukáló katalizátoron át vezetett, nem korrozív, inert gázzal történő vizsgálatát ajánlja és üzemi alkalmazását ismerteti [391].

A Strel'nyj Ovrág (Kujbisev) kimerült olajtelepen hidrodinamikai számítással mutatták ki egy 400 Mm<sup>3</sup>-es föld alatti gáztárolás lehetőségét [392].

Föld alatti gáztároló kút környéki övét szárítás céljából különböző összetételű és koncentrációjú fe-lületi aktív anyagokat tartalmazó vizes oldatokkal célszerű kezelni [393].

## 4.8 A tárolóközet kezelése

### 4.8.1 Folyadékös kőzetrepesztés

A Society of Petroleum Engineers of AIME 1967-ben elindított monográfiatorozatának 2. kötete a hidraulikus repesztésről szól [394]. A repesztés elméletének és technikájának mai állását összefoglaló hasznos kötet a folyamat elméleteit, a kutak repesztésre alkalmasságának, a hasadék területének a meghatározását, a repesztő folyadékoknak és adalékoknak, a támasztóágenseknek, a repesztés mechanikájának, felszerelésének, gazdaságosságának és eredményeinek ismertetését tartalmazza.

A nagy mélységekben uralkodó magas, 100 C°-nál is magabb hőmérsékletre való tekintettel a hő hatását vizsgálja a hidraulikus repesztés tervezésére [395]\*. Alkalmas termális modell alapján analitikai megoldást — a számításhoz képleteket — ad, a tranziens hőmérséklet-eloszlás számításához a vertikális hasadékot kitöltő folyadékban, és a hasadékból a matrixba áramló repesztőfolyadék hűtő hatására a hasadékot határoló kőzetmatrixban.

A repesztőfolyadék paramétereinek és a besajtoló rendszernek a hatását vizsgálja a folyadékös rétegrepesztésre újabb irodalmi adatok alapján [396]. — A hidraulikus repesztésnél a hasadék külső sugarának és az eléréséhez szükséges időnek a számítására ad módszert [397] azzal az új feltétellel, hogy a hasadék alakja egy nagyon lapult, lencse alakú ellipszoid.

A hidraulikus repesztésnél bekövetkező folyadékvesztés szimulálására a [398]-ban ismertetett dinamikus folyadékvesztési vizsgálat a legjobb módszer. Az ezzel nyert folyadékvesztés-idő és nyomásvesztés-idő görbéken elkülöníthetők a tároló, a tároló és szűrőlepleny befolyásolta szakaszok a végső, megállapodott szakasztól. Ilyen vizsgálat és egy ésszerű elméleti modell alapján történhet a hasadéknövekedés ütemének és a hasadék hosszának elfogadható pontosságú előrejelzése.

A függőlegesen határolt méretű elliptikus szelvényű álló hasadék terjedését vizsgálja izotrop, rugalmas közegben mint új tényezővel, a folyadékvesztés hatásával is számolva [399]. Numerikus és közelítő megoldások adják dimenzió nélküli alakban a hasadék hosszát és szélességét bármely időben és bármilyen fizikai paraméterekkel jellemzett rendszerben.

Hidraulikus repesztési kísérleteket végeztek bányákban, gránitban, gabbróban és márgában fúrt 57 mm átmérőjű lyukakban, kettőt 300—330 m mélységben, egyet a felszínhez közel, annak megállapítására, hogy alkalmas-e a hidraulikus repesztés az in situ kőzetfeszültség meghatározására [400]. Az eredmények biztatóak.

Hidraulikus repesztés után a termelékenység növekedése mértékének a megítélésére a kitámasztó közegnek a hasadékba való behatolása és a hasadékot feltöltő mennyisége alkalmas, hiszen a ki nem támasztott hasadék valószínűleg összezárul. [401] módszer nyújt az ún. egyensúlyi sebesség meghatározására, amellyel a támasztó anyagnak a függőleges lineáris hasadékokba való elhelyezése előrejelezhető.

Vastag, de kisnyomású és kis permeabilitású gáz-tároló hozama vízérzékeny kőzetekben hidraulikus

repesztéssel jelentősen megnövelhető egy vízbázisú 0,02 KCl-ot és folyékony CO<sub>2</sub>-ot tartalmazó repesztőfolyadék alkalmazásával, amely nem okoz kárt, agyagdiszperziót a tárolóban [402].

Egy új, nagy viszkozitású (500—100 000 cP) folyadékkal végzett, „superfrac”-nak nevezett hidraulikus repesztési eljárást ismertet [403]\*, mellyel hosszabb és szélesebb hasadék állítható elő. A módszert nagyobb repesztőnyomás és a hasadék falán át kisebb folyadékvesztés jellemzi. A folyadék egy laza víz-olajban emulzió vagy diszperzió, amit sós víznek és egy felületi aktív ágensnek az olajba táplálásával állítanak elő. A folyadékot, a repesztőemulziót betáplálásakor a kút csövének a belső falától egy együtt áramló szabad víz-hártyagyűrű választja el, ami nagymértékben csökkenti a súrlódási veszteséget a csőben. — Ennek az új viszkozus, newtoni folyadékrendszernek a reológiáját a termelőcsőben elemzi [404]\*, a csőtérfogat belső 0,9-ét tevő <sup>2</sup>/<sub>3</sub> olaj + <sup>1</sup>/<sub>3</sub> víz + felületi aktív adalék + kitámasztó ágens keverék és a külső 0,1-ét tevő gyűrűs térben a víz + felületi aktív adalék együtt áramlását. A csőben a súrlódási veszteség a vízgyűrű kenőhatása és a víz-olajban diszperzióban a csúszó rétegződés következtében kisebb, mint a víz áramlásánál lenne.

Mély, meleg tárolók viszkozus folyadékkal történő repesztésekor a hasadékban a tranziens hőtranszfer szerepe már jelentős. A nagy viszkozitású repesztőfolyadékok hőérzékenyek, ezért viszkozitásuk megtartása érdekében hőmérsékletüket kívánatos a tárolóéval kb. 50 C°-kal kisebb értéken tartani. Repesztéskor a meleg tárolóból a hasadék felé hő áramlik, ugyanakkor a hasadékból nagy, alacsonyabb hőmérsékletű folyadéktérfogat áramolhat a tárolóba. Utóbbi, hógátnak nevezett hatás, meggátolhatja a hőtranszferet. A hógát a folyadék rétegbe áramlásának sebességétől és hőkapacitásától függ. A hőtranszfer és a hógát hatását a dinamikus hasadéknövekedésre és a hasadék alakjára vizsgálja [405]\*, a repesztőfolyadék határfokával (a hasadékban maradt és a besajtolt egész folyadéktérfogat aránya) mint paraméterrel.

A Humble Oil and Refining Co. mezői 248 kútján alkalmazott superfrac eredményességéről [406] ad számot. A hozam növekedése átlag háromszoros, jóllehet a kutak 0,6 részét korábban már repesztették. — Az USA Mid-Continent területén végzett 59 eredményes superfrac repesztésről pedig [407] számol be, kiemelve a gondos tervezés szükségét. A kezelés utáni hozamok a kezelés előttiéknél 3,2—6,9-szeresét tették.

### 4.8.2 Savazás

A vegyi kezelésnél szükséges odairányítani a folyadékot, ahova jutnia kell, és ellenőrizni, hogy odajutott-e. Az előbbi célra igen alkalmasak a deformálódó viaszpolimer szemcsék, kereskedelmi nevükön „unibeeds”, amelyek a „tolvaj” öveket elzárva, elterelik onnan a besajtolt folyadékot. Az utóbbi célra pedig a differenciális hőmérséklet-log szolgál [408].

A HF + HCl savaknak kvarcra és különböző

agyagokra gyakorolt hatásában a reakciósebességnek és a reakcióval a különböző szintekből eltávolított homok- és agyagmennyiségnek a meghatározásával foglalkozik [409]\*. A behatolásból számítja a termelékenység elméleti növekedését ép és iszap- vagy természetes agyagkárt (szkin) szenvedett formációban.

Agyagos homokkőtárolókban a hatásos serkentéshez HF-os sav szükséges, amit a nem kívánt utóhatás kiküszöbölésére egy oldatban etilén-glikol-monobutil-étert (EGMBE) tartalmazó gázolajjal történő utánöblítésnek kell követnie. Ezt a szabadalmazott eljárást ismerteti és 700 alkalmazásáról számol be [410].

Áramló sósav mészkőre gyakorolt hatásának tanulmányozására [411] kinetikus modellt alkot, amihez a reakció rendjét és a reakciósebesség állandóját áramlási kísérletekkel állapítja meg. A modell pontosan leírja a reakció folyamatát a kőzet felületén. Modellt alkot a matrixban a sósavval és a lassabban ható hangyasavval és ecetsavval végzett savazáskor előálló „feregjáratokban” lejátszódó reakcióra is. A tanulmány jelentős hozzájárulás a folyamat megtervezéséhez.

A HCl + HF savazásos homokkőmatrix-serkentésnek megtervezéséhez ad irányelveket [412]\*. Ismerteti egy 120 °C hőmérsékletű, 700 bar fedőnyomásig és 275 bar besajtolónyomásig alkalmas komputerezett készüléket, melyben a kőzetminta szimulált telepállapotban savazható, savazás előtti és utáni permeabilitása mérhető, a savazás — esetleg túlsavazás — hatása a kőzeten tapogató elektronmikroszkóppal — a bemutatott példákon 2000-szeres nagyítással — vizuálisan is megfigyelhető. A nagy nyomású készülék új betekintést nyújt a tároló mikrovilágába és a savazást befolyásoló tényezők hatására.

A matrix nagy hatású savval történő savazásának hatását egy matematikai modellen tanulmányozza [413]. Alapgondolata az, hogy a pórusnagyság eloszlásának megváltozását a porózus közeg mikrostruktúrájának eróziója okozza. A pórusszelvény sav hatására nő, közben a szomszédos pórusok az őket elválasztó fal kioldására egyesülhetnek, „kollízióval” eggyé válhatnak. A folyamat fejlődésével porózus közegben „fereglyukak” képződnek, melyekben a folyadékok áramlási csatornákat alkotnak. A modellel egy korrelációt nyertek a porozitásnak és a permeabilitásnak a savazás következtében történő változására.

Magas hőmérsékletű mészkő savazásáról értekeztek [414] és arra a 0,28-os, koncentrált sósavat ajánlja, 170 °C-ig szerves inhibitorral és előtte egy hűtő hidegvíz-dugóval. 200 °C-ig alkalmazható az ecet-hangyasav keverék 16 óráig szerves inhibitorral. — Mély, magas hőmérsékletű tároló savazásához szükséges hűtésről számol be [415]. — Nagy koncentrációjú savakkal és savkeverékekkel elért eredményeket ismerteti és a kőzet összetételéhez a leghatásosabb oldat kiválasztását ajánlja [416].

Kaliforniai repedezett márgákban nehéz — 0,96–0,99 sűrűségű — olajoknál alkalmazott sav-szolvens technikás serkentésről tájékoztat [417]. A kutakat és a kút környéket szolvens keringetéssel tisztítják meg az aszfalténektől, utána következik HCl + HF savval a szelektív savazás, eltömítő ágensekkel.

#### 4.8.3 Vegyi kezelés

Föld alatti homokkő gáztároló kút furatának növelése céljából hidrazinhidráttal — kémiai dezagregálással — végrehajtott kísérlet, az oldáskor keletkezett — egyelőre leküzdhetetlen — csapadék miatt, sikertelen maradt [418].

A kútkiképzéskor és a kút környéki tároló stimulálására alkalmazott vegyi anyagoknak az USA-ban alkalmazott fajtáiról és azok évi felhasználásának mennyiségéről nyújt összefoglalást [419].

Kőolajrendszerekben a paraffinlerakódás meggátlásának a mechanizmusát tárgyalja [420]. Módszert és eszközöket ajánl a kőolaj áramlásának a zavarosodási pontjánál kisebb hőmérsékleten történő vizsgálatára, a különböző adalékok által az áramlási karakterisztikákra gyakorolt hatásnak vizsgálatára és az áramlási karakterisztikák változásainak a lerakódási hajlammal való korrelálására. Számos jellemző laboratóriumi vizsgálat eredményét is közli.

A tároló sósvízeiben oldott CaSO<sub>4</sub>, BaSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub> kicsapódását és az adhéziót meggátló inhibitorok (védőadalékok) hatásosságának a vizsgálatára használt módszerekről nyújt rövid, de nagyon jó összefoglalást [421]. Szól a kicsapódásra ható számos tényezőről, az inhibitoroknak és a víz- és olajrendszereknek összeegyeztethetőségéről — kompatibilitásáról —, ami a feltétele annak, hogy az inhibitor ne okozzon kárt, és végül a ma használt fő inhibitorfajták — polimerek (polielektrolitok), foszforsavak észterjei és foszfonátok — főbb tulajdonságairól.

A porózus tárolóban a CaSO<sub>4</sub>-kicsapódás okozta eltömődés felismerése azért nehéz, a termelékenység csökkenését azért tarthatják normális csökkenésnek, mert a kicsapódás legtöbbször a tárolóban következik be, anélkül, hogy a kút csövezetében kristályképződés történne. Felismerésére ezért indirekt módszer szükséges. A CaSO<sub>4</sub>-kicsapódás számítására ilyen közelítő, a telepben uralkodó bonyolult fázisegyensúlyon alapuló termodinamikai módszert nyújt [422], amelyet az olajtelepi megfigyelések megerősítenek.

Új gondolatot jelent olyan folyadék alkalmazása a lerakódások megelőzésében, amely in situ alakul egy lassan oldódó inhibitorrá. Olyan anyagról van szó, mely nagyon kis koncentrációban a kicsapódást még a magképződés pillanatában megakadályozza. Savas oldatában vízben oldódó és így sajtolják be a kőzetbe. Elhelyezése után oldhatósága a p<sub>H</sub> kis növekedésére csökken. A termelt víz eleget old belőle, hogy hosszú időn át megakadályozza a lerakódást. A laboratóriumi eredményeket 71 sikeres üzemi rétegkezelés igazolta [423], [424].

Egy Manitoba-i mészkőtárolóban a 0,934 CaSO<sub>4</sub> + 0,043 Ca CO<sub>3</sub> + 0,023 Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-kéreg leküzdésére sikeresen alkalmazzák az etiléndiamintetraecetsav (EDTA) Na-sójának meleg oldatát [425]. — Súlyosított korrózióinhibitorok sikeres alkalmazását ismerteti gáz-, mélyszivattyús olaj- és többszintes kutakban [426], amelyeket súlyosbító anyag tesz elég nehéz ahhoz, hogy a kút folyadékoszlopán át a kívánt mélységbe süllyedjenek.

Rétegzett homokkőtárolóban a heterogén termelővagy besajtolószelvény kiigazítására, „tolvaj” öveinek állandó elzárására — ott, ahol a cement nem alkalmazható —, furfuril alkohol polimer alkalmazását

ismerteti [427], a nem kívánt folyadékáramlás megakadályozására a kútból a rétegbe vagy fordított irányban.

Agyagduzzadással vízkárt szenvedett homokkő permeabilitásának  $\text{CaCl}_2$ -oldattal történő helyreállítására végzett laboratóriumi vizsgálatokat ismerteti [428]. Eszerint a  $\text{CaCl}_2$ -dal végzett kezelés csak akkor hatásos, ha utána a kőzetet még kiszárítják, ami célszerűen nitrogénnel történhetne.

Besajtoló kút környékének micellás oldattal történő serkentéséről, az elméleti laboratóriumi vizsgálatokról és az üzemi alkalmazásokról közöl beszámolót [429]\*. Az eljárás a Dow Chemical Co. szabadalma. A micellás oldat elegyedően szorítja ki az olajat a kút környékéről, amivel jelentősen megnő a vízbesajtoló kúton a besajtolhatóság. A kezelt öv ajánlott sugara 2–3 m. — Az üzemi alkalmazásokat ismerteti [430].

Repedezett, hasadékos karbonátkőzetekbe történő lépcsős — két cementtejes — cementbesajtolás különböző módjairól nyújt tájékoztatást [431].

Nagyon viszkózus olajat termelő kút környékének villamos egyenárammal történő hevítéséről tájékoztat [432].

#### 4.8.4 Homokellenőrzés

Konzolidálatlan — kohézió nélküli — és műgyantával konzolidált homokokon végzett triaxiális rugalmassági vizsgálatok eredményeiről, továbbá a homok hídkepző viselkedésének a tanulmányozásáról számol be [433]\*, arról, mik a feltételei annak, hogy a homok egy nyíláson átfeszülő stabilis szerkezetet alkosson. Nagyobb feszültség szinteken a *Mohr*-burkoló meggörbül, ami bizonyos összefüggésben van a szemek kezdődő szétmorzsolódásával.

A homokellenőrzés négy leghasználatosabb módszere — a fémszűrő, a kavicszűrő, gyantával konzolidált homok és a kavicszűrő műgyanta bevonatú részecskékkel — közül a helyes rendszer kiválasztásának elveit foglalja össze [434]; a kiválasztásban szerepet játszó tényezők: a réteg vastagsága, permeabilitása, agyag- és homokliszt tartalma, heterogenitása, a kútkiképzés, a megnyitás hossza és a termelési múlt figyelembevétele.

Egy a kút környékének laza homokját megszilárdító epoxigyantarendszer 25 kúton történt alkalmazásáról számol be [435], mely 40–105 °C közt mind tiszta, mind agyagos homok megszilárdítására alkalmas és utána a kút termelékenysége alig csökken.

Nem tiszta, agyagos homokok katalizált fenol-formaldehid műgyantával történő megszilárdításáról számol be [436] is. Laboratóriumi eljárást dolgoztak ki a műgyanta viselkedésének vizsgálatára, és azt talál-

ták, hogy a *n*-hexanol és etilenglikol monobutiléterrel végrehajtott előblítés növeli a besajtolhatóságot és a konzolidált homok szilárdságát.

#### 4.8.5 Robbantás

Megélénkült az érdeklődés a robbantásos repesztés iránt a tömött, szilárd és kis permeabilitású formációkra való tekintettel, melyekben a hidraulikus repesztés csak viszonylag kis közettérfogatot érint. Robbantásra a kőzet viszonylag nagyobb térfogata összetöredezik, a robbantásos repesztés hatására nagyjából gömbsugarak irányában elhelyezkedő sűrű repedérendszer áll elő. Az új robbanóanyagokat — ammóniumnitrátból, gázolajból, vízből és fémből álló pépet — műanyag zsákokban helyezik a kútba, időzített detonátort helyeznek bele, majd föléje kavics tömítést alkalmaznak. Egy vizsgált területen 103 kezelés közül mintegy 76 volt eredményes [437]. — Használhatnak szemcsézett robbanóanyagot is [438]. — A robbantás különböző kísérleti és üzemi, kis és nagy hatósugarú repesztéssel előállított hasadékokban való alkalmazásairól számolnak be [439–443]. — Az óvatos ipar általában kis termelékenyséigű kutakat bocsát rendelkezésre a kísérletekhez, márpedig ahol nincs a telepben készlet és nyomás, ott nem segíthet a serkentő eljárás. A robbantásos repesztés újabban már kereskedelmi szolgáltatás [444].

Folyadékkal repesztett gáztárolóban a hasadékokba sajtolt folyékony robbanóanyaggal — érzéketlenített nitroglicerinnel — végzett robbantási kísérletekről számol be [445]. — Olajpalákban végzett villamos, folyadékos és robbantásos repesztési kísérleteket ismertet [446].

#### 4.8.6 A termelékenységvizsgálat eszközei

Céljuk a tároló diagnózisához szükséges paramétereknek a termelő kutakban, dinamikus termelési viszonyok közötti meghatározása. A múltban ehhez egész eszközcsaládra volt szükség. Egy rendkívül hasznos új kombinált eszközt — production combination tool, PCT — ismertet [447], amely áramlás-, kaliber-, nyomás-, nyomásgradiens-, hőmérséklet- és mélységmérő együtt, és a termelés közben egy kútba bocsátással — kvázi szimultán — méri és a külszínre jelenti a felsorolt paramétereket. Átmérője 42 mm, a felső nyomás- és hőmérséklet határa 1035 bar és 177 °C.

Termelőkutakban az olaj- és vízbelépés, a tároló dinamikus áramlási jellemzőinek meghatározásával foglalkoznak példák bemutatásával [448–451].

## 4.9 Nukleáris repesztés

Az 1969. szeptember 10-én a Rulison (W Central Colorado) mezőn 2565 m mélységben, egy 40 kt-s nukleáris eszközzel végzett robbantás eredményéről számolnak be [452—455]. A Rulison mező a gáztartalmú Mesaverde formáció lencsés homokkötőárolóinak egyike. Területe 240 km<sup>2</sup>, a tiszta homokvastagság 115 m, porozitása 0,087, permeabilitása 0,11 mD, gáztelítettsége 0,55. A Mesaverde gázkészletét

2,8 Tm<sup>3</sup>-re becsülik. A robbantás, a sugárzás veszélytelenségét is beleértve, teljes sikerrel járt, amint azt egy korábbi kísérleti nukleáris robbantás, a 26 kt-s Gasbuggy nyomán várták. A Rocky Mountains területén 8,5 Tm<sup>3</sup> hasonló gázkészlet vár a kitermelésre. A siker nyomán az US Bureau of Mines becslése szerint a nukleáris serkentés megkettőzheti az USA gázkészleteit.

### IRODALOM\*

- [1] *Crawford, P. B.*: A review of many improved recovery methods. SPE 2849 12 o.
- [2] *Scott, J.—Crawford, P. B.*: Oil recovery in the 1970's: key to survival. PE 7 41—5.
- [3] *Crosby, G.*: Secondary oil projects boom. PE 7 50—4.
- [4] *Hull, P.*: SACROC, an engineering conservation triumph. OGI 33 57—62.
- [5] *Bleakley, W. B.*: Industry experts view reservoir modeling. OGI 17 69—76.
- [6] — The computer and the petroleum engineer. JPT 1345—6.
- [7] *Chapman, D. R.*: Conversational time-sharing — a new tool for the petroleum industry. JCPT 92—4.
- [8] *Rischmüller, H.—Meister, S.*: Die wachsende Bedeutung des Einsatzes schneller Elektronenrechner mit hoher Speicherkapazität bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung. EEZ 87—99.
- [9] *Stark, Ph. H.—Forgotson, J. M.*: Well data files and the computer exploration tools for the 70's. SPE 2934 19 o.
- [10] *Weaver, A. G. T.*: Understanding and application of modern analytical methods in technical studies. JCPT 242—6.
- [11] — Petroleum and oil-shale research of the Bureau of Mines, fiscal years 1967—68. USBM IC 8448 162 o.
- [12] *Trebin, F. A.—Gurevics, G. R.—Gricenko, A. I.—Sirkovszkij, A. I.*: O tocsnoszti analiticeszkzgo rascseta fazovüh diagramm uglevodorodnüh szmeszej. NH 7 29—33.
- [13] *Zaripova, N. I.*: Izmenenie fiziceszkkih szvojsztv nefi pri differencial'nom razgazirovanii i zaviszimoszt' vjazkoszti plasztovoj nefi Arlanszkzgo mesztorozsdenija ot temperaturü. ND 3 9—13.
- [14] *Kaliappan, C. S.—Rowe, A. M., jr.*: Calculation of pressure-temperature phase envelopes of multicomponent systems. SPE 2885 12 o.
- [15] *Mamed-zade, A. M.—Rafibejli, N. M.*: Izmenenie davlenija naszüscsenija gazoszidkosztnoj szisztemü v zaviszimoszti ot koliceszstvennogo szoderzsaniija glinü v porisztoj szrede. Izv. VUZ NG 11 35—8.
- [16] *Mamed-zade, A. M.—Rafibejli, N. M.*: O vlijanii vesceszstvennogo szosztava porisztoj szredü na davlenie naszüscsenija gazoszidkosztnoj szisztemü. ANH 10 38—9.
- [17] *Woertz, B. B.*: Vapor-liquid equilibrium ratios (K-values) of light hydrocarbons at reservoir conditions. SPE 3100 27 o.
- [18] *Jones, D. M.—Erbar, J.*: Computer determination of datamatched equilibrium ratios. JPT 1007—11.
- [19] *Robinson, D. B.*: An analysis of the convergence pressure concept for hydrocarbon and hydrocarbon—non-hydrocarbon systems. JCPT 28—31.
- [20] *Amirijafari, B.—Campbell, J. M.*: Solubility of gaseous hydrocarbon mixtures in water. SPE 3106 8 o.
- [21] *London, E. E.*: O rascsete uprugoszti rascztvorenno gaza v mineralizovannüh plasztovüh vodah nefljanüh i gazovüh mesztorozsdenij. GNG 2 51—4.
- [22] *Jennings, H. Y.—Newman, G. H.*: The effect of temperature and pressure on the interfacial tension of water against methane—normal decane mixtures. SPE 3071 6 o.
- [23] *Warren, H. G.—Hough, E. W.*: Interfacial tension of the methane—normal heptane system. SPEJ 327.
- [24] *Thomas, L. K.—Hankinson, R. W.—Philips, K. A.*: Determination of acoustic velocities for natural gas. JPT 889—95.
- [25] *Ayers, R. C., jr.—Chamberlain, N. F.*: NMR technique for analysis of samples from alcohol flooding tests. SPEJ 7—8.
- [26] *Senturia, S. D.—Robinson, J. D.*: Nuclear spin-lattice relaxation of liquids confined in porous solids. SPEJ 237—44.
- [27] *Raghavan, R.—Marsden, S. S., jr.*: Theoretical aspects of emulsification in porous media. SPE 3089 16 o.
- [28] *Gattenberger, Ju. P.*: Ocenka plotnoszti podzemnüh vod v plasztovüh uszlovijah. NGG 6 35—9.
- [29] *Fowler, W. A., jr.*: Pressures, hydrocarbon accumulation, and salinities — Chocolate Bayou Field, Brazoria County, Texas. JPT 411—23. — *Dickey and Fowler* comment on Chocolate Bayou Field. JPT 566—74.
- [30] *Mangelsdorf, P. C., jr.—Manheim, F. T.—Gieskes, J. M. T. M.*: Role of gravity, temperature gradients, and ion-exchange media in formation of fossil brines. BAAPG 617—26.
- [31] *Rasztorguev, Ju. L.—Pugacs, V. V.*: Iszszledovanie teploprovodnoszti aromaticseskkih uglevodorodov pri vüszokih davlenijah. Izv. VUZ NG 8 69—72.
- [32] *Aga, O. B.—Dul'nev, G. N.—Zaricsnjak, Ju. P.*: Rascset teploprovodnoszti mnogokomponentnüh rascztvorov normal'nüh i aszszociirovannüh zsidkosztej. Izv. VUZ NG 3 79—82.
- [33] *Iszkenderov, Sz. M.—Muszaev, R. M.*: O szkrütoj teplota gidratoobrazovanija. GD 12 6—8.
- [34] *Tronov, V. P.—Mel'nikov, G. M.—Sireev, A. I.*: O mehanizme parafinizacii porovogo prosztranzstva plasztja. NH 8 39—42.
- [35] *Johnson, H. M.*: The borehole environment: known and unknown. CWLS 7051 15 o.
- [36] *McCullough, C. N.*: Innovations in core handling and processing for unconsolidated cores. SPE 3184 7 o.
- [37] *Maly, G. P.—Krueger, R. F.*: Improper formation sampling leads to improper gravel size selection. SPE 3041 12 o.
- [38] *Dullien, F. A. L.—Batra, V. K.*: Determination of the structure of porous media. IECH 10 25—53.
- [39] *Pérez-Rosalez, C.—Martinez, J. J.*: Structural characteristics of granular porous media. SPE 2945 8 o.
- [40] *Hajredinov, N. S.*: Ob ocenke karbonatnüh pokrüskek. GNG 12 19—21.
- [41] *Bagrinceva, K. I.*: Opredelenie trescsinovatoszti gornüh porod lümineszcentno-ul'trazvukovüm metodom. RON 5 39—41.
- [42] *Boltenko, K. G.*: Emkoszt' trescsin po nabljudenijam v nefljanüh sahtah. GNG 8 57—60.
- [43] *Amanov, Sz. A.*: O vlijanii cementacii na kollektorszkije szvojsztva peszcsanüh porod. ANH 8 6—7.
- [44] *Predtscenszkaja, N. Sz.*: K obosznovaniju nizsnego predela porisztoszti. NGP 6 15—7.
- [45] *Dullien, F. A. L.—Metha, P. N.—Dhawan, G. K.—Gurak, N.—Babjak, L.*: Is there a relationship between pore structure and oil recovery? (An experimental study.) SPE 3040 16 o.
- [46] *Martüncev, O. F.*: O nizsnem predele produktivnoj emkoszti trescsinovato-porovo-kavernoznüh kollektorov. NGG 8 43—5.
- [47] *Morrow, N. R.*: The retention of connate water in hydro-

\* Az évszám nélküli művek megjelenési ideje 1970.

- carbon reservoirs: Part I a review of basic principles. CWLS 7052 16 o.
- [48] *Leont'ev, E. I.—Szahibgareev, R. Sz.—Ivascenko, V. A.*: Ob udel'nom élektricseszkom szoprotivlenii polimiktovüh pescsanikov. GNG 8 29—32.
- [49] *Loren, J. D.—Robinson, J. D.*: Relations between pore size fluids and matrix properties, and NML measurements. SPEJ 268—78.
- [50] *Kumar, J.—Fatt, I.*: Specific surface of porous materials. SPEJ 4—5.
- [51] *Kozlovceva, Z. I.—Hanin, A. A.*: O szorbicii vodü i metana porodami-kollektorami nefti i gaza. GNG 9 38—40.
- [52] *Kozlovceva, Z. I.—Hanin, A. A.*: Vlijanie szvjazannoj vodü na szvobodnuju udel'nuju poverhnost' porod-kollektorov gaza. GNG 11 55—6.
- [53] *Vorob'ev, B. Sz.*: O novüh principah resenija poiskovüh i razvedocsnüh zadacs. GNG 1 21—6.
- [54] *Bush, D. C.—Jenkins, R. E.*: Proper (de)hydration of clays for rock property determinations. JPT 800—4.
- [55] *Jenkins, R. E.—Bush, D. C.—Aufrecht, W. R.*: An improved method for the analysis of reservoir rocks containing clays. CWLS 7053 8 o.
- [56] *Manolescu, G.—Soare, E.*: Influenta presimnii exterioare orientate, asupra dinamicii umflä rii mineralelor argiloase si a agregaterol lor. PG 91—8.
- [57] *Overton, H. L.—Zanier, A. M.*: Hydratable shales and the salinity high enigma. SPE 2989 12 o.
- [58] *Chenevert, M. E.*: Shale alteration by water adsorption. JPT 1141—8.
- [59] *McCaffery, F. G.—Mungan, N.*: Contact angle and interfacial tension studies of some hydrocarbon-water-solid systems. JCPT 185—96.
- [60] *Vadgama, M.*: Untersuchungen über die Benetzbarkeit künstlich hergestellter porengemetrisch homogener poröser Medien. EEZ 470—89.
- [61] *Duyvis, E. M.*: A test for the wettability of carbonate rocks. SPEJ 3—4.
- [62] *Rudakov, G. V.—Zelenszkaja, É. K.*: Opredelenije teplotü szmacsivanija nefenaszüscennüh gornüh porod. NH 12 39—41.
- [63] *Hanin, A. A.—Burova, E. G.—Kulikova, N. G.—Szultanon, T. A.*: Szposzob szozdanija modeli osztatocsnoj vodü v porovom prosztranszve porod-kollektorov razlicsnüh tipov. NGG 9 20—1.
- [64] *Movsumov, A. A.—Aszadov, A. S.—Kuliev, R. I.*: Ékszperimetal'noe iszszledovanie pronicaemoszti gornüh porod po krivüm vüravnivanija davlenija i ocenka pronicaemoszti zaboja burjascesjszja szkvazsinü. ANH 1 24—5.
- [65] *Poston, S. W.—Ysrael, S.—Hossain, A. K. M. S.—Montgomery III, E. F.*: The effect of temperature on irreducible water saturation and relative permeability of unconsolidated sands. SPEJ 171—80.
- [66] *Kondrat, R. M.*: Iszszledovanie fazovüh pronicaemosztej dlja vodü primenitel'no k razrabotke gazovüh zalezsej. GD 10 3—6.
- [67] *Kondrat, R. M.*: Vlijanie kollektornüh szvojsztv plaszta i nacsal'nogo davlenija na podvizsnost' zascemlennogo gaza pri sznizensii davlenija. GD 3 16—9.
- [68] *Marsden, S. S.—Sanyal, S. K.—Pirnie, R. M.*: A novel liquid permeameter for measuring very low permeability. SPE 3099 6 o.
- [69] *Abdullaeva, A. A.—Alieva, S. M.*: Vlijanie mineralogicseszczkogo szosztava porisztoj szredü na izmenenie fazovüh pronicaemosztej pri razlicsnüh temperaturah. ANH 10 37—8.
- [70] *Ehrlich, P.*: The effect of temperature on water-oil imbibition relative permeability. SPE 3214 8 o.
- [71] *Lefebvre du Prey, E. J.*: Factors affecting liquid-liquid relative permeabilities of a consolidated porous medium. SPE 3039 12 o.
- [72] *Owens, W. W.—Archer, D. L.*: The effect of rock wettability on oil-water relative permeability relationships. SPE 3034 8 o.
- [73] *Morgan, J. T.—Gordon, D. T.*: Influence of pore geometry on water-oil relative permeability. JPT 1199—208.
- [74] *Schneider, F. N.—Owens, W. W.*: Sandstone and carbonate two- and three-phase relative permeability characteristics. SPEJ 75—84.
- [75] *Stone, H. L.*: Probability model for estimating three-phase relative permeability. JPT 214—8.
- [76] *Lishman, J. R.*: Core permeability anisotropy. JCPT 79—84.
- [77] *Rice, P. A.—Fontugne, D. J.—Latini, R. G.—Barduhn, A. J.*: Anisotropic permeability in porous media. IECh 6 23—31.
- [78] *Knutson, C. F.—Maxwell, E. L.—Millheim, K.*: Sandstone continuity in the Mesaverde formation Rulison Field area, N. W. Colorado. SPE 2986 15 o.
- [79] *Robertson, R. W.—Caudle, B. H.*: Permeability continuity of laminae in the Calvin sandstone. SPE 2985 14 o.
- [80] *Chilingar, G. V.—El-Nassir, A.—Stevens, R. G.*: Effect of direct electrical current on permeability of sandstone cores. JPT 830—6.
- [81] *Morrow, N. R.*: Physics and thermodynamics of capillary. IECh 6 32—56.
- [82] *Ibragimov, É. I.—Mamedov, A. K.*: Zaviszimoszt' sztepeni projavlenija kapilljarnogo davlenija ot szkorosztii fil'tracionnogo potoka i fizicseszkih szvojsztv porisztoj szredü. ND 1 21—3.
- [83] *Szabó, M. T.*: New methods for measuring the imbibition capillary pressure and electrical resistivity curves by centrifuge. SPE 3038 16 o.
- [84] *Szabó, M.—Pohl, A.*: Ermittlung von Kapillardruckkurven nach einem Schnellverfahren mittels Zentrifugen. Bergakademie 2 97—100.
- [85] *Szabó, M. T.*: The role of gravity in capillary pressure measurements. SPE 3239 8 o.
- [86] *Potapov, V. P.*: Nekotorüe rezul'tatü raszczeta odnositel'noj pronicaemoszti gornüh porod po krivüm kapilljarnogo davlenija. ND 2 10—3.
- [87] *Kotjahov, F. I.—Tojmer, P.*: Vlijanie mikroneodnorodnoszti porisztüih izvesztjnakov na ih protivotocsnuju kapilljarnuju propitku. GNG 11 29—34.
- [88] *Fertl, W. H.—Cavanaugh, R. J.—Hammack, G. W.*: Comparison of conventional core data, well logging analysis and sidewall samples. SPE 2921 7 o.
- [89] *Kyte, J. R.*: A centrifuge method to predict matrix-block recovery in fractured reservoirs. SPEJ 164—70.
- [90] *Roof, J. G.*: Snap-off of oil droplets in water-wet pores. SPEJ 85—90.
- [91] *Raza, S. H.*: Foam in porous media: characteristics and potential applications. SPEJ 328—36.
- [92] *Kurenkov, O. V.*: Opredelenie koeficientov szszimamoszti plaszta, porisztoszti i naszüscennoszti po promszlovüm dannüm. ND 10 3—6.
- [93] *Sevcenko, A. K.—Litvinov, A. A.—Babenko, O. A.*: Vlijanie vodonaszüscennoszti pescsano-glinisztüih porod na ih gazopronicaemoszt'. GP 6 5—7.
- [94] *Szohranszkij, V. B.*: Iszszledovanie gornüh porod v uszlovijah neravnomenogo szszatija. GD 8 8—11.
- [95] *Szergееv, B. Z.—Gajdenko, I. F.*: Iszpol'zovanie rekonstruirovannoj usztanovki UIPK dlja iszszledovanija vlijanija razlicsnüh rasztorov na pronicaemoszt' porod v uszlovijah vüszokih temperatur i davlenij. ND 12 19—22.
- [96] *Aliev, M. A.—Ibragimova, E. M.—Kogan, R. N.—Faradzsev, T. G.—Fataliev, M. D.—Épstejn, A. A.*: Ékszperimetal'noe iszszledovanie vlijanija v vsesztoronnoe davlenija na fizicseszkie szvojsztva gornüh porod. ANH 8 21—4.
- [97] *Mekler, Ju. B.—Marmorstejn, L. M.—Rozenvitc, I. A.*: Vlijanie plaszticseszczkoj deformacii na sztrukтуру porovogo prosztranszstva pescsanikov. GNG 3 56—7.
- [98] *Hardy, H. R., jr.*: A clamp-on strain transducer for use on geologic materials. SPEJ 41—50.
- [99] *Yang, J. H.—Gray, K. E.*: Behavior of anisotropic rocks under combined stresses. SPE 3098 15 o.
- [100] *Teew, D.*: Prediction of formation compaction from laboratory compressibility data. SPE 2973 12 o.
- [101] *Tairov, N. D.—Pasaeв, N. G.—Gaszanova, D. I.—Kalan-tarov, A. I.*: Vlijanie davlenija i szosztava fil'trujuscsiszszja szidkosztej na pronicaemoszt' porisztoj szredü. ANH 3 26—7.
- [102] *Zajcev, V. M.*: Nekotorüe voproszü teorii teplovüh proceszszov pri dvizensii szidkoszti v trescsinnüh kollektorah. Izv. VUZ NG 1 73—6.
- [103] *Asztahov, G. Ja.—Csazov, G. A.*: Laboratornüe iszszledovanija proceszszza termicseszczkogo vozdejsztvija na plaszt dvizuscsiszszja frontom gorenija. NH 6 41—2.
- [104] *Aszlanov, S. Sz.—Mamedov, Ju. G.—Hüdirkuliev, B.*: Priem opredelenija kolicseszstva szorbiirovannogo gaza po izmeneniju udel'nogo vesza gazovoj szmeszi. Izv. VUZ NG 1 49—52.

- [105] *Velikovskij, A. Sz.—Raszulov, A. M.—Sztepanova, G. Sz.—Kozlovceva, Z. I.*: Adsorbicija uglevodorodov v uszlovijah plasztia. GP 6 3—5.
- [106] *Bogopol'szkij, A. O.*: Termiceszkaja uształoszt' gornüh porod pri cikliceskome teplovom vozdejsztvii na plaszt. ANH 7 27—9.
- [107] *Nabiev, G. I.—Ahundov, A. A.—Dzsaifarov, R. R.*: K voprosu opredelenija plasztovogo davlenija graficeszkim metodom. ANH 2 27—8.
- [108] *Bagarov, T. Ju.—Guszejnov, F. M.—Szulejmanov, Ju. A.*: Zakonomernosti izmenenija geotermiceszkogo polja nefťjanüh mesztorozsdenij. ANH 4 14—6.
- [109] *Nikolaevskij, V. N.—Baszniev, K. Sz.—Gorbunov, A. T.—Zotov, G. A.*: Mehanika naszűcsennüh porisztűh szred. Nedra, Moskva 1970 336 o.
- [110] *Rieckmann, M.*: Untersuchung von Turbulenzerscheinungen beim Fließen von Gasen durch Speichergesteine unter Berücksichtigung der Gleitströmung. EEZ 36—51.
- [111] *Youngquist, G. R.*: Diffusion and flow of gases in porous solids. IECh 8 52—63.
- [112] *Cavek, L. K.*: Dvizsenie gazovoj szmeszi cserez porisztuju szredu pri nalicsii szorbicii. Izv. AN SZSZSZR MZSG 5 96—100.
- [113] *Wong, S. W.*: Effect of liquid saturation on turbulence factors for gas-liquid systems. JCPT 274—8.
- [114] *Mirzadzsanzade, A. H.—Barenblatt, G. I.—Entov, V. M.—Zsel'tov, Ju. V.—Margulov, G. D.—Raszszohin, G. V.—Rűz'sik, V. M.*: O vozmoznom vlijanii nacsal'nogo gradienta na razrabotku mnogoplasztovűh gazovűh i gazokondenzatnűh mesztorozsdenij pri vodonapornom rezime. Izv. VUZ NG 1 39—45.
- [115] *Singhal, A. K.—Somerton, W. H.*: Two-phase flow through a non-circular capillary at low Reynolds numbers. JCPT 197—205.
- [116] *Headley, L. C.—Pierce, C. I.—Sawyer, W. K.*: Fluid flow in channels, capillaries, and porous media, under the influence of an electric fields. USBM RI 7342 33 o.
- [117] *Champlin, J. B. F.*: The movement of fine particles through permeable rocks. SPE 2946 11 o.
- [118] *Herzig, J. P.—Leclerc, D. M.—Le Goff, P.*: Flow of suspensions through porous media — application to deep filtration. IECh 5 9—35.
- [119] *Weingaertner, E.—Tűrker, G.—Tasci, A.*: Modellversuche zur sekundären Erdűlgevvinnung aus Sand- und anderen Schichten unter Anwendung der Phasentrennungsmethode. EK 555—8.
- [120] *Cartmill, J. C.—Dickey, P. A.*: Flow of a disperse emulsion of crude oil in water through porous media. BAAPG 2438—43.
- [121] *Uzoigwe, A. C.—Marsden, S. S.*: Emulsion rheology and flow through unconsolidated synthetic porous media. SPE 3004 20 o.
- [122] *Spielman, L. A.—Goren, S. L.*: Progress in induced coalescence and a new theoretical framework for coalescence by porous media. IECh 10 10—24.
- [123] *Lantz, R. B.*: Quantitative evaluation of numerical diffusion (truncation error). SPE 2811 7 o.
- [124] *Eickmeier, J. R.—Ersoy, D.—Ramey, H. J., jr.*: Wellbore temperatures and heat losses during production or injection operations. JCPT 115—21.
- [125] *Pantea, I.—Stan, A.*: Noi interpretări ale variațiilor de volum și de presiune, observate la coloană, ca urmare a modificării regimului termic din sondă. PG 99—103.
- [126] *Couch, E. J.—Keller, H. H.—Watts, J. W.*: Permafrost thawing around producing oil wells. JCPT 107—11.
- [127] *Lebedinec, N. P.—Cszizov, Sz. I.—Isztomin, A. Z.*: Oszobennosti indikatornűh linij nagnetatel'nűh szkvazsin. Izv. VUZ NG 2 39—42.
- [128] *Farzane, Ja. G.—Abdullakimov, M.—Nurmamedova, Z. A.*: O vlijanii szvjazajnoj vodű na nacsal'nűj gradient davlenija pri fil'tracii vjazko-plaszticnoj szidkoszti v peszcsano-glinisztűh porodah. Izv. VUZ NG 5 33—6.
- [129] *Molokovics, Ju. M.—Szkvorcov, É. V.*: K voprosu odnomennoj nesztacionarnoj fil'tracii szidkosztej sz nacsal'nűm gradientom szdvgia. Izv. VUZ NG 6 67—72.
- [130] *Molokovics, Ju. M.—Szkvorcov, É. V.*: Ob odnomennoj nesztacionarnoj fil'tracii szidkoszti sz peremennűm gradientom szdvgia. Izv. AN SZSZSZR MZSG 5 166—72.
- [131] *Iszaev, R. G.*: K vűvodu osznovnogo differencial'nogo uravnenija neusztanovivsejszja fil'tracii szszimaemoj szidkoszti v trescsinovato-porisztom uprugo-vjazko-plaszticeszkom kollektore. Izv. VUZ NG 10 71—4.
- [132] *Guszejnov, G. P.—Mamedov, B. D.—Kuliev, K. I.*: Sztacionarnoe radial'noe dvizsenie szidkoszti v neodnorodnom po pronicaemoszti plaszte sz pronicaemoj krovlej. ANH 12 26—8.
- [133] *Marsal, D.*: Die numerische Běhandlung komplexer lagerstătenphysikalischer Probleme mit Hilfe von Integralgleichungen. I. Grundlagen; II. Wasserinvasion im Vielschichtensystem; III. Sondenprobleme. EK 1 10—7; 2 73—9; 3 144—51.
- [134] *McCoy, J. N.*: Analyzing well performance. V. SPE 2863 18 o.
- [135] *Agarwal, R. G.—Al-Hussainy, R.—Ramey, H. R., jr.*: An investigation of wellbore storage and skin effect in unsteady liquid flow: I. Analytical treatment. SPEJ 279—90.
- [136] *Wattenbarger, R. A.—Ramey, H. J., jr.*: An investigation of wellbore storage and skin effect in unsteady liquid flow: II. Finite difference treatment. SPEJ 291—7.
- [137] *Ramey, H. J., jr.—Cobb, W. M.*: A general pressure buildup theory for a well in a closed drainage area. SPE 3012 16 o.
- [138] *Doyle, R. E.—Sayegh, E. F.*: Real gas transient analysis of three-rate flow tests. JPT 1347—56.
- [139] *Ramey, H. J., jr.*: Approximate solutions for unsteady liquid flow in composite reservoirs. JCPT 32—7.
- [140] *Guszejnov, A. I.*: Vlijanie mesztopolozsenija gorizontálnoj szkvazsinű odnoszitel'no krovli i podosvű plasztia na perezad davlenija pri nesztacionarnoj fil'tracii. ANH 8 32—3.
- [141] *Van Everdingen, A. F.—Meyer, L. J.*: Analysis of buildup curves obtained after well treatment. SPE 2864 14 o.
- [142] *McKinley, R. M.*: Wellbore transmissibility from after-flow-dominated pressure buildup data. SPE 2416 12 o.
- [143] *Barbe, J. A.—Boyd, B. L.*: Short-term buildup testing. SPE 3015 8 o.
- [144] *Ramey, H. J., jr.*: Short-time well test data interpretation in the presence of skin effect and wellbore storage. JPT 97—104.
- [145] *Cobb, W. M.—Ramey, H. J., jr.—Miller, F. G.*: Well test analysis for wells producing commingled zones. SPE 3014 14 o.
- [146] *Raghavan, R.—Cady, G. V.—Ramey, H. J., jr.*: Well test analysis for vertically-fractured wells. SPE 3013 12 o.
- [147] *Ivanov, T. F.*: Metod ocenki gidrodinamiceszkűh parametrov pszevdoodnorodnűh produktivnűh plasztov po krivűm zabojnogo davlenija. ND 3 13—6.
- [148] *Telkov, A. A.*: Uszet interferencii neszoversennűh szkvazsin pri raszsetah vremeni obvodnenija ih podosvennoj vodoj. NH 6 27—30.
- [149] *Telkov, A. P.*: Raszset koeficienta nefteotdaci za bezvodnűj period ẻkszpluatacii szkvazsin. ND 5 7—9.
- [150] *Spivak, A.—Coats, K. H.*: Numerical simulation of coning using implicit production terms. SPEJ 257—67.
- [151] *MacDonald, R. C.—Coats, K. H.*: Methods for numerical simulation of water and gas coning. SPEJ 425—36.
- [152] *Beveridge, S. B.—Coats, K. H.—Alexandre, M. T.*: Numerical coning applications. JCPT 209—15.
- [153] *Coats, K. H.—Henderson, J. H.—Modine, A. D.*: Numerical coning applications. SPE 2893 8 o.
- [154] *Letkeman, J. P.—Ridings, R. L.*: A numerical coning model. SPEJ 418—24.
- [155] *Fisher, W. G.—Letkeman, J. P.—Tetreau, E. M.*: The application of numerical coning models to optimize completion and production methods to increase oil productivity in the Bellshill Lake Blairmore Pool. JCPT 261—7.
- [156] *Khan, A. R.*: A scaled model study of water coning. JPT 771—6.
- [157] *Cutler, J. M.—Rees, W. A.*: A study of water coning in the Oil Creek reservoir, North Antioch Field, Oklahoma. SPE 2814 12 o.
- [158] *Bishlawi, M.—Shehabi, H.*: Treatment of partial penetrated oil wells for water coning and bottom water drive analysis. APC 86 (B-1) 24 o.
- [159] *Ivanov, V. T.*: Resenie zadacs o pritoke szidkoszti k neszoversennűm szkvazsinam. Izv. AN SZSZSZR MZSG 6 142—6.
- [160] *Jackson, R. W.*: Reservoir limit test: how reliable are they? WO Jan 76—7.

- [161] *Kazemi, H.*: Pressure buildup in reservoir limit testing of stratified systems. JPT 503—11. — *Hurst and Kazemi* discuss reservoir limit testing JPT 943—5.
- [162] *Overpeck, A. C.—Holden, W. R.*: Well imaging and fault detection in anisotropic reservoirs. JPT 1317—25.
- [163] *Gibson, J. A.—Campbell, A. T., jr.*: Calculating the distance to a discontinuity from D.S.T. data. SPE 3016 8 o.
- [164] *Van Poollen, H. K.—Weber, J. B.*: Data analysis for high influx wells. SPE 3017 6 o.
- [165] *Wray, G. Q.—Petty, G. E.—Jeffords, C. M.*: Developments in testing from floating vessels. SPE 3094 6 o.
- [166] *Brigham, W. E.*: Planning and analysis of pulse-tests. JPT 618—24.
- [167] *Woods, E. G.*: Pulse-test response of a two-zone reservoir. SPEJ 245—56.
- [168] *Vela, S.—McKinley, R. M.*: How areal heterogeneities affect pulse-test results. SPEJ 181—91.
- [169] *Prats, M.*: A method for determining the net vertical permeability near a well from in-situ measurements. JPT 637—43.
- [170] *Essis, B. A. E.—Thomas, G. W.*: The use of open-flow potential test data in determining formation capacity and skin factor. SPE 2940 12 o.
- [171] *Henry, W. A.—Vest, G. L.—Tyler, J. C.*: A new graphical technique for well performance projections. SPE 2889 12 o.
- [172] *Csernüh, V. A.*: Nelinejno-uprugij rezsim fil'tracii v uprugovjazkoj porisztoj szrede. Izv. AN SZSZSZR MZSG 2 162—7.
- [173] *Bernadiner, M. G.—Emtov, V. M.*: Nekotorie tocsnue resenija ploszkih zadac fil'tracii sz predel'nim gradientom. Izv. AN SZSZSZR MZSG 2 168—72.
- [174] *Mendel'szon, M. M.—Svidler, M. I.*: Fil'tracija sz predel'nim gradientom v szrede szo szlucsajnumi neodnorodnosztjami. Izv. AN SZSZSZR MZSG 5 159—65.
- [175] *Jacquin, C.—Poulet, M. J.*: Study of the hydrodynamic pattern in a sedimentary basin subject to subsidence. SPE 2988 11 o.
- [176] *Fiero, G. W., jr.—Maxey, G. B.*: Ground-water flow systems and underground nuclear testing. SPE 2944 7 o.
- [177] *Korcenstejn, V. N.—Tirjaskin, V. M.—Szilin, A. Sz.—Fomin, Ju. D.—Borodkin, V. A.*: K ocenke reszurszov rasztvorenogo gaza vodonapornüh szisztem. SZG 11 116—27.
- [178] *Burstar, M. Sz.—Nazarov, D. A.*: Metodika posztroenija regional'nüh szhematicszkikh kart paleogidrodinamiceszkoj obsztanovki. SZG 9 19—33.
- [179] *Vagin, Sz. B.—Karcev, A. A.—Javorcsuk, I. V.—Uvarova, T. I.*: Szvjaz' mezdu gidrogeologiceszskimi pokazateljami i udel'nimi zapaszami nefi i gaza. GNG 6 50—2.
- [180] *Spil'man, V. I.*: Iszpol'zovanie metodov matematicszkoj sztatisztiki pri podszcsete prognoznüh zapaszov nefi i gaza v Zapadnoj Szibiri. GNG 3 8—14.
- [181] *Dunaev, V. F.—Dunaev, F. F.—Egorov, V. I.—Kozlov, P. T.—Paulinics, É. A.*: O metodike opredelenija optimal'nüh szootnoszenij mezdu zapaszami nefi i ee dobücszej. GNG 6 53—7.
- [182] *Reznikov, A. N.*: O primenenii metoda material'nogo balansza dlja podszcseta zapaszov nefi pri uprugom rezsim. GNG 7 52—4.
- [183] *Stan, Al.*: Asupra aplicării metodelor statistice la stabilirea unor parametri necesari în calculul rezervelor de hidrocarburi fluide prin metoda volumetrică. PG 151—3.
- [184] *Pritchard, K. C. G.*: Use of uncertainty analysis in evaluating hydrocarbon pore volume in the Rainbow-Zama area. JPT 1357—66.
- [185] *Higgins, R. V.—Lechtenberg, H. J.*: Predicting future performance of oil fields. OJG 37 88, 93—4.
- [186] *Schrider, L. A.—Cerullo, R. E.*: A decline curve pitfall using least-squares solution. JPT 441—2.
- [187] *Sandrea, R.*: On estimating recovery efficiency in depletion drive and water drive reservoirs. JPT 277—8.
- [188] *Tehrani, D. H.*: Simultaneous solution of oil-in-place and water influx parameters for partial water drive reservoir with initial gas cap. SPE 2969 10 o.
- [189] *Farouq Ali, S. M.—Nielsen, R. F.*: The material balance approach vs reservoir simulation as an aid to understanding reservoir mechanics. SPE 3080 7 o.
- [190] *Lapuk, B. B.—Szavcsenko, V. V.*: K voproszu opredelenija rezsimra rabotü gazovüh zalezsej po geologo-promszlovüm dannüm. GD 3 4—6.
- [191] *Van Poollen, H. K.—Bixel, H. C.—Jargon, J. R.*: Reservoir modeling — Part 5—12. OJG 1 88—92, 3 84—6, 9 77—80 13 106—6, 19 72—8, 26 58—63, 30 124—30, 43 78—80
- [192] *Richardson, J. G.—Blackwell, R. J.*: Use of simple mathematical models for predicting reservoir behavior. SPE 2928 16 o.
- [193] *Hirasaki, G. H.—O'Dell, P. M.*: Representation of reservoir geometry for numerical simulation. SPEJ 393—404.
- [194] *Coats, K. H.—Dempsey, J. R.—Henderson, J. H.*: A new technique for determining reservoir description from field performance data. SPEJ 66—74.
- [195] *Craig, F. F., jr.*: Effect of reservoir description on performance predictions. JPT 1239—45.
- [196] *Dumitrescu, I.—Solomon, Y.*: Aplicațiile calculatoarelor numerice la studiul proceselor de filtrație din zacămintele petrolifere. PG 300—7.
- [197] *Eilerts, C. K.*: Method for controlling instability of liquid saturation computations. SPEJ 5—7.
- [198] *Slater, G. E.—Durrer, E. J.*: Adjustment of reservoir simulation models to match field performance. SPE 2983 12 o.
- [199] *Durrer, E. J.—Slater, G. E.*: A statistical method for judging the adequacy of a numerical reservoir simulation. SPE 3182 8 o.
- [200] *Coats, K. H.—Dempsey, J. R.—Henderson, J. H.*: The use of vertical equilibrium in 2-D simulation of 3-D reservoir performance. SPE 2797 24 o.
- [201] *Chiang, C. P.—Kennedy, W. A.*: Numerical simulation of pressure behavior in a fractured reservoir. SPE 3067 7 o.
- [202] *Sibley, W. P.*: A method for handling spatially varying fluid properties in a simulation model for a fissured reservoir. SPEJ 25—32.
- [203] *Weinstein, H. G.—Stone, H. L.—Kwan, T. V.*: Simultaneous solution of multiphase reservoir flow equations. SPEJ 99—110.
- [204] *Van-Quy, N.—Simandoux, P.—Corteville, J.*: A numerical study of diphasic multicomponent flow. SPE 3006 16 o.
- [205] *Wattenbarger, R. A.*: Practical aspects of compositional simulation. SPE 2800 12 o.
- [206] *Huang, E. T. S.*: A sensitivity study of reservoir performance using a compositional reservoir simulator. SPE 2980 12 o.
- [207] *Mann, L.—Johnson, G. A.*: Predicted results of numeric grid models compared with actual field performance. JPT 1390—8.
- [208] *Nolen, J. S.—Berry, D. W.*: A study of the reliability of a semi-implicit reservoir simulator. SPE 2981 19 o.
- [209] *Johnson, O. G.*: Reservoir simulation using a general processor and an array processor in parallel. SPE 2813 8 o.
- [210] *Culham, W. E.—Varga, R. S.*: Numerical methods for time dependent boundary value problems. SPE 2806 14 o.
- [211] *Sheffield, M.*: A non iterative technique for solving parabolic partial differential equation problems. SPE 2803 14 o.
- [212] *Watts, J. W.*: An iterative matrix inversion method suitable for anisotropic problems. SPE 2802 5 o.
- [213] *Thachuk, A. R.—Wattenbarger, R. A.*: Graphic aids help spot optimum well locations. WO Oct 105—8.
- [214] *Lewis, C. R.—Rose, S. C.*: A theory relating high temperatures and overpressures. JPT 11—6.
- [215] *Timko, D. J.—Fertl, W. H.*: Hydrocarbon accumulation and geopressure relationship and prediction of well economics from log calculated geopressures. SPE 2990 12 o.
- [216] *Fertl, W. H.—Timko, D. J.*: Occurrence of cemented reservoir roof rock and geopressure caprock and its implication in petroleum geology and geohydrology. SPE 3085 8 o.
- [217] *Hutt, R. B.*: The development and use of the Ontario Well Data System. JCPT 52—9.
- [218] *Hurd, J. D.*: Grieve Unit — high recovery muddy sand. SPE 2905 21 o.
- [219] *Blair, E. A.—Enquist, B. R.—Good, L. W.—Walton E. C., jr.*: A reservoir study of the Friendswood Field. SPE 2971 15 o.
- [220] *King, R. L.—Stiles, J. H., jr.—Waggoner, J. M.*: A reservoir study of the Hawkins Woodbine Field. SPE 2972 16 o.
- [221] *Dumore, J. M.*: Development of gas-saturation during solution-gas drive in an oil layer below a gas cap. SPEJ 211—8.
- [222] *Brow, G. T.—Cupps, C. Q.—Fry, J.*: Method for testing rate of gas diffusion in crude oil by periodic measurement of concentration profiles. USBM RI 7359 22 o.
- [223] *Standing, M. B.*: Inflow performance relationships for



- damaged wells producing by solution-gas drive. JPT 1399—400.
- [224] *Morse, R. A.—Whiting, R. L.*: A numerical model study of gravitational effects and production rate on solution gas drive performance of oil reservoirs. JPT 625—36.
- [225] *McCreary, J. G.*: A comparison of several methods for controlling gas percolation in numeric simulation of solution gas drive reservoirs. SPE 2808 11 o.
- [226] *Popa, C.*: Comportarea in regim de gaze dizolvate a unui zăcămint spălat anterior cu apă. PG 28—33.
- [227] *Casely, U. A.—Crawford, P. B.*: Cybernetics, a new method proposed for estimating performance of water driven reservoirs. SPE 3079 16 o.
- [228] *Zsel'tov, Ju. V.—Rüszik, V. M.—Kiszilenko, B. E.—Avaneszov, I. G.*: Ocenka koeficienta ohvata pri proektirovanii razrabotki mesztorozsdenij nefti vüszokoj vjazkoszti. GNG 3 30—5.
- [229] *Kovalenko, É. K.—Andreev, E. A.—Juszupov, R. M.*: O szsisteme razmescsenija szkvazsin na neftjanüh zalezсах v karbonatnüh porodah. NH 11 36—40.
- [230] *Hnatiuk, J.*: Lateral water encroachment in the Pincher Creek Field. JCPT 85—91.
- [231] *Waller, R. E.*: The Northwest Avard pressure maintenance project — unique challenge met by producer and royalty owner. SPE 3156 11 o.
- [232] *Frohne, K. H.*: Gasflood improves Appalachian recovery. PE 7 79—84.
- [233] *Caudle, B. H.—LeBlanc, J. L.*: A streamline model for secondary recovery. SPE 2865 8 o.
- [234] *Evans, D. E.*: Numerical simulation of waterflooding in a pancake oil column. SPE 3082 10 o.
- [235] *Gutenmaher, L. I.—Treibin, F. A.—Umrihin, N. B.*: Resenie nekotörüh zadacs optimizacii razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. NH 9 30—4.
- [236] *Khan, A. M.*: An empirical approach to waterflood predictions. SPE 2931 12 o.
- [237] *Weaver, R. H.*: Simulation of waterflood behavior in a reservoir previously invaded by gas. SPE 2984 8 o.
- [238] *Felsenthal, M.—Ferrell, H. H.*: Factors that can be optimized in waterfloods of the low permeability reservoir. SPE 2854 7 o.
- [239] *Higgins, R. V.*: Predicting performance of waterfloods at highest constant injection rate. JPT 1246—7.
- [240] *Raza, S. H.*: Water and gas cyclic pressure pulsing method for improved oil recovery. SPE 3005 12 o.
- [241] *Bernadiner, M. G.*: O predel'noj konfiguracii zaszojnih zon pri vütesznenii vjazko-plaszticsnoj nefti vodoj. Izv. AN SZSZSZR MZSG 6 146—9.
- [242] *Koch, R. R.—McLaughlin, H. Ch.*: Field performance of new technique for control of water production or injection in oil recovery. SPE 2847 8 o.
- [243] *Holm, L. W.*: Foam injection test in the Siggins Field, Illinois. JPT 1499—506.
- [244] *Huppler, J. D.*: Numerical investigation of the effect of core heterogeneities on waterflood relative permeabilities. SPEJ 381—92.
- [245] *Pirverdjan, A. M.—Nikitin, P. I.—Lisztengarten, L. B.—Danelfjan, M. G.*: K voproszu o prognoze dobücsi nefti i poputnoj vodü pri razrabotke szloiszto-neodnorodnih kolektorov. ANH 11 19—23.
- [246] *Chatas, A. T.—Malekfam, H.*: The estimation of aquifer properties from reservoir performance in water-drive fields. SPE 2970 18 o.
- [247] *Pitts, G. N.—Crawford, P. B.*: Low areal sweep efficiencies in flooding heterogeneous rock. SPE 2866 8 o.
- [248] *Hearn, C. L.*: Simulation of stratified waterflooding by pseudo relative permeability curves. SPE 2929 12 o.
- [249] *Bearden, W. G.—Cocanower, R. D.—Currens, D.—Dillingham, M.*: Interpretation of injectivity profiles in irregular boreholes. JPT 1089—97.
- [250] *Piatt, J. R.*: Need shown for down-hole volume regulators in a multizone waterflood. OJG 22 63—6.
- [251] *Smith, R. C.—Steffensen, R. J.*: Computer study of factors affecting temperature profiles in water injection wells. JPT 1447—58.
- [252] *Case, L. C.*: Specification for floodwater pay off in a trouble-free unit. OJG 25 78—80, 85—6.
- [253] *Case, L. C.*: Here's look at solid deposits formed in water-injections system. OJG 28 67—71.
- [254] *Case, L. C.*: Here are some common waterflood problems and their solutions. OJG 31 92—6.
- [255] *Gates, G. L.—Caraway, W. H.*: Waters for waterflooding San Joaquin Valley, Calif., petroleum reservoirs. USBM RI 7401 18 o.
- [256] *Gould, R. C.*: Removal of hydrogen sulfide from waterflood injection water. JPT 913—7.
- [257] *Langewis, C., jr.—Gleeson, C. W.*: Practical hydraulics of positive displacement pumps for high pressure waterflood installations. SPE 2904 12 o.
- [258] *Torres, S. R.—Salazar, J. T.—Rosales, C. P.*: Calculation of shape factors in two-dimensional fluid-injection model. OJG 39 61—5.
- [259] *Dranchuk, P. M.—Jain, A.*: The effect of pattern confinement on oil recovery for the five-spot pattern. JCPT 237—41.
- [260] *Layton, D. R.*: You can get additional oil from watered out flood. WO Jan 53—6.
- [261] *Whately, W. F.*: Wyoming waterflood may double oil recovery. WO July 139—41, 143, 146.
- [262] *Schrider, L. A.—Watts, R. J.—Wasson, J. A.*: An evaluation of the East Canton oil field waterflood. JPT 1371—8.
- [263] -staff, Offices of Mineral Resources: Potential oil recovery by waterflooding reservoirs being produced by primary methods. USBM IC 8455 53 o.
- [264] *Byrd, J. L.*: A performance study of the South Pampa Waterflood. JPT 393—6.
- [265] *Watts, R. J.—Overbey, W. K., jr.*: Geologic properties that affect waterflooding in the Big Injun sand of West Virginia. SPE 3084 16 o.
- [266] *Alderman, J. H.*: Big Mineral Creek Barnes Unit — a successful water injection pressure maintenance. SPE 2872 12 o.
- [267] *Gillard, D. R.—White, W. I.*: Plato Viking Pool — reservoir engineering and geological study. JCPT 227—36.
- [268] *Al-Naqib, F. M.—Al-Debouni, R. M.*: Two simple method of analysing performance of a fractured reservoir under water injection. APC 88 (B-1) 19 o.
- [269] *Colligan, J. A.*: New developments in the Maydan Mahzam Field. APC 82 (B-1) 24 o.
- [270] *Leijnse, D.—Dumoré, J. M.*: Large transparent-model study of water flooding the Maydan Mahzam Arab IV reservoir, offshore Qatar. APC 85 (B-1) 19 o.
- [271] *El Hadidi, A.*: Review of the drainage policy after study of the earlier water break through eocene reservoir Bakr North — Amer area. APC 83 (B-1) 31 o.
- [272] *Emery, L. W.—Mungan, N.—Nicholson, R. W.*: Caustic slug injection in the Singleton Field. JPT 1569—76.
- [273] *Kamath, I. S. K.*: A fresh look at wettability detergent flooding and secondary recovery mechanisms. SPE 2862 8 o.
- [274] *Dauben, D. L.—Froning, H. R.*: Development and evaluation of micellar solutions to improve water injectivity. SPE 3044 11 o.
- [275] *Smith, F. W.*: The behavior of partially hydrolyzed polyacrylamide solutions in porous media. JPT 148—56.
- [276] *Harvey, A. H.—Menzie, D. E.*: Polymer solution flow in porous media. SPEJ 111—8.
- [277] *Jewett, R. L.—Schurz, G. F.*: Polymer flooding — a current appraisal. JPT 675—84.
- [278] *Sarem, A. M.*: On the theory of polymer solution flooding process. SPE 3002 4 o.
- [279] *Jennings, R. R.—Rogers, J. H.—West, T. J.*: Factors influencing mobility control by polymer solution. SPE 2867 16 o.
- [280] *Slater, G. E.—Farouq-Ali, S. M.*: Simulation of oil recovery by polymer flooding. JCPT 251—60.
- [281] *Slater, G. E.—Farouq-Ali, S. M.*: Two-dimensional polymer flood simulation. SPE 3003 11 o.
- [282] *Wang, G. C.—Caudle, B. H.*: Effects of polymer concentrations, slug size and permeability stratification in viscous waterfloods. SPE 2927 11 o.
- [283] *Sloat, B.*: Polymer treatment should be started early. PE 7 64, 67, 70, 72.
- [284] *Lane, B. B.*: A progress report of polymer flooding — Skull Creek South Unit, Weston County, Wyoming. SPE 3052 8 o.
- [285] *Burwell, E. L.—Hunt, A. S.*: Gas flood efficiency improvement by polymer injection. USBM TPR 23 8 o.
- [286] *Lozanski, W. R.—Martin, I.*: Canada's first polymer flood. JCPT 99—106.
- [287] *Kelldorf, W. F. N.*: Radioactive tracer surveying — a comprehensive report. JPT 661—9.

- [288] *Craig, F. F.*: A current appraisal of field miscible slug projects. JPT 529—36.
- [289] *Simon, R.—Kelsey, F. J.*: The use of capillary tube networks in reservoir performance studies — I. Equal viscosity miscible displacements. SPE 3068 16 o.
- [290] *Lantz, R. B.*: Rigorous calculation of miscible displacement using immiscible reservoir simulators. SPEJ 192—202.
- [291] *Chaudhari, N. M.*: An improved numerical technique for solving multi-dimensional miscible displacement equations. SPE 2982 8 o.
- [292] *Claridge, E. L.*: Prediction of recovery in unstable miscible flooding. SPE 2930 8 o.
- [293] *Yarborough, L.—Smith, L. R.*: Solvent and driving gas compositions for miscible slug displacement. SPEJ 298—310.
- [294] *Stalkup, F. I.*: Displacement of oil by solvent at high water saturation. SPEJ 337—48.
- [295] *Cone, C.*: Case history of the University Block 9 (Wolfcamp) Field — a gas-water injection secondary recovery project. JPT 1485—91.
- [296] *Griffith, J. D.—Baiton, N.—Steffensen, R. J.*: Ante Creek — a miscible flood using separator gas and water injection. JPT 1232—8.
- [297] *Blanton, J. R.—McCaskill, N.—Herbeck, E. F.*: Performance of a propane slug pilot in a watered-out sand — South Ward Field. JPT 1209—14.
- [298] *Holm, L. W.—O'Brien, L. J.*: Carbon dioxide test flood at the Mead-Strawn Field. SE 3103 19 o.
- [299] *Gogarty, W. B.—Meabon, H. P.—Milton, H. W., jr.*: Mobility control design for miscible-type waterfloods using micellar solutions. JPT 141—7.
- [300] *Gogarty, W. B.*: Maraflood process: a current appraisal. WO Feb 1 41—3.
- [301] *Calhoun II, T. G.—Hurford, G. T.*: Case history of radioactive tracers and techniques in Fairway Field. JPT 1217—24.
- [302] *Schulz, W.*: Sekundäre Erdölgewinnung durch Anwendung von Wärme. EK 410—7.
- [303] *Kaszumov, A. M.*: Vütesznenie nefiti iz porisztoj sredü, szoderzsascej glinisztüe esasztiü, gorjacej vodoj iz vüszokih davlenijah i temperaturah. ANH 3 25—6.
- [304] *Bujkisz, A. A.—Rubinstein, L. M.*: Vlijanie nagnetanija holodnoj i gorjacej vodü na raszpredelenie szkorosztej fil'tracii i nefteotdacsu v dvuhszlojnom plaszte pri podderzsanii zadannüh zaboijnüh davlenij. NH 3 44—8.
- [305] *Alikhan, A. A.—Farouq Ali, S. M.*: Oil recovery by hydrocarbon slugs driven by a hot water bank. SPE 3081 14 o.
- [306] *Connaughton, Ch. R.—Crawford, P. B.*: An improved reservoir conduction heating model. SPE 2979 19 o.
- [307] *Shutler, N. D.*: Numerical three-phase model of the two-dimensional steamflood process. SPEJ 405—17.
- [308] *Holst, P. H.—Aziz, K.*: Numerical simulation of three-dimensional natural convection in porous media. SPE 2805 8 o.
- [309] *Puşcoiu, N.*: Studiul transferului de căldură în cazul injectiei de agenți calzi în zăcămintele de petrol. PG 536—43.
- [310] —Getty computerizes massive steam flooding. PE 5 70, 72, 76.
- [311] *Johnson, F. S.—Walker, C. J.—Bayazeed, A. F.*: Oil vaporization during steamflooding. SPE 2977 15 o.
- [312] *Farouq Ali, S. M.*: Graphical determination of oil recovery in a five-spot steamflood. SPE 2900 15 o.
- [313] *Rincon, A. C.—Diaz-Munoz, J.—Farouq Ali, S. M.*: Sweep efficiency in steamflooding. JCPT 175—84.
- [314] *Bursell, C. G.*: Steam displacement — Kern River Field. JPT 1225—31.
- [315] *Pollock, C. B.—Buxton, T. S.*: Winkelman Dome steam drive success. OJG 32 151—4.
- [316] *Myal, F. R.—Farouq Ali, S. M.*: Recovery of Penn-Grade crude oils by steam. JPT 705—10.
- [317] *Hall, A. L.—Bowman, R. W.*: Operation and performance of Slocum Field thermal recovery project. SPE 2843 12 o.
- [318] *Ives, G.*: Steam bath may be answer at Slocum Field. PE 7 46—9.
- [319] *Turtă, Al.—Dumitrescu, H.*: Mărima cantității de căldură conținută de fluidele extrase prin sondele de extracție într-un proces experimental de injectie continuă de abur. PG 596—601.
- [320] *Closmann, P. J.—Ratliff, N. W.—Truitt, N. E.*: A steam-soak model for depletion-type reservoirs. JPT 757—70.
- [321] *Niko, H.*: Experimental investigation of the steam-soak process in a depletion-type reservoir. SPE 2978 12.
- [322] *Kuo, C. H.—Shain, S. A.—Phocas, D. M.*: A gravity drainage model for the steam-soak process. SPEJ 119—26.
- [323] *Angove, T. J.*: Optimizing high temperature steam stimulation operations. SPE 3178 8 o.
- [324] *Moroşanu, C.*: Stimularea afluxului de țitei prin injectiile ciclice de abur. PG 529—35.
- [325] *Yoelin, S. D.*: The TM-sand steam stimulation project, Huntington Beach offshore field — a remarkable example of a heavy oil reservoir responding to the cyclic steam injection process. SPE 3104 12 o.
- [326] *Barnes, A. L.*: The use of hot gas injection for the recovery of sulfur from thin deposits. SPE 2928 12 o.
- [327] *Azstahov, G. Ja.—Csazov, G. A.*: Laboratornue iszszledovanija proceszsa termiceszszkogo vozdejsztvija na plaszt divzusszsimzija frontom gorenija. NH 6 41—2.
- [328] *Couch, E. J.—Rodriguez, H. V.*: Effects of porosity and permeability on in-situ combustion fuel consumption. SPE 2873 11 o.
- [329] *Wu, C. H.—Fulton, P. F.*: Experimental simulation of the zones preceding the combustion front of an in-situ combustion process. SPE 2816 12 o.
- [330] *Juranek, J.*: Erdölförderung durch Teilverbrennung in situ — Forschung und praktische Anwendung in der CSSR. EK 479—83.
- [331] *Tadema, H. J.—Weijndema, J.*: Spontaneous ignition of oil sands. OJG 50 77—80.
- [332] *Dietz, D. N.*: Wet underground combustion, state of the art. JPT 605—17.
- [333] *Beckers, H. L.—Harmsen, G. J.*: The effect of water injection on sustained combustion in a porous medium. SPEJ 145—64.
- [334] *Gates, C. F.—Sklar, I.*: Combustion — a primary recovery process, Moco Zone reservoir—Midway Sunset Field, Kern County, California, SPE 3054 8 o.
- [335] *Earlougher, R. C., jr.—Galloway, J. R.—Parsons, R. W.*: Performance of the Fry in-situ combustion project. JPT 551—7.
- [336] *Hardy, W. C.—Fletcher, P. B.—Shepard, J. C.—Dittman, E. W.—Zadow, D. W.*: In-situ combustion performance in a thin, high gravity oil reservoir — May-Libby reservoir, Delhi Field. SPE 3053 13 o.
- [337] *Marrs, H. G.—Hughes, P. T.*: Kirby's fireflood pilot looks good. OJG 48 74—7, 81.
- [338] *Burwell, E. L.—Stern, T. E.—Carpenter, H. C.*: Shale oil recovery by in-situ retorting — a pilot study. JPT 1520—4.
- [339] *Prasad, R. K.—Thomas, G. W.*: Shale oil survival in underground retorting by combustion. SPE 2974 8 o.
- [340] *Szmirnov, Sz. I.*: O zakonomernoszjah geoszfericeszszkogo raszpredelenija rasztvorenüh prirodnüh gazov v szedimentacionnüh baszszzejnah. GNG 11 51—4.
- [341] *Kaletka, A.—Marcak, H.—Siemek, J.*: Non-isothermic gas flow in a porous medium. JCPT 38—44.
- [342] *Katz, D. L.*: Depth to which one may expect frozen gas fields (gas hydrates). SPE 3061 7 o.
- [343] *Zana, E. T.—Thomas, G. W.*: Some effects of contaminants on real gas flow. JPT 1157—68.
- [344] *Sevcenko, A. K.—Litvinov, A. A.—Babenko, O. A.*: Vlijanie vodonaszszsennozsti peszcsanogliniszstüh porod na ih gazopronicaemoszt'. GO. 6 5—7.
- [345] *Andre, H.—Bennion, D. W.*: A transform approach to the simulation of transient gas flow in porous media. SPEJ 135—9.
- [346] *Riley, H. G.*: A short cut to stabilized gas well productivity. JPT 537—42.
- [347] *Stewart, P. R.*: Low-permeability gas well performance at constant pressure. JPT 1149—56.
- [348] *Douglas, J., jr.—Dupont, T.—Henderson, G. E.*: Simulation of gas well performance by variational methods. SPE 2891 12 o.
- [349] *Timmerman, E. H.*: Simulation of gas well performance using tabular-graphical techniques. SPE 2884 20 o.
- [350] *Ancell, K. L.—Young, K. L.*: Application of simulation techniques to low permeability gas reservoirs. SPE 2810 8 o.
- [351] *Joyner, H. D.—Lovingfoss, W. J.*: Use of a computer model in matching history and predicting performance

- of low permeability gas wells produced under varying operating conditions. SPE 3078 8 o.
- [352] *Holditch, S. A.—Morse, R. A.*: Low permeability gas reservoir production using large hydraulic fractures. SPE 3010 12 o.
- [353] *Gray, J. W.—O'Dell, P. M.—Ratliff, N. W.*: Gas field operations optimization and production scheduling. SPE 2992 8 o.
- [354] *Vairogs, J.—Hearn, C. L.—Dareing, D. W.—Rhoades, V. W.*: Effect of rock stress on gas production from tight reservoirs. SPE 3001 8 o.
- [355] *Naszirov, M. D.*: Iszsledovanie dvizsenija gaza v trescinnuh kolektorah. GP 10 7—8.
- [356] *Connolly, E. T.*: Evaluation of gas well productivity using production logs. CWLS 7063 16 o.
- [357] *Fountain, T. R.*: Application of production logging in sour gas wells. CWLS 7064 8 o.
- [358] *Ramey, H. J.*: Graphical interpretations for gas material balances. JPT 837—8.
- [359] *Lapuk, B. B.—Szomov, B. E.*: Vlijanie rastvorenogo gaza na prodvizsenie plasztovuh vod. GP 10 4—6.
- [360] *Kondrat, R. M.*: Vlijanie kolektorszkih szvojsztv plaszta i nacsal'nogo davljenija na podvzvisnoszt' zascsemennogo gaza pri snizsenii davljenija. GD 3 16—9.
- [361] *Zakirov, Sz. N.*: K opredeleniju pokazatelej razrabotki mesztorozsdenij prirodnuh gazov v period padajusczej dobücsi pri gazovom rezsime. Izv. VUZ NG 5 37—41.
- [362] *Zakirov, Sz. N.*: Raszcset prodvizsenija vodü v zalez' v period padajusczej dobücsi gaza. Izv. VUZ NG 2 49—52.
- [363] *Chierici, G. L.—Ciucci, G. M.*: On the subject of reserve estimates in water-drive gas reservoirs. JPT 561—2.
- [364] *Van Horn, H. G.*: Gas reserves, uncertainty, and investment decisions. SPE 2878 8 o.
- [365] *Holland, Ch. J., jr.*: Engineering aspects of preparation of construction and operation agreements for gas facilities. SPE 2879 7 o.
- [366] *Tek, M. R.—Hedges, E. B.—Gould, T. L.*: Parametric pulsing — a new approach to increased gas field deliverability. SPE 3070 8 o.
- [367] *Gaculaev, Sz. Sz.—Kanasuk, V. F.—Ljubcsenko, L. A.*: O racional'noj ocserednoszti vvoda v razrabotku mesztorozsdenij. GD 6 3—7.
- [368] *Crichlow, H. B.—Root, P. J.*: A numerical study of the effect of completion technique on gas well deliverability. SPE 2809 12 o.
- [369] *Chersky, N.—Makogon, Y.*: Solid gas — world reserves are enormous. OGI 8 82—4.
- [370] *Belov, V.*: Here's how Russian experts are tackling the permafrost. OGI 8 84, 89—90.
- [371] *Velikovszkij, A. Sz.—Raszulov, A. M.—Sztepanova, G. Sz.—Kozlovceva, Z. I.*: Adsorbicija uglevodorodov v uszlovijah plaszta. GP 6 3—5.
- [372] *Shirkovsky, A. I.*: New field methods of estimating minimum flow rate required for continuous removal of condensate from gas wells. SPE 2937 8 o.
- [373] *Duggan, J. O.*: The Mobil-David (Anderson „L") Field, an abnormal-pressure gas reservoir in South Texas. SPE 2938 12 o.
- [374] *Korotaev, Ju. P.*: Gazogidrodinamicseszkie raszcsetü razrabotki Vüktul'szkogo gazokondenzatnogo mesztorozsdenija pri iszkusztvennom zavodnenii. GD 5 14—7.
- [375] *Korotaev, Ju. P.—Mirkin, M. I.—Susztev, V. N.*: Razrabotka gazokondenzatnuh mesztorozsdenij sz primeneniem szajkling-proceszsa. GD 10 7—10.
- [376] *Abel, W.—Jackson, R. F.—Wattenberger, R. A.*: Simulation of a partial pressure maintenance gas cycling project with a compositional model, Carson Creek Field, Alberta. JPT 38—46.
- [377] *Lapuk, B. B.—Bajbakov, N. K.—Trebin, F. A.—Baszniev, K. Sz.—Zakirov, Sz. N.—Petrov, V. N.—Szomov, B. E.—Sztarov, V. F.*: Kompleksnoe resenie problemü razrabotki gruppu gazovuh i gazokondenzatnuh mesztorozsdenij. Nedra, Moskva, 288 o.
- [378] *Gates, Ch. W.—Hughes, D. L.*: Gas-condensate production and allocation prediction program. SPE 3105 11 o.
- [379] *Field, M. B.—Givens, J. W.—Paxman, D. S.*: Kaybob South — reservoir simulation of a gas cycling project with bottom water drive. JPT 481—92.
- [380] *Field, M. B.—Patterson, J. K.—Wytrychowski, I. M.*: Numerical simulation of Kaybob South gas cycling projects. SPE 2939 15 o.
- [381] *Bond, D. C.—Cartwright, K.*: Pressure observations and water densities in aquifers and their relation to problems in gas storage. JPT 1492—8.
- [382] *Csarnüj, I. A.—Ermolenko, F. I.—Balasova, G. Sz.*: K voproszu vszplüvanija i rasztekkanija gaza pri szozdanii podzemnuh gazohranilisics v gorizontálnuh i pologozalegajuscich vodonosznuh plasztah bol'soj mosesnoszti. Izv. VUZ NG 8 76—82.
- [383] *Wattenberger, R. A.*: Maximizing seasonal withdrawals from gas storage reservoirs. JPT 994—8.
- [384] *Van Horn, H. G.—Wienecke, D. R.*: A method for optimizing the design of gas storage systems. SPE 2966 10 o.
- [385] *Farris, C. B.*: Design of a storage field for a variable hourly market. SPE 2964 8 o.
- [386] *Komar, C. A.—Overbey, W. K., jr.—Rough, R. L.—Lambert, W. G.*: Factors that predict fracture orientation in a gas storage reservoir. SPE 2968 8 o.
- [387] *Bernard, G. G.—Holm, L. W.*: Model study of foam as a sealant for leaks in gas storage reservoirs. SPEJ 9—16.
- [388] *Albrecht R. A.—Marsden, S. S.*: Foams as blocking agents in porous media. SPEJ 51—5.
- [389] *Evrenos, S. I.—Heathman, J.—Ralstin, J.*: Impermeation of porous media by in-situ hydrate formation. SPE 2881 8 o.
- [390] *Smith, B. A.*: Evaluation of gas storage well completions with well logs. SPE 2965 14 o.
- [391] *Wingerter, J. R.*: Inert-gas generator aids storage test. OGJ 21 79—82.
- [392] *Boriszov, Sz. D.—Belov, V. P.—Sztradiümov, P. K.—Szemenov, V. E.—Golovina, Ju. A.*: Iszpol'zovanie isztoscsennuh nefljanuh zalezzej v kacseszte hranilisics gaza. GP 1 18—20.
- [393] *Karimov, M. F.—Kajgorodov, V. A.—Kvaszov, V. P.—Parfenov, V. I.*: Iszsledovanija PAV dlja oszuski prizabojnuh zon szkvazsien na gazohranilisicsah. GP 3 23—4.
- [394] *Howard, G. C.—Fast, C. R.*: Hydraulic fracturing. SPE Monograph Series Vol. 2 1970 220 o.
- [395] *Whitsitt, N. F.—Dysart, G. R.*: The effect of temperature on stimulation design. JPT 493—502.
- [396] *Palada, Tr.—Cristian, M.—Stan, Al.*: Märireia eficientei operaüilor de fisurare hidraulicä prin alegerea optima a parametrilor tehnologici. PG 4 208—13.
- [397] *Elwahi, S. E. H.*: On the initiation of a hydraulic fracture. APC 80 (B-1) 17 o.
- [398] *Williams, B. B.*: Fluids loss from hydraulically induced fractures. JPT 882—8.
- [399] *Nordgren, R. P.*: Propagation of a vertical hydraulic fracture. SPE 3009 10 o.
- [400] *von Schonfeldt, H.—Fairhurst, C.*: Field experiments on hydraulic fracturing. SPE 3033 14 o.
- [401] *Alderman, E. N.—Wendorff, C. L.*: Prop-packed fractures a reality on which productivity increase can be predicted. JCPT 45—51.
- [402] *Mathias, J. P.*: Successful stimulation of a thick, low-pressure, water-sensitive gas reservoir by pseudolimited entry. SPE 2903 8 o.
- [403] *Kiel, O. M.*: A new hydraulic fracturing process. JPT 89—96.
- [404] *Sinclair, A. R.*: Rheology of viscous fracturing fluids. JPT 711—9.
- [405] *Sinclair, A. R.*: The effects of heat transfer in deep well fracturing. SPE 3011 12 o.
- [406] *Matthews, T. M.*: Superfrac gives threefold production increase. WO Sep 67—70.
- [407] *Engel, J. D.*: The superfrac process in the Mid-Continent area. OGJ 24 65—70.
- [408] *Pye, D. S.—Gallus, J. P.—Kemp, J. D.*: Placement control boosts well-stimulation results. OGJ 45 76—80.
- [409] *Gatewood, J. R.—Hall, B. E.—Roberts, L. D.—Lasater, R. M.*: Predicting results of sandstone acidizing. JPT 693—700.  
— On the subject of sandstone acidizing. JPT 720—1.
- [410] *Gidley, J. L.*: Stimulation of sandstone formations with the acid-mutual solvent method. SPE 3007 15 o.
- [411] *Nierode, D. E.—Williams, B. B.*: Characteristics of acid reaction in limestone formations. SPE 3101 19 o.
- [412] *Farley, J. T.—Miller, B. M.—Schoettle, V.*: Design criteria for matrix stimulation with hydrochloric-hydrofluoric acid. JPT 433—40.

- [413] *Guin, J. A.—Schechter, R. S.*: Matrix acidization with highly reactive acids. SPE 3091 10 o.
- [414] *Smith, C. F.—Crowe, C. W.—Wieland, D. R.*: Fracture acidizing in high temperature limestone. SPE 3008 14 o. (2859 is!)
- [415] *Ernst, E. A.—Hurst, R. E.*: How to stimulate deep Hunton and Morrow horizons in the Anadarko Basin. SPE 3160 8 o.
- [416] *Moroşanu, C.*: Acidizeraa sondelor folosind soluții acide de concentrație mare și soluții de acizi combinați. PG 341—8.
- [417] *Minter, R. B.—Davis, E. E.—Conway, B. E.*: An acid-solvent stimulation technique for low gravity crudes. SPE 3189 7 o.
- [418] *Heath, L. J.—Huff, R. V.—Jones, R. A.*: Wellbore enlargement test in a gas-storage well. USBM RI 7382 17 o.
- [419] *Hurst, R. E.*: Using chemicals in well completion and stimulation: what kind and how much. OGJ 15 80—2, 85.
- [420] *Mendell, J. L.—Jessen, F. W.*: Mechanism of inhibition of paraffin deposition in crude oil systems. SPE 2868 12 o.
- [421] *Vetter, O. J.*: An evaluation of scale inhibitors. SPE 3188 12 o.
- [422] *Vetter, O. J. G.—Phillips, R. C.*: Prediction of deposition of calcium sulfate scale under down-hole conditions. JPT 1299—308.
- [423] *Miles, L.*: A new concept in scale inhibitor formation squeeze treatments. SPE 2909 8 po.
- [424] *Miles, L.*: New well treatment inhibits scale. OGJ 23 96—9.
- [425] *Charleston, J.*: Scale removal in the Virden, Manitoba, area. JPT 701—4.
- [426] *Bundrant, C. O.*: Weighted inhibitors solve special oil-well corrosion problems. JCPT 206—8.
- [427] *Hess, P. H.—Clark, C. O.—Haskin, C. A.—Hull, T. R.*: Chemical method for formation plugging. SPE 3045 11 o.
- [428] *Slobod, R. L.*: Restoring permeability to water-damaged pays. OGJ 5 104—8.
- [429] *Gogarty, W. B.—Kinney, W. L.—Kirk, W. B.*: Injection well stimulation with micellar solutions. JPT 1577—84.
- [430] *Moran, J. P.—Maxwell, W. N.*: Field results of injection well stimulation treatments using micellar dispersions. SPE 2842 5 o.
- [431] *Boice, D.—Diller, J.*: A better way to squeeze fractured carbonates. PE 5 79, 82.
- [432] — AC current heats heavy oil for extra recovery. WO May 83—6.
- [433] *Hall, C. D., jr.—Harrisberger, W. H.*: Stability of sand arches: a key to sand control. JPT 821—9.
- [434] *Coulter, A. W.—Gurley, D. G.*: How to select the correct sand control system for your well. SPE 3177 6 o.
- [435] *Richardson, E. A.—Hamby, T. W.*: Consolidation of silty sands with an epoxy resin overflush process. JPT 1103—8.
- [436] *Brooks, F. A.*: Plastic consolidation of “dirty” sands SPE 3042 6 o.
- [437] *Hurst, R. E.—Zingg, W. M.—Crowe, C. W.*: New explosive fracturing method is safe, effective. WO Feb 131—5.
- [438] — Multiple wellbore blasts cause massive fracturing. WO Nov 82—5.
- [439] *Spencer, A. M.—Anderson, A. L.—Dysart, G. R.*: Powerful borehole slurry passes field tests. WO Nov. 86—9.
- [440] *Spencer, A. M.—Dysart, G. R.—Anderson, A. L.*: New blasting methods improve oil recovery. SPE 2844 12 o.
- [441] *Olson, C. T.*: Liquid detonated while moving through formation. WO Nov 90—2.
- [442] *Laspe, C. G.—Weigelt, W. H.*: Injected slurry boosts production fivefold. WO Nov 93—5.
- [443] *Howell, W. D.—Eakin, J. L.—Miller, J.S.—Walker, C. J.*: Nitroglycerin test prove new application. WO Nov 96—8.
- [444] — Explosive frac results revealed. OGJ 43 84.
- [445] *Howell, W. D.—Hille, J. B.*: Explosive detonation tested in hydraulically fractured gas wells. JPT 403—8.
- [446] *Campbell, G. G.—Scott, W. G.—Miller, J. S.*: Evaluation of oil-shale fracturing tests near Rock Springs, Wyo. USBM RI 7397 21 o.
- [447] *Meunier, D.—Tixier, M. P.—Bonnet, J. L.*: The production combination tool — a new system for production monitoring. SPE 2957 12 o.
- [448] *Gross, F.*: Applied and engineering aspects of composite production logging. SPE 2650 10 o.
- [449] *Schaller, H. E.*: Defining oil and water entries in producing wells. SPE 3176 8 o.
- [450] *Stratton, R.—Chase, R.—Schaller, H. E.*: Case histories of production logging. JPT 207—13.
- [451] *Yoelin, S. D.—Howald, C. D.—Holbert, D. R.*: Production logging as used to solve water injection problems in the Huntington Beach Offshore Field JPT 1083—8.
- [452] *Coffer, H. F.—Frank, G. W.—Bray, B. G.*: Project Rulison and the economic potential of nuclear gas stimulation. SPE 2876 16 o.
- [453] *Coffer, H. F.—Bray, B. G.—Frank, G. W.*: Where Rulison stands today. WO June 65—8.
- [454] *Reynolds, M., jr.—Bray, B. G.—Mann, R. L.*: Project Rulison: a status report. SPE 3191 16 o.
- [455] *Leisk, C. W.*: Interview with — What project Rulison can mean to U. S. energy. WO Nov 99—101.

## 5. Kőolaj- és földgáztermelés

Alapvetően új termelési eljárásról a szakirodalom nem tesz említést. Tovább tökéletesítették a függőleges és vízszintes többfázisú áramlást leképező számítási eljárásokat, elméleteket. Több kutató foglalkozott a kútáram hőmérsékletének meghatározásával több fázis áramlásakor. A hőmérsékletviszonyok jobb ismeretében pontosabban határozható meg az áramló folyadék-gáz keverék áramlási nyomásvesztése, s ez a felszálló és segédgázos kutak üzemének pontosabb tervezését, ellenőrzését teszi lehetővé. —

A legrégebb mechanikus termelési mód, a rudazatos mélyszivattyúzás műszaki tökéletesítése tovább folyik. Ennek jelentőségét aláhúzza az a tény, hogy a mechanikus termelési módok közül még mindig kiemelkedő szerepe van ennek a módszernek. — Viszonylag sok említés történik gázkutakról. Világszerte nő a földgázkutak száma, s helyenként igen nagy hozamú, de gyakran korrozív kísérőgázokat, -folyadékot tartalmazó gázkutakat is üzembe állítanak.

### 5.1 Kétfázisú áramlás, kúthőmérséklet

Ebben a fejezetben mind a függőleges, mind a vízszintes, illetőleg hullámos felszínen létesített csővezetékben áramló folyadék-gáz keverék áramlásával foglalkozunk.

Többfázisú áramlás leképezésének alapfeltétele, hogy a vizsgált keverékáramban a folyadék- és gázfázis áramlási sebességét, sűrűségét, egyes kitüntetett csővezetékselektívákban a gáz és folyadék által elfoglalt keresztmetszetek nagyságát, arányát meg tudják állapítani. Eljárást dolgoztak ki ezen jellemzők meghatározására [1]. A folyadékba bróm-82, a gázba argon-41 izotópot injektálnak külön-külön adagoló szerkezettel a két fázis összekeveredése előtt. Az eljárás használhatóságát bizonyító kísérleteket 8,4 km hosszú és 6" névleges átmérőjű felszíni vezetékben hajtották végre.

A termelőcsőben való többfázisú áramlás leképezésére a Szovjetunióban is kidolgoztak olyan eljárást, amellyel a kútfeynyomás ismeretében a kútáram nyomásvesztését, illetőleg a termelési talpnyomást meg lehet határozni [2]. *Orkiszewski* áramlási elméletét továbbfejlesztették, és olyan algoritmust dolgoztak ki, amellyel több tranziens kútáramlási feladat numerikusan megoldható. Ilyen feladatok a kút folyadékkal való feltelésének, az összegyűlt folyadék kitermelésének, kútmegölésnek, lüktetésnek leképezése. A feladat megoldására a már korábban ismertett szállítási potenciál fogalmát is felhasználják [3]. A nyomásemelkedési görbe bizonyos anomáliának jobb elemzését segíti elő [4]. A közölt számítási eljárás a kútlezárás után a termelőcsőben kialakuló tranziens gáz- és folyadékáramlással foglalkozik. — A kőolajkutakban felemelkedő kútáram hőmérsékletének meghatározására ad eljárást [5] állandósult kút- és hőáram-

nál. Figyelembe veszi a változó nyomás és hőmérséklet hatására bekövetkező fázisátalakulások hatását is. Kőolajkutaknál a kőolajból kiváló gáz, gázkutaknál a nehezebb szénhidrogén-alkotók kondenzálódása jelentősen befolyásolhatja a kútáram hőmérsékletét. Számítógépre programozott és véges differenciák módszerén alapuló számítási eljárást dolgoztak ki, amely elsősorban tranziens kút- és hőáram esetében fellépő gyors hőmérséklet-változások leírására alkalmas [6]. — Különösen fontos az arktikus vidékeken termelő kutak körül kialakuló hőáramkép ismerete, ahol a 0°C-os izoterma alatt a kútból kiáramló hő a kutat körülvevő rétegek szilárdságát jelentősen csökkenti. A hőáramképre matematikai modelleket dolgoztak ki [7], [8].

A vízszintes csővezetékben áramló folyadék-gáz keverék áramlási nyomásvesztésének jellemzőjeként [8], [9] felhasználja a *Froude*-számot. *Lockhart* és *Martinelli* eljárását fejleszti tovább *Schlichting* [10]. Az új számítási módszer a hőmérséklet-változást is figyelembe veszi. Fő előnyének tartják, hogy ezzel akkor is kielégítő pontosságú nyomásgradiens-értékek határozhatók meg, ha a folyadékfázisban az olajon kívül tetszés szerinti hányadú víz is van. A szerző által vizsgált esetekben a kőolaj viszkozitása 10—6000 cP volt. A normál-gáztérfogattal megadott gáz-folyadék viszony a kielégítő pontosságú esetekben nem haladta meg a 100-at.

A felszíni csővezetékben áramló folyadék-gáz keverék áramlási gradiensét vízszintes csővezetékben lehet viszonylag pontosan a különböző ismert elméletekből meghatározni. [11] a csővezeték hajlásszögének hatását vizsgálja a nyomásgradiensre különböző áramlási rendszereknél. Több fázisú turbulens áramlás

nyomásgradiense csökkenthető megfelelő polimereknek a hozzáadagolásával [12]. Kísérletek alkalmával a hidraulikus ellenállás maximálisan 20%-kal csökkent.

Kőolaj és víz lamináris áramlási rendszerben való együttáramlásakor kialakuló jellemzők számítására a két fázis sebességprofiljának meghatározására ad eljárást [13].

## 5.2 Olajkút termelése

Időszakos segédgázos kút segédgázfogyasztásának mérese a gyorsan változó gázáram miatt nehéz. [14] összefoglalja a lehetséges gázmérési megoldásokat és a megvalósítás költségéről is tájékoztat. Legcélszerűbbnek látszik a pneumatikus hajtású analóg számítógépet és integrátort tartalmazó megoldás. — Újabb tervezési eljárást dolgoztak ki a plunger-lifteknél várható üzemjellemzőinek meghatározására. A módszer a már korábban ismert *Beeson—Knox—Stoddard*-féle alapösszefüggéseket használja fel [15].

A szovjet kőolajipar — beleszámítva a fúrást, termelést és finomítást is —, elektromos energiafogyasztásának 24%-át a rudazatos mélyszivattyúzás használja fel. Nagy jelentősége van ezért a mélyszivattyúzás hatásfoka javításának. [16] elemzi a mélyszivattyúzás energiafelhasználásának megoszlását. Jellemző megállapítás: a motoroknak csak 7,2%-a van terhelve a névleges teljesítményük 80—100%-ával, tehát túlméretezettek. — A gazdaságosabb rudazatos mélyszivattyúzás érdekében készült az API RP 11L által közölt új számítási eljárás az üzemviszonyok jobb leképezésére [17], (KF Különszám 1970. 5. [15]). Elkészült ennek számítógépi programja is, amely a felügyeletet, a termelés optimalizálását, a hibakeresést és új berendezések kiválasztását jelentősen elősegíti. — Nagy viszkozitású olajok rudazatos mélyszivattyúzásának egyik nehézsége, hogy leöketkor a rudazatot, illetőleg a mélyszivattyút nem süllyed elég gyorsan. Ezen segít a *Petroleos Mexicanos* kútszerkezete [18]: a kútba még egy koaxiális csőoszlopot szerelnek. Az olaj a két „termelőcső” között emelkedik fel. A rudazatot körülvevő „termelőcsövet” vízzel töltik fel. A rudazatot a kis viszkozitású vízben kis ellenállással, gyorsan süllyed.

Nyolc évi fejlesztési munka eredményeként született meg egy új típusú, tornyos, hosszú löketű rudazatos mélyszivattyú-berendezés [19], [20]. A toronyban mozgó súllyal egyensúlyozott berendezés sajátossága,

hogy a rudazatot és az ellensúlyt felfüggesztő drótkötél két, különleges pályájú dobra csavarodik. Ezzel eléri, hogy a löketek végén a kinetikus energia túlnyomó része hasznosítható potenciális energiává alakul. Ezáltal egyenletesebbé válik a rudazatomozgás, nő a volumetrikus hatásfok és csökken a fajlagos energiafogyasztás. — Olyan tornyos, hosszú löketű mélyszivattyú-berendezést is szerkesztettek, amely lépcsős sodronyrudazattal működik. A két rétegből termelő mélyszivattyús kút mélysége 3240 m [21]. Tovább terjed a sodronyrudazatot alkalmazása a konvencionális himbás mélyszivattyú-berendezéseknél is. Mintegy 60 kúton végzett termelési kísérletek adataiból látható, hogy a rudazatkapcsolók elmaradása miatt egyrészt jelentősen csökken a rudazattörések száma, másrészt a kisebb külső keresztmetszet miatt kisebb átmérőjű termelőcsövekben alkalmazható, csökken a simarúd-terhelés, fajlagos energiafelhasználás, termelőcsőfalhoz való súrlódás, paraffinlerakódás. Némi nehézséget jelent még a törés utáni összeillesztés [22].

Lakott területeken fokozta a termelés biztonságát, hogy olyan zárt rendszerű, hidraulikus, rudazat nélküli szabadszivattyús mélyszivattyúzást alkalmaztak, ahol a szervofolyadék víz volt. Gyorsabban használódik el a mélyszivattyú, de csökken a termelés fajlagos energiafelhasználása [23]. — Hidraulikus, rudazat nélküli mélyszivattyú üzemellenőrzésének új eljárását dolgozták ki. Ez lényegileg egy kútfeszerelvényre erősített mikrofonhoz kapcsolódó elektronikus berendezés, amely a rendszer nyomását mérő manométer mutatójának mozgását hangjelek alapján észleli és regisztrálja [24].

Vizsgálatokat végeztek különböző anyagból készült mélyszivattyú-rudazatok terhelhetőségének vizsgálatára korrozív környezetben. A vizsgálatok szerint az alkalmazhatóságot jól jellemzi a *Wöhler*-diagram [25].

## 5.3 Gázkút termelése

Több beszámoló foglalkozik nagy hozamú, nagymélységű és korrozív kútáramot termelő gázkutak sajátos problémáival. A Szovjetunióban 7 millió m<sup>3</sup>/nap hozamú gázkutat is kiképeznek [26]. Ennél kisebb, de millió m<sup>3</sup>/nap nagyságrendű hozamú gázkutakról további híradások is vannak [27], [28]. A kutak termelési béléscsőrakata eléri a 12"-et, a termelőcső átmérője az 5 1/2"-et. Nehézséget okoz, hogy ilyen méretekhez nincsenek szériagyártmányú kútfelzáró berendezések és kútszerkezet-szerelvények. Új, megbízható szerkezetekre van szükség [28]. További nehézségeket jelent, ha a nagy hozamú kút mélysége is nagy. [29] a Delaware-medencében mélyített 6100 m

mélységet és 650 ezer m<sup>3</sup>/nap hozamot, 455 bar kútfelnyomást is elérő kutakat ismert. Bemutatja a korszerű külszíni termelőberendezéseket, kútközpontokat, amelyeket annak figyelembevételével terveztek, hogy a különböző szállítási szerződéseknél minél ésszerűbben tehessenek eleget.

Kiterjedt vizsgálatokat végeztek a korrozív kútáramot vezető kutak üzembiztonsága érdekében. A különösen veszélyes H<sub>2</sub>S okozta korrózió üzemi vizsgálatának eredményeit ismerteti [30]. Kimutatták, hogy a törésig eltelt idő annál kisebb, minél nagyobb a termelőcsőben uralkodó húzófeszültség, a csőanyag folyási határa, a kútáram sósvíz-tartalma, és minél

kisebb a kútáram  $p_H$ -értéke. A korrózió háromféle formában jelentkezik: teljes felületen kémiai átalakulás, egy-egy ponton lyukadás és feszültségtörés alakban. — Vizsgálatokat végeztek a csőacél szerkezetének, edzésének a korrózióval szembeni ellenállásával kapcsolatban [31]. Az AISI 4140 acéllal végzett laboratóriumi vizsgálatok azt mutatták, hogyha az olajban való edzés hatására elért keménysége 25 *Rockwell* volt, akkor a  $H_2S$ -környezetben érvényes folyási határ elérte a nem korrozív környezetben érvényes folyási határ 70%-át. 30 *Rockwell*-keménységnél ez az érték jelentősen csökkent. Monelbevonat meggátolja a korróziót, de sérülése esetén fokozott korrózióveszély áll fenn. — A termelőcső húzófeszültségének és így a korrózióveszély csökkentésének érdekében olyan kútszerkezetet alkalmaznak, amely lehetővé teszi, hogy a termelőcső húzófeszültsége ne haladja meg a kritikus határt [32]. — A korrózióveszély kiterjed, ha a kútáramot a kúttól messze kell vezetni. [33] csaknem 6000 m mélységű, mintegy 410 bar kútféjnyomású  $H_2S$ - és  $CO_2$ -tartalmú gázt termelő kutak kiképzését és a kútáramokat 105 km-re szállító 20"-es csövezeték üzemének jellemzőit ismerteti. A gázt a kutaknál trietilénlikollal víztelenítik. —

Sajátos nehézségeket okozhat a  $H_2S$ -tartalmú kutakból kiváló kén. A nagynyomású és nagymélységű gázkútból a termelőcsőben kiváló ként inhibitor is tartalmazó meleg olaj cirkulálásával tartották oldott állapotban [34].

Gázkutak talpán összegyűlő folyadék eltávolítására olyan elzárást alkalmaztak, amelynél a termelőcső alsó szakaszában két különböző „segédgázszelepet” szereltek fel [35]. Az egyik szelep az állandó csököz-folyadéknyóvot biztosítja. A másik olyan differenciális szelep, amely akkor enged át gázt a csököz-ből a termelőcsőbe, ha a két oldala közötti nyomáskülönbség egy beállított értéket meghalad. A megoldás előnye, hogy a folyadékelőávolítást a beléscsőköz nyomásának változásai alig befolyásolják. — Eredményesen használtak a talpi folyadék eltávolítására habképző vegyszert olyan gázkutakban, ahol a kiváló folyadék kis sótartalmú víz volt [36].

Egyes gázkutaknál előfordul, hogy a lezárás után beálló nyomásnál és hőmérsékletnél a kútban hidrátdugó jön létre. Számítási eljárást dolgoztak ki annak az időtartamnak a meghatározására, amelynél hidrátdugó a kútban még nem képződik [37].

## 5.4 Egyéb

Gázkutakban, kőolajkutakban gyakran előfordul, hogy akusztikus módszerekkel határozzák meg a folyadéknyóv távolságát a felszíntől. Ehhez szükséges, hogy pontosan ismerjék a hang terjedési sebességét a különböző nyomású és hőmérsékletű gázokban. Számítási eljárást, majd ennek alapján diagramokat dolgoztak ki a hang terjedési sebességének pontos meghatározására. A jó eredményt jelentős mértékben a fajhő számítására használt összefüggés pontossága okozza [38].

A termelést jelentősen akadályozhatja az olajkutak termelőcsővében lerakódó paraffin. Ennek megelőzésére egyik leghatásosabb eljárás a megfelelő inhibitor alkalmazása. [39] olyan laboratóriumi vizsgálati eljárást ismertet, amellyel könnyen meghatározható a különböző inhibitorok kútviszonyok mellett várható hatása. — Paraffinon kívül a termelőcsőben  $NaCl$ ,  $CaCO_3$ ,  $BaSO_4$  és  $CaSO_4$  is lerakódhat. Laboratóriumi eljárásokat dolgoztak ki a különböző inhibitorok várható hatásának kimutatására. Külön említést érdemel, hogy  $NaCl$  eltávolítására kétféle vegyszeres kezelést is kidolgoztak [40]. — Több számítási eljárást vezettek le termelőcsőben lerakódó paraffin vastagságának meghatározására. A lerakódást a nyomás, hőmérséklet és áramlási sebesség befolyásolja [41]. — A paraffinlerakódás eloszlását mutatja be különböző víztartalmú kútáramoknál [42].

Inhibitorok hatásos alkalmazására is több eljárást dolgoztak ki. — Vízkőlerakódás megelőzésére az Arco-Hib S-232 elnevezésű inhibitor sósavoldattal nyomják a rétegbe. Az inhibitornak a vízben való oldékonysága a  $p_H$ -koncentráció növekedésével csökken. Így  $1/2$ —1 év át az inhibitor többé-kevésbé egyenletesen keveredik a kútáramhoz, és megakadályozza az ásványi sók kristályai nukleuszainak növekedését [43]. — Korrózió elleni inhibitorokat fajsúlynövelő adalék

anyaggal vegyítettek. A nagyfajsúlyú, szilárd halmazállapotú anyag a kutak talpára süllyed. A kútáram víztartalma lassan oldja az inhibitorot. Az eljárást olajkutaknál és gázkutaknál is hatásosan alkalmazták [44].

Katódos védelem ellenére korróziós lyukadásokat tapasztaltak olajkutakban és vízbenyomó kutakban. Vizsgálatokat végeztek a hibák okainak meghatározására, és kidolgozták a hatásosabb korrózióvédelem feltételeit [45]. — Sűrű kúthálózat esetén megvan a lehetősége annak, hogy az egyes kutak katódos védelme károsan interferáljon. A katódos védőrendszer optimalizálásának feltételeit kidolgozták [46], (KF Különszám 1970. 6. [127]).

Parton túli kutak kezelésére alkalmazzák azt a kútszerkezetet és technológiát, amelynek lényege: a kútba a folyóvezetéken keresztül lehet folyadékárammal „csőszerszámokat” segédgázszelepeket, viharfúvókát, rétegnyomásmérőt stb. be- és kiépíteni [47]. Az eljárásnak szárazföldi kutaknál is jelentősége lehet. A réteg homoktartalmát jól visszatartó s kívülről befelé keskenyedő nyílásokkal ellátott homokszűrőt szerkesztettek. A tapasztalat szerint a homokvisszatartás jó, s az erózió kisebb volta miatt a szűrő élettartama nagyobb, mint a korábbi megoldásoké [48].

Számos szerkezetet, eljárást dolgoznak ki az eredményesebb parton túli termelés érdekében. — A kút hozamvizsgálatára alkalmas eszközök, szerelvények lehetővé teszik a kútvizsgálatot akkor is, ha a végleges gyűjtő-szállító rendszer még nincsen kiépítve [49]. Két megoldást is terveztek annak érdekében, hogy a kút termelőberendezési és a kútmunkálatokat végző dolgozók atmoszferikus nyomáson dolgozhassanak. Az egyik esetben a kútfejre nyomásálló „kútfejpincét” szerelnek [50], a másik megoldásnál a termelőberendezéseket függőlegesen keskenyedő, mintegy 73 m magas acélkónuszban helyezik el [51].

- [1] *McLeod, W. R.—Rhodes, D. F.—Day, J. J.*: Radiotracers in gas-liquid transportation problems a field case. SPE 3059 12 o.
- [2] *Gladkov, I. T.—Isztomin, A. Z.*: Dvizsenie gazo-neftjanoj szmieszi v fontannüh pod"emnikah. ND 6 14—6.
- [3] *Gould, T. L.—Tek, M. R.*: Steady and unsteady state two-phase flow through vertical flow strings. SPE 2804 11 o.
- [4] *Turta, A.*: Calculul ratiei dinamice gas-titei, in ascensiunea bifazica, regimul de curgere cu bule. PG 34—9.
- [5] *Pápay J.*: Termelőkutak és vezetékék hőmérséklet-viszonyai stacioner állapotban. KF 337—42.
- [6] *Eickmeier, J. R.—Ersoy, D.—Ramey, H. J.*: Wellbore temperatures and heat losses during production or injection operation. JCPT 115—21.
- [7] *Couch, E. J.—Keller, H. H.—Watts, J. W.*: Permafrost thawing around producing oil wells. JCPT 107—11.
- [8] *Kriosein, B. L.—Koselev, A. A.*: Teplovoj rezsim gazovoj szkvazsinü v vecsnomerzlüh porodah. GD 7 15—9.
- [9] *Nezsil'szkij, B. M.*: O sztrukturnüh formah tecsenija dvuhfaznogo potoka v gorizontálnüh i rel'efnüh truboprovodah. GD 11 25—8.
- [10] *Schlichting, P.*: Der Transport von Öl-Wasser-Gas-Gemischen in Erdölfeldleitungen. EEZ 235—49.
- [11] *Nezsil'szkij, B. M.—Hodanovics, I. É.*: Ékszperimentálnüe iszszledovanija isztinnogo gazoszoderzsania v niszhodjascsih i voszhodjascsih ucsasztkah rel'efnogo truboprovoda. GD 11 21—5.
- [12] *Haszaev, A. M.*: K iszszledovaniju gidravlicseszkih szoprotivlenij pri mnogofaznom turbulentnom potoke. ANH 5 28—30.
- [13] *Antip'ev, V. N.—Kazubov, A. I.—Valiev, É. H.*: Opredelenie gidrodinamicseskizh parametrov pri raszszloennom dvizsenii nefti i vodü po trubam kruglogo szecsenija. Izv. VUZ NG 11 74—8.
- [14] *Vickrey, R. E.*: A new look at gas lift measurement. PE 8 43—5, 52.
- [15] *Zelic, M.*: Proracun i primjena klipnog lifta. N (jug.) 369—81.
- [16] *Milinszkij, V. M.—Harlamenko, V. I.—Lutfullin, A. H.—Buszkunov, A. A.*: Puti sznizsenija énergeticseskizh zatrat glubinnonaszozsnüh usztanovok. NH 8 51—3.
- [17] *Nolen, K. B.*: High volume pumping analysis. PE 8 60, 63, 66, 70.
- [18] *Franco, A.*: Downhole stuffing box aids pumping of heavy crude. OGI 38 142—3.
- [19] *Metters, E. W.*: A new concept in pumping unit technology. SPE 3193 10 o.
- [20] *Ewing, R. D.*: Long stroke pumping unit. SPE 3186 6 o.
- [21] *Snyder, R. E.*: New pumping methods boost oil production. WO May 110—1.
- [22] *Patton, L. D.*: Continuous rod design. PE 8 72, 75, 77—8.
- [23] *Bowers, J. H.*: Shell tries hydraulic lift for high volume wells in West Texas. OGI 3 71—3.
- [24] *Chastain, J.*: Dynamometer for hydraulic system saves money. PE 8 53—4, 56.
- [25] *Sauer, H.—Kratzel, W.*: Über den Einfluss korrosiven Fördergutes auf die Korrosionszeitfestigkeit von Pumpstangestählen. EEZ 395—9.
- [26] *Gudkov, Sz. F.*: Napravlénija naucsno-iszszledovatel'szkizh rabot v gazovoj promüslennoszti. GP 4 30—4.
- [27] *Szobolevszkij, V. V.—Érv'e, Ju. G.*: Rezul'tatü burenija i iszszledovanija opütno-promüslennüh szkvazsin bol'sogo diametra. GP 1 10—1.
- [28] *Korotaev, Ju. P.—Rejtenbah, G. R.—Belov, V. I.—Tregub, N. N.—Tonkonogov, V. I.*: O vozmozsnoszti szozdanija vüszokoproduktivnüh szkvazsin bol'sogo diametra. GD 4 26—9.
- [29] *Martin, F. H.*: Surface producing equipment for deep gas wells in the Delaware Basin. SPE 2858 8 o.
- [30] *Hudgins, Ch. M.*: Hydrogen sulfide corrosion can be controlled. PE 13 33—6.
- [31] *Leutwyler, K.*: Completion design for corrosive environments. PE 2 58—60, 62.
- [32] *Nomikoszov, Ju. P.—Haliulin, A. G.—Samilev, M. A.*: Oborudovanie szkvazsin, rekomenduemoe dlja mesztrozsdenij, szoderzsascsih szzerovodorod. GP 10 9—11.
- [33] *Richards, J. D.—Swanson, T. C.*: Anadarko Basin, Buffalo Wallow field-operation of deep gas wells and gathering system serving them. SPE 3170 12 o.
- [34] *Grizaffi, L. P.—Thompson, B. M.*: Completing gas wells that produce high H<sub>2</sub>S. WO June 70—4.
- [35] *Holladay, C. H.*: Automatic subsurface liquid removal from gas wells. JPT 940—2.
- [36] *Gricenko, A. I.—Fuki, B. I.—Galanin, I. A.—Ignatenko, Ju. K.—Markov, O. N.—Dovgalenko, Ju. I.*: Primenenie penoobrazujuscsih vcseszstv dlja udalenija zsidkoszti iz gazovüh szkvazsin. GD 8 3—5.
- [37] *Bondarev, É. A.—Makogon, Ju. F.*: Opredelenie bezgidratnogo vremeni ékszpluatácii gazovüh szkvazsin. GD 7 13—5.
- [38] *Thomas, L. K.—Hankinson, R. W.—Phillips, K. A.*: Determination of acoustic velocities for natural gas. JPT 889—95.
- [39] *Mendell, J. L.—Jessen, F. W.*: Mechanism of inhibition of paraffin deposition in crude oil systems. SPE 2868 11 o.
- [40] *lordachesco, M.*: Dépôts cristallins dans la production du pétrole. R. IFP 600—12.
- [41] *Vljin, V. E.—Panteleev, G. V.—Telkov, A. P.—Iszangulov, K. I.—Beloborodov, Ju. V.*: Matematicseskaja model' dlja raszczeta proceszsza otlozsenija parafina v pod"emnüh trubah neftjanüh szkvazsin. NH 2 56—9.
- [42] *Mezepa, B. A.—Silkova, N. L.*: Vlijanie obvodnenija nefti na parafinizaciju szkvazsin i nefteszbornüh szetej mesztrozsdenij Permszkaj oblaszti. ND 2 13—5.
- [43] *Miles, L.*: New well treatment inhibits scale. OGI 23 96—9.
- [44] *Bundrant, C. O.*: Weighted inhibitors solve special oil-well corrosion problems. JCPT 206—8.
- [45] *Weeter, R. F.*: Cathodic protection on well casings needs constant surveillance. OGI 46 173—81.
- [46] *Roberson, G. R.—Schremp, F. W.*: Optimizing the distribution of cathodic protection current. JPT 812—6.
- [47] *Raulings, G. M.*: Well servicing by pump-down techniques. JPT 161—72.
- [48] *Johnston, N.*: Bridge slot liners improve production. WO Aug 1 53—5.
- [49] — Sea-floor test system evaluates remote well. WO Nov. 102—4.
- [50] — Lockhead's deepsea production system to get first ocean tests this summer. OGI 3 75—6, 78.
- [51] *Hayes, C. W.*: New production concept proposed for deep water. WO Oct 125—7.

\* Az évszám nélküli művek megjelenési ideje 1970.



## 6. Kőolaj- és földgázszállítás

### 6.1 Kútáram gyűjtése és szétválasztása

#### 6.1.1 Szerelvények, eljárások

Gázmezők kútáramának nyomásvesztése három, különböző hidraulikai jellemzőjű áramlási út nyomásvesztéseiből tevődik össze: a gáztelepen, a kúton és felszíni gyűjtőrendszeren való áthaladás nyomásvesztéséből. Számítási összefüggéseket dolgoztak ki a több kúton át termelő áramlási rendszer szimulálására. A számítógépre programozott eljárással számos feladat, pl. a minimális beruházást igénylő kompresszortelep jellemzői meghatározhatók [1].

Mintegy 20 évvel ezelőtt még megfelelőnek tartották a glikolos dehidrációt akkor, ha a harmatpontoscsökkenés  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt. Ma már  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb harmatpontoscsökkenést is elérnek. Tervezési eljárást dolgoztak ki a trietilenglikolos rendszer adszorberének kiválasztására és a glikololdat keringetésével, rekoncentrációjával kapcsolatos kívánalmak meghatározására. [2]. — A gázhidrátok képződésének általában csak hátrányos következményei ismeretesek. Most arról értesülünk, hogy a képződésük hasznos is lehet. Többszöri képződésük és széthullásuk felhasználható a szénhidrogén-alkotók szétválasztására, például viszonylag tiszta etán nyerhető így metán-etán elegyből [3], [4]. A hidrátképződés felhasználható a tengervízből való ivóvízszerezésre, továbbá a szénhidrogén-gázból való héliumleválasztásra [4].

Alacsony hőmérsékletű szeparálás technológiai folyamatainak újabb matematikai modelljét dolgozták ki. A modell leírja a kilépő gázmennyiséget, a gázhőmérsékleteket, továbbá meleg és hideg gáz fajhőjét a rendszer különböző pontjaiban [5]. — [6] összehasonlítást közöl a Sebelinka mezőben alkalmazott különböző típusú szeparátorok működéséről. Legmegfelelőbbnek tartja a horizontális szeparátort. — Új típusú, sajátos belső kiképzésű folyadék-gáz szeparátort hoztak létre, amely 99,94%-os hatásokkal távolítja el a folyadékot a gázból. Ezt azzal érik el, hogy olyan örvényáramlást hoznak létre a szeparátorban, amelynek hatására a felemelkedő gázáramból a maradék folyadék leválik és a „felszálló cső” nyílásain át a folyadéktérbe süllyed [7].

Levezették az álló hengeres olajtároló acéltartályok folyadékterhelés alatti deformációjának matematikai modelljét. Ennek alapján módosítani kellett a korábbi kalibrálási előírásokat. A deformáció hatására a palást lefelé kidomborodik, de a fenéklemez kerületéhez közeledve ismét visszahajlik. A fenéklemez a kerület közelében megemelkedik [8]. — Kőolajtartályok egymáshoz való közelsége miatt fennáll

annak a veszélye, hogy az egyik tartályban keletkezett tűz áttérjed a többi tartályra is. Ennek megelőzése vízhűtéssel, habelárasztással meglehetősen költséges. *Selim* azt javasolja, hogy  $\text{CCl}_3\text{F}$  gázt bocsássonak a tartályok gázterébe automatikusan, amint a szénhidrogén-levegő keverék az égési határt megközelíti [9]. — Eljárást dolgoztak ki részben már korrodálódott tartályok javítására. A korrodálódott tartályfelületet poliésztergyantával ragasztott üvegszövetrel vonják be. Az eljárás közelítőleg fele annyiba kerül és a javítási munka fele annyi ideig tartott, mint a konvencionális, lemezhégesztéses eljárásnál [10].

Folyóvezetékeken a gázkutak  $\text{H}_2\text{S}$ -t is tartalmazó kútáramból kiváló elemi kén elzárhatja a csővezeték-szerelvényt. East Calgary mezőben korábban minden kútnál leválasztották a kénhidrogént. Újabb megoldást alkalmaztak: a kútáramot a kútfejen felmelegítették és a 31 km összhosszúságú gyűjtővezeték-rendszert polietilénfóliával vízszigetelt poliuretánhabbal hőszigetelték. A meleg kútáramból sem kén nem válik ki, sem hidrát-dugó nem képződik. A központi gáz-előkészítés így lehetővé vált, s ez a megoldás olcsóbb, mint a korábbi [11].

#### 6.1.2 Mennyiségmérés

A gáz- és olajmennyiség-mérés műszereinek fejlődési irányával foglalkozik [12]. Megnőtt az érdeklődés a digitális eredményt közlő mennyiségmérő után. Ennek elsősorban az automatizálás növekvő térhódítása az oka. — Nagy mennyiségek mérésére mindinkább alkalmazzák a mérőturbina-sűrűségmérő együttest. Folyadék-mennyiség-mérésre legjobban bevált műszerfajta a peremmérő, térfogatszámológó és turbinamérő. — Hollandiában 8 bar nyomáson a fogyasztóknak átadott földgáz 93%-át mérőturbínákkal mérik. Természetesen mérik az áramló gáz nyomását és hőmérsékletét is, s ebből határozzák meg a gáz normáltérfogatát. A mérési hiba viszonylag nagy: a teljes rendszeré egy napra vonatkoztatva  $\pm 2\%$ , 1 hónapra vonatkoztatva  $\pm 1\%$ . Azt tervezik, hogy a jövőben az ISO 541 előírásnak megfelelően áramló tömeget mérnek. Feltételezik, hogy a mérési hiba nem haladja meg a  $0,1\%$ -ot [13]. — Különböző tömeghozammérők mérési elvét s az adott esetben legmegfelelőbb műszer kiválasztásának szempontjait ismerteti [14]. — A gáz tömegméréséhez szükséges sűrűségmérés egyik legkorszerűbb eszköze a célnak megfelelően alkalmazott hangvilla. A *Barton*-cellás mérőperemmel mért nyomás-

különbség- és sűrűségmérés jeleit egy integrált áramkörű számítógép dolgozza fel [15]. — [16] szerint mérőperemes mennyiségmérővel mért gáz-, gőz- és folyadékmennyiségek kiszámítását célszerű time shearing-rendszerű központi számítógéppel elvégeztetni. A különböző lehetőségeket elemezve arra a véleményre jutottak, hogy nem érdemes a számításokhoz szükséges táblázatokat a gépben tárolni, hanem gazdaságosabb a táblázatok adatainak alapjául szolgáló matematikai összefüggéseket felhasználni. — Sok mennyiségmérőt használó vállalatnak gazdaságos gépkocsira szerelt ellenőrző mennyiségmérőt, kalibrálót alkalmazni [17].

Cseppfolyós metán mennyiségmérésére a Humble Pipe Line Co. megfelelő anyagból készült mérőturbínát alkalmaz [18], [19]. Nehézséget jelent, hogy a mérőműszert igen alacsony,  $-161^{\circ}\text{C}$  körüli hőmérsékleten kell hitelesíteni. A hitelesítőberendezést is hűteni kell. Most terveznek elegendően nagy teljesítményű hitelesítőt.

Vizes olaj esetén a tiszta olajmennyiség meghatározásához ismernünk kell az olaj víztartalmát. Áramló folyadék víztartalmának pontos meghatározására általában alkalmaznak a kondenzátoros víztartalom-mérőt. Vizsgálatok azt mutatták, hogy a szokásos mérési módszer hibája igen jelentős, elérheti a 6,7%-ot. Ennek egyik oka az, hogy a víz dielektromos állandója agyagásványok, elsősorban montmorillonit hatására jelentősen változhat. A dielektromos állandót befolyásolja a méréshez használt áram frekvenciája. A kísérletek szerint a pontosság nő, ha 10 MHz frekvenciát alkalmaznak [20].

Kísérleteket végeztek annak meghatározására, hogy főként kutatófúrásokkal feltárt gázrétegek hozamának mérésére használt kritikushozam-mérők mérési pontosságát mennyire befolyásolja a gáz folyadéktartalma. Azt találták, hogy a hiba elérheti az 50–60%-ot és az áramlási sebesség növekedésével nő [21].

### 6.1.3 Automatizált rendszer

Ma 17 — számítógéppel vezérelt — automatizált termelésű nagyobb szénhidrogénmező-komplexum leírása ismeretes a szakirodalomból [22]. Naponta 5,8 millió  $\text{m}^3$  olajat termelnek automatizálva [23]. Annak a mintegy 10 évnél tapasztalatai, amióta alkalmazásuk jelentősnek mondható, elegendőnek látszanak az első többé-kevésbé általánosítható következtetések levonására [22]. Definiálták a szénhidrogénmezők automatizálásának fogalmát. Bizonyos különálló funkciók automatikus vezérlését régóta bevezették. Ezt ma már csak mechanizálásnak tartják. Korszerű automatizálásnál a rendszer a mért adatok alapján vezérel, visszacsatol, optimalizál. Az automatizálás fő eredményei: a kezelőszemélyzetnek 50%-a is megtakarítható; a termelés jelentősen, 10%-kal is megnőhet, a fenntartás költsége jelentősen csökken. Az eredmények értékeléséhez tartozik, hogy az USA-ban a II. világháború óta az 1 kútra jutó kezelőszemélyzet évente mintegy 5–6%-kal csökkent. A számítógépes termelésirányítás hatására tehát már viszonylag kevés ember szabadult fel. — A termelés növekedése elsősorban a változó körülményekhez való gyorsabb alkalmazkodás, a hibák gyorsabb felismerése és

kijavítása miatt válik lehetővé. A jobb információk hatására tervezhetőbbé, előreláthatóbbá válik a tervszerű megelőző karbantartás, javítás. Jelentősen csökken az adminisztratív munka, mivel a számítógép jól áttekinthető kimutatásokat, adatokat emberi közreműködés nélkül is szolgáltat. Figyelemre méltó tapasztalat: hatásosabb és gyorsabb eredményt várhatunk, ha az automatikus rendszer irányítását a régi gyakorlott termelési személyzet sajátítja el, mintha számítógépes szakembereket tanítanak meg termelési technológiára.

Sokat vitatott kérdés, hogy milyen mértékű automatizálás gazdaságos, ésszerű. Az automatizálás mértéke jelentősen függ a szénhidrogén-termelő komplexum nagyságától és várható termelési jövőjétől. Kisebb feladatok számítógépes vezérlése azonban, pl. kútvizsgálat automatikus irányítása, még kis mezőknél is gazdaságos [23]. — Az automatizálásban élenjáró nagyvállalatok között is jelentős a Humble Oil and Refining Co., amelynek automatizálási rendszeréről, elveiről számol be [24], [25] és [26]. Ugyanolyan folyamatszabályozókat szereltek fel 4 kerület központjában. Ezek a berendezések összesen 10 olajmező termelését irányítják. Minden olajmezőben van egy alállomás, amely a mező adatait tárolja, továbbítja. A közvetlen emberi beavatkozáshoz szükséges tényleges adatokat a mezőn dolgozókkal a folyamatszabályozó közli. A rendszer tervezésével és a programozással a vállalat központjában foglalkoznak. A vállalat mintegy 500 folyamatszabályozó programmal rendelkezik. Igen nagy súlyt helyeznek a szakemberek képzésére, betanítására. A munkaminőség igénye nem csökken, hanem nő az automatizálás hatására. Külön figyelmet érdemel az a tény, hogy a rendszer tervezését és megindításának ellenőrzését nem lehet csak a hardwaret gyártó cégre bízni. Ebben aktív részt kell vennie az „olajos” szakembereknek. A vállalat 1974-ben 61 olajmező munkáját kívánja számítógéppel vezérelni.

A Mobil Oil a texasi Pegasus mezőhöz tartozó 6 olaj- és gáztelepből termelő 351 kút termelőberendezéseinek vezérlésére real time-rendszerű számítógépes vezérlést alkalmaz. A Pegasus folyamatszabályozó és adatgyűjtő rendszer 1400 helyzetjelző, 1400 vezérlő és 1400 adatgyűjtő lehetőséget biztosít. A rendszer minden kút termelését optimálisan beállítja, vezérli az olaj-előkészítést, -tárolást, automatikus továbbítást, a vízinjekciós kutak működését és a gázolinleválasztást. Elkészíti a különböző szintű jelentéseket [27], [28]. — Ugyancsak viszonylag nagy termelőkomplexumot automatizált a Pan American Petroleum Corp. A folyamatszabályozóhoz két mezei alállomás tartozik. 140 kút termel mechanikus módszerekkel. Az automatizálás eredményeként a mező termelése 0,5–1,0%-kal nőtt, s jelentősen csökkentek a mezőn belüli közlekedés kiadásai, valamint a kutak javítási költségei. A 750 ezer \$-os befektetés 3 év alatt megtérült [29]. — Kisebb olajmezők esetében részleges folyamatszabályozás gazdaságos lehet. A várható költségekről, megtakarításokról tájékoztat [30], [31]. 7 gázkútból termelő mező veszélyjelzését és -elhárítását automatizálták. Különös érdekessége, hogy a jeleket 1100–2300 Hz között és 100 Hz-cel változó frekvenciával a kutaktól a folyóvezetéken továbbítják a mező alállomásához, és innen kerül rádió-

közvetítéssel az 56 km távolságban levő központba. Előnye, hogy a csővezetéken továbbított jeleket semmi sem zavarja [32]. — A Poso Creek mező volt az első az iparban, amelynél számítógépes vezérlést alkalmaztak, de még elektromechanikus reléket is használtak. A kutak száma a 60-as évek elejétől 180-ról 112-re, az olajtermelés kerekén 480-ról 160 m<sup>3</sup>/napra csökkent. A sok javítási költség miatt megszüntették a folyamat-szabályozást, és nem tartják kifizetődőknek új, korszerű rendszer kiépítését [33]. — Igen korszerű, frekvenciamodulált távközlési rendszert valósított meg a Continental Oil Co. és erről ad ismertetést [34]. — Az eddig csak az úrkutatásban alkalmazott impulzus-kód modulációs telekommunikációs rendszer jelentős térhódítása várható. A frekvenciamodulációs rendszerrel szemben számos előnye közül kiemelhető, hogy az információ digitális alakban való közlését teszi lehetővé, a rendszer bővítése a központi egység bővítése nélkül is megvalósítható és a beruházás és üzem költségei lényegesen kisebbek [35].

A számítógépek alkalmazásának a kőolaj- és földgáz-termelésnél kétféle okból is nagy a jelentősége. Egyrészt tervezési feladatok elvégzését könnyítik meg, másrészt folyamatokat szabályoznak. A gyakorlatban nemcsak digitális, hanem analóg, sőt analóg-digitális, ún. hibrid számítógépeket is alkalmaznak [36]. — A számítógépes folyamatszabályozásnál jelentős szerep hárul az üzemi szakemberekre. Nekik kell megállapítani a programkövetelményeket. A helyes program-összeállítás szempontjait tárgyalja és a kútvizsgálati programot közli példaképpen [37].

#### 6.1.4 Parton túli termelőberendezések

Összefoglaló értékelést ad [38] a már gyakorlatban alkalmazott parton túli berendezésekről. Fő probléma a minél gazdaságosabb termelőberendezések, eljárások kialakítása, alkalmazása. Ma ugyanis a parton túli olaj önköltsége háromszorosa a szárazföldön termelt olajénak. 15–20 éven belül viszont a világ olajtartalmának várhatólag 50%-a parton túli területeken lesz.

A Perzsa-öbölben folyó és a múlt évben már említett kísérletek (KF Különszám 1970. 6. [58–61]) tovább folytatódtak [39], [40], [41]. Különösen jelentős, hogy szeparátor működik már 180 m víz alatti mélységben. Újszerű a szeparátor gamma-sugárzást felhasználó folyadék-szint-vezérlése [39]. Az egy éve indult „Well Bravo” terv számos termelési probléma, alternatíva kiértékelését tűzte maga elé [40]. A Humble Oil Refining Co. kutatása a tengerfenéken működő termelőberendezéseket a felszínen szerelik közös komplexumra és összeszerelt állapotban süllyeszti a tengerfenékre. A kutakban csőszerszámokat használnak. A csőelzárók digitálisan kódolt, elektromosan vezérelhető elektrohidraulikus szerkezettel nyithatók, zárhatók [42]. — Különleges függőleges acéltartály belsejében 18 kút kútfeszervevényeit és a kútközpont berendezéseit lehet elhelyezni. A tetejére erősített fedélzeten bokorfúrás végezhető [43]. Több vállalat tengerfenékhez erősített betontartályba tervezi elhelyezni a

termelőberendezéseit [44]. Összefoglaló áttekintést ad a parton túli termelés berendezéseinek és technológiájának új megoldásairól [45].

Számos kutató foglalkozik a szeparátorból távozó olaj tárolásának gazdaságos megoldásával. [46], [47] olyan megoldást ismert, ahol a szeparátorból távozó olajat folyamatosan szivattyúzzák és parton túli olaj-tartály nincsen. Más vállalatok tengerfenéken nyugvó olajtartályok gazdaságosságát vizsgálják. Arra az eredményre jutottak, hogy 80–127 ezer m<sup>3</sup> tárolótérfogatnál legdrágább a szárazföldön elhelyezett tartály, olcsóbb az úszótartály és legolcsóbb a tengerfenéken létesített [48]. — Mind nagyobb nehézséget jelent a nagyméretű tartályhajók számára alkalmas kikötő megépítése. [49] szerint legalkalmasabbnak látszik az a megoldás, amelynek lényege: a tengerfenéken nyugvó, fordított töleszeralakú tartályból lehet közvetlenül megtölteni a tartályhajót. Alaszka körülmények között a legcélszerűbbnek egy úszóblokk látszik, amelyhez az olajat a parton létesített tartályból vezetik [50].

Több eljárást dolgoztak ki cementburkolatú parton túli vezetékek gazdaságos alkalmazására [51]. — Tengerfenéken 5 emberrel 5 napon át tud haladni egy új víz alatti terepjáró [52].

Az AMOCO az Anglia keleti oldalán fekvő parton túli olajmezőinek folyamatszabályozását tovább tökéletesíti. Harmadik generációs, zárt hatásláncú folyamatszabályozás kiépítését kezdte meg. A rendszert fokozatosan úgy építik ki, hogy 100 kutat elhelyező 10 fedélzet összes termelőberendezéseinek működését vezérelje. Minden fedélzeten egy vezérlő állomás van, amely jeleit a „főfedélzet” állomásának továbbítja. A part és a főfedélzet állomása közötti telekommunikációs kapcsolatot integrált áramkörös mikro-hullámú rendszer biztosítja [53]. — A Hope és Heidi mezők igen korszerű folyamatszabályozását ismerteti [54], (KF Különszám 1970. 6. [44]).

Jelentős károkat okoz a víz olajszennyezése. New Yorkban megtartották ebben a témakörben az első világkonferenciát [55]. — Új rendeleteket hoztak a káros szennyezés elkerülése érdekében [56]. Az USA-ban az intézkedések végrehajtása az előre látott 12–18 hónapban 100–150 millió \$ költséggel jár [57]. — Vigyázni kell arra is, hogy a rendelkezések követelményei ne legyenek feleslegesen szigorúak. Néha eltúlzottak a kárt jelentő hírek [58]. — Összefoglaló áttekintést ad [59] azon eszközökről és eljárásokról, amelyekkel a már tengervízbe került olajat lehet eltávolítani. Érdekes újdonság a Bertin-féle olajszennyezés-eltávolítás: vízfelszín alatti propellerrel örvényt, felette homorú folyadékfelületet hoznak létre. Ebben gyűlik össze a felszín előzőleg egyenletesen borító olaj, s innen kiszivattyúzható [60]. — A Shell Oil Co. flotációs és vákuumos eljárást alkalmaz a kútáramból leválasztott víz maradék olajtartalmanak eltávolítására [61]. Gyorsan összeerősíthető „úszó kerítést” szerkesztettek, amely megakadályozza a vízfelszínre ömlött olaj továbbáramlását [62]. A vízen úszó olajba szórt likacsos üveggolyók felszívják az olajat és az meggyűjthető, elégethető [63].

## 6.2 Kőolaj és kőolajtermék szállítása csőtávvezetékben

Növekszik a kőolaj-reológia jelentősége. Ennek oka nemcsak az, hogy újabb, nagy viszkozitású olajat termelő olajmezőket tárnak fel, hanem az a körülmény is, hogy parton túli, de különösen az arktikus mezők olaját hideg környezetben kell szállítani. A nagyobb hőmérsékleten newtoni viszkozitású olaj a kis áramlási hőmérsékleten gyakran anomális folyási tulajdonságú. Mindinkább automatizálják a kőolajat és kőolajtermékeket szállító távvezetéseket, távvezeték-rendszereket.

### 6.2.1 Távvezeték üzeme és szerelvényei

Több megoldást dolgoztak ki nagy viszkozitású olajat szállító csővezeték melegítésére. 3"-es csővezeték mellé két meleg vizet szállító 1 1/2"-es csővezeték erősítettek. Ezek közös burkolására dolgoztak ki igen gyorsan felszerelhető hőszigetelési módszert. Poliuretánpaplanhoz PVC fólia tapad. A csőre illesztés után a köpeny a PVC borításon kiképzett „Zipp-zárral” rögzíthető [64]. — Japánból két vezetékmelegítési megoldás is ismeretes [65], [66]. — Nagy viszkozitású kőolaj és fűtőolaj szárazföldi szállítására több mint 10 km hosszú csővezetéknel újfajta elektromos melegítési módszert használnak. A SECT-nek nevezett rendszerrel a melegítendő csővezeték külső falára egy vagy több 0,5—1,5"-es csővezeték erősítenek, s ezekben elektromos vezeték helyeznek el. Az elektromos áram a melegítendő csővezeték belső falán is halad, ezt melegíti, s 15—160 W/m hőáramot biztosít. A hőszigetelt csővezeték elsősorban 50 °C-nál kisebb áramlási hőmérsékletnél és napi időszakos melegítésnél mutatkozik gazdaságosnak [65]. Parton túli kikötőben lefejtett nagy viszkozitású kőolajat a partra szállító csővezeték melegítésére dolgoztak ki új eljárást. Ennek lényege, hogy a csővezeték meleg olaj keringetésével annyira felmelegítik, hogy a hajórakomány-mennyiségű olaj a felmelegedett csővezetékben kielégítő folyási tulajdonságokkal szivattyúzható [66].

Folyókat keresztelő kőolajvezeték lyukadása esetén az olaj szennyezi a folyóvizet. Különleges „zsákot” szerkesztettek, amely két nyíláskarmantyúval gyorsan ráerősíthető a kissé sérült vezetékszakra, s belőle a szivárgó olaj elvezethető addig, míg a javításhoz felkészülnek [67].

Világszerte nő az etilénnek, mint a műanyaggyártás alapanyagának fontossága. A finomítókból az etilént célszerű csővezetékben át szállítani a vegyi üzembe. A szállítás sajátos problémája, hogy az etilén kritikus nyomása mintegy 50 bar és kritikus hőmérséklete 9,5 °C. A szokásos talajhőmérsékletnél és áramlási nyomásoknál az áramlás könnyen kétfázisú lehet, ami a csővezeték szállítóképességét jelentősen csökkenti, s két fázis esetén az áramló mennyiség mérése is lehetetlen. Ezért szükséges, hogy az etilén szállítás közben hiperkritikus állapotú folyadék vagy teljesen gázhalmazállapotú legyen. Franciaországban mindkét fajta etilénszállítási módot alkalmazzák [68].

Indulásra kész a Trans-Alaska távvezeték építése, amely a Prudhoe Bay mezők olaját Kanadába szállítja majd. A Barátság távvezeték-rendszer után ez lesz a világ második legnagyobb szállítóképességű kőolaj-távvezeték-rendszere. Az arktikus vidéken haladó 48"-es csőtávvezeték létesítése és üzeme számos különleges probléma megoldását teszi szükségessé [69], [70].

### 6.2.2 Folyadék áramlása a csővezetékben

Jelentős kutatómunkát végeztek dermedő olaj folyási tulajdonságainak meghatározására. Kimutatták, hogy a dermedt olaj reológiai tulajdonságainak jellemzésére a nyírási sebességen és nyírási feszültségen kívül a nyíróterhelés is szükséges. Összefüggéseket vezettek le a dermedt olaj csővezetékben érvényes indítónyomásának meghatározására. Az indítónyomás nemcsak az olaj statikai nyírási feszültségétől, hanem a megindításnál kialakuló nyírási sebességtől és a csővezeték-kőolaj rendszer kompresszibilitásától is függ [71]. „Olaj a vízben” emulzió formájában történő kőolajszállítás lehetőségeit vizsgálták meg főként abból a célból, hogy az arktikus Prudhoe Bay kőolajának távvezeteki szállítására gazdaságos eljárást dolgozzanak ki. A laboratóriumi kísérletek biztatóak. Az emulzió szállítás esetén az olajat nem kell melegíteni, a távvezeték nem kell hőszigetelni [72]. — Sűrűlódás-csökkentő adalékokat, polimereket eddig elsősorban repesztőfolyadékokhoz alkalmazták. Kísérleteket végeztek annak meghatározására, hogy hosszú kőolaj-távvezetékben mekkora nyomásgradiens-csökkenés érhető el; áramlás közben degradálódik-e a polimer s csökken-e hatásossága; és hogyan lehet a laboratóriumi kísérletek eredményeit üzemi méretű csőtávvezetésekre vonatkoztatni. A vizsgálat eredményei biztatóak [73]. — Az Oil India Ltd hőkezeléssel javítja a távvezetékben át szállított olaj folyási tulajdonságait. [74] ismerteti a Nakorhatyaban létesített automatizált kezelőtelep működési vázlatát és a technológia optimalizálásával elért eredményeket.

Különösen automatizált távvezeték tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a folyadékáramlás megindulásakor, megállásakor nyomáshullám alakul ki a csővezetékben. [75] számítási eljárást közöl a tranziens nyomáshullámok leképezésére. A tervezés számítógéppel végezhető el gazdaságosan.

Számítási eljárást dolgoztak ki csővezetékben egymás után áramló folyadékugók keveredési mértékének meghatározására [76]. — [77] olyan számítási módszert közöl, amelynek segítségével a kőolaj-távvezeték üzemadataiból meghatározható a távvezeték belső falán lerakódott paraffinréteg vastagsága.

### 6.2.3 Automatizált szállítás

1962 óta van üzemben a Rotterdam kikötőjéből induló kőolajvezeték amely 450 km hosszú, átmérője 24" és 36", 24 féle olajat szállít, legnagyobb szállító-

képessége 1140 m<sup>3</sup>/nap. 1968-ban kezdték el vezérlésének korszerűsítését, most befejeződött. Két Siemens gyártmányú számítógéppel vezérelt integrált áramkörös folyamatszabályozást vezettek be. A zárt hatásláncú vezérlést az egyik gép irányítja. Vannak nyílt hatásláncú vezérlési feladatok is. Az irányításhoz egy ember elegendő [78]. — A Getty Oil Co. üzembe helyezte a valószínűleg legnagyobb szállítókapacitású pontmelegítéssel, számítógéppel vezérelt kőolaj-távvezetékét. A melegítés módja: gáztüzeléssel hevítene közvetítő folyadékot és ezzel melegítik a szállított olajat. A vezérlő berendezés Motorola Telememory, Data Machines 6201 számítógéppel van felszerelve. Ezen túlmenően minden szivattyú- és melegítőállomás lokális vezérléssel is el van látva [79]. — Több közlemény foglalkozik kis kapacitású folyamatszabályozó számítógéppel, ún. minicomputer alkalmazásával, amely általában a nyílt hatásláncú vezérlést könnyíti meg [80], [81]. — 16 384 szavas, 8 bites memóriával rendelkező számítógép három kőolajvezeték üzemét vezérli. A diszpécser nyomógombos kapcsolótábla előtt ül, amely közvetlen kapcsolatban van a számítógéppel. Parancsait egymásután lenyomott gombokkal adja meg, s a számítógép végrehajtás előtt katódsugárcső ernyőjén bemutatja a szavakká formált rendelkezést [80]. — 8192 szavas, 16 bites ferritmémóriájú minicomputer segíti elő egy 260 km hosszú, nagy viszkozitású olajat szállító távvezeték üzemének irányítását. Irányítja az olajáramlás megindítását és megállítását, s 16 másodpercenként 250 helyzet- és veszélyjelet tapogat. Leírja a kritikusnak ítélt nyomásokat, hőmérsékleteket [81].

Nagy jelentőségű a számítógépes folyamatszabályozás a kőolajtermékeket szállító csőtávvezetéseknél,

távvezeték-rendszereknél is. 1970-ben fejezték be egy 1190 km összhosszúságú terméktávvezeték-rendszer zárt hatásláncú, részben nyomtatott, részben integrált áramkörös vezérlőrendszerének kialakítását. A rendszer a központi irányítóállomáson kívül 17, kisebb folyamatszabályozóval felszerelt állomást is tartalmaz. Az állomások feladata analóg jelek digitális átalakítása, helyzetfelvétel, digitális adattárolás, képcsöves adatmegjelenítés, helyi vezérlés. A központi állomás feladatai: analóg és digitális letapogatás, eltérésjelzés, kétállású szabályozás, veszélyjelzés, beállított érték ellenőrzése, rendszerelemzés, zárt hatásláncú irányítás [82]. — Igen korszerűen automatizáltak tartják Anglia mintegy 400 km összhosszúságú termékelosztó távvezeték-rendszerét. A folyamatszabályozás fő feladatai: termékdugók szállítás-irányítása, keveredett zónák eltávolítása, vezetékmosás, szállítás optimalizálása és a maximális szállító-képesség biztosítása [83]. — A termékszállítás automatizálása egyik legjelentősebb találmányának tartják a szónikus detektort. A csővezetékben mozgó termékdugók helyzetéről pontosan tájékoztat a vezeték megfelelő pontjaiban felszerelt és nagyfrekvenciájú hangimpulzusokat a csővezetékcszelvénybe bocsátó, s a hang terjedési sebességét mérő detektor. A hang terjedési sebessége lineárisan változik a termék sűrűségével. A műszer felhasználható irányváltó csőelzáró berendezések nyitására, zárására automatizálására [84], [85].

[86] az Indactic távkommunikációs rendszert ismerteti, amely kábelen át idő- és frekvenciafelbontású sokcsatornás információátvitelre alkalmas csővezeteki szállításnál.

### 6.3 Földgáz szállítása csőtávvezetékben

A gazdaságosabb földgázszolgáltatás érdekében mindinkább arra törekednek, hogy országokon belül a gáztávvezeték-rendszert összekapcsolják s központilag irányítsák. Ez különösen olyan nagy kiterjedésű országban, mint a Szovjetunió, igen nagy feladatot jelent [87]. — A központi irányítás feltételei: olyan matematikai modell kidolgozása, amely a termelőmezőket, gáztávvezeték-rendszert, gáztárolókat, kompresszortelepeket és fogyasztókat magába foglaló gázelosztó rendszer áramlástanai jellemzőit minél pontosabban határozza meg; olyan mindinkább számítógéppel vezérelt automatikus vezérlés kialakítása, amely a gázszolgáltató rendszer hidraulikai modelljének ismeretében mind több funkciót zárt hatáslánccal biztosít és optimalizál. — Érdekes megemlíteni, hogy a teljesen zárt hatásláncú vezérlést még sehosem valószínűsítették meg, annak ellenére, hogy az elmúlt évben már értesültünk ilyen tervről (KF Különszám 1970. 6. [100], [124]). — A szállítás gazdaságosságának további növelése érdekében megindultak a tervezési munkák cseppfolyós és hűtött gázt szállító távvezeték műszaki és gazdasági feltételeinek meghatározására. — Újszerű tervek merültek fel a nagy távolságokon át való szállítás gazdaságosabb megoldására [88], [89].

#### 6.3.1 Távvezeték üzeme és szerelvényei

Összehasonlító műszaki, gazdasági vizsgálatokat végeztek a Szovjetunióban annak eldöntésére, hogy földgáz csőtávvezetékén át való szállításának melyik a leg gazdaságosabb módja. Háromféle lehetőséget vizsgáltak: gázhalmazállapotban való szállítást talajhőmérsékleten, illetőleg lehűtött állapotban és cseppfolyós-gáz-szállítást. [90] közli a vizsgálatok eredményét és egyben azt, hogy melyik eljárás mikor gazdaságosabb. Érdekes, új gondolat a cseppfolyós gáz injektálásával lehűtött gáz-halmazállapotú szállítás. Kimutatták, hogyha a csővezeték legnagyobb megengedett üzemnyomását a szokásos 55 bar-ról mintegy kétszeresére emelik, s az áramlás hőmérsékletét 283 K<sup>o</sup>-ról 200—205 K<sup>o</sup>-ra csökkentik, akkor a csővezeték gázszállító kapacitása 3,5—4 szeresére nő. — Elkészítették egy kereken 1600 km hosszú és 28 millió nm<sup>3</sup>/nap szállítóképességű cseppfolyós-gáz-távvezeték műszaki, gazdasági terveit [91]. Úgy látják, hogy a beruházási költségek magasabbak, mint a hagyományos gáztávvezetéké, de a csőanyag és hűtés várható költségcsökkenése esetén a cseppfolyós gázt szállító távvezeték jóval olcsóbb lehet. A szállítási költségek a cseppfo-

lyós gáznál abban az esetben kisebbek, ha a távvezeték végén a gázt mindenképpen cseppfolyósítani kellene, pl. csúcsfogyasztást biztosító tárolás céljából. — A cseppfolyós gázt szállító csővezeték anyaga [92] szerint célszerűen 9% Ni-t tartalmazó ötvözött acél. Összehasonlították a poliuretán- és a még egy koaxiális csővel lehetővé tett vákuum-hőszigetelés hatását. A két megoldás létesítési költsége nagyjából ugyanakkora, a poliuretánhabbal való szigetelés üzembiztosabb. A tervezők elsősorban viszonylag kisebb távvezeték-hosszaknál gondolják gazdaságosnak a cseppfolyós-gáz-szállítást. — A cseppfolyós-gáz-szolgáltatás folyamatosságának biztosítása érdekében fontos lehet, hogy a távvezeték üzemzavarának kijavítása alatt a cseppfolyós gázt közúton tartálykocsival tudják a felhasználás helyére szállítani. Ma már üzembiztos, 40–44 m<sup>3</sup> cseppfolyós gáz szállítására alkalmas tartálykocsik léteznek [93].

Új eljárást vezettek be gázcsúcsfogyasztás fedezésére: a tárolótartályban cseppfolyós propánt, esetleg butánt tárolnak, s ebben oldják fel a metánt. Fő előnye: a rendszert csak 213 K<sup>o</sup>-ra kell lehűteni [94].

Elkészült egy olyan 36" átmérőjű távvezeték előterve, amely Algériából Minorca szigetét érintve a Földközi-tengeren át szállítana gázt Franciaországba. A távvezeték viszonylag kis hosszban a tengerfenéken haladna, nagyobb hosszán azonban a tengerfenékhez rögzített kábelekkal helyhez kötött üveggyölköz lenne erősítve, s a vízben lebeg. A tervet nemcsak műszakilag kivitelezhetőnek, hanem gazdaságosnak is tartják [88]. — A Szovjetunió területének 43%-án örökös fagy van. Ezen az arktikus területen különleges előírásokat kell figyelembe venni mind a távvezeték építésénél, mind pedig üzemben tartásánál. Fokozott jelentősége van a tervezést megelőző légi fényképezésnek [95]. — A szovjet–nyugatnémet földgáz-kereskedelemben kapcsolatban felmerült annak a gondolata, hogy az eddigieknél gazdaságosabb földgázszállítási módszert alkalmazzanak. Szabadalmaztattak egy eljárást, amelynek lényege, hogy hatalmas műanyag ballonban több millió m<sup>3</sup> gázt levegőben vontatva szállítsanak [89].

A távvezeték létesítését a nehéz terepek jelentősen megnehezítik. Ezek a terepek négy csoportba sorolhatók: parton túli, folyót harántoló, mocsaras-íngóványos, és hegyes telepekre. [96] azokat a nehézségeket és megoldásokat tárgyalja, amelyekkel ezeken a terepeken számolni kell. — A talaj süllyedése miatt csőtörés fordulhat elő bányák felett haladó távvezeték-nél. A csővezeték-tervezést ilyen területeken meg kell előznie a talajmozgás vizsgálatának. A csővezeték minden irányú elhajlást biztosító kompenzátorokkal kell felszerelni [97]. — [98] összefoglalja mindazon lengyel biztonsági előírásokat, amelyek távvezetéknek felszíni létesítményektől való horizontális távolságára és a vezetékfektetés mélységére vonatkoznak.

### 6.3.2 Gáz áramlása csővezetékben

Gázvezetékben való áramlás szimulálása pontosságának alapfeltétele, hogy a súrlódási tényezőt helyesen határozzuk meg. [99] az irodalomból ismert több  $\lambda = aN_{Re}$  alakú képlet kritikai vizsgálatát ismerteti, és úgy véli, hogy a legpontosabb eredményt a VNI-

GAZ és az általa javasolt képletállandókkal meghatározott összefüggés adja. Távvezeték két végpontja között legrövidebb távvezeték a földfelszín görbületét követő s vízszintes vetületben egyenes vonal lenne. A valóságban ez a nyomvonal helyi akadályok miatt gyakran nem valósítható meg. [100] olyan matematikai eljárást ismertet, amellyel adott akadályok esetén az optimális nyomvonalat lehet megtervezni.

Számos országban jelentős kutatómunkát áldoztak és áldoznak arra, hogy gázvezeték-rendszereik hidraulikai leképezésére alkalmas és számítógéppel kezelhető matematikai modellt dolgozzanak ki. Ezeknek viszonylag egyszerűbb, közelítő megoldása az állandósult áramlás összefüggésein alapul. Ilyen modellt határoztak meg hazánkban is és vele számos feladat jó közelítéssel megoldható. A méretezést a csúcsfogyasztáskor érvényes paraméterekkel végezték [101]. — Stoner első hálózatmodellje ugyancsak állandósult gázáramlást feltételezett [102], (KF Különszám 1970. 6. [113]). Most matematikai módszert ismertet annak meghatározására, hogy a rendszer egyes paramétereinek megváltozása milyen más paraméterek megváltoztatásával érhető el. Ilyen eset: mekkora nyomással kell megnövelni a kompresszorok végnyomását, ha egy adott pontban a nyomást mondjuk 1 bar-ral kívánjuk megnövelni [103]. — Pontosabb eredményeket a tranziens áramlást feltételező matematikai modellek adnak. Több évi kutatómunka eredményeként dolgozták ki az USA-ban az ún. PIPETRAN-programot, amellyel a csővezeték-hálózat kitüntetett pontjaiban időről időre nyomásokat, hozamokat és teljesítményeket lehet kiszámítani [104]. A PIPETRAN-programhoz hasonlóan az angliai gáztávvezeték-rendszer modellezésére is olyan tranziens modellt használnak, amely a megoldásra véges differenciák módszerét használja [105]. A tervezés időlépcsője meglehetősen nagy, 1 óra. Ezen eljárásoknál minden csomópont-hoz egy gázáramot vagy nyomást kell rendelni, s ennek alapján lehet a többi áramlási paramétert előre jelezni. — Több feladat oldható meg Stoner tranziens modelljével, amely az áramlás alapegyenleteinek megoldására az ún. karakterisztika-módszert alkalmazza. Ez a programvezérlésre is felhasználható. Minden csomópont-hoz rendelhető egy meghatározott gázáram és nyomás. A program alapján kiszámítható, hogy minden más csomópontban — amelyben nincsen sem gázáram, sem nyomás előre rögzítve —, milyen paramétereket kell biztosítani, hogy a választott értékek megvalósuljanak [106].

A karakterisztika-módszer alkalmazásának hátránya, hogy csak akkor használható, ha a legrövidebb csőhossz és az izotermikus hullámsebesség hányadosa nagyobb, mint a felvett időlépcső időtartama. A karakterisztika-módszer ezen korlátjának kiküszöbölésére célszerű a centrális véges differenciák módszerét alkalmazni. A jelentős memóriakapacitású gépet igénylő számítás gépi ideje csökken, ha a szórt matrixú egyenletrendszerek megoldására speciális módszereket alkalmaznak [107]. Hosszú gáztávvezetéseket is tartalmazó elosztórendszerekben lejátszódó tranziens áramlás szimulálására a karakterisztika- és az implicit módszer kombinációját ajánlják [108], (KF Különszám 1970. 6. [14]). — Az észak-kaukázusi gázelosztó rendszer leképezésére korábban ugyancsak állandósult áramlási modellt alkalmaztak. Most kidolgoztak egy

olyan tranziens modellt, amely az áramlás hőmérsékletét is figyelembe veszi [109]. *Jakovlev* olyan számítási módszert ismert, amellyel bonyolult gáztávvezeték-rendszerben lejátszódió tranziens áramlás leképezése leegyszerűsíthető [110].

A fenti általánosabb matematikai modelleken kívül olyan számítási eljárásokat is ismertetnek, amelyek csak egy vagy néhány meghatározott feladat megoldására alkalmasak. A szállítási költségek meghatározására kidolgozott eljárást és az abból levonható fontosabb következtetéseket ismerteti [111]. Érdekes eredmény: a nyomás növelése nem csökkenti jelentősen a szállítási költségeket. — Adott gázvezeték-rendszerre új fogyasztókat kívánt kapcsolni. Matematikai modell dolgoztak ki annak meghatározására, hogy a várható többletterhelés — különböző időjárási viszonyok mellett — milyen mértékben befolyásolja a régi gázfogyasztók ellátását, s mikor és milyen kompresszormunkára van szükség a gázellátás kielégítő biztosítására [112]. — Gázhálózatok tervezésekor általában egy meghatározott s időben nem változó fogyasztói igényt tartanak szem előtt. — [113] számítási eljárást javasol annak figyelembevételére, hogy a gázhálózat 20—25 évi amortizációs időtartama alatt hogyan változik az igény. Ehhez kell illeszteni a rendszer megvalósításának ütemét. Legkedvezőbb megoldásnál a ráfordítások összege a legkisebb. — Számítási eljárást dolgoztak ki nagyméretű gázvezeték és nem fagyott talaj termodinamikai kölcsönhatásának meghatározására [114].

Új típusú, gázturbinával hajtott s maximálisan 2,5 kW teljesítményű elektromos áramfejlesztőt szerkesztettek, amely a gáz nyomásesét hasznosítja. Az áram feszültsége, periódusa független a gázáram jelzőitől. Az egység jól használható a felesleges gáznyomás-energia felhasználására [115].

### 6.3.3 Automatizált rendszer

Az automatizált gázellátó rendszer fő feladatai: a fogyasztókhöz a kellő időben a szükséges mennyiségű gáz eljuttatása; annak eldöntése és irányítása, hogy melyik gázszolgáltató egység mennyit termeljen, szállítson; a rendszer leggazdaságosabban működjön. Úgy látszik, hogy ezeket a feladatokat csak az ember és a gép, a diszpécser és a számítógép közösen tudják biztosítani. A számítógép feladata, hogy minden szükséges információt kellő időben biztosítson és rajta keresztül a diszpécser könnyen tudja végrehajtani a szükséges intézkedéseket. A folyamatszabályozás egy része zárt hatásláncú [116]. — Két közlemény ismert az USA gáztávvezeték-rendszerének automatizálásával kapcsolatban összefoglaló értékelést [117], [118]. A legfontosabb három kérdés-csoport: számítógép alkalmazása, távvezérlés, telekommunikáció. Mind gyakrabban alkalmazzák a régi, kötött programú helyi automatikával szemben a programváltoztatással igen flexibilis működésűvé tehető minikomputeres irányítást egyes részfeladatok megoldására, pl. kompresszortelepek működésének vezérlésére [117]. — Az érdekelt vállalatok véleménye szerint a korábban használt relékét felhasználó automatizálással szemben a korszerű számítógépet is alkalmazó vezérlés minden szempontból előnyösebb [118]. — A fo-

gyasztás üzembiztonságának növelése az automatizált rendszer megvalósítására, fenntartására együtt jár a szükséges költségek növekedésével. A fogyasztókat több kategóriába célszerű sorolni, s a biztonság mértékét ennek megfelelően kell előírni [119].

17 nyomógombbal ellátott kapcsolótábláról irányítja egy diszpécser a 61 állomással rendelkező gáztávvezeték-rendszert. Minden állomáson 453 analóg adatot, 77 áramlási adatot és 7 helyzetponton olvas le a központi számítógéppel irányított rendszer. A számítógép a gázfogyasztásokat minden szükséges csoportosításban szolgáltatja, ezenkívül periodikus értékelőjelentéseket is készít [120]. — A Panhandle Eastern mintegy 2100 km összhosszúságú gáztávvezeték-rendszerén át 22 millió fogyasztót magába foglaló 110 körzetet lát el földgázzal. A rendszert diszpécser vezérli IBM-1800-as számítógép segítségével. A számítógép nemcsak a jelen, hanem a távolabbi jövőben várható körülmények leképezésére is felhasználható [121]. — A Transwestern Pipeline Co. múlt évi előrejelzés ellenére sem vezette be a zárt hatásláncú folyamatszabályozást. A diszpécser munkáját két számítógép segíti, amelyre a rendszer egy-egy különálló része van bekapcsolva [122]. — Az olaszországi gázellátás irányítását korábban analóg-számítógép segítette (KF Különszám 1970. 6. [122], [123]). Most arról értesülünk, hogy a SNAM digitális számítógépet is felszerelt és az analóg és digitális számítógépek együttesen biztosítják a diszpécser részére az irányításhoz szükséges segítséget. A két számítógéptípus együttes használatának számos előnye van, ezért új, sajátos hibrid számítógépek építését is tervezik [123], [124].

Nagy jelentősége van a gázellátás biztonsága és gazdaságossága szempontjából annak, ha nagyobb, esetleg eredetileg önálló, gázellátó rendszereket egymással összekapcsolnak, s az így kialakult rendszert központilag irányítják. Ilyen rendszert valószínűleg meg a Szovjetunióban. Lehetővé válik más energiaforrások figyelembevétele, népgazdasági szintű optimalizálás [87]. Regionális ellátást biztosító rendszer van Angliában, ahol az irányításnak ún. hierarchikus rendszerét fejlesztették ki. A központi vezérlés csak az alközpontok alárendelt számítógépeinek meghibásodása esetén veszi át a közvetlen irányítást [125]. Ugyancsak hierarchikus rendszerre kapcsolták össze a Német Szövetségi Köztársaság különböző tulajdonban levő gázellátó rendszereit. A diszpécser nyomógombbal kiadott rendelkezéseit a vezérlő központ, majd az érintett állomás számítógépeinek megfelelő programja vezérli [126].

Jelentős automatizált létesítmény az iráni gázt a Szovjetunióba szállító automatizált gáztávvezeték, amelynek iráni hosszúsága 1130 km, 11 végállomása és 30 állomása van [127], [128]. A Brigitta/Mobil Oil által Visbekben felszerelt igen korszerű folyamatszabályozóról és a gázellátó rendszer automatizálásának első tapasztalatairól tájékoztat [129]. Számos funkciót a számítógép közvetlen beavatkozással irányít.

Érdekes újítást kísérletez ki egy nagyvállalat: a fogyasztók gázfogyasztásának távleolvasására és automatikus távjelentésére a fogyasztók telefonvonalait használják fel [130].

## 6.4 Egyéb

A tervezőmérnököknek mind bonyolultabb csővezeték-szerelvény-rendszert kell tervezniük. Számítógépprogramot dolgoztak ki, amely minden elemet szilárdságilag ellenőriz. Az ellenőrző jelentés mindazon elemeket felsorolja, amelyek az előírásoknak nem felelnek meg [131]. — A tervszerű megelőző karbantartás hatásosságát a korábbi hibák adatainak gépi úton való tárolása és feldolgozása jelentősen megnöveli [312]. — Távvezeték tervezésénél a paraméterek egy része bizonytalan. Megszerkeszthető a különböző lehetséges változatokat figyelembe vevő „haszon-relatív valószínűség” diagram, s ez a döntést jelentősen megkönnyíti [133].

New York mellett 60 millió nm<sup>3</sup> gáz cseppfolyós tárolására alkalmas betonháj tartályt létesítettek [134], [135]. Ezt 11 évi kutató és tervező munka előzte meg. Kisebbségi kísérleti adatai alapján a nagy tartály tervezési feladatait számítógépre programozták. A program 1500 előírást foglal magában. Cseppfolyós földgáz, etilén kezelésekor, arktikus környezetben üzembiztosan működő és el nem ridegedő anyagú csőelzáró berendezéseket ismertet [136].

Ismeretes, hogy csővégek úgy is összehegeszthetők, hogy a két csövet nagy erővel egymáshoz nyomják, s egymáshoz képest elforgatják. A csővégek megolvadnak, összehegednek. Most olyan eljárást dolgoztak ki, amely segítségével ezen eljárással 36"-es csövek folyamatosan és automatikusan összehegeszthetők [137], [138]. — Hegesztési varratok radioaktív vizsgálatának új, gyors és gazdaságos eljárását fejlesztette ki az ENI. A sugárforrás egy csőgörcsben van elhelyezve. A varratot előre körülveszik filmmel [139].

A csővezetékben tovaterjedő nyomáshullám terjedési sebességét meghatározó adiabatikus rugalmassági tényezőnek ultrahanggal való meghatározására szerkesztettek műszert. Összefüggéseket vezettek le, amelyek felhasználásával az adiabatikus, izotermikus rugalmassági tényezők ismeretében a fajhő meghatározható [140]. — Kísérletek alapján olyan matematikai összefüggéseket állapítottak meg, amelyek segítségével meg lehet határozni a folyadéknek a szelepen át való áramlása alkalmával várható zajszintet. Ez elősegíti a kisebb zajszintű szabályozóberendezések szerkesztését [141]. — Matematikai összefüggéseket vezettek le, amelyek figyelembevételével olyan torlószerv szerkeszthető, amelynél *Joule—Thompson*-hatás nem lép fel [142].

Új, szifonos csőmalacot szerkesztettek, amelynek előnye, hogy az első dugattyútárcsa után még visszamaradó folyadékot felszívja és a csőmalac elé vezeti. Jól használható csővezetéseket feltöltő vagy bennük kivált folyadék eltávolítására [143].

A korrózióveszély jelentősége a szénhidrogén-termelésben nő. Ennek négy fő oka van: 1. a kutak mélysége nő, emiatt nagyobb a beépített csövek húzófeszültsége, és nagyobb szilárdságú csöveket kell alkalmazni. Ez elősegíti a feszültségkorróziót. 2. elégetéses termelés hatására nő a kútáram agresszivitása. 3. a parton túli termelőberendezéseket a korrózió tengervíz veszélyezteti. 4. ma olyan H<sub>2</sub>S-tartalmú gázokat is kezelnek, szállítanak, melyeket régebben elégettek [144]. Elkészült az elmúlt 25 év tapasztalatai

alapján a NACE ajánlott szabványa, amely a felszín alatti csővezetékek korrózióvédelmével foglalkozik [145]. — Jó összefoglalást ad olajmezők termelőberendezéseinek katódos korrózióvédelméről [146]. — Korrózió okozta törések vizsgálatát tűzte ki a 18 gázszállító vállalat képviselőjéből álló AGA-kutatóbizottság [147]. A bizottság nagy jelentőséget tulajdonít a csővezetékben uralkodó feszültség és a korrózió okozó környezet együttes hatásának. A talajba fektetett cső környezetéből számos olyan vegyület kerülhet a csőfalra, amely elősegítheti a feszültségi korróziós törést [148]. A korrózió elleni csőszigetelő anyagokról és azok hatásáról jó összefoglalást ad [149]. — Vizsgálatokat végeztek annak kiderítésére, hogy a korábban kialakult korróziós mélyedések tovább mélyülnek-e a katódos védelem megindulása után. Úgy látszik, hogy ettől csak akkor kell tartani, ha a lyukak eltömődnek és lyukfenéken anaerób baktériumok szaporodnak el [150]. — Földbe fektetett csővezetékű még többször 10 km távolságban levő nagyfeszültségű egyenáram is létrehozhat a csővezeték körül olyan potenciálteret, amely elektrolitikus korróziót okoz. A katódos korrózióvédelem itt is hatásos, de a talajpotenciál lehetséges ingadozásai miatt célszerű a védelmet automatizálni [151].

Olajmezőkön gyakran szükséges sós vizet visszanyomni felszín alatti tárolókba vagy felszínen csővezetéken át szállítani. A sós víz korrodáló hatása jelentős. Ennek laboratóriumi vizsgálatát ismerteti [152]. 25 ppm NaCl-tartalmon felül már számottevő lehet a korrózióveszély. Sós víz okozta korrózió ellen jól véd a cső belső felületének műanyag bevonata, de a katódos belső védelem is hatásos lehet [153]. — Üzemi kísérleteket folytattak email bevonatú csővezetékkel. A kísérletek azt mutatták, hogy a korrózió ellen jól véd a bevonat, de az üzemi alkalmazás még további kutatómunkát igényel [154].

Az USA-ban sós víz felszín alatti elhelyezésére kerekén 74 ezer kút szolgál. Előírások szabályozzák a kutak kiképzését annak érdekében, hogy a sós víz ne szennyezze az édesvizet tartalmazó rétegeket. Adott esetben jól bevált megoldás: a termelt sós vízből vegyi üzemben kivonták az ásványi só egy részét, és azokat hasznosították. Az így „tisztított” vizet nyomták vissza [155].

Kutatómunka indult meg olyan észlelési és szabályozási mód kialakítására, amelynek célja gázvezetékek csőtörésének minél gyorsabb kimutatása. A törés okozta nyomás, sebesség és tömegáram időben való változásának matematikai analízise bíztat eredménnyel. Azt gondolják, hogy ezen jellemzők időben való változása speciális deriváltjainak folytonosság-megszakadása a legmegbízhatóbb jelző [156]. Gázvezeték csőfalának sérülései jól vizsgálhatók az AMF Tuboscope új vizsgáló csőgörcsével. A csövön át kábellel húzott csőgörcs elektromágneses mezőt gerjeszt, amelynek változása jellemző a csőfal állapotára [157].

A csőanyagok minőségével, hidegtűrésével kapcsolatos követelmények nőnek. Mind nagyobb átmérőjű, viszonylag vékony falú csövet használnak. Vizsgálták az ötvözőanyagok hatását a bemetszett úte hajtással



meghatározható rideg átmeneti hőmérsékletre. Viszonylag kis Al ötvözőanyag növeli a folyási határt és csökkenti a rideg átmeneti hőmérsékletet [158]. — Vizsgálatok azt mutatják, hogy az alacsony hőmérsékleten létrejövő ridegtörést lényegesen befolyásolják a már meglévő hajszálrepedések. Minél alacsonyabb a hőmérséklet, annál kisebb méretű hajszálrepedés lehet törés kiindulási helye. Ez fokozottan felhívja a figyelmet a csőanyag óvatos, ütődésmentes kezelésére,

szállítására [159]. A szovjet arktikus vidéken működő csővezetékek építésével és üzemével kapcsolatos tapasztalatokat ismerteti [160]. — Az USA-ban alacsony hőmérsékleten bevált acélminőségeket, műanyagokat és kenőanyagokat ismerteti [161].

A szárazföldi olajszenyezés megakadályozására, a kiömlött olaj eltávolítására példamutató programot dolgoztak ki. [162] ismerteti az ennek érdekében hozott technikai megoldásokat, intézkedéseket.

#### IRODALOM \*

- [1] *Dempsey, J. R.—Patterson, J. K.—Coats, K. M.—Brill, J. P.*: A rigorous and efficient method for gas field gathering system design and compression studies. SPE 3161 12 o.
- [2] *Reid, L. S.*: Predicting the capabilities of glycol dehydrators. JPT 925—31.
- [3] *Muszaev, R. M.*: O razdelenii uglevodorodnüh gazov sz pomoscsju gidratov. GD 3 25—8.
- [4] *Buhgalter, E. B.*: Gidratnüh proceszsz razdelenija gazovüh i zsidkih szmeszej. GD 2 23—6.
- [5] *Taranenko, B. F.*: Sztaticsieszkaja model' usztanovki nizko-temperaturnoj szeparacii gaza. GD 8 18—22.
- [6] *Bogdanovics, Sz. Ja.—Guszejnov, Cs. Sz.—Kircsanov, Sz. N.—Kudinov, P. P.*: Éffektivnoszt' primenenija razlicsnüh tipov szeparatorov. GD 2 19—22.
- [7] *Barrett, R.*: Unique "high efficiency" cyclone separator. EO 8 40—2.
- [8] *Withers, V. R.*: The expansion of an oil storage tank under the liquid head of its contents. JIP Jan 57—64.
- [9] *Selim, S. El.-S.*: The principles of explosion prevention application in petroleum storage tanks. APC P. 25 (C-2) 8 o.
- [10] — Glassfiber gives new life to old tanks. OGI 5 106.
- [11] *Leeper, J. E.*: Foam insulation reduces gathering system costs. WO May 73—6.
- [12] — What's new in instrumentation. PLI Oct 35—7.
- [13] *Dijstelbergen, H. H.*: Measuring and regulating high pressure gas. IGU C 46—70.
- [14] *Puscoiu, N.*: Debitmetre de masa folosite la masurarea productiei de titei si gaze. PG 220—5.
- [15] *Hemig, J.*: Neue Messgeräte zur Erfassung von Erdgas-mengen in Verbindung mit Messumformern für Dichte. EEZ 195—204.
- [16] *Jacobsen, R. S.*: Computerized calculation of orifice meter constants. PLI May 65—7.
- [17] — A better idea for meter provers. PLI Nov 51.
- [18] *Shamp, F. F.*: Metering cryogenic liquids. OGI 8 112—4.
- [19] *Shamp, F. F.*: New device proves accuracy of cryogenic liquid measurement. PLI Jan 41—2, 44.
- [20] *Thompson, D. D.—Nicksic, S. W.*: Frequency change can help bs&w monitor's accuracy. OGI 47 69—71.
- [21] *Korotaev, Ju. P.—Nanikov, B. A.*: Dvizsenie gazozsid-kosztnoj szmeszi cserez diafragmu. GP 6 7—9.
- [22] *Harrison, O. R.*: Planning and implementing a computer production control system. JPT 134—8.
- [23] *Scott, J.—Crosby, G.*: What does industry expect of computer production control. PE 5 47—52.
- [24] *Bleakley, W. B.*: Humble takes a look at man's role in automated production. OGI 37 78—81.
- [25] *Burrell, G. R.—Cornett, D. E.—Green, B. F.*: Computerized multified data acquisition and control system. SPE 2933 8 o.
- [26] *Michie, T. W.—Page, W. A.—Kidd, A. N.*: Program for maintaining equipment reliability and data integrity in a large-scale computer production control project. SPE 2935 12 o.
- [27] *Cox, J. B.—Underrinner, C. F.*: Electronic-computer production management — a new era. SPE 2934 11 o.
- [28] *Bleakley, W. B.*: Pegasus automated to nth degree. OGI 44 75—9.
- [29] *Chapin, R. L.—Woodhall, R. J.*: Analysis of an operating telemetering system at Elk Basin Field. JPT 397—402.
- [30] — Automation ideas improve marginal lease operation. WO June 79—82, 87.
- [31] *Martin, J. T.*: Low level automation for marginal leases. PE 5 56, 58, 61.
- [32] *Smalley, R.*: Gathering line carries alarm signals. PE 5 53—5.
- [33] *Ballou, J. K.*: Lessons learned on Poso Creek CPC pilot. PE 5 66, 68.
- [34] *Westbrook, G. H.—Roberts, S. C.*: FM radio splinter frequency permits unique status/data gathering supervisory system. SPE 2901 8 o.
- [35] — Pulse code modulation comes down to earth. PLI Oct 51—4.
- [36] *Rischmüller, H.—Meister, S.*: Die wachsende Bedeutung des Einsatzes schneller Elektronenrechner mit hoher Speicherkapazität bei Erdöl- und Erdgasgewinnung. EEZ 87—9.
- [37] *Banks, R. B.*: Good design rules assure reliable computer system. WO March 91—3.
- [38] *Scott, J.*: Offshore technology in the 1970's. PE 4 51—4.
- [39] *Morrison, J.*: First subsea production system developed in Zakum Field. OGI 4 42—4, 46, 50.
- [40] *Wells, M. J.*: Helpful lessons came from Zakum subsea experience. WP 9 30, 32, 34, 36, 40.
- [41] — Ocean engineering. PE 13 15—7, 20—1, 23.
- [42] *Scott, R. W.*: How Humble plans to produce oil in the Santa Barbara Channel. WO Dec. 39—53.
- [43] *Crosby, G.*: Mobil engineers new deep water system. PE 4 55—9.
- [44] *Snyder, R. E.*: Novel proposal aid offshore production. WO July 109—12.
- [45] — Six new ideas in subsea equipment. PLI March 40—5.
- [46] *Cubine, J. K.*: Pump directly from a gas-oil separator. OGI 35 76—7.
- [47] — New concept in flow station design. PE 1 72, 74.
- [48] *Curtis, L. B.—Shepler, J. C.*: Dubai Khazzan—pioneer of large undersea storage system. JPT 1065—75.
- [49] *Chamberlin, R. S.*: Design considerations—offshore storage. EO 9 36—40.
- [50] *O'Donnell, J. P.*: Offshore tanker-loading system is proposed for Alaska's North Slope. OGI 30 122—3.
- [51] *Deason, D.*: The status of weight coating—its progress and application. PLI March 51—3.
- [52] *Cranfield, J.*: Seabed work vehicle promises versatility and endurance. OGI 9 54—5.
- [53] — How Amoco automates gas production from North Sea. OGI 3 69—70, 73, 99.
- [54] *Block, W. E.—Bodine, J. A.*: Automation of an offshore oil field. API DPP 116—27.
- [55] *Uhl, W. C.*: Industry strengthens fight against spills and leaks. WP 2 30, 32, 58.
- [56] *Crosby, G.*: Operators push to meet offshore regulations. PE 10 44—7.
- [57] *Scott, J.*: Pollution '70: challenge, crisis, change. PE 10 39—43.
- [58] *Parker, R. G.*: Men, money and responsibility in pollution control. JPT 47—50.
- [59] *Ives, G.*: Industry testing wide variety of spill controls. PE 10, 48, 50, 52.
- [60] — French firm pioneers new vortex oil spill clearer. OGI 9 64.
- [61] *Sport, M. C.*: Design and operation of dissolved-gas flotation equipment for the treatment of oilfield produced brines. JPT 918—20.

\* Az évszám nélküli művek megjelenési ideje 1970.

- [62] — Booms aid oil pollution control. EO 2 48—9.
- [63] — Industry seeking, testing anti pollution measures. WO Feb. 1 44—7.
- [64] *Eichberg, D.*: Zip-on jacketing insulates pipeline. OGJ 30 117—8.
- [65] *Ando, M.*: Here's how the Japanese use electric pipeline heating. OGI 7 82—4.
- [66] *Deason, D.*: Japanese install triple layer, insulated, subsea hot oil line. PLI Sep. 71—2.
- [67] *Logan, C. F.*: Comprehensive new pollution program effectively controls pipeline spills. OGJ 10 79, 82.
- [68] *Jozon, R.*: Here's how ethylene is transported by pipeline. OGI 6 109, 111, 114.
- [69] — Trans-Alaska crude line ready for construction. WP 2 25—7.
- [70] *Deason, D.*: Permafrost research developing arctic pipe line technology. PLI Aug. 40—4.
- [71] *Perkins, T. K.—Turner, J. B.*: Starting behavior of gathering lines and pipelines when filled with gelled Prudhoe Bay oil. SPE 2997 12 o.
- [72] *Rose, S. C.—Marsden, S. S.*: The flow of the north slope crude oil and its emulsions at low temperatures. SPE 2996 8 o.
- [73] *Lescarboura, J. A.—Culter, J. D.—Wahl, H. A.*: Drag reduction with a polymeric additive in crude oil pipelines. SPE 3087 12 o.
- [74] *Chandrasekharan, K. P.—Sikdar, P. K.*: Here's how waxy Indian crude is prepared for pipeline transit. OGI 10 86—8, 93, 95, 111.
- [75] *Kublanovskij, L. B.—Murav'eva, L. I.*: Primenenie metoda konecnyh raznosztej po „nejavnoj szheme” k reseniju zadacs neusztanovivsegoszja dvizsenija zsidkoszti v napornuh truboprovodah. NH 10 55—9.
- [76] *Maron, V. I.—Gol'janov, A. I.*: Koeficientu peremesivaniija pri tecenih zsidkosztej v trube. Izv. VUZ NG 2 74—8.
- [77] *Szultanov, B. I.—Gamidov, G. A.—Melikov, T. K.*: Opredelenie temperaturu parafinisztiuh neftej po dljne truboprovoda pri nesztacionarnom teplovom rezsimе. Izv. VUZ NG 10 53—8.
- [78] *Morrison, J.*: Rotterdam—Rhine pipeline is now under processor control. OGI 1 38—40, 43, 45.
- [79] *Griffith, R. A.*: Getty-operated 20-inch heated-crude pipeline. SPE 3069 12 o.
- [80] *Conklin, T.*: Minicomputer supervises three crude pipelines. PLI Dec 48—50.
- [81] — Minicomputer helps supervise oil pipe line control system. PLI April 36.
- [82] *Stilles, R. E.*: New RDACS system to control crude products line. PLI April 37—9.
- [83] *Kehoe, G. H.*: Advanced metering system runs U. K. products pipeline. OGI 3 86—8, 93.
- [84] *Zacharias, E. M.*: The sonic interface detector meets field tests in pipelining. OGJ 27 96—103.
- [85] *Zacharias, E. M.*: Sonic interface detector pays off in liquid lines. PLI July 39—40, 45.
- [86] *Althaus, W.—Schreiner, J.*: Fernwirktechnik Indactic und ZM für die Steuerung bei Gas- Wasser- und Produktenpipelines. EEZ 59—62.
- [87] *Kuznecov, A.—Melentev, L.*: Optimisation of country gas supply single system by mathematical model methods. IGU C 6—70.
- [88] *Savage, G. H.—Marsden, S. S.—Street, R. L.—Boutin, P. L.*: The design of a submerged, buoyant, anchored transoceanic pipeline for transporting natural gas. SPE 3021 28 o.
- [89] — Imminent technical revolution in the transport of natural gas. EO 3 14.
- [90] *Gudkov, S. F.—Benjaminovics, C. A.—Odisarija, G. E.*: Rational utilisation fields of technological schemes for the natural gas large volumes transport. IGU C 16—70.
- [91] *Coulter, D. M.—Walker, G.*: Design for 1000 mile LNG pipe line system. PLI Dec 33—6.
- [92] *Hoover, T. E.*: Technical feasibility and cost of LNG pipelines. PLN 12, 10, 12—6.
- [93] *Paul, K. L.*: LNG transport is growing. OGJ 36 104—8.
- [94] — Mixed cryogenic gas storage could solve peaking problems. OGI 11 11—2.
- [95] *Leiman, P. P.—Diadimov, G. L.*: Experience of projecting and operating gas main pipelines in Far North condition. IGU C 23—70.
- [96] *Corr, C. D.*: The design, construction and operation of gas pipelines in difficult terrain. IGU C 22—70.
- [97] *Galicki, J.—Kosinski, J.—Walus, C.*: Expériences en matiere des problemes liés avec les conduites de gaz sur les terrains se trouvent sous l'infl. des chantiers miniers IGU C 25—70.
- [98] *Tysowski, Fr.*: Problemes des distances sures et de l'espacement de l'armature de barrage sur les gazoducs a haute pression. IGU C 38—70.
- [99] *Walden, G.*: Nouvelles formules de calcul des conduites de gas principales sur la base des recherches du coeffic des resistances hydrauliques. IGU C 12—70.
- [100] *Alekszandrov, A. V.*: Theoretical and practical problems of design and operation of long-distance main gas transmission system. IGU C 11—70.
- [101] *Garai, T.—Havass M.*: Az orszagos gázvezeték-hálózat fejlesztésének optimalizálása. KF 238—41.
- [102] *Stoner, M. A.*: A new way to design natural gas systems. PLI Feb 38—42.
- [103] *Stoner, M. A.*: Sensitivity analysis applied to a steady state model of natural gas transportation systems. SPE 3056 16 o.
- [104] *Kelsey, R.*: Pipetran—does it work? PLN 2 16—8.
- [105] *Needham, J.—Blunt, J. C.*: Pipeline network design for transient flow conditions. IGU C 15—70.
- [106] *Snyder, E. J.*: The use of transient flow simulation in gas system operation. PLN 8 12, 14—6.
- [107] *Wylie, B. E.—Stoner, M. A.—Streeter, V. L.*: Network system transient calculations by implicit method. SPE 2963 8 o.
- [108] *Streeter, V. L.—Wylie, E. B.*: Natural gas pipeline transients. SPEJ 357—64.
- [109] *Konstantinova, I. M.*: Some problems of non-stationary gas flow in a long-distance pipeline. IGU C 13—70.
- [110] *Jakovlev, E. I.*: K voproszu primenenija operacionnih metodov dlja analiza neusztanovivsihszja proceszszov v szlozsnuh szisztamah magisztral'nuh gazoprovodov. Izv. VUZ NG 5 70—4.
- [111] *Coates, D. L.*: Computer analyzes pipeline design. OGJ 51—41—6.
- [112] *Farmer, R. L.—Mason, J. E.*: Transient flow analysis solves problem. OGJ 39 72—6.
- [113] *Ramond, J.—Parraud, M.—Fort, M. R.*: L'incidence du développement sur le choix de la structure optimale des réseaux de transport de gaz. IGU C 7—70.
- [114] *Balisev, O. A.—Koselev, A. A.—Krivosein, B. L.*: Vlijanie razlicsnuh faktorov na teploobmen podzemnuh truboprovodov sz okruzsajusej szredoj. Izv. VUZ NG 6 81—7.
- [115] *Snyder, R. E.*: Unique turbine generates 2,5 kW without combustion. WO Aug 1 37—9.
- [116] *Holland, A. E.—Mix, R. C.*: Computer aids gas dispatching. OGJ 40 105—13.
- [117] *Lambert, D. E.*: What transmission firms are doing to reduce controlled horsepower costs. PLI April 29—35.
- [118] — Pipe line news annual automation symposium. PLN 10 10—24.
- [119] *Kelemen, S.*: Gázszállító rendszerek üzembiztonsága. KF 5 159—62.
- [120] *Bogel, G. D.—Hsu, D.*: A comprehensive solution to pipe line control. PLN 4 31—5, 55.
- [121] *Roberts, B. J.*: Panhandle extends its automation. OGJ 28 61—6.
- [122] *Beeler, J. H.—Marshall, G.*: The computer — its use in gas control. PLN 12 17, 20—3, 32.
- [123] — Computers are essential feature of the Italian gas grid. OGI 12 84—6.
- [124] *Bonfiglioli, G. P.—Croce, L.*: Analog and numerical computers in the operation and design of gas networks. IGU C 9—70.
- [125] *Smith, J. W.—Lucas, T. A.*: Systems of high reliability for the control and economic operation of gas transmission and distribution network. IGU C 18—70.
- [126] *Binder, U. W.*: Problems of automation and remote control of complex plants in gas transmission network. IGU C 19—70.
- [127] — Microwave system installed on Iranian gas trunkline. PLI Sep 69—70.
- [128] — Microwave system installed on giant Iranian gas pipeline. OGI 7 103.

- [129] *Schlemm, F.*: Erste Erfahrungen beim Einsatz eines Prozessrechners in der Gasstation Visbek für Überwachung und Steuerung des Erdgasproduktions- und transport-Systems. EEZ 186—95.
- [130] — Accurate automatic information retrieval makes rapid advances. PLI April 40—1.
- [131] *Lovie, P. M.*: Computer plays big role in pipe-stress analysis. OGJ 44 88—91.
- [132] *O'Donnell, J. P.*: Computer aids Colonial's preventive maintenance program. OGJ 13 85—92.
- [133] *Jefferson, J. T.*: Risk analysis improve pipeline decision. OGJ 35 80—4.
- [134] *Stiles, R. E.*: Texas Eastern pioners LNG storage technology PLI 12 30—32.
- [135] *Stiles, R. E.*: World's largest above-ground storage tank in operation. PLI May 41—3.
- [136] — Stainless steel valves in cryogenic processing. EO 4 38.
- [137] *Cranfield, J.*: New pipe welding technique could save time and money. OGI 2 58—60.
- [138] — Pipeline welder idea proposed using friction technique. WP 3 58—9.
- [139] — New pig makes for better weld inspection. OGI 6 87—8.
- [140] *Wostl, W. J.—Dresses, T.—Clark, B. G.*: Velocimeter measures bulk moduli. OGJ 49 57—62.
- [141] *Allen, E. E.*: How to predict control valve noise levels. PLI June 49—53.
- [142] *Kirija, T. A.*: Uszlovija izotermiceszkogo droszselirovaniya gaza. GD 9 22—4.
- [143] — New triple action syphon pig leaves pipe lines clean and dry. PLI Jan 36—7.
- [144] *Phenicie, J. W.*: Oil country corrosion it costs \$ 500,000,000/Year. PE 12 29—32.
- [145] *Miller, D.*: NACE documents pipe line corrosion control technology. PLI Feb 35—7.
- [146] *Koger, W. C.*: Cathodic protection of oil production equipment. PE 13 36—8.
- [147] *Quarles, B.*: Battelle line pipe research program helps solve industry problems. PLN 2 23, 26—8.
- [148] *O'Donnell, J. P.*: Stress-corrosion cracking is major research target. OGJ 1 77—84.
- [149] *Lane, J. J.*: A new look at coatings. PLI Feb 31—3.
- [150] *Von Baeckmenn, W.*: Corrosion rate and cathodic protection potential in deep corrosion pits. IGU C 30—70.
- [151] *Hayes, T. B.—Silkworth, G. H.—Schilling, R. D.*: HVDC effects on pipe lines. PLI Feb 27—30, 54.
- [152] *Lehmann, O.*: Beurteilung von Korrosionsvorgängen in System Stahl(Wasser)Öl mit Hilfe elektrochemischer Messverfahren. EK 350—4.
- [153] *Graf, R.—Koch, R.—Kwade, C.*: Transport von Salzwasser in korrosiongeschützten Leitungen. EEZ 145—52.
- [154] *Hauk, V.*: Einsatz von Stahlrohren für Salzwasser-Einpressleitungen. EEZ 100—1.
- [155] *Smith, W. W.*: Salt water disposal: sense and dollars. PE 13 64, 68, 72.
- [156] *Sens, M.—Jouwe, Ph.—Pelletier, R.*: Détection d'une accidentelle de conduite. IGU C 37—70.
- [157] — In-place distribution lines inspected by electromagnetics. PLI Oct 47—8.
- [158] *Haarmann, K.*: Metallurgical factors in producing steels for large diameter pipe. WP 10 36—8, 40, 42.
- [159] *Birkle, A. J.—Woodrow, W. L.*: How to handle oil-country tubular goods at low temperatures. OGJ 29 55—8.
- [160] *Pearn, W. H.*: Arctic pipelining—though, costly, but feasible. OGJ 46 153—9.
- [161] *Drouin, A. H.*: Oil-field valves for subzero temperatures. OGJ 7 76—8.
- [162] *O'Donnell, J. P.*: Colonial devises systematic program to prevent pollution. OGJ 15 86—91.

## 7. Általános információk

### 7.1 Információ

A Tulsa-i egyetem információs szolgálata a szénhidrogén-kutatás és -termelés angol szókincsének — tezaurusának — 4. kiadását bocsátotta ki [1]. Az 1. kiadás éve 1965 volt. A munka mutatók készítéséhez nélkülözhetetlen. A tudomány gyors fejlődésével együtt jár a szinonimák elburjánzása — pl. a felületi feszültségre 16 különböző kifejezést alkalmaztak —, ami

fogalomzavarra, többértelműsége, sőt ellentmondásokra vezet. A tezaurusban megtalálható, hogy a szinonimák közül melyik az alkalmazandó. A kötetben a tezaurus után hierarchiaindex, kiegészítő deszkriptorok, vegyi anyagok és vállalatok nevei, geológiai és geográfiai, és végül a ritkán használt deszkriptorok is megtalálhatók.

### 7.2 Olajmérnökképzés

Egyetemek, társadalmi egyesületek, tudományos szervezetek és vállalatok részéről egyre erősebb az érdeklődés a mérnökképzés-továbbképzés iránt, ami természetesen, hiszen az ismeretek mennyiségi-minőségi növekedése és ennek következtében a mérnöki tudás „felezési ideje”-nek csökkenése folytonos. A továbbképzés lépéstartás a haladással — küzdelem az elmaradás ellen —, elsősorban az egyén kötelessége, másodszorban azonban a felelősség a felsorolt intézményeké, szerveké, amelyeknek nemcsak a képzés és továbbképzés hatékony lehetőségeit kell biztosítaniuk, de a folytonos továbbképzés társadalmi igényét is szakadatlanul tudatosítaniuk kell. A továbbképzés nemcsak az egyén önmagával szembeni kötelessége, de egyúttal szociális kötelessége is. Országos rendezvények programjaiból a továbbképzés témája ritkán hiányzik. Kiterjed a figyelem a képzés különböző fajtáira, tananyagára, módszereire, helyére, környezetére és ösztönzőire. Az USA-ban már 70, Kanadában pedig 7 egyetemen, főiskolán folyik az ún. szendvics-képzés, az oktatás váltakozva fél évig az egyetemen, fél évig az iparban folyik. Ez a kísérletezés sokoldalúságát mutatja.

A Louisiana State University-n folyó olajmérnökképzés helyzetéről tájékoztat *Hawkins, M. F. jr. — Hise, B. D.*: Trends in petroleum-engineering education (Drilling and Production Practice 1969, published by API, 1970, 243—51) c. tanulmánya. Itt a tananyag megoszlása: 32 alap-, 12 mérnöki alap-, 23 olajmérnöki tudomány és 33% egyéb tudományok. Az egyetemen rendszeres mérnöktovábbképző tanfolyamokat is tartanak; 1968-ban a rezervoármérnöki tudományban 7, a számítógépi programozásban 7, a fűrészmérnöki tudományban 1 és a numerikus analízisben és statisztikában 2 ízben tartottak.

A mérnökképzés egész bonyolult problémakörének jó összefoglalását adja [2]. Főbb javaslatai: a továbbképzés törés nélkül folytatódjék a formális egyetemi képzés befejezésétől kezdve; az ipar minden mérnöke

számára évente legalább kétheti, 5 évenként pedig egy teljes félévi továbbképzést biztosítson valamelyik egyetemen vagy vállalat által e célra fenntartott iskolában; a továbbképzésért felelős intézmények egyeztessék erőfeszítéseiket a továbbképzés fejlesztésére; a leghatékonyabb továbbképzés helyéül az egyetem kínálkozik. Jelentős ösztönzője lehet a továbbképzésnek a saját jól felfogott érdekében az a munkaadó, amely a továbbképzéssel szerzett több tudást anyagiilag is elismeri. — A rezervoármérnöki tudományban szükséges továbbképzésről értekeznek [2], a programkínálatról, a program különböző fajtáiról és céljairól.

Az olajmérnökképzésben az oklahomai egyetemen megvalósított újításokról számol be [3]. Itt reménytelenül hatástalannak és tovább már tűrhetetlennek ítélik azt az oktatási formát, ahol az oktató előad és a hallgató jegyez. Ehelyett most már az egyetemen minden hallgató számára az intenzív, önálló egyéni tanulás optimális lehetőségeit biztosítják (individualized petroleum engineering education). Optimalizálják az oktatás rendszerét, az egész tanulási folyamatot. Ezzel egyúttal megteremtik az alapját a későbbi effektív továbbképzésnek is. — Ugyanilyen, a texasi egyetemen a felsőbb évfolyamokban a hallgató önálló, egyéni tanulására épített és kiválóan bevált oktatási rendszert (personalized systems of instruction PSI) ismertet [4], amely megtanítja a hallgatókat gondolkodni, és amelyet a hallgatók 88%-a jóval hatásosabbnak és kívánatosabbnak ítél a hagyományos előadási módszernél.

Néhány nagyvállalat és a Society of Petroleum Engineers of AIME különböző, egyénekre szabott továbbképző programjait a rezervoármérnöki tudományban elemzi [5], és az alkalmazottak beosztás és hajlam szerinti öt fajtája számára öt különböző tanulmányi programot javasol. Az egész egy egységesített továbbképző rendszert alkot.

A Society of Petroleum Engineers (Dallas) vidéki csoportjai számára két video-tape (televíziós adást

újra előadás céljából rögzítő szalagra felvett), a rezervoármérnöki tudomány tárgykörében továbbképző tanfolyamrendszerét ismerteti [6], az egyik 32, a másik 30 óra tartamú. — Hasonló tanfolyami anyagról szól [7] is.

A mérnök pályájának az első öt-tíz esztendeje döntő jelentőségű képességeinek teljes kifejlesztésére. Az ezt legjobban elősegítő, optimális vállalati szervezeti formákat vizsgálja, különös tekintettel a mai műszaki életet jellemző kollektív munkára [8].

### 7.3 Tengeri szénhidrogén-termelés

A parton túli — offshore — műveletek terjedését mutatja, hogy ma már 22 tengerparttal bíró ország termel a tenger alól szénhidrogént. A tőkés világ olajának 16%-át a tenger alól termeli, és ez az arány becslés szerint 10 év alatt 33%-ra nő. A legnagyobb tengermélység, amely alól olajat termelnek, 107 m, de egy kutat már sikeresen lefúrtak 395 m mély tengerben, amely 3 éven belül már termelni fog. A tengeri szénhidrogén-termelés rendkívüli feladatokat jelent. Az ocean engineering fejlődési ütemét mutatja, hogy a Houston-ban 1970. április 22—24-én tartott második Offshore Technology Conference-re 140 tanulmányt nyújtottak be. A kontinentális pad (shelf) és lejtő (slope) azonban már bányászati nyersanyagokat is tartalmaz.

A tenger alatti ásványi nyersanyagok kitermelésének bonyolult nemzetközi jogi problémáit tekinti át [12]. A parti állam kizáró joga a kitermelésre ez idő szerint a partvonaltól a 200 m-es izobata-ig terjed, az USA ehhez változatként a bázisonalról (kis vízállás melletti partvonal) számított 50 tengeri mérföld (92,5 km)

### 7.4 Sarkvidéki szénhidrogén-termelés

Az Alaszka Északi lejtőjén 1968-ban felfedezett nagy olajmező, a Prudhoe Bay — óvatos becslés szerint 0,8—1,6 Gm<sup>3</sup> olajjal eddig É-Amerikában a legnagyobb olajtelep —, továbbá az utóbbi években a Szovjetunió északi területein felfedezett hatalmas szénhidrogénkészletek a sarkvidékekre irányították az érdeklődést, ahol a nehéz körülmények — tundra, permafrost, éghajlat — rendkívüli nehézségeket jelentenek. Az arktikus szénhidrogén-termeléssel kapcsolatos műszaki problémákat — közlekedés, szállítás,

Az USA-ban annak a mérnöknek, aki szolgálatait valamelyik államban a köznek ajánlja, bizonyos — minimum 4 év — gyakorlattal kell rendelkeznie, és illető államban a műszaki alaptudományokból és meghatározott szaktudományból vizsgát kell tennie, és mint hivatalos szakértőnek be kell magát jegyeztetnie (professional registration). Ma már egyre több olajvállalat is megkívánja bizonyos szinten felüli alkalmazáshoz az ilyen szakértői vizsgát [9], [10].

A Shell művezetőit oktató rendszerét ismerteti [11].

széles territoriális tengersáv alatti területet javasolja, a kettő közül a nagyobb terület illetté a parti államot, Nyitott kérdés az e határon túli készletek kitermelésének joga. — A tenger alatti szénhidrogénkészletek kutatásában és kitermelésében a mai nemzetközi bérleti gyakorlatnak jó összefoglalását nyújtja [13], ismerteti az USA parton kívüli szabályzatait, a Közel-Kelet szerződéseit és egyezményeit és a többi ország szabályzatait.

A tenger alatti olajtermeléssel kapcsolatos feladatok különlegesebb megoldásai közül kiemelhetők a termelőkutak közelében a tengerfenékre süllyesztett termelőállomás (szeparátor, szivattyú, kompresszorok), amelyet energiával egy fölötte levő és a hurrikánveszély csökkentésére 30 m-re a tengerszint alatt lehoronyzott erőközpont táplál [14]; az Arab-öbölben Dubai (Szerződéses Omán) előtt a 47 m mély tengerbe süllyesztett 80 000 m<sup>3</sup>-es fenék nélküli, fordított, lapos tölcser alakú olajtartály [15], [16]; továbbá a mentésre, manipulálásra és in situ kutatásra 2450 m mélységig használható zseb-tengeralattjáró (Deep Quest) [17].

alapozás — [18]\* és [19], az ember és a hideg klíma viszonyát [20] tárgyalja. Nagy hidegben az emberi és gépi teljesítmény 25—40%-kal csökken. — Alaszka természeti kincseinek feltárásával foglalkozik [21]\*, és az USA erre a célra átépített legnagyobb tartályhajója, a Manhattan jégtörő tartályhajó sikeres útját az ÉNy-i áttjárón át, a legrövidebb tengeri út feltárását Alaszka Északi lejtője és az É-Amerika keleti partvidéke közt [22] ismerteti.

### 7.5 Környezetvédelem

A bioszféra épségének megóvása, a víz, levegő, földfelszín és az élő világ jó karban tartása az emberiség egyre súlyosbodó gondja. Az USA-ban 1969-ben született meg a National Environmental Policy Act, földrészünkön pedig az Európa Tanács az 1970. évet nyilvánította nemzetközi természetvédelmi évnek. Ma kereken 3,5 milliárd ember él a földön, ez a szám 2000-re 7 milliárdra nő. A környezetvédelem, a környezetszennyezés leküzdése és megelőzése a világ energiaszükségletének nagyobbik részét ellátó szén-

hidrogéniparnak is elsőrendű kötelessége. A tennivalók nagy számát, sürgősségét és fontosságát az idevágó tanulmányok nagy száma mutatja [23]\*, [24—35]. Az olajmérnök felelőssége kiterjed még a földkéreg belsejére is, az üledékes medencék vízteste épségének megóvására is, ahová fúrással behatol, abban véges élettartamú kutakat létesít, és ahová a rétegvízről eltérő tulajdonságú folyadékokat, sőt iparilag szennyezett folyadékokat sajtol be [36], [37], [38]\*.

## 7.6 Gazdaságtudomány

Az egész nemzetközi olajipar politikai és gazdasági szerkezetének alakulásáról a második világháború óta nagyon alapos áttekintést nyújt [39]. — A szintetikus tüzelőanyag (synfuel) nemzetközi helyzetéről ad képet [40], a világ egyetlen szénbázisú szénhidrogén-termelő üzeméről (Suid-Afrikaanse Steekol Oile and Gaskorporasie Beperk), a kanadai olajhomok, valamint az észti és mandzsu palaolajiparról.

Az USA energiahelyzetét elemzi importvontakozásaival együtt 1980-ig [41], földgázhiánya pótlásának lehetőségeit [42], [43], Kanada szerepét az USA energia ellátásában [44] és ennek átalakulásait [45].

Négy általános valószínűségi gazdasági modellt, egy trend, egy terv, egy fejlesztési és egy termelési modellt ír le [46] és e stochasztikus modellek megoldására a Monte-Carlo-módszert alkalmazza. Beruházási döntésekben igen hasznosak az ilyen matematikai modellek.

A hatalmas és egyre növekvő energiaigényű USA-ban az olajbányászat hatalmas beruházásokat tesz szükségessé, amelyek egy része belső nyereségfelhalmozásból már nem, csupán kölcsönök formájában lesz előteremthető. Erről értekezik [47].

Az USA legrégebbi olajtermelő területén, Pennsylvaniában az értékes Penn Grade olajat termelő mezőkön hiányzanak az adatok a megbízható készletbecsléshez. [48]\* összefoglalja azokat a tapasztalati becslésmódokat, amelyeket a műveletekre kölcsönt folyósító bankok elfogadnak.

Az olaj- és gázkészletek feltárása és kitermelése a nagy tőkét igénylő és nagy kockázattal járó vállalkozások közé tartozik. A jövedelmezőség és a kockázat matematikai elemzésével több tanulmány foglalkozik [49], [50]. — Különösen érdekes ez a probléma a tengeri és sarkvidéki vállalkozásoknál, Alaszkában az Északi lejtő olajterületeinek árverésén a beruházási összeg elérte a 900 millió dollárt [51].

Érett geológiai medencék vagy területek lehetséges kitermelhető szénhidrogén-készleteinek előrejelzésére érdekes analitikai módszert ad [52], a fúrás eredményességének csökkenése és az újonnan felfedezett készletek jövendő növekedése alapján. A modell a kutatás tervezésénél és értékelésénél talál számos alkalmazást.

Érdekes eszmefuttatás olvasható a tudományos kutatás nehezen értékelhető gazdaságosságáról az USA-ban [53]. Az 1945-től 1969-ig eltelt 25 év alatt becslés szerint 1,5 milliárd dollárt fordítottak tudományos kutatásra, amiből 600 millió esik a tudományos kutatásra geológiai-geofizikai területen, 900 millió pedig a fúrás-termelésre. Az egységnyi olajterfogatra eső termelési költség 25 év alatti csökkenéséből és az olajkihozatal ugyanezen idő alatti növekedése következtében elért készletgyarapodásból, ami a tudományos kutatás eredménye, úgy becsülik, hogy a fúrás és termelés területén a tudományos kutatásra fordított minden dollár kb. 14 dollár megtérülést eredményezett.

## 7.7 Vezetéstudomány

Az ottawai egyetem vezetéstudományi karának dékánja az operációkutatást, a rendszerelemzést és az információs rendszereket ismerteti a tervezésben

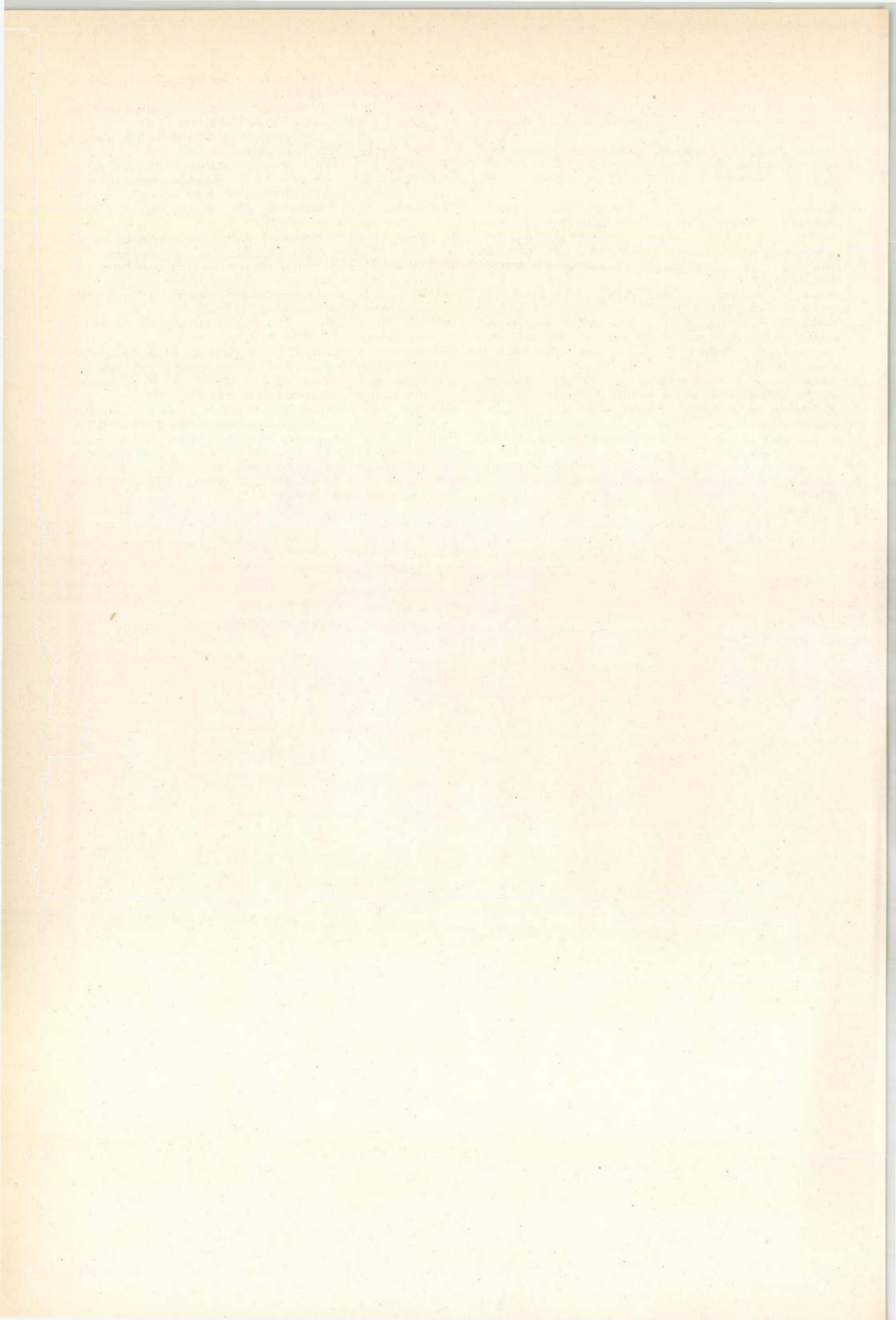
és a döntésben, a vezetés optimalizálása céljából [54]. — A Husky Oil Ltd. hosszú távú szimulátoros tervezésének modelljét mutatja be [55].

### IRODALOM\*

- [1] Exploration and production thesaurus. Fourth ed. The University of Tulsa — Information Services Department — 1970. VII + 268, 1 A—163 A.
- [2] Smith, Ch. R.: Education needs of the oil industry engineering staff. JCPT 216—20.
- [3] Menzie, D. E.: Innovations for petroleum engineering education. SPE 2948 5 o.
- [4] Koen, B. V.: Learning to learn. SPE 2951 3 o.
- [5] Crafton, J. W.—Martinelli, J. W.—Pelto, C. R.: Reflections on reservoir engineering continuing education. JCPT 247—50.
- [6] Caudle, B. H.: The SPE video-tape series for continuing education. SPE 2950 6 o.
- [7] Jeffries, F.—Rickett, D.: Audio visual packages in continuing education. CWLS 7058 1 o.
- [8] Mutch, J. R.: Development and utilization of engineers in an oil company. JCPT 112—4.
- [9] Horn, C. R.: Professional registration and the petroleum engineer. JPT 921—4.
- [10] Ochs, H. J.: Another step toward enhancing professionalism. JPT 442—3.
- [11] — How Shell trains its foremen. OGI 52 137—8.
- [12] Ely, N.: Legal problems in undersea mineral development. JPT 237—45.
- [13] Kaufman, A.: International offshore leasing practices. JPT 247—52.
- [14] Ellis, G. O.—Blumberg, R.: Submerged energy and petroleum production system. OTC 1151 1-73—82.
- [15] Chamberlin, R. S.: Khazzan Dubai 1: design, construction and installation. OTC 1192 1-439—54.
- [16] Curtis, L. B.—Shepler, J. C.: Dubai Khazzan — pioneer of large undersea storage systems. OTC 1193 1-455—68.
- [17] Rynewicz, J. F.: The submersible Deep Quest — a step forward in offshore technology. OTC 1199 1-527—34.
- [18] Peyton, H. R.: Arctic engineering. JPT 1076—82.
- [19] Alaskan oil to shake up the industry. OGI 16 99—102.
- [20] Lawrence, N. A.: On the human aspect of cold climate operations. SPE 2827 10 o.
- [21] Kelly, T. E.: The new approach to development of Alaska's natural resources. JPT 932—6.
- [22] Venn, R. H.: The S. S. Manhattan's Northwest Passage voyage. SPE 2826 5 o.
- [23] Parker, R. G.: Men, money, and responsibility in pollution control. JPT 47—50.
- [24] Perrine, R. L.: Oil and ecology — the need for a new outlook. SPE 2952 12 o.
- [25] Hilpman, P. L.: The petroleum industry and environmental concern. SPE 2942 6 o.
- [26] Scott, J.: Pollution '70: challenge, crisis, change. PE 11 39—43.
- [27] Little, J. A.—Smith, A.: Oil pollution incidents in the

\* Az évszám nélküli művek megjelenési ideje 1970.

- Southeast — damage, cleanup, and future control. SPE 3046 5 o.
- [28] *Langley, W. D.—Dunsavage, P. M.*: Pollution control in the oil industry — from Spindletop to Santa Barbara. SPE 3096 8 o.
- [29] *Gaines, T. H.*: Oil pollution control efforts — Santa Barbara, California. JPT 1511—4.
- [30] *Rold, J. W.*: Pollution problems in the "oil patch". SPE 3024 4 o.
- [31] *Cochran, R. A.—Scott, P. R.*: The growth of oil slicks and their control by surface chemical agents. SPE 3048 11 o.
- [32] *Walker, G. E.*: Effect of wave steepness of regular and irregular waves on an oil containment boom. SPE 3049 7 o.
- [33] *Jones, W. T.*: Air barriers as oil spill containment devices. SPE 3050 24 o.
- [34] *Malueg, N. J.—Krawczyk, D. F.*: Tracing oil as a pollutant in water. SPE 3102 13 o.
- [35] *Schoepfel, R. J.*: Design of a total energy management system for the abatement of air pollution. SPE 2877 4 o.
- [36] *Herring, J. C.—Payne, R. D.*: Texas water — the question of quality. JPT 1525—7.
- [37] *Donaldson, E. C.—Johansen, R. T.*: The application of petroleum engineering science and technology to subsurface disposal of liquid industrial wastes. SPE 3025 8 o.
- [38] *Van Poolen, H. K.—Hoover, D. B.*: Waste disposal and earthquakes at the Rocky Mountain Arsenal, Derby, Colorado. JPT 983—93.
- [39] *Havlena, Z. G.—Wasmuth, J. F.*: Competitive environments of the international oil industry. JCPT 11—21 — *Watkins, G. C.*: Comment on . . . JCPT 279—82.
- [40] *Cameron, R. J.—Dailey, J. L.*: The international synthetic fuel picture. SPE 2846 11 o.
- [41] *Steele, H.*: Energy supplies in the 1970's: abundance vs scarcity — the issue of prices. SPE 3114 11 o.
- [42] *Sampson, H. M.*: What is being done about the natural gas shortage. SPE 3118 10 o.
- [43] *Hanna, L. E.*: What price deliverability? SPE 3157 10 o.
- [44] *Havlena, Z. G.—Holder, C. D.*: Canadian oil security and the impact of supply disruptions. JCPT 149—68.
- [45] *Watkins, G. C.—Sharp, K.*: The long-term cost of Alberta conventional crude oil. JCPT 22—7.
- [46] *Smith, M. B.*: Probability models for petroleum investments decisions. JPT 543—50.
- [47] *Stevens, T. G.*: Current developments in petroleum financing. SPE 2956 4 o.
- [48] *Redic, J. G.*: Evaluation problems as related to Appalachian Area bank financing. JPT 1291—8.
- [49] *Silbergh, M.—Brons, F.*: Profitability analysis — where are we now? SPE 2994 16 o.
- [50] *Sharp, W. R.—Kidd, R. D.*: Application of risk analysis to screen exploration and development prospects. SPE 3158 7 o.
- [51] *Capen, E. C.—Clapp, R. V.—Campbell, W. M.*: Competitive bidding in high risk situations. SPE 2993 12 o.
- [52] *Arps, J. J.—Mortada, M.—Smith, A. E.*: Relationship between proved reserves and exploratory effort. SPE 2995 8 o.
- [53] *Faull, R. F.*: Economics of research. SPE 2953 5 o.
- [54] *Debanne, J. G.*: The operations research systems approach and the manager. JCPT 169—74.
- [55] *Ensign, M. D.—Wasmuth, J. F.*: Husky's long-range planning model. SPE 2991 15 o.





# NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

## A, Á

- ABAKUMOV, V. I. 1. 80  
 ABBE, E. H. 1. 28  
 ABDULLAEV, A. P. 3. 73  
 ABDULLAEVA, A. A. 4.  
 ABDULLAKIMOV, M. 4. 128  
 ABDULZADE, A. E. 1. 118  
 ABDULZADE, A. M. 1. 60  
 ABEL, W. 4. 376  
 abráziós fúrás 1. 2  
 ABÜZBAEV, I. I. 3. 117  
 adalékok 4. 60, 117, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 387, 388, 393, 393, 402, 420, 421  
 ADAMO, J. I. 175  
 adat l. információ  
 adhézió 4. 34, 421  
 ADRIALOV, I. I. 1. 253  
 adszorpció 4. 54, 58, 104, 105, 112, 275, 278, 279, 371  
 AGA, O. B. 4. 32  
 AGAARD, P. M. 1. 369  
 AGAEV, A. I. 1. 89  
 AGAEV, G. M. 1. 307  
 AGAEV, M. H. 1. 270  
 AGARWAL, R. G. 4. 135  
 AGUIRRE, J. C. A. 1. 5, 220  
 agyagásványok 4. 15, 16, 35, 104  
 — átalakulása 1. 197  
 agyagduzzadás 4. 56, 117, 265, 428  
 agyagkár megszüntetése CaCl<sub>2</sub>-vel 4. 428  
 agyagmárga sótartalma 1. 180  
 agyagos homokkővek értelmezése 3. 77, 99, 100, 102, 106, 107, 108  
 agyagosság meghatározása  
 — — mintákon 3. 87  
 — — szelvényekből 3. 91, 99, 100, 101, 103, 105, 106, 108, 112, 118  
 agyagrétegek átkristályosodása 1. 165  
 agyagtartalom 4. 43, 54, 55, 56, 58, 69, 93, 104, 114, 175, 265, 303, 344, 435, 436  
 AHMEDOV, A. M. 3. 54  
 AHMEDOV, G. A. 3. 54  
 AHUNDOV, A. A. 4. 107  
 aknafúrás 2. 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 65, 66  
 — alulról felfelé 2. 50, 55  
 — bővítéssel 2. 49, 59  
 aknafúró berendezés 2. 61  
 — — két fúrótorony alatt 2. 44  
 AKSZELRÓD, SZ. M. 3. 24, 54  
 aktív vízhatás 4. 231  
 akusztikus  
 — hullámterjedés 3. 119  
 — sebesség 4. 24  
 — sebességmérés 3. 151  
 — zajmérés 3. 55  
 akusztikus szelvényezés 1. 284, 3. 4, 5, 20, 21, 48, 53, 69, 70, 71, 97, 119, 128, 163, 165, 170, 171  
 — — cementmérés céljából 3. 69, 161, 162, 164  
 — elmélete 3. 69, 79  
 akusztikus szelvényezés iszapvesztés helyének meghatározására 1. 189  
 — — modellben 3. 78, 79  
 akvifer 4. 29, 175, 176, 177, 178, 200, 246, 9 381, 382  
 alagútfúrás 1. 3  
 alakítványok 4. 258  
 alakváltozás, a tároló alakváltozása 4. 96, 97, 99, 100  
 Alaszka természeti kincsei 7. 21  
 ALBRECHT, R. A. 4. 388  
 AL-DEBOUNI, R. M. 4. 268  
 ALDERMAN, E. N. 4. 401  
 ALDERMAN, J. H. 4. 266  
 ALEKSZANDROV, A. V. 6. 100  
 ALEKSZANDROV, M. M. 1. 137  
 ALEKSZEEV, P. D. 1. 160  
 ALEXANDRE, M. T. 4. 152  
 ALGAWI, M. 1. 175  
 ALGER, R. P. 3. 178  
 AL-HUSSAINY, R. 4. 135  
 ALIEV, M. A. 4. 96  
 ALIEV, M. G. 1. 240  
 ALIEV, E. JU. 1. 303  
 ALIEV, R. G. 3. 100  
 ALIEVA, S. M. 4. 69  
 ALIKHAN, A. A. 4. 305  
 alkoholdugós eljárás 4. 1, 2, 25  
 ALLAHVERDIEV, K. G. 1. 145, 218  
 állandó áramlás 4. 114, 127, 128, 130, 132, 148, 159, 172, 173, 196, 235, 361  
 állandósult áramlás 5. 5, 10, 6. 99, 101, 123  
 állapotegyenlet 4. 24  
 ALLEN, E. E. 6. 141  
 ALLEN, I. A. 2. 43, 45, 48, 52  
 ALLIQUANDER Ö. 1. 127, 196  
 AL-NAGIB, F. M. 4. 268  
 AL'PIN, L. M. 3. 66  
 AL-RAWI, O. I. 1. 143  
 ALTERMANN, J. I. 63  
 ALTHAUS, V. 3. 138  
 ALTHAUS, W. 6. 86  
 ALYRE, P. 1. 92  
 AMANOV, SZ. A. 4. 43  
 AMIRASZLANOV, Z. G. 1. 60  
 AMIRIJAFARI, B. 4. 20  
 AMIROV, A. D. 1. 213  
 analitikai megoldás 4. 395  
 analóg szimulátor 4. 235, 270, 313, 321  
 ANCELL, K. L. 4. 350  
 ANDERSON, A. L. 1. 336, 3. 149, 4. 439, 440  
 ANDERSON, W. B. 3. 126, 132  
 ANDO, M. 6. 65  
 ANDRE, H. 4. 345  
 ANDREEV, E. A. 4. 229  
 angol szakszókincs 7. 1  
 ANGOVE, T. J. 4. 323  
 anizotrop tárolók 4. 35, 76, 99, 148, 162, 212, 348  
 anizotrópia hatása az ellenállászelvényekre 3. 66, 67  
 anyagmérleg 4. 182, 184, 189, 190, 358, 361, 362  
 annuláris áramlás 4. 115  
 ANTIP'EV, V. N. 5. 13  
 ANTONOV, JU. N. 3. 16, 17  
 áramfüggvény 4. 77  
 áramlás-gátló l. unibeeds  
 áramlás mennyiségének mérése (iszapvesztés helyének meghatározása) 1. 189  
 áramlásmérés 3. 60  
 — — termelés közben 3. 56  
 — — termelés közben, gyűrűs térben 3. 57  
 — — porózus közegben 4. 38, 120, 121, 131, 372  
 áramlás-szabályozó 4. 250  
 áramlási modell  
 — — Bingham, 1. 150  
 — — hatványkitevős 1. 150, 151  
 áramlási rendszer 5. 1, 2, 3, 9, 11  
 áramlási vizsgálatok  
 — — kutakban (a telepben) l. nyomás-változás, termelékenységek  
 — — laboratóriumi 4. 110, 111, 112, 113, 135—138, 280, 281, 346  
 áramvonalmódel 4. 233  
 ARCHER, D. L. 4. 72  
 ARHIPOV, I. G. 1. 302  
 arktikus tengeri fűrófedéltetek 1. 426, 374  
 ARNOL, P. I. 38  
 árokfúrás 2. 35, 36  
 — földalatti vasutak építéséhez 2. 38  
 — vízzáró 2. 37  
 aromás szénhidrogének 4. 31  
 ARONOV, JU. A. 1. 302  
 ARPS, J. J. 7. 52  
 Arps egyenlete 4. 185  
 ARTJUSKIN, V. N. 1. 308  
 ASRAFIJAN, M. O. 1. 276  
 ASZADOV, A. S. 1. 116 4. 64  
 ASZAF'JAN, M. O. 1. 144  
 ASZAN-NURI, A. O. 1. 351  
 ASZLANOV, S. SZ. 4. 104  
 ASZTAHOV, G. JA. 4. 103, 327  
 áttekintő tanulmányok  
 — —, rezervoármérnöki 4. 77, 81, 111, 263, 277, 288, 302, 332, 381, 394  
 — — a világ kőolajiparáról 7. 39  
 áttörés 4. 289  
 AUFRICHT, W. R. 3. 87 4. 55  
 automatikus csőkifejtető rendszer 1. 110  
 — fűróberendezés 1. 32, 33  
 — fűrószár be- és kiépítés 1. 108, 109, 110  
 — fűró-utánengedés 1. 107  
 automatizálás 6. 15, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 42, 43, 44, 53, 54, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 137, 138  
 AVANESZOV, I. G. 4. 228  
 AVETISZJAN, N. G. 1. 293  
 AYERS, R. C. JR. 4. 25

AZAMATOV, V. I. 3. 117  
azbesztadalekos öblítőiszap 1. 163  
AZIZ, K. 4. 308

## B

BABAEV, R. R. 1. 78  
BABAJAN, E. V. 1. 146, 148  
BABALOV, M. A. 3. 55  
BABARÜKLIN, SZ. P. 3. 34  
BABENKO, O. A. 4. 93, 344  
BABJAK, L. 4. 45  
BADER, J. 1. 26  
BAGAROV, T. JU. 4. 108  
BAGBANLÜ, E. A. 1. 305  
BAGRINOVA, K. I. 4. 41  
BAITON, N. 4. 296  
BAJBAKOV, N. K. 4. 377  
BAKER, B. D. 1. 328  
BAKKE, D. R. 1. 390  
BALASOVA, G. SZ. 4. 382  
BALICKIJ, P. V. 1. 81  
BALLON, J. K. 6. 33  
BALTOSSER, R. W. 3. 177  
BALÜSEV, O. A. 6. 114  
BANAR, Z. S. 3. 135  
BANGS, T. 1. 296  
BANKS, R. B. 6. 37  
bányabeli nagy átmérőjű fúrás bővítéssel  
alulról felfelé 2. 50, 55, 57, 60, 62, 63  
BARABASKIN, I. I. 1. 65  
BARBE, J. A. 4. 143  
BARBEE, R. D. 1. 342  
BARDUHN, A. J. 4. 77  
BARENBLATT, G. I. 4. 114  
baritkiválasztás öblítőiszapból 1. 41  
baritregenerálás 1. 41  
BARLAI Z. 3. 103  
BARLAMOV, P. C. 1. 319  
BARNES, A. L. 4. 326  
BARRETT, R. 6. 7  
BARRINGER, S. H. 1. 104  
BASIC-programnyelv 4. 7  
BASZNIEV, K. SZ. 4. 109, 377  
BATRA, V. K. 4. 38  
BATURIN, JU. E. 3. 117  
BAUM, F. A. 3. 47, 141  
BAYAZEED, A. F. 4. 311  
beakasztott béléscsőoszlop 1. 320, 321  
— — cementezése 1. 256, 266  
— — ultra nagymélységű fúrásban 1.  
209  
BEAKLEY, B. 1. 312  
BEARDEN, W. G. 3. 10 4. 249  
beáramlás helyének meghatározása 4. 449  
— — jelzése 1. 237  
— — mutatója (IPR) 4. 223  
BEAUPRE, C. J. 1. 414  
BECKERS, H. L. 4. 333  
BEDCSER, A. Z. 3. 96  
BEELER, J. H. 6. 122  
behatolás perforálással 3. 139  
bejegyzett mérnök 7. 9, 10  
BELEN'KIJ, V. G. 3. 137  
béléscső gyantáshomok-bevonata 1. 271  
— — kritikus belső nyomása 1. 245  
béléscső-cementezés 1. 257, 272, 273, 274,  
275, 276, 277, 278, 284  
— dugós áramlással 1. 258  
— ferde lyukban 1. 279, 310  
— hidraulikája 1. 258  
— nagymélységű fúrásokban 1. 261  
— permafrost rétegekben 1. 433  
— szublamínaris áramlással 1. 258  
— termodinamikai modellje 1. 259  
— turbulens áramlással 1. 258, 262,  
263, 264  
béléscső-horpadás vizsgálata 1. 253  
béléscső-központosítás 1. 279, 310  
béléscső-központosító 1. 241  
béléscsőmenetek összecsavarása 1. 250

béléscső-méretezés biztonsági tényezője 1.  
239  
— —méretezés hajlításra 1. 240, 241  
— —méretezés maximálistherhelés-mód-  
szere 1. 209, 238  
béléscsőoszlop, beakasztott 1. 256  
— biztonsági 1. 400  
— egyedi katódos korrózióvédelme 1.  
247  
— egyoldali igénybevétele 1. 242  
— hajlító igénybevétele 1. 240  
— hidraulikus előfeszítése 1. 245  
— horpadása 1. 253  
— húzófeszültsége 1. 254  
— katódos korrózióvédelme 1. 249,  
247  
— kihajlása 1. 241  
— korróziója 1. 247, 248  
— rogyása 1. 246  
— térbeli helyzete 1. 255  
— vizsgálata 1. 254  
béléscső-összeroppanás 1. 244  
béléscsőserülés 1. 252  
— egyoldali igénybevételből 1. 242,  
243  
— húzófeszültségből 1. 254  
— javítása 1. 242  
— jet-perforálásból 1. 252  
— kimutatása 3. 8  
— sőtömzs folyásából 1. 242, 243  
béléscsőszivattyú 5. 18  
béléscsőszek szilárdsága perforálás esetén  
1. 251  
béléscsővezés fúrással párhuzamosan, fo-  
lyamatos 2. 5, 39  
béléscsővező berendezés — önjáró 2. 21  
BELIKOV, V. G. 1. 137  
BELKIN, M. A. 3. 6, 7  
BELOBORODOV, JU. V. 5. 41  
BELOV, V. 4. 370  
BELOV, V. I. 5. 28  
BELOV, V. P. 1. 267, 392  
belső csőtisztítás 5. 34, 40 6. 143  
Benedikt—Webb—Rubin-egyenlet 4. 24  
BENJAMINOVICS, C. A. 6. 90  
BENNION, D. W. 4. 345  
BENOVIC, M. 1. 40  
bentonitos öblítőfolyadék csigavonalú fel-  
felé áramlása a gyűrűs térben 1. 143  
— — kocsonyásodása 1. 144  
BEREZSNOJ, A. I. 1. 259  
BERGSTEIN, O. JU. 1. 102  
BERKOFF, E. W. 3. 32  
BERKOLAJKO, Z. M. 1. 41  
BERNADINER, M. G. 4. 173, 241  
BERNARD, G. G. 4. 387  
BERNSTEIN, D. A. 3. 161  
BERRY, D. W. 4. 208  
BERRY, S. C. 1. 8, 207  
BERRY, W. L. 1. 378  
BERTHIN, H. 1. 266  
beruházás 4. 364  
besajtolás l. gáz-, gőz-, LPG-dugó, vízbe-  
sajtolás  
besajtolás üteme 4. 239  
besajtolhatóság 4. 195, 249, 274, 429  
besajtoló kút 4. 242, 249, 251  
— szelvény kiigazítása 4. 242, 243,  
249, 284, 287, 427  
BEVERIDGE, S. B. 4. 152  
BICKMEIER, J. R. 4. 124  
BIEDRZYCKI, W. 1. 128  
BIKCSURIN, T. N. 1. 262  
BINDER, U. W. 6. 126  
biopolimer öblítőiszapok 1. 153  
BIRKLE, A. J. 1. 430 6. 159  
BISHLAWI, M. 4. 158  
BISHOP, J. M. 3. 51  
BISHOP, W. D. 3. 25  
bizonytalansági elemzés 4. 184, 364

biztonsági béléscsőoszlop sarumélysége 1.  
400  
BIXEL, H. C. 4. 191  
BLAIR, E. A. 4. 219  
BLANTON, J. R. 4. 297  
BLAOKWELL, R. J. 4. 192  
BLEAKLEY, W. B. 4. 5, 6. 24, 28,  
BLIGHT, G. J. 1. 29  
BLOCK, W. E. 6. 54  
BLUMBERG, R. 7. 14  
BLUNT, J. C. 6. 105  
BODINE, J. A. 6. 54  
BOGDANOVICS, SZ. JA. 6. 6  
BOGEL, G. D. 6. 120  
BOGOPOL'SZKIJ, A. O. 4. 106  
BOICE, D. 1. 281, 4. 431  
BOIGK, H. 1. 345  
BOLTENKO, K. G. 4. 42  
bomlómarga 1. 180  
BOND, D. C. 4. 381  
BONDAREV, É. A. 5. 37  
BONDAREV, V. I. 1. 146, 147, 276  
BONFIGLIOLI, G. P. 6. 124  
BONNET, J. L. 4. 447  
BORISZOV, SZ. D. 4. 392  
BORODKIN, V. A. 4. 177  
BORST, R. L. 1. 166  
BOSLEY, T. G. 1. 283, 433  
BOSS, F. E. 3. 171  
BOURGOYNE, A. T. JR. 1. 129  
BOUTIN, P. L. 6. 88  
BOUVIER, J. 1. 97  
BOWERS, J. H. 5. 23  
BOWMAN, R. W. 4. 317  
BOYD, B. L. 4. 143  
bővítőfúrás — nagy átmérőjű 2. 51, 54  
BRADLEY, W. B. 1. 73  
BRAY, B. G. 4. 452, 453, 454  
BRAZSNIKOV, V. A. 1. 121  
BREAZEALE, W. V. 1. 22  
BREVDO, G. D. 1. 47  
BRIGHAM, W. E. 4. 166  
BRILL, J. P. 6. 1  
BRINEGAR, D. W. 1. 66  
BRISKMAN, R. D. 1. 381  
BROJD, V. B. 1. 122  
BRONS, F. 7. 49  
BROOKS, F. A. 4. 436  
BROUL, J. 2. 1  
BROUSSARD, L. P. 1. 255  
BROW, G. T. 4. 222  
BROWN, H. D. 3. 164  
BROWNING, CH. W. 1. 361  
buborékpontnyomás 4. 15  
Buckley—Leverett-elmélet 4. 208, 304, 312  
BUCKMAN, D. 1. 375  
BUHGALTER, É. B. 6. 4  
BUJKISZ, A. A. 4. 304  
BULATOV, A. I. 1. 144, 146, 276  
BULATOVA, ZS. M. 3. 69  
BULDOVICS, A. A. 2. 62  
BULGAKOV, R. B. 3. 169  
BULLINGTON, W. E. 1. 24  
BUNDRANT, C. O. 4. 426, 5. 44  
BURCH, W. A. 1. 111  
BURELL, G. R. 6. 25  
BURKE, B. G. 1. 363  
BURLEY, J. D. 1. 246  
BUROVA, E. G. 4. 63  
BURSELL, C. G. 4. 314  
BURSTAR, M. SZ. 4. 178  
BURWELL, E. L. 4. 285, 338  
BUSH, D. C. 3. 87, 4. 54, 55  
BUSZKUNOV, A. A. 5. 16  
búvármunka, mélytengeri 1. 410  
búvárszivattyú  
— optimális kiválasztása vízkutakhoz  
2. 33  
— vízkutakhoz, műanyag lapátokkal  
2. 32  
BUXTON, T. S. 4. 315

C

CADY, G. V. 4. 146  
CAIN, L. L. 1. 229  
CALHOUN II. T. G. 4. 301  
CAMERON, R. J. 7. 40  
CAMPBELL, A. T. JR. 4. 163  
CAMPBELL, G. G. 4. 446  
CAMPBELL, J. M. 4. 20  
CAMPBELL, W. M. 7. 51  
CAPEN, E. C. 7. 51  
CARAWAY, W. H. 4. 255  
CAROTHERS, J. E. 3. 115  
CARPENTER, H. C. 4. 338  
CARRIER, M. I. 289  
CARTER, G. I. 269  
CARTER, M. A. 1. 283, 433  
CARTMILL, J. G. 4. 120  
CARTWRIGHT, K. 4. 381  
CASE, L. C. 4. 252, 253, 254  
CASELY, U. A. 4. 227  
CaSO<sub>4</sub>-kicsapódás 4. 420, 425  
CAUDLE, B. H. 4. 79, 282, 7. 6  
CAUDLE, B. M. 4. 233  
CAVANAUGH, R. J. 4. 88  
CAVEK, L. K. 4. 112  
cement 1. 257  
—, duzzadó 1. 265  
—, fagyálló 1. 282, 283  
— kötése béléscsőhöz, lyukfalhoz 1. 284  
— permafrost viszonyokhoz 1. 432  
cementbesajtolás 4. 431  
cementdugó-elhelyezés fűróberendezés nélkül 1. 280  
cementező dugó ütközése 1. 276  
cementkeverő, örvénylő 1. 278  
cementkő gázáteresztő képessége 1. 267  
— kötése lyukfalhoz, csőfalhoz 1. 267  
— kötése kőzetekhez 1. 268  
cementköpeny minőségének ellenőrzése 3. 97, 163  
cementkötési szünet 1. 273, 274  
cementpalást gáztömörzárása 1. 267, 257  
— kötése a bélésűcsőhöz 1. 267, 270, 271  
— kötése a lyukfalhoz 1. 267, 268, 270, 272  
— minőségének ellenőrzése 3. 50, 69, 161, 162  
— sérülés 1. 275  
cementtej adalékolása termoreaktív kátránnyal 1. 270  
— fajsúlyingadozása 1. 277  
— homogenitása 1. 277  
— keverése 1. 277, 278  
— olajadalékkal 1. 264  
— polimeradalékos 1. 262, 263  
— pórusnyomása gyűrűs térben 1. 273, 274  
— reológiai tényezői 1. 258  
— turbulens áramlása 1. 264  
CENDRE, A. 1. 68  
centrifuga 4. 83, 84, 89  
centrifugális öblítőszap-szeparátor 1. 42  
CERARD, R. E. 3. 174  
CERULLO, R. E. 4. 186  
CHAMBERLAIN, N. F. 4. 25  
CHAMBERLIN, R. S. 6. 49, 7. 15  
CHAMPLIN, J. B. F. 4. 117  
CHANDRASEKHARAN, K. P. 6. 74  
CHAPIN, R. L. 6. 29  
CHAPMAN, D. R. 4. 7  
CHARLESTON, J. 4. 425  
CHASE, A. E. 3. 48  
CHASE, R. 3. 49, 4. 450  
CHASTAIN, J. S. 24

CHATAS, A. T. 4. 246  
CHAUDHARI, N. M. 4. 291  
CHEATHAM, J. B. 1. 44  
CHENEVERT, M. E. 1. 180, 4. 58  
CHERSKY, N. 4. 369  
CHESSEY, B. G. 1. 168  
CHIANG, C. P. 4. 201  
CHIERICI, G. L. 4. 364  
CHILINGAR, G. V. 4. 80  
ciklikus besajtolás l. váltakozó besajtolás  
CIOLCZYK, J. 1. 128  
CIUCCI, G. M. 4. 363  
Clapeyron—Clausius-egyenlet 4. 33  
CLAPP, R. V. 7. 51  
CLARIDGE, E. L. 4. 292  
CLARK, B. G. 6. 140  
CLARK, C. O. 4. 427  
CLAV, L. Z. 3. 53  
CLAVIER, C. 3. 104  
CLEGG, J. D. 1. 242  
CLESMANN, P. J. 4. 320  
COATES, D. L. 6. 111  
COATES, K. H. 4. 15, 151, 152, 153, 194, 200  
COATS, K. M. 6. 1  
COBB, W. M. 4. 145, 137  
COCHANOWER, R. D. 3. 10, 4. 249  
COCHRAN, R. A. 7. 31  
COFCAW-eljárás 1. nedves helyben elégetés  
COFFER, H. F. 4. 452, 453  
COLE, F. W. 1. 132  
COLLIGAN, J. A. 4. 269  
COLLINS, H. N. 3. 111  
COLVIN, W. B. 1. 21, 27, 365  
COMPTON, K. G. 1. 376  
CONE, C. 4. 295  
CONKLIN, T. 6. 80  
CONNAUGHTON, CH. R. 4. 306  
CONOLLY, E. T. 3. 59, 60, 4. 356  
CONSTANTINESCU, M. I. 214  
CONWAY, B. E. 4. 417  
COOK, C. F. 3. 29, 30  
CORNETT, D. E. 6. 25  
CORR, C. D. 6. 96  
CORTEVILLE, J. 4. 204  
COUCH, E. J. 4. 126, 328, 5. 7  
COULD, T. L. 5. 3  
COULTER, A. W. 4. 434  
COULTER, D. M. 6. 91  
COX, J. B. 6. 27  
COX, J. W. 3. 35  
CRAFTON, J. W. 7. 5  
CRAIG, F. F. JR. 4. 195, 288  
CRAIG, H. L. JR. 1. 376  
CRAIN, E. R. 3. 125  
CRANFIELD, J. 1. 407, 6. 52, 137  
CRAWFORD, P. B. 4. 1, 2, 227, 247, 306  
CRAY, J. W. 4. 353  
CREW, M. E. 3. 32  
CREWS, S. T. 1. 66  
CRICLOW, H. B. 4. 368  
CRIPS, R. 2. 57, 60, 63  
CRISTIAN, M. 4. 396  
CRIZAFELI, L. P. 5. 34  
CROCE, L. 6. 124  
CROCKFORD, A. L. 1. 231, 397  
CROSBY, G. 1. 421, 4. 3, 6. 23, 43, 56  
CROSBY, G. E. 1. 32  
CROWE, C. W. 1. 334, 3. 147, 4. 414, 437  
CROWGEY, J. L. 1. 28  
CUBINE, J. K. 6. 46  
CULHAM, W. E. 4. 210  
CULTER, J. D. 6. 73  
CUNNINGHAM, W. C. 1. 283, 433  
CUPPS, S. Q. 4. 222  
CURLEY, D. G. 4. 434  
CURRENS, D. 3. 10, 4. 249  
CURRY, E. L. 1. 248  
CURTIS, L. B. 6. 48, 7. 16  
CUTLER, J. M. 4. 157  
CZEGLÉDI I. 3. 130

Cs

CSABA J. 1. 184, 185  
CSAJKOVSKIJ, G. P. 1. 90  
CSARNÜJ, I. 4. 382  
csatornás áramlás 4. 116  
CSAZOV, G. A. 4. 103, 327  
CSEKALINA, SZ. A. 1. 107  
CSEPELEV, V. G. 1. 80  
cseppfolyós földgáz 6. 18, 90, 91, 92, 93, 94, 134, 135, 136  
cseppfolyósított olajgáz (LPG) 4. 293  
CSERNJAK, V. P. 1. 182  
CSERNÜH, V. A. 4. 172  
CSERNÜSEV, G. I. 3. 50  
csillapításmérés 3. 69, 164  
CSIZSOV, SZ. I. 4. 127  
csoportos fűrés arktikus területen 1. 434  
— — fűrófedéltetről 1. 406  
csoportos gáz-csapadék mezők 4. 377, 378  
csoportos gázmezők 4. 367, 377  
csőacél— folyásihátár-összefüggése hőmérséklettel 1. 203, 238  
— korrózióállósága 1. 343  
csőelzáró 6. 136, 161  
csőkaparó 5. 39  
csőkiemelő berendezés  
— — hidraulikus 1. 111  
— — nyomás alatti 1. 111  
csőszigetelés 6. 51  
— korrózió ellen 5. 45, 6. 145, 148, 149, 154  
csőtörés 6. 97, 156, 159  
csővezeték 5. 9, 11, 12, 13, 6. 45, 131, 139, 144, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 158, 159  
— építése 6. 69, 137, 138  
— hőszigetelése 6. 11, 64, 65, 66, 70, 79, 90, 91, 92, 160  
csúcsfogyasztás 6. 91, 93, 94, 112, 134, 135  
CSUKIN, V. T. 3. 95

D

DADASEV, N. G. 1. 145  
DAEV, D. S. 3. 18, 19  
DAILEY, J. L. 7. 40  
DANELJAN, M. G. 4. 245  
DANEVICS, V. I. 3. 24  
Darcy-tv. kiterjesztése 4. 114  
DAREING, D. W. I. 299, 4. 354  
DAUBEN, D. L. 4. 274  
DAVIS, E. E. 4. 417  
DAVÜDOV, JU. B. 3. 23  
DAVÜDOV, V. K. 1. 187  
DAY, J. J. 5. 1  
DEAN, J. T. 1. 354  
DEAN, R. G. 1. 369  
DEASON, D. 6. 51, 66, 70  
DEBANNE, J. G. 7. 54  
DEBYSER, J. 1. 395  
DEEV, N. N. 3. 53  
dehidrator 4. 385  
DELACOUR, J. 1. 395  
DELVAUX, P. 3. 101  
DEMPSEY, J. R. 4. 194, 200, 6. 1  
DENISZOV, SZ. B. 3. 18  
DERKACS, N. D. 1. 86  
DESAY, K. P. 3. 4  
deszkriptorok 7. 1  
detergensok 1. tenzidek  
detonációs sebesség hatása 3. 145, 149  
DHAWAN, G. K. 4. 45  
DIADIMOV, G. L. 6. 95  
diagenézis 4. 216  
DIAZ-MUNOZ, J. 4. 313  
DICKEY, P. A. 4. 120  
DIEBALL, D. E. 1. 167  
dielektromos állandó, 6. 20  
DIETZ, D. N. 4. 332

differenciális gázkiválás 4. 206  
 differenciális hőmérsékletmérés 3. 49, 65  
 differenciális PS 3. 12  
 diffúzió 4. 26, 38, 57, 111, 123, 222, 294, 344  
 diffuzivitás 4. 167  
 digitális regisztrálás 3. 1, 2, 39, 44, 132  
 DISTELBERGEN, H. H. 6. 13  
 DILLER, J. I. 281, 4. 431  
 DILLINGHAM, M. 3. 10, 4. 249  
 dimenzionált modell 4. 89, 156, 332, 387  
 dinamométer 5. 17, 24  
 diszkontinuitás l. még vető 4. 163  
 diszkriminációs elemzés 4. 40  
 diszperzió 4. 90, 221  
 DITTMAN, E. W. 4. 336  
 DOBRÜNIN, V. M. 3. 45  
 DOGU KARAOGUZ 3. 80  
 DONALDSON, E. C. 7. 37  
 DON HOBERT, R. 3. 63  
 DORODNOV, I. P. 1. 64  
 DOROGINICKAJA, L. M. 3. 84  
 DOUGLAS, J. JR. 4. 348  
 DOVGALENKO, JU. I. 5. 36  
 DOYLE, R. E. 4. 138  
 DRANCHUK, P. M. 4. 259  
 DRESSES, T. 6. 140  
 DREYER, F. 1. 192  
 dróthuzalos műveletek 1. 415  
 DROUIN, A. H. 1. 246, 6. 161  
 DUBROV, E. F. 3. 69  
 DUGGAN, J. O. 4. 373  
 dugóáramlás 4. 115  
 dugónagyság 4. 282  
 dugós folyadékzállítás 6. 76, 78, 79, 83, 84, 85  
 DULLIEN, F. A. L. 4. 38, 45  
 DUL'NEV, G. N. 4. 32  
 DUMANOIR, J. 3. 104  
 DUMITRESCU, H. 4. 319  
 DUMITRESCU, I. 4. 196  
 DUMITRESCU, S. I. 99  
 DUMORÉ, J. M. 4. 221, 270  
 DUNAEV, F. F. 4. 181  
 DUNCSENKO, I. A. 3. 33  
 DUNSAVAGE, P. M. 7. 28  
 DUPAL, P. I. 39  
 DUPAL, P. L. 1. 62  
 DUPONT, T. 4. 348  
 DURET, J. I. 69  
 DURRER, E. J. 4. 198, 199  
 dúsítottgáz-hajtás 4. 293  
 DUYVIS, E. M. 4. 61  
 duzzadó cement 1. 265  
 DYNA-DRILL 1. 95  
 DYSART, G. R. 1. 336, 3. 149, 4. 439, 440, 395  
 DZSAFAROV, R. R. 4. 107  
 DZSALAIEVA, V. G. 1. 138, 139  
 DZSALILOV, N. M. 1. 55  
 DZSEBAN, I. P. 3. 78

## E, É

EADE, J. R. 3. 116  
 EAKIN, J. L. 1. 339, 3. 144, 4. 443  
 EARLOUGHER, R. C. JR. 4. 335  
 EATON, B. A. 1. 204, 312, 399  
 ecetsav 4. 411  
 effektív kútsugár 4. 141  
 EGGINGTON, W. J. 1. 392  
 EGOROV, A. E. 1. 47  
 EGOROV, V. I. 4. 181  
 egydimenziós fluidumáramlás 4. 341, 345, 348, 360  
 egyenes fűrés 1. 289, 290, 291, 292, 293  
 egyenes vonalú elárasztás 4. 247  
 egyenirányítás, fáziskésleletetés 1. 21  
 — tirisztoros 1. 20, 22  
 — Ward-Leonard-rendszer 1. 20  
 egyéni tanulás 7. 3, 4, 5

egyensúlyi arányok 4. 14, 17, 18, 19  
 egyfázisú fluidumáramlás 4. 201, 233, 348  
 egygörgős fűrés — dinamikai viszonyai 1. 48  
 — előhaladásának előrejelzése 1. 56  
 — magfűrés 1. 64  
 — üzemi eredményei 1. 55.  
 egyoszlopos fűrésziget (fűrésfedéltet) 1. 386  
 EHRICH, R. 4. 70  
 EHRING, T. W. 1. 301  
 EICHBERG, D. 6. 64  
 EICKMEIER, J. R. 5. 6  
 EILERTS, C. K. 4. 197  
 ejektor-detektor szonda 3. 9, 10  
 ekvipotenciális vonalak 4. 258  
 elárasztás l. gáz-, gőz-, vízelárasztás  
 elárasztás határfoka l. területi elárasztás határfoka  
 elárasztott zóna tulajdonságai 3. 75  
 elégetés l. helyben elégetés  
 elegyedés l. oldódás  
 elegyedő kizorítás 4. 1, 2, 288, 289, 290, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301  
 elektromos analóg szimulátor 4. 374, 375  
 elektromos áram hatása 4. 80, 116, 432  
 elektromos jelközlés fűrészáron át 1. 100  
 elektromos repesztés 4. 338, 339, 446  
 elektromos szelvény 4. 88, 215, 249  
 elektronmikroszkóp 4. 38, 412  
 EL-HADIDI, A. 4. 271  
 EL-HADIDI, S. 1. 117, 3. 165  
 ELKINS, L. F. 3. 140  
 elkülönüléssel hajtás l. gravitációs lecsapolás  
 ellenállás-anizotrópia 3. 35  
 ellenállási tényező 4. 280  
 ellenállásmérés 3. 14, 68, 122, 151  
 — elméleti kérdései 3. 66, 67, 137  
 ellenáramlás 4. 87  
 ellenállásszelvény márgafuradékszemből 1. 202  
 ellennyomáshullám meghatározása grafikusán 1. 234  
 ellennyomás-szabályozás, állandó fűrésű nyomás elvén 1. 227  
 — gyűrűs tér ellennyomásprogrammal 1. 227  
 ellennyomás-szabályozásos lyukelfojtás 1. 397  
 ellennyomás-szabályozó keményfém szelep 1. 223, 225, 226  
 — — — kopásállósága 1. 226  
 ellenőrzés, 6. 13, 139  
 ELLINGER, M. 2. 37  
 ELLIS, G. O. 7. 14  
 ELMANOV, I. P. 1. 195  
 EL-NASSIR, A. 4. 80  
 előfűrés nagy átmérőjű fűréshez 2. 65  
 elterelő golyók 4. 408  
 eltérési tényező 4. 341, 343, 358, 361, 6. 90  
 ELUSZTRATOV, N. G. 1. 54  
 elválasztott zóna tulajdonságai 3. 121, 122  
 ELWAHI, S. E. H. 4. 397  
 ELY, N. 7. 12  
 emelőmű 1. 109  
 — fékrendszerének automatikus vezérlése 1. 109  
 — nagy teljesítményű 1. 24  
 EMERY, L. W. 4. 272  
 EMERY, M. M. 1. 314  
 EMTOV, V. M. 4. 173  
 emulzió 4. 27, 120, 121, 6. 72  
 energiaellátás 6. 39, 115, 127, 128  
 energiaszelektív gamma-mérés 3. 29  
 ENGEL, A. Sz. 1. 80  
 ENGEL, J. D. 1. 330, 4. 407  
 ENGEL, A. W. 3. 5  
 ENQUIST, B. R. 4. 219  
 ENSIGN, M. D. 7. 55  
 entalpiaváltozás 4. 126

ENTOV, V. M. 4. 114  
 epoxigyanta 4. 435, 436  
 EPSTEIN, A. A. 4. 96  
 ERBAR, J. 4. 18  
 EREMEEV, JU. A. 1. 243  
 érintkezési szög 4. 59, 60, 65, 70, 72, 115  
 ERMICSENKO, I. I. 2. 14  
 ERMOLENKO, F. I. 4. 382  
 ERNST, E. A. 4. 415  
 eróziós fűrés 1. 2, 125  
 — perforálás 1. 324, 325  
 ERSOY, D. 4. 124, 5. 6  
 értékelés, vízelárasztásra alkalmasság értékelése 4. 262  
 ERV'E, JU. G. 5. 27  
 esettanulmányok 4. 218, 219, 220, 272, 284, 295, 296, 332, 407, 450, 451  
 ESSIS, B. A. E. 4. 170  
 ESZKIN, M. G. 1. 107  
 etilén 6. 136  
 EVANS, D. E. 4. 234  
 EVANS, D. J. 1. 367  
 EVANS, H. B. 3. 1, 39  
 EVRENOS, A. I. 4. 389  
 évszakos megcsapolás, gáztároló évszakos megcsapolása 4. 383  
 EWING, R. D. 5. 20  
 explicit 4. 150  
 explóziós fűrés 1. 4

## F

FAAS, B. P. 1. 286  
 fagyott földgáz l. gázhidrát  
 FAHREEV, I. A. 3. 57  
 FAIRHUST, C. 4. 400  
 fajlagos elektromos ellenállás 4. 48  
 — felület 4. 39, 50, 52, 73  
 FARADZSEV, T. G. 4. 96  
 FARLEY, J. T. 4. 412  
 FARMER, R. L. 6. 112  
 FAROUQ-ALL, S. M. 4. 189, 280, 281, 305, 312, 313, 316  
 FARRIS, C. B. 4. 385  
 FARZANE, JA. G. 4. 128  
 FRANCO, A. 5. 18  
 FRANK, G. W. 4. 452, 453  
 FAST, C. R. 4. 394  
 FATALIEV, M. D. 4. 96  
 FATT, I. 3. 81, 4. 50  
 FAULL, R. F. 7. 53  
 fázisegyensúly 4. 205  
 fázisviselkedés 4. 12, 13, 14, 15, 16, 57, 202  
 FEDJUSKIN, V. N. 1. 105  
 FEDOROV, A. F. 1. 302  
 fedőkőzet 4. 40, 53  
 fedőnyomás l. közetnyomás  
 fejlett termelési módszerek 4. 1, 2, 4  
 felcsévelhető termelőcső 1. 412  
 FEL'DMAN, B. E. 3. 53  
 felhagyási nyomás 4. 347  
 felhalmozódás, szénhidrogén 4. 29  
 félig merülő fűrésbárka 1. 27, 370  
 — helyváltoztatásra alkalmas 1. 387  
 felmelegedés, tároló felmelegedése 4. 306  
 FELSENTAL, M. 4. 238  
 felszálló kút 5. 3  
 felszívás 4. 61, 70, 83, 87  
 felületi aktív anyagok l. tenzidek  
 — feszültség 4. 22, 23, 59, 60, 65, 70, 273  
 félvezető sugárdetektorok 3. 127  
 fenyegető kitorés leküzdése 1. 196  
 ferdefűrés technológia 1. 296, 297, 298  
 ferde fűréslyuk 1. 78, 82, 240  
 ferdeségmérés 3. 8  
 — adatainak számítógépes feldolgozása 1. 301  
 ferdevonalú elárasztás 4. 247  
 féreglyukak 4. 411, 413

- FERREL, H. H.** 4. 238  
**FERTL, W. H.** I. 197, 198, 3. 31, 105, 107, 151, 152, 153, 4. 88, 215, 216  
 feszültségviszonyok fúrólyukban 1. 116  
**FETISZENKO, N. P.** I. 80  
**FEUGERE, G.** 3. 174  
**FIELD, M. B.** 4. 379, 380  
**FIERO, G. W. JR.** 4. 176  
**FILATOV, B. SZ.** I. 243  
**FILIPPOV, E. M.** 3. 72  
**FINKELSTEIN, G. M.** I. 162  
**FINLAY, L. W.** I. 353  
**FISHER, W. G.** 4. 155  
**FISZENKO, N. I.** I. 179  
 fizikai modellek 4. 75, 115, 119, 175, 228, 259, 269, 270, 289, 312, 313, 360, 387, 395, 413  
 — paraméterek mérése közetmintákon 3. 84  
 — szimulátor 4. 354  
 fiziko-kémiai szelvények 3. 13, 80  
**FLETCHER, P. B.** 4. 336  
 fluidumáramlás porózus közegben 4. 109—179-ig  
 fluórhidrogénsav 4. 409, 410, 412, 416, 417  
 fojtási vizsgálat gázkúton 4. 170  
 folyadék repesztéshez 4. 146, 238, 338, 352, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407  
 folyadékáramlás porózus közetben 4. 110—179-ig  
 — üledékes medencékben 4. 175, 176, 177, 178, 179  
 folyadékbesajtolás 4. 119, 223, 7. 36, 37, 38  
 folyadékdugó 5. 36  
 folyadékfelhalmozódás a kútkörnyéken 4. 170  
 folyadékleválasztó 5. 33, 6. 7  
 folyadékminta 4. 25  
 folyadéknyomás 4. 93  
 folyadéktelítettség 4. 92, 113, 197  
 folyadéktulajdonságok, térben változó 4. 202  
 folyadéktükör a kútban 4. 92  
 folyadékvesztesség repesztésnél 4. 398, 399, 403  
 folyási görbe, 6. 71  
 — határ 6. 71, 148  
 folyékony robbanóanyagok 3. 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149  
 folyóvezeték 5. 5, 10, 45, 6. 1, 38  
 folytonosság (kitartás) a rétegben 4. 78  
**FOMIN, JU. D.** 4. 177  
**FOOTE, R. S.** 3. 127  
**FONS, L.** 3. 52, 102  
**FONTUGNE, D. J.** 4. 77  
 fordított vízelárasztás (crossflooding) 4. 260  
**FORGOTSON, J. M.** 4. 9  
 formáció értékelése I. készletbecslés  
 formációkár I. rétegekár  
 formációvizsgálat 1. 421  
 — fúróhajóról 1. 413  
**FORT, M. R.** 6. 113  
 fotográfia 4. 45  
**FOUNTAIN, T. R.** 3. 61, 4. 357  
*Fourier*-transzformáció 4. 345  
**FOWLER, W. A. JR.** 4. 29  
 föld alatti gáztárolás 3. 58, 4. 352, 366, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 6. 102  
 földgáz 4. 24  
 földgázgyűjtő rendszer 5. 29, 30, 46, 6. 1, 2, 7, 11, 22, 25, 26, 27, 28, 32, 53, 129, 146  
 földgáztávvezeték 6. 129  
 földpáttartalom 4. 48  
**FRIEDE, W.** I. 157  
**FROHNE, K. H.** 4. 232  
**FRONING, H. R.** 4. 274  
**FRY, J.** 4. 222  
**FUKI, B. I.** 5. 36  
**FULTON, P. F.** 4. 329  
 furadék  
 — előrejelző szerepe 1. 150  
 — vizsgálata 3. 154, 155, 173, 174, 176  
 — *Williams* és *Bruce* kísérletei 1. 149  
 — kiszállítás elemzése 1. 149  
 — mérések 3. 158  
 furadékszemek ellenállásmérése 1. 202  
 fúrás Analyst-programmal 1. 134  
 — bővítő 2. 46, 51, 54  
 — ellenőrzött nyomású 1. 223  
 — eróziós 1. 125  
 — hidraulikus programja 1. 130  
 — jet 1. 125, 126  
 — kiegyensúlyozatlan öblítéssel 1. 215, 228, 230  
 — közben végzett szelvényezés 3. 37, 38  
 — minimális költséggel 1. 132, 133  
 — nagy átmérőjű 2. 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 66  
 — nagymélységű 1. 5, 6, 203, 205, 208  
 — nyomásellenőrzése 1. 223  
 — optimalizálása max. fúrési sebesség alapján 1. 136  
 — optimális programmal 1. 132, 133  
 — optimalizálása statisztikai információk alapján 1. 135  
 — optimális tényezőkkal 1. 131, 133  
 — rekordmélységű 1. 215  
 — szabályozott talpnyomással 1. 225  
 — számítógépes ellenőrzése 1. 132, 134  
 — számítógép-vezérléssel 1. 133  
 — ultra nagymélységű 1. 207  
 fúrásellenőrző műszeresoport 1. 97  
 fúrési eszközök, különleges 1. 17  
 — és geofizikai paraméterek kapcsolata 3. 165, 166, 167, 168  
 — fedélzetek betonból 1. 338  
 — folyadékok reológiája 1. 150  
 — hidraulika 1. 129, 130, 141, 151, 155  
 — hidraulika tervezése 1. 127  
 — módszerek 1. 17  
 — műszerek 1. 97, 105, 106  
 — műveletek különleges 1. 17  
 — művelet optimalizálása 1. 13  
 — paraméterek gépi feldolgozása 3. 167, 168  
 — paraméterek lyuktalpi mérése 1. 99  
 — porozitásslvelvény 1. 14  
 — rendszer optimalizálása 1. 4, 117, 131  
 — sebesség képlete 1. 120  
 — sebesség kis fordulatszámokon 1. 124  
 — sebesség mérése 1. 103  
 — sebesség összefüggése aktív közetbontó tényezőkkal 1. 120  
 — sebesség összefüggése fúrési tényezőkkal 1. 123  
 — sebesség összefüggése porozitásslvelvény 1. 14  
 — sebességszvelvény 1. 104  
 — sebességszvelvény hasonlósága a porozitásslvelvényhez 1. 103, 104  
 — sebességszvelvény utalása a fúrókopásra 1. 104  
 — szelvények korróziója 1. 169, 168  
 — szelvényezés 1. 103  
 — technológia, tengeri 1. 411  
 — üzemzavarok 1. 285  
 fúrhatóság előrejelzése szelvényezési módszerekkel 1. 117  
 fúróberendezés  
 —, aknakészítéshez 2. 20  
 —, arktikus 1. 422  
 —, baggerhez csatlakozó 2. 20  
 — Diesel-elektromos hajtása 1. 20  
 fúróberendezés kombinált 2. 17, 18, 19, 22, 24  
 —, légi szállításra 1. 422  
 —, markolóval 2. 20  
 —, nagy átmérőjű fúrásokhoz 2. 17, 61  
 —, nagymélységű fúrásokhoz 1. 10  
 —, sokcélú 2. 22  
 —, szállítása, légpárnás 1. 392, 393, 423, 424, 425  
 —, traktorra szerelt 2. 23  
 —, tűzvédelme 1. 295, 398  
 fúrócső 1. 69, 70  
 —, belső műanyag bevonattal 1. 69, 70  
 — be- és kiépítése 1. 307  
 — feszültsége 1. 307  
 — használata 1. 70  
 — használt, vizsgálata 1. 75  
 — határterhelése 1. 1  
 — igénybevétele 1. 69, 366  
 — készletnagysága 1. 76  
 — kifáradásos törése 1. 69, 70, 286  
 — korróziója 1. 69, 70, 71, 72  
 — korróziója nagy hőmérsékleten 1. 71  
 — korróziója oxigén hatására 1. 72, 73  
 — műanyag bevonattal 1. 73  
 — osztályozása 1. 74  
 — roncsolásmentes vizsgálata 1. 74, 75  
 — szabványosítása 1. 69  
 — vizsgálata 1. 74  
 fúrócsőkapcsoló 1. 69, 70  
 — keményfém vértéze 1. 70  
 — korrózió kimutatása 1. 75  
 fúrófedélzet  
 —, arktikus viszonyokra 1. 374, 375, 387, 428  
 —, dönthető tornyú 1. 385  
 —, előregyártott 1. 390  
 — húzott lábakkal 1. 394  
 — katódos korrózióvédelme 1. 429  
 —, kettős kúpalakú 1. 387  
 fúrófúvóka alatti felütési nyomás 1. 57  
 — kiképzése 1. 3  
 — közetbontása 1. 45  
 — mozgásának erőszükséglete 1. 45  
 fúrógyémánt 1. 58  
 fúróhajó 1. 27, 28, 362  
 — automatikus-dinamikus helybentartással 1. 34  
 — automatikus fúróberendezéssel 1. 372, 383  
 — Diesel-elektromos hajtása 1. 28  
 — helybentartási rendszere 1. 380.  
 —, legnagyobb 1. 383  
 —, kéttörzsű lábakra emelhető 1. 29  
 — megengedett mozgása 1. 366  
 — stabilitása 1. 27, 365  
 — szélesítése 1. 365  
 — tájolása műholdakkal 1. 382  
 — távközlése műhold segítségével 1. 381  
 fúróhajóhorgonyzás feszültségei 1. 372, 373  
 — láncsal 1. 373  
 — megbízhatósága 1. 373  
 — rendszerei 1. 371  
 — sodronykötéllal 1. 371, 373  
 fúrókalapács 2. 5, 39  
 fúrókiválasztás statisztikai módszerrel 1. 119  
 — számítógépes adatfeldolgozással 1. 119  
 fúrókopás fúrési sebességszvelvényből 1. 104  
 fúrókötél — levágási továbbhúzási rendszer  
 — biztonsági tényező 1. 35  
 fúró-lengéscsillapító 1. 80  
 fúrólyuk  
 — bővülése 3. 35  
 — dőlése 1. 299  
 — dőlésirány-változása 1. 299

- fűrőlyuk, egyenes 1. 67, 289, 291, 292  
 — elferdülése 1. 290, 291, 292, 293  
 — fal bomlása hidromechanikai kutatásokra 1. 177  
 — fal bomlása hőmérsékleti hatásokra 1. 177  
 — fal stabilitás 1. 177, 179  
 — fal stabilitás geomechanikai szempontjai 1. 176  
 — fal stabilitás időtényezője 1. 178  
 — feszültségviszonyai 1. 116  
 — görbülete 1. 299, 300  
 — hőmérséklet hatása a nyomáshullámzásra 1. 148  
 — „jobb” 1. 67  
 — kavernaképződése 1. 306  
 — kiöblösödés megakadályozása 1. 155  
 — könyök 1. 291, 289  
 —, könyökmentes 1. 67  
 —, nagy dőlésszögű 1. 305  
 —-televízió 2. 10  
 —-térbeli lefutása 1. 299
- fűrőmag megóvása 4. 36, 54, 55, 73  
 fűrőnkénti előhaladás 1. 123  
 fűrőszár, álló, feszültségviszonyai 1. 81  
 — dinamikus igénybevételei 1. 77  
 — forgatásának hatása a nyomásvesztésre 1. 145  
 — forgatásának teljesítményszükséglete 1. 78  
 — kihajlása 1. 121  
 — kritikus fordulatszám 1. 77  
 — lengése 1. 80  
 — lengésének talpi mérése 1. 80  
 — longitudinális lengése 1. 77, 79, 81  
 —, mint jelkölzölő elem 1. 100  
 — nyomott szakaszának feszültségviszonyai 1. 81, 401  
 — visszavezérlése mélytengeri fúrásokból 1. 348, 411
- fűrőszáras rétegvizsgálat (DST) 4. 163, 164, 165  
 fűrőszerszám automatikus kezelése 1. 33  
 — elmarása 1. 287  
 — forgatónyomaték-mérése 1. 105  
 — kiépítése 1. 308  
 — lyukfalba tapadása 1. 294  
 — megszorulása 1. 196, 294  
 — stabilizálása 1. 289, 290  
 — talpi rezgése 1. 102  
 — törése 1. 286  
 — visszatérítése, fűrőlyukba 1. 348, 401
- fűrősziget, arktikus 1. 428  
 — egyoszlopos 1. 386
- fűrőterhelés egyenletessége 1. 122  
 — hatékony 1. 121  
 — hidraulikus súlyosbítóval 1. 122  
 — tényleges 1. 121
- fűrőtömlő 1. 93, 96  
 fűrőtömlős magfúrás 1. 395, 402
- fűrőturbina 1. 83, 85, 91, 92  
 —, alsócsapágy-egységgel 1. 139  
 — automatizálása 1. 93  
 —, golyócsapágy-közdarabbal 1. 88, 89  
 — gumi lengéscsillapítóval 1. 88, 89  
 — gyémántfűrővel 1. 91  
 — hidraulikus paraméterei 1. 92  
 — kiépítés nélküli fűrőcseréhez 1. 87  
 — kísérleti állomás 1. 93  
 — kiválasztási nomogram 1. 92  
 —, lassú járatú 1. 15, 93, 138, 139, 140  
 — reaktív nyomatéka 1. 82  
 —, reduktoros 1. 86, 93  
 —, sokszekciós 1. 93, 138  
 —, „spindeles” 1. 88, 89, 139  
 — számítógépes vezérlése 1. 93  
 —, szelepes szabályozással 1. 90, 93  
 — típusok 1. 83
- fűrőturbina többszekciós 1. 84, 85, 88, 89, 139  
 — új típusai 1. 15
- fűrő-utánengedő, automatikus 1. 85  
 fűvóka 6. 142  
 — hengerbetétprogram 1. 127, 128, 129  
 — hengerbetétprogram grafikus megoldása 1. 129  
 — hengerbetétprogram számítógéppel 1. 128, 129
- függőcepp-módszer 4. 23, 59  
 függőleges egyensúly 4. 200  
 — hasadék 4. 141, 146, 395, 399, 401  
 függvény táblázatok vízbeáramláshoz 4. 246
- ## G
- GACULAEV, Sz. Sz. 4. 367  
 GADIEV, Sz. M. 1. 340  
 GADZSEV, A. A. 1. 109  
 GADZSIEV, S. A. 3. 150  
 GAINES, T. H. 7. 29  
 GAJENKO, I. F. 4. 95  
 GALANIN, I. A. 5. 36  
 Galerkin-módszer 4. 210  
 GALICKI, J. 6. 97  
 GALLAS, J. P. 1. 327  
 GALLEAR, D. C. 1. 314  
 GALLON, M. 1. 110  
 GALLOWAY, J. R. 4. 335  
 GALLUS, J. P. 3. 65, 4. 408  
 GAMIDOV, G. A. 6. 77  
 gamma-forrás megválasztása 3. 82  
 gamma-szondák kalibrálása 3. 32  
 GARAI T. 6. 101  
 GARCIA, A. 1. 169, 266  
 GARDNER, F. J. 1. 355  
 GARRETT, J. H. 1. 280  
 GARVIN, T. R. 1. 171  
 GASZANOV, F. S. 1. 158  
 GASZANOVA, G. G. 1. 218  
 GASZANOV, D. I. 4. 101  
 GATES, C. F. 4. 334  
 GATES, CH. W. 4. 378  
 GATES, G. L. 4. 255  
 GATEWOOD, J. R. 4. 409  
 gáthatás, l. rétegtár  
 GATTENBERGER, JU. P. 4. 28  
 GAUCHER, D. 1. 292  
 GAUZER, G. E. 3. 137  
 GAYMARD, R. 3. 99, 104  
 gázáramlás 4. 110, 111, 112, 113, 341, 345, 355, 382, 6. 36, 142  
 gázbesajtolás 4. 218, 219, 220, 240, 301, 329, 366  
 gáz-csapadék 4. 18  
 — kút 4. 372  
 — telepek 4. 104, 105, 205, 341, 371, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380  
 gazdaságosság 4. 367, 5. 16, 6. 6, 22, 23, 29, 33, 74, 87, 89, 90, 92, 111, 113, 133, 155  
 gazdaságtudomány 7. 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53  
 gázdiffúzió — az olajban 4. 222  
 gázélarasztás 4. 113, 232, 285  
 gázelosztás 6. 100, 101, 104, 106, 109, 113, 119, 124  
 gázelosztó hálózat 6. 13, 21, 87, 102, 103, 105, 107, 108, 110, 115, 116, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 130, 157  
 gázélokészítés 5. 29, 33, 6. 3, 4, 5, 7  
 gázgyűjtő rendszer 6. 34  
 gázhajtás l. gázszüveg hajtás  
 gázhidrátok 4. 33, 342, 369, 389  
 gázhozam 4. 354  
 GAZIZOV, A. S. 1. 262  
 gázkeringetés 4. 205, 375, 376, 379, 380  
 gázkúposodás 4. 150, 151, 152, 192
- gázkút 4. 170, 346, 347, 349, 356, 357, 368, 418, 5. 3, 5, 8, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 46, 47, 50, 51, 6. 1, 11, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 32, 38, 40, 43, 44, 144, 146  
 gázkutak biztonsága 1. 322  
 —, kénhidrogén-termelők 1. 344  
 — kiképzése 1. 320, 321  
 — korrózióvédelme 1. 343  
 — szállítóképessége 4. 24, 170, 171, 366, 368  
 — termelékenysége 4. 113  
 gáz mennyiségmérő 5. 14, 6. 12, 13, 15, 18, 21, 130  
 gázmezők, csoportos gáztelepek 4. 353  
 gázoldódás, földgáz vízben 4. 20, 21, 340, 359  
 gázperkoláció 4. 208, 221, 225  
 gázpermeabilitás 4. 344  
 gázréteg átfurása  
 — légnemű öblítéssel 1. 193  
 gázsziklás 4. 110  
 gázszüveg 4. 231, 234  
 — hajtás 4. 218, 220  
 gázszállítás 6. 89, 90, 92, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 119, 124  
 gázszárítás 6. 2  
 gázszennyezés 6. 57, 58  
 gázszolgáltatás, gázszolgáltatási egyezmény 4. 365  
 gáztárolás 6. 94, 129  
 gáztartály 6. 134, 135  
 gáztávvezeték 5. 33, 6. 35, 53, 68, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117  
 gáztelepek 4. 66, 67, 93, 104, 170, 359, 360, 361, 362, 6. 1  
 gáztelítettség 4. 66, 221, 222  
 gázvezeték 5. 38  
 gáz-víz arány 4. 20, 21  
 GEARHART, M. 3. 127  
 géliképző anyagok 4. 242  
 geokémiai furadékelemzés 3. 174  
 GEORGE, D. B. 1. 392  
 geotermikus anomália 4. 214  
 — gradiens 4. 108  
 gépi adattárolás és feldolgozás 6. 130, 132  
 — szelvényfeldolgozás 3. 1, 39  
 GERANIN, M. P. 1. 273  
 gerjesztett potenciál mérése 3. 1, 15, 39, 177  
 GERWICK, B. C. JR. 1. 374, 426  
 Gibbs-egyenlet 4. 422  
 GIBSON, J. A. 4. 163  
 GIDLEY, J. L. 4. 410  
 GIESKES, J. M. T. M. 4. 30  
 GILICZ B. 1. 127  
 GILLARD, D. R. 4. 267  
 giroszkópos ferdeségmérő 1. 255  
 GIVENS, J. W. 4. 379  
 GLADKOV, I. T. 5. 2  
 GLANVILLE, C. R. 3. 108, 112  
 GLEESON, C. W. 4. 257  
 GLENN, R. R. 1. 248  
 GLINSZKI, B. 1. 3. 56  
 GODFREY, W. K. 1. 252  
 GODHWANI, S. I. 299  
 GOGARTY, W. B. 4. 299, 300, 429  
 GOINS, D. L. 1. 49  
 GOKOANEVA, M. G. 1. 162  
 GOL'JANOV, A. I. 6. 76  
 GOLOV, V. A. 1. 302  
 GOLOVINA, JU. A. 4. 392  
 GOLUBEV, G. R. 1. 102  
 GOOD, L. W. 4. 219  
 GORBUNOV, A. T. 4. 109  
 GORDON, D. T. 4. 73  
 GORELIK, F. H. 1. 122  
 GOREN, S. L. 4. 122  
 GOUDOUIN, M. 3. 101

- GOULD, R. C. 4. 256  
 GOULD, T. L. 4. 366  
 gőzbesajtolás 4. 309  
 gőzelárasztás 4. 307, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 322  
 gőzfelszívás (steamsoaking) 4. 106, 310, 320, 321, 322, 323, 324, 325  
 görgős fűró — csapágykopása 1. 53  
 —, egygörgős 1. 48, 55, 56  
 —, ékszelvényű görgőkoszorúval 1. 47  
 —, élettartama 1. 51, 52  
 —, elhasználtságának kódrendszere 1. 53  
 —, elhasználtságának optimalizálása 1. 54  
 —, fajlagos csúszási diagramja 1. 47  
 —, fogkopása 1. 53  
 —, geometriája 1. 51, 52  
 —, háromgörgős 1. 57  
 —, keményfém csúszócspággal 1. 49  
 —, keményfém fogazású csúszócspággal 1. 44, 49, 50, 51, 52, 194  
 —, közetbontása 1. 45  
 —, közetbontásával leválasztott közettérfogat 1. 46  
 —, kúpos, fog—közet egymásra hatása 1. 44  
 —, lépcsős 2. 47  
 —, nagy átmérőjű 2. 47  
 —, sima koszorús 1. 47  
 —, terhelhetőségének fokozása 1. 49  
 —, tökéletesítése 1. 2  
 —, ütőhatás nélküli 1. 47  
 GRADESCIC, D. 1. 234  
 gradiensmódszer 4. 198  
 GRAF, R. 6. 153  
 grafikus módszer 4. 107, 349, 358  
 GRATACOS, J. 1. 169  
 gravitáció hatása 4. 85, 224  
 gravitációs lecsapolás 4. 322  
 —, elkülönülés 4. 192, 218, 220, 221  
 GRAY, K. E. 4. 99  
 GREEN, B. F. 6. 25  
 GRICENKO, A. I. 4. 12, 5. 36  
 GRIFFIN, P. 1. 106, 237  
 GRIFFITH, J. D. 4. 296  
 GRIFFITH, R. A. 6. 79  
 GRIGORJÁN, N. A. 1. 303  
 GRIJALVA, V. E. 3. 164  
 GRINBERG, M. P. 1. 89  
 GRISKAN, I. A. 1. 136  
 GRIZZAFFI, L. P. 1. 344  
 GROSS, F. 4. 448  
 GROSSEKEMPER, H. J. 2. 46  
 GUDKOV, Sz. F. 5. 26, 6. 90  
 GUIN, J. A. 4. 413  
 GUIRANDET, B. 1. 227, 297  
 GULIEV, A. A. 1. 305  
 GUPTA, Y. 3. 89  
 GURAK, N. 4. 45  
 GUR'BA, P. K. 2. 13  
 GUREVICS, G. R. 4. 12  
 GURNIK, JA. I. 1. 90  
 GUSZEJNOV, A. I. 4. 140  
 GUSZEJNOV, Cs. Sz. 6. 6  
 GUSZEJNOV, F. M. 4. 108  
 GUSZEJNOV, G. P. 4. 132  
 GUSZMAN, M. T. 1. 88, 94  
 GUTENMAHER, L. I. 4. 235  
 GUY, J. G. 3. 5
- GY**
- gyémántfűrés 1. 212  
 —, gyakorlata 1. 61  
 —, képlékeny kőzetekben 1. 62, 63  
 gyémántfűró 1. 140  
 —, gazdaságossága 1. 61  
 gyémántfűró hidraulikai szempontjai 1. 59  
 —, hőmérsékleti feszültségei 1. 60  
 —, hűtése 1. 59  
 —, jet-öblítéssel 1. 63  
 —, matrixának erózióállósága 1. 59  
 —, optimális teljesítménye 1. 61  
 —, öblítésének reakcióereje 1. 59  
 —, stabilizálása 1. 61  
 —, szárnyas 1. 62  
 —, szerkesztési elvei 1. 59  
 —, orientált elhelyezése 1. 58  
 —, szintetikus, ipari 1. 58  
 gyémántszemek kitérőedezése 1. 60  
 —, mikroanalógiai képe  
 gyémántturbófűrés 1. 91, 140  
 gyűrűs tér 4. 125  
 —, ellennyomás-szabályozás 1. 223, 225, 228  
 —, ellennyomás-szabályozás állandó fűrócsőnyomás-vezérlés elvén 1. 224  
 —, ellennyomás-szabályozás, félautomatikus 1. 225  
 —, ellennyomás-szabályozás, kézi 1. 223
- H**
- HAARMANN, K. 6. 158  
 hab 4. 91, 243, 387, 388  
 habelárasztás 4. 1, 2  
 habképző adalék 4. 387, 388  
 HAFEZ, N. A. 1. 131  
 HAGGIE, R. A. G. 1. 371  
 HAIROV, H. H. 1. 270  
 HAJREDINOV, N. S. 4. 40  
 HAJRULLIN, F. S. 3. 57  
 HALIULIN, A. G. 5. 32  
 HALL, A. L. 4. 317  
 HALL, B. E. 4. 409  
 HALL, C. D. JR. 4. 433  
 HALLENBURG, J. K. 3. 127  
 HAMBYR, T. W. 4. 435  
 HAMMACK, G. W. 4. 88  
 hangyasav, 4. 411  
 HANIN, A. A. 4. 51, 52, 63  
 HANKINSON, R. W. 4. 24, 38  
 HANNA, L. E. 7. 43  
 HANSFORD, J. E. 1. 366  
 harántáramlás (cross flow) 4. 161, 248, 320  
 HARDY, H. R. JR. 4. 98  
 HARDY, W. C. 4. 336  
 HARLAMENKO, V. I. 5. 16  
 HARMSEN, G. J. 4. 333  
 háromdimenziós áramlás 4. 156, 200, 308, 379, 380  
 háromfázisú áramlás 4. 205, 237, 307, 379, 380  
 háromfázisú relatív permeabilitás 4. 74, 75  
 háromgörgős fűró  
 —, felületi nyomása 1. 57  
 —, fűvókáinak optimális mérete, száma 1. 57  
 —, fűvókáinak távolsága a lyuktalptól 1. 57  
 háromhozamos vizsgálat 4. 138  
 HARRIS, L. M. 1. 360, 373  
 HARRISBERGER, W. H. 4. 433  
 HARRISON, O. R. 6. 22  
 HARTDENGEL, F. W. 1. 408  
 HARVEY, A. H. 4. 276  
 hasadék  
 —, savazása 4. 414  
 —, terjedése 4. 399  
 hasadékok  
 —, gyakorisága 4. 41, 355  
 —, iránya 4. 355, 386  
 —, kimutatása 3. 96  
 —, méretei 4. 399  
 hasadékos porózus tároló 4. 41, 42, 46, 89, 102, 130, 131, 141, 146, 173, 174, 201, 202, 230, 268, 306, 352, 355, 411, 431  
 hasadékos tárolók értelmezése 3. 94, 95, 97, 163  
 HASKIN, C. A. 4. 427  
 HASZAEV, A. M. 5. 12  
 használt fűrócső vizsgálata 1. 75  
 határérték-probléma 4. 210  
 határfelület 4. 81, 116  
 határgradiensek 4. 114, 130, 173, 174  
 hatósugár 4. 78  
 HAUKE, V. 6. 154  
 HAVASS, M. 6. 101  
 HAVLENA, Z. G. 7. 39, 44  
 HAYES, C. W. 5. 51  
 HAYES, T. B. 6. 151  
 HAZAEV, R. M. 1. 158  
 HEADLEY, L. C. 4. 116  
 HEARN, C. L. 4. 248, 354  
 HEATH, L. J. 4. 418  
 HEATHMAN, J. 4. 389  
 HEDBORG, C. E. 1. 379, 426  
 HEDGES, E. B. 4. 366  
 HELANDER, D. P. 3. 80, 106  
 HELLUMS, E. C. 1. 74  
 HELSOP, A. 3. 133  
 helyben elégetés 4. 103, 327—339  
 HENDERSON, G. E. 4. 348  
 HENDERSON, J. H. 4. 153, 194, 200  
 HENNING, J. 6. 15  
 HENRY, W. A. 4. 171  
 HENTZ, A. 1. 257, 258  
 HERBECK, E. F. 4. 297  
 HERZIG, J. P. 4. 118  
 HERRING, J. C. 7. 36  
 HESS, P. H. 4. 427  
 HESSE, E. 2. 41, 66  
 heterogén tároló 4. 87, 130, 132, 153, 159, 168, 170, 174, 228, 229, 230, 242, 244, 245, 247, 261, 282, 360, 368  
 HEUER, H. 2. 38  
 HEWES, R. B. 2. 42, 58  
 hídképzés, homok hídképzése 4. 433  
 hidratizáció 4. 54, 55, 57, 58  
 hidraulikus csökikéftető rendszer 1. 110  
 —, diffúzió 4. 127  
 —, rétegrezesítés 1. 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 5. 30  
 —, rotari fűróberendezés 1. 32  
 —, rudazat nélküli mélyszivattyú 5. 23, 24  
 —, súlyosbító 1. 104, 122  
 —, ütés kinetikája, lyuklezáráskor 1. 146  
 hidrazinhidrát 4. 418  
 hidrociklon-homoktalanító  
 —, portalanító 1. 40  
 hidrodinamikai vizsgálat kutakban 1. nyomás-változás, termelékenység  
 hidrodinamikai hatások a fűrásban 1. 141  
 hidrogénszulfid 4. 256  
 higany poroziméter 4. 45  
 HIGGINS, R. V. 4. 185, 239  
 Higgins—Leighton-módszer 4. 239, 258, 313  
 HILAZSETDINOV, R. H. 1. 324  
 HILLE, B. 2. 2  
 HILLE, J. B. 4. 445  
 HILLE, M. 1. 156, 157  
 HILPMAN, P. L. 7. 25  
 himbás rudazatos mélyszivattyú, 5. 17, 18  
 HINZ, K. 1. 346  
 hiperbolikus hozamesökkenés 4. 185  
 HIRASAKI, G. H. 4. 193  
 HNATIUK, J. 4. 230  
 HOCH, H. S. 1. 279, 310  
 HODANOVICS, I. E. 5. 11  
 HOLBERT, D. R. 1. 301, 4. 451  
 HOLDEN, W. R. 4. 62  
 HOLDER, C. D. 7. 44  
 HOLDITCH, S. A. 4. 352  
 HOLLAND, A. E. 6. 116

- HOLLAND, CH. J. JR. 4. 365  
HOLLANDAY, C. H. 5. 35  
HOLM, L. W. 4. 243, 298, 387  
HOLMQUIST, D. E. 1. 245  
HOLST, P. H. 4. 308  
homogenitás 4. 129, 193, 368  
homok 4. 37, 65, 66, 70, 82  
— beáramlás 1. 315  
— ellenőrzés 4. 433, 434, 435, 436  
— eltávolítás 5. 47  
homokkő 4. 37, 43, 48, 51, 52, 74, 78, 79, 80, 218, 219, 220, 266, 267, 294  
homokkő  
— értelmezése 3. 113  
— savazása 4. 409, 410, 412  
homokkőtároló 4. 207, 209  
homokszűrő 5. 48  
HOOVER, D. B. 7. 38  
HOOVER, T. E. 6. 92  
HORJUSIN, I. G. 1. 126  
HORN, C. R. 7. 9  
Horner-módszer 4. 137, 145  
HORTON, E. E. 1. 394  
HOSSAIN, A. K. M. S. 4. 65  
HOSSIN, A. 3. 101  
hosszabbító cső tengeri lyukfejhez  
— automatikus csatlakozóval 1. 389  
hosszú löketű mélyszivattyú-berendezés 5. 19, 20, 21  
HOUGH, E. W. 4. 23  
HOWALD, C. D. 4. 451  
HOWALD, C. 3. 63  
HOWALD, G. C. 4. 394  
HOWELL, W. D. 1. 339, 3. 144, 4. 443, 445  
HOYLE, W. R. 3. 91  
HOZA, F. 2. 4  
hozam 4. 107  
— csökkenési görbék 4. 186  
— előrejelzése 4. 185, 192, 207, 235, 236, 239, 245, 262, 351, 361, 375  
— növelő eljárások 1. 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339  
— vizsgálat 5. 49  
hőálló robbanóanyagok 3. 47, 141  
— szelvényező kábel 3. 41, 42, 46  
hőáramlás 4. 102, 405  
hőfejlesztés 4. 332  
hőgát 4. 405  
hőkifiradás, közet hőkifiradása 4. 106  
hőkonvekció 4. 308  
hőmérséklet 4. 24, 31, 65, 69, 70  
—, anomális 1. 203, 208  
—, fűrés közben 1. 183  
—, gyűrűs térben 1. 181, 182  
— hatása a szerkesztésre 4. 395  
— kútkiképzés során 1. 183  
— mélyfúrásokban 1. 184, 185  
— számítása 1. 181, 182, 184, 185  
— számítása Csarnűj szerint 1. 185  
— számítása Edwardson szerint 1. 184, 185  
— szerepe a fűrés folyamatban 1. 182  
— eloszlás 4. 304, 306, 313, 395, 405  
— gradiens 4. 30  
— mérés 3. 49  
— szelvényezés 1. 327 3. 60, 62, 63, 4. 251, 341,  
— szelvényezés, differenciális 1. 327  
— változás okozta feszültség gyémántfűróban 1. 60  
— változás kiegyenlítése termelőcsőnél 1. 211  
hőtranszfer 4. 126, 332, 340, 405  
hővesztesség kútban 4. 124  
— rétegben 4. 328  
hővezetés 4. 306, 332  
— kapcsolata egyéb paraméterekkel 3. 152  
— kapcsolata túlnyomásos zónával 3. 152  
hővezető képesség 4. 31, 126, 214  
— — kapcsolata egyéb paraméterekkel 3. 120  
— — mérése mintán 3. 84  
Hsu, D. 6. 120  
HUANG, E. T. S. 4. 206  
HUBOV, A. N. 1. 122  
HUDGINS, CH. M. JR. 1. 343, 5. 30  
HUFF, R. V. 4. 418  
HUGHES, D. L. 4. 378  
HUGHES, P. T. 4. 337  
HULL, P. 4. 4  
HULL, T. R. 4. 427  
hullámkép regisztrálása 3. 70, 79, 97, 128, 162, 163, 164, 177  
HUNT, A. S. 4. 285  
HUPPLER, J. D. 4. 244  
HURD, J. D. 4. 218  
HURFORD, G. T. 4. 301  
HURST, R. E. 1. 334, 3. 147, 4. 415, 419, 437  
HUTT, R. B. 4. 217  
húzóerő fűrészszerző kiépítéséhez 1. 308  
HÜDÜRKULIEV, B. 4. 104  
hűtés savazásnál 4. 415
- I
- IBRAGIMOV, A. A. 1. 60, 118  
IBRAGIMOV, É. I. 4. 82  
IBRAGIMOVA, E. M. 4. 96  
idegen gázok (tisztátalanságok) 4. 343  
idő, kitermelés 4. 69  
IGNATENKO, JU. K. 5. 36  
IL'IN, G. A. 1. 170  
illó olaj 4. 18, 205  
indikátorgörbe l. termelékenység  
indukciós mérés elmélete 3. 16, 19  
— mérőszondák kialakítása 3. 16  
— szelvényezés 3. 17, 18  
inert gáz, besajtoláshoz 4. 391  
információs rendszer 7. 54  
információs szolgálat 7. 1  
információs szolgáltató rendszer 4. 217  
inhibitor 4. 414, 420, 421, 423, 424, 425, 426, 5. 40, 44  
instabilitás ellenőrzése 4. 197  
instacioner l. változó  
integrálegenletek 4. 133  
interferencia tárolók közt 4. 200  
— vetőnél 4. 166  
interkontinentális csőtávvezeték 6. 88, 92  
impermeálás l. tömítés  
ioncsere 4. 30  
IORDACHESCU, M. 5. 40  
ipariolajkészlet-becslés 4. 185  
irányított ferdefúrás 1. 240, 279, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 309, 310, 385  
—, csoportos 1. 312, 313, 314  
—, ferdítőpályával 1. 296, 297  
—, fűrőturbínával 1. 296, 297  
—, jet-sugárral 1. 296, 297, 314  
—, nagy dőlésszögű 1. 314  
—, profilja 1. 302  
—, rekord 1. 311, 405  
—, számítógépes vezérléssel 1. 406  
—, talpi fűrőmotorral 1. 296, 297, 314  
—, telepítése 1. 301  
iránykorrekció ferdítőpálya nélkül 1. 309  
iránytartó fűrészi szerszám összeállítása 1. 298  
ISSENMANN, O. 3. 175  
ISZACSENKO, V. H. 1. 107  
ISZAEV, R. G. 4. 131  
ISZANGULOV, K. I. 5. 41  
iszap gáztartalmának vizsgálata 3. 134, 175, 176  
iszapkezelő rendszer 1. 228  
iszapleány permeabilitása 1. 175  
iszapprés 1. 175  
iszapszivattyúk  
—, egyhatású 1. 36, 37, 38, 39  
— fejlődése 1. 37  
—, hatos iker 1. 39  
—, kéthatású 1. 37  
—, plundzseres 1. 37  
—, triplex 1. 36, 38  
iszapvesztesség 1. 178, 190, 196, 237  
— elzárása polimer adalékos bentonittal 1. 188  
— leküzdése „úszó iszapapka” módszerrel 1. 186, 187  
— műszeres mérése 1. 106  
— okai 1. 191  
ISZKENDEROV, SZ. M. 4. 33  
ISZKENDEROV, V. G. 3. 54, 73  
ISZTOMIN, A. Z. 4. 127, 5. 2  
IVANJUKOVICS, G. A. 3. 82  
IVANOV, T. F. 4. 147  
IVANOV, V. T. 4. 159  
IVASCSENKO, V. A. 4. 48  
IVES, G. 1. 50, 6. 50, 4. 318  
IZJUMOV, I. F. 3. 16, 17  
IZMAILOV, A. P. 1. 158  
izotermikus áramlás 6. 142  
izotópos jelzés 3. 9, 10, 48, 49, 50, 63, 64
- J
- JACKSON, G. C. 1. 52  
JACKSON, R. F. 4. 376  
JACKSON, R. W. 4. 160  
JACOBSEN, R. S. 6. 16  
Jacquard-elmélet 4. 198  
JACQUIN, C. 4. 175  
JAGUES, J. 1. 19  
JAIN, A. 4. 259  
JAKOVENKO, V. S. 2. 62  
JAKOVLEV, E. I. 6. 110  
JAMCSIKOV, V. SZ. 3. 21  
JARGON, J. R. 4. 191  
JASIN, A. SZ. 1. 56  
javítás 6. 10, 38, 45, 67, 132  
JAVORCSUK, I. V. 4. 179  
JEDLICKA, M. 2. 6  
JEFFERSON, J. T. 6. 133  
JEFFORDS, C. M. 1. 413, 4. 165  
JEFFRIES, F. 7. 7  
jégtörő tartályhajó 7. 22  
JENKINS, R. E. 3. 87, 4. 54, 55  
JENNINGS, H. Y. 4. 22  
JENNINGS, R. R. 4. 279  
JESCH A. 3. 160  
JESSEN, F. W. 4. 420, 5. 39  
jet-fúrás 1. 125, 128, 129  
— fűrőturbínával 1. 92  
— fűvóka- és hengerbetétprogramja 1. 127  
— hatásossága a fűvókaelhelyezés függvényében 1. 126  
— hatásossága a fűvóka irányának függvényében 1. 126  
— hatásossága az öblítés mennyiségének függvényében 1. 126  
— lyuktalpi impulzusmaximum elvén 1. 127  
jet-perforálás 1. 252  
— eredményessége 3. 139, 140  
JEWETT, R. L. 4. 277  
JOHANSEN, R. T. 7. 37  
JOHNS, E. 3. 102  
JOHNSON, F. S. 4. 311  
JOHNSON, G. A. 4. 207  
JOHNSON, H. M. 3. 75, 4. 35  
JOHNSON, O. G. 4. 209  
JOHNSTON, N. 5. 48  
Joides mélytengeri-kutatási terv 1. 11  
JONES, D. M. 4. 18  
JONES, F. T. 1. 104



- JONES, M. R. 1. 225  
 JONES, R. A. 4. 418  
 JONES, W. T. 7. 33  
 JOUVE, Ph. 6. 156  
 JOZON, R. 6. 68  
 JOYNER, H. D. 4. 351  
 JURANEK, J. 4. 330  
 JUSZUPOV, I. G. 1. 262  
 JUSZUPOV, R. M. 4. 229  
 jövedelmezőség elemzése 7. 49, 50, 51
- K**
- KACSLISVIN, N. Z. 1. 319  
 KAJGORODOV, V. A. 4. 393  
 KALANTAROV, A. I. 4. 101  
 KALENTIEV, V. A. 1. 212  
 KALETA, A. 4. 341  
 KALIAPPAN, C. S. 4. 14  
 kalibrálás 6. 8, 12, 13, 17, 18  
 KALININ, A. G. 1. 302  
 KALINKO, M. K. 1. 351  
 kálisó kimutatása szelvényezéssel 3. 178  
 KAMATH, I. S. K. 4. 273  
 KANASUK, V. F. 4. 367  
 kapilláris áramlás 4. 115, 116, 289  
 — nyomás 4. 47, 60, 72, 83, 84, 85, 86, 119, 151  
 kapillaritás 4. 38, 81, 221  
 KARASZIK, V. M. 3. 85  
 karbonátközetek 4. 40, 41, 61  
 — értelmezése 3. 116  
 — vizsgálata 3. 86  
 karbonáttárolók 4. 202, 207, 229, 230  
 — értelmezése 3. 92, 93, 94, 95, 96, 98, 109  
 KARCEV, A. A. 4. 179  
 KARIMOV, M. F. 4. 393  
 KASIK, A. Sz. 3. 67  
 KASTROP, J. E. 1. 321  
 KASZPAROV, M. A. 1. 122  
 KASZUMOV, A. M. 4. 303  
 katódos korrózióvédelem 5. 45, 46, 6. 115, 144, 145, 146, 150, 151  
 — — áramerősség eloszlásának optimalizálása 1. 247, 248  
 — — béléscsőszlopokra 1. 249  
 — — tengeri fűróberendezésekhez 1. 376, 377, 378, 379, 429  
 KATRÜSEV, I. E. 1. 124  
 KATZ, D. L. 4. 342  
 kavicszűrő 4. 37  
 KAUFMAN, A. 7. 13  
 KAZEMI, H. I. 431, 4. 161  
 KAZUBOV, A. I. 5. 13  
 KEHOE, G. H. 6. 83  
 KELEMEN S. 6. 119  
 KELLDORF, W. F. N. 3. 9, 4. 287  
 KELLER, H. H. 4. 126, 5. 7  
 KELLY, T. E. 7. 21  
 KELSEY, F. J. 4. 289  
 KELSEY, R. 6. 104  
 KELSEY, W. R. 1. 291  
 KEMP, J. D. 1. 327, 3. 65, 4. 408  
 KEMP, M. K. 3. 80  
 kénhidrogén 4. 343, 357  
 — gázutak kiképzése 1. 344  
 — hatása 3. 61  
 kénlerakódás 6. 11  
 KENNEDY, J. L. 1. 3, 4, 10, 12, 14, 36, 163, 216, 230, 370, 388, 393, 425, 3. 43, 167  
 KENNEDY, W. A. 4. 201  
 kéntermelés meleg gázzal 4. 326  
 képlékeny alakváltozás 4. 97, 131  
 kéregkiválás kútban 1. 33  
 keresztáramlás 1. harántáramlás  
 KERIMOV, Z. G. 1. 77, 307  
 keringés 1. gázkeringetés  
 kerületi vízelárasztás 4. 261, 295  
 készletbecslés 4. 160, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 347, 358, 363, 364, 7. 48, 49, 50, 51, 52  
 kétdimenziós fluidumáramlás 4. 139, 197, 200, 203, 237, 247, 258, 277, 341, 348, 375, 382  
 konszolidálatlan porózus közeg 4. 50, 65  
 — tárolóhomok 1. 315  
 KONSZTANTYINOVA, I. M. 6. 109  
 konvekció 4. 123  
 konvergenciányomás 4. 19  
 konzisztométer, nagy nyomású, nagy hőmérsékletű 1. 173  
 KOPILOV, V. E. 1. 308  
 KORCENSTEJN, V. N. 4. 177  
 KORMILKIN, JU. A. 1. 100  
 KOROTAEV, JU. P. 3. 55, 4. 374, 375, 5. 28, 6. 21  
 korrelációk 4. 346, 413  
 korrelációs analízis 4. 180  
 korrózió 4. 357, 5. 25, 30, 31, 44, 6. 67, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 157  
 —, fűrócső 1. 69, 70, 71, 72, 73  
 —, fűrócső, oxigén hatására 1. 72  
 — védelem, kutaké 1. 341  
 korrozív gáz 5. 30, 33, 34, 6. 11  
 KORZSEV, A. A. 3. 33  
 KOSELEV, A. A. 5. 8, 6. 114  
 KOSELEV, N. N. 3. 172  
 KOSINSKI, J. 6. 97  
 KOSZOLAPOV, A. F. 1. 189, 3. 170  
 KOSZTÜRJA, E. D. 1. 86  
 KOTB, A. K. 1. 151  
 KOTJAHOV, F. I. 4. 87  
 KOTYLAROV, A. M. 1. 33, 108  
 KOVALENKO, É. K. 4. 229  
 Kozony-tényező 4. 50  
 KOZJAR, V. F. 1. 189, 3. 78, 170  
 KOZLOV, P. T. 4. 181  
 KOZLOVCEVA, Z. I. 4. 51, 52, 5. 105, 371  
 KOZODOJ, A. K. 1. 125  
 könnyű szénhidrogének 4. 17  
 kőolaj fizikai tulajdonságai, 6. 140  
 kőolaj gyűjtése 6. 54  
 kőolajgyűjtő rendszer, 5. 30, 46, 6. 7, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 37, 40, 42, 44, 46, 47, 61, 146, 161  
 kőolajkút 5. 4, 5, 6, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 25, 30, 31, 38, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 6. 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 144, 146  
 kőolajszállítás 6. 17, 20, 46, 50, 78  
 —, hőkezeléssel 6. 74  
 —, melegítéssel 6. 64, 66, 70, 79  
 kőolajszennyezés 6. 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 162  
 kőolajtartály 5. 49, 6. 8, 10, 48, 49  
 kőolaj-távvezeték 6. 35, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 86, 118, 133, 139, 140, 143, 149, 160, 162  
 kőolajtermék-szállítás 6. 64, 65, 68, 76, 82, 83, 84, 85  
 kőolajvezeték 6. 77  
 környezetvédelem 7. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38  
 körülhatárolt 287  
 körülhatárolt ötpontos rendszer 4. 259  
 kötélfűrés 2. 26  
 Közép-Kelet legmélyebb fűrása 1. 6, 221  
 közetbontás lépéscső fűróval 1. 118  
 közetek hővezető képessége 3. 120  
 közetfeszültség-előrejelzés 1. 244  
 közet feszültségi állapota 4. 58, 94, 172, 354, 400  
 közetfeszültség és szelvényezési paraméterek kapcsolata 3. 157  
 közetfűrhatóság 2. 1, 3. 165  
 — gyors meghatározási módszere 2. 1  
 közettilts hatása a mérésekre 3. 103  
 közetmechanika 4. 109  
 közetnyomás 4. 93, 101, 215, 216
- kétdimenziós hőáramlás 4. 307  
 kétfázisú fluidumáramlás 4. 113, 197, 204, 233, 277, 290  
 KEVORKOV, Sz. A. 1. 124, 179  
 kezdeti gázsüveg 4. 188  
 KHAN, A. M. 4. 236  
 KHAN, A. R. 4. 156  
 kibernetikus módszer 4. 227  
 kibúvás, közetvízsgálat kibúváson 4. 78  
 KICENKO, JU. A. 3. 26  
 KIDD, A. N. 6. 26  
 KIDD, R. D. 7. 50  
 kiegyensúlyozatlan fűrés 1. 215, 228, 230  
 kiegyensúlyozott fűrés 1. 42, 154, 196, 197, 204, 205, 206, 215  
 KIEL, O. M. 1. 329, 4. 403  
 KING, R. L. 4. 220  
 KINNEY, W. L. 4. 429  
 kiöblített zónára alapozott szelvényértelzés 3. 121  
 KIRCSANOV, Sz. N. 6. 6  
 KIRIJA, T. A. 6. 142  
 KIRK, W. B. 4. 429  
 kis átmérőjű kűtkiképzés 1. 323  
 kis dermedéspontú kőolaj 5. 39, 6. 71  
 kis permeabilitású közet 1. tömött tároló  
 KISZELMAN, L. I. 1. 210  
 KISZELMAN, M. L. 1. 210, 253  
 KISZILENKO, B. E. 4. 228  
 kiszorítás határfoka 4. 72  
 kiszorító mechanizmus 4. 81  
 kitermelés előrejelzése 1. hozam előrejelzése  
 kitermelés tényezője 1. olajkihozatal  
 kitermelhető olaj becslése szelvényekből 3. 109  
 kitörés 1. 196  
 — elfojtása 1. 234, 235  
 — elfojtása mentesítő fűréssel 1. 233  
 —, fenyegető, jelzése 1. 237  
 —, széndioxidgáz 1. 235  
 —, vad 1. 233  
 —-védelem 1. 106, 223, 224, 228, 232, 236, 399, 400, 418  
 — védelem ellennyomás-szabályozással 1. 397  
 — védelem fűróhajón 1. 397  
 kitörésgátló-csatlakozás uszó fűróberendezéshez 1. 231  
 — lyuktalpi 1. 228, 229  
 KLEEV, A. M. 1. 189, 3. 170  
 KLEMENTICH, E. F. JR. 1. 255  
 KLIEWER, G. 1. 404  
 Klinkenberg-korrektúra 4. 110  
 KNUSTON, C. F. 4. 78  
 koaleszcencia 4. 122  
 KOCH, R. 6. 153  
 KOCH, R. R. 4. 242  
 kockázat elemzése 4. 10, 7. 49, 50, 51  
 KOCSEV, A. M. 1. 94  
 KOEN, B. V. 7. 4  
 KOERPERICH, E. A. 3. 12  
 KOGAN, E. V. 1. 183  
 KOGAN, R. N. 4. 96  
 KOGER, W. C. 6. 146  
 KOKAROV, V. D. 1. 123  
 KOL'COV, O. P. 3. 172  
 KOMAR, C. A. 4. 386  
 KOMAROV, JU. Sz. 3. 134  
 KOMAROV, S. G. 3. 2, 44, 90, 95, 100, 128  
 kombinált mérőszondák 3. 2, 5, 26, 44  
 KOMORIN, V. K. 1. 274  
 komplex mérési programok 3. 91, 92  
 kompresszibilitás, tárolókőzet kompresszibilitása 4. 92, 100, 127  
 kompresszor 6. 102  
 — állomás 6. 112  
 KONDRAT, R. M. 4. 66, 67, 360  
 KONDRATIEV, Z. P. 1. 54  
 KONEN, C. E. 3. 106  
 konform leképezés 4. 173  
 KONOPLEV, JU. V. 3. 26

- közetparaméterek nagy nyomáson 3. 45  
köztessebességmérések mintákon 3. 85  
köztes-textúra 4. 39  
közettömörülés 4. 29, 57, 100, 109, 215, 216  
KRAPEC, SZ. G. 1. 90  
KRATZEL, W. 5. 25  
KRAUSE, W. E. 1. 415  
KRAWCZYK, D. F. 7. 34  
KREISLE, L. F. 1. 79  
krétaadalékos öblítőiszap 1. 159, 160  
krétaszuszpenzió 1. 159, 160  
krikondenterm, 4. 14  
KRILOV, V. I. 1. 189  
KRISIŃ, N. I. 1. 160  
KRIVOSEIN, B. L. 5. 8, 6. 114  
krómkiválás öblítőiszapból 1. 167  
KRUEGER, R. F. 4. 37  
KRUPPA, C. I. 358  
KRUTIK, E. N. 1. 86  
KRÜH, B. V. 1. 212  
KRÜLOV, V. J. 3. 170  
KUBLANOVSKIJ, L. B. 6. 75  
KUCSERNJUK, V. D. 3. 161  
KUDINOV, P. P. 6. 6  
KUHŃ DE CHIZELLE, G. 1. 98, 133  
KULAGINA, G. M. 1. 107  
KULIEV, A. E. 1. 120  
KULIEV, K. A. 1. 307  
KULIEV, K. I. 4. 132  
KULIEV, R. I. 1. 116, 4. 64  
KULIKOVA, N. G. 4. 63  
KULJAVIN, V. I. 1. 212  
KUMAR, J. 3. 81, 4. 50  
KUNNEMANN, E. A. 1. 51  
KUO, C. H. 4. 322  
kúposodás 4. 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158  
KURENKOV, O. V. 4. 92  
KUROCKIN, B. M. 1. 191  
kurvilineáris koordináta-rendszer 4. 193  
kutak korrózióvédelme 1. 342  
— katódos, csoportos 1. 248  
kútátmérő növelése 4. 418  
kútelfojtás tengeri kutakon 1. 232  
kútelzáró berendezés 5. 26, 27, 28, 6. 38, 42, 44, 161  
kúthálózat, kúttérköz 4. 213, 229, 233, 238, 317, 318, 322  
kúthőmérséklet 4. 124, 125, 5. 6  
kútjavítás 1. 280  
—, tengeri 1. 414  
kútkezelés 5. 36  
— leszivattyúzható szerszámokkal 1. 112  
kútkiképzés  
— dróthuzalos műveletekhez 1. 415  
—, kis átmérőjű 1. 323  
— korróziós szempontjai 1. 341  
— leszivattyúzható szerszámokkal 1. 112, 113, 114  
—, tengeri 1. 412  
—, termelőcső nélküli 1. 323  
kútkörnyék állapota 4. 134  
kútkörnyéki öv 4. 62, 126, 170, 274  
kútközpont 5. 29, 6. 42, 53  
kútleképezés 4. 162  
kútmegindítás 5. 3, 37  
kútmegülés 5. 3  
kútproblémák 4. 133, 148, 149  
kútszerelvények korrózióvédelme 1. 341  
kútszerkezet 5. 7, 8, 26, 27, 28, 32, 6. 42  
kúttalpkézelés 5. 43  
kúttalpnnyomás 4. 107  
kúttérfogat hatása a nyomásemelkedésre 4. 133, 135, 142, 143, 144  
kútvizsgálat l. hozamvizsgálat, nyomásváltó-zás-elemzése  
kútvizsgálat 5. 34, 38, 49  
KUZMIN, A. K. 3. 53  
KUZNECOV, V. E. 3. 98  
KUZNECOV, V. SZ. 1. 107  
KUZNECOVA, I. I. 1. 88  
KUZNYECOV, A. 6. 87  
KUZNYECOV, G. M. 1. 101  
KUZNYECOV, O. L. 3. 53  
KVASZOV, V. P. 4. 393  
KWADE, C. 6. 153  
KWAN, T. V. 4. 203  
KYTE, J. R. 4. 89
- L**
- lábakra emelhető fűrófedélzet 1. 27  
— osztott 1. 391  
laboratóriumi vizsgálatok 4. 31, 34, 36, 46, 54, 55, 56, 61, 63, 67, 68, 75, 82, 85, 87, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 110, 111, 119, 120, 150, 151, 222, 272, 275, 294, 298, 303, 305, 311, 327, 328, 329, 360, 371, 387, 388, 398, 412, 420, 429, 436  
LAIGNELL, R. 1. 224  
LALLEMAND, G. 1. 288, 298  
LAMBERT, D. E. 6. 117  
LAMBERT, W. G. 4. 386  
LANE, B. B. 4. 284  
LANE, J. J. 6. 149  
LANGE, R. C. 1. 3, 5  
LANGIEWIS, C. JR. 4. 257  
LANGLEY, W. D. 7. 28  
LANKFORD, B. B. 1. 287  
LANMAN, D. E. 1. 155  
LANTZ, R. B. 4. 123, 290  
LAPCSENKO, A. M. 1. 261, 278  
Laplace-transzformáció 4. 112, 172, 173  
LAPTEV, V. V. 3. 117  
LAPUK, B. B. 4. 190, 359, 377  
LASATER, R. M. 4. 409  
LASPE, C. G. 1. 338, 3. 146, 4. 442  
LATINI, R. G. 4. 77  
LAUTSCH, H. 2. 51, 54  
LAWRENCE, H. W. 3. 177  
LAWRENCE, N. A. 7. 20  
LAWSON, B. L. 3. 29, 30  
LAYTON, D. R. 4. 260  
LAZAYRES, R. 1. 91  
LEBEDEV, E. A. 1. 148  
LEBEDEV, O. A. 1. 147, 276  
LEBEDINEC, N. P. 4. 127  
LE-BLANC, E. A. 1. 148  
LECHTENBERG, H. J. 4. 185  
LECLERC, D. M. 4. 118  
lecsapolás 4. 71  
LEEPER, J. E. 6. 11  
LEFEBVRE DU PREY, E. J. 4. 71  
legmélyebb fűrás  
—, Közép-Keleten 1. 6, 221  
—, Latin-Amerikában 1. 5, 220  
—, Szovjetunióban 1. 7  
—, világon 1. 9  
légöblítéses fűrás 1. 192, 193, 194  
—, előnyei 1. 192  
—, kezdése 1. 195  
—, különleges feladatokra 1. 192  
LE-GOFF, P. 4. 118  
légpárnás fűróberendezés-szállítás 1. 393, 423, 424, 425  
— arktikus, tengeri fűrásokon 1. 392  
LEHMANN, O. 6. 152  
LEHNERT, K. 3. 92  
LEJNSE, D. 4. 270  
LEIMAN, P. P. 6. 95  
LEISK, C. W. 4. 455  
Lejbenzon-linearizálás 4. 375  
LEMING, H. F. 3. 140  
lengéscsillapító, fűró fölé 1. 79  
LEONARD, W. W. 1. 430  
LEONT'EV, E. I. 3. 84, 113, 4. 48  
lépcsős fűró 1. 118  
LEPESINSZKIJ, I. JU. 3. 76  
lerakódás eltávolítása vízkutakból 2. 31  
LERNER, R. SZ. 1. 162  
LESCARBOURA, J. A. 6. 73  
leszivattyúzható kútszerelvények 1. 420  
— felszín alatti 1. 112, 113, 114  
LETKEMAN, J. P. 4. 154, 155  
letermeltség fokának becslése szelvényekből 3. 51, 52, 53, 54, 88, 89  
LEUTWYLER, K. 1. 341, 5. 31  
LEVIK, N. I. 3. 96  
LEVINE, B. 1. 364  
LEWIS, C. R. 1. 200, 4. 214  
LINDSEY, H. R. JR. 1. 211, 320  
lineáris programozás 4. 194, 383  
LINKE, W. A. 3. 122  
LISHMAN, J. R. 4. 76  
LISZTENGARTEN, L. B. 4. 245  
litológiai szelvényértelmezés 3. 91, 110, 116  
LITTLE, J. A. 7. 27  
LITVINOV, A. A. 4. 93, 344  
LJASKO, N. N. 3. 76  
LJUBCSSENKO, L. A. 4. 367  
LLOYD, R. R. 1. 426  
LOGAN, C. F. 6. 67  
LOGINOV, I. V. 3. 70, 79  
LONDON, E. E. 4. 21  
LOPPINET, A. 1. 39  
LORENT, J. D. 4. 49  
LOTH, W. D. 1. 113, 420  
LOUDEN, L. R. 1. 165, 174  
LOVIE, P. M. 6. 131  
LOVINGFOSS, W. J. 4. 351  
LOZANSKI, W. R. 4. 286  
LPG-dugóbesajtolás 4. 293, 294  
LSOR-eljárás 4. 368  
LUBAN, V. Z. 1. 243  
LUBINSKI, A. 1. 366  
LUCAS, D. R. 3. 14  
LUCAS, T. A. 6. 125  
LUCON, C. 3. 175  
LUEKEN, M. 1. 110  
LUKAVCSSENKO, P. I. 3. 6, 7  
LUMMUS, J. L. 1. 13  
LUTFULLIN, A. H. 5. 16  
lűktetés 5. 3  
lűktető nyomásvizsgálat l. pulzus teszt  
lűktető termelés 4. 366  
LÜSZENKO, V. D. 3. 117
- Ly**
- lyukbefejezés 1. 280  
— Alaszkában 1. 436  
— arktikus viszonyok között 1. 436  
— korróziós szempontjai 1. 341  
— technológiája, tengeri 1. 411  
— tengeri 1. 412, 415  
lyukbefejező folyadék 1. 342  
lyukbőségmérés 3. 34, 36  
— nagy szelvényben 3. 177  
lyukelferdülés  
— megengedett mértéke 1. 303, 304  
lyukelfojtás  
— állandó fűrócsőnyomás elvén 1. 227  
— gyűrűstér-ellennyomási programmal 1. 227  
lyukelfojtási rendszerek 1. 227  
lyukelzárás föld alatti gáztárolón 4. 387, 388, 389  
lyukfalkaparó öntőmítő gumigyűrű 1. 272  
— zárt hurkú 1. 272  
lyukfalmagminta 4. 88  
lyukgraviméter 3. 6, 7  
lyukfalstabilitás 1. 180  
lyukfejszerelvény süllyedése 1. 246  
lyukferdítés l. ferdefűrás, irányított ferdefűrás  
lyuktelevízió alkalmazása 3. 140

## M

- MACDONALD, R. C. 4. 151  
 MACIESZKIJ, V. P. 1. 142  
 magcső, tömlős 2. 7  
 magfűrés 1. 65, 2. 15  
 —, mélytengeri 1. 349, 395, 396, 402, 403, 404  
 — tengerfenéken 1. 396, 403  
 magfűró 1. 102  
 — berendezés tengerfenéken 1. 396, 403  
 —, egygörgős 1. 64  
 —, keményfém betétes 2. 25  
 — készülek, tömlős 2. 7  
 magképződési folyamat 1. 65  
 mágnesszuszeptibilitás-szelvény 3. 1, 39  
 magvizsgálat 3. 86, 89, 4. 36, 38, 54, 55, 73, 76, 244  
 MAHMUDOV, D. M. 1. 304  
 MAHMUDOV, M. N. 1. 147, 263, 264  
 MAHVADI, K. 1. 6, 221  
 MAIER, L. F. 1. 283, 433  
 makaróni termelőcső 1. 412  
 MAKAROV, M. S. 3. 64  
 MAKAROVA, M. K. 3. 67  
 MAKOGON, JU. F. 4. 369 5. 37  
 MALAHICSANOV, T. B. 1. 177  
 MALEKFORM, H. 4. 246  
 MALEK-MANSOUR, B. 1. 6, 221  
 MALICIN, G. A. 1. 80  
 MAL'TI, H. 3. 117  
 MALUEG, N. J. 7. 34  
 MALY, G. P. 4. 37  
 MAMEDA, A. K. 4. 82  
 MAMEDOV, A. I. 1. 136  
 MAMEDOV, A. M. 1. 178, 306  
 MAMEDOV, B. D. 4. 132  
 MAMEDOV, G. G. 1. 118  
 MAMEDOV, JA. G. 1. 304  
 MAMEDOV, JU. G. 4. 104  
 MAMED-ZADE, A. M. 4. 15, 16  
 MAMVRISZKIJ, A. SZ. 1. 261, 277, 278  
 MANAFOV, SZ. T. 1. 306  
 MANGELSDORF, P. C. JR. 4. 30  
 Manhattan jégtörő 7. 22  
 MANHEIM, F. T. 4. 30  
 MANN, L. 4. 207  
 MANN, R. L. 4. 454  
 MANOLESCU, G. I. 176, 4. 56  
 maradék gáztelítettség 4. 360  
 — olajteltettség 4. 49, 69, 71  
 — víztelítettség 4. 63, 65  
 maralflood l. még micellás oldat 4. 299, 300  
 MARCAK, H. 4. 341  
 MARCHANT, L. C. 3. 86  
 márgafeszültség változása 1. 201  
 márgák 4. 29, 57, 58, 417  
 MARGULOV, G. D. 4. 114  
 MARIAMPOLSKIJ, N. A. 1. 188  
 MARION, P. 1. 256, 316  
 MARKGRAF, H. 2. 35, 36  
 MARKOV, O. N. 5. 36  
 MARMORSTEJN, L. M. 4. 97  
 MARON, V. I. 6. 76  
 marószerszámok 1. 287  
 MARRS, H. G. 4. 337  
 MARSAL, D. 4. 133  
 MARSDEN, S. S. JR. 4. 27, 68, 121, 388, 6. 72, 88  
 MARSEE, J. I. 35  
 MARSHALL, G. 6. 122  
 MARTIN, F. H. 5. 29  
 MARTIN, I. 4. 286  
 MARTIN, J. T. 6. 31  
 MARTIN, M. I. 317  
 MARTINELLI, J. W. 7. 5  
 MARTINEZ, J. J. 4. 39  
 MARTUNCEV, O. F. 4. 46  
 MARUCCI, T. F. 1. 362  
 Marx—Langenheim-módszer 4. 313  
 másodlagos termelés az USA-ban 4. 3  
 MASON, J. E. 6. 112  
 MASSEY, P. 1. 272  
 MATAEV, G. A. 1. 177, 240  
 MATAEV, G. M. 1. 188  
 matematikai modell, l. numerikus szimulálás  
 matematikai statisztika alkalmazása az értelmezésben 3. 73  
 MATHIAS, J. P. 4. 402  
 matrix-blokk 4. 89, 102  
 MATTHEWS, T. M. 1. 331, 4. 406  
 MAXEY, G. B. 4. 176  
 maximális terhelés bélésű-méretezési módszere 1. 238  
 MAXWELL, E. L. 4. 78  
 MAXWELL, W. N. 4. 430  
 MAZUR, V. P. 1. 193  
 McCAFFERY, F. G. 4. 59  
 McCASKILL, N. 4. 297  
 McCOLLOUGH, C. N. 4. 36  
 McCoy, J. N. 4. 134  
 McCREARY, J. G. 4. 225  
 McDANIEL, D. E. 1. 362  
 McGLAMERY, R. G. 1. 412  
 McKEE, R. E. 1. 129  
 MCKINLEY, R. M. 4. 142, 168  
 McLAUGHLIN, H. CH. 4. 242  
 McLEOD, 5. 1  
 McVICAR, B. M. 3. 131  
 MDIVANI, A. F. 1. 122  
 MEABON, H. P. 4. 299  
 mechanikus termelés 5. 15, 16, 21  
 megállapodott (állapot) l. állandó  
 MEGATELI, A. 3. 117  
 megbízhatósági elemzés 4. 160, 199, 363  
 megcsapolás üteme 4. 224  
 meggyújtás ideje 4. 331  
 megkülönböztetett elemzés 4. 40  
 megnyitás, réteg 4. 158, 368  
 MEISTER, S. 3. 129, 4. 8, 6. 36  
 MEKLER, JU. B. 4. 97  
 melegvíz-elárasztás 4. 303, 304, 305  
 MELENTEV, L. 6. 87  
 MELIKOV, T. K. 6. 77  
 MELLISH, M. 2. 60, 63, 67  
 MEL'NIKOV, A. G. 3. 135  
 MEL'NIKOV, G. M. 4. 34  
 mélyfúrás és felszíni geofizika kapcsolatai 3. 3, 14  
 mélyégi víz l. még akvifer 4. 30, 175, 176  
 mélyszivattyú-kiegyensúlyozás 5. 19, 20  
 — rudazat 5. 17, 18, 22, 25  
 mélyszűrődés 4. 118  
 mélytengerkutató 1. 349, 404  
 mélyvízi fűrés 1. 348  
 — tengeralttjáró 1. 409  
 Ménard-módszer 2. 9  
 MENDELL, J. L. 4. 420, 5. 39  
 MENDEL'SZON, M. M. 4. 174  
 menetmeghúzás kis nyomoték, kis fordulatszám 1. 250  
 mentés 1. 286, 288  
 — gazdaságossága 1. 285  
 — módszerei 1. 288  
 mentési módszerek 1. 288  
 mentesítő fűrés 1. 233  
 mentőszerszámok 1. 287, 288  
 MENZIE, D. E. 4. 276, 7. 3  
 mennyiségmérés 6. 12, 14, 17, 20, 83  
 mérések fűrómagokon 3. 109  
 — magmintákon 3. 81  
 mérési adatok gépi feldolgozása 3. 1, 2, 29, 35, 39, 44, 104, 106, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 165  
 mérőeszközök 4. 165, 249, 250, 287, 338, 356, 357, 390, 447, 448, 449, 450, 451  
 mérnöki gyakorlat 7. 8  
 mérőperemes mennyiségmérő 6. 13, 14, 15, 16, 21  
 mérőturbina 6. 12, 13, 14, 18, 83  
 MESZENZSNIK, JA. Z. 3. 46  
 műszkömezők 4. 74, 87, 271  
 műszkö savazása 4. 411, 414  
 metán szorpciója 4. 51  
 METHA, P. N. 4. 45  
 METHVEN, N. E. 1. 252  
 METTERS, E. M. 5. 19  
 MEUNIER, D. 4. 447  
 MEYER, L. J. 4. 141  
 mezei kísérletek 4. 272, 297, 298, 319, 324  
 MEZÉPA, B. A. 5. 42  
 micellás oldat 4. 1, 2, 274, 299, 300, 429, 430  
 MICHIE, T. W. 6. 26  
 migrálás 4. 117  
 MIKOLAEVSKIJ, E. JU. 3. 100  
 mikroakusztikus mérés 3. 4, 5  
 mikrorepedések 4. 106  
 mikrorétegzettség 4. 79  
 MILES, L. 1. 332, 4. 423, 424, 5. 43  
 MILINSZKIJ, V. M. 5. 16  
 MILLER, B. M. 4. 412  
 MILLER, D. 6. 145  
 Miller—Dyes—Hutchinson-módszer 4. 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145  
 MILLER, F. G. 4. 145  
 MILLER, J. S. 1. 339, 3. 144, 4. 443, 446  
 MILLER, T. W. 1. 44  
 MILLHEIM, K. 4. 78  
 MILLS, A. E. 2. 29  
 MILOVANOV, V. I. 1. 121  
 MILTON, H. W. JR. 4. 229  
 MINTER, R. B. 4. 417  
 MINUHN, V. B. 3. 128  
 MIRKIN, M. I. 4. 375  
 MIRONER, A. 1. 364  
 MIRZADZSANZADE, A. H. 1. 16, 141, 4. 114  
 MISCEVIC, V. I. 1. 190  
 MISK, A. 3. 104  
 MITEL'MAN, V. I. 1. 16  
 MIX, R. C. 6. 116  
 modellmérések 3. 78, 82, 83, 85  
 MODINE, A. D. 4. 153  
 Mohr-burkoló 4. 43  
 MOISZEENKO, U. I. 3. 84  
 MOLCANOV, A. A. 3. 37  
 MOLOKOVICS, JU. M. 4. 129, 130  
 MONDSHINE, T. C. 1. 161  
 Monopod fűrósziget 1. 386, 427  
 Monte-Carlo-módszer 4. 364  
 MONTGOMERY, III. E. F. 4. 65  
 montmorillonit átkristályosodása 1. 164  
 MOORE, E. J. 3. 4  
 MOORE, P. L. 1. 171  
 MORAN, J. P. 4. 430  
 MORDVINOV, F. V. I. 276  
 MORGAN, J. T. 4. 73  
 MOROJEVIC, R. 1. 235  
 MOROSANU, C. 4. 324, 416  
 MORRIS, E. F. 1. 282, 432  
 MORRISON, J. I. 403, 6. 39, 78  
 MORROW, N. R. 3. 123, 124, 4. 47, 81  
 MORSE, R. A. 4. 224, 352  
 MORTODA, M. 7. 52  
 MOSLEY, M. K. 1. 312  
 MOUGNE, M. L. 3. 102  
 MOUNT, L. F. 1. 380  
 MOVSZUMOV, A. A. 1. 116, 178, 4. 64  
 mozgékonyági arány 4. 195, 233, 248, 292  
 — szabályozás 4. 275, 276, 277, 278, 279, 299  
 MUGANLINSZKAJA, V. V. 1. 270  
 MUIR, D. M. 1. 284, 3. 162  
 MULLER, W. H. 1. 380  
 MUNGAN, N. 4. 59, 272  
 MURADJAN, I. M. 1. 193  
 MURAV'eva, L. I. 6. 75  
 MURPHEY, C. E. JR. 1. 254  
 MUSCOVALLEY, J. N. 1. 215  
 MUSE, J. F. 1. 111  
 Muskat-módszer 4. 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

MUSZAEV, R. M. 4. 33, 6. 3  
 MUSZIN, N. H. 1. 324  
 MUSZTAFAEV, A. D. 1. 263  
 MUSZTAFAEV, N. B. 1. 240  
 MUSZTAFINA, N. N. 1. 119, 135  
 MUTCH, J. R. 7. 8  
 műanyag bevonat 5. 39, 45, 6. 64  
 — vezeték 5. 45  
 műgyanta bevonat 4. 433, 436  
 MÜLLER, H. 2. 9  
 MÜLLER, O. 2. 50, 55  
 műszer öblítőszap-részecskék mérésére 1. 174  
 műveléstervezés 1. hozam előrejelzése  
 művezetők oktatása 7. 11  
 MYAL, F. R. 4. 316  
 MYERS, G. M. 1. 57

## N

NABIEV, G. I. 4. 107  
 NADION, A. N. 1. 85  
 nagy átmérőjű beléscső hegesztése 2. 64  
 nagy átmérőjű fűrés 2. 17, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 51, 52, 53, 54, 58, 65, 66  
 —, bányabeli alulról felfelé 2. 50, 55, 57, 60, 62, 63  
 — beléscsővézése 2. 64  
 —, bővítéssel 2. 49, 59  
 —, ferde 2. 62  
 — kemény kőzetben 2. 46  
 — költségei 2. 56  
 — lépcsős fűróval 2. 47  
 —, teljesítménye 2. 61  
 nagy dermedéspontú kőolaj 6. 64, 65, 74  
 nagy hatósugarú repesztés 4. 439  
 nagy hozamú gázkút 5. 26, 27, 28, 33  
 — — kőolajkút 5. 17, 19, 20, 23  
 nagy hőmérséklet 4. 214, 414, 415  
 nagy hőmérsékletű réteg perforálása 3. 41, 42, 47, 141  
 — — szelvényezés 3. 2, 40, 41, 42, 43, 44, 46  
 nagy koncentrációjú sav matrixhoz 4. 413, 414, 415, 416  
 nagymélységű fűrészek 1. 5, 6, 7, 205  
 — — Ausztriában 1. 222  
 — — beléscsőserülése 1. 210  
 — — kiképzése 1. 211, 213  
 — — Közép-Kéleten 1. 6, 221  
 — — kútfejserelvénye 1. 213  
 — — Latin-Amerikában 1. 5, 220  
 — — szelvényezése 3. 2, 40, 44, 45  
 — — SZU-ban 1. 7, 212  
 — — technológiája 1. 10, 213, 214  
 — — tervezése 1. 203, 204, 208, 213  
 — — Ukrajnában 1. 212  
 nagymélységű kút 5. 19, 20, 21, 33, 34  
 nagy nyomás 4. 138, 164, 257  
 nagynyomású gázhajtás 4. 295, 296  
 — kenőanyag öblítőszaphoz 1. 162, 294  
 nagynyomású rétegek  
 — — detektálása 1. 198, 207, 236  
 — — előrejelzése 1. 154, 196, 197, 198, 199, 236, 244, 266  
 — — előrejelzése rétegek szalinitása alapján 1. 201  
 — — jelzése 1. 202  
 — — kialakulása 1. 197  
 — — összefüggése hőmérséklettel 1. 200  
 nagy viszkozitású kőolaj 5. 18, 6. 64, 65, 72, 73, 79, 80  
 — — repesztőfolyadék 4. 402, 404  
 NAJUK, I. V. 3. 139  
 NANCE, W. 1. 174  
 NANIKOV, B. A. 6. 21  
 NaOH-adalék 4. 272  
 NASZIBOV, N. A. 1. 48  
 NASZIROV, M. D. 4. 355

NATURSKI, A. 2. 47  
 NAZAROV, D. A. 4. 178  
 NAZAROVA, R. G. 1. 120  
 NEAL, M. R. 3. 58  
 NECAJ, A. M. 3. 94  
 nedves extrakció 4. 61  
 nedves helyben elégetés 1. még COFCAW-eljárás 4. 332, 333  
 nedvesítés 4. 59, 60, 61, 62, 71, 72, 74, 119, 273  
 nedvességtartalom 4. 344  
 NEEDHAM, J. 6. 105  
 NEEL, M. M. 1. 22  
 négyzetes súlyosbító 1. 290, 291  
 nehézőlaj 4. 13  
 NEKOSKA, G. 1. 337  
 NEKRASZOV, K. V. 3. 20  
 NELSON, M. D. 1. 42  
 nem állandósult áramlás 6. 110  
 nem elegyedő olajkiszorítás fluidumbesajtolás nélkül 4. 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 321  
 nem elegyedő olajkiszorítás fluidumbesajtolással 4. 232—287-ig  
 nem Ga'erkín-módszer 4. 210  
 nem érintett öv 4. 241  
 NÉMETH F. 1. 184  
 nem izotermikus áramlás 5. 5, 6, 7, 8, 6. 64, 77, 90, 92, 114  
 nem mágneses súlyosbító 1. 296, 297  
 nem megállapodott (állapot), 1. változó  
 nem newtoni folyadék 4. 120, 121, 276, 6. 71  
 nem szénhidrogén (alkotók) 1. idegen  
 nem szénhidrogének szelvényezése 3. 1, 39, 177, 178  
 neutronaktivációs mérés 3. 27, 28, 29, 30  
 neutronbefogási hatáskeresztmetszet 3. 25  
 neutronélettartam-mérés 3. 25, 30, 48, 52, 177  
 neutronélettartam-szelvényezés 3. 118  
 neutrongenerátoros mérések 3. 25, 28, 52, 74, 83  
 neutronszelvényezés 3. 58  
 NEWMAN, G. H. 4. 22  
 Newton optimalizációs módszere 4. 188  
 newtoni folyadék 4. 120, 121  
 NEZSELSZKIJ, A. A. 1. 86  
 NEZSIL'SZKIJ, B. M. 5. 9, 11  
 NICHOLSON, R. W. 4. 272  
 NIELSEN, R. F. 4. 189  
 NIERODE, D. E. 4. 411  
 NIKITIN, G. M. 1. 88, 89  
 NIKITIN, P. I. 4. 245  
 NIKITIN, Sz. R. 1. 162  
 NIKO, H. 4. 321  
 NIKOLAEVSKIJ, V. N. 4. 109  
 NIKOMAROV, Sz. Sz. 1. 86, 94  
 nitrogén 4. 343  
 NOLEN, J. S. 4. 208  
 NOLEN, K. B. 5. 17  
 NOMIKOSZOV, Ju. P. 5. 32  
 NORDGREN, R. P. 4. 399  
 NOVIKOV, Ju. A. 1. 119, 135  
 NOVOZILOV, A. A. 2. 16  
 nukleáris mágneses mérés 3. 24, 81  
 — rezonancia, NUR-módszer 4. 25, 50  
 — szelvény, NNL 4. 49  
 — repesztés 4. 1, 2, 78, 176, 352, 452, 453, 454, 455  
 — robbantás 3. 142  
 numerikus diffúzió 4. 123  
 — diszperzió 4. 290, 291  
 — szimulálás 4. 5, 6, 123, 124, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 161, 189, 191, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 211, 212, 213, 224, 225, 226, 227, 233, 234, 235, 237, 244, 248, 251, 262, 277, 280, 281, 282, 290, 291, 295, 304, 307, 308, 309, 312, 313, 320, 322, 328, 339, 345, 348, 350, 351, 352, 353, 354, 359, 364, 366, 368, 373, 376, 382, 388, 399  
 NURMAMEDOVA, Z. A. 4. 128

## Ny

nyelőzőnák kimutatása szelvényezéssel 3. 169, 170  
 nyitott lyukszakasz hossza 1. 178  
 nyomásfenntartás 4. 226, 231, 266, 269, 270  
 nyomáshullám fűrólyukban 1. 147, 148  
 — cementező dugó ütközésekor 1. 276  
 — csőoszlop mozgásakor 1. 147  
 — mérése 1. 147  
 nyomáslüktetés (pressure pulsing) 4. 241  
 nyomásos cementezés 1. 281  
 nyomáspróba, beléscsőoszlopé 1. 275  
 nyomásszabályozó 6. 141  
 nyomásváltozás 4. 64, 92, 125, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 161, 163, 164, 165, 166, 169, 201, 346, 347  
 nyomásvesztés 5. 2, 4, 9, 10, 11, 12, 13  
 nyomjelzés radioaktív 4. 249, 284, 287, 301  
 nyújtott rácsproblémák 4. 211

## O, Ó

O'BRIEN, L. J. 4. 298  
 O'BRIEN, T. B. 1. 49  
 óceánkutató 1. 19  
 — egyezmény: francia—amerikai 1. 19  
 OCHS, H. J. 7. 10  
 Odeh—Jones-módszer 4. 170  
 O'DELL, P. M. 4. 193, 353  
 ODISARIJA, G. E. 6. 90  
 O'DONNELL, J. P. 6. 50, 132, 148, 162  
 ODUM, M. E. 1. 209  
 OKUN', M. I. 3. 96  
 olajbesajtolás 4. 192  
 olaj elgőzölgése, gőzelárástánál 4. 311  
 olaj- és gázrétegek elkülönítése szelvények alapján 3. 105  
 olajipari csövek  
 — kezelése kis hőmérsékleten 1. 430  
 — elridegedés kis hőmérsékleten 1. 430  
 olajipar szerkezete 7. 39  
 olajkészletek 4. 263  
 olajkihozatal, olajkihozatal becslése 4. 1, 2, 4, 187, 218, 219, 220, 232, 234, 237, 240, 261, 266, 267, 280, 281, 282, 285, 286, 288, 292, 296, 297, 298, 301, 305, 311, 312, 313, 315, 316, 325, 330  
 olajkiszorítás elegyedő fluidummal 4. 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301  
 — helyben elégetéssel 4. 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339  
 — laboratóiumi vizsgálata 4. 60, 65, 70, 71  
 — meleg fluidummal 4. 302, 303, 304, 305, 306  
 — nem elegyedő fluidummal fluidumbesajtolás nélkül 4. 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231  
 — nem elegyedő fluidummal fluidumbesajtolással 4. 232—287  
 olajközegű öblítés lyukfalszabályozás megőrzésére 1. 180  
 — öblítőszap 1. 152  
 — öblítőszap paramétereinek mérése 1. 172  
 olajkút cement adalékolása 1. 257  
 — arktikus fűrészekhez 1. 282, 283  
 —, duzzadó 1. 265  
 —, expandáló 1. 265  
 —, kvarcliszt adalékos 1. 266  
 — nagymélységű fűrészekhez 1. 257  
 —, portland- és salakcement-keverék 1. 261  
 olajmérnöki gyakorlat 7. 8



- POHL, A. 4. 84  
 POL, R. I. 239  
 poliakrilamid 4. 275, 276  
 polietilénoxid 4. 276  
 polimerbeszítelés gázlárasztásnál 4. 285  
 polimerek szerepe a fűrészi hidraulikában 1. 16, 141  
 polimer oldat 4. 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 286, 299  
 — öblítősapok 1.16, 141, 152, 153—158 185,  
 poliszaharid 4. 276  
 POLJAKOV, E. A. 3. 90  
 POLJAKOV, G. G. 1. 181, 183  
 POLLOCK, C. B. 4. 315  
 POLŪNOVA, T. A. 1. 267  
 POMERANC, L. I. 3. 134  
 POPA, C. 4. 226  
 POPOV, V. M. 1. 302  
 porozitás 4. 39, 43, 44, 50, 53, 54, 55, 92, 172, 328  
 — meghatározása szelvényből 3. 25, 51, 77, 91, 93, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 110, 112, 114, 115, 119, 121, 125  
 porozitátság alapján utalás a márga-feszültség változásaira 1. 201  
 PORTER, C. R. 3. 115  
 PORTER, E. W. 1. 285  
 PORTH, H. I. 345  
 porús  
 — nagyság-eloszlás 4. 45, 49  
 — nyomás, anomális 1. 203, 208  
 — nyomás-gradiens 1. 204  
 — szerkezet 4. 38, 45, 73  
 — térfogat számítása 4. 184, 193  
 POSTON, S. W. 4. 65  
 POTAPOV, V. P. 4. 86  
 potenciálfüggvény 4. 77  
 POULET, M. J. 4. 175  
 POUPON, A. 3. 91, 99, 104  
 PÖTSCHKE, H. 2. 5, 39  
 PRASAD, R. K. 4. 339  
 PRATS, M. 4. 169  
 PREDTECSENSZKAJA, N. Sz. 4. 44  
 PREMUSIC, J. I. 40  
 PRENTICE, CH. M. 1. 238  
 primer termelés 4. 4, 334  
 PRITCHARD, K. C. G. 4. 184  
 PRJAMOV, P. A. 3. 161  
 próbaelárasztás 4. 259  
 próbapad magfűrészhöz 1. 65  
 prognosztikus készletbecslés 4. 180, 340  
 programozás 6. 37  
 propándugó 4. 294, 297  
 propánégő 4. 338  
 protonrelaxáció 4. 49  
 PS-mérések modellen 3. 76  
 pszeudokészlet 4. 182  
 pszeudonyomás 4. 138, 343  
 pszeudoplasztikus tixotróp folyadék 6. 71  
 pszeudorelatív permeabilitás 4. 248  
 PUGACS, V. V. 4. 31  
 pulzuszvizsgálat (pulse-testing) 4. 166, 167, 168  
 PUSCOIU, N. 4. 309, 6. 14  
 PUTKAREZDA, L. A. 3. 54  
 pVT I. fázisviselkedés  
 PYE, D. S. I. 327, 3. 65, 4. 408
- Q**
- QUARLES, B. 6. 147  
 QUINT, M. A. 3. 101
- R**
- radioaktivitás 4. 176, 249, 284, 287, 301  
 radioaktív mérések 3. 22, 23, 26  
 — elmélete 3. 72, 73, 74  
 radiográfiai módszer 4. 38  
 RAFIBEJLI, N. M. 4. 15, 16  
 RAGHAVAN, R. 4. 27, 146  
 RAGIMOV, A. I. 1. 120  
 RALSTIN, J. 4. 389  
 RAMETTE, L. R. 1. 34, 383  
 RAMEY, H. J. JR. 4. 124, 135, 136, 137, 139, 144, 145, 146, 358, 5. 6  
 Ramey-módszer 4. 313  
 RAMOND, J. 6. 113  
 Rapoport és Leas-módszer 4. 304  
 RASZSZUHIN, G. V. 4. 114  
 RASZTORGUEV, JU. L. 4. 31  
 RASZULOV, A. M. 4. 105, 371  
 RAT, F. 1. 70  
 RATLIFF, N. W. 4. 320, 353  
 RAULINS, G. M. 1. 112, 5. 47  
 RAYMER, L. L. 3. 121, 164  
 RAZA, S. H. 4. 91, 240  
 RAZUMOV, V. B. 1. 233  
 reakciókinetika 4. 409, 411  
 reaktív fűróturbina-nyomaték 1. 82  
 RECORDS, R. L. 1. 228  
 REDDING, L. W. 1. 205  
 REDIC, J. G. 7. 48  
 redoxpotenciál mérése 3. 13, 80  
 redukálhatatlan víztelítettség 3. 123, 124  
 reef tároló 4. 4, 301  
 REES, W. A. 4. 157  
 regionális információszolgálat 4. 217  
 regressziós analízis 4. 180, 188, 268  
 REHM, B. 1. 223  
 REID, C. A. 1. 154  
 REID, L. S. 6. 2  
 REJTENBAH, G. R. 5. 28  
 rejtett hő 4. 33  
 relatív permeabilitás 4. 44, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 86, 115, 244, 248  
 REMSON, D. I. 315  
 rendszerelmélet 7. 54  
 reológia 6. 71  
 reométer nagynyomású, nagy hőmérsékletű 1. 171  
 repedések kimutatása 3. 97, 163  
 repedezett mészkő nyomásos cementezése 1. 281  
 repedezettség, kőzet repedezettsége 4. 386  
 repesztőfolyadék I. folyadékos repesztés  
 REPIN, Sz. Sz. 1. 319  
 részleges vízajtás 4. 188  
 rétegdőlésmérés 3. 4, 35  
 rétegek konszolidációja 1. 197  
 — szalinitása 1. 201  
 rétegezett tároló 4. 77, 153, 161, 195, 233, 237, 241, 248, 282  
 rétegfolyadék-beáramlás jelzése 1. 106  
 réteghatárok előjelezése 1. 103  
 réteghőmérséklet, anomális 1. 203, 208, 212, 214  
 rétegtér (szkin) 4. 135, 136, 144, 167, 170, 223, 368, 429  
 réteggelvezés 1. 326, 327, 4. 242, 394—446, 452, 453, 454, 455  
 — nagynyomású nitrogénnel 1. 115  
 — vibrációs 1. 340  
 rétegmegnyitás 4. 158 368  
 rétegnomás  
 — anomális 1. 214  
 — -gradiens 1. 225  
 rétegomlás 1. 178  
 rétegrepszítés I. hidraulikus rétegrepszítés 1. 233  
 rétegrepszítési nyomásgradiens 1. 204, 225  
 — kísérleti meghatározása 1. 400  
 rétegrebbantás 1. 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339  
 rétegsavazás 1. 326, 332  
 — hűtött 1. 328  
 — ultra nagymélységű kútban 1. 328  
 rétegvíz koncentrációja 3. 75, 151, 152, 156, 157, 158  
 retrográd kondenzáció 4. 14  
 REVOLLE, F. 1. 37  
 Reynolds-csoport 4. 115  
 REYNOLDS, M. JR. 4. 454  
 REYNOLDS, E. B. 1. 199, 3. 159  
 rezgőfűrés 2. 6  
 REZNIKOV, A. N. 4. 182  
 REZVANOV, R. A. 3. 74, 83  
 RHOADES, V. W. 4. 354  
 RHODES, D. F. 5. 1  
 RICE, PH. A. 4. 77  
 RICHARDS, J. D. 5. 33  
 RICHARDSON, J. G. 4. 192  
 RICHARDSON, E. A. 4. 435  
 RICHARDSON, P. 2. 49, 59  
 RICKETT, D. 7. 7  
 RIDINGS, R. L. 4. 154  
 RIECKMANN, M. 4. 110  
 RIKE, J. L. 1. 412  
 RILEY, H. G. 4. 346  
 RINCON, A. C. 4. 313  
 RIORDAN, M. 1. 95, 219  
 RISCHMÜLLER, H. 3. 129, 4. 8, 6. 36  
 RIVERO, R. T. 1. 300  
 robbanás 6. 9  
 robbantásos  
 — csőlázítás 3. 150  
 — fűrés 1. 4  
 — hozamnövelés vízkutaknál 2. 29  
 — repesztés 3. 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 4. 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446  
 — rétegserkentés 1. 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339  
 ROBERSON, G. R. 5. 46  
 ROBERTS, B. J. 6. 121  
 ROBERTS, L. D. 4. 409  
 ROBERTS, S. C. 6. 34  
 ROBERTSON, R. W. 4. 79  
 ROBINSON, J. D. 4. 26, 49  
 RODRIQUEZ, H. V. 4. 328  
 ROGERS, J. H. 4. 279  
 ROGOZNIKOV, V. I. 3. 21  
 RÖHMER, L. 1. 59  
 ROLD, J. W. 7. 30  
 ROLLINS, H. M. 1. 67, 290  
 ROLLMAN, E. E. 1. 284, 3. 162  
 ROMANOV, A. Z. 1. 87  
 roncsolásmentes csővizsgálat 1. 74, 75  
 ROOF, J. G. 4. 90  
 ROOT, P. J. 4. 368  
 ROSALES, C. P. 4. 258  
 ROSE, S. C. I. 200, 4. 214, 6. 72  
 rotari fűrés jövője, csúcsteljesítményei 1. 1  
 rotari fűrőberendezés  
 —, arktikus 1. 25  
 —, automatikus 1. 32, 33  
 —, gépkocsira szerelt 1. 30, 31  
 —, gyors átszerelése 1. 30, 31  
 —, helikopterszállításra 1. 25  
 —, hidraulikus 1. 32, 33  
 —, magas aléptímmenlyel 1. 23  
 —, nagy mélységkapacitású 1. 23, 24  
 —, 9000 m mélységkapacitású 1. 21  
 —, rekordmélységre 1. 24  
 —, tengeri 1. 26  
 —, ultra nagymélységű fűréshez 1. 12  
 rotari-perkussziós fűrés 1. 194  
 ROUGH, R. L. 4. 386  
 ROWE, A. M. JR. 4. 14  
 ROWLEY, D. S. 1. 1  
 ROZENVITC, I. A. 4. 97  
 rövid időes áramlási vizsgálat 4. 135, 143, 144, 346  
 RUBINSTEJN, L. M. 4. 304  
 RUDAKOV, G. V. 4. 62  
 RUDAVSZKIJ, I. E. 1. 138, 139  
 rudazatos mélyszivattyúzás 5. 16, 17, 19, 20, 21, 22, 25, 6. 36

- RUDENCU, A. 1. 164  
 RUEFF, S. 3. 173  
 rugalmas energiarendszerű telep 4. 182  
 rugalmassági vizsgálat 4. 96, 98, 127, 433  
 RUNGE, R. J. 3. 14  
 RUSZTAMBEKOV, A. F. 1. 162, 178  
 RÜBIN, V. F. 3. 176  
 RÜHLOV, SZ. N. 2. 16  
 RÜZSIK, V. M. 4. 114, 228  
 RYNEWICZ, J. F. 7. 17
- S**
- SAHMALIEV, G. M. 1. 109  
 SALAZER, J. T. 4. 258  
 SÁLISH, H. A. 3. 121  
 SALLEE, W. L. 1. 328  
 SAMILEV, M. A. 5. 32  
 SAMMASZOV, N. H. 1. 82  
 SAMPSON, H. M. 7. 42  
 SAMSZUTDINOVA, A. F. 1. 262  
 SANDREA, R. 4. 187  
 SANDY, E. E. 1. 361  
 SANOVICS, L. P. 1. 90  
 SANYAL, S. K. 4. 68  
 SAPOSNIKOV, JU. I. 1. 278  
 SAREM, A. M. 4. 278  
 sarkvidéki klíma és az ember 7. 20  
 — műszaki feladatok 7. 18, 19  
 — szénhidrogén-termelés 7. 18, 19, 20, 21, 22  
 SAUER, H. 5. 25  
*Sauljev*-módszer 4. 211  
 SAVAGE, G. H. 6. 88  
 savanyú gázok korrózióvédelme 1. 343  
 savazás 1. még rétegsavazás  
 savazás 3. 65, 4. 124, 141, 409, 410, 411, 412  
 413, 414, 5. 6  
 SAWYER, W. K. 4. 116  
 SAYEGH, E. F. 4. 138  
 SCHAEFER, H. 1. 322, 417  
 SCHALLER, H. E. 3. 49, 4. 449, 450  
 SCHECHTER, R. S. 4. 413  
 SCHEMPF, F. J. JR. 1. 391  
 SCHILLING, R. D. 6. 151  
 SCHLEMM, F. 6. 129  
 SCHLICHTING, P. 5. 10  
 SCHLOSSER, P. 3. 120  
 SCHMIDT, A. W. 3. 91  
 SCHMIDT, E. G. 2. 41, 66  
 SCHNEIDER, F. N. 4. 74  
 SCHNEIDER, R. J. 1. 53  
 SCHOEPEL, R. J. 7. 35  
 SCHOETTLE, V. 4. 412  
 SCHREINER, J. 6. 86  
 SCHREMP, F. W. 1. 248, 5. 46  
 SCHRIDER, L. A. 4. 186, 262  
 SCHULZ, W. 4. 302  
 SCHURZ, G. F. 4. 277  
 SCOTT, J. 1. 217, 411, 4. 2, 6. 23, 38, 57, 7. 26  
 SCOTT, P. R. 7. 31  
 SCOTT, R. W. 6. 42  
 SCOTT, W. G. 4. 446  
 SCSEMKINA, E. D. 1. 162  
 SCSEBBAKOVA, R. V. 3. 95  
 SCSEBANIN, A. A. 1. 309  
 segédgázos kút 5. 3  
 — termelés 5. 14, 47  
 segédgázzelep 5. 35  
 sekélyfűróberendezések egységesítése 2. 4  
 —, többcélú 2. 2, 3  
 SELIM, S. EL-.S. 6. 9  
 SENS, M. 6. 156  
 SENTURIA, S. D. 4. 26  
 serkentés, 1. rétegkezelés  
 SERSZTNEV, N. M. 1. 270  
 SEVCOV, K. D. 3. 166  
 SEVCSENKO, A. K. 4. 93, 344  
 SEVKUNOV, E. N. 3. 88  
 SHAIN, S. A. 4. 322  
 SHAMP, F. F. 6. 18  
 SHANE, L. E. 3. 71  
 SHARP, K. 7. 45, 50  
 SHEFFIELD, B. C. 1. 254  
 SHEFFIELD, M. C. 4. 211  
 SHEHABI, H. 4. 158  
 SHELL, F. J. 1. 166  
 SHEPARD, J. C. 4. 336  
 SHEPLER, J. C. 6. 48, 7. 16  
 SHUTTLE, N. D. 4. 307  
 SIBLEY, W. P.  
 SIEMEK, J. 4. 341  
 SIHALIEV, S. A. 1. 307  
 SIKDAR, P. K. 6. 74  
 SIKLOVA, N. L. 5. 42  
 SILBERGH, M. 7. 49  
 SILKWORTH, G. H. 6. 151  
 SIMANDOUX, P. 4. 204  
 SIMON, R. 4. 289  
*Simplex*-módszer 4. 235  
 SIMPSON, J. P. 1. 342  
 SINCLAIR, A. R. 4. 404, 405  
 SINGHAL, A. K. 4. 115  
 SINHA, B. K. 1. 172, 173  
 SÍPICA, V. F. 3. 172  
 SIP-módszer 4. 203  
 SIREEV, A. I. 4. 34  
 SIRKOVSKIJ, A. I. 4. 12, 372  
 SISCSENKO, R. I. 1. 146  
 SISOV, V. A. 1. 147, 276, 293  
 SITZ, P. 1. 275  
 SIZER, P. S. 1. 415  
 SKELLY, W. G. 1. 167  
 SKLAR, I. 4. 334  
 SKOV, A. M. 3. 140  
 SLAGLE, K. 1. 269  
 SLATER, G. E. 4. 198, 199, 280, 281  
 SLOAT, B. 1. 72, 4. 283  
 SLOBOD, R. L. 4. 428  
 SMALLEY, R. 6. 32  
 SMITH, A. 7. 27  
 SMITH, A. E. 7. 52  
 SMITH, B. A. 3. 58, 390  
 SMITH, C. F. 4. 414  
 SMITH, CH. R. 7. 2  
 SMITH, F. W. 4. 275  
 SMITH, J. W. 3. 36, 6. 125  
 SMITH, L. R. 4. 293  
 SMITH, M. B. 7. 46  
 SMITH, R. C. 3. 62, 4. 251  
 SMITH, T. K. 1. 400  
 SMITH, W. D. M. 3. 77  
 SMITH, W. W. 6. 155  
 SNYDER, E. J. 6. 106  
 SNYDER, R. E. 1. 333, 3. 8, 5. 21, 6. 44, 115  
 SOARE, E. 4. 56  
 SOBOTKA, R. 1. 222  
 sodronyrudázat 5. 21, 22  
 sokkomponensű rendszerek 4. 12, 14, 32, 204  
 sólerakódás 5. 33, 40  
 SOLOMON, Y. 4. 196  
 SOMERTON, W. H. 1. 117, 3. 165, 4. 115  
 SOR-módszer 4. 308  
 sós víz 4. 29, 30, 381, 6. 152, 153, 154  
 — — szennyezés 6. 56, 57, 58, 155  
 sötétmész folyása 1. 242, 243  
 spektrális gamma-mérés 3. 127  
 SPENCER, A. M. 1. 336, 3. 149, 4. 439, 440  
 SPIELMAN, L. A. 4. 122  
 SPIL'MAN, V. I. 4. 180  
 SPINKS, R. B. 1. 186  
 spin-rács 4. 26  
 spirálhegesztett cső 6. 158  
 SPIVAK, A. 4. 150  
 SPORT, M. C. 6. 61  
 stabilizációs tényező, gázkút 4. 346  
 stationer áramlás, 1. állandó áramlás  
 STADIKOV, V. I. 1. 183  
 STALKUP, F. I. 4. 294  
 STAN, AL. 4. 125, 183, 396  
 STANDING, M. B. 4. 223  
 STARK, PH. H. 4. 9  
 statisztikai alapon végzett szelvényértelmezés 3. 99, 104, 111, 114, 115, 118, 136  
 statisztikai módszerek 4. 10, 53, 199, 236, 245  
 STEELE, H. 7. 41  
 STEFFENSEN, R. J. 3. 62, 4. 251, 296  
 STEIBER, S. J. 3. 118  
 STEMLER, A. M. 3. 136  
 STERNER, T. E. 4. 338  
 STEVENS, R. G. 4. 80  
 STEVENS, T. G. 7. 47  
 STEWART, C. R. 1. 24  
 STEWART, P. R. 4. 347  
 STILES, J. H. JR. 4. 220  
 STILES, R. E. 6. 82, 134, 135  
 STONE, H. L. 4. 75, 203  
 STONER, M. A. 6. 102, 103, 107  
 STRATTON, R. 3. 49, 4. 450  
 STREET, R. L. 6. 88  
 STREETER, V. L. 6. 107, 108  
 STRIMBLING, SZ. I. 3. 135  
 súlyhozzammérő 6. 14  
 súlyosbító 1. 68, 304  
 — használat 1. 68  
 —, hidraulikus 1. 104, 122  
 — fajtái 1. 68  
 — kifáradásos törése 1. 286  
 —, lyukfállal érintkező 1. 67  
 — meneteinek meghúzó nyomatóka 1. 66  
 —, nagy átmérőjű 1. 66  
 —, négyzetes 1. 67, 290, 291  
 —, nem mágneses 1. 296, 297  
 — szabad mozgása 1. 296, 297  
 —, túlméretes 1. 66  
 súlyosbító-központosító 1. 67  
 — oszlop stabilizálása 1. 67  
 SUMAN, G. O. 1. 255  
 SUMILOV, V. P. 1. 88  
 SUMOVA, Z. I. 1. 15, 83  
 super-frac eljárás 1. 329, 330, 331, 4. 403, 404, 405, 406, 407  
 súrlódáscsökkentő adalék 5. 12, 6. 73  
 súrlódási energiaveszteség 5. 18  
 — nyomásveszteség 6. 36  
 — tényező 4. 110  
 SUSZTEV, V. N. 4. 375  
 SUTKO, A. A. 1. 57, 241  
 sűrűségmérés 3. 33  
 — bélésűcsőben 3. 50, 51, 58  
 — modellen 3. 82  
 sűrűségszelvényezés 3. 151, 161  
 SVARC, JA. A. 1. 264  
 SVIDLER, M. I. 4. 174  
 SWANSON, T. C. 5. 33  
 SWEENEY, M. I. 301  
 SXEROC-egység 4. 4  
 SYKES, C. R. 1. 203, 208, 3. 41, 42
- Sz**
- szabadgáz-telítettség 4. 237  
 szabálytalan fűrólyuk 4. 249  
 SZABÓ J. 1. 184, 185  
 SZABÓ, M. T. 4. 83, 84, 85  
 SZADÚHOV, JU. V. 1. 218  
 SZADŰLOV, D. M. 3. 24  
 SZAFRONOV, V. D. 1. 271  
 SZAHAROV, SZ. B. 1. 107  
 SZAHIBGAREEV, R. SZ. 3. 113, 4. 48  
 szakértő mérnök 7. 9, 10  
 SZAKISZOV, G. M. 1. 71  
 szakszó tezaurusz 7. 1  
 szalinítás 1. 201, 202 4. 29, 57  
 szállítás arktikus környezetben 6. 69, 70, 71, 72, 95, 136, 158, 159, 160, 161  
 — gazdaságossága 6. 11, 71, 72, 88, 93, 103, 116, 121  
 — melegítéssel 6. 65

- szállítóképeség l. gázkút szállítóképesége  
SZAMEDOVA, É. A. 1. 55  
számítás számítógéppel 5. 6, 17, 6. 1, 16, 36, 75, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 114, 131  
számítógép 4. 5, 6, 7, 18, 133, 138, 150, 151, 152, 184, 192, 195, 196, 209, 217, 382, 412  
— alkalmazása a fűrésztéchnikában 1. 98, 133, 134  
— irányítású fűrés 1. 13, 98, 406  
számítógépes program pszeudoplasztikus folyadékok áramlására gyűrűs térben 1. 151  
számítógépes vezérlés 6. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 37, 53, 54, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 105, 106, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129, 156  
SZAMOTOI, A. K. 1. 294  
SZANTUROVA, T. M. 1. 55  
SZAPCSENKO, JU. L. 3. 34  
SZAPCSENKO, L. K. 3. 34  
SZARKISZOV, I. K. 3. 38  
szárnyas gyémántfűrő 1. 62  
SZAVCSENKO, V. V. 4. 190  
szegélyvízhajtás 4. 190, 360, 362, 374  
SZEID-RZA, M. K. 1. 270  
szeizmikus mérések értékelése nagynyomású rétegek előrejelzésére 1. 199  
szeizmocarotázs 3. 7, 171  
szelvények  
— digitalizálása 3. 126, 127, 129, 130, 132  
— felbontóképessége 3. 126  
szelvényezés —, cementkötés 1. 284  
—, ellenállás 1. 117  
—, fűrészi porozitás 1. 14  
—, fűrészi sebesség 1. 117  
—, kaliber 1. 284  
—, nem vezető iszapban 3. 11  
—, sűrűség 1. 117  
—, szónikus 1. 117  
szelvényezési és fűrészi paraméterek kapcsolata 3. 167, 168  
SZEMENOV, JU. V. 1. 325  
SZEMENOV, V. W. 4. 392  
SZEMENOVA, T. M. 3. 161  
szemi-implicit-módszer 4. 208  
széndioxid-besajtolás 4. 4, 205, 292, 298, 343  
széndioxidgáz-kitörés 1. 235  
szénhidrogénhidrát 5. 37, 6. 3, 4, 11  
szénhidrogénmezők 4. 4, 29, 152, 155, 157, 230, 231, 232, 236, 243, 245, 255, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 272, 284, 286, 288, 295, 296, 297, 298, 301, 310, 314, 315, 317, 323, 325, 332, 334, 335, 336, 337, 344, 356, 366, 372, 373, 374, 376, 392, 407, 425, 451, 452, 453, 454, 455  
szennyezett folyadék besajtolása 7. 37  
széntelepek kimutatása szelvényezéssel 3. 178  
szeparálás 6. 5, 47  
szeparátor 6. 6, 7, 39, 40, 41, 46, 162  
szeparátorgáz-besajtolás 4. 296  
SZERGEEV, B. Z. 4. 95  
SZERGEEV, L. A. 3. 53  
szfericitás 4. 39  
SZIANKA-IBARRA, L. 1. 65  
SZIDOROV, N. A. 3. 172  
SZILÁGYI E. 3. 68  
szilárdanyag-kiválasztás öblítőiszapból 1. 42, 43, 174  
szilárd földgáz l. gázhidrát  
SZILCSENKO, P. T. 2. 61  
SZILIN, A. Sz. 4. 177  
SZIMONENKOV, I. D. 1. 264  
SZIMONJANC, L. E. 1. 124, 179  
SZIMONOV, V. V. 1. 47, 54, 136  
szimulálás 5. 7, 6. 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 123, 124  
szimulált telepállapot 4. 17, 22, 28, 73, 93, 94, 95, 105, 412, 422  
szimulátoros művelet tervezése 7. 55  
szintetikus tüzelőanyagok 7. 40  
szívárgási potenciál 4. 116  
— — — veszteség 6. 67, 68  
szivattyúállomás 6. 79, 80  
szivattyú vizelárasztáshoz 4. 257  
SZKAL'SZKAJA, U. L. 1. 159  
szkinhatás l. réteggár  
SZKVORCOV, E. V. 4. 129, 130  
SZMIRNOV, SZ. I. 4. 340  
SZNEZSKO, M. P. 1. 319  
SZOBKINA, I. V. 1. 83  
SZOBOLEVSZKIJ, V. V. 5. 27  
SZOHRANOV, N. N. 3. 134, 135  
SZOHRANSZKIJ, V. B. 4. 94  
SZOJOV, B. E. 4. 359, 377  
SZOKOLOVA, K. N. 3. 134  
SZOKOLOVA, L. Sz. 3. 84  
SZOLOV'EV, E. M. 1. 170  
szolvens l. oldószer  
szolvensdugó 4. 288, 293, 305  
szóródás 4. 123, 290  
SZOROKOTJAGIN, B. I. 1. 105  
szorpció 4. 51, 273  
szorpciós izoterma 4. 38  
SZOVKINA, I. V. 1. 15  
SZTARSOV, V. F. 4. 377  
SZTEPANOV, G. Sz. 1. 65  
SZTEPANOVA, G. Sz. 4. 105, 371  
SZTRADÜMOV, P. K. 4. 392  
SZTREKALOVA, R. V. 1. 119, 135  
SZTREC, G. A. 1. 243  
SZULEJMANOV, JU. A. 4. 108  
SZULTANOV, B. I. 6. 77  
SZULTANOV, B. Z. 1. 82  
SZULTANOV, T. A. 4. 63  
szuper nagymélységű fűrés  
— — — béléscsőterve 1. 216  
— — — cementezési terve 1. 217  
— — — lyukszerkezete 1. 216  
— — —, Oklahomában 1. 217, 216  
— — — öblítőiszapterve 1. 217  
— — — technológiája 1. 215, 216  
— — — tervezése 1. 215  
— — —, Texasban 1. 216  
szuper nagymélységű fűrésberendezés kiválasztása 1. 215, 216, 217  
SZUSZLOV, V. A. 3. 117  
szuszpenziók áramlása 4. 117, 118, 122  
szűrőlepleny 4. 398
- T
- TADEMA, H. J. 4. 331  
TAGIEV, JU. B. 1. 263  
TAIROV, N. D. 4. 101  
talajmechanika szerepe a lyukbefejezésre 1. 315  
TALLEY, R. D. 1. 194  
talpi fűrőmotor 1. 93  
— — —, Dyna-Drill 1. 95, 219  
— — —, fűrőturbina 1. 15  
— — —, kis átmérőjű 1. 95, 219  
— — —, pozitív kiszorítású hidromotor 1. 94, 95, 219  
— — —, ultra nagymélységű fűrésban 1. 219  
talpi légkalapács 1. 194  
— villamos fűrés 1. 402  
— villamos fűrőmotor 1. 395  
— — — fűrőtömlővel 1. 96  
talpi vízajtás 4. 155, 156, 157, 158  
talpnyomásváltozás elemzése l. nyomásváltozás  
támasztóközeg 4. 401  
tankállomás 6. 47  
tanküledék 5. 39  
tapadóvíz l. telepvíz  
TARANENKO, B. F. 6. 5  
tároló felmelegítése 4. 327  
— geometriája 4. 193  
tárolóközetek tulajdonságai nagy mélységben 3. 45  
tárolóreteg  
— károsodása 1. 164  
— károsodása agyagrétegek átkristályosodása útján 1. 165  
— vastagsága 1. 300  
tárolás (storage), fajlagos rugalmas energia 4. 166, 168, 199  
tárolóhatár vizsgálata (RLT) 4. 160, 161  
tárolóközetek tulajdonságai 4. 35—109  
tartályállomás 6. 9  
tartályhajó 5. 49, 50  
tartálykocsi 6. 93  
tartósan átfagyott rétegek mélysége,  
— — —, átfagyási-felengedési periódusok 1. 431  
TASCI, A. 4. 119  
TAVANEC, A. I. 1. 264  
távvezeték 6. 68, 76, 84, 85, 137, 138, 158  
TAYLOR, D. B. 1. 400  
TEEUV, D. 4. 100  
TEHRANI, D. H. 4. 188  
TEK, M. R. 4. 366, 5. 3  
tektonikai feszültségek 4. 386  
— — — észlelése 3. 156  
telepellenállási mutató 4. 83  
telepfolyadékok tulajdonságai 4. 12—34  
telephőmérséklet 4. 108  
telepnyomás 4. 107, 108  
teleptérfogat-tényező 4. 28  
telepvíz 4. 21, 28, 30, 47, 48, 52  
telítetlen olaj 4. 107, 261, 267, 271  
telítettségi nyomás l. buborékpontnyomás  
TELKOV, A. A. 4. 148  
TELKOV, A. P. 4. 149, 5. 41  
tengeralattjáró 7. 17  
tenger alatti bérleti rendszerek 7. 13  
— — — szénhidrogén-termelés 7. 12, 13, 14, 15, 16, 17  
— — — termelőállomás 7. 14  
tengerfenékjármű 1. 408  
— — — televíziós készülék 1. 408  
tengeri fűrészek 1. 345, 401  
— a Szovjetunióban 1. 351, 357  
— lyukfejelrendezése 1. 419  
— lyukszerkezete 1. 399  
— rétegvizsgálata 1. 421  
— statisztikai 1. 350, 351, 357  
— tervezése 1. 399  
tengeri fűrésberendezések 1. 370  
— — biztonsága 1. 362  
— — ellenállása hullámzással szemben 1. 367—369  
— — katódos korrózióvédelme 1. 376, 377, 378, 379  
— — rendszerezése 1. 26  
— — típusai 1. 358, 359, 365  
— —, úszó 1. 360, 362  
— — világstatistikája 1. 356, 359  
tengeri fűrésfedélnyomat, arktikus 1. 426  
— —, egyoszlopos 1. 426  
— —, tűzvédelme 1. 398  
tengeri kutak kitörésének elfojtása 1. 232, 419  
— — kútfejelrendezése 1. 419  
tengeri kútkiképzés 1. 417  
— —, dróthuzalos 1. 415, 416  
— — leszivattyúzható kütszerelvényekkel 1. 112, 420, 5. 47  
tengeri lyukbefejezés biztonsága 1. 415  
tengeri szénhidrogén-kutatás  
— — eredményessége 1. 345, 352, 353, 355  
— —, geofizikai 1. 346



- tengeri szénhidrogén-kutatás jövője 1. 347, 352, 353, 354, 355  
 — —, USA-ban 1. 353
- tengeritechnológia-konferencia 1. 18
- tenzides vízelárasztás 4. 2, 273, 274
- tercier művelet 4. 297, 308, 316, 336
- TER GRIGORIAN, JU. N. 3. 150
- termelékenység 4. 46, 78, 127, 128, 134, 170, 321, 346, 349, 354, 368, 401
- termelékenységi vizsgálat eszközei 4. 447, 448, 449, 450, 451
- termelés arktikus környezetben 6. 44, 50  
 — — mezőben 5. 6, 7, 8, 6. 47, 136, 159, 161  
 — — fokozása 3. 65, 144, 146, 147  
 — — gazdaságossága 5. 17, 6, 30, 31, 38
- termelési mérések 3. 2, 9, 10, 44, 48, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63
- termeléstörténet követése 4. 198, 207, 236, 351
- termelőcső 5. 2, 4, 32, 6. 159  
 — felcsévelhető 1. 115, 412  
 — makaróni 1. 412  
 — tömítő-csúszó közdarab 1. 211
- termelőcsőben végzett mérések 3. 9  
 — — szelvényezés 3. 48, 49, 59, 61
- termelőcső nélküli kút kiképzés 1. 323
- természetszerű béta-sugárzás mérése 3. 23  
 — neutronforrás 3. 31  
 — potenciál mérése 3. 11, 12
- termodinamikai modell beléscső-cementezésről 1. 259
- területi elárasztás határfoka 4. 247, 280, 281, 289, 292, 312, 313, 384, 385, 395, 411
- tervezés 5. 8, 15, 37, 6. 5, 6, 91, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 110, 113, 133
- TETREAU, E. M. 4. 155
- THACHUK, A. R. 4. 213
- Theis-módszer 4. 137
- THIEL, R. D. 1. 301
- THOMAS, B. E. 1. 75
- THOMAS, G. B. 1. 301
- THOMAS, G. W. 4. 170, 343, 339
- THOMAS, H. E. 3. 36
- THOMAS, L. K. 4. 24, 5. 38
- THOMPSON, B. M. 1. 344, 5. 34
- THOMPSON, D. D. 6. 20
- TIMKO, D. J. 3. 105, 151, 152, 153, 197, 198, 4. 215, 216
- TIMMERMANN, E. H. 4. 349
- TIMOFEEV, N. SZ. 1. 102, 351
- TIKOV, N. T. 1. 141
- TIXIER, M. P. 3. 178, 4. 447
- TJUPIN, L. P. 1. 90
- TJURIN, I. P. 1. 187
- TOJMER, P. 4. 87
- TOKAREV, M. A. 3. 88
- TONKONOGOV, V. I. 5. 28
- TORRES, S. R. 4. 258
- továbbképzés 7. 2, 3, 4, 5, 6, 7
- többdimenziós áramlás 4. 150, 151, 244, 291
- többfázisú áramlás 4. 150, 151, 203, 244, 5. 1, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 6. 1, 36
- többkomponensű áramlás 4. 204
- többreteges telep 4. 114, 133, 250
- többszeletes magminta 4. 84
- tökéletlen kút 4. 148, 159, 368
- tömeghozammérő 6. 12, 13
- tömítő-csúszó közdarab 1. 320, 321
- tömítőközegek 4. 387, 388, 389
- tömött tároló 4. 94, 95, 138, 238, 347, 349, 350, 351, 352, 354, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 452, 453, 454, 455
- törés 6. 147
- transzmisszibilitás 4. 150, 151, 166, 168, 193, 199
- tranzien áramlás 5. 3, 6, 6. 75, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 116, 121, 156  
 — — I. még változó áramlás
- TRAUOGOTT, M. O. 3. 110
- TREBIN, F. A. 4. 12, 235, 337
- TREGUB, N. N. 5. 28
- triaxiális vizsgálat 4. 96, 98, 99, 100, 433
- TRIZNOV, F. I. 1. 308
- TRONOV, V. P. 4. 34
- TRÜSKEN, K. 2. 40, 53
- TRUE, M. E. 1. 250
- TRUITT, N. E. 4. 320
- TRUTKO, V. P. 1. 195
- tudományos kutatás gazdaságossága 7. 53
- türelárasztás 4. 259
- túlméretes súlyosbító 1. 66
- túlnyomás 4. 29, 57, 214, 215, 373
- túlnyomásos szintek  
 — előrejelzése 3. 13  
 — kimutatása 3. 138, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 175
- túlsavazás 4. 412
- tundra 7. 18, 19
- turbófűrés  
 — gyémántfűrésszel 1. 140  
 — jövője 1. 93  
 — költségmegtakarítása 1. 138, 139  
 — lassú járatú turbinával 1. 138, 139  
 — nagy mélységben 1. 218, 140  
 — optimális rendszere 1. 137
- turbó-jetfűrés 1. 92
- turbótachómeter, hidraulikus 1. 101
- turbulenciátényező 4. 113
- turbulens áramlás 4. 110  
 — mélyfűrésben 1. 141
- TURKO, A. A. 1. 212
- TURNER, J. B. 6. 71
- TURTA, A. 4. 319, 5. 4
- TÜRKER, G. 4. 119
- tűz 6. 9
- tüzelőanyag-szükséglet helyben elégetéshez 4. 328, 339
- TYLER, J. C. 4. 171
- TYSOWSKI, FR. 6. 98
- U
- UHL, W. C. 6. 55
- ujjasodás 4. 289
- újszerű fűrészmódok, abráziós 1. 1, 2  
 — eróziós 1. 1, 3  
 — robbantásos (explóziós) 1. 1, 4
- ultrahang-sebesség 4. 41
- ultra nagymélységű fűrés 1. 203, 205, 208  
 — — — beléscső-méretezése 1. 209  
 — — — gázkutak 1. 206, 320, 321  
 — — — kiképzése kúttá 1. 207  
 — — — költségei 1. 206, 207  
 — — — lyukszerkezete 1. 209  
 — — — rekord 1. 9  
 — — — rekordidő alatt 1. 8  
 — — — talpi fűrészmotorral 1. 219  
 — — — tervezése 1. 206, 207  
 — — —, Texasban 1. 204  
 — — —, turbófűrésszel 1. 218
- UMRIHIN, N. B. 4. 235
- UNDERRINNER, C. F. 6. 27
- unibeeds, áramlásgátlók 4. 408
- USA energiahelyzete 7. 41, 42, 43, 44, 45
- USZMANOV, R. K. 1. 324
- űsző tengeri fűrésberendezések biztonsága 1. 362  
 — — — helybentartási rendszere 1. 380  
 — — — megbízhatósága 1. 360  
 — — — mozgása 1. 363, 364  
 — — — stabilitása 1. 360
- utánöblítés savazásnál 4. 410
- utólagos kútmunkálatok 3. 65
- UVAROVA, T. I. 4. 179
- UZOIGWE, A. C. 4. 121
- Ü
- ütőhatás nélküli görgős fűrés 1. 47
- üzemzavar 5. 30, 38, 45, 6. 132, 156
- V
- VADGAMA, M. 4. 60
- VAGIN, SZ. B. 4. 179
- VAIROGE, J. 4. 354
- vakaknak fűrésa 2. 40, 53
- vakfűrés 1. 186
- VALIEV, É. H. 5. 13
- valódi gázok 4. 138, 341, 343, 361
- valószínűségi modell 4. 75
- váltakozó besajtolás 4. 295, 296
- változó fluidumáramlás 4. 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 163, 197, 201, 233, 292, 343, 345, 346, 347, 362  
 — hőáramlás 4. 395  
 — megcsapolású föld alatti gáztároló 4. 385
- VANCE, J. M. 1. 79
- VAN DER SCHRICK, G. 1. 58
- VAN EVERDINGEN, A. F. 4. 141
- van Everdingen—Hurst-módszer 4. 184, 362
- VAN HORN, H. G. 4. 384, 364
- VAN POOLLEN, H. K. 4. 164, 191, 7. 38
- VAN-QUY, N. 4. 204
- VARGA, R. S. 4. 210
- várható termelvény becslése szelvényekből 3. 117
- VARLOMOV, P. SZ. 1. 318
- variancia 4. 195
- variációs módszer 4. 348
- VASZIL'KOV, A. A. 3. 37
- vegyi kezelés, kút környék vegyi kezelése 4. 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430
- VELA, S. 4. 168
- VELIKOVSKIJ, A. SZ. 4. 105, 371
- VENN, R. H. 7. 22
- VENNIN, C. H. 1. 59
- VERNOTZY, R. R. 1. 114
- véső, keményfém vértévesztő 2. 26
- VETTER, O. J. G. 4. 421, 422
- vezeték-hőmérséklet 6. 11, 65
- vezetéstudomány 7. 54, 55
- vibrációs fűrés 2. 6  
 — rétegkezelés 1. 340
- vibrátoros szondavezető 3. 172
- VICKREY, R. E. 5. 14
- video-tape tanfolyam 7. 6, 7
- viharfűvóka 1. 322, 415, 416, 417
- világrekord-mélységű fűrés 1. 9  
 — fűrésberendezése 1. 10  
 — lyukszerkezete 1. 10  
 — tervei 1. 10
- vilamos fűrészmotor, talpi 1. 96
- viszkoelasztikus közeg 4. 172  
 — oldat 4. 279
- viszkoplasztikus folyadékok 4. 114, 128, 129
- viszkoziméter, nagynyomású, magas hőmérsékletű 1. 170, 171  
 — rotációs 1. 170
- viszkozitás 4. 13, 14, 65, 328, 361, 401  
 — arány 4. 71, 115  
 — csökkentő azbeszt 1. 163  
 — egyenértékű (equivalens) 1. 173
- viszkózus  
 — olaj 4. 228, 241  
 — vízelárasztás 4. 282

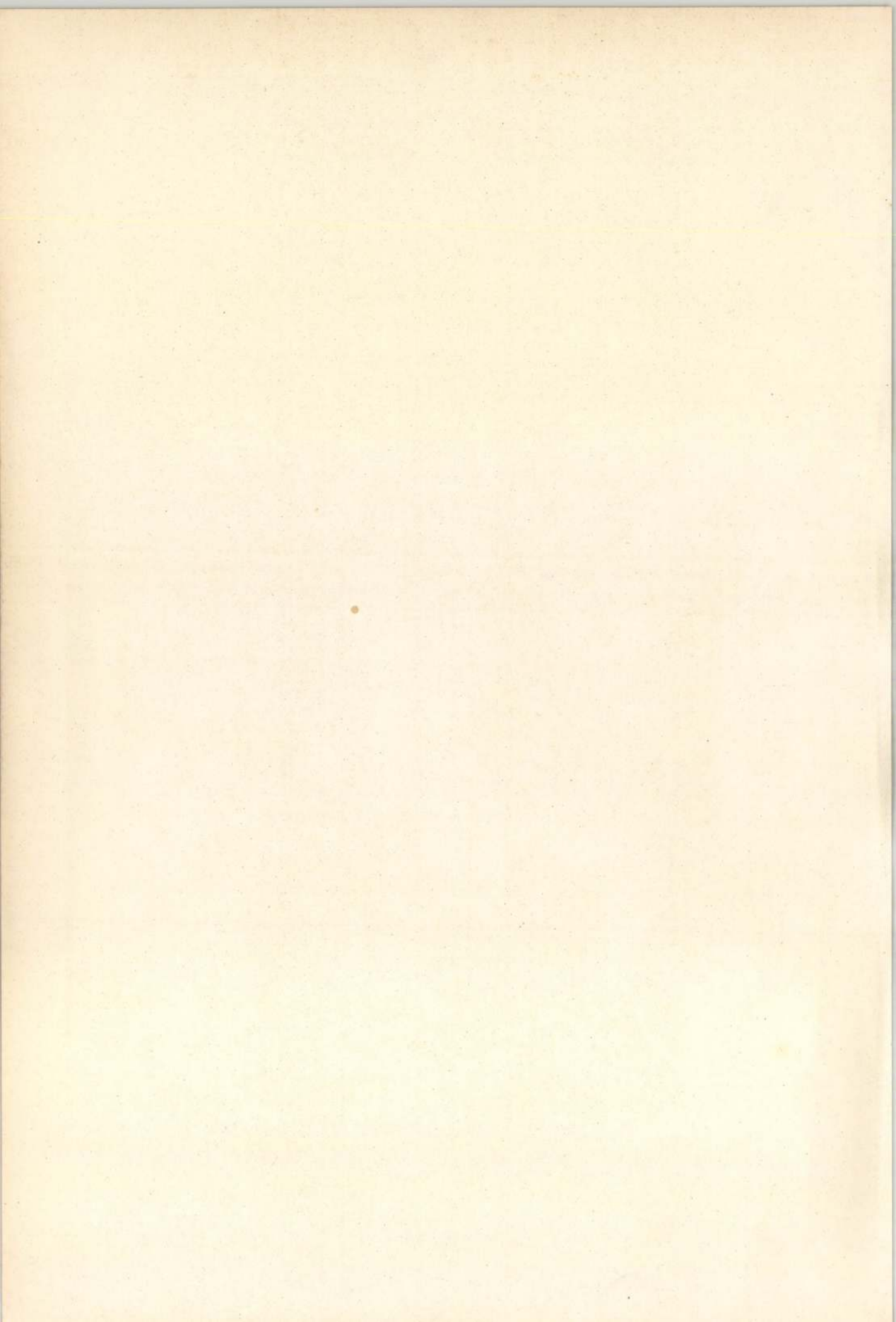
- víz 4. 20, 22, 28, 51, 65  
— alááramlása 4. 192  
vízátfejtés 4. 269, 270  
vízátörés 4. 271  
vízbeáramlás szénhidrogéntelepbe 4. 133, 182, 188, 227, 228, 230, 238, 246, 359, 373  
vízbesajtolás 4. 192, 205, 219, 226, 240, 242, 249, 250, 251, 258, 266, 268, 252, 253, 254, 255, 256, 265  
vízelárasztás (másodlagos művelet) 4. 2, 3, 4, 59, 72, 117, 207, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 243, 247, 250, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 263, 264, 266, 267, 268, 270, 272, 273, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 286, 295, 297, 298, 299, 301, 429, 430  
vízelőkészítés I. vízbesajtolás  
vízérzékeny közet I. agyagtartalom  
vízhajtás 4. 66, 67, 69, 187, 188, 218, 227, 228, 229, 230, 246, 359, 360, 363;  
vízkár I. agyagtartalom  
vízkiszorulás tömörülő márgákból 4. 175  
vízkőlerakódás 5. 33, 40, 43  
vízkúposodás 4. 148, 149, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 208  
vízkutak hozamnövelése 2. 27, 28, 29  
vízkutak kútfeje alumíniumból 2. 34  
vízkutak tisztítása 2. 31  
vízkútfúrás 2. 14  
vízkútfúrás balirányú öblítéssel, nagy átmérőjű 2. 16  
vízkútszűrő, poliészter 2. 30  
vízleválasztás 6. 2  
víz-levegő arány, helyben elégetésnél 4. 332, 333  
víznedves tároló 4. 90  
víznyelv 4. 192  
víztartalom mérés 6. 20, 30, 31  
víztelítettség 4. 92, 93, 128, 294  
víztelítettség meghatározása szelvényekből 3. 77, 91, 93, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 121, 125  
víztelítettség számítása szelvényekből 3. 118  
víztest, I. akvífer  
víztest, gáztároló 4. 153, 382  
vízszintes hasadék 4. 201, 306  
VLJUSIN, V. E. 5. 41  
VOLIK, A. L. 1. 147, 3. 172  
VOLKITENKOV, A. A. 2. 15  
VOLKOV, A. S. 2. 15  
VOLKOVA, E. A. 3. 69  
VOLOSJUK, G. K. 1. 33, 108  
volumetrikus készletbecslés 4. 183  
— tároló 4. 267  
vonat-forrás megoldás 4. 166  
VON BOECKMANN, W. 6. 150  
VON CONTEN, W. D. 3. 11  
VON SCHONFELDT, H. 4. 400  
VOPIJAKOV, V. A. 1. 319  
VOROB'EV, B. Sz. 4. 53  
VOROPINOV, J. 2. 1  
VOROZBITOV, M. I. 1. 102  
VOSZENKO, A. A. 1. 125  
VOZDZIVSENSZKIJ, D. D. 1. 170  
W  
WAGGONER, J. M. 4. 220  
WAHL, H. X. 6. 73  
WALDEN, G. 6. 99  
WALKER, C. J. 1. 339, 3. 144, 4. 311, 443  
WALKER, G. 6. 91  
WALKER, G. E. 7. 32  
WALKER, R. E. 1. 143, 150, 4. 231  
WALLIS, P. 2. 7  
WALTON, E. C. JR. 4. 219  
WALUS, C. 6. 97  
WANG, G. C. 4. 282  
Ward—Leonard-kapcsolás 1. 20  
WARREN, H. G. 4. 23  
WASMUTH, J. F. 7. 39, 55  
WASSON, J. A. 4. 262  
WATKINS, G. C. 7. 39, 45  
WATTENBERGER, R. A. 4. 136, 205, 213, 376, 383  
WATTS, J. W. 4. 126, 212, 5. 7  
WATTS, R. J. 4. 262, 265  
WEAVER, A. G. T. 4. 10  
WEAVER, R. H. 4. 237  
WEBB, R. W. 3. 28  
WEBER, J. B. 4. 164  
WEEKS, L. G. 1. 352, 347  
WEEKS, S. G. 1. 115  
WEETER, R. F. 1. 249, 5. 45  
WEIBEL, J. I. 72  
WEIGELT, W. H. 1. 338, 3. 146, 4. 442  
WEIJDEMA, J. 4. 331  
WEINER, F. D. 1. 250  
WEINGAERTNER, E. 4. 119  
WEINSTEIN, H. G. 4. 203  
WELLS, M. J. 1. 424, 416, 6. 40  
WENDORFF, C. L. 4. 401  
WESTBROOK, G. H. 6. 34  
West—Garvin-módszer 4. 359  
WEST, G. L. 4. 171  
WEST, T. J. 4. 279  
WETTERSTROM, K. E. 1. 385  
WHATLEY, W. F. 4. 261  
WHEELER, J. D. 1. 368  
WHITE, E. J. 3. 86  
WHITE, W. I. 4. 267  
WHITING, R. L. 4. 224  
WHITSITT, N. F. 4. 395  
WICHMANN, P. A. 3. 25, 27, 28  
WIELAND, D. R. 4. 414  
WIENECKE, D. R. 4. 384  
WILLIAMS, B. B. 4. 398, 411  
WILLIAMS, G. B. 3. 97, 163  
WILLIAMS, R. 1. 206  
WILLINGHAM, R. W. 1. 155  
Willman-módszer 4. 313  
WILLSON, CH. A. 1. 43  
WILSON, H. M. 1. 11, 349  
WILSON, J. H. 1. 130  
WINGERTER, J. R. 4. 391  
WITHERS, V. R. 6. 8  
WOERTZ, B. B. 4. 17  
WONG, S. W. 4. 113  
WOODHALL, R. J. 6. 29  
WOODROW, W. L. 6. 159  
WOODS, E. G. 4. 167  
WOODS, E. W. 1. 165  
WORTHINGTON, E. A. 3. 14  
WOSTL, W. J. 6. 140  
WRAY, G. Q. 1. 413, 4. 165  
WU, C. H. 4. 329  
WUNSCH, H. 2. 65  
WYLIE, B. E. 6. 107, 108  
WYTRYCHOWSKI, I. M. 4. 380  
Y  
YANG, J. H. 4. 99  
YARBOROUGH, L. 4. 293  
YOELIN, S. D. 3. 63, 4. 325, 451  
YOUSMANS, A. H. 3. 5, 25  
YOUNG, K. L. 4. 350  
YOUNG, S. A. 1. 111  
YOUNGQUIST, G. R. 4. 111  
YSRAEL, S. 4. 65  
Z  
ZABRADIN, P. I. 3. 50  
ZACHARIAS, E. M. 6. 84, 85  
ZADOW, D. W. 4. 336  
ZAIKIN, N. P. 3. 50  
ZAJCEV, V. M. 4. 102  
zajsztintesökentés 6. 141  
ZAKKROV, Sz. N. 4. 361, 362, 377  
ZANA, E. T. 4. 343  
ZANIER, A. M. 3. 119, 4. 57  
zárás vizsgálata föld alatti gáztárolón 4. 391  
ZARICSNJAK, JU. P. 4. 32  
ZARIPOVA, N. I. 4. 13  
zárórtege 4. 216  
zárt tároló 4. 137, 139  
ZASZEDATELEV, V. V. 3. 128  
zavarmentes talpmintavétel 2. 8  
zavart talajmintatartó 2. 11  
— vétel 2. 9  
ZEIDLER, H. U. 1. 149  
ZELENSZKAJA, É. K. 4. 62  
ZELIC, M. 5. 15  
ZEMSKOV, G. V. 1. 71  
ZINGG, W. M. 1. 334, 3. 147, 4. 437  
ZOLOEVA, G. M. 3. 93  
ZOLOTAREVA, A. I. 1. 212  
ZOTOV, G. A. 4. 109  
Zs  
ZSELTOV, JU. V. 4. 114, 228  
ZSIDKOVA, V. I. 3. 34  
ZSLOVINSZKIJ, B. A. 1. 46  
ZSURAVLEV, G. I. 1. 264  
ZSURBIN, V. N. 1. 160  
ZSUVAGIN, I. G. 3. 37

# TARTALOM

Előszó .....	3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel .....	4
<b>1. Mélyfúrás .....</b>	<b>5</b>
1.1 A fejlődés általános irányai .....	5
1.2 Fúrási felszerelés .....	8
1.2.1 Fúróberendezések .....	8
1.2.2 A fúrószerszám .....	9
1.2.3 Fúrási műszerek .....	12
1.2.4 A fúrási művelet automatizálásának eszközei .....	13
1.2.5 Lyukbefejező berendezések, eszközök .....	13
1.3 Fúrási technológia .....	13
1.3.1 Kőzetfúrhatóság, a fúrókiválasztás szempontjai .....	13
1.3.2 Fúrási tényezők .....	14
1.3.3 Öblítés, öblítőiszap .....	15
1.3.4 Kiegyensúlyozott fúrás, fúróluk szerkezet, nagymélységű fúrás .....	17
1.3.5 Kitérésvédelem, fúrás nyomásellenőrzéssel .....	18
1.3.6 Belsőcsövezés, cementezés .....	19
1.3.7 Fúrási üzemmódok .....	21
1.3.8 Irányított ferdefúrás .....	22
1.4 Lyukbefejezés .....	22
1.5 Tengeri és arktikus fúrások .....	23
1.5.1 Tengeri fúrások .....	23
1.5.2 Arktikus fúrások .....	26
Irodalom .....	26
<b>2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás .....</b>	<b>34</b>
2.1 Kutató magfúrás, sekélyfúrás .....	34
2.1.1 Kőzetbontás .....	34
2.1.2 Fúróberendezések .....	34
2.1.3 Fúrási módszerek .....	35
2.1.4 Fúrószerszámok, mintavevő készülékek; vizsgálatok fúrólukban .....	36
2.2 Vízkútfúrás .....	36
2.2.1 Vízkutak kiképzése .....	37
2.3 Különleges célú fúrások .....	38
2.3.1 Árokfúrás falazatok céljaira .....	38
2.3.2 Vízszintes fúrás .....	38
2.4 Nagy átmérőjű fúrás .....	38
2.4.1 A fejlődés általános irányai .....	38
2.4.2 Nagy átmérőjű fúrási gyakorlat .....	39
Irodalom .....	40
<b>3. Mélyfúrási geofizika .....</b>	<b>42</b>
3.1 A fejlődés általános irányai .....	42
3.2 Eszközök, eljárások .....	42
3.2.1 Új eszközök és eljárások .....	42
3.2.2 Ismert eljárások továbbfejlesztése .....	43
3.3 Nagymélységű technika .....	45
3.4 Mérések termelő- és visszanyomó kutakban .....	46
3.5 A mérések elméletére vonatkozó tanulmányok .....	47
3.6 Mérések kőzetmintákon és modelleken .....	48
3.7 Szelvények értelmezése .....	49
3.8 Digitális technika, számítógépek alkalmazása .....	52
3.9 Rétegmegnyitás, robbantási munkák .....	53
3.10 Kapcsolatok rokonszakmákkal és -területekkel .....	53
Irodalom .....	55
<b>4. Rezervoármérnöki tudomány .....</b>	<b>59</b>
4.1 A fejlődés általános irányai .....	59
4.2 Telepfolyadékok .....	60
4.3 Tárolókőzetek .....	61
4.4 Folyadékáramlás .....	65
4.5 Készletbecslés .....	68

4.6	Kőolajtermelés	69
4.6.1	Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül	71
4.6.2	Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással	71
4.6.3	Olajkiszorítás elegyedő fluidummal	74
4.6.4	Olajkiszorítás meleg fluidummal	75
4.6.5	Olajkiszorítás helyben elégetéssel	76
4.7	Földgáztermelés	77
4.7.1	Földgáztelepek	77
4.7.2	Gáz-csapadék telepek	78
4.7.3	Föld alatti gáztárolás	79
4.8	A tárolókőzet kezelése	80
4.8.1	Folyadékos kőzetrepesztés	80
4.8.2	Savazás	80
4.8.3	Vegyí kezelés	81
4.8.4	Homokellenőrzés	82
4.8.5	Robbantás	82
4.8.6	A termelékenységvizsgálat eszközei	82
4.9	Nukleáris repesztés	83
	Irodalom	83
<b>5.</b>	<b>Kőolaj- és földgáztermelés</b>	<b>91</b>
5.1	Kétfázisú áramlás, kúthőmérséklet	91
5.2	Olajkút termelése	92
5.3	Gázkút termelése	92
5.4	Egyéb	93
	Irodalom	94
<b>6.</b>	<b>Kőolaj- és földgázszállítás</b>	<b>95</b>
6.1	Kútáram gyűjtése és szétválasztása	95
6.1.1	Szerelvények, eljárások	95
6.1.2	Mennyiségmérés	95
6.1.3	Automatizált rendszer	96
6.1.4	Parton túli termelőberendezések	97
6.2	Kőolaj és kőolajtermék szállítása csőtávvezetékben	98
6.2.1	Távvezeték üzeme és szerelvényei	98
6.2.2	Folyadék áramlása a csővezetékben	98
6.2.3	Automatizált szállítás	98
6.3	Földgáz szállítása csőtávvezetékben	99
6.3.1	Távvezeték üzeme és szerelvényei	99
6.3.2	Gáz áramlása csővezetékben	100
6.3.3	Automatizált rendszer	101
6.4	Egyéb	102
	Irodalom	103
<b>7.</b>	<b>Általános információk</b>	<b>106</b>
7.1	Információ	106
7.2	Olajmérnökképzés	106
7.3	Tengeri szénhidrogén-termelés	107
7.4	Sarkvidéki szénhidrogén-termelés	107
7.5	Környezetvédelem	107
7.6	Gazdaságtudomány	108
7.7	Vezetéstudomány	108
	Irodalom	108
	Név- és tárgymutató	111
	Részletes tartalomjegyzék	129









## Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products

### *Munkaerőt, időt takarít meg az* **ELEKTROHIDRAULIKUS HÁTSÓ RAKODÓFAL** *alkalmazásával*

Az áruszállítást rendkívüli módon megkönnyíti a korszerű, könnyen kezelhető elektrohidraulikus hátsó rakodófal, amely bármely gépjárműre alkalmazható. A rakodófal a gépjármű hátsó zárófalaként nyer felszerelést az alvázra.

Elektrohidraulikus rendszere a gépjármű akkumulátoráról kap meghajtást, így a rakodófal üzemeltetése a gépjármű motorjának igénybevétele nélkül történik.

A rakodófal a talajszintig leereszthető és bármely közbelső magasságban rögzíthető.

*Forgalomba hozza:*

VÍZÜGYI TERMELŐESZKÖZ-  
KERESKEDELMI ÉS EXPORT VÁLLALAT

BUDAPEST IV. Dunasor 15.

Az elektrohidraulikus hátsó rakodófalat 500, 700, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 és 3500 kg teherbírásra gyártják.

A hidraulikus munkahengerek keménykrómozott felületűek.

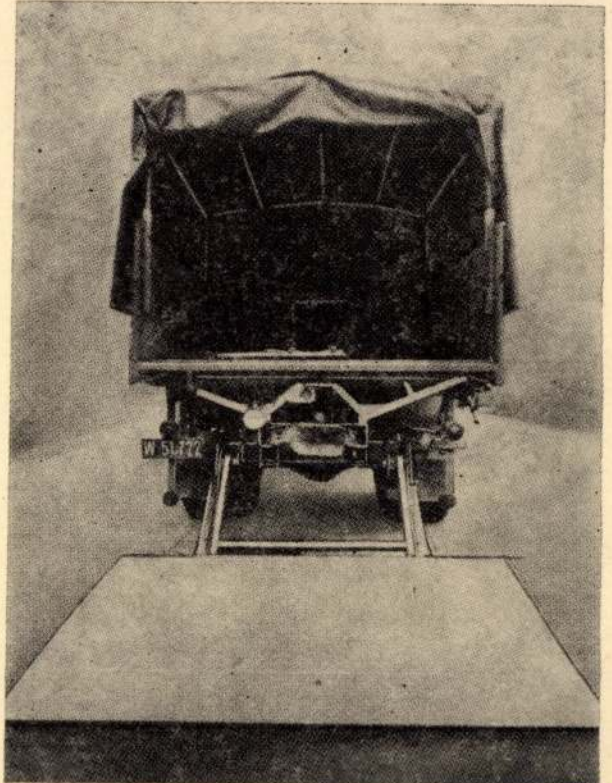
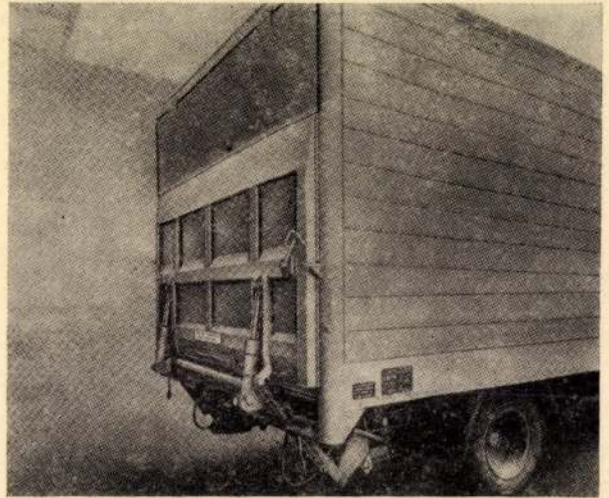
Kezelése egyetlen kar mozgásával történik.

Az elektrohidraulikus hátsó rakodófal műszaki és kereskedelmi adatairól a VITEX, Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat ad felvilágosítást.

A berendezések gépjárműre szerelését a VITEX vállalja.

A hátsó rakodófallal együtt megfelelő konténer, rakodólapok, valamint speciális hidraulikus emelővilla is beszerezhető.

Irányár: 102 000 Ft. (LS-1000 tip.)

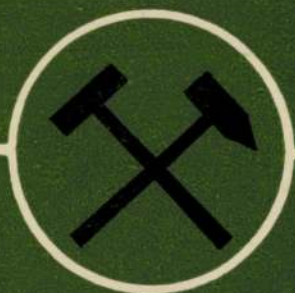




**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**

# **KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

**1971**



**AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA**  
4. (104.) évfolyam · 289—320 oldal

**BUDAPEST, 1971. OKTÓBER HÓ**

**10**

**TARTALOM**

JAKOB KÁROLY—  
SCHLER ÖDÖN—  
STEINGASZNER PÁL  
HINGL JÓZSEF—  
TÓTH BÉLA  
FERENCZY LÁSZLÓ  
BÁLINT VALÉR—  
PACH FERENC—  
TISZAI GYÖRGY  
MEGYERI MIHÁLY

SZEGEDI ISTVÁN

Számítógépes iparági termeléstervezési módszerek .....	289
A lyukfalstabilitás kérdései 2. r. ....	293
A robbantásos csőlazítás tízéves tapasztalatai .....	299
A széndioxid átoldódási mechanizmusának vizsgálata .....	301
Hévíztárolók készletének és termelőképességének meghatározása áramlástanai vizsgálatok alapján .....	308
Olajgyűjtő állomások gáztüzelésű kazánjainak automatikája .....	313
A kőolaj-feldolgozás hírei .....	292
Egyetemi hírek .....	292
Az iparág köréből (Az erdélyi földgáztermelés hat évtizede) .....	317
(1871—AIME—1971) .....	317
Hírek az üzemekből .....	307
Dunántúli szakcsoportjaink és az MTESZ Zala megyei elnökségének kapcsolata .....	320
Új könyvek .....	316, 320
Külföldi hírek .....	298, 312
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS .....	318

**A SZÁM SZERZŐI:**

BÁLINT VALÉR okl. olajmérnök, igazgatóhelyettes (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); FERENCZY LÁSZLÓ okl. geofizikus-mérnök (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); HINGL JÓZSEF okl. olajmérnök, üzemegység-vezető (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szeged); JAKOB KÁROLY okl. vegyészmérnök, osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); MEGYERI MIHÁLY dr. okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); PACH FERENC okl. fizikus (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Gellénháza); SCHLER ÖDÖN okl. vegyész, mérnök-közgazdász (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); STEINGASZNER PÁL dr. okl. vegyészmérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); SZEGEDI ISTVÁN okl. villamosmérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szolnok); TISZAI GYÖRGY okl. olajmérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); TÓTH BÉLA okl. olajmérnök (OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, Szeged).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-4312 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÖZÖ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

10. szám

1971. október

## Számítógépes iparági termelés-tervezési módszerek

JAKOB KÁROLY—  
SCHLER ÖDÖN—  
STEINGASZNER PÁL

A NAKI-ban, az OKGT Feldolgozási Főosztályával együttműködésben kidolgozás alatt álló iparági feldolgozási-szállítási modell célja első lépésben az, hogy a hagyományos tervekészítés kézi módszereit kibővítsé, meggyorsítsa, több változat gyors számítását tegye lehetővé. A modellt elsősorban az jellemzi, hogy egyrészt a feldolgozási tevékenységet, másrészt a két legnagyobb volumenű termék (a normál motorbenzin és a gázolaj) vasúti szállítását együttesen optimalizálja. Az ismertetett munka része annak a tevékenységnek, amely a számítógépes termelés-tervezés és -irányítás kidolgozása érdekében az olajiparon belül jelenleg máshol is folyik, és amely munkák végső célja egységes iparági számítógépes termelés-tervezési és termelésirányítási módszerek kidolgozása.

A magyar kőolajipar felépítéséből következik az, hogy a finomítókhoz összehangoltan úgy kell irányítaniuk feldolgozási tevékenységüket, hogy az az iparág egészét tekintve legyen a lehető leggazdaságosabb.

Ez azt jelenti, hogy a kőolaj-feldolgozás iparági terveinek elkészítésekor — beleértve a jelenleg folyó hagyományos tervekészítést is —, időről időre azt kell eldönteni, hogy a rendelkezésre álló kőolajfeleléseket melyik finomító, milyen terméké dolgozza fel ahhoz, hogy azok fedezzék a hazai termékgigényeket, legmesszebbmenően kihasználják az exportlehetőségeket, és egyben az iparág nyeresége a lehető legnagyobb legyen. Ezen belül jelentős gazdasági szerepet játszik a feldolgozási költségek mellett a kőolajnak a finomítókhoz, valamint a termékeknek a fogyasztókhoz való szállítási költsége.

Világviszonylatban éppen a kőolaj-finomítók voltak azok, amelyek elsőként alkalmazták a lineáris programozást matematikai modellek számítógépes közzgazdasági optimalizálására.

Ma már a nagyobb finomítók legtöbbször saját számítógéppel rendelkezik, amellyel az ügyvitel-gépesítéstől kezdve, a termelés-tervezésen át az üzem automatikus szabályozásáig a legváltozatosabb feladatokat oldják meg. Hazánkban is több helyen foglalkoznak a számítógépes matematikai módszerek kőolajipari alkalmazásának bevezetésével. Közleményünkben az ezen a téren a Nagynyomású Kísérleti Intézetben, az OKGT Feldolgozási Főosztályával karöltve folyó munkáról

és néhány ezzel kapcsolatos kérdéstről kívánunk rövid ismertetést adni.

A több finomítóból álló finomítóhálózat termelésének összehangolt számítógépes irányítása nem sajátosan hazai feladat, és még csak nem is csupán szocialista viszonyokra jellemző ténykedés. Példaként szolgálhat erre a Royal Dutch (Shell csoport) Közös Piacon belüli (francia, olasz, belgium és NSZK-beli) finomítóinak összehangolt számítógépes irányítása, amelynek szervezési sémáját az 1. ábra mutatja.

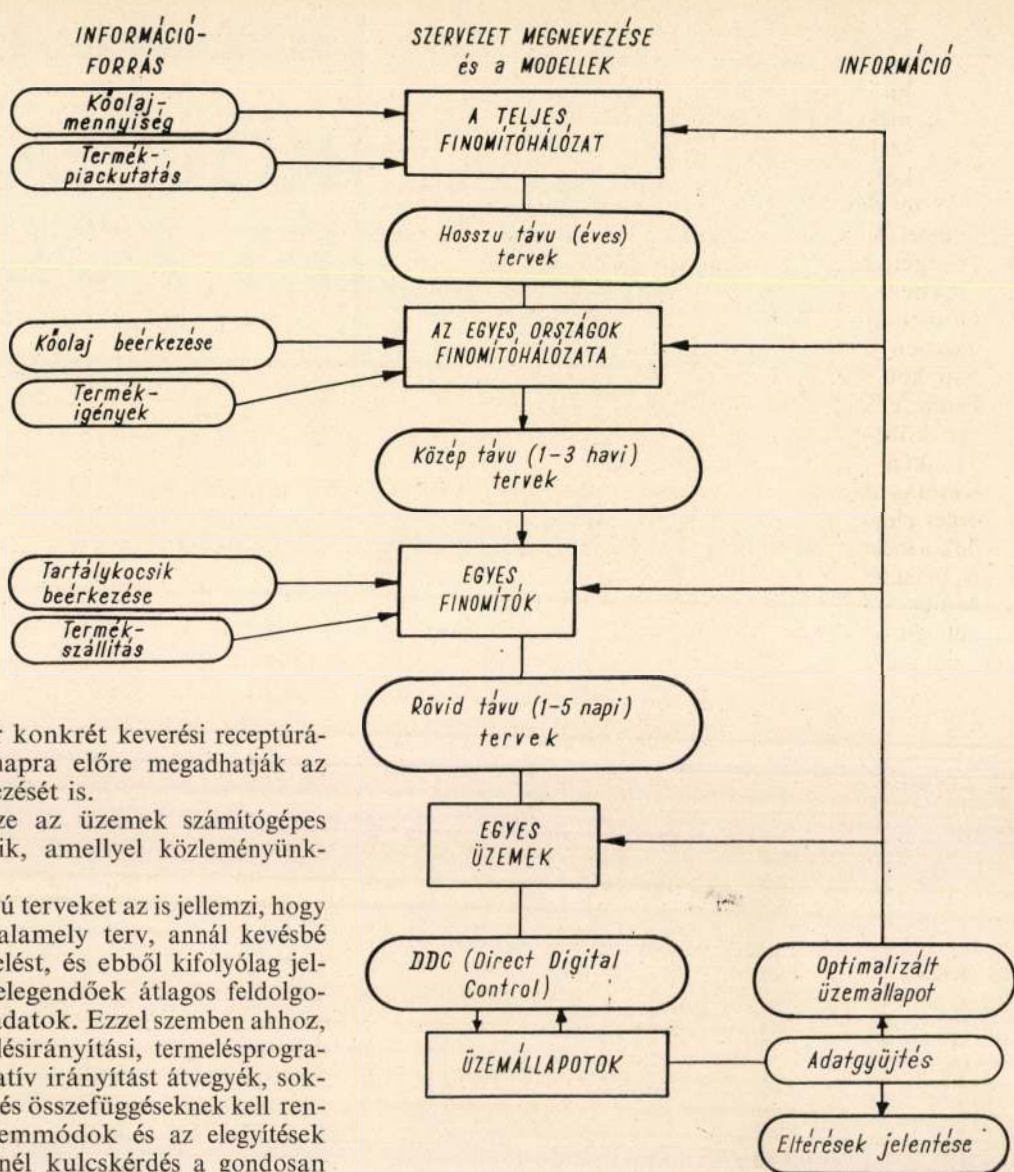
Az ábrával elsősorban azt kívánjuk szemléltetni, hogy több finomítóból álló finomítóhálózat hosszabb távú számítógépes termelés-tervezése miként kapcsolódhat az egyes finomítók termelésprogramozásához.

A szóban forgó teljes finomítóhálózatra vonatkozóan éves terveket készítenek, amelyek egész évre vonatkozó átlagértékeket vesznek figyelembe. Igen terjedelmes matematikai modellek ezek, amelyeknek megoldásához nagy kapacitású számítógép szükséges. A középtávú tervekben már figyelembe veszik a szezonális ingadozásokat, jelentősebb karbantartási leállásokat. Ezek ilyen módon nem egyszerűen az éves terv negyedéves vagy havi lebontását jelentik, hanem már bizonyos utasításokat adnak az egyes feldolgozó és termékkikeverő üzemeknek, ugyanis már ún. üzemmódok formájában jellemzik a feldolgozást. Az üzemmód nem más, mint azon adatok összessége, amely jellemzi valamely üzem egyik lehetséges működésmódját. (Ilyen összetartozó adatok lehetnek pl. a kőolaj típusa, a termékhozamok, termékminőségek, a hőmérséklet, a gőzfogyasztás stb.)

Az optimalizálás eredménye megadja, hogy az adott időperióduson belül összesen hány napot célszerű a különböző üzemmódok szerint termelni. Nem ad azonban semmilyen tájékoztatást ezek sorrendjére, sem pedig konkrét utasítást a termék elegyítésére.

Ezekre a kérdésekre az egyes finomítók rövid távú tervei adnak választ. Ezek az egy napi vagy néhány napi tervek figyelembe veszik a nyersanyag és a termékek csővezetéki, vasúti, vízi és országúti szállítását, az üzemi tartályok befogadóképességét, valamint a kiin-

1. ábra



dulási készleteket, és már konkrét keverési receptúrákat is adnak. Néhány napra előre megadhatják az üzemmódok helyes ütemezését is.

(Az ábra további része az üzemek számítógépes szabályozására vonatkozik, amellyel közleményünkben nem foglalkozunk.)

A különböző időtartamú terveket az is jellemzi, hogy mennél hosszabb távú valamely terv, annál kevésbé részletesen írja le a termelést, és ebből kifolyólag jellemzésére annál inkább elegendők átlagos feldolgozási (hozam és minőségi) adatok. Ezzel szemben ahhoz, hogy a rövid távú termelésirányítási, termelésprogramozási modellek az operatív irányítást átvegyék, sokkal pontosabb adatoknak és összefüggéseknek kell rendelkezésre állniuk az üzemmódok és az elegyítések leírására. Ilyen modelleknél kulcskérdés a gondosan megtervezett és kivitelezett adatgyűjtés.

Mindemellett már a rendszeres adatgyűjtés és adatfeldolgozás megindítása előtt is van helye hosszabb távú tervek számítógépes optimalizálásának, ekkor azonban ez inkább csak abban különbözik a hagyományos tervkészítéstől, hogy így jóval több szempontot lehet egyidejűleg figyelembe venni, mint a kézi számításnál, anélkül, hogy a számítás áttekinthetetlenül bonyolulttá és időben is elkészíthetetlené válnék, valamint abban, hogy eredményül — a modellben figyelembe vett feltételezéseknek, korlátozásoknak eleget tevő — gazdaságilag optimális megoldást kapunk. Közleményünkben egy ilyen feladat megoldására készült iparági matematikai modell elvi felépítését ismer-tjük.

A szóban forgó modell egyszerűsített formában veszi figyelembe

1. a kőolajoknak a finomítókhoz történő szállítását;
2. a kőolajipar öt finomítójának (Dunai, Komáromi, Péti, Zalai és a Nyírbogdányi Kőolajipari Vállalatoknak) a legfontosabb feldolgozási lehetőségeit;
3. a kőolajtermékekre vonatkozó mennyiségi igényeket és főbb minőségi követelményeket;

4. a reformátumoknak a partnerfinomítók közötti szállítási lehetőségét;

5. a normál motorbenzin és a belföldi gázolaj vasúti szállítását az ÁFOR felvevőhelyeire.

Modellünket jelenlegi állapotában elsősorban az alábbiakkal lehet jellemezni:

1. A modell a motor-, a speciál- és exportbenzinek, a különböző gázolajok, a fűtőolajok, a bitumen és a kenőolaj-alapanyagok előállításának folyamatát írja le. A kenőolajgyártás részletezését — legalábbis egyelőre — nem tartottuk célszerűnek a modellbe beépíteni, csupán az alapolajigényt biztosítottuk. Megítélésünk szerint ugyanis a kenőolajok előállítása az optimalizálás szempontjából eléggé szeparálható feladatnak tekinthető. (A figyelembe vett termékeket az 1. táblázatban soroljuk fel.)

2. A modellben figyelembe vettük a normál motorbenzinek, valamint a belföldi gázolajnak az ÁFOR-felvevőhelyekre történő vasúti szállítását. Több okból esett a választás erre a két termékre:

- a) volumenük igen jelentős;
- b) mindegyik finomítóban előállíthatók,

c) és ennek következtében nem mindegy, hogy ezekből a termékekből a technikai lehetőségeken belül melyik finomító mennyit állít elő, mert a termékek a finomítóktól távol eső helyre történő szállítása jelentősen megdrágítja a termék önköltségét.

A területi igényelosztást illetően modellünkben felteleztük, hogy az egyes ÁFOR-fellevőhelyek százalékos igénymegoszlása a továbbiakban is követi az elmúlt években tapasztalt arányokat, azaz egy tetszőleges időtartamra vonatkozó országos összes igényt az eddigiekben kialakult százalékos területi eloszlás arányában kell kielégíteni. A modell egyszerűsítése érdekében a fellevőhelyeket megyénként vontuk össze, szállítási költségül pedig a mennyiségi igények szerint megyénként súlyozott átlagköltséget vettük. Ésszerű szelektálás alapján természetesen számos szállítási lehetőséget eleve kizártunk a modellből. Ilyen módon a modell a normálbenzin szállításához — Csepelt és Szajolt is beleértve — hat helyről összesen 60, a gázolajnál pedig — szovjet import gázolajat is beleértve — nyolc helyről összesen 67 szállítási utat vett figyelembe.

A DKV—Szajol és DKV—Csepel közötti csővezetési szállításként szerepelt a csővezetékek átbocsátóképessége is.

A közúti szállítást, azaz a fellevőhelyektől, illetve maguktól a finomítóktól tankautóval történő szállítást a modellbe közvetlenül nem vettük bele; nemcsak azért, mert ez a feldolgozási modellt túlzottan terjedelmessé tette volna, hanem mert meggyőződésünk, hogy amennyire nem függetleníthető a feldolgozási modell a termékszállítástól, ugyanannyira nem tér el lényegesen az össziparági optimumtól az, ha a teljes szállítási feladatból a termékszállítás közúti részét az ÁFOR külön optimalizálja, és a fellevőhelyekre így adódó igényeket bemenő (imput) adatként tekintve számítunk egy különálló, feldolgozási-szállítási optimumot.

A többi termékre ezt a szállítási részt nem tartottuk szükségesnek figyelembe venni vagy azért, mert mennyiségük lényegesen kisebb, vagy pedig azért, mert különböző okok miatt ezeket jelenleg csak egyetlen finomító gyártja; a fűtőolajnál pedig azért, mert ennek szállítási költségét nem a kőolajipar, hanem maguk a felhasználók fedezik.

1. táblázat

A modellben figyelembe vett termékek és minőségi előírások

A finomító neve	A termékek neve	Minőségi előírása
KKV	76 ROSZ-ú normálbenzin 86 ROSZ-ú normálbenzin 92 ROSZ-ú szuperbenzin 98 ROSZ-ú extraszuperbenzin Exportbenzin Lakkbenzin Extraktós benzin Belföldi gázolaj MÁV-gázolaj Kénmentes gázolaj Export gázolaj Kénmentes fűtőolaj Kénes fűtőolaj Kenőolaj Bitumen	ROSZ ROSZ, FQ <sub>100</sub> , FQ <sub>70</sub> , FOSZ, RVP ROSZ, FQ <sub>100</sub> , FQ <sub>65</sub> , FOSZ, RVP ROSZ, FQ <sub>100</sub> , FQ <sub>60</sub> , FOSZ, RVP  S, DP, LP S, DP, LP S, DP, LP S, DP, LP S S
DKV	86 ROSZ-ú normálbenzin Vegyipari benzin Belföldi gázolaj Könnyű kénes fűtőolaj Kenőolaj Gudron	ROSZ, FQ <sub>100</sub> , FQ <sub>70</sub> , FOSZ, RVP
NYKV	86 ROSZ-ú normálbenzin Vegyipari benzin Lakkbenzin Kénmentes gázolaj Könnyű kénes fűtőolaj Kénmentes fűtőolaj	S
PÉT	86 ROSZ-ú normálbenzin Speciálbenzin Belföldi gázolaj Könnyű kénes fűtőolaj Bitumen	ROSZ, FQ <sub>100</sub> , FQ <sub>70</sub> , FOSZ, RVP
ZALA	Belföldi gázolaj Könnyű kénes fűtőolaj Bitumen	

Megjegyzés: ROSZ: Research-oktánszám és az ólomadalékolás koncentrációja; FQ<sub>60</sub>, FQ<sub>65</sub> stb.: az adott hőmérsékletig átdestilláló frakció mennyisége, térfogat%; FOSZ: a 100 C°-ig átdestilláló frakció Research-oktánszáma; RVP: Reid-gőznyomás, Torr.; S: kéntartalom, s%; DP: dermedéspont, C°; LP: lobbanáspont, C°.

Figyelembe vettünk a modellben különböző lehetséges vagy kötelező exportszállításokat is.

3. A modellben néhány üzemenél több termelési mód is figyelembe vettünk, így pl. a szovjet és az alföldi kőolaj feldolgozását azonos üzemekben, vagy különböző oktánszámú reformátum előállítását stb.

Megszabtuk nemcsak a termékkel szemben támasztott mennyiségi igényeket, hanem a legfontosabbnak tartott minőségi előírásokat is, így a modell csak ezeknek a minőségi paramétereknek eleget tevő elegyítési arányokat engedett meg. Természetesen ilyen, negyedévre vonatkozó, statikus jellegű iparági modellnél ez nem konkrét keverési receptúrák számítását jelenti, feladata csupán annak biztosítása, hogy az optimális mennyiségi megoszlás esetén a termékminőségek is megfeleljenek a követelményeknek. Motorbenzineknel a korszerű igényeknek megfelelően nemcsak magát az oktánszámot, hanem a 100 °C-ig forró frakció mennyiségét és minőségét is előírtuk, ezenfelül az ólom-adalékolás optimális szintjét is vizsgáltuk. Gázolajoknál a kéntartalmat, lobbanáspontot és dermedéspontot írtuk elő (lásd az 1. táblázatot).

Az említett tényezőket, feltételeket magában foglaló modell 280 változót és 191 korlátozást tartalmazott.

Különböző feldolgozási modellváltozatokkal már 1969 több negyedévre végeztünk számításokat. A szállítási modellrészt ezután építettük be, és az ismeretett modellel először 1970. III. negyedévet optimalizáltuk. Egyelőre a hagyományos tervekészítéssel párhuzamosan végünk rendszeres számításokat. Ezek értékelése alapján folyik a módszer továbbfejlesztése és fokozatos gyakorlati bevezetése.

## IRODALOM

- [1] Coaker P. B.—Deam R. J.: Computers for Planning Refining Runs. Petr. Management 36 13 p. 106, 112, 116 (1964).
- [2] Jones, D. S. J.—Fisher, J. N.: Linear Programming aids Decisions on Refinery Configurations. Oil Gas Int. 9 6 p. 96—102, 7 p. 64—72. (1969).
- [3] Aronofsky, J. S.: Linear Programming — A Problem-solving Tool for Petroleum Industry Management. JPT 14 p. 729—736 (1962).

## A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

### A KKV új terméke: a HYKOMOL-K hajtóműolaj-sorozat

A Komáromi Kőolajipari Vállalat új típusú hajtóműolajok gyártását kezdte meg. Az új EP hajtóműolaj-sorozat HYKOMOL-K néven kerül forgalomba, SAE 80, SAE 90 és SAE 140 viszkozitásfokokozatban.

A HYKOMOL-K hajtóműolaj teljesítményszintjét tekintve mindazokat a követelményeket kielégíti, amelyeket a nemzetközileg elismert hasonló célú termékek biztosítani képesek. Besorolható a nemzetközileg elfogadott legmagasabb szintű, az API Service GL-5 jelű kategóriába.

E termékek mindazon tulajdonságokkal rendelkeznek, melyeket a hajtóműolajokkal szemben általában

- nagy oxidációs stabilitás,
  - jó hőmérséklet-viszkozitás összefüggés,
  - alacsony dermedéspont,
  - habzásmentes üzemmenet
- vonatkozásában támasztanak.

Ezenkívül különleges sajátosságok (ezt jelzi a névben szereplő „K” betű) is jellemzik.

- A megfelelően kiválasztott és jól finomított alapolajok a különleges adalék kompozíció hatására alkalmasak a hypoid fogazású fogaskerekek (a névben szereplő HY betűjelzés) kenésére, az igen nagy nyomással (EP) működő

erőátviteli berendezések kopásmentes üzemének biztosítására is.

- A különleges adalék nem bomlékony, és így hosszú használati idő alatt sem képződnek a szerkezeti anyagra nézve káros, agresszív bomlástermékek.
- A HYKOMOL-K hajtóműolaj hatóanyagai erőteljesen beborítják az érintkező fémfelületeket, megvédik azokat mindenféle korróziótól.

A HYKOMOL-K hajtóműolajokat — az előírt viszkozitásfokokozatban — bármely hazai vagy külföldi hajtóműolaj helyett fel lehet használni a kézi sebességváltó, a kiegyenlítőmű, a hátsóhíd, a kardáncsukló, a kormányserkezet és egyéb olyan berendezés kenésére, ahová hajtóműolaj van előírva.

A HYKOMOL-K hajtóműolaj élettartama a legkiválóbb külföldi termékével azonos. Az első 1500 km után gépkocsi-típustól függően, a gépkönyv szerint 15 000—50 000 km.

Az új termékek a Komáromi Kőolajipari Vállalat multi-szuperolaj termékeihez hasonló kiserelésben kerülnek forgalomba.

Szöny, 1971. július hó

Kis János  
okl. vegyészmérnök  
(KKV, Szöny)

## EGYETEMI HÍREK

### Megkapták diplomájukat az első kenéstechnikai szakmérnökök

Bensőséges keretek között tartották ez év július 13-án a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karának diplomaosztó ünnepségét, ahol a magyar ipar számos vezetője is megjelent. Dr. Vajta László egyetemi tanár ünnepi beszéde után dr. Holló János dékán nyújtotta át a végzett vegyészmérnököknek és szakmérnököknek a diplomákat. Első ízben került sor kenéstechnikai szakmérnöki oklevelek átnyújtására.

Ezt a továbbképzést a Gépészmérnöki Karral szorosban együttműködő Vegyészmérnöki Kar szervezi, s az oktatást a Kémiai Technológia Tanszék irányítja. A szakmérnök hallgatók meg-

ismerkednek a motorhajtó és kenőanyagokkal, a hidraulikus erőátvitellel, a kenéstechnika hidrodinamikájával, az elméleti és alkalmazott kenéstechnikával, a fémmegmunkáló folyadékokkal. A tárgyak között szerepel a gépelemek és kenésiek, a fémek szerkezeti anyagok, a kenőanyagok kémiaja és vizsgálata, különös tekintettel a gépi vizsgálatokra. Külön tárgyként szerepel a belső égésű motorok kenése és a kenésgazdálkodás.

A Budapesti Műszaki Egyetem e szakon 1971 szeptemberében új tanfolyamot indított.

V. L.

*A tanulmányban a fűrészszám forgatásakor fellépő rezgéseknek a lyukfal stabilitására kifejtett hatását vizsgáljuk. Részben elméleti jellegű, de elvégzett méréseken, laboratóriumi vizsgálatokon is alapuló munkánk célja: előmozdítani az elméletileg vitatható, e témakörben eddig még kétséges problémák tisztázását és megoldását.*

*A cikk röviden tartalmazza: a fűrészszám rezgésének alapvető okait; a fűrészszám rezgésének modellezését; a kiválasztott modell matematikai leírását; a fűrészszám önrezgésszámának és a gerjesztő impulzusok rezgésszámának együttes vizsgálatát; a fűrészszám longitudinális rezgése következtében létrejött dinamikai erőhatások megállapítását, végül ezen dinamikus erők hatását a lyukfal stabilitására.*

Felszíni hajtóművel történő rotari fűrész közben a fűrészszám bonyolult mozgásokat végez; egyidejűleg hosszanti (longitudinális) lengésben, torziós és keresztirányú rezgésekben vesz részt [1]. A szerszámban létrejövő longitudinális lengések alapvető okai a következők lehetnek: öblítés során az izapszivattyúk nem dolgoznak egyenletesen; a fűrészberendezés munkapadjának nincs megfelelő stabilitása; a fűrész alá idegen tárgy került; a fűrész egyenetlenül kopott; a fűrészrudak görbék, excentrikusak, hajlítottak stb., és végül a görgős fűrész fogainak szakaszos érintkezése a talppal szintén vibrációt okoz a fűrészszámban. Ugyanezen tényezők a fűrészszám keresztirányú rezgéseinek is kiváltói lehetnek, azonkívül a transzverzális (keresztirányú) rezgések még nagymértékben függnek a súlyosbítókat hosszirányú kihajlásának mértékétől, a szerszám forgatásának fordulatszámától, a fűrészcsőkapcsolók nem megfelelő minőségétől stb. Megállapítható tehát, hogy a fűrészszám rezgésének törvényszerűsége nagyon sok tényező függvénye, és azokat egyidejűleg nem tudjuk vizsgálni, elsősorban azért, mert nem vagyunk az — ezeket kiváltó okokról szóló — információk teljes birtokában.

A fűrészszám vibrációja káros hatással van a fűrészcső és a súlyosbító élettartamára; e jelenség a berendezés idő előtti elhasználódásához vezethet: a fűrészszám kifáradásos törése komoly műszaki baleseteket idéz elő, nem utolsósorban nagymértékben lerontja a lyukfal stabilitását, és a lyukfalat alkotó, főleg instabil kőzetek omlását okozhatja [2].

Mi elsősorban az utóbb megemlített szempontok alapján szeretnénk a fűrészszám vibrációjának kérdését vizsgálni. Feltételezzük azt, hogy a fűrészszám vibrációját kiváltó technikai és műszaki természetű okok nem léteznek, tehát a fűrészcsövek egyenesek, a munkapad központosan van felállítva, semmi idegen tárgy nincs a talpon, a forgatás inerciaereje által kiváltott keresztirányú mozgásoktól eltekintünk (rotari fűrész, aránylag kis fordulatszám stb.), így ideális esetben a fűrészszám vibrációja csak a görgős fűrész munkájától függ; ha pedig ez így van, akkor a fűrész munkaparamétereit változtatva tudjuk szabályozni a vibráció mértékét, a rezgések periódusidejét, amplitúdóját stb.

Az eddigiek során kétfajta (hossz- és keresztirányú) rezgésekről beszéltünk és azt mondtuk, hogy ezen rezgések törvényszerűségeinek a leírása majdnem lehetetlen, viszont az általunk kiválasztott kiindulási helyzetben (azaz amikor a fűrészszám vibrációját úgy tekintjük, hogy az a talpon dolgozó fűrészfogak szakaszos érintkezése következtében jön létre) egyszerűbb lesz a fűrészszám függőleges irányú rezgőmozgásának vizsgálata. Az is megállapítható, hogy a fűrészszám fentebb említett rezgésfajtái között kimutatható kapcsolat van [3], hiszen pl. ha a fűrész meghatározott fűrészterheléssel és forgatási sebességgel történik, akkor a fűrészcsőoszlop meghatározott görbületi alakot mutat (egy nagy menetemelkedésű rugóra emlékeztet). Mint minden rugó esetében, úgy a „fűrészcsőoszlop-rugónál” is, változhat a „rugó” menetemelkedése, feltéve, ha változik a csavarónyomaték vagy a nyomóerő a fűrészszám egyenetlen utánengedése következtében. A fűrészszám vibrációja során, amikor a szerszám a fűrész közvetítésével kap egy talpról felfelé irányuló impulzust, a fűrészcsőoszlop (súlyosbítóoszlop) különböző szelvényei az összenyomódás irányában (tehát alulról felfelé) elmozdulnak, mégpedig úgy, hogyha a fűrész felett levő közvetlen keresztmetszet  $t=0$  időpillanatban kezdi meg az  $u(x)$  amplitúdójú és  $v(x)$  sebességű elmozdulását, akkor a fűrészről  $x_1$  távolságban levő metszet  $t = \frac{x_1}{c}$  idő múlva fog elmozdulni  $u(x_1)$  amplitúdóval és  $v(x_1)$  sebességgel ( $c$  — a hang sebessége a fémekben).

Ugyanez igaz arra az esetre is, amikor a fűrészcsőoszlopnak közvetlen a fűrész feletti szelvényére egy húzási impulzussal hat a fűrész. Megállapítható, hogy a szerszám hosszirányú rezgésének következtében a fűrészcsőoszlopra állandóan hat egy dinamikus erő, amelyik változtatja az értékét valamint irányát és ennek következtében a fűrészre ható nyomaték is megváltozva maga után vonja a „fűrészcsőoszlop-rugó” menetemelkedésének plusz-mínusz értékű változását. Ez pedig azt jelenti, hogy a szerszám bármelyik metszete függőleges irányú rezgéseket végez, melyeknek most már a közvetlen kiváltó oka nem feltétlen a lyuktalptól kiinduló impulzus, hanem a fűrészszám csavaró (torziós) lengései. Ily módon leszögezhető, hogy az egyes rezgésfajták közötti kapcsolat abban jelentkezik, hogy a torziós rezgések a csőoszlop görbületi alakjának megváltoztatásával hosszanti lengéseket idéznek elő, a hosszanti lengések pedig a kútalpon keresztül torziós rezgéseket hoznak létre [4]. Ennek alapján a továbbiakban a fűrészrudazatnak csupán hosszirányú erőhatásait vizsgáljuk, és az ebből eredő hosszirányú mozgások elemzését adjuk.

Az elemzést a következő feltételek teljesülése esetén végezzük:

1. A fűrész és a görgők szögsebességét állandónak tételezzük fel.

2. A fogak a görgő mentén a kúp azonos alkotói mentén helyezkednek el.
3. A dinamikai paraméterek csak a hullámmozgás egy ciklusára  $\left(-\frac{\pi}{z} \leq \omega \cdot t \leq +\frac{\pi}{z}\right)$  vannak meghatározva.
4. A fűrőgörgők külső fogazatát vettük vizsgálat alá, mivel ez adja a maximális dinamikai jellemzőket [4].
5. A kúttalpon elhelyezkedő közeteket nem deformálhatónak tekintjük.

A fűrőrudat úgy vesszük, mint egy  $L$  hosszúságú homogén anyagból álló rudat, melynek egyik vége befogott állapotban van (a csigasorhoz való felfüggesztés helyén), a másik végére pedig egy  $(A \cdot \sin \omega t)$  impulzuserő hat. Természetesen valós körülmények mellett az emelőhoroghoz való felfüggesztés helyén a forgatórúd nincs befogva, hiszen ha a lyuktalptól egy olyan  $A_1$  nagyságú amplitúdóval rendelkező impulzus indul, amely a szerszám felszíni felfüggesztési helyéhez érkeve még „él”, azaz az impulzus következtében létrejött rezgés tovaterjedésének aránylag kicsi volt a csillapítása, akkor a szerszám vége a forgatórúddal együtt  $A_1$  amplitúdóval ki tud térni. Gyakorlati méréseken alapuló irodalmi adatok alapján azt a megállapítást tehetjük, hogy ha a szerszám végét befogottnak tekintjük, az elkövetett hiba gyakorlatilag teljesen jelentéktelen [5].

Ebben az esetben a modell egyenlete a következő lesz:

$$\rho(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + k \frac{\partial u}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = P(x, t), \quad (1)$$

ahol

$$\rho(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad \text{az inerciaerő;}$$

$$k \frac{\partial u}{\partial t} \quad \text{a súrlódási erő (közegellenállás), amely az elmozdulás sebességével és egy súrlódási tényezővel (k) egyenes arányban van (csillapodás értéke);}$$

$$c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad \text{húzó-, illetve nyomóerő a rezgések során;}$$

$$P(x, t) \quad \text{elosztott gerjesztőerő.}$$

Tekintettel arra, hogy homogén rúdról van szó, ezért

$$\rho(x) \rightarrow \rho = \text{konst.},$$

ugyanakkor a határfeltételek:

$$u|_{x=L} = 0.$$

A kezdeti feltételek:

$$u|_{t=0} = \frac{u_{\max}}{L} (L-x) = f(x),$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = -r \cdot \omega \sin \frac{\pi}{z} \cos \beta = F(x),$$

$$\text{ahol} \quad u_{\max} = r \left( 1 - \cos \frac{\pi}{z} \right) \cos \beta,$$

- $u_{\max}$  a fűrő maximális függőleges irányú elmozdulása a fűrőfogak egy teljes átfordulására;
- $L$  a fűrőszerszám hossza;
- $r$  a fűrőgörgő kúpjának sugara;
- $\omega$  a fűrőgörgő szögsebessége;
- $z$  az egy görgő külső során levő fogak száma;
- $\beta$  a görgő tengelye és a vízszintes által bezárt szög.

Mielőtt az (1) hiperbolikus típusú parciális differenciálegyenlet megoldásához kezdenénk, figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a csillapodás mértékének ( $k$ ) megállapítása nagyon komoly feladat. Ugyanakkor gyakorlati méréseket végeztek a SOCONY Üzemi Kísérleti Laboratóriumban abból a célból, hogy megmérjék a longitudinális rezgések csillapodását, valamint a csillapodás és a frekvencia közötti összefüggést [6]. Megállapították, hogy a fűrőcsövön áthaladó akusztikus hullámok amplitúdójának csillapodását elsősorban — a csőnek a fűrő lyuk falához való súrlódása folytán keletkező — súrlódási veszteségek, valamint a környező folyadék okozta viszkózus veszteségek, továbbá a cső anyagában előálló belső veszteségek idézik elő. Mint a fémeknél, így az acélnál is a belső hiszterézis okozta veszteségek a vizsgált frekvenciatartományokon belül (1—100 ciklus/s) elhanyagolhatóan kicsik. Az 1,14 g/cm<sup>3</sup> fajsúlyú iszap fajsúlyja, viszkozitás- és mozgásellenállás-többlete a vízzel szemben csak szerény növekedést okozott a megfigyelt csillapodásban. Ezért leszögezhetjük, hogy a legjelentősebb csillapítási tényező a fűrőcsövek lyukfalhoz való súrlódásából ered. Ezt a tényezőt pedig elvileg minimális értékre lehet csökkenteni optimális lyukátmérő-fűrőrúd átmérőviszsonnyal, helyesen megállapított szerszám-összeállítással, megadott értéken való fűrőterheléssel, központosítók használatával stb.

Ezek után kiindulási parciális differenciálegyenletünk és a kezdeti, valamint a határfeltételek a következőképpen alakulnak:

Kiindulási egyenlet:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}. \quad (3)$$

Kezdeti feltételek:

$$u|_{t=0} = \frac{u_{\max}}{L} (L-x) = f(x),$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_{t=0} = -r \cdot \omega \cdot \sin \frac{\pi}{z} \cdot \cos \beta = F(x).$$

Határfeltételek:

$$u|_{x=L} = 0,$$

$$E \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = 0.$$

Ebben az esetben tehát az egyszerűbb vizsgálat céljából nem egy kényszerrezgés-egyenletet kell megoldani, hanem egy kezdeti impulzus által kialakult hullámmozgás egyenletét, aminek a rezgésszámát



majd összehasonlítva az impulzusok rezgésszámával, megvizsgálhatjuk a rezonancia kérdését.

A (3) típusú Cauchy-féle feladatot Fourier módszerével oldjuk meg.

A (3) egyenlet megoldását az  $u(x, t) = T(t) \cdot X(x)$  (3a) alakban keressük [7].

Az utóbbi kifejezést behelyettesítve a (3) egyenletbe:

$$\frac{T''(t)}{c^2 T(t)} = \frac{X''(x)}{X(x)} = \text{konst.} = -\lambda^2. \quad (4)$$

A (4) egyenletből kapjuk:

$$X''(x) + \lambda^2 X(x) = 0 \quad (5)$$

$$T''(t) + c^2 \lambda^2 T(t) = 0. \quad (6)$$

Az (5) homogén lineáris differenciálegyenlet megoldását a következő alakban kell keresni:

$$X(x) = A \cos \lambda x + B \sin \lambda x. \quad (7)$$

A határértékfeltételek alapján meghatározzuk az  $A$  és  $B$  értékét. Mivel

$$x=0\text{-nál} \rightarrow E \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \text{ ezért } \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \quad (7a)$$

A (3a) egyenletet  $x$  változó szerint differenciálva, a (7) figyelembevételével kapjuk:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = (-A\lambda \sin \lambda x + B\lambda \cos \lambda x)T(t).$$

A továbbiakban  $x=0$  és  $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$  behelyettesítésével a (7a) egyenletből (második határfeltétel) kapjuk:  $B$ -nek egyenlőnek kell lenni 0-val, azaz  $B=0$ , tehát a (7) egyenlet a következőképpen alakul:

$$X(x) = A \cos \lambda x. \quad (7b)$$

Az első határfeltétel alapján a (3a) egyenlet a (7b) figyelembevételével a következő:

$$u|_{x=L} = T(t)A \cos \lambda L = 0$$

Ez csak úgy lehetséges, ha  $A \cos \lambda L = 0$ .

A triviális megoldást kizárva,  $\cos \lambda L = 0$ ,

$$\text{innen: } \lambda L = \left[ \frac{2k+1}{2} \right] \pi,$$

$$\text{ahonnan: } \lambda = \left[ \frac{2k+1}{2L} \right] \pi. \quad (8)$$

A (8) képletnek a (7) egyenletbe való behelyettesítésével kapjuk a (7) egyenlet végtelen sok számú megoldását:

$$X_k(x) = K_k \cos \left[ \frac{2k+1}{2L} \right] \pi x. \quad (9)$$

Most pedig  $\lambda$  (8) értékét visszahelyettesítve a (6) egyenletbe

$$T''(t) + c^2 \left[ \frac{(2k+1)\pi}{2L} \right]^2 T(t) = 0. \quad (10)$$

A (10) egyenlet általános megoldása [8]:

$$T_k(t) = \sum_{k=0}^{\infty} C_k \cos \frac{2k+1}{2L} \pi c t + D_k \sin \frac{2k+1}{2L} \pi c t. \quad (11)$$

Az  $X_k(t)$ -t megszorozva a  $T_k(t)$ -vel és bevezetve a következő jelöléseket:  $K_k C_k = A_k$  és  $K_k D_k = B_k$ , kapjuk a rezgőmozgás amplitúdójának az egyenletét:

$$u_k(x, t) = \sum_{k=0}^{\infty} \left[ A_k \cos \frac{2k+1}{2L} \pi c t + B_k \sin \frac{2k+1}{2L} \pi c t \right] \cdot \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x. \quad (12)$$

A (12) egyenletben az  $A_k$  és  $B_k$  értékeit úgy megválasztva, hogy a kezdeti feltételeket kielégítse, kapjuk:

$$u(x, 0) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x = f(x). \quad (13)$$

Hogy a (13) egyenlőség fennálljon, ahhoz az kell, hogy az  $A_n$  Fourier-tényező legyen [8], tehát:

$$A_k = \frac{2}{L} \int_0^L f(x) \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x dx. \quad (14)$$

Ezután a második kezdeti feltételből meghatározzuk  $B_k$ -t, azaz

$$\frac{du_k(x, 0)}{dt} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{2k+1}{2L} \pi c B_k \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x = F(x). \quad (15)$$

A (15) egyenletből kapjuk a  $B_k$  értékét:

$$B_k = \frac{4}{(2k+1)\pi c} \int_0^L F(x) \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x dx \quad (16)$$

Ezt követően az  $A_k$  (14) és  $B_k$  (16) értékeit kiszámolva kapjuk:

$$A_k = \frac{2}{L} \int_0^L \frac{u_{\max}}{L} (L-x) \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x dx = \frac{8u_{\max}}{(2k+1)^2 \pi^2}. \quad (17)$$

A  $B_k$  értéke pedig:

$$B_k = \frac{4}{(2k+1)\pi c} \int_0^L -r\omega \sin \frac{\pi}{z} \cos \beta \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x dx. \quad (18)$$

Megoldva:

$$B_k = -\frac{8L}{(2k+1)^2 \pi^2 c} r\omega \sin \frac{\pi}{z} \cos \beta (-1)^k. \quad (19)$$

A fúrórúd longitudinális rezgéseinek általános egyenlete tehát:

$$u(x, t) = \sum_{k=0}^{\infty} \left[ \frac{8u_{\max}}{(2k+1)^2 \pi^2} \cos \frac{(2k+1)\pi}{2L} ct - \frac{8L}{(2k+1)^2 \pi^2 c} r\omega \sin \frac{\pi}{z} \cos \beta \cdot (-1)^k \sin \frac{2k+1}{2L} \pi ct \right] \cdot \cos \frac{2k+1}{2L} \pi x. \quad (20)$$

A (20) periodikus függvény áll egy alapharmónikusból ( $k=0$ ) és  $k$  tagú felharmónikusból, ahol  $\omega_k = \frac{2k+1}{2L} \pi c$ ; természetesen az egymást követő felharmónikusok amplitúdói  $B_k - B_{k+1}$  és  $A_k - A_{k-1}$  négyzetes arányban, pontosabban  $\frac{1}{(2k+1)^2}$  arányában csökkennek. Azonkívül a fúrórúd hosszirányú rezgése egy hullám után gyakorlatilag még nem fejeződik be, hanem az időtől függően megismétlődik [9]. Ezért a továbbiakban vizsgálatainkat a  $k=0$ -hoz tartozó alapharmónikusra korlátozzuk. A fúrószerszám esetleges rezonanciájának vizsgálatánál természetesen figyelembe vesszük a felharmónikusok körfrekvenciáját a fúrásnál gyakorlatilag érdekeltnek vélt frekvenciatartományokon belül.

A (20) periodikus függvény alapharmónikusa  $k=0$  esetén tehát:

$$u = \left[ \frac{8u_{\max}}{\pi^2} \cos\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) - \frac{8L}{\pi^2 c} r\omega \sin\frac{\pi}{z} \cdot \cos\beta \sin\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) \right] \cos\frac{\pi x}{2L}. \quad (21)$$

Az elmozdulás (21) sebessége

$$v = \frac{du}{dt} = \left[ -\frac{4u_{\max} \cdot c}{L\pi} \sin\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) - \frac{4}{\pi} r\omega \sin\frac{\pi}{z} \cdot \cos\beta \cos\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) \right] \cos\frac{\pi x}{2L}. \quad (22)$$

Ismeretes, hogy a rezgőmozgás következtében a fúrórúdra ható dinamikus erő  $P_d = \sigma_d \cdot F$ , ahol  $F$  a fúróső (súlyosbító) keresztmetszete,  $\text{cm}^2$ .

Tudjuk, hogy  $\sigma_d = \varepsilon_d \cdot E$

$$\text{és} \quad \varepsilon_d = \frac{du}{dx},$$

ahol  $\varepsilon_d$  a dinamikus deformáció,  
 $E$  rugalmassági modulusz.

A dinamikai feszültség a fúróső (súlyosbító) minden metszetében arányos az elmozdulás sebességével [8].

$$\varepsilon_d = -\frac{1}{c} E \frac{\partial u}{\partial t} F,$$

$$\text{tehát} \quad P_d = -\frac{1}{c} E \frac{\partial u}{\partial t} F. \quad (23)$$

$$\text{Következésképpen } P_{d\max} = -\frac{1}{c} E F v_{\max}. \quad (24)$$

A  $v_{\max}$  értékét a (22) egyenletből kapjuk a  $\frac{dv}{dt} = 0$  feltételből kiindulva:

$$\frac{dv}{dt} = \left[ -\frac{2u_{\max} c^2}{L^2} \cos\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) + 2\frac{c}{L} r\omega \sin\frac{\pi}{z} \cdot \cos\beta \sin\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) \right] \cos\frac{\pi x}{2L} = 0. \quad (25)$$

Az a kérdés tehát, hogy a  $t$  milyen értékénél lesz  $\frac{dv}{dt} = 0$ , vagyis

$$\sin\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) = \frac{2u_{\max} c^2}{\sqrt{\left(2cLr\omega \sin\frac{\pi}{z} \cos\beta\right)^2 + (2u_{\max} c^2)^2}}. \quad (26)$$

Kifejezve a  $\cos\left(\frac{\pi c}{2L}t\right)$  értékét,

$$\cos\left(\frac{\pi c}{2L}t\right) = \frac{2Lcr\omega \sin\frac{\pi}{z} \cos\beta}{\sqrt{\left(2Lcr\omega \sin\frac{\pi}{z} \cdot \cos\beta\right)^2 + (2u_{\max} c^2)^2}}. \quad (27)$$

A (26) és (27) egyenletet visszahelyettesítve a (22) egyenletbe, kapjuk a fúrórúd bármely keresztmetszetében az elmozdulás maximális sebességének értékét:

$$v_{\max} = -\left[ \frac{2}{L\pi c} \sqrt{(2u_{\max} c^2)^2 + \left(2Lcr\omega \sin\frac{\pi}{z} \cos\beta\right)^2} \right] \cdot \cos\frac{\pi x}{2L}. \quad (28)$$

Tehát

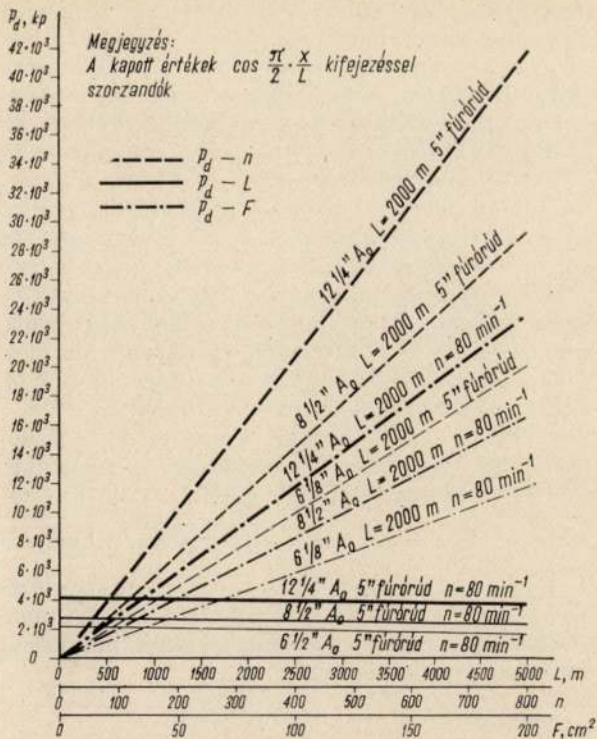
$$P_{d\max} = \frac{EF}{c} \cos\frac{\pi x}{2L} \cdot \left[ \frac{2}{L\pi c} \sqrt{(2u_{\max} c^2)^2 + \left(2Lcr\omega \sin\frac{\pi}{z} \cos\beta\right)^2} \right]. \quad (29)$$

A (29) függvényt a fúrás mélység, forgatási sebesség és a fúróső (súlyosbító) keresztmetszetének függvényében ábrázolva láthatjuk, hogy a fúrásnál számításba vehető forgatási fordulatszámok mellett a fúrás mélység növekedésével a dinamikus terhelés értéke gyakorlatilag állandó, illetve elméletileg nagyon minimális értékű csökkenés tapasztalható (1. ábra).

Ugyanakkor a fordulatszám, valamint a fúróső (súlyosbító) keresztmetszetének növelésével a szerszámra, következésképpen a lyukfalra ható erők (az érintkezési felület figyelembevételével a lyukfalra ható nyomások) nagymértékben növekednek. Különösen a turbinafúrásnál jönnek létre a nagy fordulatszám miatt veszélyes  $P_d$ -értékek.

*Megállapítható, hogy a szerszám vibrációja következtében létrejövő erőhatások csökkentésének, következtésképpen a lyukfalstabilitás növekedésének egyik nagy lehetősége a kis átmérőjű fúrás („slim hole” — kisebb átmérőjű fúró és kisebb keresztmetszetű, de nagyobb átmérőjű, minőségileg magasabb anyagfokozatú fúróső, súlyosbító), valamint a még gazdaságos lehető legkisebb fúrófordulatszám megválasztásában van.*

Természetesen a fúró fordulatszámának csökkentése más egyéb azonos feltételek mellett a fúrólyuk lemelyítési idejének növekedéséhez vezethet, ami viszont azzal jár, hogy az öblítőiszap szüredéke időben tovább hat az omló rétegekre. Ha ennek bomlasztó hatása van az ott elhelyezkedő kőzetekre, akkor a lyukfal stabilitására a fúró fordulatszámának csökkenése már negatív értelemben hat.



1. ábra. A fúrószerszám dinamikus terhelése a fúrási mélység ( $L$ ), a fúrófordulatszám ( $n$ ) és a fúrócső (súlyosbító) méretének ( $F$ ) függvényében

A vibráció következtében létrejövő és a lyukfalra ható hidrodinamikai nyomások csökkentése céljából az öblítőiszaphoz különböző adalék anyagot kell adni (szulfonol, grafitpehely stb.), vagy gondoskodni kell a fúrócsövek „kenéséről” [3] azzal a szándékkal, hogy kedvező kenési tulajdonságokkal rendelkező „filmet” kapjunk a fúrócső és a lyukfal között. Így a csapágyak kenéséhez hasonló körülményeket létrehozva a kialakult filmréteg a szerszám vibrációja következtében ható dinamikai nyomás egy részét fölveszi. A dinamikai nyomás így felvett része már nem adódik át a lyuk falára.

Már megtervezett fúrás esetén a létrejövő dinamikai erőhatások (rezgések) csökkentésére szükséges a lengéscsillapítók használata, miközben a lengéscsillapítókat közvetlen a görgős fúró fölé elhelyezve, a fúrót magát megfosztjuk attól az effektív közetroncsolás szempontjából szükséges minimális ütésektől, melyek a lengéscsillapító használata nélkül a fúróra egyébként hatnának (természetesen jóval nagyobb értékkel).

Viszont, ha a lengéscsillapítót a fúrótól  $l \cong c \frac{T}{2}$  távolságban helyezjük el, akkor a fúróra ható és a közetroncsolást elősegítő dinamikus ütések továbbra is hatni fognak.

A továbbiakban a (20) egyenletet a fúrószerszám lehetséges rezonanciájának kérdése szempontjából vizsgálva láthatjuk, hogy az alap- és felharmónikusok körfrekvenciája egyenlő:  $\omega_k = \frac{2k+1}{2L} \pi c$ , tehát a lehetséges rezonancia elkerülésének az a feltétele, hogy a kényszerrezgés körfrekvenciája,  $\omega_r$ , ne legyen egyenlő az  $\omega_k$ -val,  $\omega_r \neq \omega_k$ .

A vizsgálat elvégzéséhez természetesen ismernünk kell a kényszerrezgés körfrekvenciájának értékét.

Egy fúrófog teljes átfordulásakor, tehát amíg a fúró egy oda-vissza mozgást tesz meg, az eltelt idő, azaz a periódusidő  $T = \frac{\varphi_0}{\omega}$ ,

ahol  $\omega$  a fúrógörgő szögsebessége;

$\varphi_0$  két szomszédos fúrófog által bezárt szög.

Ezek után  $T = \frac{2\pi}{z\omega}$ , de mivel  $\omega_r = \frac{2\pi}{T}$ , ezért

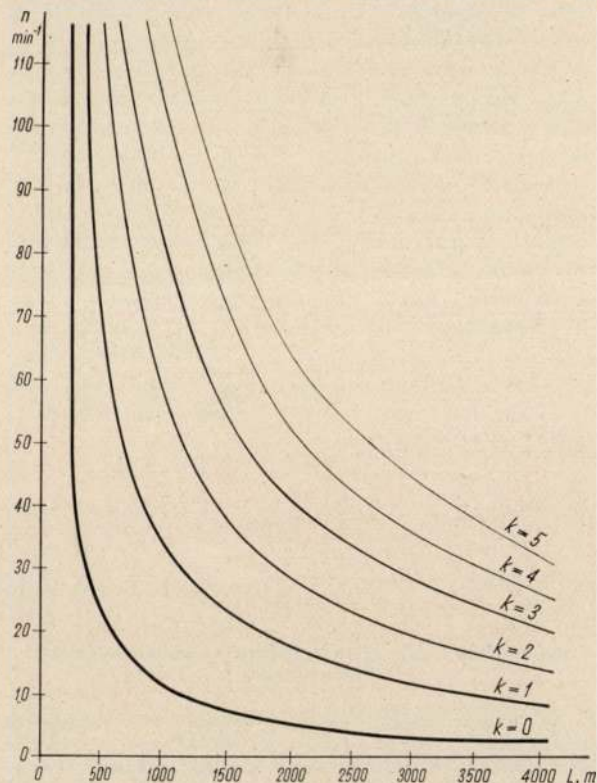
$$\omega_r = \frac{2\pi z\omega}{2\pi} = z\omega.$$

A rezonancia jelensége tehát bekövetkezik, ha

$$z\omega = \frac{2k+1}{2L} \pi c. \quad (30)$$

A (30) egyenlet alapján kapjuk azokat a grafikonokat (2. ábra), melyekből kitűnik, hogy a fúrás mélységének növekedésével egyre kisebb annak a lehetősége (a fúrásnál számításba jöhető fordulatszámok mellett), hogy a rezonancia jelensége bekövetkezzen.

Tekintve, hogy  $k = \infty$  felharmónikus hullám van, ezért természetesen mindig lesz egy olyan  $k = k_1$ -hez tartozó felharmónikus, amelyre nézve az  $L = L_1$  mélységben az  $n = n_1$  fordulatszám a rezonanciát fogja jelenteni. Ez viszont gyakorlatilag nem nagy jelentőségű, mert már  $k = 4-5$  érték után (négyzetes összefüggés miatt) a rezgés amplitúdója és periódusideje olyan minimális, hogy ezt a minimális  $T = T_{k1}$  periódusidőhöz tartozó kis értékű amplitúdót ( $R_1$ ) elég egy, még aránylag mindig kis értékű, de már gerjesz-



2. ábra. A fúrószerszám önrezgésének kritikus fordulatszámjai a fúrási mélység ( $L$ ) függvényében

tett ( $R_2$ ) amplitúdóra növelni, miközben a  $\frac{du_{k_1}}{dt}$ , azaz a rezgőmozgás sebessége annyira megnő, hogy  $k \frac{\partial u}{\partial t}$  kifejezés, vagyis a csillapítás mértéke — lásd az (1) egyenletben —, olyan számottevő értéket ér el, ami az  $R_1$  amplitúdót maximálisan az  $R_2$  amplitúdóig engedi gerjeszteni.

A 2. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a rezonancia jelenségének elkerülése végett nem feltétlen kívánalom a fúrás nagyobb fordulatszámon történő mélyítése, különösen nagyobb mélységekben. Tehát algyői viszonylatban a „pergő agyagmárgák” előfordulásának mélységében (2000—3000 m), ha netalán más szempontok úgy kívánnák (gondolunk itt az előző fejtegetésünkre), akkor a fúró fordulatszámát nyugodtan lehet csökkenteni a rezonancia jelenségének veszélye nélkül.

### Összefoglalás

1. A fúrószerzőszám forgatása során a fúrófogak szakaszos érintkezése következtében létrejövő rezgőmozgás tanulmányozására modellt állítottunk fel, melyet a megadott feltételek mellett matematikailag leírtunk és megoldottunk.
  2. A szerzőszám rezgésének a lyukfalstabilitásra való hatását a szerzőszám létrejövő tekintélyes értékű dinamikus erők (melyek a szerzőszám kihajlásánál átadódnak a lyukfalra), és az esetleges rezonanciajelenség szempontjából vizsgáltuk.
  3. Képletet adtunk a rezgőmozgásnál keletkező maximális dinamikus erők meghatározására. Az egyik típusú feladatoknál a képlet segítségével megállapíthatjuk a lyukfalra ható nyomáshullámzást, feltéve, ha ismerjük a kihajlott fúrószerzőszám és a fúrólyuk belső fala között kialakult érintkezési felületet. A felület ismeretében megadhatjuk, mi az a maximális fordulatszám (nyomáshullámzás), amelynél a kőzet (ismerve annak kőzetfizikai jellemzőit, valamint a járulékosan ható egyéb erőhatásokat: ki-beépítési nyomáshullámzás, hőmérséklet hatása, hidrodinamikai és hidrosztatikai nyomás stb.) a ráható nyomáshullám alatt nem veszti el stabilitását, hiszen a stabilitását elvesztett kőzet a következő hullámban vagy a forgatás megszűnéskor beomlik, bepereg.
- A másik típusú feladatoknál a maximális biztonság számolva, egy gazdaságosan lehető legkisebb fordulatszámot választunk, és ez garancia arra nézve,

- hogy ebben az esetben a fúrószerzőszám rezgése az adott körülményeknek megfelelően a legkisebb mértékben lesz káros hatással a lyukfal stabilitására.
4. Megállapítottuk, hogy a fúrószerzőszám ön- és kényszerrezgés-amplitúdójának szuperponálásából a fúráskor alkalmazott fúrófordulatszámok mellett rezonancia nem léphet fel.
  5. A lyukfalstabilitás növelésének egyik lehetősége a kis átmérőjű (slim hole) fúrás, a kisebb keresztmetszetű és jobb minőségű fúrórudak használata, valamint a lehető legkisebb fordulatszám megválasztása. Célszerű különböző típusú kenőanyagok használata, amelyet lehet az öblítőiszaphoz adagolni, de megoldást jelenthet a fúrócsőnek különleges módon elvégzett kenőanyagokkal való bevonása is.

Ezek a szigorú kívánalmak természetesen a lengéscsillapítók használatával enyhíthetők. A lengéscsillapítót legújában nem közvetlenül a fúró fölé helyezük, hanem egy  $l \leq c \frac{T}{z}$  távolságra. Ebben az

esetben a fúró az effektív munkavégzéshez szükséges rezgőmozgást továbbra is megkapja [4]. Ezért omló rétegek átfúrásakor a lengéscsillapítók használata mindenképpen indokolt.

### IRODALOM

- [1] Szimkin, V. Ja.: Opredelenie dinamicseszkij nagruzok pri avtokolebanijah buril'noj kolonnü. Masinü i. Neft. Oborud. 10. (1968.)
- [2] Kopulov, V. E.: Vlijanie formü poperecsnogo szecsenija szkvazsinü na ee iszkivlenie. Bjuleten' NTI, ONTI VIMSZ 5 (33) 1961.
- [3] Kopulov, V. E.—Csisztjakov, Ju. D.—Muhin, E. M.: Vibracii pri almaznom bureonii. Nedra, Moszkva, 1967.
- [4] Valeckij, P. V.: Uprugie volnü v buril'noj kolonne i dinamika ee vzaimodejsztvija sz nedeformiruemüm zaboem. Burenie i kreplenie szkvazsin. Tr. MINH i GP, vüp. 60. Moszkva, 1966.
- [5] Paslax, P. R.—Gogy, D. B.: Drill-string vibrations due to intermittent contact of bit teeth. J. Engineering for Industry May (1963).
- [6] Angona, F. A.: Drill string vibration attenuation and its effect on a surface drilling system. Trans. of the ASME. New York, 1965.
- [7] Schwartz, L.: Méthodes mathématiques pour les sciences physiques. Paris, 1961.
- [8] Kosljakov, N. C.: Differencial'nüe uravnenija matematiceszkij fiziki. Gosz. Izd. Fiz.-mat. Lit., Moszkva, 1962.
- [9] Veliev, P. V.: O dinamicseszkom vzaimodejsztvii zub'ev dolota sz porodoj. Azerb. Neft. Hozj. 8 (1968).
- [10] Petrovskij, I. G.: Előadások a parciális differenciálegyenletekről. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1955.
- [11] Skolnik, A. G.: Differencial'nüe uravnenija. Ucspedgiz, Moszkva, 1963.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Laboratórium a nagymélységű fúrások új öblítésmódjának kikísérletezésére

Az igen nagy mélységű kőolaj- és földgázkutató fúrások új öblítésmódjának kikísérletezésére a KGST Kőolaj- és Gázipari Bizottságának határozata értelmében Csehszlovákiában laboratóriumot létesítettek, amelynek kutatási eredményeit valamennyi KGST-állam felhasználja majd.

Erdöl-Dienst 1971. júl. 3.

### Átfogó kőolaj-enciklopédia jelent meg

A VIII. Kőolaj-Világkongresszuson mutatták be az ENI-csoport által kiadott kőolaj-enciklopédiát. Az enciklopédia — amelynek az összeállítása Mario-Giordaninak, a római egyetem tanárának vezetésével történt —, 10 kötetben a kőolajtudomány teljes területét felöleli.

Erdöl-Dienst 1971. júl. 3.

K. A.

# A robbantásos csőlazítás tízéves tapasztalatai

FERENCZY LÁSZLÓ

*A mélyfúrási munka gyakori üzemzavara a fúrószerszám megszorulása. Leküzdésének egyik — a Dunántúlon jól bevált — módszere a robbantásos csőlazítás. A tanulmány részletezi a lazítási műveleteket: a rudazat előkészítését, a töltet kialakítását, valamint az üzemi tapasztalatokat, a műveletek statisztikai adatait és az ezekből levonható következtetéseket.*

## Bevezetés

A fúrószerszám megszorulása a mélyfúrási munka legtöbb idővesztéssel járó üzemzavara. Ha a megszorult fúrószerszámot olaj- vagy vízfürdővel nem sikerült felszabadítani, akkor a szabad fúrócsőoszlop visszanyerése leggyorsabban oldással, torziós előfeszítés mellett az első szabad és húzó-nyomó terheléstől mentesített menetes kapcsolóban, robbantás útján előidézett ütéssel lehetséges.

Robbantásos fúrócsőlazítást a Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem 1960 óta végez; ennek lényege, hogy az oldani kívánt fúrócsőkapcsolóban detonátorzsinórból álló, egy fúrócsőnél feltétlenül hosszabb „töltetet” robbantunk el, miközben az oldani kívánt menetet húzástól és nyomástól megközelítőleg tehermentesítjük, az oldás céljából viszont torziósan előfeszítjük. A művelet sikere megköveteli a fúrócsőoszlop megfelelő állapotát, a lazításhoz való jó előkészítését, a robbantótöltet mennyiségének helyes megválasztását [1] és a megszorulás mélységének ismeretét.

A lent maradt, megszorult szerszám mentésének további útja a körülfúrás és a balirányú lecsavarás, mely ismét lehetséges robbantásos lazítással is.

## A fúrócsőoszlop előkészítése

A lazítási művelet első szakasza a fúrócsőoszlop kapcsolómeneteinek szorosra húzása a nem kívánt helyen való oldódás elkerülése céljából. E meghúzást úgy végezzük, hogy a fúrószár húzófeszültségét fokozatosan növeljük, miközben előírt meghúzó forgató-

1. táblázat

A fúrócső névleges átmérője, hüvelyk	Meghúzó forgatás (ford./100 m)	Előfeszítő forgatás (ford./100 m)
2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	0,55—0,65	0,25—0,20
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —4	0,45—0,50	0,20—0,25
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —5	0,30—0,45	0,15—0,20
6	0,20—0,30	0,10—0,15

nyomatékot alkalmazunk. Először pl. 100 m fúrócső súlyát tartjuk csigasorral. A fúrócső mérete szerint elvégezzük a 100 m-re eső meghúzó forgatást (1. táblázat).

5"-es fúrócső esetén a csigasorral kb. 3 Mp húzóerőt, azaz 100 m fúrócső súlyát tartjuk csak, és ezután elvégezzük a 0,30—0,45 meghúzó fordulatot. A következő lépésben már 6 Mp húzóerőt tartunk a csigasorral (200 m fúrócső súlya), és végezzük el a 0,60—0,90 fordulatot kitevő meghúzó forgatást, így haladva tovább a megszorulás helyéig. Ha ez 2000 m alatt van, akkor a meghúzást 1000 m-től lefelé végezzük. Ha a szabad fúrócsőoszlop utánhúzása befejeződött, akkor a fúrócsőoszlop az oldás kívánt helye fölötti szakasz teljes súlyánál, kb. 3—4 Mp többlettel meghúzva leékeljük. Ezután elvégezzük a bal irányú előfeszítő forgatást, hogy az oldani kívánt kapcsoló az oldás irányában torziósan előfeszített állapotban legyen.

A meghúzó forgatás és az előfeszítő forgatás mértéke az 1. táblázatból olvasható ki.

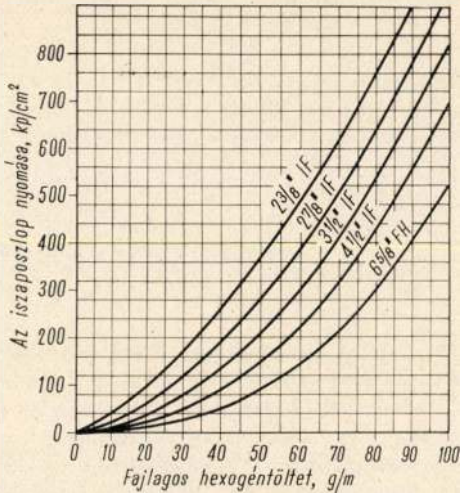
Ha az előfeszítő forgatás közben a fúrócsőoszlop valahol oldódik, akkor a meghúzási művelet megismétlése után az előfeszítő forgatás mértékét esetleg csökkenteni lehet.

A robbantótöltetet a húzással és torziós előfeszítő nyomatékkal terhelt fúrócsőoszlopba kell elhelyezni. Elrobbantása után az oldódást gyenge rándulás jelzi. Ha ez nem mutatkozik, akkor a kábel kihúzása után ellenőrizni kell, hogy csökkent-e a torziós előfeszítés mértéke. Ha igen, akkor további csavarással oldható a rudazat; ha nem, akkor meg kell ismételni a műveletet.

## A töltet kialakítása

A műveletet egyeres páncélkábelrel végezzük. A lazítótöltet összeállítása felülről lefelé az alábbi:

- Különleges csatlakozófej*, mely egyrészt mechanikus kapcsolat a kábel és a detonátorzsinórokat kifeszítő sodratok között, másrészt a villamos vezeték az értől a gyutacsig.
- Gyutacstartó* a gyutaccsal, mely az előbbihez menetesen kapcsolódik; a gyutacshoz csatlakozik alulról a detonátorzsinór.
- Párhuzamos *detonátorzsinórokból álló töltet*, melynek anyaga a lazítás helyén uralkodó hőmérséklettől függően nitropenta (140 °C), hexogén (180 °C) vagy oktogén (210 °C). A töltet méterenkénti súlya a lazítandó cső belső átmérőjének és a lazítás helyén uralkodó hidrosztatikai nyomásnak a függvénye. Az 1. ábrán látható diagramból a nyomás függvényében leolvasható a különböző méretű fúrócsövek lazításához szükséges fajlagos töltet súlya g/m-ben [1].
- Feszítőszálak* és a *súly* tartják a 10 m hosszú töltetet feszített állapotban, és ezek a robbantás után a kábelrel együtt kihúzhatók a lyukból.



1. ábra

A különböző méretű fúrócsövek robbantásos lazításához szükséges robbanóanyag mennyisége a hidrosztatikus nyomás függvényében

2. táblázat

A fúrás jele	A fúrócső átmérője hüvelyk	Izap-fajsúly kp/dm <sup>3</sup>	A lazítás mélysége m	A mentendő rudazat teteje a lecsavarás után m	Eredmény*
Őri-1.	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> **	1,10	2414—2402	—	N
	5		2305—2295	—	N
	5		2274—2264	2254	S
Sem-1.	5	1,45	1830—1820	1826	S
Víz-19.	5	1,10	134—124	—	N
			126—116	120	S
Be-6.	5	1,50	1104—1094	—	N
			1030—1020	970	S
Be-9.	5	1,50	2099—2089	1804	S
Mi-28.	5	1,30	2130—2120	—	N
			2114—2104	2113	S
Szen-5.	5	1,83	2060—2050	1744	S
Cseszt-3.	5	1,54	3341—3331	—	N
Tar-13.	5	1,72	1898—1888	1898	S
			1595—1585	1659	S
			1597—1587	1637	S
			1647—1637	—	N
Be-19.	5	1,72	1640—1630	1646	S
			1650—1640	1731	S
			1730—1720	—	N
			1725—1715	—	N
Nl-402.	5	1,28	1370—1360	1374	S
Bő-1.	5	1,82	3112—3102	3102	S
Táz-5.	2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1,30	1797—1807	—	N
			1791—1801	1748	S
Táz-13.	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,30	2228—2218	2213	S
Táz-11.	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,32	1772—1762	1770	S
Let-1.	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2,04	3700—3690	—	N
Szk-69.	2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1,30	1716—1706	1536	S
B-501.	9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> **	1,20	1130—1120	—	N
			1030—1020	1029	S
B-I.	2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1,56	3740—3730	—	N
			2152—2142	2135	S
Ort-7.	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,10	2149—2139	2138	S
			2157—2147	2147	S

\* S: sikeres oldás; N: sikertelen lazítási kísérlet

\*\* Súlyosítóban végzett lazítási kísérlet

Az első robbantásos lazításra 1960-ban az Őriszentpéter-1. jelű fúrásban került sor. Azóta 20 fúrólukban végeztünk ilyen műveletet (2. táblázat).

A táblázatban csak azokat a műveleteket soroltuk fel, amelyek során tényleges robbantás történt; az összeállításból látható, hogy a 35 lazítási műveletből 22 volt sikeres. Több fúrólukban 2—3 lazítási kísérlet hozott csak eredményt a megszorulás helyének pontatlan ismerete miatt; ez a tény arra int, hogy a megszorulás helyének meghatározását célzó műszert mielőbb célszerű kifejleszteni. Ugyanis ha a robbantás a megszorult csőszakaszban végezzük, a detonációs hullámok a megszorulást okozó tömeg olyannyira csillapítja, hogy csak kevés energia jut a szabad csőszakaszhoz, és ez nem elégséges az oldás kiváltásához. Ezért, ha az első lazítási kísérlet eredménytelen volt, és a robbantás következtében a lazítószerszám nem maradt lent a lyukban (Let-1.), akkor néhány fúrócsővel feljebb a robbantást megismételtük; ezek mindig sikeresek voltak (Be-6., Mi-28. stb.).

A 2. táblázatból kitűnik az is, hogy a fúrócső a lazítás mélységétől, több esetben jóval feljebb oldódott (Szen-5., Be-9., Szk-69.). Ennek az oka a fúrócsőoszlop nem megfelelő előkészítése, mely főleg a helytelen előfeszítésből adódhat. Ugyanis ha a lazítás mélységéhez tartozó előfeszítő fordulat helyett pl. 5"-es fúrócső esetén 0,20 fordulattal kevesebbet forgatunk, akkor az oldás irányába kellő mértékben előfeszített menet mélysége már 100 m-rel feljebb lesz. Adódott kivételes eset is pl. a Be-19-es fúrásban, ahol a fúrócsövet valószínűleg szakaszokban fogta meg a réteg, és a mentés közben végzett körüljárások, gyakori robbantásos lazítások után a fúrócső az esetek nagy részében a lazítás mélységénél lejjebb oldódott.

Két esetben (Őri-1. és B-501.) próbáltunk súlyosítóban végezni lazítórobbantást, sajnos eredménytelenül, mert a diagramból leolvasható fajlagos hexogénmennyiség a súlyosítóban nem alkalmazható annak kisebb belső átmérője miatt. A belső átmérők arányában csökkenteni kell a lazító töltet mennyiségét az esetleges csőszűrések elkerülése végett (hosszszanti repedés, bemaródás stb.), viszont a lecsökkentett töltetmennyiség nem elegendő a lazítás sikeres elvégzéséhez a súlyosító nagy tömege miatt.

Abszolút sikertelen volt a művelet három nagymélységű fúrásban (Cseszt-3., Let-1., B-I.). Valószínűnek látszik — bár az említett három fúrásán kívül több nagymélységű adat nem áll rendelkezésünkre —, hogy az 1. ábra diagramja és az 1. táblázat előfeszítő forgatási adatai nagymélységű robbantásos lazításokhoz nem alkalmazhatók egyértelműen.

Összefoglalva megállapítható, hogy a robbantásos csőlazítást, mint a megszorult fúrócső mentésének egyik módszerét, sikeresen alkalmaztuk. A jövőben a megszorulás helyét jelző detektorok bevezetésével és a fúrórudazat gondosabb előkészítésével a sikertelen és többszöri lazítási kísérletek remélhetőleg elkerülhetők lesznek.

IRODALOM

[1] Leblond, A.—Renaud, J.: Cours de forage rotary. Paris, Technip, 1964.

# A széndioxid átoldódási mechanizmusának vizsgálata

BÁLINT VALÉR—  
PACH FERENC—  
TISZAI GYÖRGY

A tanulmány foglalkozik a széndioxid-olaj-víz rendszerekben lejátszódó átoldódási jelenségek fizikai és matematikai leírásával, valamint értelmezi a jelenségek időbeli alakulását döntően befolyásoló paraméterek hatását.

Tartalmazza a széndioxid-tartalmú olaj, illetve víz konvektív diffúziós együtthatóinak meghatározására alkalmas matematikai modellt, valamint a fizikai modellen elvégzett kísérletek eredményeit.

Olajat és vizet együttesen tartalmazó rendszerek esetén különböző matematikai modelleket javasol a konvektív diffúziós koncentrációeloszlás előrejelzésére a különböző típusú átoldódási mechanizmusoknak megfelelően.

A gyakorlati alkalmazás szempontjából legfontosabb rendszerekre meghatározza a széndioxid olajbeli és vízbéli konvektív diffúziós tényezőinek konkrét értékeit, és közli a meghatározás analitikai megoldását.

A széndioxidos olajkiszorítás hatásmechanizmusának vizsgálata, valamint a folyamat előrejelzése olyan analitikus összefüggésekkel írható le, melyek feltétlenül tartalmazza a széndioxid olaj- és vízbéli konvektív diffúziós együtthatóját.

A diffúziós jelenség tulajdonképpen a külső kényszer nélküli koncentrációgradiens hatására bekövetkező koncentrációkiegyenlítődésre való törekvés, melynek időbeli alakulását az ún. diffúziós tényező szabályozza. Amikor a közeg külső kényszer hatására áramlik is, a koncentrációkiegyenlítődési folyamatot konvektív diffúziós jelenségnek nevezzük.

A kísérleti tapasztalatok szerint a széndioxidos olajkiszorítás — amikor valamilyen módon széndioxidot is sajtolunk a tárolóba —, többletolajat eredményez a vizes kiszorításhoz képest. A többletolaj a besajtott széndioxid egy részének az olajba való átoldódása folytán nyerhető.

Az olaj széndioxid-tartalmától függően kedvező hatású jelenségek játszódhatnak le: csökken az olaj viszkozitása, megnő a térfogata (duzzad) és olyan kémiai reakció (detergensképződés) mehet végbe, melynek eredményeképpen lecsökken az olaj és víz közötti határfelületi feszültség, a nedvesítési viszonyok kedvezően alakulnak, megváltozik a relatív áteresztőképességi arány; összegezve: nő az olajkihozatal.

A jelenség követéséhez, matematikai leírásához feltétlenül szükséges a széndioxid átoldódási mechanizmusának, valamint a fázisok diffúziós koncentrációeloszlását meghatározó konvektív diffúziós együtthatóknak a megbízható ismerete.

Olyan modell, amellyel ezeket a paramétereket közvetlenül meghatároznánk, nem áll rendelkezésünkre, ezért a meglévő kísérleti berendezéssel mért adatok feldolgozásához matematikai modellt alkalmaztunk, melynek segítségével a konvektív diffúziós együtthatók számíthatók. A felállított matematikai modellt felhasználtuk a konkrét kísérleti adatok kiértékelésé-

hez, és így jó közelítéssel meghatároztuk vízben és olajban a széndioxid áramlás közbeni konvektív diffúziós együtthatóit, illetve a rendszer paramétereitől való függését.

## 1. A széndioxid-átoldódási mechanizmus általános vizsgálata

A széndioxidos olajkiszorítás matematikai követéséhez ismernünk kell az egymással érintkező széndioxid-olaj-víz rendszerekben lejátszódó jelenségeket. Kísérletileg igazolt tény, hogy a rendszer paramétereitől ( $p$ ,  $T$ , anyagi minőség stb.) függően az olaj- és vízfázis között széndioxid-átoldódás játszódhat le. A széndioxidcsere hatására az olaj- és vízfázis széndioxidos koncentrációi megváltoznak a kiindulási koncentrációkhoz képest.

Hosszú idő elteltével az olaj és víz széndioxidos koncentrációinak hányadosa az ún. egyensúlyi megoszlási arány. A fázisok közötti széndioxidcsere időbeli alakulásának vizsgálata, vagyis az átoldódási mechanizmus tisztázása a széndioxidos olajkiszorítási folyamat előrejelezhetősége szempontjából is lényeges feladat.

### A széndioxid-átoldódási mechanizmus matematikai modellje

Tegyük fel, hogy olaj- és vízfázis érintkezik egymással, melyek kiindulási [ $t < 0$ ] széndioxidos koncentrációi:

$$C_o(x; t \leq 0) = C_{oo} = \text{konst. tetszőleges } x, \quad (1)$$

$$C_w(x; t \leq 0) = C_{wo} = \text{konst. tetszőleges } x.$$

Általános esetben  $t=0$ -kor (az érintkezés pillanatában) az  $x=0$  síknál (az olaj és víz határánál) széndioxid-átadás indulhat meg. A fázishatáron időegység alatt átadott széndioxid mennyiségét az egyes fázisok diffúziós szállításán kívül a határfelület megoszlási arányának az egyensúlyi megoszlási aránytól való eltérése határozza meg. Az  $x=0$  síknál az egyik fázisra vonatkoztatva forrás, a másikra nyelő működik, melyek intenzitása:

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha \left[ C_o(x; t) - \frac{C_w(x; t)}{K_e} \right]_{x=0}, \quad (2)$$

ahol  $\alpha$  az egységnyi koncentrációkülönbség hatására az időegység alatt átadott széndioxid-mennyiség;  $K_e$  az egyensúlyi megoszlási arány; értéke

$$K_e = \frac{C_w(t \rightarrow \infty)}{C_o(t \rightarrow \infty)}. \quad (3)$$

Ha  $\frac{dQ}{dt} < 0$ , akkor az olajfázis szempontjából forrásról,

ha  $\frac{dQ}{dt} > 0$ , akkor nyelőről beszélünk.

Nyelő, illetve forrás esetén az átoldódás differenciálegyenletei:

$$D_w \frac{\partial^2 C_w}{\partial x^2} = \frac{\partial C_w}{\partial t} - \frac{dQ}{dt}, \quad (4)$$

$$D_o \frac{\partial^2 C_o}{\partial x^2} = \frac{\partial C_o}{\partial t} + \frac{dQ}{dt}, \quad (5)$$

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha \left[ C_o(x; t) - \frac{C_w(x; t)}{K_e} \right]_{x=0}. \quad (6)$$

Ezen háromismeretlenes  $[C_o(x; t); C_w(x; t); \frac{dQ}{dt}]$  differenciálegyenlet-rendszer kezdő és határfeltételei:

$$C_w(x; t=0) = C_{w0} \quad \text{és} \quad C_w(x; t \rightarrow \infty) = C_{w\infty} = K_e \cdot C_{o\infty}$$

$$C_o(x; t=0) = C_{o0} \quad C_o(x; t \rightarrow \infty) = C_{o\infty}. \quad (7)$$

A szükséges és célszerű matematikai műveletek elvégzése után a széndioxid víz- és olajbeli koncentrációváltozását az alábbi egyenletek írják le a kezdő és határfeltételek figyelembevételével:

$$C_w(x; t) = C_{w0} + [K_e \cdot C_{o\infty} - C_{w0}] \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_w \cdot t}}, \quad (8)$$

$$C_o(x; t) = C_{o0} + [C_{o\infty} - C_{o0}] \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_o \cdot t}}, \quad (9)$$

ahol 
$$\operatorname{erfc}(z) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-s^2} ds. \quad (10)$$

A levezetéssel kapott (8) és (9) egyenletek alapján széndioxid-olaj-víz rendszerekben a széndioxid-átoldódás mechanizmusa a következőképpen fogalmazható meg: az egyes fázisok kiindulási koncentrációjuktól ( $C_{w0}; C_{o0}$ ) fázisokon belüli diffúzió ( $D_w, D_o$ ) által meghatározott ütemben igyekeznek a határfelület kezdeti koncentrációértékét ( $C_{w\infty} = K_e \cdot C_{o\infty}; C_{o\infty}$ ) elérni.

*A folyamat analitikus leírásában szereplő paraméterek diszkussziója és értelmezése*

A (8) és (9) egyenletekben

$D_o, D_w$  az olaj- és a vízfázis adott viszonyok ( $p, T, \dots$ ) mellett diffúziós együtthatói;

$K_e$  az adott fizikai körülmények között az egymással egyensúlyban levő víz és olaj széndioxid-koncentrációinak aránya, egyensúlyi megoszlási arány;

$C_{o\infty}; C_{w\infty} = K_e \cdot C_{o\infty}$  hosszú idő elteltével, stacioner esetben kialakuló olaj- és vízfázis egyensúlyi koncentrációi.

A fenti paraméterek és a kísérlet jellemzői — beleértve az egyes fázisok térfogatarányát is —, nem függetlenek egymástól.

Jelöljük a kezdeti olajfázis térfogatát  $V_o$ -val és a kezdeti vízfázis térfogatát  $V_w$ -vel. Eltekintve a fázisok térfogatváltozásától, anyagmérleg segítségével kapjuk:

$$C_{o0} \cdot V_o + C_{w0} \cdot V_w = C_{o\infty} \cdot V_o + K_e \cdot C_{o\infty} \cdot V_w, \quad (11)$$

vagyis

$$C_{o\infty} = \frac{C_{o0} + \frac{V_w}{V_o} \cdot C_{w0}}{1 + \frac{V_w}{V_o} \cdot K_e}. \quad (12)$$

Látható, hogy a térfogatarány, az egyensúlyi megoszlási arány és a kiindulási koncentrációk határozzák meg a stacioner esetbeli koncentrációkat, melyek egyben a határfelület kezdeti koncentrációi is.

Speciális esetek:

— Ha az olajfázis térfogata mellett a vízfázis térfogata elhanyagolható, azaz  $V_o \gg V_w$ , akkor  $C_{o\infty} \approx C_{o0}$  és  $C_{w\infty} \approx K_e \cdot C_{o\infty}$ , tehát az olajfázis széndioxidos koncentrációja alig változik.

— Ha  $V_o \ll V_w$ , ekkor  $C_{w\infty} \approx C_{w0}$ ;  $C_{o\infty} \approx \frac{C_{w0}}{K_e}$ , tehát a vízfázis széndioxidos koncentrációjának változása elhanyagolható.

— Ha a kiindulási koncentrációk aránya megegyezik az egyensúlyi megoszlási aránnyal,  $\frac{C_{w0}}{C_{o0}} = K_e$ , akkor a határfelület kezdeti koncentrációi:  $C_{o\infty} = C_{o0}$  és  $C_{w\infty} = C_{w0}$ , tehát a két fázis között széndioxidcsere ebben az esetben nem lép fel.

#### *A széndioxid látszólagos megoszlási aránya széndioxid-olaj-víz rendszerekben*

Mint ahogy az várható volt és a kapott összefüggésekből látható, a széndioxid-olaj-víz rendszerekben az esetleges széndioxid-kicserélődés időben változó folyamat. Egy adott időpillanatban a vízfázis átlagos koncentrációjának az olajfázis átlagos koncentrációjához való arányát „látszólagos megoszlási arány”-nak nevezhetjük, mely természetesen függhet az időtől.

Tegyük fel, hogy a vízfázis átlagos hossza  $\Delta x_1$ , az olajfázisé  $\Delta x_2$ . Ekkor tetszőleges  $t$  időpillanatban az átlagkoncentrációk:

$$C_{w\text{átlag}}(t) = \frac{1}{\Delta x_1} \int_0^{\Delta x_1} C_w(x; t) dx, \quad (13)$$

$$C_{o\text{átlag}}(t) = \frac{1}{\Delta x_2} \int_0^{\Delta x_2} C_o(x; t) dx. \quad (14)$$

Így egy adott időpillanatban a „látszólagos megoszlási arány”:

$$K(t) = \frac{\frac{1}{\Delta x_1} \int_0^{\Delta x_1} C_w(x; t) dx}{\frac{1}{\Delta x_2} \int_0^{\Delta x_2} C_o(x; t) dx}. \quad (15)$$



A (8) és (9) összefüggéseket a (15) kifejezésbe helyettesítve, kapjuk:

$$K(t) = K_e \frac{1 - \left(1 - \frac{C_{w0}}{C_{w\infty}}\right) \frac{1}{\Delta x_1} \int_0^{\Delta x_1} \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D_w \cdot t}} dx}{1 - \left(1 - \frac{C_{o0}}{C_{o\infty}}\right) \frac{1}{\Delta x_2} \int_0^{\Delta x_2} \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D_o \cdot t}} dx} \quad (16)$$

Porózus rendszer esetén feltételezhető, hogy a hiba-függvény argumentuma kicsiny ( $t$  nem kicsi), így a (16) kifejezésben szereplő integrál elvégzéséhez az erf függvény sorba fejtett alakját használhatjuk fel:

$$\operatorname{erf} \xi \approx \frac{2}{\sqrt{\pi}} (\xi + \Delta 0). \quad (17)$$

A (17) összefüggés figyelembevételével a (16)-ból kapjuk:

$$K(t) \approx K_e \frac{1 - \left(1 - \frac{C_{w0}}{C_{w\infty}}\right) \frac{\Delta x_1}{2\sqrt{\pi \cdot D_w \cdot t}}}{1 - \left(1 - \frac{C_{o0}}{C_{o\infty}}\right) \frac{\Delta x_2}{2\sqrt{\pi \cdot D_o \cdot t}}} \quad (18)$$

Mindebből látható, hogy a „látszólagos megoszlási arány” időben annál gyorsabban közeledik az egyensúlyi értékhez, minél kisebb az egyes fázisok átlagos „csepp”-mérete ( $\Delta x_1$ ;  $\Delta x_2$ ) és minél nagyobbak a diffúziós együtthatók.

Minél kisebbek a porózus rendszerben az egymással érintkező olaj- és víz-„cseppek”, annál inkább pillanatszerű a fázisok közötti széndioxidcsere, vagyis az átoldódás.

## 2. A széndioxid olaj- és vízbéli diffúziós együtthatójának meghatározása

Különböző széndioxid-tartalmú fluidumok egymással való kiszorítási folyamata függ a fluidumon belüli diffúziós tényezőtől is. Célunk egy olyan matematikai modell felállítása volt, melynek alapján a folyadék minőségével és a rendszer külső paramétereivel ( $p$ ,  $T$ ,  $v$ , ...) változó széndioxidos diffúziós tényező a meglévő kísérleti berendezéssel mért adatok feldolgozásával meghatározható.

### A diffúziós tényező meghatározására alkalmas matematikai modell

Tételezzük fel, hogy a modellben levő folyadék kezdetben  $c_0$ =konstans koncentrációeloszlással rendelkezett és  $t=0$ -kor az  $x=0$  helyen  $c_1$ =konstans koncentrációjú folyadékot injektálunk be.

Célszerű és egyben szükségszerű a folyamat matematikai leírását a széndioxidos olajkiszorítás lényeges eseteire: folyamatos és impulzusos beinjektálásra is megadni.

Mindkét esetben ún. „konvektív-diffúziós differenciálegyenlet”-et — adott kezdeti és határfeltételekhez illesztve — kell megoldani. Mint ismeretes, áramlás közben, lineáris rendszer esetén a diffúziós differenciálegyenlet:

$$D \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \left( \frac{\partial c}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial c}{\partial x} \right) \phi. \quad (19)$$

a) *A beinjektálási koncentráció időben állandó*

A kezdeti és határfeltételek:

$$c(x, t=0) = c_0 = \text{konstans } x \text{ tetszőleges}, \quad (20)$$

$$c(x=0, t) = c_1 = \text{konstans } t \text{ tetszőleges}. \quad (21)$$

A megfelelő matematikai műveletek elvégzésének eredményeként a konvektív diffúziós eloszlás folyamatos besajtolás esetén — levezetés nélkül —:

$$C(x; t) = \frac{c(x; t) - c_0}{c_1 - c_0} = \frac{\operatorname{erfc} \frac{x - v \cdot t}{2\sqrt{D^* t}} + e^{\frac{v \cdot x}{D^*}} \operatorname{erfc} \frac{x + v \cdot t}{2\sqrt{D^* t}}}{2}, \quad (22)$$

ahol

$$D^* = \frac{D}{\phi} \text{ és}$$

$$\operatorname{erfc}(z) = (10) \text{ szerint}. \quad (23)$$

A koncentráció hely- és időfüggésére kapott (22) egyenlet a „dugattyúszerű” koncentrációeloszlástól való eltérést írja le, melynek fizikai tartalma: a koncentrációgradiens hatására bekövetkező diffúzió.

b) *A beinjektálási koncentráció T hosszúságú impulzus*

Abban az esetben, amikor  $0 \leq t \leq T$  ideig a beinjektálási koncentráció  $c_1$ , különben  $c_0$ , a kezdeti és határfeltételre kapjuk:

$$c(x; t=0) = c_0 = \text{konstans } x \text{ tetszőleges}, \quad (24)$$

$$c(x=0; t) = c_0 + (c_1 - c_0)[1(t) - 1(t - T)] = c_0 + (c_1 - c_0)d(t, T), \quad (25)$$

ahol  $1(t)$ : az „egységugrás” függvény,  $d(t, T)$ : az egységnyi amplitúdójú,  $T$  hosszúságú „impulzusfüggvény”.

A megfelelő matematikai levezetés után kapjuk:

$$C(x; t) = \frac{c(x; t) - c_0}{c_1 - c_0} = \frac{\operatorname{erfc} \frac{x - v \cdot t}{2\sqrt{D^* t}} + e^{\frac{v \cdot x}{D^*}} \operatorname{erfc} \frac{x + v \cdot t}{2\sqrt{D^* t}}}{2} - \frac{\operatorname{erfc} \frac{x - v \cdot (t - T)}{2\sqrt{D^* (t - T)}} + e^{\frac{v \cdot x}{D^*}} \operatorname{erfc} \frac{x + v \cdot (t - T)}{2\sqrt{D^* (t - T)}}}{2} \cdot 1(t - T). \quad (26)$$

A (26) kifejezés két tagból áll. Fizikailag az első tag folyamatos, az időben állandó beinjektálási koncentráció esetén várható koncentrációeloszlást, míg a második tag  $T$ , azaz a dugó (impulzus) beinjektálási idejével később kezdődő negatív intenzitású beinjektálás mellett várható eloszlást írja le. A két kifejezés együtt egy  $T$  hosszúságú dugó hatására kialakuló koncentrációeloszlás hely- és időfüggésének matematikai előrejelzése.

Az eddig levezetett megoldások arra az esetre vonatkoznak, amikor a kiszorító és kiszorítandó folyadék minősége azonos, csupán széndioxidos koncentrációtartalmuk különböző. Bonyolultabb a jelenség, így a matematikai leírás is, ha a kiszorítandó közeg több folyadékból tevődik össze.

*Konvektív diffúziós eloszlás olaj-víz rendszerekben a széndioxid-átoldódás figyelembevételével*

Amikor széndioxid, olaj és víz érintkezik egymással, a fázishatáron széndioxid-átoldódás indulhat meg. A széndioxidos vizes kiszorítás, valamint a széndioxidos dugót követő vizes kiszorítás esetén is a beinjektált folyadék szempontjából a széndioxid másik fázisba való átoldódása egy széndioxidnyelőnek (abszorpció) felel meg.

Porózus közegben a fázisok egységnyi térfogatára vonatkoztatott relatív érintkezési felület nagy, vagyis az érintkező fázisok átlagos „csepp”-mérete kicsiny,

$$\frac{c(x, t) - c_0}{c_1 - c_0} = \text{Di}(v) - \frac{\alpha^* v^2}{D^*} \left[ \frac{x}{v} e^{\frac{vx}{D^*}} \text{erfc} \frac{x+vt}{2\sqrt{D^*t}} + \left( t - \frac{x}{v} \right) \left[ \text{Di}(v) - 1 \left( t - \frac{x}{v} \right) \right] \right], \quad (28)$$

ahol  $\text{Di}(v)$  a tiszta diffúziós eloszlás,

$$\alpha^* = \frac{\alpha}{\phi} \text{ és}$$

$\delta$  — Dirac-függvény, míg

$\text{erfc}(z)$  a már ismert összefüggés (10).

*b) A kiszorító és kiszorítandó fázisok érintkezési felületén az átoldódás az idő exponenciális függvénye*

A (28) egyenlet olyan feltételezés mellett írja le a jelenséget, hogy a széndioxid-átoldódás az  $x = v \cdot t$  helyen pillanatszerűen megy végbe. Porózus közegben a széndioxid-átoldódás valószínűleg gyorsan, de nem pillanatszerűen játszódik le.

A széndioxid-átoldódás időbeli alakulása — az átoldódás és az adszorpció hasonlósága miatt —

$$\frac{c(x; t) - c_0}{c_1 - c_0} = \text{Di}(v) - \frac{(\beta^* \cdot \tau) v^2}{D^*} \left[ \frac{x}{v} e^{\frac{vx}{D^*}} \text{erfc} \frac{x+vt}{2\sqrt{D^*t}} + \left( t - \frac{x}{v} \right) \left[ \text{Di}(v) - 1 \left( t - \frac{x}{v} \right) \right] - \tau \left[ \text{Di}(v) - e^{\frac{vx}{D^*} \delta - \frac{t}{\tau}} \text{Di}(v^*) - 1 \left( t - \frac{x}{v} \right) \left( 1 - e^{-\frac{1}{\tau} \left( t - \frac{x}{v} \right)} \right) \right] \right], \quad (31)$$

ahol  $\beta^* = \frac{\beta}{\phi}$

$$v^* = v(1 - 2\delta) \quad (32)$$

és

$$1 - 2\delta = \sqrt{1 - 4 \frac{D^*}{v^2}} \quad (33)$$

Látható, hogy pillanatszerű átoldódást feltételezve ( $\tau = 0$ ) visszakapjuk a (28) megoldást, és ha nincs

és az áramlás közbeni diffúziós együtthatók nem kicsik, így a (16) vagy a (18) egyenletek figyelembevételével feltételezhetjük, hogy a széndioxid-átoldódás igen gyors, határesetben a Dirac-függvénnyel közelíthető.

*a) A kiszorító és kiszorítandó fázisok érintkezési felületén az átoldódás pillanatszerű*

Tételezzük fel, hogy a széndioxid-átoldódás egy tetszőleges  $x$  helyen a  $t = x/v$  időben pillanatszerűen,  $\alpha$  intenzitással játszódik le.

Matematikailag a nyelő intenzitása:  $\alpha \cdot \delta \left( t - \frac{x}{v} \right)$ .

Így a széndioxid-átoldódás figyelembevételével a konvektív diffúziós differenciálegyenlet:

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \left( \frac{\partial C}{\partial t} + v \frac{\partial C}{\partial x} \right) \phi + \alpha \cdot \delta \left( t - \frac{x}{v} \right). \quad (27)$$

Új változók bevezetésével, valamint a szükséges és célszerű műveletek elvégzése után kapjuk:

a Langmuir-féle kinetikus adszorpció egyenlettel analóg módon közelíthető.

Az időegység alatt átoldódott széndioxid:

$$\beta \cdot e^{-\frac{1}{\tau} \left( t - \frac{x}{v} \right)} 1 \left( t - \frac{x}{v} \right), \quad (29)$$

ahol  $\beta$  az átoldódás intenzitása;

$\frac{1}{\tau}$  az átoldódási sebesség, állandó.

A pillanatszerű átoldódásnak a  $\tau = 0$ ;  $\alpha = \beta \cdot \tau$  felel meg.

A konvektív diffúziós differenciálegyenlet a (29) összefüggés szerinti átoldódás esetén:

$$D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \left( \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} \right) \phi + \beta \cdot 1 \left( t - \frac{x}{v} \right) e^{-\frac{1}{\tau} \left( t - \frac{x}{v} \right)}. \quad (30)$$

A levezetés mellőzésével végeredményként kapjuk:

széndioxid-átoldódás ( $\alpha$  vagy  $\beta = 0$ ), úgy a tiszta diffúziós eloszlást (22) kapjuk.

Abban az esetben, amikor a beinjektált víz széndioxid-koncentrációja  $T$  hosszúságú impulzus, a megoldás az előbbi fejezetben alkalmazott gondolatmenet alapján a következő:

Tetszőleges  $x$  helyen,  $t$  időpillanatban a koncentráció a folyamatos beinjektálás mellett  $x$  helyen  $t$  időpillanatban és az  $x$  helyen  $t' = t - T$  időpillanatban várható koncentrációk különbsége.

### 3. A konvektív diffúziós tényezők értékeinek meghatározása széndioxid-olaj, széndioxid-víz rendszerekben

1. táblázat

$v \cdot 10^3, \text{cm/s}$	$D \cdot 10^3, \text{cm}^2/\text{s}$	$\mu_0/\mu_1$	$R_{o,0}, \text{m}^3/\text{m}^3$	$R_{o,1}, \text{m}^3/\text{m}^3$
5,10	6,43	2,528	0	202
5,80	2,04	1,429	106	208
5,50	6,24	2,333	0	166
5,40	1,085	1,114	166	204
10,55	0,328	0,385	204	0
2,70	0,071	0,385	207	0
11,00	17,90	2,600	0	202
5,51	0,116	0,386	202	0
8,00	11,84	2,528	0	202
8,03	0,229	0,396	202	0
2,77	3,08	2,528	0	199
8,00	0,2332	0,396	199	0
5,25	2,954	1,717	0	92
5,80	2,06	1,472	92	200
5,65	5,55	2,275	0	162
5,35	0,172	0,440	162	0
10,55	7,38	1,750	0	93

A konvektív diffúziós együttható meghatározása egy  $L=95 \text{ cm}$  hosszú,  $A=6,12 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű természetes magminta porítása és tömörítése révén létrehozott modellen történt. A rendszer paraméterei közül a nyomás ( $p \approx 130 \text{ at}$ ), hőmérséklet ( $T \approx 82 \text{ }^\circ\text{C}$ ) és a folyadék minősége (lovászi olaj vagy desztillált víz) az összes kísérletnél azonos, míg az áramlási sebességet, a kiszorítandó és kiszorító fluidum viszkozitárányát ( $\mu_0/\mu_1$ ) és koncentrációit ( $C_0; C_1$ ) kísérletenként változtattuk. A fizikai modellen mértük az  $x=L$  kilépési hely redukált koncentrációeloszlás időfüggését, majd a (22) összefüggéssel elvileg közelítettük. A mért adatokhoz legjobban illeszkedő elvi diffúziós eloszláshoz tartozó diffúziós tényező az adott esetben a rendszer konvektív diffúziós tényezője.

#### A széndioxid olajbéli konvektív diffúziós tényezői

A modellt  $C_{o0}[R_{o0}]$  koncentrációjú lovászi olajjal telítettük, majd azt  $v$  sebesség mellett kiszorítottuk  $C_{o1}[R_{o1}]$  koncentrációjú lovászi olajjal.

A kilépési hely koncentrációeloszlásából a diffúziós tényező meghatározható.

Az elvégzett kísérleti mérésekből nyert széndioxid konvektív diffúziós tényezőit lovászi olajban az 1. táblázat foglalja össze.

A kísérleti adatok analitikus közelítésére az adott sebesség- és viszkozitárány-tartományban úgy találtak, hogy alkalmas a

$$D = \left( \frac{\mu_0}{\mu_1} \right)^2 \cdot [av^2 + b]$$
 alakú összefüggés, ahol a legkisebb négyzetek módszerével  $a \approx 0,0167 \cdot 10^3 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \left( \frac{\text{s}}{\text{cm}} \right)^2$

$$b \approx 0,470 \cdot 10^{-3} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$$

A mért és a számolt koncentrációeloszlások jól illeszthetők a kilépési helyen, mint ahogy ezt az 1. és 2. ábra is szemlélteti, ahol  $\blacktriangle$  a mért, a folytonos vonal pedig a feltüntetett paraméterekkel számolt koncentrációeloszlás, így feltételezhetjük, hogy tetszőleges helyen a modell előrejelzése elfogadható.

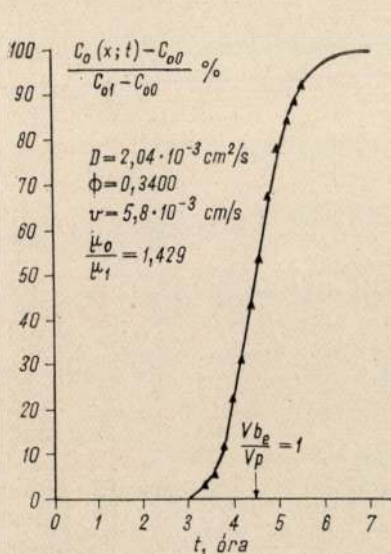
Az ábrákból is látható, hogy a molekuláris diffúzió, valamint az áramlássebesség-szórás miatt a koncentrációeloszlás eltér a dugattyúszerű profiltól, és pedig annál inkább, minél nagyobb a sebesség.

#### A széndioxid konvektív diffúziós tényezői vízben

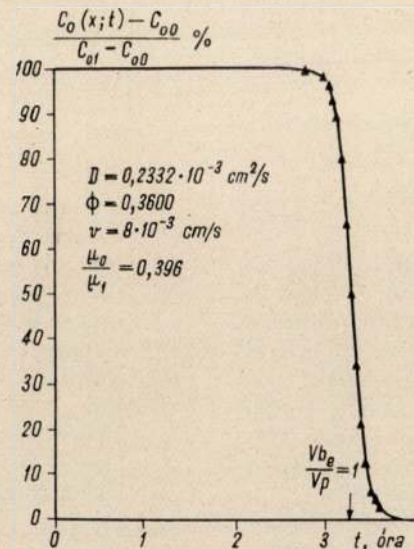
A kísérletek során az előbbieket szerint előkészített fizikai modellt különböző  $C_{w0}(R_{w0})$  koncentrációjú desztillált vízzel telítettük és  $C_{w1}(R_{w1})$  koncentrációjú desztillált vízzel  $v$  sebesség mellett szorítottuk ki.

A kilépési hely koncentrációeloszlásából következtettünk a diffúziós együtthatóra.

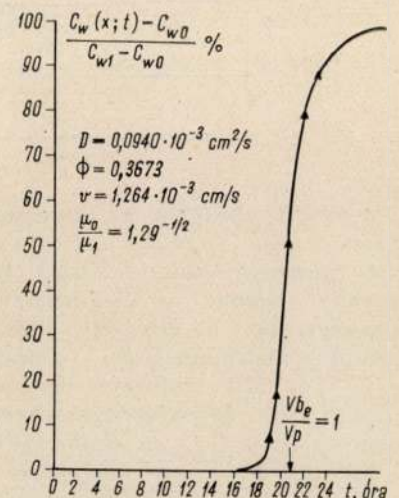
Az elvégzett mérések alapján a széndioxid konvektív diffúziós tényezőit desztillált vízben a 2. táblázatban tüntettük fel.



1. ábra. Diffúziós mérések olajban



2. ábra. Diffúziós mérések olajban



3. ábra. Diffúziós mérések vízben

2. táblázat

$v \cdot 10^3, \text{cm/s}$	$D \cdot 10^3, \text{cm}^2/\text{s}$	$\mu_0/\mu_1$	$R_{w,0}, \text{m}^3/\text{m}^3$	$R_{w,1}, \text{m}^3/\text{m}^3$
10,43	1,0749	0,880	0	20,82
10,50	1,8479	1,136	20,82	0
7,90	0,7220	0,880	0	20,82
7,95	1,2676	1,136	20,82	0
5,35	0,4555	0,880	0	19,93
5,20	0,7174	1,136	19,93	0
2,65	0,1699	0,880	0	19,93
2,67	0,2738	1,136	19,93	0
1,264	0,940	0,880	0	19,99
1,35	0,1523	1,136	19,88	0
3,91	0,3462	0,880	0	20,15
3,92	0,6150	1,136	20,15	0

Hasonlóan a széndioxid olajbéli diffúziós együtthatóinál használt analitikus közelítéshez, a széndioxid desztillált vízben mért konvektív diffúziós tényezője a vizsgált sebességtartományban:

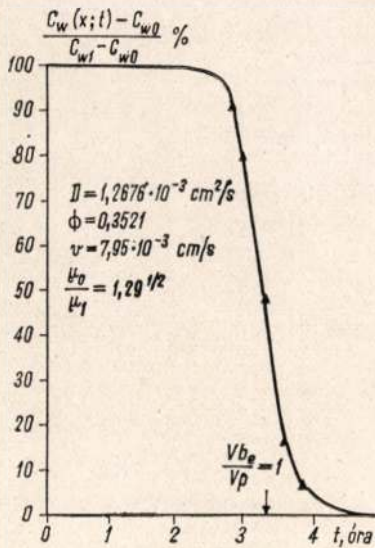
$$D = \left( \frac{\mu_0}{\mu_1} \right)^2 (Av^2 + B),$$

ahol a legkisebb négyzetek módszerével

$$A \approx 0,01156 \cdot 10^3 \text{ cm}^2/\text{s} (\text{s}/\text{cm})^2,$$

$$B \approx 0,1906 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s} \text{ értéknek adódik.}$$

A mért ( $\blacktriangle$ ) és számolt (folytonos görbe) kilépési koncentrációeloszlást szemléltetjük a 3. és 4. ábrán.

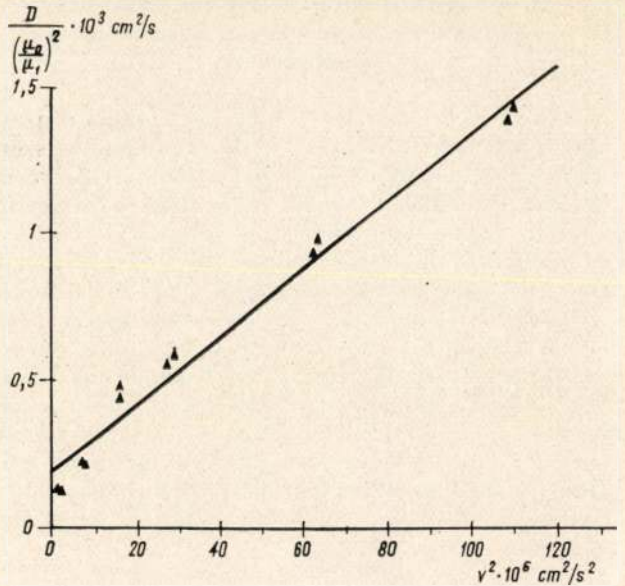


4. ábra. Diffúziós mérések vízben

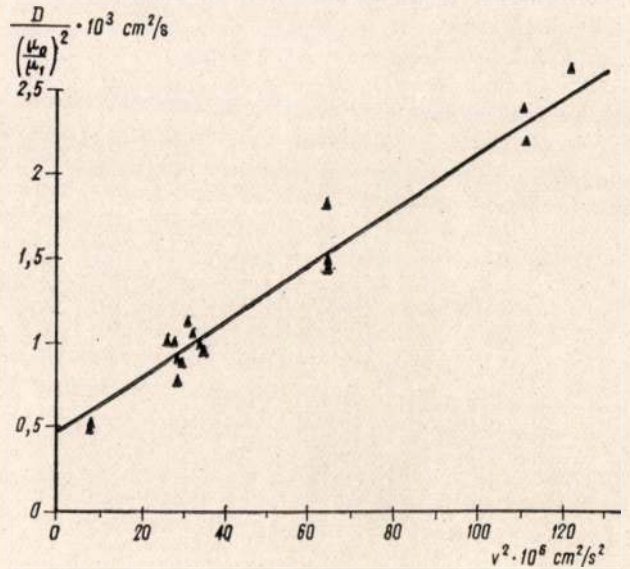
A közölt ábrákból is megállapíthatjuk, hogy az illesztés, tehát az előrejelzés elfogadható.

A széndioxid olaj- és vízbéli konvektív diffúziós tényezői függenek a viszkozitásaránytól ( $\mu_0/\mu_1$ ) és sebességtől ( $v$ ). Az elvégzett speciális kiszorítási vizsgálatok adatai alapján az 5. ábra az olaj és a 6. ábra a víz konvektív diffúziós tényezőjének változását szemlélteti a sebesség függvényében. A vonatkozó adatokat az 1. és 2. táblázatok tartalmazzák.

A közölt módszerrel különböző feltételek és viszonyok mellett egyértelműen meghatározható a széndioxid olaj- és vízbéli konvektív diffúziós tényezője.



5. ábra. Az olaj konvektív diffúziós tényezője a sebesség függvényében



6. ábra. A víz konvektív diffúziós tényezője a sebesség függvényében

## JELÖLÉSEK

$A$	a modell keresztmetszete	$\text{cm}^2$
$C$	koncentráció	térfogathányad
$D$	diffúziós tényező	$\text{cm}^2 \text{ s}^{-1}$
$K_e$	egyensúlyi megoszlási arány	—
$L$	a modell hossza	$\text{cm}$
$p$	nyomás	$\text{kp}/\text{cm}^2$
$R$	oldott gáz—olaj-viszony	$\text{nm}^3/\text{tm}^3$
$t$	idő	$\text{s}$
$T$	hőmérséklet	$^\circ\text{C}$
$s$	Laplace-paraméter	—
$v$	áramlási sebesség	$\text{cm s}^{-1}$
$x$	távolság	$\text{cm}$
$\phi$	porozitás	—
$\mu$	viszkozitás	$\text{cP}$

o	olaj
w	víz
0	kezdeti állapot
1	végállapot
∞	stacioner állapot

- [1] Babaljan—Kraucszenko—Tumaszan—stb.: KGST-jelentés. Ufa, 1968.
- [2] Smith, Ch. R.: Mechanics of secondary oil recovery. New York, Reinhold Publ. Corp., 1966.
- [3] Bálint V.—Pach F.—Tiszai Gy.: OGIL 1969. évi témajelentés.
- [4] Bálint V.—Pach F.—Tiszai Gy.: A széndioxidos olajkiszorítási folyamat előrejelzésének egyik lehetséges módszere. OGIL Műszaki és Tudományos Közleményei. Budapest, 1969.

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

### Robbantásos rétegkezelés Nagylengyelben

A nagylengyeli kőolajtelep művelése során nyert termelési tapasztalatok arra utalnak, hogy a mészkőtárolóban a repedések nem az egész tárolóra terjednek ki. Egyes megütött tárolórészekben a repedések teljesen hiányoznak annak ellenére, hogy a kút jó szerkezeti helyzetben van. Az ilyen tárolórészek nincsenek kapcsolatban a blokk repedésrendszerével, s készleteik nem termelhetőek le távoli kutakkal. Így fordulhat elő az, hogy az olaj-víz határ alól időlegesen egyes kutak vízmentes olajtermelést adnak.

A termelés fokozásának egyik módjaként kínálkozik az izolált repedésrendszerek „összekötése” például nagy hatótávolságú robbantással.

Az *Nl-28.*, *-33.* és *-41.* jelű kutakban már az 1954—55-ös években kísérletet végeztek a repedésrendszer robbantással való kiterjesztésére, azonban ezek a 4—5 kg robbanóanyaggal való próbálkozások eredménytelenek voltak, ill. olyan béléscsősrület okoztak, hogy nem lehetett az eredményt értékelni.

Az elmúlt évben az OGIL Módszertani Osztályának kezdeményezésére határozat született a robbantásos módszer továbbfejlesztésére. A vizsgálat alapján az *Nl-408.* jelű kút látszott a legkedvezőbbnek az első kísérlethez.

Ezt a kút 1967-ben mélyítették a VII. b. rudistás blokk szerkezetileg legmagasabban fekvő pontján. Az ismételt intenzív rétegmegnyitások ellenére a kút meddőnek nyilvánították, noha a tőle 150—300 m-re fekvő, jelenleg már elviesedett kutakból minimális depresszióval ez ideig 40—180 ezer t olajat termeltünk. Feltételezhető volt tehát a kút környékének izolált repedésrendszere.

Kedvező a lyuk kiképzése is: a megnyitandó mészkötőtől elendő távolságra van mind a cementdugótól, mind a béléscsősarutól.

#### A kút jellemzői:

Talpmélység	2430 m
9 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> -es béléscsősarú	202 m
7"-es béléscsősarú	2038 m
Cementdugó teteje	2154 m
A tervezett robbantás helye	2116—2126 m
Statikus folyadékoszlop-nyomás a robbantás helyén	kb. 200 att
A hőmérséklet a robbantás helyén	110 C°
A robbantás idején a lyukban átlóvíz volt.	

A kísérlet előtt a lyukat a cementdugóig kitisztítottuk, majd a lyukfalat az első sikertelen sablonleeresztési próba után omlás ellen iszappal stabilizáltuk, ezt követően egy 10 m hosszú, 138 mm külső átmérőjű csődarabot engedtünk le a robbantás szintjéig. A robbantás előtti napokban — a minél nagyobb biztonságra való törekvés érdekében — ezt többször megismételtük. Eközben megtörtént a mélységjelzők elhelyezése a gyújtókábelben. A töltet leengedését a nagykanizsai geofizikai mérőcsoport csőrlőkocsija végezte 2200 fm háromeres kábelben.

A robbantás tervezését és kivitelezését a Bányászati Kutató Intézet Bányabiztonsági és Robbantástechnikai Főosztályának szakemberei végezték. A robbanóanyagot közvetlenül a gyárból a robbantás napján szállították gépkocsin a kúthoz. A teljes elektromos gyújtóláncot magába foglaló töltettartó szerelvény az alsó és felső gyújtófejjel készre szerelt állapotban érkezett.

A töltettartó szerelvénynek a csőrlőre csévelt gyújtókábelhez való csatlakozását perforáló puskavég szerelvényekkel oldottuk meg. Az indításra HEG-180 típusú gyutacsokat használtunk fel, mégpedig a töltet mindkét végén 2—2 darabot. A töltet préselt hexogéntestekből állt, ennek iniciálása üvegtestben hermetikusan elzárt 15 g hexogén poron keresztül történt. A robbantólánc gyújtására NTR típusú robbantógépet alkalmaztunk, melynek energiája 4,25 mWs/ohm és feszültsége 1500 V.

A 240 kg összsúlyú töltetet az összeépítés során vízzáró poliészter csővel burkoltuk, s a préstestek közé a dörzsölődés elkerülése végett szűrőpapírt helyeztünk.

Az élesztett töltetet 2000 m/h sebességgel eresztettük a lyukba.

A robbantásra — mely a közepen elérendő nagyobb hatás érdekében a töltet két végéről egyszerre iniciálva történt —, 1971. február 24-én 14 órakor került sor.

A robbantás hatásaként létrejövő szeizmikus rengéseket geofonokkal figyeltük. A 250 m, ill. 420 m távolságra levő környező kutakban rétegnyomásmérő műszert helyeztünk el.

A robbantást követő pillanatban a torony koronacsigaszórán átvett gyújtókábel meglazult, majd újból megfeszült. A néhány perc múlva kihúzott kábel olajnyomot nem mutatott, s végéről kb. 10 m-es darab hiányzott.

A robbantás után 18,4 m<sup>3</sup> vizet dugattyúztunk ki a kútból. Ezután a folyadékszintet 1050 m-ben találtuk és a 8 órás lyukfigyelés után csupán 1000 m-ig emelkedett. A lyuktisztítás céljából beépített 5<sup>3</sup>/<sub>8</sub>-es fúró 2076 m-ben felült, majd forgatással is csak 2098,4 m-ig haladt akadozva. Ezután maróval építettünk be, s ezzel 2132,5 m-ig haladtunk. Közben 2126—2132,5 m között omlás miatt többször meg kellett ismételni a műveletet. A marás folyamán kismértékű iszapvesztés jelentkezett. 2039—2128 m között lyukbőségmérést végeztünk, ami a robbantás előtti szelvényvel összehasonlítva csak a robbantás helyének közvetlen közelében mutatott észrevehető bővülést. Újabb hozamvizsgálat az előbbihez hasonlóan minimális vízbeáramlást eredményezett.

A robbantási kísérletről összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a várt hatást nem sikerült elérni, a kútkörnyék áteresztőképessége lényegében nem változott. A lyukban üreg nem képződött, csupán jelentéktelen szelvénybővülés következett be.

Nagylengyel, 1971. június hó

Szeles János  
okl. olajmérnök  
(DKFV, Gellénháza)

### A széndioxidos vízelárasztás módszerének üzemi alkalmazása

A budafai mezőben — amint arról lapunkban már hírt adtunk —, sikeres széndioxidos vízelárasztási üzemi kísérlet folyik. A tapasztalatok alapján a DKFV a módszer nagyüzemi alkalmazását határozta el.

A széndioxidos öblvést a Budafa sorozat nagyobbik részére, a nyugati területre tervezték meg. A sorozat ezen a területen 4—5 homokkőrétegből áll. Ezek elárasztása egyidejűleg fog történni. A rendszer 73 reagáló kútját már kiképezték, a 42 besajtoló kút kiképzése pedig folyamatban van. Minthogy a reagáló kutak nagy része elgázosodás, elviesedés, illetve a kis rétegnyomás miatt már 5—15 éve nem termel, üzembe állításukhoz folyóvezeték, mélyszivattyúk stb. kiépítése szükséges.

A *B-III.* és *B-500.* jelű kutakból nagy nyomáson termelt széndioxid komprimálás nélkül, közvetlenül kerül a rétegbe. A besajtoláshoz 130 at kútfejnyomást biztosító három elosztó központ épül; ezekből 3 km hosszú, nagynyomású gerincvezeték ágazik el a termelőkutakhoz. A vízbesajtolási rendszer 5 km hosszú gerincvezeték a vizlágyító műből kiindulva köti össze a vízelosztó központokat. Ezek a CO<sub>2</sub>-elosztó központok mellett létesülnek. Az elosztó központokból a besajtoló kutakhoz a CO<sub>2</sub>-gáz, majd a víz közös vezetéken jut el.

A visszasajtoló rendszer kiépítésének befejezése 1971 végére várható. Előreláthatólag 1972-ben kerül majd sor a kb. 280—330 millió m<sup>3</sup> mennyiségű CO<sub>2</sub> besajtolására.

Nagylengyel, 1971. július hó

Németh Ede  
okl. olajmérnök, osztályvezető  
(DKFV, Gellénháza)

# Hévíztárolók készletének és termelőképességének meghatározása áramlástan vizsgálatok alapján

MEGYERI MIHÁLY

*Hazánkban a kőolajkutatás értékes mellékterméke a hévíz. A kutatási területek szénhidrogénekre produktív kútjai paramétereinek mérésével, a kutak minősítésével foglalkozó tárolómérnök találkozik a hévíztárolók készlete és termelőképessége meghatározásának kérdésével is. A szerző e problémák megoldásának elvi és gyakorlati lehetőségeit ismerteti.*

A Kárpát-medence különleges geotermikus adottságokkal, jelentős hévízkészlettel rendelkezik.

A hasznosítás rendkívül beruházásigényes, így szükséges, hogy a kúttal vagy kutakkal megnyitott tároló készletét, valamint termelőképességét hosszú időre ismerjük. A vízhasznosításban ezek az igények másként jelentkeznek, mint a szénhidrogén-termelésnél, mert a tárolók kutakkal való lehatárolására sok esetben nincs lehetőség, így a térfogatosságot készletbecslés nem alkalmazható.

A készletmeghatározás másik módja a hidrodinamikai tárolóhatár-vizsgálat; eredményes megvalósításához azonban folyamatos talpnyomás-regisztrálás és állandó termelési ütem szükséges. A hévízkutak termeltetésénél általában egyik feltétel sem biztosítható.

A folyamatos talpnyomás-regisztrálást a kútban bekövetkező vízkövesedés akadályozhatja. A termelési ütem függvénye a kút hőmérsékletviszonyainak. Az átlagos kúthőmérséklet a termelési idővel növekszik, így a kút hozama is változik. A hőmérséklet hatásán kívül a vízkövesedés is változtatja a termelési ütemet.

A tárolók készlete anyagmérleg alapján becsülhető.

Kiindulásul nyugalmi állapotban nyomást és hőmérsékletet mérünk, majd a kutat termelésbe állítjuk. A termelés közben időnként a talpon és kútfőjen nyomást, hőmérsékletet és mennyiséget mérünk.

A termeltetés alatt megismerjük a kút termelési paramétereit; ezek a paraméterek is jellemzők a tárolóra.

A termeltetés időtartamát megszabja az ellenőrzésünk alá vonandó vízkészlet. A kút leállítása után nyomásemelkedést mérünk; a nyomásemelkedési görbe alapján a kútkörzet paraméterei számíthatók. Az így meghatározott statikus nyomás alapját képezi a vizsgálat első műveleteként meghatározott nyugalmi nyomással együtt a készletbecslésnek.

A vizsgálat alapján a tárolók három típusba sorolhatók.

1. A termeltetés eredményeként a nyugalmi nyomás csökkenését tapasztaljuk; a készlet az anyagmérleg alapján számítható.
2. A nyomások „pillanatszerűen” állandósulnak, és a statikus nyomás nem változik. A kúttal kapcsolatban álló minimális készlet megadható.

Az alkalmazott mélységi nyomásmérő műszerek adott nyomáskülönbséget képesek megbízhatóan kimérni. Az ellenőrzésünk alá vonható minimális földtani vízkészletet úgy definiáljuk, hogy a készletet megszabja az a rugalmas víztérfogat, melynél a vizsgálat alatt kitermelt vízkészlet az alkalmazott műszer érzékenységének megfelelő nyomáscsökkenést eredményezi. A tényleges vízkészlet természetesen a számítottól lényegesen nagyobb lehet.

3. A telep statikus nyomása a kitermelt víz hatására nem változik, a minimális készlet megadható. A nyomások változása a tárolókörzet mérhető áramlási ellenállását jelzi. A termelés lehetőségét és gazdaságosságát a mérésekkel meghatározott rétegpáraméterek alapján tárolómérnöki számítások döntenek el.

Az 1. tárolótípust a *Letenye-I.* jelű kút, a 3. tárolótípust a tászkai területen mélyített kutatófúrások nyitották meg. Az alábbiakban a kutakon végzett vizsgálatokat, azok értelmezését ismertetjük.

## 1. A Letenye-I. kúttal megnyitott víztároló zártágának vagy korlátozott utánpótlásának kimutatása

A kút a 3750—3755 m között megnyitott miocén törmelékeny kőzetből adott nagy mennyiségű, a vizsgálat ideje alatt jelentős hőenergiát képviselő meleg vizet.

A kezdeti termelési paraméterek 14 mm átmérőjű fűvőkán való termeltetés mellett:  $q_w = 759 \text{ m}^3/\text{nap}$ ;  $q_g = 21\,450 \text{ m}^3/\text{nap}$ ;  $p_{wf} = 566 \text{ at}$ ;  $p_{rf} = 84 \text{ at}$ ;  $p_{cf} = 212 \text{ at}$ .

A kezdeti statikus nyomás 720 at volt. 3000 m<sup>3</sup> víz kitermelése után a nyugalmi nyomás 707 at-ban állandósult. Az eredmények ellenőrzésére 3000 m<sup>3</sup> víz újbóli kitermelése után nyomásemelkedési görbét vettünk fel. Ez igazolta az előző vizsgálat eredményét: 694 at-ra csökkent telepnyomást határoztunk meg. A kitermelt víz és a telepnyomás összefüggésének ismeretében megállapítható, hogy a tároló véges vagy korlátozott utánpótlású. A földtani készlet:

$$W = 3,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

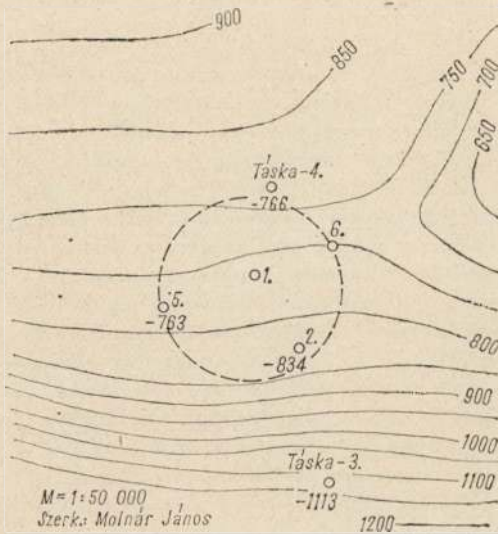
A nyomásemelkedési görbe alapján meghatározható, hogy a kúttól távolabb eső tárolórész átteresztő-képessége  $k_w = 4,2 \text{ mD}$ . A kútkörzet rendkívül jó folyadékáteresztő képességére utal az  $s = -5,75$  értékű megnyitási fok. Ez  $s = 0$ -hoz viszonyítva  $\Delta p_s = -277 \text{ at}$  nyomásnyereséget jelentett  $q_w = 480 \text{ m}^3/\text{nap}$  vízhozamnál. A tápterület átlagos

áteresztőképesége  $k_w = 10,6$  mD. Megállapítható, hogy a kút jelentős vízhozamát a jó hatásfokú megnyitásnak tulajdoníthatjuk. A kút mint hévízforrás gazdaságosan nem üzemeltethető, mert a megnyitott tároló zártsága vagy korlátozott utánpótlása miatt a rugalmas termelési mechanizmussal a földtani vízkészlet töredéke termelhető csak ki.

## 2. A táskai hévíztermelő kutak komplex vizsgálata

A területen mélyített fúrások alapján készített földtani összefoglaló [3] megállapítja, hogy a paleozoos és mezozoos képződmények erősen tört, sasbércszerű rögszerkezetet mutatnak, mely rögökön belül a rétegek helyzete egyelőre ismeretlen.

A terület helvétai vagy idősebb korú kőzeteinek tetőtérképe az 1. ábrán látható. Az ábrán feltüntették a



1. ábra

A táskai kutatási terület helvétai vagy idősebb képződményeinek tetőtérképe

kutak elhelyezkedését, melyek közül az 1., 2., 5. és 6. sz. kutak jelentős mennyiségű felszálló meleg vizet eredményeztek; vizsgálatainkat ezeken a kutakon végeztük.

A vizsgált kutak közül az 1. és 2. sz. fúrás elérte a mezozoos mészkövet, míg az 5. és 6. sz. fúrásokat a mezozoikum felett levő törmelékes összletben fejezték be.

A hőmérsékletmérések kimutatták, hogy az 1., 2., 5. és 6. sz. kutak környékén az átlagostól lényegesen eltérő hőmérsékletviszonyok vannak. A vizsgált kutak felszálló termelésének egyik oka ez a hőmérséklet-anomália. A jellemző hőmérséklet-gradiensek: az 1. sz. kútnál  $10,0$  m/C°, a 2. sz. kútnál  $15,9$  m/C°, az 5. sz. kútnál  $10,7$  m/C°, a 6. sz. kútnál  $11,3$  m/C°.

A 3. és 4. sz. kutakban a hőmérsékletet tesztelés vizsgálat közben ismertük meg. A felszálló termelést adó kutakétól lényegesen eltérő hőmérséklet-gradienst számítottunk: a 3. sz. kútnál  $23,9$  m/C°, a 4. sz. kútnál  $18,4$  m/C° értéket.

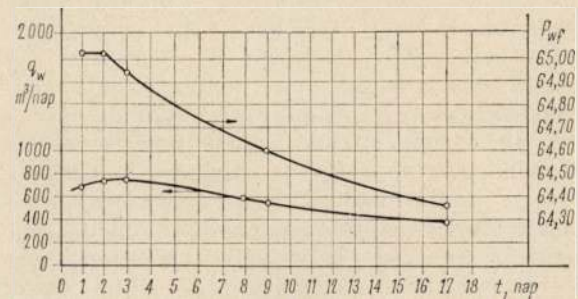
## A vizsgálat lefolytatása

Méréseinket nyugalmi állapotban kezdtük és meghatároztuk a terület nyugalmi nyomáseloszlását.

Mind a négy kutat egyidejűleg állítottuk termelésbe. A talpnyomás változását folyamatosan kívántuk regisztrálni minden kútban, azonban a talpnyomásmérő műszert leengedő huzalon kiváló vízkő miatt több műszaki baleset adódott, így a folyamatos regisztrálást beszüntettük. A termeltetés alatt több alkalommal rövid idejű (30 perces) méréseket végeztünk.

A 16 napig tartó termeltetés alatt megismertük a kutak nyomás-, hőmérséklet- és hozamadatainak alakulását.

A kutak termelés közben való viselkedésére jellemző a 2. ábrán közölt diagram, mely a 6. sz. kúton



2. ábra

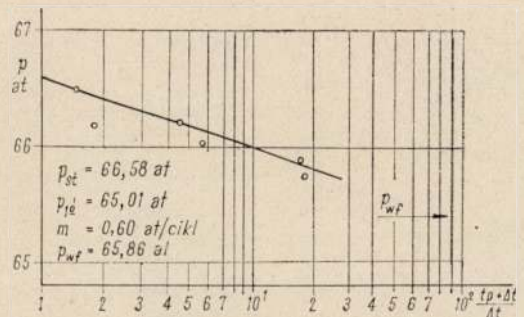
Táska-6. sz. kút. Talpnyomás és a hozam változása a termelési idő alatt

mért talpnyomás és hozam alakulását szemlélteti. A vízhozamok a kezdeti emelkedés után csökkenő tendenciát mutattak.

A csökkenő víztermelés mellett megfigyelhető a termelés közben mért talpnyomások csökkenő tendenciája is. Ebből következtetni lehet arra, hogy a kutakhoz, mérhető áramlási ellenállással rendelkező kőzeten keresztül történik az áramlás.

A kutak termeltetését megközelítően azonos időpontban szüntettük meg, majd nyomásemelkedést mértünk. A kis termelési depressziók és a nyomások rendkívül lassú emelkedése miatt a folyamatos talpnyomás-regisztrálás nem adott eredményt, ezért a kutak leállítását után 46 napig pontméréseket végeztünk. A nyomások végig emelkedtek; a nyomásemelkedést a  $\lg \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t}$  függvényében ábrázoltuk.

A 3. ábrán a 6. sz. kúton mért nyomásemelkedési görbe feldolgozása látható.



3. ábra

Táska-6. sz. kút. Nyomásemelkedési görbe

A táskai terület kútjaihoz meghatározott paraméterek

A kút száma	$q_{v, \text{nap}}$ m <sup>3</sup> /nap	Kútfej hőmérséklet C°	A mérés helye m	$P_{st}$ at	$P_{v, f}$ at	$m$ at/cikl.	$s$	$\Delta p_s$ at
1.	1556,8	80	690	67,98	66,89	0,74	-9,17	-5,9
2.	964,8	68	940	91,74	90,45	0,64	-8,63	-4,8
5.	660,1	76	670	67,20	62,32	0,85	-3,87	-2,8
6.	382,3	68	680	66,58	65,36	0,60	-8,17	-4,3

A termelési és nyomásemelkedési görbék alapján számított paramétereket az 1. táblázat tartalmazza. A nyomásemelkedési görbéket kissé összenyomható folyadékok tranzienst áramlását leíró összefüggések alapján értékeltük.

Ha az 1. táblázatban közölt, valamint a 2. és 3. ábrán látható talpnyomásadatokat tanulmányozzuk, megállapítható, hogy a rendkívül kis nyomásváltozásokat csak nagyon érzékeny és ellenőrzött műszerekkel lehetett meghatározni. A vizsgálathoz Hügel-típusú mélységi nyomásmérőket alkalmaztunk. A mérés pontosságát növeltük azáltal, hogy a vizsgálat alatt minden kúthoz egy nyomásmérőt rendeltünk, melyet a mérés alatt állandóan ellenőriztünk. A nyomásértékelés alapját képezte az ún. „etalonkutas” ellenőrzési módszer. A vizsgálat időtartama alatt többször mértünk ellenőrzésül egy olyan meddő kútban, amelyben a vizsgált rétegeket cementdugóval kizártuk, és a kutat vízzel töltöttük fel. A műszer több helyen ültethető a kútban, ahol mindig azonos nyomás és hőmérséklet van. Az ültetett állapotban meghatározott etanolértékekhez lehetett a műszerekkel mért értékeket korrigálni.

A vizsgálat alatt a mélységmérésből adódó hibák minimálisra csökkentése érdekében a méréseket végig egy mélységszámlálóval és azonos átmérőjű huzallal végeztük. Így értük el, hogy a t. sz. a. 600 m-re átszámított nyomások jól egyeztek (2. táblázat).

#### A mérések értelmezése

A mérések és a vízelemzési adatok egységes hidrodinamikai rendszer létezését bizonyítják. A termelt vizek összetétele azonos jellegű, kémiailag egyazon osztályba tartoznak. A vizsgálatunk alatt vett minták jellemző elemzési adatait a 3. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

#### Nyugalmi nyomásértékek a t. sz. a. 600 m-ben

Kútszám	Nyomás at
1.	71,13
2.	71,17
5.	71,30
6.	71,07

A kutak egységes rendszer szerinti működését bizonyítja, hogy a nyugalmi nyomásértékek mérési hibahatáron belül megegyeznek, továbbá a nyomásemelkedési görbék meredeksége (1. táblázat) a zárás előtti termelési ütemtől és a mérés helyétől függetlenül a mérési, értelmezési hibahatáron belül megegyezik.

A kezdeti nyugalmi nyomásértékek és a nyomásemelkedési összefüggések alapján megállapítható, hogy a vizsgálat alatt kitermelt vízmennyiség kimutatható nyomáscsökkenést nem okozott. Az alkalmazott mérés technikával a 0,3 at-nál nagyobb nyomáscsökkenés megbízhatóan kimutatható. Összefüggő tárolót feltételezve a minimális földtani vízkészletet az a rugalmas víztérfogat határozza meg, melynél a vizsgálat alatt kitermelt 68 880 m<sup>3</sup> víz 0,3 at nyomáscsökkenést eredményez.

Számításaink szerint:  $W = 5,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ .

A víztermelés lehetőségét és gazdaságosságát a várható vízigények figyelembevételével rezervoármechanikai számítások döntik el.

A nyomásemelkedési görbék alapján számított paraméterekből megállapítható, hogy a kutak környezete (a törmelékes zóna) rendkívül jó vízatbocsátó képességű, a vízáramlással szembeni ellenállása el-

3. táblázat

#### Jellemző elemzési adatok

Megnevezés	Táska 1.	Táska 2.	Táska 5.	Táska 6.
Lúgosság: 34,87 ml 0,1 n HCl (100 ml víz) mg. e. é. [1]	34,87	38,98	34,61	37,35
Összes (karbonát-) keménység:				
14,82 nk°	14,82	23,24	15,49	26,63
NaCl g/l	4,30	4,11	4,20	4,18
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> g/l	0,43	0,67	0,45	0,77
NaHCO <sub>3</sub> g/l	2,48	2,58	2,44	2,34
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/l	0,03	0,02	0,01	0,01
Fe <sup>2+</sup> (Al <sup>3+</sup> ) mg/l	1,5	2,9	1,8	1,8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	62,8	58,3	50,8	56,0
HBO <sub>3</sub> mg/l	62,9	59,7	59,5	59,4
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> mg/l	90,5	68,4	61,6	64,7



hanyagolható. A kutaktól távolabbi közetszakaszok lényegesen kisebb áteresztőképességűek. A terület modelljét a következő feltételezésekből kiindulva állítottuk fel:

- A rétegvastagság  $h = 400$  m, a porozitás  $\phi = 0,05$ . A réteg homogén, egyenletes felépítésű és áramlástani szempontból „végtelen” kiterjedésű. Megjegyezni kívánjuk, hogy ilyen feltételezések mellett  $r = 0,92 \cdot 10^4$  m sugárig terjed ki a biztosan meghatározott  $W = 5,3 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup> vízkészlet. Amennyiben ezen a sugáron túl a közetparaméterek változnak, vagy a beáramlási sugár terjedése akadályba ütközik, úgy a számított nyomásviszonyoktól a tényleges viszonyok eltérést fognak mutatni.
- $r = 1000$  m sugárig az áramlási ellenállásokat elhanyagoltuk, és a nyomások változását  $e$  sugárnál konstans termelési ütemekhez számítottuk. Az  $r = 1000$  m sugarú kört az 1. ábrán szaggatott vonallal jelöltük.
- A termelés kezdetén a kutakhoz a víz áramlása gömbsugaras áramlási rendszer szerint történik, majd a rétegvastagságtól függő idő után a síksugaras áramlási rendszert közelíti meg. Számításainkhoz a síksugaras áramlási rendszer dimenzió nélküli összefüggéseit használtuk [1].

A fenti feltételezésekből kiindulva a hidrodinamikai vizsgálat alatt kialakult depressziók és hozamok alapján számítottuk a tápterület áteresztőképességét. Kiindulási alapul  $t = 16$  nap termelési időt,  $q_w = 3564$  m<sup>3</sup>/nap hozamot és  $\Delta p = 1,86$  at depressziót fogadtunk el. A depressziót az egyes kutak hozammal súlyozott depresszióértékeiből számítottuk.

A tápterület átlagos áteresztőképességét a 4. táblázatban levő alapadatokkal határoztuk meg. A táp-

4. táblázat

A tápterület áteresztőképességének meghatározása

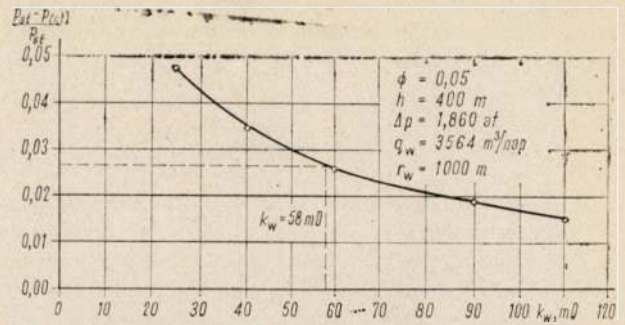
Alapadatok:

$\bar{\mu}_w = 0,378$ cP	$\bar{p}_{st} = 71,17$ at (—600 m-re számítva)
$B_w = 1,025$	$k_w = 25; 40; 60; 90; 120$ mD
$\bar{c}_w = 4,32 \cdot 10^{-1}$ at <sup>-1</sup>	$r_w = 1000$ m
$t = 16$ nap	$h = 400$ m
$\phi = 0,05$	$s = 0$

$k_w$ mD	$t_D$	$p_{tD}$	$q_{wD}$	$\frac{P_{st} - P(r,t)}{P_{st}}$
25	4,099	1,2778	$3,7438 \cdot 10^{-2}$	0,047838
40	6,557	1,4722	$2,3399 \cdot 10^{-2}$	0,034448
60	9,837	1,6579	$1,5599 \cdot 10^{-2}$	0,025862
90	14,756	1,8053	$1,0399 \cdot 10^{-2}$	0,018773
120	19,674	1,9211	$7,7999 \cdot 10^{-3}$	0,014984

terület áteresztőképességére különböző értékeket tételztünk fel; a  $t = 16$  nap-hoz számítottuk a  $t_D$ ,  $p_{tD}$  és  $q_{wD}$  értékeket és ezek alapján a  $\frac{P_{st} - P(r,t)}{P_{st}}$  nyomásviszonyt.

A 4. ábrán szemléltetjük a  $k_w - \frac{P_{st} - P(r,t)}{P_{st}}$  összefüggést. A  $\Delta p = 1,86$  at átlagos depresszió alapján a  $\frac{tP_s - P(r,t)}{P_{st}} = 0,0265$  érték számítható, melyhez az

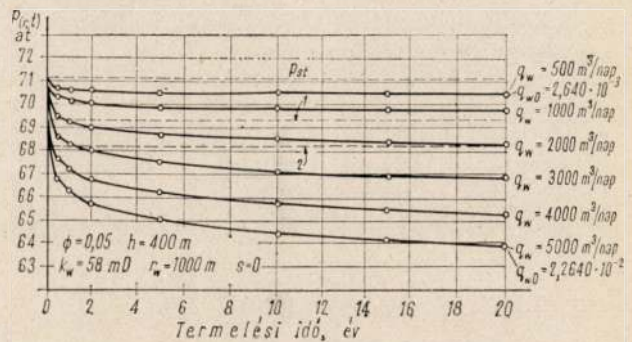


4. ábra

A tápterület átlagos áteresztőképességének meghatározására szolgáló  $\frac{P_{st} - P(r,t)}{P_{st}} - k_w$  összefüggés

ábrán látható módon határoztuk meg a tápterület átlagos áteresztőképességét, melynek értéke  $k_w = 58$  mD.

Az áteresztőképesség ismeretében számítottuk a nyomás-idő összefüggéseket különböző termelési ütemeket feltételezve. Az eredményeket az 5. ábrán szemléltetjük.



5. ábra

Hozam-idő-nyomás összefüggések

1 — A vizsgálat alatt kialakult  $\Delta p = 1,86$  at átlagos depresszió  
2 —  $\Delta p = 2,97$  at átlagos depresszió

Az ábráról látható a terület hozam-idő-nyomás összefüggése. A  $q_w = 1260$  m<sup>3</sup>/nap hozamú termelés esetén 20 év múlva éri el a depresszió a vizsgálatunk alatti termelés végére kialakult  $\Delta p = 1,86$  at-ás átlagos depresszióértéket.

A felszálló termelés feltételeinek meghatározásaira nagyszámú tapasztalati adat szükséges. Jellemző lehet, hogy az 5. számú kút  $\Delta p = 4,88$  at depresszió ellenére jelentős felszálló termelést eredményezett. A felszálló termelés feltétele azonban kutanként változó az eltérő geotermikus viszonyok miatt.

A felszálló termelés intervallumát oly módon becsültük, hogy a depresszió értékét kutanként a vizsgálatunk alatt észlelt kútfejnyomás és 1,2 at kútfejnyomás közötti differenciával növeltük, s az így számított súlyozott depresszióként  $\Delta p = 2,97$  at-t kaptunk. A határfeltételek teljesülése esetén a  $\Delta p = 2,97$  at átlagos depressziót  $q_w = 2040$  m<sup>3</sup>/nap ütemű termeléssel 20 év folyamatos üzemre hozza létre.

A konstans termelési ütemekhez tartozó nyomáscsökkenési görbéken látható, hogy a teljes nyomáscsökkenés legjelentősebb hányada a kezdeti időre várható, így a termelésbe állítást követő első időben fokozott figyelmet kell fordítani a nyomás, hőmér-

séklet és mennyiségi adatok mérésére, regisztrálására, és azok birtokában célszerű a terület tárolómérnöki felügyelést, az adatok folyamatos feldolgozását megszervezni.

### 3. Összefoglalás

- a) A hévízhasznosítás rendkívül beruházásigényes, így szükséges, hogy a tároló készletét, valamint termelőképességének alakulását becsülni tudjuk.
- b) A szénhidrogén-bányászatban alkalmazott térfogatos és hidrodinamikai készletbecslés a hévíztárolóknál általában nem alkalmazható. Vizsgáltuk az anyagmérlegen alapuló készletbecslés alkalmazhatóságának lehetőségeit.
- c) A *Letenye-I.* jelű kút által megnyitott hévíztároló zártságát vagy korlátozott utánpótlását mérésekkel igazoltuk.
- d) A táskai hévíztárolót négy kúton végzett méréssel ismertük meg. A mérések és a vízelemzési adatok egységes hidrodinamikai rendszer létezését bizonyították. A kutak körzete rendkívül jó vízátbocsátó képességgel rendelkezik, a vízáramlással szembeni ellenállása elhanyagolható, a kutaktól távolabbi közetszakaszok lényegesen kisebb átteresztőképességűek. A terület termelőképességét tárolómérnöki számítások alapján jeleztük előre.
- e) A gazdaságos termeltetés számára számításba vehető víztárolóknál értelmezhető mérést csak rendkívül precízen kezelt, különös gonddal ellenőrzött mélységi nyomásmérőktől várhatunk.

$k_w$	effektív vízpermeabilitás	mD
$\bar{k}_w$	átlagos vízpermeabilitás	mD
$m$	a nyomásemelkedési görbe egyenes szakaszának meredeksége	at/cikl.
$p_{cf}$	bélésnövény (termelési)	at
$p_{tD}$	dimenzió nélküli nyomásfüggvény	
$t_D$	dimenzió nélküli időnél	
$p_{tF}$	termelőcsőnyomás (termelési)	at
$p_{wf}$	talpnyomás (termelési)	at
$p_{st}$	statikus nyomás	at
$p_{(r,t)}$	nyomás a tárolóban a kúttól $r$ távolságra $t$ időpontban	at
$\Delta p_s$	nyomáskülönbség (szkinhatás mérvé)	at
$p_{1 \text{ ó}}$	a kút lezárása után 1 óra múlva elméletileg várható nyomásérték, mely az extrapolált egyenesen olvasható le	at
$q_w$	vízaramlás	m <sup>3</sup> /nap
$r_w$	kútsugár	m
$s$	szkinhatás	
$t$	termelési idő	nap
$t_p$	egyenértékű termelési idő	nap
$\Delta t$	idő a termelő kút lezárása után	nap
$t_D$	dimenzió nélküli idő	
$W$	teljes kezdeti vízkészlet a tárolóban	m <sup>3</sup>
$\mu_w$	a víz viszkozitása	cP
$\phi$	porozitás	

### IRODALOM

- [1] Katz, B. L.: Handbook of natural gas engineering. McGraw-Hill Book Co. Inc. 1959.
- [2] Matthews, C. S.—Russel, D. G.: Pressure buildup and flow tests in wells. Soc. of Petr. Engineers of AIME, 1967.
- [3] Buda E.—Molnár J.—Paulik D.: Felderítő kutatási zárójelentés a Táska környéki területről. DKFÚ jelentés, 1970.
- [4] Megyeri M.: A táskai terület víztermelő képességének meghatározására irányuló vizsgálatok összefoglalása. OGIL jelentés, 1970.

### JELÖLÉSEK

$B_w$	a víz teleptérfogati tényezője	
$c_w$	a víz összenyomhatósági tényezője	at <sup>-1</sup>
$h$	rétegvastagság	m

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Fúrasi rekordok az Adrián

A TURBOSERVICE S. A. és az AGIP SHELL cégek egyik adriai-tengeri part menti fúrásában egyszerre 6 fúrasi rekord született.

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Európai vízmélységrekord   | 163,98 m                |
| 2., 3. Turbófúrással, 8 1/2 átmérővel, úszó fúró-szigetről mélyített olasz, egyben európai part menti mélységrekord | 6172,81 m               |
| 4. Turbófúrásban alkalmazott iszapfajsúly-világrekord   | 2,13 kp/dm <sup>3</sup> |
| 5. Turbinával 6096 m (20 000 láb) mélység alatt, az utolsó menetben elért fúrássebesség-rekord                      | 2,09 m/h                |
| 6. Ugyanez a fúrás utolsó 5 órájára vonatkoztatva   | 2,89 m/h                |

A fenti eredményeket három db 7 5/8" OD, 150 lépcsős *Tiras-polsky*-fúróturbinával és négy db 8 1/2" OD *Christensen* MT 22 és MT 70 típusú gyémántfúróval érték el.

3964,84 m alatt 11 be- és kiépítéssel 2055,88 m-t 1009 óra alatt fúrtak, átlagosan 2,04 m/h fúrasi sebességgel.

Az iszapfajsúlyt 1,42 kp/dm<sup>3</sup>-ről fokozatosan növelték 2,13 kp/dm<sup>3</sup>-ig.

Ugyanebben a lyukban négy menetet rotari fúrással három-élű vésővel — összesen 149,96 m-t 101,25 óra alatt — mélyítettek, 1,48 m/h fúrasi sebességgel.

Turboservice News Communication, 1971. június 7.

### Japán kőolajat importál a Szovjetunióból

Újra napirendre került a Szovjetunió nyugat-szibériai kőolajmezőit a Távol-Kelettel összekötő vezeték építésének terve, ami megoldaná Japán és a csendes-óceáni terület kőolajellátását. Ezzel tulajdonképpen egy régebbi terv valósulna meg, mivel a Szovjetunió és Japán között még 1965-ben történtek tárgyalások Japán szibériai kőolajjal való ellátását illetően. A tervezett vezetéknek csak Irkutszktól Csitán és Habarovszkon keresztül Nahodkáiig terjedő szakaszát kell megépíteni, mivel a nyugat-szibériai óriásmezők és Irkutszk között a vezeték már üzemel. A vezeték 3900 km-es hosszára való tekintettel azonban ennek a szakasznak az építése nem kis műszaki és beruházási feladatot jelent, amihez — ha a Szovjetunió és Japán között folyó tárgyalások eredménnyel zárulnak — Japán mintegy 350 millió dollárral járulna hozzá. Az előzetes terv szerint Japán 1975-től kezdődően 20 éven keresztül évente 50 millió t olajat importál majd a Szovjetunióból, ami a teljes 300 millió t fogyasztásának 1/6-át jelenti.

Petroleum Press Service, 1971. július

K. A.

# Olajgyűjtő állomások gáztüzelésű kazánjainak automatikája

SZEGEDI ISTVÁN

Az 1970-ben szabványerőre emelkedett BM TOP 7/70-es szabványtervezet a gáztüzelésű kazánokat csak az előírt biztonsági műszerezéssel engedi üzemeltetni. A cikk részletesen ismerteti az NKFV tankállomásain üzemelő gáztüzelésű kazánokhoz kifejlesztett, az előbb említett szabványt kielégítő kazánvezérlő egységet. Az ismertetett berendezést összehasonlítja más hazai gyártmányú lángörökkel is.

## 1. Előzmények és követelmények

Gáztüzelésű berendezéseket biztonságosan üzemeltetni csak megfelelő műszerezettség mellett lehet. 1969-ig az a minimális műszerezettség, ami mellett még biztonságosan üzemeltethetők ilyen fűtőberendezések, nem volt kötelezően előírva. A BM TOP 1969-ben dolgozott ki először hazai viszonylatban ide vonatkozó előírásokat, amelyeket 1970-ben szabványerőre emeltek.

A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat (NKFV) nagy számban használ gáztüzelésű kazánokat olajgyűjtő tankállomásokon, a kőolaj-szeparálás különböző hőigényeinek kielégítésére. Ezek a kazánok általában gőzt állítanak elő 0,5—2,5 millió kcal/h hőteljesítménnyel a szükséglettől függően. A használt fűtőberendezések — célszerűségi okokból — általában szabadtéri telepítésűek. Az ilyen fűtőteljesítményű és telepítésű kazánok biztonságos üzemeltetésére a BM TOP 7/70-es szabványa előírja, hogy meg kell szüntetni a gáznak az égőfejre jutását, ha

- a gőznyomás egy bizonyos kritikus nyomás ( $p_{krit}$ ) fölé emelkedik;
- a kazán vízterében a vízszint egy bizonyos kritikus szint ( $h_{krit}$ ) alá csökken;
- a gázláng elalszik;
- a kazán kéményében a huzatnyomás egy bizonyos kritikus nyomás ( $p_{krit}$ ) alá csökken.

Ezek a követelmények csak az előbb említett kazánokra elegendők. Azokra a fűtőberendezésekre, amelyek kazánházban vannak telepítve, vagy a gáz az égőfejre segédlevegővel együtt jut, a BM TOP 7/70-es szabvány még egyéb előírásokat is tartalmaz.

A hazai forgalomban levő ipari lángörberendezéseket az említett előírásokat csak nehezkeseen, több műszercsoport alkalmazásával tudtuk volna kielégíteni. Célszerűnek látszott olyan komplett műszer egység kifejlesztése, mely egymagában képes megoldani mindazokat a feladatokat, amelyeket az említett típusú fűtőberendezésekre a szabvány előír.

A biztonsági előírásokon kívül a vezérlőegység tervezésénél figyelembe vettük azokat az automatizálható funkciókat is, amelyek a könnyebb, ill. gazdaságosabb üzemvitelt segítik elő, de a szabvány ezeket kötelezően nem írja elő. Ezek sorrendben a következők:

- a kétállapotú gőznyomás-szabályozó;
- kétállapotú vízszintszabályozás;
- a gáz villamos szikrával történő meggyújtása;
- a kondenzvíztartály vízszintjének kétállású szabályozása;
- két lépcsőben történő begyújtás megvalósítása, mely szerint előbb egy kisebb, majd később a teljes gázmenyiség jut az égőfejre;
- az egység üzemkiesés nélküli, automatikus átváltása akkumulátorüzemre a váltóáramú hálózat kimaradása esetén.

A továbbiakban ezen követelményeket megvalósító kazánvezérlő egységet ismertetjük.

A vállalat kazántelepein általában két kazán üzemel, ezért a vezérlőegység két kazánt kiszolgáló egységet tartalmaz, melyek azonban egymástól funkcionálisan függetlenek.

A működés ismertetésekor csak az egyik kazánrészre térünk ki.

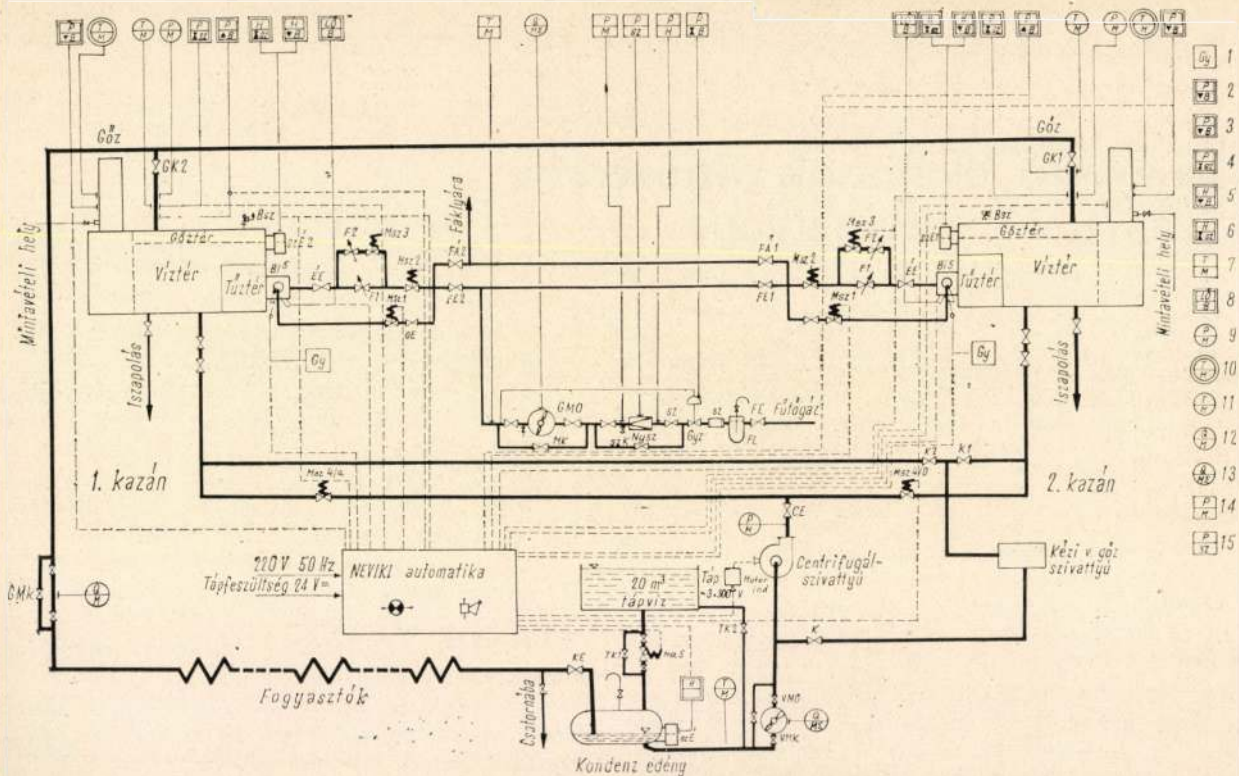
## 2. A vezérlőegység működése a folyamatábra alapján

### A kazán indítása

A kazán indítása (1. ábra) a hálózati feszültség bekapcsolásával, ill. az 1g indítógomb megnyomásával kezdődik. Ezáltal gyújtószikrát adunk az őrlángvezeték végén elhelyezett gyújtóégre. Egyben az őrlángvezetékbe beépített Msz 1 mágnesszelep is kinyit, és a gáz útját megnyitja a gyújtóégő felé: a szikra következtében meggyullad az őrláng. Az égőfejen elhelyezett UV (ultraviola) lángérzékelő lángot lát és ennek alapján az automatika megnyitja az Msz 2 mágnesszelepet, melyen a gáz egy beállítható F 1 fojtáson keresztül juthat csak az égőfejre. Az őrláng meggyújtja a főéggő lángját, mely az előzőek szerint csökkentett lánggal fog égni. Az UV lángérzékelő úgy van beállítva, hogy a főláng lángját is érzékeli, így az indítógomb kiengedésekor, amikor az őrláng elalszik, a főlángról vezérli a berendezést.

A főláng meggyújtása után 5 másodperc múlva az Msz 3 mágnesszelep automatikusan kinyit, ami lehetővé teszi, hogy a fűtőgáz az F 1 fojtást megkerülve közvetlenül az égőfejre jusson. Ez jelenti a teljes lánggal való tüzelést. (Az F 2 fojtás úgy van beállítva, hogy ilyenkor az előzőnél nagyobb mennyiségű gáz juthat az égőfejre.)

A főéggő lángjának meggyújtását jelentő begyújtás csak akkor lehetséges, ha a kazánban elegendő víz van, ha a kéményben a huzat megfelelő, ha a gőznyomása a maximális érték alatt van és ha a lángérzékelő az őrláng lángját érzékeli, vagyis a gyújtószikra meggyújtotta az őrlángot.



1. ábra. A vezérlőegység működésének folyamatábrája

1 — Villamos gyújtás, helyi; 2 — Minimumnyomás-kapcsoló, szekrényben; 3 — Maximumnyomás-kapcsoló, szekrényben; 4 — Minimum-maximum nyomáskapcsoló, szekrényben; 5 — Minimumszint-kapcsoló, szekrényben; 6 — Minimum-maximum szintkapcsoló, szekrényben; 7 — Hőmérsékletmérés, helyi; 8 — Lángörzés beavatkozással, szekrényben; 9 — Nyomásmérés, helyi; 10 — Hőmérsékletmérés, műsértáblán; 11 — Hőmérsékletmérés, helyi; 12 — Mennyiségmérés, helyi; 13 — Mennyiségmérés-összegezés, helyi; 14 — Nyomásmérés, helyi; 15 — Nyomásszabályozás, helyi

Az előbb felsorolt jellemzők nem megfelelő értéke a begyújtást megghiúsíthatja. Ha pedig üzem közben történik a beállított értékek túllépése, a vezérlőegység vészjelzést ad, és az *Msz 2* mágnesszelep segítségével lezárja a főgőre menő gáz útját. A kazán újragyújtása csak a hiba elhárítása után lehetséges. A vészjelzés villogó fényjelzésből és hangjelzésből áll. A hangjelzés nyugtázható, a villogó fényjelzés addig megmarad, míg a normális állapot helyreáll. Ezután a folytonos fényre váltó fényjelzés a fénynyugtázó nyomógombbal nyugtázható.

A vezérlőegység az előzőek szerint tartalmaz olyan egységeket, amik a könnyebb üzemvitelt segítik elő. Ezek az egységek nem vagy csak részben kapcsolódnak a vészjelző és reteszelő egységekhez.

#### Kétállapotú gőznyomás-szabályozás

A gőz nyomását az elégetett gáz mennyiségének változtatásával lehet egy  $p_{max}$ , ill.  $p_{min}$  között tartani. Ha a nyomás eléri a  $p_{max}$  nyomást, az *Msz 3* mágnesszelep lezárja az *F 1* fojtás kerülojét.

A fűtőgáz így csak a fojtás megkerülésével juthat az égőfejre, ami kisebb erősségű fűtést eredményez, és ezáltal a gőz nyomása is csökken.

Ha a nyomás a  $p_{min}$  értékre csökken, ismét szükség van erősebb fűtésre, ezért az *Msz 3* mágnesszelep most megnyitja a fojtás kerülojét, ezáltal nagyobb mennyiségű gáz juthat az égőre. A fűtés megerősödésével a gőznyomás is nőni fog, egészen a  $p_{max}$ -ig; ezután a folyamat előlről ismétlődik.

#### Kétállapotú vízszintszabályozás

A kazánkezelő a kazán homloklapján elhelyezett víznívómutatóból értesül a kazánban levő víz mennyiségéről. Az eddigi gyakorlat az volt, hogy amikor a vízszint egy előre meghatározott nível alá lecsökkent, a kezelő megindította a szivattyút, ami vizet nyomott a kazánba. Ezt a folyamatot teszi önműködővé az automatika, amely biztosítja, hogy a kazánban levő vízszint  $h_{max}$  és  $h_{min}$  szint között maradjon. A vízszint érzékelése a kazán homloklapján felszerelt nyomásálló tokozásban elhelyezett elektródokkal történik. A kazán vízterébe nyúló elektródok magassága kívülről állítható a szükséges magasságnak megfelelően. Ebben az edényben van elhelyezve az az érzékelő elektród is, ami azt a víznívót észleli, aminél már működni kell a vészjelző és reteszelő áramkörnek. Ha a vízszint  $h_{max}$  értéket ér el, az automatikában elhelyezett relé lekapcsolja a szivattyú mágnescapcsolójáról a meghúzó feszültséget, aminek következtében a szivattyú leáll.

Ha a víznívó  $h_{min}$  értékre csökken, a relé a mágnescapcsolón keresztül bekapcsolja a szivattyút. Két kazánhoz — mint az a folyamatábrán is látható —, egy tápszivattyú tartozik. Így az 1-es kazánhoz tartozó vezérlőegység az *Msz 4/a* mágnesszelepet is működteti, míg a 2-es kazánhoz tartozó vezérlőegység az *Msz 4/b*-t hozza működésbe, akkor, ha a szivattyúnak vizet kell az illető kazánba nyomnia. A mágnesszelepek a kazánok tápvízvezetékeibe vannak beépítve, így a szivattyú mindig a megfelelő kazánba szállítja a vizet.

### A gáz meggyújtása elektromos szikrával

Az indítógomb megnyomásával az automatikában elhelyezett gépjármű-gyújtótranszformátorra gerjesztést kapcsolunk, aminek hatására annak kimenetén 10 kV körüli feszültség jelenik meg. Ezt egy nagyfeszültségű kábelen vezetjük el a gyújtóégen elhelyezett gyújtógyertyára, ahol az meggyújtja az őrlángot.

#### Begyújtás két lépcsőben

Ha az UV lángérzékelő az őrláng lángját látja, akkor az automatika kinyitja az *Msz 2* mágnesszelepet, amelyen a gáz az előzőek szerint most egy fojtáson keresztül jut az égőfejre. Mintegy 5 másodperc múlva az automatika az *Msz 3* mágnesszelep működtetésével kerülő utat nyit a gáznak, ami a teljes gázmennyiséget az égőfejre engedi. Erre a kétlépcsős indításra azért volt szükség, mert az égőfejre jutó hirtelen nagy mennyiségű gázt az őrláng esetleg robbanásszerűen gyújtja meg, ami a kazánfalzat, ill. egyéb berendezések idő előtti tönkremeneteléhez vezetne.

Ez az indítás lehetővé teszi a kazán sima, robbanásmentes begyújtását.

#### A kondenzvíztartály vízszintjének szabályozása

A gőzfogyasztókról a használt gőz a kondenzvíztartó edénybe áramlik vissza, nem a tápvíz-tartályba. A tápvízszivattyú ebből a tartályból táplálja a kazánokat. Így elérhető, hogy a kazánba szivattyúzott tápvíz hőmérséklete 30–60 °C körül van, ami jelentős kazánhatásfok-javulást eredményez, hiszen nem 20 °C-os vagy még hidegebb vizet kell a forrponthoz felmelegíteni. A kondenzvíztartályból csak annyi vizet kell pótolni, ami a zárt rendszerben elvész. Ezt az önműködő utánpótlást, ill. a kondenzvízszint két érték közötti tartását végzi az automatikának ez a része. A kondenzvíztartályon elhelyezkedő vízszintérzékelő elektródja hasonló felépítésű, mint a kazán előlapján elhelyezett vízszintérzékelő.

Egy beállított  $h_{min}$  szintnél, amikor a tartályban a víznívó a  $h_{min}$  szint alá csökken, a vezérlőegység megnyitja az *Msz 5* mágnesszelepet, amin keresztül a tápvíz-tartályból víz áramolhat a kondenzvíztartályba. Ha a vízszint eléri a  $h_{max}$  szintet, az *Msz 5* lezárja a víz útját és így a víz beáramlása megszűnik.

#### Átváltás akkumulátorüzemre

A villamos energia kimaradása esetén az automatika lehetetlenné tenné a kazán további üzemét. Hosszabb áramkimaradás esetén, különösen tankállomások kazánjainál, ahol az olaj bedermedésének veszélye áll fenn, ez nem engedhető meg. Ezért a berendezés olyan egységet is tartalmaz, mely a 380 V-os háromfázisú hálózat kimaradása esetén automatikusan 24 V-os akkumulátorüzemre vált át. Az átváltásról fény-, ill. hangjelzéssel értesíti a kezelőszemélyzetet. A hangjelzés nyugtázható.

A kazánműszerezés folyamatábráján feltüntettük az automatikához nem kapcsolódó egyéb mérő-, ill. szabályozó műszereket is. Ezek a kazánüzem szoros tartozékai, amik az automatikával együtt teszik teljesé a kazánműszerezést. Feladatuk az égés szempont-

jából optimális értékű és stabil fűtőgáznyomás biztosítása, függetlenül a primer gáznyomás nagyságától és változásaitól. Itt kap helyet a gázmérő óra is, melyel az eltüzelt gáz mennyiségét mérhetjük. Ismertetésükre részletesebben nem térünk ki.

### 3. A NEVIKI-áramkörök jellemzői

A vezérlőegység a Nehézevegypari Kutató Intézet Automatizálási Főosztályán kifejlesztett áramköri elemekből épül fel. Az áramkörök szilícium alapú félvezető elemekből állnak. A félvezetőkön kívül a többi elem is hosszú élettartamú és nagy megbízhatóságú. Az elemek biztosítják a szélsőséges üzemi hőmérsékletek mellett is az üzembiztos működést; e szerint a berendezés –30-tól +80 °C-ig üzemeltethető biztonsággal. A logikai áramkörök 110×185 mm-es nyomtatott huzalozású üvegszálak bakelit panelra vannak szerelve. A nyomtatott lapok 25 pólusú Socapex (francia) csatlakozóval vannak ellátva, aminek érintkezői keményaranyozott lemezugókból készültek. Ez biztosítja a jó kontaktust, még korrozív levegőjű közeg esetén is.

Az áramkörök szabad szintűek és az „1” logikai szintet +12 V jelenti. Az igényelt tápfeszültségértékek: +12 V; –12 V; 0; ill. a teljesítménykárták +24 V-osak.

A vezérlőegység még üzembiztosan működik, ha a tápfeszültség ±10%-kal változik.

### 4. Az érzékelők és beavatkozók jellemzői

Az érzékelő és beavatkozó elemek a kazánautomatika szoros tartozékai. A vezérlőegység biztonságos üzeme nagymértékben függ ezen elemek megbízható működésétől.

Kétfajta érzékelőtípust használtunk: nyomás- és vízszintérzékelőket. A gőznyomás ellenőrzésére kontaktmanométert szereltünk fel, mely egy  $p_{max}$ , ill.  $p_{min}$  értéknél ad egy villamos kontaktust. Ezek a nyomásértékek beállíthatók. Az érintkezők 6 VA teljesítményt kapcsolhatnak 220 V mellett. A műszereket a kazán homloklapjára helyeztük el, így a kazánban uralkodó nyomás mindenkori értékét a kezelő figyelemmel kísérheti. A huzatnyomást ellenőrző műszer egy villamos kontaktust nyit, ha a nyomás a  $p_{min}$  értéket eléri. A kazán kéményének oldalára felszerelt e műszernek pillanatnyi nyomásértéket jelző mutatója nincs.

A vízszintérzékelők nyomásálló tokozású edényben elhelyezett elektródokból állnak. Az edény a kazán vízterével, ill. gőzterével közlekedik. Az elektródok között a víz zárja a kontaktust. A vízbontás elkerülése végett az elektródokra az automatikából váltófeszültséget kapcsolunk.

A vízszintérzékelő egységeket vállalaton belül terveztük, ill. gyártottuk. Az automatika az érzékelőtől jövő jelek alapján működteti a kimenetére kapcsolt beavatkozó elemeket. Ezek mind mágnesszelepek. Jellemzőjük, hogy áramkimaradásra lezárják a csővezetékbe áramló közeg útját. A mágnesszelepek méreteit és egyéb jellemzőit a beépítés helye, ill. a vezérelt kazán nagysága határozta meg.

## 5. Tápfeszültség-ellátás és -fogyasztás

A vezérlőegység kétoldali tápfeszültség-ellátással üzemel, ami jelentősen megnöveli az üzembiztonságot. Üzemszerű állapotban háromfázisú 380 V/220 V 50 Hz-es hálózatra van kötve, hálózatkimaradás esetén azonban automatikusan akkumulátorüzemre vált át. Az alkalmazott akkumulátorok 120 A-órás savas gépjármű-akkumulátorok. Teljes terhelés esetén egy kazánrész vezérlőegysége kb. 120 VA-t vesz fel a tápfeszültségforrásból. Ez a teljesítményfelvétel azonban csak akkor jelentkezik, ha minden mágnesszelep működtetve van, ami a valóságban nagyon ritkán és akkor is rövid időre fordul elő.

A mágnesszelepekhez, ill. az érzékelőkhöz maximum 24 V egyen-, ill. váltófeszültség juthat.

Ez a tény, figyelembe véve a kazánüzemek adottságait — nagy fémfelületek, nedves fémalkatrészek stb. —, áramütés ellen minden esetben védelmet, ill. nagy biztonságot nyújt.

## 6. A vezérlőegység kivitele, védettsége

A kazánvezérlő egység 870 × 360 × 250 mm méretű lemezszelekre nyitott elhelyezést. A szekrény elől-hátul nyitható ajtóval van ellátva. Az első ajtó üveglapbetétes, ezáltal a jelzőlámpák üzem közben ellenőrizhetők. A szekrény tokozása olyan, hogy szabadterén is fel lehet szerelni; védettsége IP 55.

A csatlakozó kábeleket tömszelencéken keresztül lehet a szekrénybe bevezetni, és ott csavaros szorítású kapocsleccen kell bekötni. A szekrény ajtaját kulccsal lehet zární, így csak a kezelő tud üzem közben beavatkozni.

## 7. A vezérlő automatika összehasonlítása más hazai lángórberendezésekkel

Kis és közepes teljesítményű gáztüzelésű kazánok lángőrzésére kétféle hazai gyártmányú berendezés kapható.

A legjobban elterjedt az MMG gyártmányú C II. típusú sorozat, mely 30 000 kcal/h—1,5 Mcal/h fűtőteljesítményig alkalmas a kazánok gázlángjának őrzésére, ill. begyújtási művelet elvégzésére.

A készüléksaládhhoz programadó is kapható, mely egyszerre 3 kazán programszerű indítására és 3 lángórberendezés egyidejű vezérlésére alkalmas. A lángórberendezéshez ionizációs és UV érzékelő egyaránt alkalmazható.

Viszonylag új konstrukciónak számít a Bányagyutacsgyár IL-I típusú ipari lángőrrel. Ez a

készülék funkciójában az MMG előbb említett gyártmányával azonos feladatok ellátására alkalmas. Hátránya az előzővel szemben, hogy a láng érzékelésére csak ionizációs lángőr kapcsolható a készülékhez, amivel viszonylag kis teljesítményű kazánok lángőrzése oldható meg. Mindkét készüléktípus közös jellemzője, hogy nem rendelkeznek olyan kis szintű bemenetekkel, amelyekhez azok az érzékelők könnyen csatlakoztathatók lennének, amik a BM TOP említett szabványában előírt értékeket észlelik (pl. vízszint-érzékelő elektródok). Ezek az érzékelők csak a kimeneti áramkörökbe kapcsolhatók, ahol viszont alkalmazásukat megnehezíti az itt levő 220 V-os, viszonylag nagy feszültség.

A továbbiakban mindkét készülékben a mágnesszelepeket relék vezérlik. A relék egyes típusoknál logikai feladatokat is ellátnak. A NEVIKI által gyártott vezérlőautomatika előnye az előző készülékkel szemben, hogy nem tartalmaz reléket. A logikai feladatokat, ill. a beavatkozók működtetését nagy megbízhatóságú, mozgó alkatrészt nem tartalmazó félvezetős áramkörökkel valósítja meg.

A berendezés olyan kis szintű bemenetekkel rendelkezik, ahová az előbbi érzékelők könnyen kapcsolhatók (nincs áramütésveszély, ill. szigetelési problémák nem lépnek fel).

Az előnyök közé sorolható, hogy ez a berendezés funkciójában is többet tud az előzőeknél, ami lehetőséget nyújt a fűtőberendezéseknek az előzőeknél jobban automatizált üzemeltetésére.

További előnyként említhető, hogy a NEVIKI-berendezéshez kapcsolódó érzékelőkre, ill. a mágnesszelepekre max. 24 V-os feszültség jut. Ezáltal könnyebb teljesíteni az érintésvédelmi előírásokat, amiket az előzőekben is megemlítettünk.

Az említett másik két készüléknél 220 V, 50 Hz-es feszültséget használnak a mágnesszelepek működtetésére, ami egyéb érintésvédelmi előírásokat von maga után.

Az MMG, ill. a Bányagyutacsgyár készülékét a MIGÉRT forgalmazza. A NEVIKI az ismertett berendezésből még csak prototípust gyártott, amit Algyón a 4-es tankállomáson helyeztünk üzembe. Az üzemi tapasztalatok kielégítőek.

Az NFKV Algyó vonatkozásában hasonló típusú kazánvezérlő egységeket kíván üzembe helyezni a tankállomásokon.

Összefoglalva: a NEVIKI által gyártott vezérlőberendezés kielégíti mindazokat a követelményeket, amiket az ide vontakozó szabványok előírnak, azonkívül elegendő tesz a korszerű üzemeltetési előírásoknak is, így lehetőség nyílik a gáztüzelésű kazánok automatizálására.

## ÚJ KÖNYVEK

A NEDRA kiadónál (Moszkva) 1971. II. félévében szakterületünkről az alábbi könyvek jelennek meg:

PUPSEV, A. V.: Burenie sztrukturno-poiskovüh szkvazin. (Szerkesztő: Fűrészek mélyítése.)

RIMAREV, D. Sz. — stb.: Dizeliszt-masinszt burovüh usztanovok. (Fűrőberendezések gépkezelője.)

PALIJ, P. A.—KORNEEV, K. E.: Burovüe dolota. (Fűrészek.) Pravila tehnicesszkoj ékspulatacii rezervarov.

(Tartályok műszaki használatának szabályzata.)

PUSZTOVOJTENKO, I. P.—SZEL'VASCSUK, A. P.: Kratkij szpravocsnik masztera no szlozsnüm burovüm rabotam. 2. átdolgozott és bővített kiadás. (Fűrőmesterek kézikönyve bonyolult fűrészi műveletekkel kapcsolatban.)

K. A.

Az erdélyi földgáztermelés hat évtizede

A múlt század végén — Koch Antal kolozsvári, id Lóczy Lajos budapesti és Suess Eduard bécsi geológus egyetemi tanárok — kálisó kutatását javasolták az erdélyi medencében. A Papp Károly egyetemi tanár által 1907-ben Kissármás piacterére telepített első kálisókutató fúrás műszakilag elszerecséltetett, de az 1500 m mélységűre tervezett Sármás-2. fúrás 1909. április 22-én földgázt adott: először 122 m-ből, majd 228 m-ből tört fel gáz, hogy egy újabb gázkitöréssel az 302 m-ben be is fejeződjön. Hermann Miksa selmeci professzor mérései szerint a kút kapacitása 912 124 m<sup>3</sup>/nap volt, 99%-os metántartalommal. A kutat felhagyva, a Sármás határában ugyancsak kálisóra telepített újabb fúrás 40 000 m<sup>3</sup>/h kapacitással megint csak földgázt adott. A műszaki nehézségek leküzdése után a kutat lezárták, de az 1911. október 29-én váratlanul megindult, s a 70—320 m-es körzetben keletkezett hat kráterből származó gáz két évig tartó vad kitérésre fajult.

Ez idő alatt intenzív gázkutatás indult; Dicsőszentmártonban, Marosszentgyörgyön, Marosugrán, Vizaknán, Szentbenedeken, Kopádon eredménytelenül, viszont sikeres volt a kutatás hat szerkezeten: Sármáson, Bázán, Kiskapuson, Szinkán, Mezőzáhon, és megépültek a Sármás—Torda—Marosújvár, a Sáros—Dicsőszentmárton, továbbá a Bázna—Hegyes gázvezetékek. Megszervezték a geológiai kutatást Böckh Hugó selmeci professzor vezetésével, amelynek eredményeként egy sor antiklinálist mutattak ki. Egy német bank vezetésével létrehozták az Ungarische Erdgas Gesellschaft-ot (Magyar Földgáz Társaságot), amely Sáros, Bázna, Újszász, Nadas, Sinka, Mezőzáh faluk környékére termelési concessiót kapott.

Az első világháború után a fenti társaság Meggyes székhellyel működött tovább, míg Kolozsvárott egy állami társaságot hívtak életre, amely 1927, 1928 és 1932-ben a német és magyar társaságok valamennyi részvényét megvette.

A gázipar fejlődésének második szakasza ettől az időponttól 1944 végéig tart, amikor a SONAMETAN végzi a geológiai kutatást, a termelést és az elosztást ugyancsak Meggyes székhellyel. Neves geológusok vettek részt ebben a munkában: L. Mravec, A. Erni, D. Cikpagea és A. Vancea.

A harmadik szakaszban, 1945—62 között, újabb telepeket fedeztek fel a régi mezők mélyebb szintjeiben, miután részletező geofizikai kutatásokat végeztek ezeken a szerkezeteken.

Erdélyben 1906—1936 között Eötvös-féle torziós ingát, utána különböző statikus gravimétereket, 1959-től kezdve tellurikus áramokat, míg 1963-tól kezdve szeizmikus refrakciós méréseket alkalmaztak a gáztelepek felkutatására.

Romániában 1908—1969. I. 1. között gázkutatásra 2 188 835 m-t mélyítették le, amelyből 1 185 782 m az Erdélyi medencére esik.

A negyedik szakaszban 1962—1968 között, Zilah, Apahida—Kolozsvár, Beszterce, Balázsfalva, Nagyenyed környékén, továbbá a Mezőségi hegyek északi és északkeleti részén, valamint Moldovában kutattak. Eredményül új szerkezeteket fedeztek fel: Somlyó, Mezőgerebenes, Dobra, Szentlászló, Nagysolymos környékén.

A sikeres földtani kutatás lehetővé tette a gáztermelés növelését, amely 1969-ben elérte a 19 milliárd m<sup>3</sup>-t, miközben a távvezeték hossza 5000 km-re növekedett. A tüzelőanyagként felhasznált gázt 93%-ban az iparban, 7%-ban pedig a háztartásban használták fel.

A földgázt ezenkívül a vegyiparban, a kohászatban, a műgumi- és műanyaggyártásban hasznosítják, de gázkormot, formaldehidet, kéndiszulfidot, acetont, szerves üveget, műtrágyát, polivinilkloridot is előállítanak földgázból.

További fejlődést jelent 1979-re a 25 Gm<sup>3</sup>/év termelési szint elérése.

(I. Dumitru-nak a Petrol & Gaze 1970. novemberi számában megjelent cikke alapján.)

Dr. Bán Ákos  
okl. bányamérnök  
(OKGT, Budapest)



Az embléma négy betűje az American Institute of Mining Engineers (Amerikai Bányamérnökök Egyesülete) kezdőbetűje, azé a világviszonylatban is rendkívül tekintélyes testületé, amely ez év február 26-tól március 4-ig New Yorkban tartott jubileumi ülészkán ünnepelte fennállásának százéves évfordulóját.

Az 1871. esztendő elején E. B. Coxe, R. P. Rothwell és M. Coryell — neves és széles látókörű bányamérnökök — levélben tettek javaslatot egy egyesület megalapítására ..., az európai országok példájára, ahol a bányászat és kohászat mestersége már hosszú idő óta gondos tanulmányozás tárgyát képezi, ... ahol a tagok kicserélik nézeiteket és érdekeikről tanácskoznak, s „Beszámolóikban”, továbbá „Kiadványaikban” közzétett publikációik a közös hivatás értékes adalékaiul szolgálnak...”

A 22 alapító tag 1871. május 16-án a Pennsylvania-állambeli Wilkes-Barre-ben — az Egyesült Államok egyik első műszaki intézményeként — megalapította az AIME-t. Ez időponttól kezdve minden év elején tradicionális összejöveteleket tartanak, s minthogy előbb 1919-től a Kohászati Egyesület (Metallurgical Society, MS), majd 1956-tól az Olajmérnökök Egyesülete (Society of Petroleum Engineers, SPE) is csatlakozott az anyae egyesülethez, az azóta az „American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers” (Amerikai Bányá-, Kohó és Kőolajmérnökök Egyesülete) nevet viseli.

A szokványos évi találkozóval egybeeső centenáriumi ülészkon a szakmai műszaki tudományos és ipari élet mintegy 5000 képviselője vett részt, túlnyomó többségben az Egyesült Államokból. A New York-i Hilton és Americana szállók reprezentatív termeiben számos, a bányászat, kohászat, valamint a kőolajtermelés szakterületébe vágó magas színvonalú előadás hangzott el, de bőségesen jutott idő az ilyenkor szokásos, fehér asztal melletti baráti beszélgetésekre, nemkülönben a megérdemelt kiténtetések átadására is.

Az előadásorozatok 12, az AIME meghatározott technológiai profilját érintő, a különleges centenáriumi szekcióba illesztett, általános jellegű előadással kezdődtek (A világ ásványanyagforrásai; A világ energiaforrásai; A jövő nyersanyagai stb.), majd az egyes szekciókon belül speciális előadásokra került sor. (A szénhidrogén szakmában elhangzott egy-két érdekesebb előadás címe: Termodinamikai rendszerek; Elektrolitikus folyamatok; Cseppfolyós gázok előállításának, szállításának költségei; Kéntelenítési folyamatok stb.)

Az előadások után kapcsolatot teremtve az SPE titkárságával, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület díszplakettjét, s egyben az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt jókívánságait is tolmácsoltam az alább felsorolt egyesületi funkcionáriusoknak, illetőleg vállalati szakembereknek, akikkel meghatározott tématerületeken közös műszaki együttműködést lehetne kialakítani.

- J. E. Ashley, igazgatóhelyettes (Institute of Gas Technology, Chicago);
- A. L. Brown, a különleges tervek igazgatója (Shell Oil Co., Denver, Colorado);
- B. D. Bowman, az AIME titkárságának tagja;
- H. Douglas, (West Wood Research Inc.) és
- A. J. Horn, vezérigazgató-helyettes (Standard Oil Co. of Calif., San Francisco).

Szolnok, 1971. július hó

Szánthó Géza  
okl. vegyész mérnök  
(NKFV, Szolnok)

**К. Якоб—Ё. Шлер, инж.-химики—д-р П. Штейнганер, инж.-химик, к. т. н.: Методы планирования выпуска продукции по отрасли с применением ЭВМ . . . . . Стр. 289**

Цель отраслевой модели по переработке и транспорту нефти и нефтепродуктов, разрабатываемого в Научно-исследовательском Институте по высокому давлению (NAKI) совместно с Главным Отделом переработки Гос. Треста Нефтяной и Газовой Промышленности (OKGT), в первом приближении заключается в том, чтобы расширять, ускорять ручные традиционные методы составления планов, а также проводить быстрый расчет нескольких вариантов. Модель в первую очередь характеризуется тем, что при его помощи *совместно* оптимизируются с одной стороны работы по переработке нефти, а с другой стороны железнодорожный транспорт двух видов продукции (нормального моторного бензина и газойля), вырабатываемых в самом большом объеме. Описываемая работа является частью той деятельности, которая проводится в настоящее время и в других областях нефтяной промышленности в интересах разработки планирования и управления выпуска продукции с применением ЭВМ. Конечной целью этих работ является разработка единых отраслевых методов планирования и управления выпуска продукции с применением ЭВМ.

**Й. Хингл—Б. Тот, инженеры-нефтяники: Вопросы устойчивости стенок скважин. Часть II. . . . . Стр. 293**

В статье рассматривается влияние колебаний, возникающих при вращении бурильного инструмента, на стабильность стенок ствола скважин. Цель нашей работы частично теоретического характера, частично основанной на проведенных измерениях и лабораторных исследованиях: способствовать выяснению и решению теоретически дискутируемых и в этом кругу тем пока ещё сомнительных проблем.

В статье коротко излагаются основные причины колебаний бурильного инструмента и моделирования этих колебаний, математическое описание выбранной модели, совместное исследование числа собственных колебаний бурильного инструмента и числа колебаний возбуждающих импульсов, определение динамических усилий, вызываемых продольными колебаниями бурильного инструмента, и наконец, влияние этих динамических усилий на стабильность стенок ствола скважин.

**Л. Ференци, инж.-геофизик: 10-летний опыт высвобождения прихваченных колонн бурильных труб взрывом Стр. 299**

Одним из видов аварий, часто встречающихся в ходе проведения работ по бурению глубоких скважин, является прихват бурильного инструмента. Одним из способов их ликвидаций, хорошо оправдавших себя на задунайских площадях, является высвобождение труб взрывом. В статье детально излагаются операции высвобождения: подготовка колонны бурильных труб, разработка заряда, а также промысловый опыт, статистические данные по операциям и сделанные на их основании выводы.

**В. Балитт, инж.-нефтяник—Ф. Пах, физик—Дд. Тисаи, инж.-нефтяник: Исследование механизма диффузии углекислоты . . . . . Стр. 301**

В настоящей статье приводится физическое и математическое описание явлений диффузии (перерастворения), происходящих в системах углекислота—нефть—вода, а также интерпретируются параметры, влияющие решающим образом на динамику явления во времени.

Описывается математическая модель, пригодная для определения коэффициентов конвекционной диффузии нефти или воды, содержащих углекислоту, и приводятся результаты экспериментов, проведенных на физической модели.

В случае систем, совместно содержащих нефть и газ, рекомендуются различные математические модели для прогнозирования распределения концентрации

конвекционной диффузии в соответствии с механизмами перерастворения различного типа.

Для систем, самых важных с точки зрения практического применения, определяются конкретные величины коэффициентов конвекционной диффузии CO<sub>2</sub> в нефти и воде и приводится аналитическое решение определения.

**Д-р М. Медьери, инж.-нефтяник: Определение запасов и производительности коллекторов термальных вод гидродинамическими исследованиями . . . . . Стр. 308**

Ценным побочным продуктом разведочных работ на нефть в ВНР является термальная вода. Инженер-эксплуатационник, занимающийся с определением параметров и оценкой продуктивных нефтегазовых скважин разведочных площадей, сталкивается и с вопросами определения запасов и производительности коллекторов термальных вод. Автором излагаются принципиальные и практические возможности решения этих проблем.

**И. Сегеди, инж.-электрик: Автоматика котельных, работающих на природном газе на нефтесборных пунктах . . . . . Стр. 313**

По проекту стандарта БМТОП 7/70, приобретавшего в 1970 г. силу стандарта, котельные, работающие на газовом топливе, можно эксплуатировать только в случае их оснащённости приборами техбезопасности. В статье детально описывается устройство для управления работой котельных, эксплуатируемых на нефтесборных пунктах предприятия по добыче нефти и газа на Алфельде. Это устройство удовлетворяет требованиям указанного выше стандарта. Описанное устройство сопоставляется с другими безопасными запальниками отечественного производства.

\*

**Dipl.-Ing. Károly Jakab—Dipl.-Ing. Ödön Schler—Dr.-Ing. Pál Steingaszner, Kandidat der chemischen Wissenschaften: Computerisierte Produktionsplanungsmethoden für die Ölindustrie . . . . . S. 289**

Zwecks des durch das Institut für Hochdruckforschung (NAKI) unter Mitwirkung der Raffinerie-Hauptabteilung des Ungarischen Erdöl- und Erdgasrustrates (OKGT) entwickelten Verarbeitungs- und Transportmodells für die Ölindustrie ist im ersten Schritt, die manuellen Methoden der traditionellen Planerstellung zu erweitern, zu beschleunigen, eine schnelle Berechnung mehrerer Varianten zu ermöglichen. Das wichtigste Merkmal des Modells ist, dass es einerseits die Verarbeitungstätigkeit, andererseits den Eisenbahntransport der beiden Produkte grössten Volumens (d. h. des normalen Motorbenzins und des Gasöls) *gleichzeitig* optimiert. Die behandelte Arbeit bildet einen Teil der Tätigkeit, die zwecks Ausarbeitung der computerisierten Produktionsplanung und -steuerung innerhalb der Erdölindustrie gegenwärtig auch anderswo im Gange ist. Zwecks dieser Arbeiten soll die Ausarbeitung einheitlicher computerisierter Produktionsplanungs- und Produktionssteuerungsmethoden für die Ölindustrie sein.

**Dipl.-Ing. József Hingl—Dipl.-Ing. Béla Tóth: Fragen der Bohrlochwandstabilität—2. Teil . . . . . S. 293**

Der Einfluss der beim Drehen des Bohrwerkzeuges auftretenden Schwingungen auf die Bohrlochwandstabilität wird untersucht. Zweck dieser Arbeit, die z. T. von theoretischem Charakter ist, aber auch auf durchgeführten Messungen und Laboruntersuchungen beruht, ist die Aufklärung und Lösung der theoretisch noch bestreitbaren und in diesem Themenkreis bisher noch zweifelhaften Probleme zu fördern.

Es werden folgende Punkte behandelt: Grundlegende Ursachen der Schwingung des Bohrwerkzeuges; Modellierung der Schwingung des Bohrwerkzeuges; mathematische Beschreibung des gewählten Modells; gemeinsame Untersuchung der Eigenschwingungszahl des Bohrwerkzeuges und der Schwingungszahl der Erregungsimpulse; Bestimmung der infolge longitudinaler Schwingung des



- Bohrwerkzeuges zustande gekommenen dynamischen Kraftwirkungen und schliesslich Einfluss dieser dynamischen Kräfte auf die Bohrlochwandstabilität.
- Dipl.-Ing. *László Ferenczy*, Geophysiker: **10-jährige Erfahrungen mit Rohr-Lockerung mittels Sprengarbeit .... S. 299**  
 Einige häufige Betriebsstörung des Tiefbohrens ist das Festwerden des Bohrwerkzeugs. Die Rohr-Lockerung mittels Sprengarbeit ist eine gut bewährte Methode der Behebung des Festwerdens in Transdanubien. Der Beitrag beschreibt ausführlich die Lockerungs-Operationen: die Vorbereitung des Bohrgestänges, die Ausgestaltung der Ladung, die Betriebserfahrungen, die statistischen Angaben der Operationen und die daraus ziehbaren Schlussfolgerungen.
- Dipl.-Ing. *Valér Bálint*—Dipl.-Phys. *Ferenc Pach*—Dipl.-Ing. *György Tiszai*: **Untersuchung des Durchlösungsmechanismus des CO<sub>2</sub> ..... S. 301**  
 Der Beitrag behandelt die physikalische und mathematische Beschreibung der Durchlösungserscheinungen in CO<sub>2</sub>-Öl-Wasser-Systemen. Die Wirkung der die zeitliche Gestaltung der Erscheinung entscheidend beeinflussenden Parameter wird ausgelegt.  
 Ein mathematisches Modell wird beschrieben, das zur Bestimmung der Faktoren der konvektiven Diffusion für CO<sub>2</sub>-haltiges Öl, bzw. Wasser geeignet ist. Die am physikalischen Modell erhaltenen Versuchsergebnisse werden angegeben.  
 Für die Systeme, die Öl und Wasser gemeinsam enthalten, werden zur Voraussage der Konzentrationsverteilung der konvektiven Diffusion entsprechend den Durchlösungsmechanismen verschiedenen Typs verschiedene mathematische Modelle vorgeschlagen.  
 Für die hinsichtlich der praktischen Anwendung wichtigsten Systeme werden die konkreten Werte der Faktoren der konvektiven Diffusion für CO<sub>2</sub> im Öl und Wasser bestimmt und die analytische Lösung der Bestimmung gezeigt.
- Dr.-Ing. *Mihály Megyeri*: **Bestimmung der Vorräte und Leistungsfähigkeit von Thermalwasser-Lagerstätten aufgrund hydrodynamischer Untersuchungen ..... S. 308**  
 Ein wertvolles Nebenprodukt der Erdölerkundung in Ungarn ist das Thermalwasser. Der sich mit der Messung von Parametern der auf Kohlenwasserstoffe produktiven Sonden auf dem Erkundungsgebiete und mit der Qualifizierung der Sonden beschäftigende Lagerstätteningenieur begegnet auch Fragen der Bestimmung der Vorräte und der Leistungsfähigkeit von Thermalwasser-Lagerstätten. Der Verfasser behandelt die prinzipiellen und praktischen Möglichkeiten der Lösung dieser Probleme.
- Dipl.-Ing. *István Szegedi*: **Automatik der Gasfeuerungskessel von Erdölsammelstationen ..... S. 313**  
 Der in 1970 Kraft getretene Normentwurf BMTOP 7/70 genehmigt die Inbetriebhaltung von Gasfeuerungskesseln nur mit der vorgeschriebenen Sicherheitsinstrumentation. Eine der genannten Norm entsprechende Kesselsteuerungseinheit, die für die Gasfeuerungskessel der Tankstellen des Bohrbetriebs auf der Ungarischen Tiefebene entwickelt worden ist, wird ausführlich beschrieben. Die dargelegte Einrichtung wird mit anderen einheimischen Flammwächtern verglichen.
- \*
- Károly Jakob*, Chemical Eng.—*Ödön Schler*, Chemical Eng.—*Dr. Pál Steingaszner*, Chemical Eng. Candidate of Chemical Sciences: **Computerized industrial production planning methods ..... p. 289**  
 In the first step, the processing and transporting model for the oil industry now under elaboration at the High Pressure Research Institute (NAKI) in collaboration with the Refining Department of the Hungarian Oil and Gas Trust (OKGT) aims at expanding and accelerating manual methods of traditional planning enabling quick calculation of several variants. The model is primarily characterized by *simultaneously* optimizing the processing activity on the one hand and railway transport of the two products showing the biggest volume, i. e. normal motor gasoline and gas oil, on the other. The work described is part of the activity that is being displayed also in other sections of the petroleum industry for elaborating computerized production planning and management. The final goal of this work should be the elaboration of uniform methods for computerized production planning and production management in the oil industry.
- József Hingl*, Petroleum Eng.—*Béla Tóth*, Petroleum Eng.: **Bore hole wall stability problems—Part 2. .... p. 293**  
 Effects on bore hole stability of oscillations induced by rotating drilling tools are considered. The aim of the work, which is partly of a theoretical character but is also based on measurements and laboratory tests carried out, is to promote clarification and solution of problems theoretically contestable and still doubtful in this field. Following points are discussed: basic causes of drilling tool oscillation; modelling drilling tool oscillation; mathematical description of the selected model; simultaneous examination of drilling tool natural frequency and frequency of energizing pulses; determination of dynamic power effects arising as a result of drilling tool longitudinal oscillation and influence of these dynamic forces on bore hole stability.
- László Ferenczy*, Geophysicist: **Ten years' experience of explosion pipe loosening ..... p. 299**  
 During deep-drilling operations the sticking of drilling tools is a frequent breakdown. One of the methods to overcome this difficulty is the explosion pipe loosening employed with success in Transdanubia, Hungary. Loosening operations, such as preparation of drill pipes as well as forming of blasting charges, operating experience, statistical operating data and conclusions to be drawn from them are described in detail.
- Valér Bálint*, Petroleum Eng.—*Ferenc Pach*, Physicist—*György Tiszai*, Petroleum Eng.: **Examination of the CO<sub>2</sub> transsolving mechanism ..... p. 301**  
 A physical and mathematical description of transsolving phenomena in CO<sub>2</sub>-oil-water systems is given. Effects of parameters influencing the changes in time of the phenomena are interpreted.  
 A mathematical model is described suitable for determining convective diffusion coefficients of oil and water, containing CO<sub>2</sub>. Experimental results obtained on the physical model are given.  
 In case of systems containing oil and water simultaneously, various mathematical models are suggested for predicting convective diffusion concentration distribution in conformity with various types of transsolving mechanisms.  
 Concrete values of convective diffusion coefficients of CO<sub>2</sub> in oil and in water are determined for the most important systems from the viewpoint of practical application. The analytical solution of determining them is shown.
- Dr. *Mihály Megyeri*, Petroleum Eng.: **Determination of thermal water reservoir reserves and productiveness based on hydrodynamic examinations ..... p. 308**  
 Thermal water is a valuable by-product of petroleum exploration in Hungary. The reservoir engineer dealing with the measurement of parameters of wells productive to hydrocarbons and with the qualification of wells has to face also problems of determining reserves and productiveness of thermal water reservoirs. Fundamental and practical possibilities of solving these problems are discussed.
- István Szegedi*, Electrical Eng.: **Automation of gas-fired boilers for oil gathering stations ..... p. 313**  
 The tentative standard BMTOP 7/70 coming into force in 1970 allows the operation of gas-fired boilers with the prescribed safety instrumentation only. A boiler control unit developed for gas-fired boilers operating in the tank stations of the Great Hungarian Plain Drilling Company and meeting the above standard is described in detail. The equipment is compared with other Hungarian made flame protectors.

A Zala megyében működő műszaki és természettudományi egyesületek közül legutóbb az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának Gellénházi és Nagykanizsai Csoportja tájékoztatta munkájáról az MTESZ megyei elnökségét.

A tájékoztatás kiemelte az 1200-as példányszámú KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ c. lap, továbbá az immáron másfél évtizede rendszeresen megtartásra kerülő olajbányászati vándorgyűlések jelentőségét, mely összejövetelek a hazai olajvidékek különleges problémáival foglalkozó szakemberek továbbképzése mellett az egyesületi élet ápolására is hivatottak. E céllal rendezik meg az októberben Keszthelyen tartandó vándorgyűlést is, melynek előkészítésében — valamint a Zala megyét propagáló program lebonyolításában — mindkét egyesületi csoport részt vesz.

Mindkét csoport egyetért abban is, miszerint a tudományos egyesület a legmegfelelőbb fórum ahhoz, hogy tagjai a vállalati kereteket átlépve, együttesen koncentráljanak az olajipar közös problémáira, egybehangolt álláspontot alakítsanak ki, hogy az elmúlt évben a rezervoártudományok tárgykörében Nagykanizsán megtartott vitautasüléshez hasonló színvonalú, közös rendezvényeken jussanak előbbre az ipar problémáinak megoldásában.

Mindkét egyesületi csoport munkájában nagy jelentőségű a jugoszláv és NDK-beli tudományos egyesületekkel fennálló nemzetközi kapcsolat és az iraki tapasztalatok hasznosítása.

Az OMBKE Zala megyében működő csoportjainak eddig végzett tartalmas munkájáért az MTESZ megyei elnöksége elismerését és köszönetét fejezte ki.

Zalaegerszeg, 1971. június hó

Andor Istvánné  
szervezőtitkár

A NEDRA kiadónál (Moszkva) 1971. II. félévében szakterületünkről az alábbi könyvek jelennek meg:

BLANTER, Sz. G.—SZUD, I. I.: Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. (Kőolaj- és gázipari villamos berendezések.)

GIMATUDINOV, S. K.: Fizika neftjanogo i gazovogo plazma. 2. átdolgozott és bővített kiadás. (Kőolaj- és földgáz-tároló rétegek fizikája.)

SZUHAREV, G. M.: Hidrogeologija neftjanüh i gazovüh mesztorozszenij. (Kőolaj- és földgáztelepek hidrogeológiája.)

Tehnika i tehnologija dobücsi nefti i gaza. (A kőolaj- és földgáztermelés technikája, illetve technológiája.)

SAISEV, F. A.: Osznovü razvedocsnogo bürenija. 2. átdolgozott és bővített kiadás. (A kutatófúrás alapelvei.)

BULATOV, A. I.: Tamponazsnüe materialü i tehnologija cementirovanija szkvazsin. (Tömítőanyagok és a cementezés technológiája.)

LAVRUSKO, P. N.—MURAV'EV, V. M.: Ékszpluatácija neftjanüh i gazovüh szkvazsin. (Kőolaj- és gázkutak termeltetése.)

NEJFEL'D, I. E.: Kontrol' kacsesztva szvarki magisztral' nüü truboprovodov proszvecsivaniem. (Fővezetékek hegesztésének ellenőrzése átvilágítás segítségével.)

Szbornik vazsnejsih posztanovlenij i pravil po ohrane truda i tehnikе bezopasznoszti v neftjanoj i gazovoj promüslennoszti. (A legfontosabb munkavédelmi és biztonságtechnikai határozatok és szabályok kézikönyve.)

Sztroitel'sztvo Truboprovodov, 1971. április

K. A.



**Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt**  
**Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás**  
**Budapest XIII., Révész u. 27-31**  
**Telefon: 290-020** **Telex: 3716**

Az alábbi szolgáltatásainkat ajánljuk:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási, fejlesztési és vizsgálati feladatok elvégzését,
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos feladatok elvégzését,
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását,
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését

# TURBOQUANT

## turbinás áramlásmérő műszerfamilád

A TurboQanT áramlásmérők a kőolaj-ipar minden területén alkalmasak zárt, nyomás alatt álló csővezetékben áramló folyadékok térfogati sebességének és az átáramlott mennyiségnek regisztrálására, adagolására, távjelzésére és szabályozására.

Méretek (17 féle)	6...500 mm
Mérési tartományok	0,03...6500 m <sup>3</sup> /h
Közeg viszkozitása	max. 5 cSt
Pontatlanság	±0,5% mért értékre von.

Kimeneti jel szabályozásra	0...5 mA vagy 2...10 mA vagy 0...20 mA vagy 4...20 mA
----------------------------	--

A TurboQanT műszerfamilád újdonsága a beépített **NO-SIGN-ALARM**, ami jelkiesés esetén hang- vagy fényjellel riaszt.

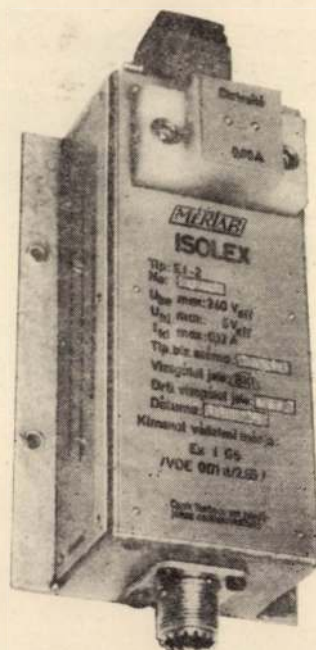
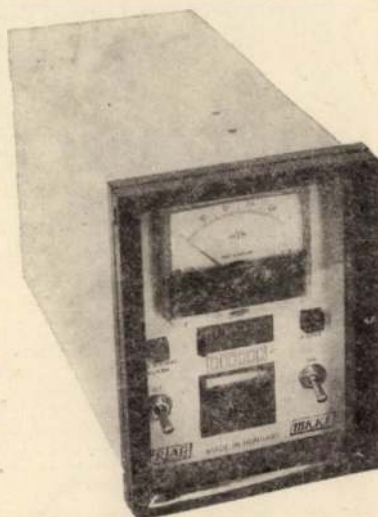
Robbanásveszélyes üzemi körülmények között a rendszer biztonsággal üzemeltethető **ISOLEX** gyújtószikra gát alkalmazásával.

### VEVŐSZOLGÁLAT ÜZEMBEHELYEZÉS KARBANTARTÁS

Az Electronic Flow-Meters angol céggel kötött kooperációs szerződés alapján gyártja és forgalomba hozza

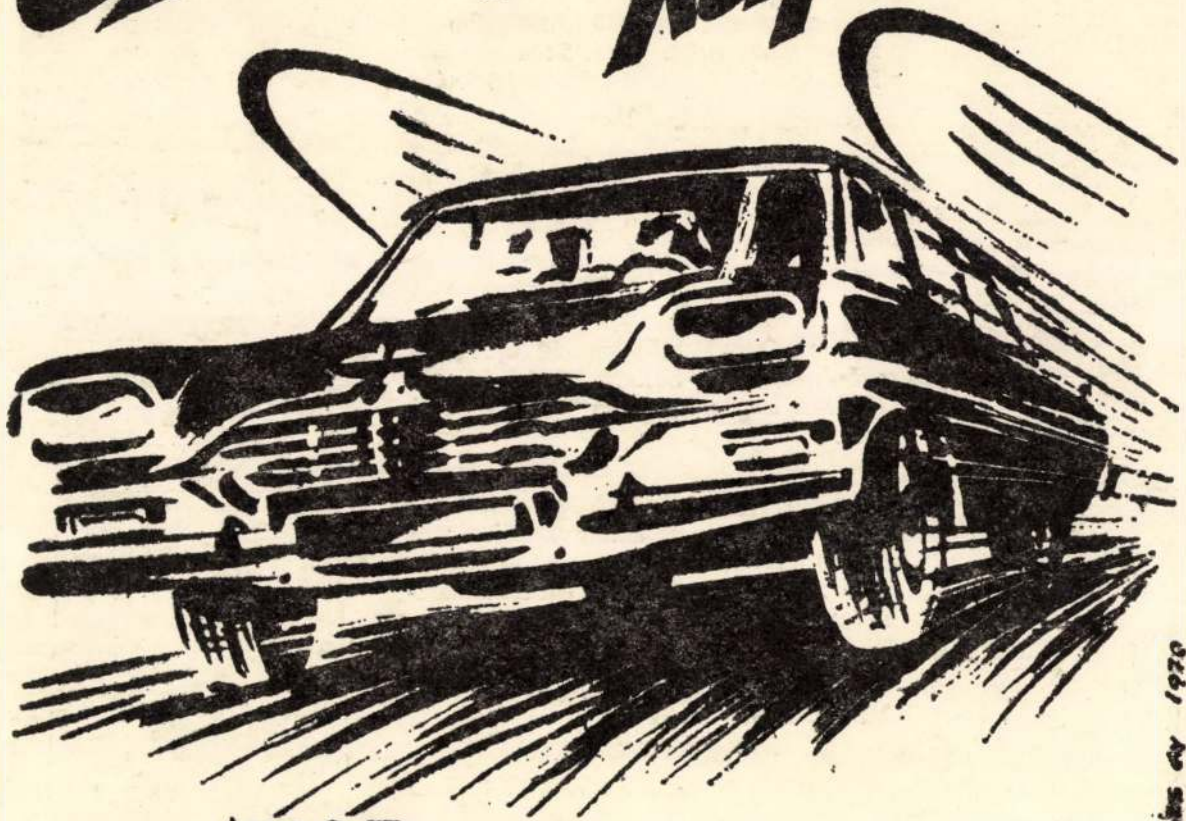
### MÉRÉSTECHNIKAI KÖZPONTI KUTATÓ LABORATÓRIUM

Budapest, 5. Pf. 205.  
Tel.: 880-308



**MERLAB**®

**MINTHA  
szárnyakat  
kapna...**



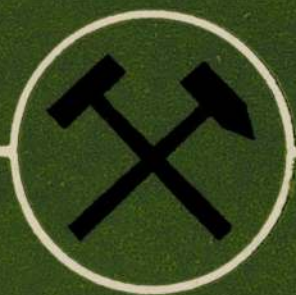
**AEOR**  
BENZIN - OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 321—352 oldal

BUDAPEST, 1971. NOVEMBER HÓ

11

**TARTALOM**

ZSÓKA ISTVÁN	Hydrosztatikus energiával működő rétegelzáró szerkezetek .....	321
MARKÓ IVÁN	Acél csőhálózatok aktív korrózióvédelme .....	325
POGÁNY LÁSZLÓ	Hosszú távú kutatás és fejlesztés a hazai szénhidrogén-gazdaságban .....	331
MATING BÉLA	Porózus közetek tekervényességének vizsgálata diffúziós modellel .....	336
FAZEKAS ANDRÁS— MÁNDY TAMÁS— BODA ANDRÁS	Szendioxidgáz szénhidrogén-tartalmának eltávolítása katalitikus oxidációval .....	342
	Egyesületi és szakosztályi hírek (Elnökségi ülés. Szakosztály-vezetőségi ülés) .....	324
	Egyesületi hírek (A nagylengyeli mező 20 éves jubileuma) .....	330
	Az iparág köréből (A szénhidrogén-bányászatban dolgozó fiatal diplomások helyzete) 341 (Országos Gázkonferencia; Győr, 1971. VIII. 25—27.) .....	348
	(Az OGIL tanácsulése) .....	330
	A kőolaj-feldolgozás hírei .....	335, 348
	Külföldi hírek .....	350
	Közlemény .....	351
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS .....	349

**A SZÁM SZERZŐI:**

BODA ANDRÁS okl. vegyész, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); FAZEKAS ANDRÁS—NÉ okl. vegyész-mérnök, tud. munkatárs (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); MARKÓ IVÁN okl. mérnök (Vízügyi Tervező Vállalat, Budapest); Mating Béla dr. okl. olajmérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); MÁNDY TAMÁS okl. vegyész-mérnök, tud. osztályvezető (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Budapest); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyész-mérnök, okl. mérnök-közgazdász, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ZSÓKA ISTVÁN okl. olajmérnök, okl. bányaiipari gazdasági mérnök, csoportvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-4740 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNÉ; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCH FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DÁNIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PÁL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÖZÖ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

11. szám

1971. november

## Hidrosztatikus energiával működő rétegzáró szerkezetek

ZSÓKA ISTVÁN

A cikkben ismertetett szerkezetek és az alkalmazási eljárás lehetővé teszi a rétegvizsgálatok munkaigényes, költséges — és sok esetben (veszteséges zónák, agresszív víz, kis rétegtávolság stb.) sikertelen — műveletének, a dugócementezésnek korszerű helyettesítését úgy, hogy a megoldás a réteg termelőképességét nem befolyásolja.

Kiemelkedő jelentőségük lehet az UZ-2F szerkezeteknek a nagymélységű, magas hőmérsékletű fúrólukak dugócementezéseinek helyettesítésénél. Alkalmazásuk lehetővé teszi a cementezés teljes költségének megtakarítását, ugyanakkor biztonságos zárást létesít.

Az üzemi alkalmazás során szerzett tapasztalatok, az olajipar szakembereinek tanácsai, segítsége, valamint az alumíniumipar kutatómunkája lehetővé tette, hogy ma már üzembiztosan, a dugócementezésnél jobb hatékonysággal használhatók az ismertetett szerkezetek olaj-, gáz- és víztartalmú rétegek elzárására.

Az elmúlt években több kijelölt helyen végzett kísérletsorozat alapján egy viszonylag olcsó, biztonságos megoldást sikerült kialakítani fúrólukak megnyitott rétegeinek elzárására. A megoldás — lényegében — a dugócementezést helyettesíti és minden olyan esetben használható, amikor a fúrólukban megnyitott réteget megadott mélységben el kell zárni.

A zárószerkezetek elhelyezési módjuk szerint általában két csoportba sorolhatjuk:

- csővel (fúrórúddal, termelőcsővel) és
- drótkötéllal elhelyezhető változat csoportjába.

A két változat közül az adottságok szerint kell a célnak legmegfelelőbbet kiválasztani.

A hazai rétegvizsgálati technológia és a biztonsági előírások leginkább a csővel elhelyezhető változat használatát indokolják, ezért az UZ-2F szerkezetek működési elvét, felhasználási technológiáját ezen a változaton keresztül ismertetjük.

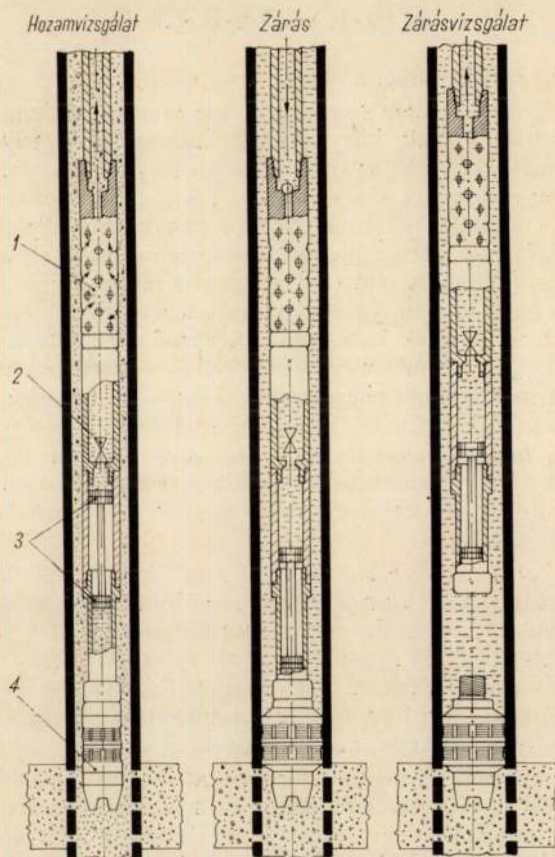
### Csővel elhelyezhető UZ-2F szerkezetek felhasználása

A rétegvizsgálat műveletét az 1. ábra szerint az alábbiakban tárgyaljuk.

A rétegvizsgáló berendezéssel az eddigi módszerekkel elvégzik a béléscső zárásvizsgálatát, kiépítik a termelőcsövet, majd elvégzik a perforálást, ezután megkezdhető az új eljárás szerinti rétegvizsgálat. A művelet három fázisra osztható.

**Hozamvizsgálat.** E művelethez perforálás után termelőcsővel a réteg fölé beépítik a felszínen összeállított UZ-2F szerkezetet és ennek 1 jelű öblítő közdarabján keresztül elvégzik a réteg termeltetését (hozamvizsgálatot).

**Rétegzárás.** A hozamvizsgálat befejezésével a termelőcsőbe bedobott golyó elzárja az öblítő közdarab felső nyílását, majd a termelőcsőre adott folyadéknyomás (20—100 att) nyitja a szerkezet speciális, nyomás-



1. ábra

Fúrható univerzális zárószerkezet (UZ-2F) 1 — öblítő közdarab; 2 — indítószelep; 3 — hidrotranszformátor; 4 — zárófej

kiegyenlített 2 szelepét, amely indítja a szerkezet működtető energiáját szolgáltató egységet, a 3 hidrotranszformátort. A hidrotranszformátor olyan nyomásfokozó egység, amely a fűrőlyukat feltöltő folyadék hidrosztatikus nyomását megadott arányban emeli, és a nyomófolyadékot a 4 zárófejbe nyomja.

A 4 zárófej belsejében a nagynyomású folyadék a zárófej speciálisan kiképzett alumínium köpenyét — a réteg elzárásához szükséges nyomással — a bélésű falához préseli, ezáltal a csőszelvényt elzárja.

**Zárásvizsgálat.** A zárófej működtetése után a zárás ellenőrzését a következőképpen lehet végrehajtani.

A zárófej működését, annak a bélésű falhoz való préselődését 2—3 t húzással, majd leterheléssel lehet ellenőrizni. Ezután a termelőcső jobbra forgatásával leoldható a zárófej az elhelyezőszerkezetről és a zárófej közötti balmenetű csatlakozás mentén. Az oldás megtörténte után nyomásos és nivósökkentéses zárásvizsgálatot lehet végezni. Mindezek sikeres elvégzése után a szerkezet elhelyező részét a termelőcsővel kiépítik és ezzel a rétegvizsgálat befejeződik.

A szerkezet elhelyező része, annak beállítása és újabb zárófej felszerelése után többször felhasználható; a műveleteket az előzőekben leírtak szerint meg lehet ismételni.

Az ismertetett rétegvizsgálati módszerrel érhető el a legnagyobb idő-, illetve költségmegtakarítás, de természetesen a zárás elvégzése a fentiekől eltérő sorrendben is lehetséges.

### Az UZ-2F szerkezeti elemei

Az elzárószerkezet részei:

**Zárófej (1. ábra 4 egysége).** Speciális alumíniumöntvényből készült, irányított tágulású egység, amely a hidrotranszformátor által bepréselt folyadék nyomása következtében radiális irányban kitágul (tengelyirányú tágulását határoló elemek teszik lehetetlenné). A bélésű falához préselt alumínium köpeny elzárja a fűrőlyukat. A zárást, ill. a zárófej tengelyirányú elmozdulásának megakadályozását a súrlódáson kívül O-gyűrű és ékek biztosítják. A zárófej működéséhez szükséges nyomás meghatározása és a szerkezeti elemek méretezése a rétegnomás, a fűrőlyuk mélysége és a fűrőlyukat feltöltő folyadék adatainak függvényében, beépítés előtt történik. Az eddig használt zárófejek 100—800 at közötti nyomású rétegek elzárására készültek, de lehetőség van nagyobb nyomások leküzdésére is.

**Hidrotranszformátor (1. ábra 3 egysége).** Célszerűen megválasztott átmérőjű, O-gyűrűvel tömített dugattyúpárból áll, amely illesztett hengerpárban mozog. A nagyobb átmérőjű dugattyúra adott folyadéknomás — a két dugattyúfelület arányában felfokozva — a kis dugattyú előtti folyadéknak adódik át, amely bepréselődve a zárófejbe, azt működésbe hozza.

A felszíni szivattyú, a fűrőlyukat feltöltő folyadékoszlop, a hidrotranszformátor és a zárófej által alkotott hidraulikus rendszer nyomásviszonyait a 2. ábra alapján az alábbi összefüggés szemlélteti:

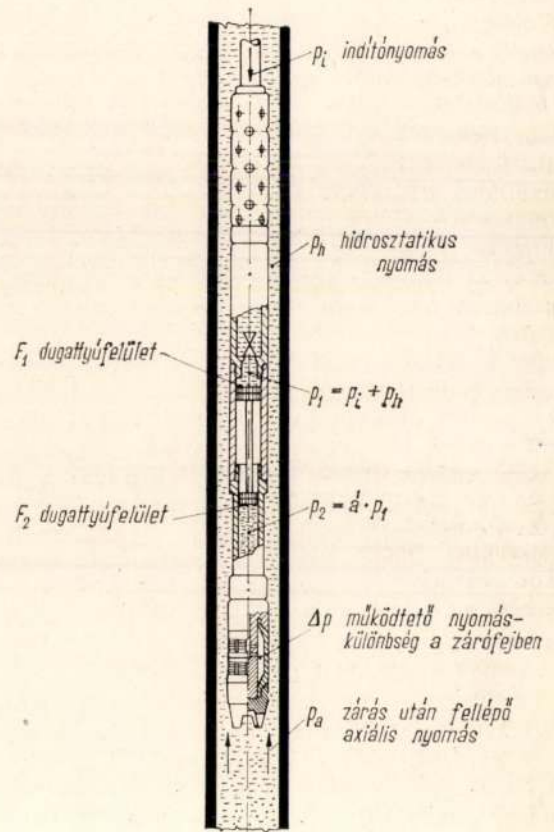
$$p = (p_h + p_i) \cdot \dot{a} - p_h \text{ kp/cm}^2, \quad (1)$$

ahol

- $p$  a zárófejet működtető belső túlnyomás,  $\text{kp/cm}^2$ ;
- $p_h = \frac{1}{10} \cdot L \cdot \gamma$ , hidrosztatikus nyomás az elhelyezés mélységében,  $\text{kp/cm}^2$ ;
- $p_i$  indítónyomás a termelőcsőben,  $\text{kp/cm}^2$ ;
- $\dot{a}$  a hidrotranszformátor nyomásfokozó áttétele;
- $L$  a fűrőlyuk mélysége, m;
- $\gamma$  iszapfajsúly,  $\text{kp/dm}^3$ .

Az adott mélységbe beépített zárófej belső terében a bélésű falhoz viszonyítva  $\Delta p$  nyomáskülönbség szükséges ahhoz, hogy a zárófej alumínium köpenye elérje a folyáshatárt, majd maradó alakváltozást szenvedve kitáguljon és a bélésű falához szoruljon.

A nyomáskülönbség előállításához — a megfelelő mélységben és az adott iszapfajsúly mellett — meghatározott értékű „ $p_h$ ” hidrosztatikus nyomás áll ren-



2. ábra

A hidraulikus rendszer nyomásviszonyai

delkezésre, tehát beavatkozási lehetőség a  $p_i$  külső szivattyúnyomás és — főképpen — az  $\dot{a}$  áttételi viszony megválasztásában van.

Az  $\dot{a}$  viszonyszám a hidrotranszformátor jellemző adata:

$$\dot{a} = \frac{F_1}{F_2}, \quad (2)$$

ahol

- $F_1$  a nagyobb átmérőjű dugattyú felülete,
- $F_2$  a kisebb átmérőjű dugattyú felülete  $\text{cm}^2$ -ben,



vagyis  $a$  a hidrotranszformátor dugattyúméretei által meghatározott keresztmetszeti viszony. Ez az érték az előállítható nyomásfokozás mértékére jellemző.

Alkalmasan megválasztott  $a$  érték, vagyis  $F_1/F_2$  keresztmetszeti viszony esetén egy  $p_1$  kezdeti nyomás  $p_2$  nyomásra fokozható. Ez a nyomásfokozás az UZ-2F szerkezetekbe épített hidrotranszformátoroknál 1,5; 2; 2,5; 3-szoros értékű lehet, de lehetőség van bármilyen  $a$  érték megválasztására is.

A nyomásfokozás mértékét úgy kell megválasztani, hogy a nyomáskülönbség hatására a zárófej alumínium köpenye a béléscsőszelvényt áteresztésmentesen elzárja.

A zárófejre — a béléscsőszelvény lezárása után — a mindenkor rétegnomásból származó  $p_a$  axiális irányú terhelőerő hat, amely a zárófejet a zárás helyzetéből elmozdítani igyekszik. Az alkalmazott zárónyomás mindig nagyobb legyen, mint a  $p_a$  axiális nyomás, ez a biztonságos zárás feltétele.

Megjegyezzük, hogy az UZ-2F szerkezetnél alkalmazott speciális alumínium anyag kb. 130—150 kp/cm<sup>2</sup>-nél eléri a folyáshatárt és az alkalmazott konstrukció mellett, a zárófej belső terében még 900 kp/cm<sup>2</sup> nyomáskülönbség is megengedhető.

**Indítószelap** (1. ábra 2. egysége). Az indítószelap feladata, hogy a fúrólyuk feltöltő folyadékának a hidrotranszformátorba való beáramlását megakadályozza mindaddig, míg a szerkezet működtetésére sor kerül. A működtetés a termelőcsőre felszínről adott nyomással indítható úgy, hogy a termelőcsőbe bedobott golyó elzárja az öblítő közdarab nyílását, így az indítószelap dugattyúja az indítónyomás hatására elmozdul, a hidrotranszformátorba vezető átömlőfurat szabaddá válik, és a fúrólyukat feltöltő folyadék működésbe hozza a hidrotranszformátort.

### Drótkötéllal elhelyezhető UZ-2F

A zárószervezetek második csoportját képezi a drótkötéllal elhelyezhető UZ-2F típus. A szerkezet alkotó egységei lényegében azonosak a csővel elhelyezhető változatával, az alábbiak szerint:

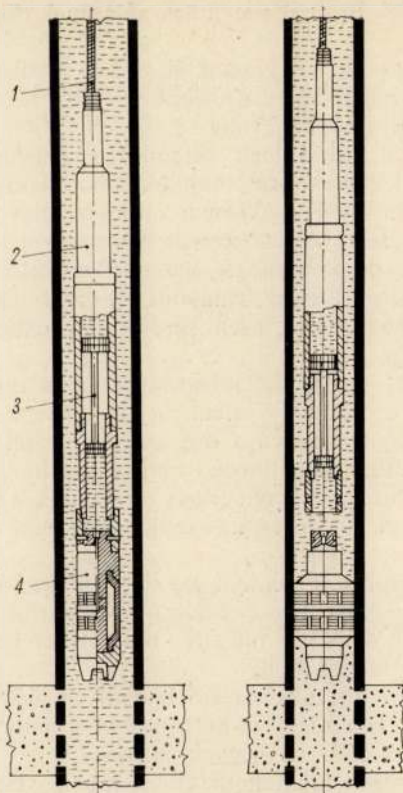
- a zárófej azonos kiképzésű, azonban a leoldást szolgáló balmenet helyett nyírószegekkel van ellátva;
- a hidrotranszformátor az ismertetettel azonos;
- az indítószelap elvileg azonos, de nyitását egy felszínen előre beállított indító óramű végzi.

A szerkezet felhasználása a 3. ábra szerint: felszínen szerelt állapotban, dugattyúzókötéllal az elzárás helyére engedik a szerkezetet, majd meghatározott időben az óramű működteti az indítószelapet, ezáltal a fúrólyukat feltöltő folyadék bejut a hidrotranszformátorba, azt mozgásba hozva elvégzi a nyomásfokozást, a zárófej kitér és elzárja a béléscsőszelvényt.

Zárás után a kötél megfeszítése esetén a rögzítő szegecsek elnyíródnak, és az elhelyező szerkezet a fúrólyukból kiépíthető.

### Kísérletek — üzemi alkalmazás

Az UZ-2F szerkezeteket a leginkább használatos hazai béléscsőméretekre, 4 1/2'', 5 1/2'', 6 5/8'' és 7''-es csőben használható zárófejekkel úgy alakították ki,



3. ábra  
1 — dugattyúzókötél; 2 — indító óramű és szeleprendszer;  
3 — hidrotranszformátor; 4 — zárófej

hogy 4 1/2''—5 1/2''-es béléscsőméretnél egy és 6 5/8''—7''-nél egy másik méretű elhelyező berendezés használható.

A szerkezetek kialakítása során számos felszíni kísérlettel ellenőriztük az egyes elemek alkalmasságát, a számítások helyességét, a működtető nyomás optimális értékét, a zárás biztonságát, az elzárható rétegnyomást, a rétegtartalom (olaj, víz, gáz) és a zárás összefüggését. A kísérletek igazolták a szerkezetek használhatóságát és a számítások helyességét.

Számos felszíni kísérlet után az OKGT Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzeménél megkezdődött a szerkezetek üzemszerű kipróbálása. A felhasznált szerkezetek kísérleti alkalmazása során a 4 1/2''—5 1/2''-es méretnél működtetési nehézségek léptek fel a berendezés eldugulása miatt. Az üzemzavart gumidarabkák, ill. az iszapból leülepedett homok és barit okozták. Az átfolyónyílások növelésével sikerült elérni a szerkezetek megbízható működését.

A szerkezeteket olaj-, víz- és gáztartalmú rétegek elzárására használták 1500—2600 m közötti lyukmélységekben. A maximális kútfeyomás gázos réteg esetében 170 kp/cm<sup>2</sup> volt. A zárófejek minden esetben tökéletes zárást biztosítottak, amit nyomásos és nivócsökkentéses zárásvizsgálattal is ellenőriztek.

Az üzemi tapasztalatok figyelembevételével kialakított új szerkezetekkel — tapasztalataink szerint — a dugócementezésnél jobb eredményesség biztosítható, lényegesen kisebb költségfordítással.

## Az UZ-2F szerkezetek használatának előnyei

A kifejlesztett szerkezetek és eljárás alkalmazásával a rétegvizsgálat munkafolyamata egyszerű, gyors és üzembiztos műveletté válik.

A cement költségének, valamint a cementezési, cementkötési, cementfúrási munkák elmaradásával, mintegy 20—25%-kal csökken a rétegvizsgálat költsége.

A szerkezetek a dugócementezéssel ellentétben nem rontják az iszap minőségét, így csökkenthető az iszap, az iszapcsere költsége, valamint az ezzel kapcsolatos ki- és beépítési idő, ezen keresztül a rétegvizsgálat összköltsége is.

Az elzárt réteg termelőképességét nem rontja le a kisnyomású rétegbe esetenként beszívargó cement, ezért újraindítás esetén a dugócementezéssel ellentétben nem csökken az eredeti olaj- és gázhozam.

Egymáshoz közeli rétegek is elzárhatók a berendezéssel, mivel 50 cm rétegtávolság esetén már tökéletes a zárás.

A zárószerkezet fémből készül, így használatát a réteghőmérséklet nem korlátozza. A cement váratlan megkötéséből adódó műszaki baleseteket az UZ-2F használata kiküszöböli.

A szerkezetek alkalmazása bármilyen mélységű fúrólukban lehetséges a hidrottranszformátor áttételi viszonyának célszerű megválasztásával.

A szerkezet működtethető iszappal, vízzel vagy olajjal feltöltött fúrólukban egyaránt.

További előny, hogy termelőcsővel vagy drótkötél-

lel is működtethető, és az elhelyező szerkezetek többször felhasználhatók, csupán a zárófej marad a fúrólukban.

A szerkezetre vonatkozó legfőbb jellemzőként kiemelhető, hogy működtetését a hidrosztatikus energia végzi, ami jelentős előny a robbantással vagy a szerkezetben más módon fejlesztett energia felhasználásával szemben.

## Továbbfejlesztési lehetőségek

A két ismertített UZ-2F változat továbbfejlesztésé-  
ként kísérleteket végeztünk a szerkezet beléscsővezetés nélküli fúrólukban használható típusának, valamint a fúrás nélkül eltávolítható, ún. oldható változatnak a kialakítására. A kísérleti munka jelenleg is folyik.

A kialakítandó szerkezetek főbb elemei lényegében azonosak az UZ-2F-ével, így az új típusok rövid idő alatt elkészíthetők.

További lehetőségként megemlíthetjük a működtető egység (hidrottranszformátor) felhasználását a fúrólukban végzett különböző műveletekhez (sérült, horpadt csövekhez), továbbá különböző célú eszközök és szerszámok működtetése esetén.

Különösen jelentős lehet a szerkezetek alkalmazása a nagymélységű és magas hőmérsékletű fúrások dugócementezésekor jelentkező — mai ismereteink szerint szinte megoldhatatlan — problémák olcsó, biztonságos, a rétegek termelőképességét nem befolyásoló megoldásában.

## EGYESÜLETI ÉS SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### Elnökségi ülés

Egyesületünk elnöksége 1971. szeptember 14-én — dr. Gyulay Zoltán elnök vezetésével — elnökségi ülést tartott, melyen az MTESZ vezetősége részéről Philip Miklós főtítkárhelyettes is részt vett.

Az egyesületi élet hatékonyságának fokozását célzó munkabizottsági jelentést Molnár László terjesztette elő. A számos hozzászólás után konkrét határozati javaslatokkal kiegészített jelentést — melynek főbb adatait a Várpalotán tartandó választmányi gyűlés főtítkári beszámolója tartalmazni fogja — az elnökség elfogadta.

Csák Tibor az Egyesület anyagi helyzetéről, majd a várpalotai választmányi gyűlés előkészületeiről adott tájékoztatást, míg Nagy Zoltán az egyesület egységes tagozódására, illetve egységes elnevezések használatára tett javaslatot.

Végezetül Gyulay Zoltán elnök az elnökség, de az egész egyesület nevében meleg szavakkal mondott köszönetet hosszú munkásságának utolsó 14 esztendejében az egyesület főkönnyvelő tisztét betöltött, távozó Varga Frigyesnek.

Ó. A.

### Szakosztály-vezetőségi ülés

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának vezetősége dr. Szilas A. Pál elnökletével 1971. szeptember 8-án Egyesületünk előadótermében vezetőségi ülést tartott. Jelen voltak: dr. Alliquander Ödön, Binder Béla, Hajdú Lajos, Hegyi Ferenc, Horváth Róbert, Kiss László, dr. Kókai János, Komornoki László, Kun Tibor, Láposi Sándor, Majerszky Béla, Németh Ferenc, Pausch Ferenc, Pollok László, Szabó György, Tóth András, Tóth Ferenc és Trombitás István.

A szakosztálynak az egyesület keretében még nem rendezett anyagi helyzetét dr. Szilas A. Pál vázolta azzal, hogy a kérdés Bándi József vizsgálatai és előterjesztése alapján lesz részletesen megtárgyalva.

Az ez év március 31-ig benyújtott pályázatok tárgyában dr. Kókai János tett jelentést. A beérkezett 11 pályamű közül egyet még nem bíráltak el, s ezért a végleges eredmény egy soron kívüli

szűkebb körű megbeszélés alapján egy héten belül kerül lerögzítésre.

A jövőre vonatkozóan egyben elhatározott, hogy a pályázatok beadási határideje minden esztendőben március 31-e; azok bírálatát április—május hónapokban, értékelését júniusban el kell végezni, hogy az eredmény júliusban nyilvánosságra hozható legyen.

A szénhidrogénipar fiatal mérnökei és technikusai helyzetéről — szűles körbe tervezett közvélemény-kutatás alapján — Kun Tibor számolt be.

A jövő vezetőinek szociális helyzetét, szakmai fejlődésük lehetőségeit részletes adatok alapján értékelő felmérést — Horváth Róbert összefoglaló tömörítése alapján — jelentőségének megfelelően, lapunk más helyén külön cikkben ismertetjük.

Tóth Ferenc, a zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeum igazgatója beszámolójában elmondta mindazt, amit lapunk ez évi 7. és 9. számában a múzeum eddigi működéséről, a Múzeum Baráti Kör-ének megalakulásáról és célkitűzéseiről olvashattunk. De ezen túlmenően szólt az egyre izmosodó intézménnyel kapcsolatos elképzelésekről és tervekről, azok anyagi megalapozottságáról. A szép és nemes elgondolásokhoz kérte az illetékesek megértő támogatását.

Az 1970 őszi Nagykanizsán a Rezervoárméchanika tárgy-  
körében tartott vitaülés eredményein felbuzdulva kíváncsiam merült fel hasonló tárgyú összejövetelnek másfél évenként való rendszeres megrendezésére, legközelebb Szolnok vagy Szeged székhellyel.

Pollok László ismertette az október 5—7-i keszthelyi vándorgyűlés előkészületeit, a várható bel- és külföldi résztvevők számát, az előadások, valamint az előnyomatok készütségi fokát.

Binder Béla közölte, hogy a KŐOLAJ és FÖLDGÁZ ez évi KÜLÖNSZÁMA, a vándorgyűlés tematikáját is képező bibliográfiai tanulmány — hála a szerzők, szerkesztők, nem utolsósorban pedig a Szegedi Nyomda Vállalat illetékesei megfeszített, lelkes munkájának —, a vándorgyűlés idejére megjelenik.

Láposi Sándor az 1971. október 28—29-én Salgótarjánban — valamennyi hazai bányavállalatot érdeklő, gazdasági tárgyú — szimpózium tematikáját ismertette.

B. B.



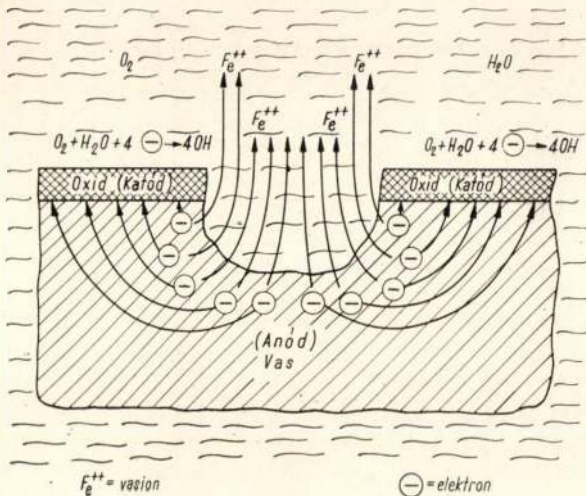
cső *katódos* részét képezi. A vízmolekulák disszociációja által szabaddá váló hidrogénionok befogadják a katódon kiáramló elektronokat és hidrogénatom keletkezik. Az elektrolitban — amely sok hidrogént tartalmaz, tehát savas kémhatású —, 2-2 hidrogénatom összekapcsolódik molekuláris hidrogénné, amely gázhalmazállapotban kiválik az oldatból. Ezt a reakciót erős gátak akadályozzák aszerint, hogy mennyire van szó nemesfémről.

Ezt a korróziót *savas korrózió*nak nevezzük, és létrejötte erősen függ a fém összetételétől. Ha a talajban a  $p_H$ -érték nagyobb, mint 4—5, akkor ez a korróziós folyamat már nem mehet végbe. Ilyenkor a hidrogénatomok a fémfelületen korróziót gátló filmet alkotnak, miáltal a korróziós folyamat megáll. Vannak azonban olyan elektrolitok, amelyeknek nincs szabad oxigénjük, és amelyeken a védő hidrogénfilm gyorsan szétrombolódik. Ilyenek a vízzáró kötött agyagtalajok, amelyek szulfátot és organikus alkotórészeket tartalmaznak. Ezekben *mikrobiológiai folyamatok* keletkeznek, amelyek a védelmül szolgáló *hidrogénfilmet* szétrombolják. E folyamat során a hidrogénatomot a szulfátredukció használja fel.

Ez a szulfátredukció minden organikus anyagot tartalmazó talajban, de különösen a humusz, tőzeg stb. szennyezettségében bekövetkezhet.

A legfontosabb tehát, hogy a távvezetékek felületén keletkezett elektronokat a vízben oldott oxigénnel megfogjuk. Legújabbban bebizonyították, hogy a vasionok kivándorlásakor keletkező elektronok a katódos felületeken direkt oxigénmolekulákká alakulnak és ugyanakkor hidroxilionok (2. ábra) keletkeznek. Ez a folyamat a vas felületén keletkezett oxigénrétegben megy végbe. Ez a korróziós jelenség, amelyet *oxigénes korrózió*nak neveznek, olyan mértékben jelentkezik, amilyen mértékben a vashoz az oxigén hozzájuthat. Az oxigénmolekulák vándorlása a vas felületén függ a víz oxigénkoncentrációjától, a hőmérséklettől és a mozgásban levő víz sebességétől.

Megjegyezzük, hogy a katódos felületen oxidréteg keletkezhet a vasnál nemesebb fémen (pl. rézen vagy ezüstön) is. Így hát az oxigénes korróziónál — a savas korrózióval szemben — a fémösszetétel nem játszik szerepet.

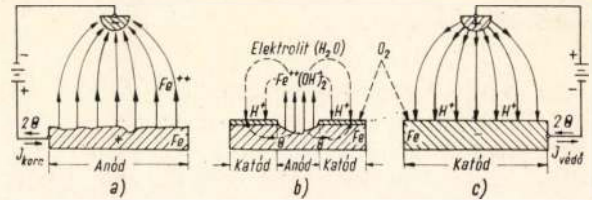


2. ábra

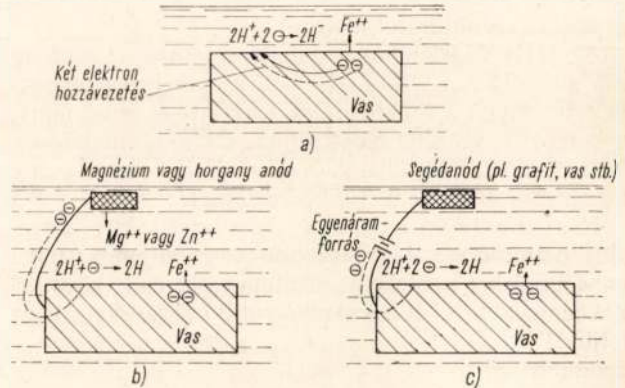
A korróziót meg lehet tehát akadályozni azáltal, ha az elektrolitba távozó vasionok útján szabaddá váló elektronok vándorlását megakadályozzuk.

Ha pl. sikerül a talaj mint elektrolit által felvett elektronokat valahonnan pótolni, akkor a korróziót meg lehet állítani azáltal, hogy a vasionok és az elektronok egyensúlyi állapotát újra helyreállítjuk. A feladatunk tehát az, hogy ugyanannyi elektront juttassunk a cső falába, mint amennyi az elektrolízis következtében eltávozik.

Az anódos és katódos reakciókat jól szemlélteti az 1. ábrán feltüntetett korróziós elem viselkedése. A 3. ábrán pedig az áram eloszlását láthatjuk a korróziós folyamatban és a katódos védelemben.



3. ábra



4. ábra

## 2. Csőhálózatok katódos korrózióvédelmi módszere

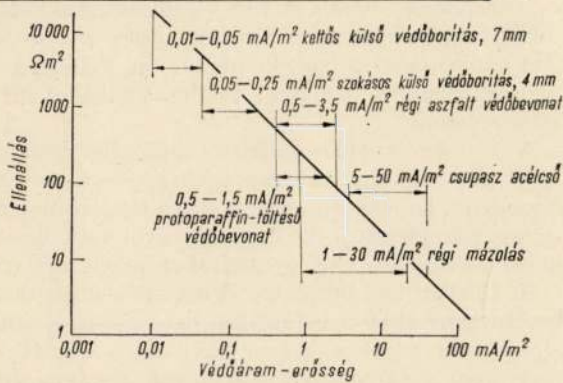
A katódos korrózióvédelemben az elektronok hozzávezetésére gyakorlati módszer kínálkozik (4. ábra). Az ábra b) részletében látható módon a megvédendő vasfelületet vezetékkel — egy, a vasnál kevésbé nemes fémmel —, magnéziummal vagy horgannyal kötjük össze. Így *galvánelemet* állítunk elő, amelyben a kevésbé nemes magnézium- vagy horganyionok az elektrolitba (talajba) vándorolnak. Ennél az oldási folyamatnál szabaddá váló elektronok az összekötő vezetékén át a megvédendő vasfelületbe vándorolnak és ott a hidrogénionok felveszik azokat. Ekkor már csak a vas mehet az elektrolitba, mindaddig, amíg az egyensúlyi állapot helyre nem áll és a korróziós folyamat meg nem szűnik. A vasnál kevésbé nemes fém az anód, az idő folyamán feloldódik és ezalatt a vas, mint megtámadhatatlan katód viselkedik. A vas és a vasnál kevésbé nemes fém összekötésekor a vas további oldása megszűnik. Ezáltal a megvédendő vas katóddá válik és innen ered az elnevezés: *katódos korrózióvédelem*.

A 4. ábra b) részletén látható és az előbbieken ismertetett katódos védelemben szereplő, kevésbé nemes fémet *galvanikus anódnak* nevezzük. Elsősorban

ott alkalmazzák, ahol nincs a csővezeték közelében áramvezeték, és villamos energia kedvező körülmények között nem termelhető. A csővezetékre 10–50 m távolságban elhelyezett, ún. *autonóm anód* képezi az elem egyik sarkát. Magnézium-, alumínium-, horgany- és *Mg-Al-Zn ötvözetek* jöhetnek számításba, amelyet speciálisan kiképzett anóddal kell körülvenni.

Ezenkívül ismeretes még a magyar–román gáztávvezetéken, hazánkban első ízben alkalmazott módszer is, amikor *egyenáramú elektromos áramforrásból* elektronokat bocsátanak a megvédendő vasfelületre (5. ábra). Az egyenáramú forrás pozitív sarka mint segédanód működik (pl. grafit, vas, szilícium, öntöttvas

Pl. NÁ 300 mm-es acélső			
Áramszükséglet	10	50	5000
km-enként mA-ben:	-50	-250	-50000



5. ábra

stb.). Az anódos oldási folyamat a segédanódon következik be. Az oldás mértéke függ az áram erősségétől és a segédanód elektrokémiai tulajdonságaitól.

Mivel ez az utóbbi védelmi rendszer létesíthető a legkisebb beruházási költséggel, és a nagyobb anódállomás-távolság következtében a földművelést — különösen annak gépesített művelési módjait — a legkevésbé gátolja, továbbá, mivel az anódállomások utak mellett helyezhetők el és így gépkocsival minden időben (sárban, hóban) megközelíthetők, hacsak lehetséges, a ritkábban elhelyezett, külső áramforrásból táplálkozó anódállomási rendszert kell választani (6. és 7. ábra).

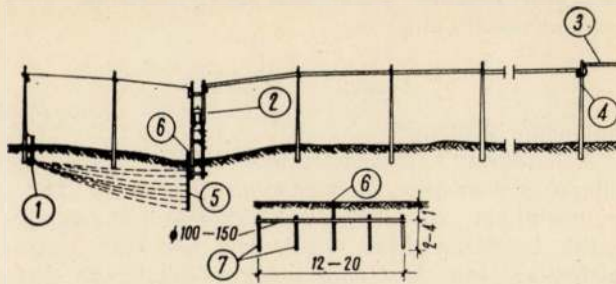
A katódos védelmi állomásokon a csatlakozási ponton a cső és a talaj potenciálértékének különbsége a talaj  $p_H$ -ja és a szigetelés értékétől függően —1,3-tól max. —2 voltig változhat. A —2,5 voltnál negatívabb potenciál esetében a védett csővezetéken erős hidrogénfejlődés léphet fel, mely fellazítja a cső bevonatát és rövid időn belül megnöveli a szigetelés vezetőképességét.

A törpefeszültség vezetésére szolgáló vezeték a lehető legrövidebbre célszerű választani, ezért előnyösebb az egyenirányító berendezést közvetlenül az anódföldelés felett helyezni el (6. és 8. ábra).

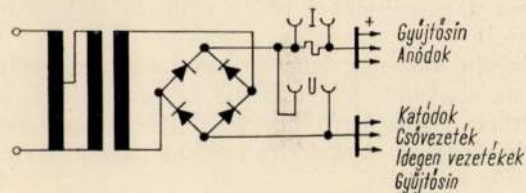
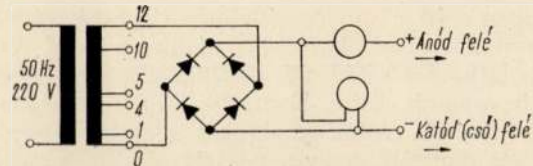
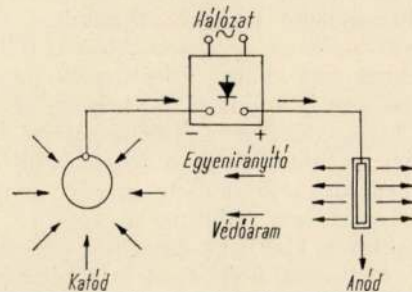
Az előbb ismertetett mindkét eljárás egyenértékű egymással.

A potenciálméréshez nagy belső ellenállású voltmérő (kb. 100 000 Ohm/V) és telített réz (rézszulfát elektród) szükséges.

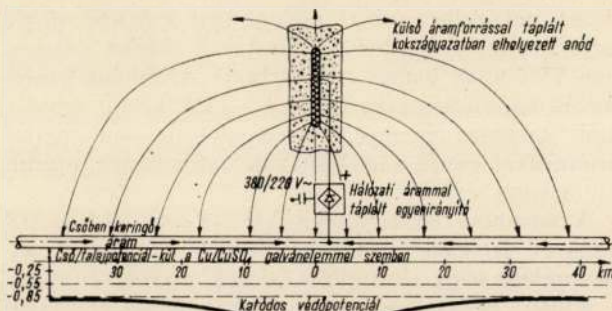
A katódos védelem akkor hatásos, ha elegendő elektronmennyiséget vagy egyszerűbben kifejezve, elegendő



6. ábra



7. ábra



8. ábra

védőáramot bocsátunk a védendő víznyomó cső felületére. Azt gondolhatnánk, hogy megfelelő lenne a csőfelületre vezetett védőáram erősségét mérni, ez azonban — mint a következőkből kitűnik —, nem elégséges.

Ha a fémcső és az elektrolitba elhelyezett rézszulfát elektród közötti potenciált megmérjük, akkor

$$U_{Me/Cu} = -0,5 \sim -0,6 \text{ V}$$

értéket kapunk.

A vas katódos védelméhez annyi elektront kell a vashoz vezetni, hogy az

$$U_{\text{Me/Cu}} = -0,85 \text{ V}$$

potenciál beálljon.

A hatékony katódvédelemhez szükséges feszültségi állapotot *katódos védőpotenciálnak* is nevezik. Ha a potenciál ezt az értéket eléri, akkor az acél csőhálózatok korrózióvédelme a jelenlegi ismeretek szerint biztosítva van. Az előbbi értéknél negatívabb értékek lényeges hátrányok bekövetkezése nélkül megengedhetők, feltéve, hogy az előzőekben említett veszélyes feszültségi állapot nem következik be.

Megjegyezzük, hogy az előbbieken közölt potenciálméréseknek csak akkor van értelmük, ha a mérőműszer a csővezeték áramkilépési helyein  $-0,5$ ,  $-0,6$  V negatív  $U_{\text{R/Cu}}$  értéket még észlelni képes.

Az eddigi megfontolásokban feltételezzük, hogy a katódos megvédett cső felülete *csupas*, tehát azon sem védőbevonat, sem védőborítás nincsen.

A laboratóriumi kísérletek igazolták, hogy a talajba csupaszon elhelyezett acélcsövet is tökéletesen meg lehet védeni katódosan a korrózió ellen. Ehhez azonban olyan nagy áramerősség szükséges, ami már nem lenne gazdaságos.

Éppen ezért a katódos védelmen kívül még védőbevonatot, illetve védőborítást is alkalmazni kell. Az 5. ábrán látható a katódos áramsükséglet a különböző védőbevonatok, illetve -borítások esetében. Az adatokat 15 mérési eredmény alapján állították össze, és ezek jól mutatják, hogy a passzív védelem minősége milyen nagy mértékben befolyásolja az aktív védelem méreteit.

Ügyelni kell arra, hogy az áram erőssége megfelelő legyen, mert *túltáplálás* esetén a katódos védőáram fel-feszítheti a csövek védőborítását (túlvédekezés okozta meghibásodás). A katódos védőpotenciált mérésekkel *ellenőrizni* kell.

A katódos védelemben külső áramforrásként bármilyen törpefeszültségű egyenáramot termelő berendezés megfelelhet, száraz, egyenirányító, motorhajtású egyenáramú generátor (szélmotor is, feltéve, hogy a nap 75%-ában üzemet tud tartani). A védelmi áramforrás teljesítménye legalább 1–5 kW között legyen, amit tartósan és egyenletesen szolgáltatasson. Külső áramforrás esetén anódként vas, acélhulladék, alumínium vagy szén használható.

A vasanód oldása 8,0 kg/A/év, a szén oldása 0,9 kg/A/év értékkel vehető számításba. Grafitanód felhasználása nagy sótartalmú talajok esetében előnyös.

Külső elektromos energiaforrás felhasználásával történő katódvédelem, elvileg tetszőleges energiataralékkal rendelkezvén, bármely teljesítményre, bármely talajellenállás esetén gazdaságosan alkalmazható, feltéve, ha elektromos energia a közelben rendelkezésre áll.

Az anódállomásokat 1–3 m mélységben elhelyezett, összehegesztett vízszintes és függőleges csövekből állítják össze.

Egy anódállomással megvédhető csővezeték hossza szigetelt cső esetén 0,2–3,0 km. Az anódállomásokat kis elektromos ellenállású, nagy sótartalmú, nedves talajrészben gazdaságos telepíteni.

A felhasznált anódok súlyának és felületének meg-

állapítása az oldódás és a talajjal érintkező felület átmeneti ellenállásának számításba vételével történik. Anódok felületén fellépő áramsűrűséget vas esetében 2,5 A/m<sup>2</sup> érték alatt célszerű tartani. Az anódok mérete úgy választandó, hogy élettartamuk 2,5–4,0 évnél ne legyen kevesebb.

Az anódot a terjedési ellenállás kedvezőbbé tételéből *koksodarával töltött ágyba* állítják vagy fektetik. Az anód a védelem során elhasználódik. Az elhasználódás mértéke ne haladja túl az anód súlyának 50%-át. Ha az anódot több kisebb darabból hegesztik össze, a hegesztési varratokat korrózió elleni bevonattal védeni kell.

### 3. Csőhálózatok védőáramigénye

Az 5. ábrán látható a védőáramigény különböző csőszigetelések esetében. Ma a legkorszerűbb és leg-tökéletesebb védelmet nyújtó megoldás a teljes védelmet nyújtó csőszigetelés kombinációja a katódos korrózióvédelemmel, amely az esetleges hibákat hivatott kiküszöbölni.

A katódos korrózióvédelem minősége nemcsak a védőáram-szükségletnek és a csőszigetelés minőségének függvénye, hanem erősen függ a cső hosszirányú elektromos ellenállásától is. A gumigyűrűs csökötéssel ellátott csővezetéknek a kötéseket megfelelő vastagságú kábellel kell áthidalni. A katódos korrózióvédelem függ továbbá a betáplálási hely cső-talaj potenciáljától is, amelyet az idegen elektromos vezetékek hatása miatt nem célszerű akármilyen alacsony értékre leszállítani.

Elméleti megfontolások alapján a megvédendő csőhossz méterben

$$L = \sqrt{\frac{2AU}{\pi \cdot d \cdot i_s \cdot R_L}} \text{ [m]},$$

ahol

- $R_L$  a csővezeték hosszirányú — hossza vonatkoztatott — ellenállása, Ohm/m;
- $i_s$  a védőáram sűrűsége, A/m<sup>2</sup>;
- $U$  a nyugalmi helyzet potenciálja és a betáplálási helyen elért cső-talaj potenciál közötti különbség, V;
- $d$  a cső átmérője, m.

A védhető csőhossz megállapítására közölt előbbi összefüggés csak az elvi szempontokat tartalmazza, és így gyakorlati méretezésre nem használhatjuk.

A 9. ábrán a kétszeres csőhossz és a védőáram erőssége közötti összefüggést ábrázoltuk a csőátmérő függvényében.

Tekintettel arra, hogy az új vezetékeken jó minőségű passzív védelemmel az áramerősséget általában 0,1 mA/m<sup>2</sup>-re választjuk, a 400 mm-es cső védett hossza pl. mintegy 30 km-re adódik. Ehhez a szakaszhoz szükséges áramerősség:

$$I = \pi \cdot d \cdot i_s \cdot L \text{ [mA]},$$

amely az előbb említett példában 3,8 A-ra tehető. Gyenge passzív védelemmel ellátott csőtávvezetéseken 0,1–1,0 mA/m<sup>2</sup>, rossz passzív védettségű vezetéseken pedig 1,0 mA/m<sup>2</sup>-nél nagyobb katódos áramerősséggel kell számolni.

A földbe fektetett csővezetéknek az egy A áramerősség leggazdaságosabb a *galvánanód*, a 3 A-nél na-

gyobb védőáram-mennyiségnél pedig külső áramforrásból táplált védelem alkalmazása (10. ábra).

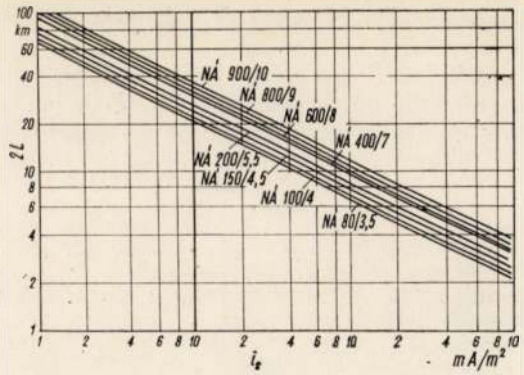
A 11. ábrán látható egy 60 km hosszú katódosan védett csőtávvezeték talajellenállás- és potenciál-hosszszelvénye 1,5 mA/m<sup>2</sup> védőáram-ellátással.

A katódos korrózióvédelem levegővel érintkező vaszerkezeteken nem alkalmazható, csak a talaj-víz alkotott elektrolitban.

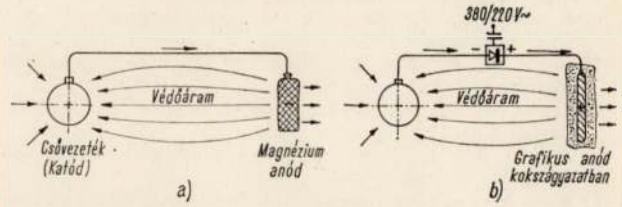
A katódos védelmet nemcsak acél csővezetékek védelméhez, hanem mindenféle elektrolitban érintkező acélfelület esetében is alkalmazni lehet (földbe süllyesztett tartályok, csőkutak, zsilipek, duzzasztók, szádfalak, hajók, kikötőberendezések stb. védelmére).

A talajba fektetett csupasz acélfelület külföldön 50 mA/m<sup>2</sup> védőáram-sűrűséggel (anaerob talajban még ennél is nagyobb áramsűrűséggel) biztosítják korrózió ellen. Lágyszövetekkel vízzel érintkező acélfelület védelméhez 300 mA/m<sup>2</sup> áramsűrűség szükséges. A gyakorlatban alkalmazott védőáram-sűrűségek ennél lényegesen kisebbek, mert mindenfajta elektrolitban érintkező acélfelületet amúgy is ellátunk valamiféle védőbevonattal vagy védőborítással.

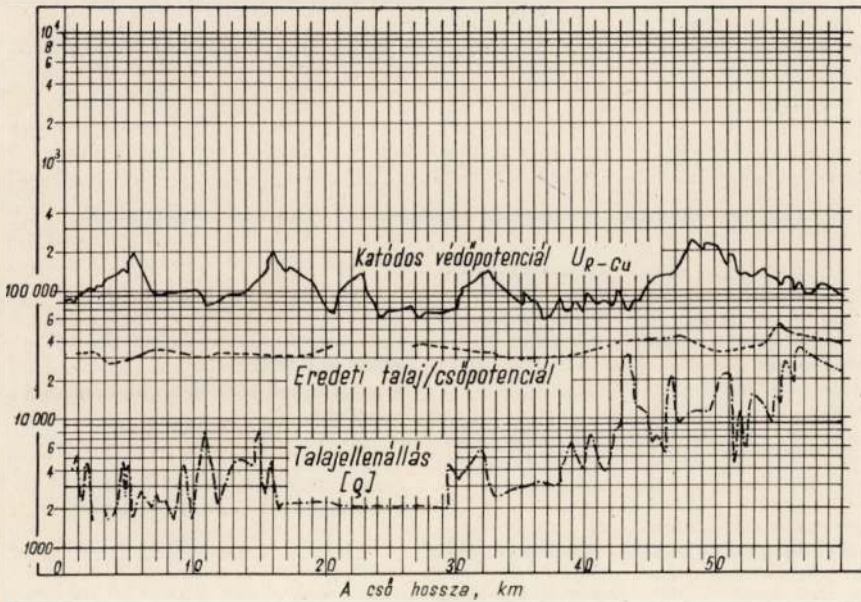
A 12. ábrán közöljük a katódos védőáram-sűrűséget



9. ábra



10. ábra



11. ábra

Acélszerkezet	Védőbevonat vagy -borítás	Közepes katódos védőáram-sűrűség [mA/m <sup>2</sup> ]
<b>A) Talajban levő cső:</b> 1. Jó borítással 2. Őreg, hibás borítással 3. Fűtőlukak, földelések 4. Fémzigetelésű földkábelek	1. Bitumenes védőborítás üvegtextil tartóvázal 2. Bitumenes védőborítás juta betéttel 3. Védelem nélkül 4. Bitumennel itatott jutaszövet	10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-2</sup> 10 <sup>-1</sup> 10 <sup>0</sup> 10 <sup>1</sup> 10 <sup>2</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>4</sup>
<b>B) Édesvízbe</b> 1. Vízkivételek, hajók, pantonok 2. Vízáró medencék, szádfalak, zsilipek  3. Melegvíz-bojlerék, hőcserélők	1. Jó védőfestés. 2. Jó védőfestés  3. Védelem nélkül	
<b>C) Ásvány- vagy tengervízben</b> 1. Hajók 2. Kikötőlétesítmények, pantonok, bóják  3. Szádfalak, mólók	1. Jó védőfestés 2. Jó védőfestés  3. Védelem nélkül	

12. ábra

a különböző védőbevonatok és acélszerkezetek esetében.

Nem kétséges, hogy hazánk acél csővezeték-hálózatának rohamos növekedésével e vezeték korrózióvédelme mindenképpen egyre nagyobb jelentőségűvé válik.

#### IRODALOM

- [1] *Beisenbrodt, K.—Horras, K.*: Private Mitteilung aus dem Seminar „Korrosionsschutz unterirdischer Anlagen“ der Technischen Akademie Wuppertal, 1965.
- [2] *Beratungsstelle für Stahlverwendung: Korrosion-Schutz*, Düsseldorf, 1968.
- [3] *Carriere, J. E.*: L'état actuel de l'étude de l'agressivité du sol en faveur des conduites enterrées en fonte et en acier. A korróziós kérdésekkel foglalkozó európai egyesülés 3. kongresszusán elhangzott előadás. Brüsszel, 1963.
- [4] *Erdey—Gruz T.*: Az energia kémiai forrásai. Gondolat Kiadó, Budapest, 1967.
- [5] *Evans, U. R.*: Korrosion Passivität und Oberflächen von Metallen. Verlag Julius Springer, Berlin, 1968.
- [6] *Evans, U. R.*: Einführung in die Korrosion der Metalle. Verlag Chemie, Weinheim, 1965.
- [7] *Kirsch, W.*: Korrosion im Boden. Franckhische Verlags-handlung, Stuttgart, 1968.
- [8] *Klas, H.*: Die Grundlagen der Elektrochemie der Korrosion und des elektrochemischen Korrosionsschutzes. Das Gas- und Wasserfach Ht. 15 (1961).
- [9] *Klas, H.—Steinsath, H.*: Die Korrosion des Eisens und ihre Verhütung. Verlag Stahl-Eisen, Düsseldorf, 1956.
- [10] *Kortüm, G.*: Lehrbuch der Elektrochemie. Verlag Chemie, Weinheim, 1963.
- [11] *Markó I.*: Távolsági csőhálózatok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- [12] *Markó I.*: A magyar—román földgázvezeték hazai szakaszainak szerelése. Mélyépítési Szemle 5 (1957).
- [13] *Markó I.*: A magyar—román földgázvezeték hazai szakaszának szerelése. Épületgépészet 5—6 (1958).
- [14] *Markó I.*: Entwurf und Montage der Erdgasfernleitung von Rumänien nach Ungarn. Gas, Wasser und Wärme 8 (1968).
- [15] *Markó I.*: Gázvezetékek tervezése és szerelése. Magyar Kémikusok Lapja 10 (1969).
- [16] *Markó I.—Enyedí L.*: Csőtávvezetékek építésének újabb módszerei. Mélyépítéstudományi Szemle 5 (1959).
- [17] *Markó I. és társai*: Gázvezetékek tervezésének mélyépítési feladatai. Mélyépítéstudományi Szemle 11—12 (1953).
- [18] *Markó I.*: Munkaárkok, munkagödörök, munkaterek víz-telenítése. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- [19] *Markó I.*: Vízvezeték csőhálózatok korrózióvédelme. VIZDOK, Budapest, 1970.
- [20] *Molnár D.—Szakáll K.*: Öntöttvas és acél nyomócsövek korrózióvédelmére vonatkozó irányelvek. Mélyépterv házi tí-pusterv, Budapest, 1959.
- [21] *Palotás L.*: Mérnöki zsebkönyv. Műszaki Kiadó, 1967.
- [22] *Pasker, W. D.—Logan, G.*: Protective coatings for buried pipes. Publications Nr. 667. The Institution of British Gas Engineers, 1964.
- [23] *Olyplint, M.*: Corona breakdown as a factor in jeeping pipeline coatings. Mat. Protection 9 (1965).
- [24] *Katodischer Korrosionsschutz*. Ruhrgas AG. Essen, 1961.
- [25] *Steinrath, H.*: Über die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdreich. Gas- und Wasserfach 4 (1966).
- [26] *Schwaigerer, S.*: Rohrleitungen. Springer Verlag, Berlin, 1967.

## EGYESÜLETI HÍREK

**Bányásznapra ünnepi szakosztályi ülés a nagylengyeli olajmező termelésbe indításának 20 éves jubileuma alkalmával**

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya — a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat bányásznapra ünnepsége keretében — 1971. szeptember 2-án emlékezett meg a nagylengyeli kőolajmező termelésbe indításának 20 éves jubileumáról.

A DKFV gellénházi *Bartók Béla* Művelődési Otthonában lezajlott ünnepséget *Trombitás István* igazgató, a Gellénházi Szakcsoport elnöke nyitotta meg: ez az esztendő a jubileumok találkozója; a fenti jelentős évfordulón kívül 30 évvel ezelőtt alakult meg Nagykanizsán az OMBKE Olajszakosztálya; 20 évvel ezelőtt — az Olajtermelési Tanszék életre hívásával — indult meg hazánkban a rendszeres olajmérnökképzés, míg a nagykanizsai *Zsigmond Vilmos* Olajipari Technikum 20 éve nyitotta meg kapuit a jövő olajipari technikusai előtt. Mindenképpen illő tehát megemlékezni a régiekről, köztük is *Gaal Antal*, *Gyulay Zoltán* és *Szilás A. Pál* úttörő munkásságáról.

A megnyitót követő szakmai előadások — melyeket lapunk egy későbbi számában tervezünk ismertetni —, az alábbi sorrendben hangzottak el:

*Dr. Bán Ákos*            **A nagylengyeli mező 20 éve**  
*Kele Sándor*           **A nagylengyeli kőolaj feldolgozása**

*Barabás László—*  
*Bíró Ernő—*  
*Dedinszky János—*  
*Markó László:*

**Nagylengyel és környéke kutatásának múltja és jelene**

*Bartha Endre:*

**A nagylengyeli kőolajtermelés gazdasági jelentősége**

*Bálint Valér—*  
*Németh Ede—*  
*Németh Géza:*

**A nagylengyeli mező által felvetett technológiai kérdések és megoldásuk**

Dunántúl eddigi legnagyobb kőolaj-előfordulásának nem ellentmondásmentes múltjáról, szerényebb jelenéről, mégis reményteljes jövőjéről sok szó esett az előadásokat követő hozzászólásokban is, s ez biztatást nyújt arra, hogy a mezőből eddig kitermelt olajmennyiség másodlagos módszerekkel, új technológiákkal még jelentősen növelhető lesz.

A DKFV vezetősége baráti ebédnél látta vendégül az ünnepi alkalomra elsősorban a Dunántúlról, s a fővárosból összegyűlt résztvevőket.

*B. B.*

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

**Az OGIL tudományos tanácsulése**

A Kőolaj- és Földgáz-bányászati Ipari Kutató Laboratórium Tudományos Tanácsa és Bíráló Bizottsága 1971. szeptember 9-én 10 órakor a NIM tanácstermében tudományos tanácsulést tartott.

Az elnöklő *dr. Dank Viktor* vezérigazgató-helyettes megnyitója után

*Dr. Müller, Peter*       **Kőolaj- és földgáz-előfordulások geokémiai kritériumai és az anyagokzetek diagnosztikája**

ezt követően

*Rácz Dániel*  
OGIL-igazgató

**A diffúziós transzport szerepe heterogén tárolórendszerek kialakulásában**

címmel tartott nagy érdeklődést keltő, élénk vitával érdekessé és gondolatébresztővé tett előadást, amelyhez számosan — köztük *dr. Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus — szóltak hozzá.

*B. B.*



# Hosszú távú kutatás és fejlesztés a hazai szénhidrogén-gazdaságban

POGÁNY LÁSZLÓ

A távlati felmérésből kitűnik, hogy a szénhidrogén-gazdaság 1971—1985. évi kutatási és fejlesztési szükséglete az energetika vizsgált hányadának fejlesztésére előírható anyagi eszközöknek kerekén egyharmadával biztosítható. A szénhidrogénipar gyors fejlesztése elsősorban az energiaszolgáltatás viszonylag nagy növekedési üteme esetén kedvező. A termelési-műszaki követelményekkel járó kapacitástartalék és a szénhidrogénimport kis eszközigénye lehetővé teszi a szükségletek rugalmas és gazdaságos kielégítését.

A tanulmány vázlatosan ismerteti a szénhidrogénipar távlati kutatási és fejlesztési szükségletének meghatározására alkalmazott módszereket, bemutatja az energiaszolgáltatás növekedési ütemének hatását a fejlesztésre, és elemzi a fejlesztéssel járó kockázat tényezőinek nagyságrendjét.

## 1. Bevezetés

A szénhidrogén-gazdaság gyors fejlődése az eszköz-szükséglet alakulására fordította a figyelmet. Az eszközigényesség és -hatékonyság, valamint a finanszírozás és a megtérülés kérdéseivel számos helyen találkozunk [1—8]. A felfogások és az elemző módszerek különböznek, s ezért az eredmények és a következtetések is eltérnek. A kutatás és a fejlesztés jelentőségéről, indokolt mértékéről különbözőképpen vélekednek.

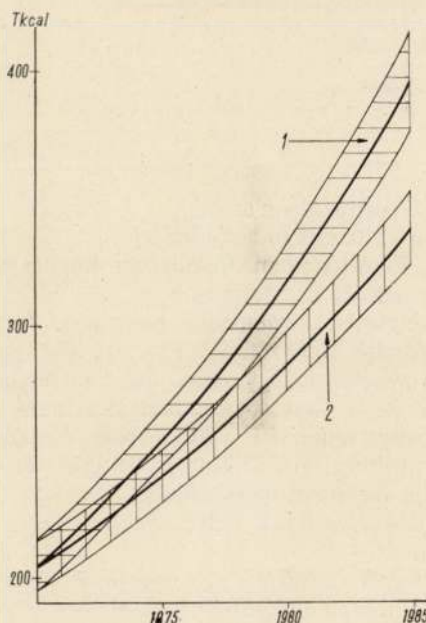
Tanulmányunk a hazai energetikai fejlesztés prognosztizálásának és optimalizálásának bázisán vizsgálja a hazai szénhidrogén-gazdaság kutatási és fejlesztési tevékenységének szerepét és várható alakulását. A gyakorlatban alkalmazott távlati optimalizáló módszerek [9] tanulmányozása alapján a mi viszonyaink között olyan szimulációs modellrendszer alkalmazását tartottuk célravezetőnek, amely számba veszi

- a várható energiaszolgáltatást,
- a potenciális energiaforrásokat,
- az energetikai veszteségeket,
- a tudományos-műszaki fejlődés eredményeit, valamint a kutatás és a fejlesztés korlátait,
- továbbá a gazdasági feltételeket és folyamatokat, illetve a felsorolt tényezők kölcsönhatásait. A legjobb lehetséges megoldáshoz a sokfajta információ egyidejű feldolgozásával jutunk el. A modellrendszer alkalmazásának eddigi eredményei arra mutatnak, hogy hazai viszonyok között — a közleményben nem tárgyalt energetikai tényezők mellett — a kutatás és a fejlesztés szerepe döntő. Ezért ismertetjük a kutatásra és a fejlesztésre vonatkozó távlati felmérést és az eredményekből levonható következtetéseket.

## 2. A felmérés feltételei

Az alapfeltételeket a hazai energetika 1971—85. évi fejlesztésére vonatkozó dokumentumok elemzése alapján alakítottuk ki.

A belföldi alapenergia-felhasználás átlagos növekedési üteme — makroökonómiai összefüggések és a különböző fogyasztói kategóriák várható felhasználására alapított szintetikus előrejelzések szerint —, a szóban forgó időszakban előreláthatólag évi 3,5—4,4%. A kisebb és a nagyobb növekedési ütemhez tartozó alapenergia-felhasználást — a rövid távú fogyasztási ingadozások lehetőségének szemléltetésére sávbán — az 1. ábra mutatja be. A növekedési ütem



1. ábra. A belföldi távlati alapenergia-felhasználás várható alakulása 1971—1985 között.

- 1 — a nagyobb növekedési ütemhez tartozó sáv;
- 2 — a kisebb növekedési ütemhez tartozó sáv

bizonytalanságát az energiaszolgáltatás rugalmas kielégítéséhez szükséges kapacitástartalék (állószerkezet és forrástartalék) birtokában lehet kiegyenlíteni. A sávon belüli rövid távú ingadozások ellensúlyozására elsősorban energiahordozó-készlet (forgóeszköz) szolgálhat.

A potenciális alapenergia-forrás, a termelő és ellátó ágazatok törekvéseit tükröző célkitűzések szerint, a hazai fogyasztásnál nagyobb. A forrás és a fogyasztás különbségét — az energetika fejlesztésének koncepcionálisan eltérő irányzatainak megfelelően —, négyféle energiahordozó egyenlítheti ki: a szén, az olaj, a gáz és az egyéb források. A fejlesztést ezért négy alapváltozatban vizsgáltuk. A forrás és a fogyasztás egyensúlyát

- az S-változatban a szén,

Sorszám (forrás)	Változat	Villamosenergia-termelés	Hőenergia-termelés	Közvetlen ipari felhasználás	Kommunális felhasználás	Közlekedés, motorhajtó anyag	Vegyipari nyersanyag	Egyéb anyag	Összesen
	Év	1.	2.	O s z l o p s z á m			( f e l h a s z n á l á s )		8.
1.	Szén	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	Széntermék			—	—	—			
3.	PB			—	—	—			
4.	Benzin			—	—	—	—	—	—
5.	Középpárlat		—	—	—	—	—	—	—
6.	Fűtőolaj	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	Egyéb kőolajtermék							—	—
8.	Földgáz	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	Gáztermék				—	—			
10.	Atomenergia	—	—						
11.	Import villamos energia	—	—						
12.	Egyéb								
13.	Összesen								Alapenergia-felhasználás

2. ábra. Alapenergia-matrix Tkcal egyenértékben

- az O-változatban az olaj,
- a G-változatban a földgáz,
- az E-változatban főként az import villamosenergia és az atomáram

igénybevételének korlátozása biztosítja. A fejlesztés koncepcionális irányzatának (S-, O-, G- vagy E-változat) és a belföldi fogyasztási ütem bizonytalanságának (évi 3,5% vagy 4,4% növekedés) hatását együttesen nyolc fejlesztési változatban mutatjuk be\*. A változatokhoz tartozó kutatás és fejlesztés műszaki-gazdasági tartalmát megszabja a fogyasztás volumene és az energiahordozók helyettesíthetősége a felhasználásban.

A felmérés területét az energetikai folyamatok tágan értelmezett határának megfelelően választottuk meg. Az összehasonlítás körébe vontuk az energia-termelésre, az -importra és az -átalakító főfolyamatokra irányuló kutatást és fejlesztést a széngazdaságban, a szénhidrogén-gazdaságban és a villamosenergia-gazdaságban. Számba vettük továbbá — a helyettesíthető energiahordozóknál — az energia-fogyasztás céljából közvetlenül felmerülő fejlesztést az ipari és a lakossági-közületi felhasználás vonalán.

A felméréshez és azon belül a vizsgált folyamatokhoz tartozó kutatást és fejlesztést, a finanszírozás módjától és forrásaitól függetlenül, a felhasználásra előirányzott pénzalapok volumenével jellemeztük; számításba vettük a várható lakosság-közületi felhasználást is. A pénzalapokat változatlan (1970. évi) áron és a várható pénzügyi folyamatok szerint változó áron is kalkuláltuk. Az előirányzat legnagyobb hányada a beruházás, jelentős továbbá a szénhidrogénvagyon kutatására és feltárására szánt összeg,

\* A közleményben egyszerűsítésre törekszünk, eddig 50 konzisztens változatot hasonlítottunk össze.

míg a forgóalap-növelés és a tudományos-műszaki kutatás részaránya viszonylag szerény.

A nagy ipari létesítmények közelítően azonos élettartama és analóg élettartamgörbéje következtében a gazdasági összehasonlításnál eltekintettünk az időtényező számbavételétől. Viszont szükségessé vált, hogy az idő előtti selejtezéssel járó eszközvesztéssel és a felhasználható berendezések átadásából származó megtakarítást figyelembe vegyük.

A népgazdasági, az ipari és az energetikai beruházások előrelátható volumene és arányai alapján feltelettük, hogy a felmérés területén, a vázolt szerkezetben, a vizsgált 15 éves időtartamban, változatlan (1970. évi) áron mintegy 250 GFt, változó áron mintegy 350 GFt értékű kutatás és fejlesztés valósítható meg. A kutatás-fejlesztés műszaki tartalmát — a változatok követelményeinek megfelelően — módosíthatónak tekintettük. Az összességében meghatározott anyagi-műszaki korlát visszahat a fejlesztésre. A nagyobb növekedési ütemhez (évi 4,4%) tartozó változatban — az alapenergia-hordozótól a szolgáltatásig terjedő hazai villamosenergia-vertikum nagy beruházási szükséglete következtében — viszonylag nagy mennyiségű villamosenergia-import szükséges.

### 3. A változatok rangsora a kutatási és fejlesztési szükséglet alapján

A számítások kiinduló pontját a változatokhoz tartozó alapenergia-mérlegek szolgáltatták. A hazai felhasználás és a források egyensúlyát biztosító alapenergia-matrixok sémája a 2. ábrán látható. A felmérés területét a vonalakkal jelzett sorok és oszlopok jelzik. A szénhidrogén-gazdaságra eső részt, a szénhidrogénforrásokat vastag vízszintes vonalakkal kiemeltük.

A kutatási és a fejlesztési szükségletet azonos szerkezetben határoztuk meg. Változatokként kiszámítottuk

- a matrixok sorainak megfelelően az energiaforrások 1971—85. évi növekményéhez tartozó,
- majd a matrixok oszlopainak megfelelően az energiafelhasználás (átalakítás) 1971—85. évi növekményéhez tartozó

pénzalapokat, végül összeadtuk a részsükségeket. A források és a felhasználás (átalakítás) növekményéhez tartozó kutatási és fejlesztési szükséglet abszolút és fajlagos értékét műszaki-gazdasági szempontból egységes, ugyanakkor ágazati sajátosságok szerint differenciált módszerekkel becsültük. A becslésnél OMF-konceptiók anyagára, az OKGT előrejelzéseire, műszaki és beruházási költségvetésekre, valamint hosszútávú gazdasági-műszaki elemzésre támaszkodtunk [10—13, 8]. Vázlatosan ismertetjük a szénhidrogén-gazdaság területén alkalmazott módszereket.

A szénhidrogén-gazdaságot a következő résztevékenységekre bontottuk: hazai szénhidrogén-kutatás, hazai szénhidrogén-termelés, kőolajimport, földgázimport, gázszolgáltatás (a Fővárosi Gázművek nélkül), kőolaj-feldolgozás, kőolajtermék-kereskedelem. A felsorolásból kitűnik, hogy az OKGT várható tevékenységét szinte teljes egészében felmértük, csak a belföldi energiafelhasználásban nem szereplő export számbavételétől tekintettünk el. A résztevékenységek határait az anyagi-műszaki folyamatoknak megfelelően vontuk meg. Arra törekedtünk, hogy a felmérés — a gyakran változó és a vizsgált 15 éves időtartamban a feltételeknek megfelelően fejlesztendő vállalati tagozódástól és elszámolási rendszertől függetlenül — objektíven tükrözze a fejlesztési döntések következményeit.

A hazai szénhidrogén-kutatásban a jelenlegi kapacitás fenntartásával és folyamatos korszerűsítéssel számoltunk. A szükséglet növekedését, a pénzügyi folyamatok okozta emelkedésen kívül, nem irányoztuk elő.

A szénhidrogén-termelési szükségletei sorában számba vettük a felszíni termelőberendezések és a távvezeték-hálózat bővítésének és fenntartásának ráfordításait, továbbá a föld alatti létesítmények fejlesztési szükségleteként a kutatás és feltárás ráfordításainak kerekén egyharmadát. A kutatás és feltárás számbavételének preferatív jellegét egyrészt a finanszírozás és a számvitel gyakorlata indokolja, másrészt a hazai kapacitás rugalmatlansága teszi szükségessé. A fejlesztés és a szénhidrogéntermelés szintje között nincs szoros kapcsolat, a földgáztermelés részleges igénybevételével járó G-3,5 változatban a fejlesztési szükséglet arányos csökkentésének nagy a lehetséges hibája.

A kőolajimport és a földgázimport szükségletét a távvezetékek létesítésével és fenntartásával járó ráfordítások alapján határoztuk meg. A vezetékek kapacitását a változatoknak megfelelő import szabja meg, a fejlesztési szükségletéről beruházási előirányzatok tájékoztatnak. Hazai és import szénhidrogének együttes forgalma esetén a ráfordításokat arányosan megosztottuk.

A gázszolgáltatás fejlesztési szükségletét az elosztóvezeték-hálózat bővítésének és fenntartásának különleges feltételei szerint számítottuk ki. Figyelembe vettük a mérlegváltozatokból adódó gázelosztást,

a szolgáltatás célkitűzéseit, és a fogyasztás jellegét. A létesítmények kihasználását a lakossági, a vegyes célú és ipari felhasználás aránya nagymértékben befolyásolja.

A kőolaj-feldolgozás terén tanulmányoztuk az elsődleges feldolgozás, a könnyű termékek kihazatalát növelő másodlagos eljárások, valamint a kenőanyag- és bitumentermelés kapcsolatát a technológiai és kiszolgáló létesítmények fejlesztési költségével. A mérlegváltozatoknak megfelelő feldolgozóipari szükségletet a kapcsolatok alapján szerkesztett nomogramok segítségével határoztuk meg.

A kőolajtermék-kereskedelemben egyenletrendszerrel fejeztük ki a távlati fejlesztési-beruházási szükséglet és a mérlegváltozatokhoz tartozó kőolajtermék-forgalom kapcsolatát. Az egyenletrendszer megoldásával — a változatokhoz tartozó szükséglettel együtt — a motorbenzin, a Diesel-gázolaj, az ipari tüzelőolaj, a háztartási gázolaj, a bitumen és a kenőanyagok elosztásának fajlagos fejlesztési szükségletét is kiszámítottuk.

Hasonló módon becsültük a széngazdaság, a villamosenergia-gazdaság, valamint az ipari és a kommunális felhasználás szükségletét. A változatokhoz tartozó 15 éves fejlesztési szükségletet — az előrelátható pénzügyi folyamatok figyelembevételével változó áron — az 1. táblázatban energetikai tevékenységek szerint is részleteztük. Az energetikai folyamatok alapenergia-forgalmának megfelelő fajlagos fejlesztési igényről a 2. táblázat tájékoztat.

A változatok rangsora 15 éves perspektívában az 1. táblázat 25. sora szerint

- a kisebb energianövekmény sávjában: O, E, G, S;
- a nagyobb energianövekmény sávjában: S, E, O, G.

A rangsor megállapításához a kis szükségletet tekintettük előnyösnek.

#### 4. Az eredményekből és a rangsorból levont következtetések

A felmérés szerint a szénhidrogén-gazdaság 1971—85. évi kutatási és fejlesztési szükséglete az energetika vizsgált hányadának fejlesztésére előirányozható pénzalapoknak átlagosan 34%-ával biztosítható.

Az energetika fejlesztésének koncepcionális irányzata a szénhidrogén-gazdaság 15 éves szükségletét a kisebb energianövekmény sávjában számottevően érinti, a nagyobb energianövekmény sávjában viszont alig befolyásolja. A kisebb növekmény felső határa való felkészülés gyakorlatilag lehetővé teszi a nagyobb növekménnyel járó feladatok teljesítését is. A szénhidrogénipar kedvező helyzetét — a hazai kutatás és termelés már említett preferatív megítélése mellett — a szénhidrogénimport viszonylag kis eszközszükséglete és a szakmai adottságokkal járó tartalék kapacitás biztosítja.

Ha az energiafelhasználás viszonylag lassan növekszik, az O-változat — a potenciális kőolajforrások igénybevételének részleges korlátozása — jár a legkisebb fejlesztési szükséglettel. A földgáz- vagy a szénfelhasználás korlátozása növeli a szükségletet. Az ítélet kialakításához a már meglévő hazai berendezések és az új eszközök egyensúlya is hozzájárul,

## Kutatási és fejlesztési szükséglet (1971—1985) GFt

A kutatás-fejlesztés területe	Változat							
	S-3,5	O-3,5	G-3,5	E-3,5	S-4,4	O-4,4	G-4,4	E-4,4
1. széntermelés	17	21	21	21	21	21	21	21
2. bányaselejtezés	11*	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*
3. szénszállítás	—4	—1	—1	—1	—1	—1	—1	—1
4. szén együtt	24	23	23	23	23	23	23	23
5. szénhidrogén-kutatás	4	4	4*	4	4	4	4	4
6. szénhidrogén-termelés	39*	39*	34*	39*	39*	39*	39*	39*
7. kőolajimport	4	3	4	4	4	4	4	4
8. földgázimport	3	3	1*	3	3	3	3	3
9. földgázszolgáltatás	11	11	7	11	11	11	11	11
10. kőolaj-feldolgozás	30	21	34	28	30	32	32	32
11. kőolajtermék-kereskedelem	12	11	13	11	12	12	12	12
12. szénhidrogén együtt	103	92	97	100	103	105	106	105
13. hőerőmű	29	32	32	64	45	50	50	53
14. atomerőmű	22	22	22		22	22	22	19
15. villamosenergia-import	3	3	3		3	3	3	3
16. villamosenergia-elosztó hálózat	24	24	24	24	38	38	38	38
17. villamos energia együtt	78	81	81	88	108	113	113	113
18. ipari szénfelhasználás	8*	4*	4*	4*	5*	4*	4*	4*
19. ipari olajfelhasználás	11	5	13	5	7	8	16	8
20. ipari földgázfelhasználás	7	7	3	7	7	7	3	7
21. kommunális szénfelhasználás	17*	15*	14*	12*	11*	14*	13*	13*
22. kommunális olajfelhasználás	30	22	51	30	35	35	35	35
23. kommunális földgázfelhasználás	39	39	26	39	39	39	39	39
24. felhasználás együtt	112	92	111	89	99	107	110	106
25. Összesen	312	288	312	300	333	348	352	347
Rangsor	4	1	3	2	1	3	4	2

\* eszközfesleg, — eszközmegtakarítás, \*laza kapcsolat.

2. táblázat

## Fajlagos szükséglet (1971—1985) MFt/Tkcal

A kutatás-fejlesztés területe	Változat							
	S-3,5	O-3,5	G-3,5	E-3,5	S-4,4	O-4,4	G-4,4	E-4,4
1—2. széntermelés	32	20	20	20	20	20	20	20
3. szénszállítás	—4	—1	—1	—1	—1	—1	—1	—1
4. szén együtt	22	16	16	16	16	16	16	16
5—6. szénhidrogén-kutatás, -termelés	46	46	44	46	46	46	46	46
7. kőolajimport	3	3	3	3	3	3	3	3
8. földgázimport	12	12	0	12	12	12	19	12
9. gázszolgáltatás	51	51	47	51	56	56	56	56
10. kőolaj-feldolgozás	17	15	20	17	17	19	18	20
11. kőolajtermék-kereskedelem	10	10	10	10	10	11	10	10
12. szénhidrogén együtt	39	40	42	40	39	41	41	42
13. hőerőmű	37	41	41	68	49	54	54	54
14. atomerőmű	245	245	245	—	245	245	245	238
15. villamosenergia-import	13	13	13	—	13	13	13	16
16. villamosenergia-elosztó hálózat	21	21	21	21	30	30	30	30
17. villamos energia együtt	70	72	72	79	86	90	90	90
18. ipari szénfelhasználás	19	7	7	7	11	7	7	7
19. ipari olajfelhasználás	24	15	22	15	16	22	30	22
20. ipari földgázfelhasználás	21	21	38	21	21	21	21	21
21. kommunális szénfelhasználás	55	40	40	40	32	40	40	40
22. kommunális olajfelhasználás	158	137	230	137	158	184	184	184
23. kommunális földgázfelhasználás	140	140	120	140	140	140	140	140
24. felhasználás együtt	53	44	53	43	46	50	51	49
25. Összesen	79	74	77	75	77	80	84	80

— eszközmegtakarítás.

de a kényszerselejtezésekből adódó veszteség elhanyagolásával ugyanerre a következtetésre jutunk.

Ha az energiafelhasználás viszonylag gyorsan nő, az S-változat — a potenciális széntermelés részleges korlátozása — optimális. Az energiafogyasztás gyor-

sabb növekedésével járó irányváltozást az magyarázza, hogy nagyobb felhasználás esetén kisebb a szénkorlátozással járó veszteség, s így érvényesül a kedvezőbb forrásszerkezet nyújtotta előny a felhasználásban és részben a hőerőműveknél.

### 5. A kockázati tényezők értelmezése és nagyságrendje

A kutatás és a fejlesztés kockázata két vonatkozásban merül fel:

a) a felhasználás növekedési ütemének bizonytalanságából eredő kockázat;

b) a többoldalú energiaellátásra való felkészülésből származó kockázat.

Ad a). Mint már említettük, a növekedési ütem bizonytalanságának kiegyenlítésére kapacitástartalék szükséges. Tekintsük a belföldi energiafelhasználás kisebb növekményéhez tartozó sávot — távlati előrejelzés alapján [9] — valószínű felhasználási tartománynak, a nagyobb növekményhez tartozó sávot pedig biztonsági tartománynak. A biztonsági és a valószínű felhasználási tartományhoz tartozó szükséglet különbsége (3. táblázat 2. oszlop) tájékoztat

3. táblázat

Adatok a fejlesztés kockázatának megítélésére a kutatási és fejlesztési szükséglet alapján (1971—1985)

Változat	A biztonsági tartomány és a felhasználási tartomány szükségletének különbsége	A maximális szükséglet és a változatokhoz tartozó szükséglet különbsége	
		a felhasználási	a biztonsági
		t a r t o m á n y b a n	
	GfT	GfT	GfT
1.	2.	3.	4.
S	21	36	32
O	60	69	23
G	40	55	19
E	47	60	24

a növekedési ütem bizonytalanságának kiegyenlítésére szolgáló szükséglet mértékéről. A többeltráfordingás a 15 esztendő alatt kereken 20—60 GfT-ra rúg és az energetika fejlesztési irányzatától függően változik. A szám adatok arra mutatnak, hogy a kockázat legnagyobb mértékben a részleges olajkorlátozás útján, legkevésbé a részleges szénkorlátozás révén csökkenthető.

Ad b). Az energetikai célkitűzések — különösen hosszú távon — tág határok között irányozzák elő az egyes energiaforrások szélső értékeit. A források általánosan elfogadott felső határai valamennyi ener-

giatermelő ágazat fejlesztési-piaci törekvését alátámasztják, és lehetővé teszik a többoldalú ellátást. A biztonságot célzó átfedések fejlesztési többeltráfordingítását

— a valamennyi energiaforrás maximális fejlesztéséhez tartozó szükséglet, valamint

— a határozott irányzatot képviselő — jelenlegi felfogás szerint egyoldalúan szélsőséges — fejlesztési változatokhoz tartozó szükséglet

különbsége fejezi ki. Az ilyen értelmű fejlesztési többeltráfordingás, ugyancsak 15 esztendő alatt, a felhasználási sávban 40—70 GfT-ra, a biztonsági sávban 20—30 GfT-ra tehető (3. táblázat 3. és 4. oszlop). Az energiafelhasználás ütemének növekedésével természetesen csökken a kockázat.

A kockázati tényezők nagyságrendje érzékelteti, hogy mekkora a „biztonság ára” a fejlesztés oldaláról, amit — a gazdaságirányítástól függően — a fogyasztónak, a termelőnek vagy a népgazdaságnak kell megfizetni. Az összegek nagyságrendje arra is rávilágít, hogy a prognosztika és az optimalizálás az energetikában jelentékeny gazdasági eredménnyel járhat.

### IRODALOM

- [1] Bese V.—Bándi J.: A magyar szénhidrogénipar gazdasági fejlődése a felszabadulás óta. Kőolaj és Földgáz 4 (1970).
- [2] Vajta L.: A magyar kőolaj-feldolgozó ipar 25 éves fejlődése. Kőolaj és Földgáz 4 (1970).
- [3] Dank V.: A kőolaj- és földgáz kutatás helyzete Magyarországon. Magyar Tudomány 10 (1969).
- [4] Cságyó F.: Az energiastruktúra elemzése értékmutatókkal. Közgazdasági Szemle 12 (1969).
- [5] Réczey G.: Az állóeszköz-igényesség alakulása és ennek tényezői a kőolaj- és gáziparban... MTA Ipargazdaságtani Kutató Csoportja (1969).
- [6] Bándi J.: Az ipargazdasági munka helyzete és feladatai a magyar szénhidrogén-bányászatban. Kőolaj és Földgáz 7 (1970).
- [7] Pogány L.—Sipőtz I.: A kőolajérték megállapításának módszerei. Kőolaj és Földgáz 6 (1970).
- [8] Pogány L.: Hazai és import energiaforrások távlati gazdasági-műszaki összehasonlítása. Doktori értekezés (1970).
- [9] Pogány L.: Az energiafelhasználás gazdasági értékelésének és előrejelzésének irányzatai. Műszaki Gazdasági Tájékoztató 12 (1970).
- [10] OMFB 6-701-Kt. Kőolaj- és földgáziparunk fejlesztési koncepciója (1968).
- [11] OMFB 1-406-Kt. A földgázfelhasználással kapcsolatos főbb műszaki-fejlesztési kérdések vizsgálata (1968).
- [12] OKGT: A magyar kőolaj- és gázipar fejlődése (1950—1980).
- [13] OKGT: A kőolaj- és gázipar fejlesztésének IV. ötéves tervjavaslata (1969).

## A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

### Kenőolaj-féleségek választékának bővítése

Az egyre korszerűsödő gépkocsipark megköveteli a kenőolaj-féleségek választékának bővítését, minőségének javítását. 1971-ben bevezetjük az SAE 40-es viszkozitási fokozatnak megfelelő szuperolajat. A hajtóműolajoknál új terméként jelenik meg a Hykomol-K, mely a jelenleg forgalomban levő Hypoid olajoknál jobb minőségű. A Hykomol-K olaj három viszkozitásfokozatban kerül forgalomba.

### Bérfeldolgozás Jugoszlávia részére

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, valamint a jugoszláv Naftagas vállalat között kétoldalú együttműködés alakult ki. Ennek keretében a Komáromi Kőolajipari Vállalat mintegy 100 et mennyiségben jugoszláv kőolajat dolgoz fel, melyet a Naftagas olajipari szerelőmunkával egyenlített ki.

S. Ö.

# Porózus közetek tekervényességének vizsgálata diffúziós modellel

MATING BÉLA

A tárolóközetek pórusstruktúrájának vizsgálatára diffúziós modellt alkalmazunk. Elméleti úton vizsgáljuk az elektrokémiai-  
lag indifferent közegben igen kis koncentrációban jelenlevő fémionok okozta diffúziós áramok változását. Vizsgálatunk porózus anyag nélküli, majd elektrolittal telített porózus anyagban létrejövő változások megfigyelésére épül. A Fick I. és II., Nernst és Faraday törvényeinek felhasználásával levezetett összefüggések módot adnak a tekervényesség ( $T$ ), és a keresztmetszet-csökkenési tényező ( $\psi$ ) számszerű értékének meghatározására. Diagramtechnikai megoldást javasolunk a célul tűzött feladat gyakorlati kiértékeléséhez.

## 1. Bevezetés

A porózus közeg tanulmányozása során nem fordítottak kellő figyelmet a  $T$  paraméter fizikai jelentésére, ezért a mérési és elméleti eredmények összekapcsolására szánt szerepe kétséges tette gyakorlati jelentőségét. Így Winsaner [1] és Perkins [2] úttörő munkáit, amelyek a  $T$  paraméter laboratóriumi mérésére vonatkoztak, szkeptikusan és jóindulatú hallgatólagossággal fogadta a pórusstruktúra-kutatók egy része. Fatt [3] tanulmányának megjelenésével pedig egyre több vélemény hangzott a tekervényesség lényegtelenességét.

Valójában Fatt-nak a modellje rendkívül hasznos abból a szempontból is — bár ez nem volt szándékában —, hogy elképzelést adott a tekervényesség fogalmának igazi jelentéséről, mert a tekervényességnek nyilván közvetlen kapcsolatban kell lennie a Fatt-féle  $\beta$ -tényezővel.

Az irodalomban megjelent optimista és pesszimista elképzelések adták az ösztönzést, hogy a tekervényesség laboratóriumban mérhető módszereivel foglalkozunk. Így a tanulmány célja alapadatok biztosítása a porózus közeg különböző mérhető fizikai tulajdonságai közötti összefüggés jobb megismeréséhez.

Ennek érdekében vizsgálati célkitűzésünk:

1. Olyan fizikai-kémiai modell alkalmazása, melynek szerves része a valódi közet.
2. Az alkalmazott diffúziós modell elméleti összefüggéseinek a mérés technikához szükséges mélységig való analitikai megfogalmazása és konkrét megoldása.
3. A  $J(t)$  áramgörbe alakjának elméleti és gyakorlati elemzése a vizsgált közet fizikai paramétereinek értékeléséhez.

## 2. Elvi megfontolások

Az a gondolat, hogy a tárolóközet pórusait telítő elektrolitnak a tárolóközet anyagával való kölcsönhatásból következtessünk a pórusszerkezetre, csak akkor valósítható meg, ha az alábbi feltételek teljesülnek:

1. Legyen valamilyen mérésekkel igazolható össze-

függésünk az elektrolitnak a porózus anyag nélküli viselkedéséről.

2. Legyen valamilyen modellszerű elképzelésünk arról, hogy a porózus anyag jelenléte az elektrolit mely paramétereit módosítja.

3. E modellszerű elképzelésünket matematikai alakba tudjuk önteni a célul tűzött feladat megoldásához.

A szakirodalomban fellelhető számos modell közül viszonylag új keletű a [4] munkáé, amely az előzőkben tett feltételeket megfelelően kielégíti.

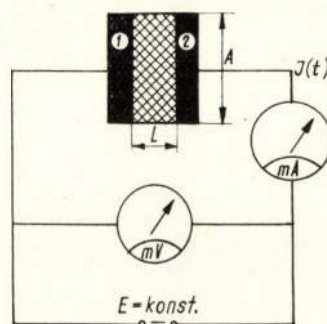
Modellünk esetében a porózus anyag az alábbi jellemzőkkel változtatja meg a tiszta elektrolit tulajdonságait.

Csökkenti az áram áthaladására rendelkezésre álló keresztmetszetet és növeli az áram által bejárando utat.

A pórusok jelenléte geometriailag kifejezésre jut abban is, hogy igen nagy szabad felület (fajlagos felület,  $A_s$ ) keletkezik, amellyel az elektrolit kölcsönhatásba léphet.

Ha a felület és az elektrolit kölcsönhatására gondolunk, akkor a porózus anyagot a mozgást fékező, az ionmozgékonytságot csökkentő (retardáló) hatással is figyelembe vehetjük. Egy diffúziós modell vizsgálatakor a fékező hatás nyilván a diffúzió értékének csökkenésében jut kifejezésre, amelyet csak impliciten a  $\psi$ ,  $T$  és  $\phi$  paraméterekkel vesszük figyelembe. A diffúziós modell mellett szól az a körülmény is, hogy a Fick-törvények matematikai megfogalmazása nem túl bonyolult. A diffúziós modell természetesen azt jelenti, hogy a töltéshordozók diffúziós mozgással jutnak el az egyik elektródról a másikra, s ennek megvalósítása speciális kísérleti technikát igényel.

A többféle lehetséges modell előnyeinek és gátló tényezőinek mérlegeléséből az alábbiakban ismertetendő megoldás látszik technikailag kivitelezhetőnek. Vizsgálatunk terjedjen ki az 1. ábrán bemutatott elvi vázlatra. Az elektrolittal telített közetmintára állandó  $E$  feszültséget kapcsolunk az  $A$  keresztmetszetű,  $L$  távolságra levő elektródpáron keresztül, amelynek ha-



1. ábra

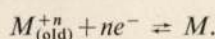
tására kialakuló áram pillanatnyi értékét  $J(t)$ -vel jelöljük. Ezt a  $J(t)$  áramot létesítsék valamilyen  $M$  fém  $M^{+n}$  ionjai.

Feladatunk megfogalmazásához éljünk az alábbi feltételezésekkel:

$F_1$  — az elektródokra kapcsolt  $E =$  konstans potenciálkülönbség által létrehozott áram nagyságát a diffúzió határozza meg.

$F_2$  — az elektródok anyaga megegyezik a töltéshordozókkal. (Ezzel kiküszöbölhetjük az elektródokon lejátszódó kémiai reakciók okozta nem kívánt hatásokat.)

$F_3$  — a töltéshordozók az alábbi reakcióegyenlet szerint keletkeznek:



$F_4$  — az elektrolitban jelenlevő egyéb ionok elektrokémiailag inaktívak.

$F_5$  — az elektrolit ohmikus ellenállása a közet ellenállásához viszonyítva elhanyagolható.

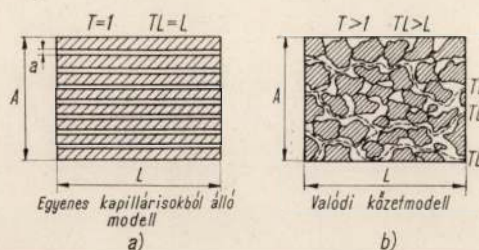
Ezen elvi megfontolások után a porózus anyag jelenlétének az elektrolit viselkedésére gyakorolt hatását a következők szerint vesszük figyelembe.

A porózus anyag keresztmetszet-csökkentő hatásának jellemzésére vezessük be az  $N$  jelölést, a porózus anyagban levő, a két elektródot összekötő kapillárisok számát. Közelítésként tételezzük fel, hogy ezek azonos keresztmetszetűek és ezt a keresztmetszetet jelöljük  $a$ -val. A porózus anyag nélküli elektrolitra felírt áramkifejezésbe most az  $A$  elektród-keresztmetszet helyébe  $N \cdot a$ -t írunk, hiszen feltételezésünk szerint  $N$  számú csatornánk van.

Továbbiakban vezessük be a  $\psi$  keresztmetszet-csökkentési tényezőt, amely a szilárd anyag által szabadon hagyott keresztmetszetnek az eredeti  $A$  elektród-keresztmetszethez való viszonyát fejezi ki. A  $\psi$  tényezőt mindjárt kapcsolatba hozzuk  $A$ ,  $a$  és  $N$ -nel. Így

$$\psi = \frac{A}{N \cdot a}. \quad (1)$$

A porózus anyag következő geometriai hatása a torzító, tekervényesítő hatás, amelyet a  $T$  szorzótényezővel vesszük figyelembe, és feltételezzük, hogy a porózus anyag jelenlétében nem  $L$ , hanem  $T \cdot L$  utat kell a töltéshordozóknak megtenniük, míg az egyik elektródtól a másikig jutnak. Ez formailag azt jelenti, hogy az elektrolit viselkedését leíró áramkifejezésbe az  $L$  paraméter helyett  $T \cdot L$ -et írunk (2. ábra).



2. ábra

A harmadik hatást a hígító (diluáló) hatásnak tulajdonítjuk. Az eredeti  $A \cdot L$  térfogatban levő anyagnak most a  $\phi$ -szereze van jelen, ahol  $\phi$  a porozitás, azaz a pórusterfogatnak az eredeti térfogathoz való viszonya. Megjegyezzük, hogy a  $\phi$  porozitás könnyen összekapcsolható a  $\psi$ -vel és a  $T$ -vel, azaz

$$\phi = \frac{v_p}{v_b} = \frac{N \cdot a \cdot L \cdot T}{A \cdot L} = \frac{\bar{T}}{\psi}. \quad (2)$$

### 3. A feladat matematikai megfogalmazása

Az áramot Fick első törvényének alapján a koncentrációradiensnek az elektród helyén felvett értékének  $D$ -szereze adja, ahol  $D$  a diffúzióállandó. A pozitív elektródot a koordináta-rendszer origójába téve, az  $x$  tengelyt pedig az áramlás irányába helyezve, felírhatjuk a  $J(t)$  áramra,

$$\frac{1}{n \cdot A \cdot F} J(t) = D \left[ \frac{\partial C(x, t)}{\partial x} \right]. \quad (3)$$

Elegendő tehát meghatározni a kétváltozós  $c(x, t)$  koncentrációfüggvényt. A modellünk kialakításánál tett feltételezések alapján ezt Fick második törvénye:

$$\frac{\partial C(x, t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C(x, t)}{\partial x^2}. \quad (4)$$

írja le.

Kezdeti feltételként vegyük a  $t=0$  időpontban a koncentráció értékét állandónak és jelöljük  $C$ -vel:

$$C(x, t) = C. \quad (5)$$

Mivel a megoldandó differenciálegyenletünk másodrendű, szükségünk van még további határfeltételre. Ezt a tömeghatás törvénye szolgáltatja.

Tehát a reakcióegyenletünk szerint:

$$\frac{C_+(0, t) \cdot C_-(0, t)}{C_s(0, t)} = K^{-1}, \quad (6)$$

ahol  $C_+(0, t)$  a pozitív elektródon mérhető diffundáló anionkoncentráció,  $C_-(0, t)$  az ugyanitt mérhető kationkoncentráció és  $C_s(0, t)$  pedig a  $t$  időpillanatbeli semleges  $M$  fématomok egyensúlyi koncentrációja.  $K$  egyensúlyi állandó.

A (6)-ból könnyen levezethető a peremfeltétel, ha meggondoljuk, hogy a modellünkre tett feltételezések szerint az anódon ( $x=0$ ) annyi fématomnak kell kiválni, mint ahány anion keletkezik a katódon, és ez azt jelenti, hogy:

$$C_s(0, t) = C_+(L, t). \quad (7)$$

Másrésről az ionkoncentrációt az ( $F_4$ ) feltételezésünk szerint majdnem 1-nek vehetjük az egyéb töltéshordozók jelenléte szerint, azaz

$$C_-(0, t) = 1. \quad (8)$$

A fenti jelölések szerint tehát:

$$C_+(0, t) = C(0, t),$$

$$C_+(L, t) = C(L, t). \quad (9)$$

A (7), (8) és a (6), (9) összefüggések figyelembevételével kapjuk a másik határfeltételt:

$$C(L, t) = C(0, t)K. \quad (10)$$

Célkitűzésünk szerint tehát keresendő a (4) differenciálegyenlet olyan  $C(x, t)$  megoldása, amely a  $0 \leq x \leq L, t \leq \infty$  félsávon az (5) alatti kezdeti, valamint a (3) és (10) alatti határfeltételeket kielégíti.

Ahhoz, hogy a feladatunkban szereplő független változókat  $(x, t)$  és  $C(x, t)$ ; ill.  $J(t)$  függvényeket a mérés során alkalmazott fizikai mennyiségektől elvonatkoztassuk, a megoldandó feladatot alkalmasan megválasztott mértéktaszformációval dimenziómentes alakra kell hoznunk, bevezetve új változóként a

$$\xi = \frac{2x - L}{L} \quad (11)$$

és 
$$\tau = \frac{4D}{L^2} t \text{ változókat.} \quad (12)$$

Új dimenzió nélküli függőváltozónak pedig tekintjük a  $\Gamma(\xi, \tau)$  relatívkoncentráció-változást.

A megoldandó feladatot a dimenzió nélküli változókkal felírva, kapjuk a differenciálegyenletre, kezdeti és peremfeltételekre

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Gamma}{\partial \tau} &= \frac{\partial^2 \Gamma}{\partial \xi^2}, \\ \Gamma(\xi, 0) &= 0, \\ \frac{1 + \Gamma(\xi, \tau)}{1 + \Gamma(-\xi, \tau)} &= K, \\ \left. \frac{\partial \Gamma(\xi, \tau)}{\partial \xi} \right|_{\xi=1} &= \left. \frac{\partial \Gamma(-\xi, \tau)}{\partial \xi} \right|_{\xi=-1}. \end{aligned} \quad (13)$$

A (13)-ban kijelölt feladat kezdő és peremfeltételeket is kielégítő megoldását az alábbiakban adjuk:

$$\Gamma(\xi, \tau) = \kappa \left[ \xi + \frac{2}{\pi} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j}{j} e^{-j^2 \pi^2 \tau} \cdot \sin j \pi \xi \right], \quad (14)$$

ahol 
$$\kappa = \frac{K-1}{K+1}.$$

#### 4. A mérés során felvett áramgörbe alakjának vizsgálata

Az áram a (3) feltételnek és a (13) differenciálegyenlet megoldásának megfelelően

$$\begin{aligned} J(t) &= n \cdot A \cdot D \cdot F \cdot \left[ \frac{\partial C}{\partial x} \right]_{x=0} = \\ &= n \cdot A \cdot C \cdot D \cdot F \left[ \frac{\partial \Gamma(\xi, \tau)}{\partial \xi} \right]_{\xi=-1} \frac{\partial \xi}{\partial x} = \\ &= \frac{2 \cdot n \cdot A \cdot C \cdot D \cdot F \cdot \kappa}{L} \left[ 1 + 2 \sum_{j=1}^{\infty} e^{-j^2 \pi^2 \tau} \right]. \end{aligned} \quad (15)$$

Látható, hogy  $\tau \rightarrow \infty$  esetén

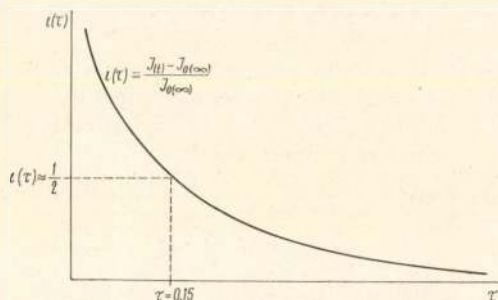
$$J(t) \rightarrow J_{\infty} = \frac{2 \cdot n \cdot A \cdot C \cdot D \cdot F \cdot \kappa}{L},$$

és 
$$J(t) = J_{\infty} \left[ 1 + 2 \sum_{j=1}^{\infty} e^{-j^2 \pi^2 \tau} \right].$$

A kapott kifejezést mértékinvariáns alakra hozva:

$$i(\tau) = \frac{J(t) - J_{\infty}}{J_{\infty}} = 2 \sum_{j=1}^{\infty} e^{-j^2 \pi^2 \tau}. \quad (16)$$

Az  $i(\tau)$  áramgörbe vizsgálatából (3. ábra) látható,



3. ábra

hogy az  $\tau \rightarrow 0$  esetén végtelen nagy értéket vesz fel, ami a bekapcsolási jelenségek bizonytalansága miatt nem meglepő. Az is nyilvánvaló, hogy  $\tau \rightarrow \infty$  esetén az  $i(\tau) \rightarrow 0$ .

Elemi numerikus számítás azt mutatja, hogy a

$$\tau \geq 0,15 \quad (17)$$

értéktől kezdve a (16) alatti sorban a  $j = 1$ -nél nagyobb indexű tagok elhanyagolhatók, mivel az elkövetett relatív hiba  $\leq 2\%$ . Nevezzük a  $\tau = 0,15$ -dal jellemzett tartományt *ideálisnak*, amelytől jobbra a görbe lefutása exponenciális.

Ahhoz, hogy a mért görbéből a gyakorlati kiértékeléshez adatokat kapjunk, vizsgáljuk meg az  $I(t) = J(t) - J_{\infty}$  görbe ún. orrpontjának elhelyezkedését.

Egy görbe „orrpontjának” az origóhoz legközelebb eső pontját értjük.

Jelöljük  $J_p(t)$ -vel a porózus anyagon átfolyó áram erősségét a  $t$  időpillanatban. Hasonlóan az  $I_p(t) \equiv J_p(t) - J_p(\infty)$  görbe orrpontján értjük a fentiek szerint azt a  $t = t_{orr}$  abszcisszájú és  $I_p(t_{orr})$  ordinátájú pontot, amelyre az  $I_p(t)$  görbének az  $I_p(\infty)$  ordinátaszintjétől való

$$d(t) = \sqrt{f^2 \cdot t^2 + g^2 I_p^2(t)} \quad (18)$$

távolsága minimális. Itt az  $f, g$  léptékkálllandók mértékegységei:

$$f = \frac{\text{cm}}{\text{s}}; \quad g = \frac{\text{cm}}{\text{mA}}.$$

Abban az esetben, ha az időt szekundumban és az  $I_p(t)$ -t mA-ben mérjük, a  $d(t)$  távolságot cm-ben kapjuk.

A (18) kifejezés alapján az orrpontfeltétel:

$$\frac{dd(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \sqrt{f^2 \cdot t^2 + g^2 I_p^2(t)} = 0. \quad (19)$$

Közelítsük a (16) függvényt a végtelen sor első tagjával, a  $\tau \geq 0,15$  esetén:

$$I_p(t) = J_p(\infty) \cdot 2 e^{-\frac{t}{t_p}}, \quad (20)$$

ahol

$$\frac{t}{t_p} = \pi^2 \tau.$$



Ezt felhasználva a (19) felírható

$$\frac{dd(t)}{dt} = \frac{1}{dt} \left[ f^2 t - g^2 I_p(t) \cdot I_p(t) \frac{1}{t_p} \right] = 0.$$

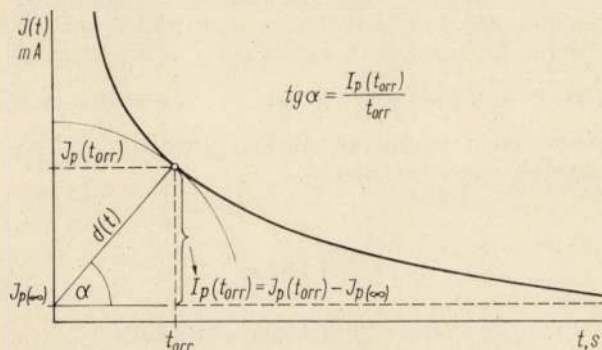
Az eredeti jelölés szerint

$$\frac{I_p(t_{orr})}{t_{orr}} = \left( \frac{f}{g} \right)^2 \frac{t_p}{I_p(t_{orr})},$$

azaz

$$\frac{I_p(t_{orr})}{t_{orr}} = \left( \frac{f}{g} \right)^2 \frac{t_p}{I_p(t_{orr}) + J_p(\infty)}. \quad (21)$$

A bal oldalon álló hányadosnak szemléletes geometriai jelentése van (4. ábra). Az aszimptóta és az



4. ábra

ordinátatengely metszéspontjából az orrponthoz húzott egyenes iránytangense  $\text{tg } \alpha$ , amelyet felhasználva:

$$t_p = \left( \frac{g}{f} \right)^2 J_p(t_{orr}) \cdot \text{tg } \alpha \quad (22)$$

összefüggés adja.

#### 5. A $\psi$ és $T$ értékek meghatározása a mérési eredményekből

Kísérleteink során a  $J(t)$  áramgörbe felvételét végeztük el. A mért görbe értékeiből kell a porússtruktúra jellemzőit meghatározni.

A  $J(t)$  függvényt kétparaméteres alakban írjuk fel:

$$J(t) = J_0(\infty) \left[ 1 + 2e^{-\frac{t}{t_0}} \right],$$

ahol

$$J_0(\infty) = \frac{2 \cdot n \cdot A \cdot C \cdot D \cdot F \cdot \kappa}{L} \quad (23)$$

és

$$t_0 = \left[ \frac{L}{2\pi} \right]^2 \frac{1}{D}; \quad (24)$$

itt

$n = 2$ ;

$A$  az elektródok felülete,  $\text{cm}^2$ ;

$C$  koncentráció,  $\text{mól cm}^{-3}$ ;

$D$  diffúziós állandó,  $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ ;

$F$  Faraday-állandó, Coulomb  $\text{mól}^{-1}$ ;

$\kappa = \frac{K-1}{K+1}$  állandó.

A kiértékeléshez még további adatra van szükségünk, amely a porússtruktúrára jellemző. Ez az adat legyen a  $\phi$  porozitás.

Bevezetve porózus anyag nélkül mérhető paraméterekre a 0 indexet, a porózus anyag jelenlétében mérhető paraméterekre a  $p$  indexet, ahogy már eddig is tettük, valamint élve a feltételezésünkkel, hogy porózus anyag jelenléte az  $L$ ,  $A$  megváltozásával és  $\phi$ -vel jellemezhető, s felírható:

$$J_p(\infty) = \frac{2n \frac{A}{\psi} \cdot C \cdot D \cdot \kappa \cdot \phi \cdot F}{T \cdot L}, \quad (25)$$

$$J_0(\infty) = \frac{2 \cdot n \cdot A \cdot C \cdot D \cdot F \cdot \kappa}{L}, \quad (26)$$

$$t_p = \left( \frac{T \cdot L}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{1}{D}. \quad (27)$$

A (25), (26) és (2) összefüggésekből látható, hogy

$$\psi^2 = \frac{J_0(\infty)}{J_p(\infty)}. \quad (28)$$

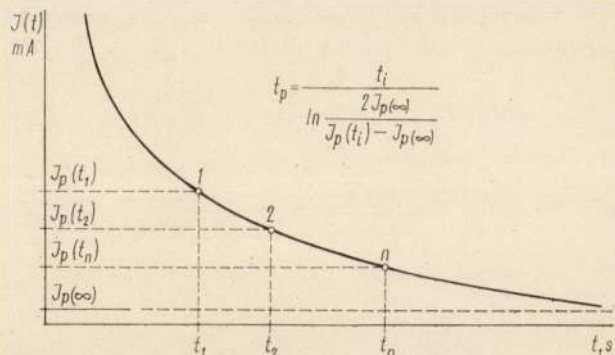
Hangsúlyoznunk kell, hogy  $J_0(\infty)$  a mérőberendezés állandóival adva van és előre kiszámítható.

A (27) és (24)-ből következik:

$$T^2 = \frac{t_p}{t_0}. \quad (29)$$

A  $t_0$  is [miként a  $J_0(\infty)$ ] természetesen a mérőberendezés adata, a  $J_p(\infty)$  az áramgörbe diagramjából közvetlenül leolvasható, mint az aszimptóta ordinátája (4. ábra). Így elegendő csak a  $t_p$  grafikus meghatározásával foglalkozni, mivel a harmadik adat, a  $\phi$  közvetlenül rutinméréssel könnyen meghatározható. A  $t_p$  meghatározására az alábbi lehetőségeket vizsgáljuk.

1. Elsőnek a  $\tau \cong 0,15$ -dal jellemzett ideális tartományban kínálkozó lehetőséggel foglalkozunk (5. ábra).



5. ábra

Írjuk fel a kétparaméteres egyenletet az alábbi alakban:

$$J_p(t_i) = J_p(\infty) \left[ 1 + 2e^{-\frac{t_i}{t_{pi}}} \right],$$

ahol  $t_i$  tetszőleges mérési időpont.

Az egyenletet  $t_{pi}$ -re megoldva

$$t_{pi} = \frac{t_i}{\ln \frac{2J_p(\infty)}{J_p(t_i) - J_p(\infty)}}.$$

A vizsgálatot  $i=1, \dots, n$ -ig elvégezve és számtani átlagot képezve kapjuk

$$\bar{t}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{pi}$$

Felhasználva ezt és a (28) és (29) összefüggéseket, kapjuk:

$$T = \sqrt{\frac{\bar{t}_p}{t_0}}, \quad (30)$$

$$\psi = \frac{J_0(\infty)}{J_p(\infty)}. \quad (31)$$

2. Másodszor azt az esetet vizsgáljuk, amikor az áramgörbe orrpontja jól definiálható, és a  $J_p(\infty)$  ordinátametszéstől az orrpontba húzott egyenes iránytangense kapcsolatba hozható a  $t_p$  paraméterrel.

Figyelembe véve a (29) egyenletet, a (22) kifejezés felírható:

$$T^2 \cdot t_0 = \left(\frac{g}{f}\right)^2 J_p(t_{orr}) \cdot \text{tg } \alpha,$$

innen

$$T^2 = \left(\frac{g}{f}\right)^2 \frac{J_p(t_{orr}) \cdot \text{tg } \alpha}{t_0}. \quad (32)$$

Itt a jobb oldalon már minden ismert,  $f$  és  $g$  a konvencióból,  $t_0$  a mérőberendezés adata, a  $J_p(t_{orr})$  és  $\text{tg } \alpha$  pedig a diagramból adódik.

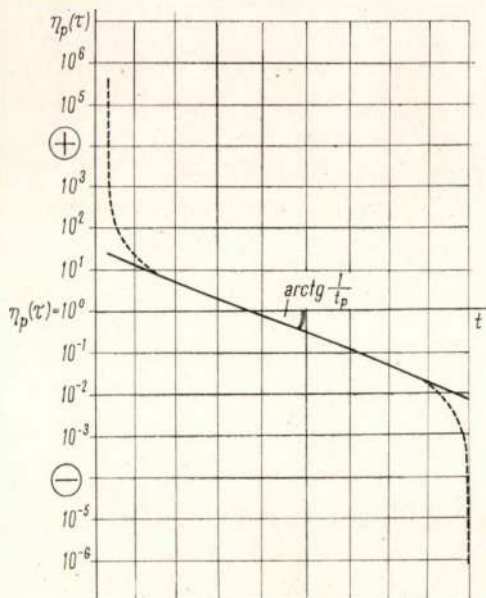
A tekervényesség

$$T = \left(\frac{g}{f}\right) \sqrt{\frac{J_p(t_{orr}) \cdot \text{tg } \alpha}{t_0}}, \quad (33)$$

és a szűkítési tényező:

$$\psi = \sqrt{\frac{J_0(\infty)}{J_p(\infty)}}. \quad (34)$$

3. A harmadiknak javasolható módszer a linearizálás módszere, amely azon alapszik, hogy a  $\ln t_p(\tau)$



6. ábra

függvény az ideális szakaszban a  $t$ -nek lineáris függvénye

$$\ln t_p(\tau) = \ln 2 - \frac{t}{t_p}.$$

Ha tehát a dimenzió nélküli áramgörbét logaritmi- kusan ordinátatengelyű diagramon ábrázoljuk, amelyre az

$$\eta_p(\tau) = \ln t_p(\tau)$$

értékek vannak felvive, akkor a 6. ábrán látható lefutású görbét kapjuk.

A jobb oldali függőleges aszimptóta azért adódik, mert a leolvasási nehézségek miatt az  $t_p(\tau)$  már véges  $t$ -nél eléri a zérust (azaz az eredeti áramgörbe az aszimptótáját). Lesz azonban a logaritmus és mérték-invariáns áramgörbének egy lineáris középszakasza, melynek iránytangense éppen  $\frac{1}{t_p}$ , és ezáltal a  $t_p$  ismeretében a korábbiak szerinti pórusstruktúra-paraméterek meghatározhatók.

## JELÖLÉSEK

$a$	a kapilláriscsatornák keresztmetszeti területe	$\text{cm}^2$
$A$	a kőzetminta keresztmetszeti területe	$\text{cm}^2$
$C$	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ionok koncentrációja	$\text{mol cm}^{-3}$
$D$	diffúziós állandó	$\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$
$f$	léptékállandó	$\text{cm s}^{-1}$
$F$	Faraday-állandó	coulomb
$g$	léptékállandó	$\text{cm mA}^{-1}$
$J_0(\infty)$	az áram állandósult értéke porózus anyag nélkül	mA
$J_p(\infty)$	az áram állandósult értéke porózus anyaggal	mA
$J_p(t_{orr})$	az áram értéke az orrpontban	mA
$I_p(t_{orr})$	$\equiv J_p(t_{orr}) - J_p(\infty)$	
$K$	egyensúlyi állandó	
$L$	a kőzetminta hossza	cm
$N$	a kapilláris csatornák száma	
$t_0$	porózus anyag nélküli időparaméter	s
$t_p$	időparaméter porózus anyag jelenlétében	s
$\bar{t}_p$	az $i=1 \dots n$ -ig számított $t_{pi}$ -k aritmetikai átlaga	s
$t_{orr}$	az orrponthoz tartozó idő	s
$T$	tekervényesség	
$V_p$	a pórusok térfogata	$\text{cm}^3$
$V_b$	a kőzetminta térfogata	$\text{cm}^3$
$\Gamma(\xi, \tau)$	a dimenzió nélküli függvény jelölése	
$\iota(\tau)$	a mérték-invariáns áramfüggvény jelölése	
$\alpha$	képletállandó	
$\xi$	dimenzió nélküli hosszúság	
$\tau$	dimenzió nélküli idő	
$\phi$	porozitás	
$\psi$	keresztmetszet-csökkenési tényező	

## IRODALOM

- [1] Winsauer, W. O.—Shearin, H. M.—Masson, P. H.—Williams, M.: Resistivity of brine-saturated sands in relation to pore geometry. B. AAPG 2 p. 253—277 (1952).
- [2] Perkins, F. M.—Osoba, I. S.—Ribe, K. H.: Resistivity of

- sandstones as related to the geometry of their interstitial water. *Geophysics* 4 p. 1071—1086 (1956).
- [3] *Fatt, I.*: The network model of porous media. I—III. *AIME* 1956, p. 144—181.
- [4] *Oldham, K. B.*—*Topol, L. E.*: Electrochemical investigation of porous media. I. Theory of potentiostatic methods. *J. Phys. Chem.* 9 p. 3007 (1967).
- [5] *Bán Á.* és társai: Vlijanie szvojsztv gornüh porod na dvi-zsenie v nih zsidkoszti. Moszkva, Gosztoptehtizdat, 1962.

- [6] *Tyrrel, H. J. V.*: Diffusion and heat flow in liquids. London, Butterworths, 1961.
- [7] *Petrovskij, I. G.*: Előadások a parciális differenciálegyenletekről. Budapest, Akadémiai kiadó, 1955.
- [8] *Gáspár Gy.*: Műszaki Matematika II. Budapest, Tankönyvkiadó, 1968.
- [9] *Mating B.*: Porózus kőzetek tekervényességének analitikai vizsgálata és laboratóriumi mérése. Miskolc, 1970. (Doktori disszertáció.)

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### A szénhidrogén-bányászatban dolgozó fiatal diplomások helyzete

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya 1970-ben elhatározta, hogy részletes felméréssel megvizsgálja a szénhidrogén-bányászatban dolgozó és nagy számban a szakosztály tagjaiként is tevékenykedő fiatal diplomások szociális helyzetét, szakmai fejlődésük lehetőségeit.

A felmérés célja, hogy részletes adatok álljanak rendelkezésre a korcsoportról, fokozottabban érvényesüljön a fiatalok szakmai fejlődésének segítésére irányuló törekvés és szükség esetén az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt felé adott javaslatokkal biztosítsuk a fiataloknak az iparba történő gyorsabb beilleszkedését és jobb szakmai közérzetüket.

A munka elvégzésére *Kun Tibor* okl. olajmérnök (OGIL) és *Török Attila* okl. olajmérnök (OLAJTERV) tagtársaink vállalkoztak. Az egyes munkafázisok végzésében az OGIL és az OLAJTERV fiatal egyesületi tagjai vettek részt. Vizsgálataik eredményéről „Értékelő jelentés”-ben számoltak be, melynek rövidített változatát az alábbiakban ismertetjük.

„A kérdőívek útján történő felmérés a 35 évnél nem idősebb diplomásokra terjedt ki, akik tagjai a Szakosztálynak, függetlenül attól, hogy hol dolgoznak, továbbá a következő 6 vállalat minden, a feltételekben megfelelő dolgozójára:

Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat;  
Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat;  
Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem;  
Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem;  
Kőolajvezeték Vállalat;

Kőolaj- és Földgáztermelő Ipari Kutató Laboratórium.  
A kiküldött kérdőívek száma 252 volt, melyből kitöltötten 114 érkezett vissza. A 252 megkérdezett a szénhidrogén-bányászatban dolgozó diplomásoknak 38%-a. A válaszadók átlagéletkora 29 év és 90%-uk férfi volt.

A diplomások 86%-a mérnök, a fennmaradó szerény hányad egyéb végzettséget foglal magában (természettudományi képzettség, közgazdász, jogász stb.).

A kérdezettek 40%-a olajmérnök, akiknek 59%-a a Nehézipari Műszaki Egyetemen, Miskolcon kapott diplomát, míg 6%-uk külföldön — a Szovjetunióban — végzett.

A válaszadók 87%-a nő, gyermek a családok 70%-ában van. A családosok háromnegyed részének önálló lakása van; további 10% szüleivel vagy társbérletben, a fennmaradó 15% munkásszálláson vagy albérletben lakik.

Az átlagos jövedelem a gyakorlati idő függvényében képezett csoportosítás szerint: (1—3 év) 2193,— Ft; (4—6 év) 2957,— Ft, (7—12 év) 3930,— Ft.

A válaszadók többsége — 44%-a — üzemmérnökként dolgozik. Kutatási, fejlesztési munkakörben 18%, tervező munkakörben 14% tevékenykedik. Vezető beosztást (osztályvezetői, vagy ennek megfelelő) tölt be a vizsgált diplomások 47%-a, akik 22%-a 1—3 év, 33%-a 4—6 év, 45%-a 7—12 év gyakorlattal rendelkezik.

A válaszadók 65%-a jelenleg is első munkahelyén dolgozik, 16% azok aránya, akik kívülről kerültek be az olajiparba.

Arra a kérdésre, hogy munkája szakképzettségének megfelelő-e, a válaszadók 37%-a igen, 52%-a részben, 11%-a nem választ adott.

Vezetőihez való kapcsolatát a megkérdezettek 96%-a jónak, vagy kielégítőnek tartja, és 70%-a érzi úgy, hogy jó kollektív

munkát biztosító légkörben dolgozik; 37% érzi, hogy munkáját teljes erkölcsi megbecsülésben részesítik, 50% ezt csak részlegesen látja, míg 13% adott nemleges választ.

A fiataloknak csupán 10%-a ismerte munkába lépéskor jelenlegi vállalatának tevékenységét, 48%-nak vázlatos, a többinek csak homályos információi voltak. A munkába állók 75%-át nem is részesítették ilyen jellegű oktatásban.

A munkába lépő diplomások 3—6 hónapos szakmai gyakorlatát a válaszadók 25%-a minősítette irányítottnak, 36%-a e téren teljesen magára volt utalva.

A kérdezettek 36%-a rendszeresen olvas folyóiratokat. A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ című folyóiratot 85%-uk ismeri. Viszonylag kevesen olvasnak rendszeresen külföldi folyóiratokat, melynek döntő oka, hogy csupán 25% beszél egy vagy több idegen nyelven. A másik ok, hogy sokak számára nehezen elérhetőek a folyóiratok és tájékozatlanok azok tartalmát illetően. A NIM-DOK-gyorsinformációk pl. csak 29%-hoz jutnak el rendszeresen, 8%-uk a létezéséről sem tud.

A kérdezettek 44%-a tanul idegen nyelvet, legtöbbször oroszul vagy angolul.

A válaszadók 3%-a vett részt 3 hónap vagy azt meghaladó időtartamú külföldi tanulmányúton. Rövidebb külföldi tanulmányúton 42%-a volt, átlagosan 3 hét időtartammal. A vezetők 52%-a, a beosztottaknak 33%-a részesült ilyen lehetőségben.

Egyesületi vándorgyűléseinken a válaszadók 60%-a vett egy vagy több alkalommal részt, 20%-a előadást is tartott. A kérdezetteknek kb. 1/4-e irodalmi tevékenységet is folytat. Az általunk vizsgált fiatal diplomások kb. 250 szakkikket jelentettek meg.

### Javaslatok:

— Az egyes vállalatokhoz kerülő fiatal diplomásokkal, be lépésükkor részletesen közölni kell a betöltendő munkakör leírását, ám az újonnan alkalmazott üzemi beosztásba csak leg- alább 6 hónapi kötelező gyakorlati idő eltöltése után kerüljön.

Azonos profilú vállalatokra — OKGT szinten koordinálva — azonos gyakorlati tematikát célszerű kidolgozni, melynek első részében egy kéthetes tanfolyamon a kőolajipar, illetve az alkalmazó vállalat tevékenységéről kell részletes tájékoztatást adni. A gyakorlati idő utolsó hónapjának időtartamára az alkalmazó vállalattal közvetlen kapcsolódó társvállalatokhoz célszerű a gyakornokokat kihelyezni (termelő vállalattól fűrészi üzembe, kőolajvezeték vagy gázzolgáltató vállalathoz, OGIL-hoz; fűrészi üzemtől pedig termelő vállalathoz, OGIL-hoz stb.), figyelembe véve a később betöltendő munkakört. Minderre egyrészt a kapcsolódó tevékenység megismerése, másrészt a munkához szükséges személyi kapcsolatok megteremtése miatt van szükség.

— A betöltött munkaköröktől függően a nyelvtudás megszerzésének lehetőségét, erkölcsi-anagyi megbecsülését jobban kell biztosítani a vállalatoknak. A nyelv gyakorlása érdekében nyelvvizsgálóval rendelkező fiatal diplomásokat — 2—3 év üzemi gyakorlat után — nagyobb számban célszerű többhónapos külföldi tanulmányútra küldeni.

— Az olajiparon belüli, de az általános műszaki dokumentációs szolgáltatások lehetőségeiről és formáiról tájékoztatást kell készíteni, melyek birtokában minden belépő fiatal diplomás részére lehetővé kell tenni ezen szolgáltatások igénybe vételét.”

# Szendioxidgáz szénhidrogén-tartalmának eltávolítása katalitikus oxidációval

FAZEKAS ANDRÁS-NÉ—  
MÁNDY TAMÁS—  
BODA ANDRÁS

Vizsgáltuk a répcelaki nyers széndioxidgázban levő szénhidrogének katalitikus égetéssel való eltávolításának lehetőségét.

A munka során oxidációra alkalmas katalizátorokat dolgoztunk ki. A széndioxidban levő szénhidrogének oxidációjához a  $Cr_2O_3-MnO_2/\gamma-Al_2O_3$  összetételű, saját készítésű katalizátort találtuk a legalkalmasabbnak.

Kimértük a tökéletes égéshez, ill. a szagtalanság eléréséhez szükséges optimális paramétereket. Izoterm körülmények között a legkedvezőbb paraméterek a következők voltak: hőmérséklet  $500\text{ }^\circ\text{C}$ , nyomás max. 60 at, térsébség 600 Nl/h; szükséges minimális oxigénfelesleg a termékgázban 2%.

## Bevezetés

Hazánk természetes széndioxidbázisa világviszonylatban is számottevő jelentőségű mind mennyiségi, mind minőségi szempontból.

Ennek a természeti kincsnek a felhasználása igen sokrétű; elsősorban szárazjég formájában történik. Egyik legnagyobb fogyasztója az élelmiszeripar. Élelmiszerek mélyhűtéses konzerválásához, tárolásához és hűtőkocsikban való szállításához használják. A hűtőhatás mellett figyelemre méltó mikrobaölő tulajdonsága is. Jelentős mennyiség kerül közvetlen fogyasztásra (üdítő italok, szódavíz, sör). A vegyiparban különböző technológiai folyamatoknál alacsony hőmérsékletek előidézésre alkalmazzák (pl. éter dehidratációja, lakkok konzerválása stb.). A fémkohászatban, bányászatban szerepe van termelési folyamatokban és tűzvédelmi anyagként. További felhasználása: orvostudomány (sebészet), gyógyszeripar (gyógyszerek hűtésére, tárolására), mezőgazdaság.

A széndioxid fázisdiagramját az 1. ábrán mutatjuk be. Az egyensúlyi görbén jól láthatók a hőmérséklet- és nyomásváltozás hatására kialakuló fázisállapotok és átmeneti pontok.

A kritikus pont ( $KrP$ ) értékei a következők:

$$T_{kr} = 31,0\text{ }^\circ\text{C}, \quad p_{kr} = 73,2\text{ ata}, \quad V_{kr} = 2,2\text{ l/kg}.$$

A hármasonponthoz ( $TrP$ ) tartozó értékek:  $T = -56,6\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p = 5,28\text{ ata}$ .

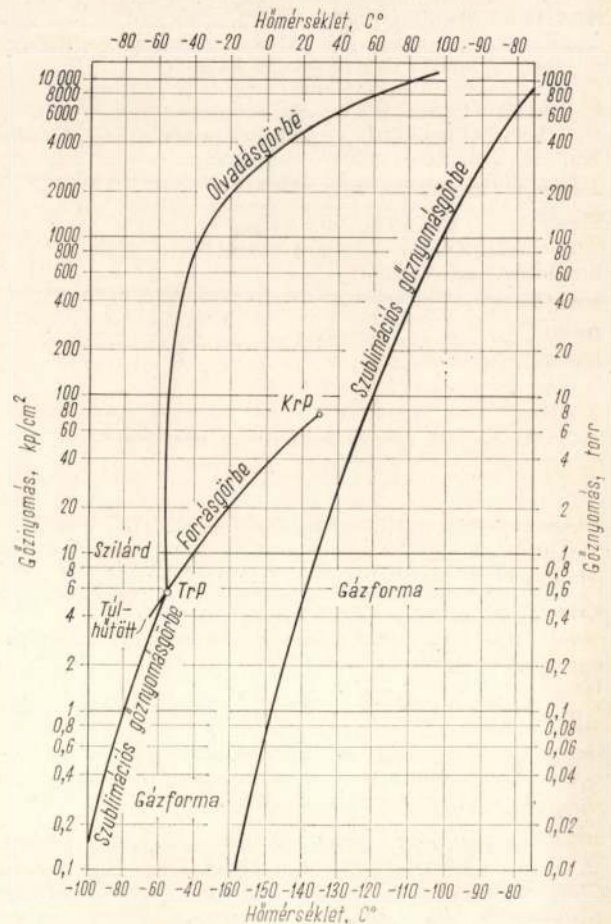
Az atmoszferikus nyomáshoz tartozó szublimációs hőmérséklet értéke  $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$ . A szilárd széndioxid léghőmérséklet mellett igen gyorsan szublimál, szublimációs hője léghőmérsékleten, növekvő hőmérsékleten az alábbiak szerint alakul:

Hőmérséklet, $^\circ\text{C}$	-78,5	-20	-10	0	+10	+20
Szublimációs hő kcal/kg	136,9	148,4	150,4	152,4	154,4	156,4

A jég olvadáshője  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $80\text{ kcal/kg}$ , tehát  $1\text{ kg}$   $0\text{ }^\circ\text{C}$ -os szárazjég csaknem kétszer annyi hőt képes

elvonni szublimációja során. Figyelembe véve a szárazjég nagyobb faj súlyát, az azonos térfogatú szárazjég által elvonható hőmennyiség a jéghez képest majdnem háromszoros. Ez különösen nagy jelentőségű az élelmiszer-szállításban hűtő szállítóeszközöknél, a térkihasználás szempontjából.

Az elmondottak alapján érthető, hogy a legnagyobb igény az élelmiszeripar részéről nyilvánul meg, és egyben itt jelentkeznek a legszigorúbb minőségi követelmények is. Elsősorban az élelmiszeripari felhasználás hozta magával a külföld mind nagyobb érdeklődését is a hazai természetes széndioxid iránt. A széndioxid szénhidrogénekkel való szennyezettsége azonban korlátozza az ilyen irányú felhasználást. Tehát a tisztításra mind nagyobb gond fordítandó.



1. ábra  
Széndioxid fázisdiagramja

Az eddig ismert széndioxid-tisztítási eljárások adszorpciós, abszorpciós, desztillációs vagy mélyhűtési technikával, illetve ezek célszerű kombinációjával dolgoznak. E módszerek azonban nem adtak kielégítő eredményt; a végtermékként kapott széndioxid és az abból gyártott szárazjég még mindig a megkívántnál nagyobb mennyiségben tartalmaz szénhidrogénnyomokat, és így az élelmiszeriparban előírt szagtalan-ságot nem éri el.

A répcelaki nyers széndioxidot — amely kis mennyiségű vízzel, inert gázokkal és bűzös, olajos szénhidrogénnel együtt tör fel —, desztillációs és adszorpciós eljárás kombinációjával tisztítják. A metán, inert gázok és víz desztillációs leválasztása után a széndioxidgáz aktív szén adszorberen halad keresztül a szennyezések megkötése céljából. A jelenleg alkalmazott technológia azonban nem alkalmas megfelelő mértékű tisztításra. Az adszorpciós technológia továbbfejlesztésére, tökéletesítésére a MÁFKI végzett kísérleteket 1965-ben; a desztillációs lépés után a  $C_{5+}$  szénhidrogéneket adszorbeáltatták aktív szén oszlopon [15].

Minőségileg kifogástalan terméket lehetne nyerni a nyomnyi szénhidrogének katalitikus elégetésével. Kifogástalanul komplett technológiai folyamatokat, melyek a fizikai és katalitikus lépések kombinációjából állnak, ezek azonban igen komplikáltak, következésképpen költségesek. Ilyen pl. az angol PETRO-CARBON cég eljárása [16].

A fentiek ismeretében merült fel a nyers széndioxidban levő összes szénhidrogén egy lépésben, katalitikusan történő elégetésének gondolata, így a fizikai szétválasztás fázisainak kiküszöbölésével juthatnánk el a kívánt minőségű termékhez.

Ilyen értelmű megoldást kezdeményezett már 1964-ben dr. Gráf László, dr. László Antal, dr. Szepesy László és Jancsó Tibor, majd 1966-ban dr. Gráf László és Jancsó Tibor. Az országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt a javaslat elvét elfogadta és ennek alapján adott megbízást az OLAJTERV a Nagynyomású Kísérleti Intézetnek a katalitikus égetési tisztítás kísérleti tanulmányozására. E kísérletekről számolunk be a jelen munka keretében.

### A szénhidrogének katalitikus oxidációjának irodalma

A szénhidrogének oxidációjával igen széleskörűen foglalkoztak, de elsősorban a parciális oxidációról jelentek meg közlemények a petrokémia fejlődése kapcsán, és a parciális oxidáció termékei nyertek sokoldalú vegyipari alkalmazást. A teljes oxidációra vonatkozólag közli tapasztalatait Stein, Feenan, Hoffer és Anderson [1]. Mikroreaktorban vizsgálták a katalitikus oxidációt, katalizátorként úgyszólván minden szóba jöhető fénoxidot kipróbáltak. Legaktívabbnak a V, Cr, Mn, Co, Ni, Ru, Pd, Ag, Pt, ill. oxidjaik bizonyultak. Az oxidokat tiszta állapotban és  $Al_2O_3$  hordozón ajánlják [2, 3, 4, 11], míg a fém palládiumot [2, 5] és a fém platinát [5]  $Al_2O_3$  hordozón. Johnson, Christian és Carhart [6] elsősorban nagyobb szénatomszámú szénhidrogének ( $C_5$ ) elégetését vizsgálták Hopcalite-on. Economy, Meloon és Ostrozyński [7] a különböző oxidáló anyagokkal impregnált  $\gamma-Al_2O_3$

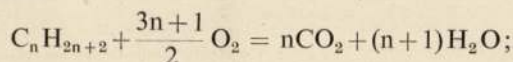
katalizátorok közül a  $BaCrO_4/\gamma-Al_2O_3$  rendszert találták a legmegfelelőbbnek.

A katalizátor minőségén kívül az oxidáció sebességét természetesen nagymértékben befolyásolja az oxidálandó szénhidrogén is. A széndioxidban előforduló szénhidrogének közül várhatóan a metán ég el legnehezebben [6, 9]. A metán égése  $350^\circ C$  körül indul meg és  $450^\circ C$ -nál válik teljessé [5, 12]. A hat vagy ennél több szénatomot tartalmazó szénhidrogének oxidációjának konverziója  $350^\circ C$ -on már általában eléri a 95%-ot. Margolisz [9] vizsgálatai szerint a katalizátorok fajlagos aktivitása  $200$  és  $400^\circ C$  között egy nagyságrenddel nő (Pt,  $CuCrO_4$ ), de a  $MgCrO_4$  esetében ez a növekedés eléri a két nagyságrendet. A hőmérséklet változásával tehát megváltozhat az aktivitási sorrend.

A teljes oxidációra való törekvésnél legalább a sztöchiometrikusnak megfelelő szénhidrogén-oxigén arányt kell tartani, mert ennél kevesebb oxigén jelenlétében a legkülönbözőbb irányú parciális oxidációs folyamatok indulnak meg (még a legkönnyebb szénhidrogéneknél, így a metánnál is). A parciális oxidációk legtöbbször ugyanis láncreakció, és a lánccindító reakciónál, amely gyökképződéssel jár, elsősorban az oxigén mennyisége a döntő [10]. Kis oxigén-szénhidrogén arány esetében természetesen a gyökképződéssel járó reakciók kerülnek előtérbe.

### Elméleti megfontolások

Az égés általános reakcióegyenlete szerint a szénhidrogének a metán kivételével térfogatnövekedéssel égnek el:



a térfogatok:

$$\frac{3n+3}{2} \cong 2n+1.$$

Ezek alapján várható, hogy a nyomásnövelés hátrányos kihatással van az oxidáció konverziójára.

Kiszámítottuk néhány szénhidrogén egyensúlyi koncentrációját a kísérleteink alapján megállapított (1. később) legkedvezőbb paraméterkombináció esetére (hőmérséklet  $500^\circ C$ , nyomás 20 és 60 at, oxigénfelesleg a termék-gázban 2 térf.%) (1. táblázat).

1. táblázat

Néhány szénhidrogén egyensúlyi koncentrációja  
 $T=500^\circ C$ , oxigénfelesleg 2%

Szénhidrogén	Egyensúlyi koncentráció, ppm	
	p=20 at	p=60 at
$C_1$	59	59
$C_3$	2	7
$C_7$	0,001	0,05
$C_9$	0,00003	0,006

A táblázatból kitűnik, hogy elméletileg ideális körülményeket feltételezve ugyanazon nyomáson a szénatomszám növekedésével rohamosan csökken az egyensúlyi koncentráció. Kísérleti eredményeink az elméleti számítások eredményeit nem követik teljes

mértékben, ugyanis ott a katalitikus oxidáció folyamán diffúziós, kinetikai és egyéb gátlások jelentősen befolyásolták a reakciót. Ha a 20 és 60 atmoszférára kiszámított egyensúlyi koncentrációértékeket összehasonlítjuk, kitűnik, hogy az azonos körülmények között elérhető minimális szénhidrogén-koncentrációk — a metán kivételével — a nyomástól erősen függenek: minél kisebb nyomáson történik az égetés, annál tökéletesebben el lehet a szénhidrogéneket a CO<sub>2</sub> mellől távolítani.

A számításokból levonható másik érdekes következtetés az, hogy a nagyobb molekulásúlyú szénhidrogének elméleti egyensúlyi koncentrációja lényegesen kisebb, mint a kisebb molekulásúlyúaké. Kiugró érték a metán egyensúlyi koncentrációja: 59 ppm; a nagyobb szénatomszámú szénhidrogének egyensúlyi koncentrációi viszont még 60 atm nyomáson is messze a kereskedelmi széndioxid minőségi előírásai által megengedett határérték alatt vannak.

Gazdaságossági megfontolások alapján, ipari szempontból feltétlenül a 60 atm kútnyomáson való égetés célszerűbb. Ezért kísérleteink túlnyomó részét ezen a nyomáson hajtottuk végre.

### A répcelaki nyers széndioxid összetétele

A kísérleti eredmények ismertetése előtt közöljük a nyersgáz összetételét, valamint a répcelaki tisztított I. osztályú széndioxid maradék szénhidrogén-tartalmát (2. táblázat).

Nyers széndioxidgáz összetétele

2. táblázat

Szénhidrogén neve	Nyers széndioxid		I. o. széndioxid
	Átlagos érték tf. %	A répcelaki üzem által megadott átlagérték tf. %	A répcelaki üzem által megadott érték tf. %
CH <sub>4</sub>	2,3—3,5	2,76	} 0,13
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,16—0,40	0,43	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,07—0,10	0,13	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,05—0,06	0,05	
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0012—0,0016	0,02	} 0,010—0,008
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,0028—0,0034	0,017	
C <sub>7</sub> +	0,0050—0,0070	0,035	
CO <sub>2</sub>	95,05		
N <sub>2</sub>	1,56		

A szénhidrogének közvetlen elemzése lángionizációs detektorral felszerelt Chrom. III típusú gázkromatográfjal Apiezon L/celite tölteten 105 C°-on történt.

Az adatokat azzal a megjegyzéssel adjuk meg, hogy a beérkező szállítmányok szénhidrogén-mennyisége palackonként meglehetősen ingadozó, így a közölt mennyiségek átlag-, illetve határértékek.

A nyers gáz nitrogéntartalma 0,8—2,5 tf. % között ingadozott. Kénhidrogént és szerves kénvegyületeket a nyersanyagokban nem találtunk.

### Katalizátorok

Irodalmi ismereteink alapján kiválasztottuk a szénhidrogének teljes oxidációjára feltételezhetően alkalmas katalizátortípusokat. Aktivitásuk közelítő meg-

állapítása, illetőleg aktivitási sorrendjük felállítására érdekében atmoszferikus kísérleteket végeztünk. A következő katalizátortípusok kerültek vizsgálat alá:

- γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- CuO/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- MnO<sub>2</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- Pt/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- BaCrO<sub>4</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- MnO<sub>2</sub>-Pd/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (két változat),
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /Klinosorb,\*
- Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Klinosorb,
- CuO/Klinosorb,
- Cu/Klinosorb (ioncserével felvive),
- V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Majd a későbbiekben:

- MnO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
- MnO<sub>2</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Klinosorb.

A hordozóként használt γ-alumínium-oxid Ketjen gyártmányú (holland), CK-300 jelű, nagy tisztaságú készítmény. A másik hordozó Reanal gyártmányú Klinosorb-4 molekulaszita.

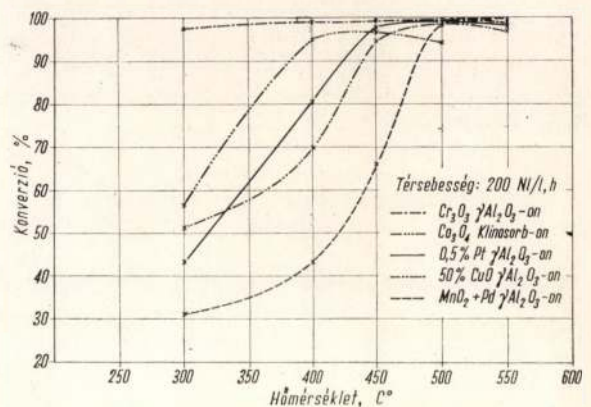
Előkísérleteink alapján legjobb konverziókat a következő katalizátorokkal kaptuk (aktivitási sorrendben):

1. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
2. 0,5% Pt/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
3. MnO<sub>2</sub> + Pd/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,
4. Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Klinosorb,
5. CuO/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

valamint a későbbiekben (nyomás alatti kísérletek)

6. MnO<sub>2</sub> - Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Az elért konverziókat a 2. ábra tünteti fel.



2. ábra  
Szénhidrogének konverziója atmoszferikus rendszerben

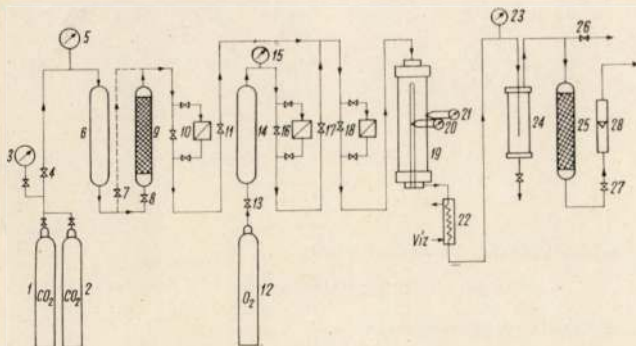
E tapasztalatok figyelembevételével készítettük el nyomás alatti kísérleteink programját. Itt már csak a legaktívabb katalizátorokkal tanulmányoztuk az égetést.

\* Klinosorb: hazai természetes zeolit (klinoptilolit) alapján készülő, kb. 4 Å pórusméretű hő- és saválló molekulaszita.

## Nyomás alatti kísérletek

### A kísérleti berendezés ismertetése

Nyomás alatti kísérleteinket két berendezésben hajtottuk végre, melyeknek felépítése megegyezett, csak a reaktor méretében tértek el egymástól. Készülékünket a 3. ábra mutatja be.



3. ábra

Nyomás alatti oxidációs kísérleti berendezés folyamatábrája

A tisztítandó széndioxidot az 1 palackból bocsátottuk a készülékbe. A 2 palack a pufferedény szerepét töltötte be. A palackok nyomását a 3 manométerrel mértük. A berendezésben uralkodó nyomást a 4 szeleppel állítottuk be és az 5 manométerrel ellenőriztük. A tisztítandó gáz ezután a 6 pufferedényen és a 9 szárítóedényen haladt át. A  $\text{CaCl}_2$ -ot tartalmazó szárító a 7 és 8 szelepek segítségével kikerülhető volt. A pufferedény a gáz egyenletes áramlását biztosította. Az áramlást a 10 dugattyús, elektromos áramlásmérővel mértük. A szénhidrogéneket tartalmazó széndioxid a 11 visszacsapó szelep után találkozott az oxigénnel. Az oxigén a 12 palackból a 13 szelepen át először szintén pufferedénybe, 14 jut. Az oxigénkör nyomását a 15 manométer, az áramlási sebességet a 16 műszer mutatta. A két gázáram találkozása előtt az oxigén is visszacsapó szelepen 17 haladt át. Az egyesített gázáram sebességét külön is mértük a 18 áramlásmérővel, majd a gázelegyet a 19 reaktorba vezettük. A reaktor külső és belső hőmérsékletét a 20 és 21 termoelemekkel mértük. A kilépő forró gáz a 22 vizes hűtőben hűlt le. A 23 manométer a reaktor utáni nyomást jelezte. A 24 separátorban választottuk le az égés folyamán keletkezett vizet. A 25 edény molekulaszitát tartalmazó utószárító, mely azt a célt szolgálta, hogy a cseppfogón esetleg keresztüljutott víztől a 27 lefúvatószelepet és a lefúvatást mérő 28 rotamétert megkíméljük. Tekintettel arra, hogy a 25 edényben levő molekulaszita nem-

csak a vizet, hanem a maradék szénhidrogéneket is adszorbeálhatja, a 26 mintavevő szelepet a szárító elé kellett beépíteni.

Említettük, hogy kísérleteinket két különböző méretű reaktorban vezettük. A kisebb reaktor 100, a nagyobb 1000 ml katalizátor-térfogatra készült.

### A szénhidrogén-oxidáció konverziójának paraméterfüggése

Az egyes paraméterek hatásának vizsgálatát csak a többi paraméter egy-egy kombinációjánál végeztük el. Ezeknél a kombinációknál az egyes paraméterek optimális értékét igyekeztünk figyelembe venni mind a konverzió, mind a gazdaságosság szempontjából.

### A hőmérséklet hatásának vizsgálata

350, 400, 450, 500, 550  $^{\circ}\text{C}$ -on végeztünk kísérleteket. A hőmérséklet hatásának vizsgálatokor a konstansként tartott paraméterek a következők voltak:

nyomás	60 att,
térsebesség	300 NI/l, h,
oxigénfelesleg a termékben	3%.

A különböző hőmérsékleteken elért konverziókat a 3. táblázat tünteti fel.

Mint a 3. táblázat adataiból megállapítható, különböző katalizátorok esetén azonos hőmérséklet-változtatás igen eltérő változást eredményez a konverzióban.

Különösen kiugró a  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MnO}_2$ /Klinosorb esetén az alacsonyabb és magasabb szénhidrogének eltérő viselkedése. 500  $^{\circ}\text{C}$ -on a Pt katalizátor kivételével az oxidáció már csaknem teljes. Ezen kísérletek alapján a  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MnO}_2/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  katalizátorok bizonyultak a leghatásosabbnak.

### A nyomás hatásának vizsgálata

20 és 60 att között 10 atmoszféránként végeztünk kísérleteket. Konstansként tartott paraméterek a következők voltak:

hőmérséklet	400 $^{\circ}\text{C}$ ; 500 $^{\circ}\text{C}$ ,
térsebesség	300 NI/l, h,
oxigénfelesleg	3%.

Az *Elméleti megfontolások* című fejezetben kifejtett elméleti állításaink kísérleteink igazolták. A kapott eredményeket a 4. táblázat foglalja magában.

A nyomás növelése rontja a konverziót, de a vizsgált tartományban hatása nem jelentős. Legaktívabb katalizátorainknál 500  $^{\circ}\text{C}$ -on konverziócsökkenés gya-

3. táblázat

### A szénhidrogén-konverzió hőmérsékletfüggése különböző katalizátorokon

Konstans paraméterek: nyomás 60 att; térsebesség 300 NI/l, h; oxigénfelesleg 3%

Katalizátor	Elért maximális szénhidrogén-konverzió, %									
	$\text{C}_4$ -ig					$\text{C}_5$ +				
	350 $^{\circ}\text{C}$	400 $^{\circ}\text{C}$	450 $^{\circ}\text{C}$	500 $^{\circ}\text{C}$	550 $^{\circ}\text{C}$	350 $^{\circ}\text{C}$	400 $^{\circ}\text{C}$	450 $^{\circ}\text{C}$	500 $^{\circ}\text{C}$	550 $^{\circ}\text{C}$
$\text{Cr}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$	81,0	98,0	99,0	99,5	99,5	99,2	99,5	99,7	100,0	100,0
$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MnO}_2$ /Klinosorb	30,2	38,0	64,7	98,0	98,0	72,1	80,0	85,2	96,0	96,6
$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MnO}_2/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$	97,1	98,6	99,2	99,7	99,7	96,9	98,7	99,1	100,0	100,0
0,5% Pt/ $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$	85,2	86,0	87,6	88,5	99,9	74,3	84,0	87,3	90,6	92,0

## A szénhidrogén-konverzió nyomásfüggése különböző katalizátorokon

Konstans paraméterek: hőmérséklet 500 C°; térssebesség 300 NI/l, h; oxigénfelesleg 3 %

Katalizátor	Elért maximális szénhidrogén-konverzió, %									
	C <sub>4</sub> -ig					C <sub>5</sub> +				
	20 att	30 att	40 att	50 att	60 att	20 att	30 att	40 att	50 att	60 att
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,7	99,7	99,5	99,5	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —MnO <sub>2</sub> /Klinosorb	99,2	99,2	98,6	98,0	98,0	98,0	97,4	97,0	96,6	96,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —MnO <sub>2</sub> /γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,8	99,8	99,7	99,7	99,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
0,5 % Pt/γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,5	98,0	94,4	90,1	88,5	92,0	91,8	91,0	90,6	90,5
Ugyanaz 400 C°-on										
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —MnO <sub>2</sub> /γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,7	—	98,8	—	98,6	99,8	—	98,8	—	98,7

5. táblázat

## A szénhidrogén-konverzió térssebességfüggése különböző katalizátorokon

Konstans paraméterek: hőmérséklet 500 C°; nyomás 60 att; oxigénfelesleg 3 %

Katalizátor	Elért maximális szénhidrogén-konverzió, %											
	C <sub>4</sub> -ig						C <sub>5</sub> +					
	250 NI/l, h	300 NI/l, h	400 NI/l, h	600 NI/l, h	800 NI/l, h	1200 NI/l, h	250 NI/l, h	300 NI/l, h	400 NI/l, h	600 NI/l, h	800 NI/l, h	1200 NI/l, h
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,7	99,5	99,0	82,7	60,7	56,2	100,0	100,0	99,4	99,3	99,2	86,7
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —MnO <sub>2</sub> /Klinosorb	99,7	98,0	98,0	97,8	97,6	95,4	97,0	96,0	95,5	94,0	95,0	84,8
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> —MnO <sub>2</sub> /γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,8	99,7	99,5	99,7	98,6	96,0	99,9	100,0	99,5	98,0	91,4	85,6
0,5 % Pt/γAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	96,8	88,5	88,5	88,2	88,0	87,1	89,3	90,5	90,5	88,8	87,3	84,2

korlatilag nincs, hiszen ezen a hőmérsékleten már 60 att-on is elégett a szénhidrogénnyomok csaknem teljes mennyisége. 400 C°-on kapott eredményeink sokkal inkább tükrözik a nyomás növelésének kedvezőtlen hatását, de látszik ez a kevésbé aktív katalizátorok esetében 500 C°-on is [Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO<sub>2</sub>/Klinosorb és 0,5 % Pt/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nál].

## A térssebesség hatásának vizsgálata

A következő térssebességeket alkalmaztuk kísérleteinknél: 250, 300, 400, 600, 800 és 1200 NI/l, h. Konstans paraméterek:

hőmérséklet 500 C°,  
nyomás 60 att,  
oxigénfelesleg 3 %.

Kísérleti eredményeinket az 5. táblázatban foglaltuk össze. Általános tapasztalat, hogy a konverzió a térssebesség növelésével csökken, de katalizátoronként ismét eltérő viselkedést tapasztaltunk. Legkevésbé a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO<sub>2</sub> katalizátorral végzett kísérletek során csökkent a konverzió a térssebesség emelésével. A kisebb szénatomszámú szénhidrogének oxidációja érzékenyebb a térssebesség változtatására, különösen szembeötlő ez a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizátornál.

A C<sub>5</sub>+ szénhidrogének oxidációja 800 NI/l, h felett esik vissza jelentősen.

## A széndioxid-oxigén arány és az oxigénfelesleg szerepe

A szénhidrogénnyomok égetésénél több szempontból (elméleti, technológiai) igen lényeges a minimálisan szükséges oxigénfeleslegnek, valamint annak megállapítása, hogy a sztöchiometriailag szükséges oxigén mennyiségénél kevesebb oxigén adagolása esetén mi-

lyen folyamatok játszódnak le. Erre vonatkozólag az 1000 ml hasznos ürtartalmú reaktorban végeztünk kísérleteket, hogy a bevitt oxigénmennyiség abszolút értékben nagyobb és ezáltal könnyebben ellenőrizhető legyen. Ha a répcelaki üzem által megadott szénhidrogén-koncentrációkat vesszük figyelembe, akkor az égéshez szükséges oxigénmennyiség és az égéstermékek koncentrációeloszlása a 6. táblázatban megadott értékek szerint alakul, teljes égést feltételezve, 100 l/h CO<sub>2</sub> gáz betáplálásra vonatkoztatva.

6. táblázat

## A gáz komponensei és a szükséges oxigénmennyiség

megnevezése	A nyersgáz komponenseinek		A szükséges oxigén mennyisége I/h (sztöchiometriai)	Az égéstermékben levő, ill. keletkező (elméleti)	
	összetétele tf. %	mennyisége I/h		széndioxid I/h	víz I/h
CH <sub>4</sub>	2,76	2,76	5,52	2,76	5,52
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,43	0,43	1,51	0,86	1,29
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,13	0,130	0,65	0,39	0,52
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,05	0,050	0,33	0,20	0,25
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,02	0,020	0,16	0,10	0,13
CO <sub>2</sub>	95,05	95,05	—	95,05	—
N <sub>2</sub>	1,56	1,56	—	—	—
Összesen	100,00	100,00	8,17	99,36	7,71

Alábbi kísérleteinknél a gáz bemenő oxigéntartalma 12, 10, 8 és 5 tf. % volt. Az eddig áttekintett kísérleteknél 10—12 % bemenő oxigéntartalmat választottunk.

Ha a bemenő oxigéntartalom csaknem sztöchiometriai volt (8 %), a kapott eredmények nagyon szórtaak. Így pl. az egyébként legjobb eredményeket mutató Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO<sub>2</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizátoron is 60 és 99,9 % között a legkülönbözőbb konverzióérték előfordult,



mind a  $C_{1-4}$ , mind a  $C_{5+}$  szénhidrogén-tartományban, egyébként optimális paraméterek között. A konverziósorás legfőbb okának a bemenőgáz-összetétel erős ingadozását tekintjük, a beállított oxigéntartalom ugyanis csak az átlagos gázösszetételnél valóban sztöchiometrikus, egyébként felesleg és hiány váltakozik. A tökéletlen égésre a szénmonoxid is figyelmeztet, amely megjelenik a termékben, mielőtt az oxigénfelesleg ott 1% alá csökken.

A sztöchiometriainál kevesebb (5%) bemenő oxigén esetén mindenkor tapasztaltunk szénmonoxid-képződést (0,1—1,5 tf. %). A szénhidrogén-konverzió ekkor mind a  $C_4$  alatti, mind a  $C_4$  feletti szénhidrogén-tartományban erőteljesen lecsökken.

A kísérletek tapasztalatai alapján megállapítottuk, hogy a teljes égéshez minimálisan 2% oxigénfeleslegnek kell maradnia a termékgázban, de kísérleteinkben a biztonságos égéshez 3%-ot alkalmaztunk.

### Oxidációs kísérletek levegővel

Tájékoztató jellegű kísérleteket végeztünk a levegővel történő égetés lehetőségének vizsgálatára. A katalizátor  $Cr_2O_3-MnO_2/\gamma-Al_2O_3$  volt. A bemenő gázban a levegő mennyisége valamennyi kísérletnél 34% volt, ami 9,5% oxigénnek felel meg.

Ha a  $C_5$  feletti szénhidrogének égetését vizsgáljuk, szembetűnő, hogy a konverzió erősebb reakciókörülmények között sem mutat emelkedést. Az alacsony szénatomszámú szénhidrogéneknek van ugyan ilyen tendencia, de az elért legjobb konverzió is meglehetősen alatta marad az oxigénnel végzett égetés eredményének.

Számos közleményben [11, 12, 16] találkozunk levegővel végzett oxidációs kísérletekkel, ezek azonban mind nyomnyi szénhidrogént tartalmazó gázokra vonatkoznak, és nem 2—3% szennyezésre.

### A termékgázból előállított szénsavhó minősége

A termékgázból szénsavhavat állítottunk elő, s ennek fizikai tulajdonságait (szint, szagot) ellenőriztük, mert a felhasználás szempontjából ezek döntő jelentőségű minőségi követelmények.

Megállapítottuk, hogy — bár termékünk összes szénhidrogén-tartalma egy nagyságrenddel nagyobb, mint a Petrocarbon cég kombinált eljárásának termékéé, és közelítőleg megegyezik az I. osztályú széndioxid szénhidrogén-tartalmával —, a kapott szénsavhó szín és szag szempontjából kifogástalan.

Nemcsak az optimális paraméterkombinációk mellett kapott termék bizonyult szagtalannak, hanem pl. még a 800 NI/l, h térébesség mellett kapott termék is.

Ezek a tapasztalatok feljogosítanak arra a feltételezésre, hogy a katalitikus oxidáció során a szénsavhó kellemetlen szagát okozó szénhidrogének (esetleg heterociklusos vegyületek) elégnek az optimálisnál enyhébb paraméterek mellett is.

### Problémák az ipari megvalósítás szempontjából

Laboratóriumi körülmények között számos, ipari szempontból fontos probléma nem merült fel, és azok laboratóriumban nem is vizsgálhatók. Ilyenek például:

1. A katalizátor élettartamának, aktivitásának és mechanikai tulajdonságainak változása üzemi körülmények között.
2. Laboratóriumi kísérletünkben a reaktor üres keresztmetszetére számított, lineáris gázsebességet változtattuk ugyan, de annak hőtani és reakciókinetikai hatását nem tudtuk vizsgálni.
3. További szagtalansági vizsgálatához szükséges olyan mennyiségű szénsavhó előállítása, amellyel a kereskedelemben előforduló körülmények reprodukálhatók.
4. A reakcióhő elvezetésének problémája.

Adiabaticus körülményeket feltételezve a nyers széndioxid szénhidrogén-tartalmának elégekor felszabaduló reakcióhő kb. 1000 C°-os hőmérséklet-emelkedést okozna. Ennek elvezetése nehéz feladat. Jobb megoldásként a reakcióhő csökkentése kínálkozik oly módon, hogy az éghető szénhidrogének nagy részét előzetesen eltávolítjuk. A legnagyobb mennyiségben előforduló metán leválasztása (desztillálás útján) látszik legcélszerűbbnek. Emellett szól az a tény is, hogy a metán gyulladási hőmérséklete a legmagasabb, leválasztása esetén tehát feltételezhető, hogy a katalitikus égés lejártszódna alacsonyabb hőmérsékleten is. Felvetődik a széndioxidban levő nagy szénatomszámú, olajos szénhidrogének előzetes eltávolításának (mechanikai leválasztásának) lehetősége is.

Ismeretes olyan elképzelés is, amelyben az égetés során keletkező hő gőzfejlesztésre lehet fordítani, s ez részben fedezhetné az égetéshez szükséges oxigénüzem energiaszükségletét [17].

Eddigi tapasztalataink és elméleti megfontolásaink szerint kifogástalan termék előállításához mechanikai leválasztóval és desztillációval előtisztított széndioxidgáz további — levegővel is megoldható — katalitikus égetésével lehetne eljutni.

### Összefoglalás

Kísérleteink során a nyers széndioxidgáz szénhidrogén-tartalmának teljes oxidációval való eltávolítását vizsgáltuk. Az oxidációhoz a  $Cr_2O_3-MnO_2/\gamma-Al_2O_3$  összetételű, saját készítésű katalizátort találtuk a legalkalmasabbnak.

Kísérleti eredményeinkből megállapítható, hogy izoterm körülmények között a szénhidrogének oxidációjára a legkedvezőbb paraméterek:

hőmérséklet	min. 500 C°,
nyomás	max. 60 at,
térébesség	max. 600 NI/l, h,
szükséges minimális oxigénfelesleg a termékgázban	2 tf. %.

A katalitikus oxidáció termékgázában a fenti paraméterek mellett a visszamaradó szénhidrogének mennyisége:

$C_1-C_4$	max. 300 ppm,
$C_{5+}$	max. 20 ppm.

Az ilyen mennyiségű szennyezést tartalmazó szénsavhó teljesen szagtalannak bizonyult.

Az ipari megvalósításhoz további, elsősorban a nagyobb tömegű anyagok felhasználásából és feldolgozásából adódó nyitott kérdések tisztázása szükséges.

- [1] Stein, K. C.—Feenan, J. J.—Hofer, L. J. E.—Anderson, R. B.: Catalytic oxidation of hydrocarbons. U. S. Bur. Mines Bull. 608 p. 1. (1963).
- [2] Mezaki, R.—Watson, C. C.: Catalytic oxidation of methane. Ind. Eng. Chem. 1 p. 62 (1966).
- [3] Caretto, L. S.—Nobe, K.: Catalytic combustion of cyclohexane, cyclohexene and benzene. Ind. Eng. Chem., Proc. Des. Dev. 3 p. 217 (1966).
- [4] Accomazzo, M. A.—Nobe, K.: Catalytic combustion of methane, ethane, and propane with copper oxide. Chem. Eng. Progr., Symp. Ser. 45 p. 71 (1963).
- [5] Anderson, R. B.—Stein, K. C.—Feenan, J. J.—Hofer, L. J. E.: Catalytic oxidation of methane. Ind. Eng. Chem. 10 p. 809 (1961).
- [6] Johnson, J. E.—Christian, J. G.—Carhart, H. W.: Hopper-catalyzed combustion of hydrocarbon vapors at low concentrations. Ind. Eng. Chem. 11 p. 900 (1961).
- [7] Economy, J.—Meehan, D. T.—Ostrozynski, R. L.: Supported barium chromate — a new oxidation catalyst. J. Catal. 4 p. 446 (1965).
- [8] Szultanov, M. Ju.—Belen'kij, M. Sz.: Vlijanie szosztava na szvojsztva medno-hromookisznüh katalizatorov v reakcii okiszljenija okiszi ugleroda. Neft' i Gaz 9 p. 63 (1962).
- [9] Margolis, L. Ja.—Enikeev, E. H.—Iszaev, O. V.—Krülova, A. V.—Kusnerov, M. Ja.: Modificirovanie katalizatorov okiszljenija uglevodorodov. Kinetika i Kataliz 2 p. 181 (1962)
- [10] Stern, A. C.: Mechanizm okiszljenija uglevodorodov. Leningrad, 1961.
- [11] Hill, E. F.—Cannon, W. A.—Welling, C. E.: Oxidation catalysts reduce hydrocarbons in automobile exhaust gas. SAE J. 1. p. 36 (1958).
- [12] Rosenbaum, E. J.—Adams, R. W.—King, H. H.: Monitoring trace hydrocarbons in air by catalytic oxidation and nondispersive infrared analysis. Anal. Chem. 6 p. 1006 (1959).
- [13] Rukavina, V.: Mogučnosti i značaj proizvodnje i primene CO<sub>2</sub> u čvrstom stanju — „suvog leda“ u našim uslovima. Hemijska Industrija p. 2169 (1966).
- [14] Ullmann, F.: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. Aufl., 256/9. p. 769.
- [15] Szepes L.—Illés V.—Csikós R.: Vizsgálatok a szén-sav-gáz szennyezéseinek eltávolítására. MÁFKI Közleményei p. 127 (1965).
- [16] Berendezés a természetben előforduló széndioxid tisztítására. Árajánlat, 1965.
- [17] Jancsó T.: Hozzászólás. Energia és Atomtechnika 1 p. 40 (1965).

## A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

### Befejeződött a Dunai Kőolajipari Vállalat fejlesztésének első üteme

A Dunai Kőolajipari Vállalat (DKV) létesítését a népgazdaságnak a kőolajtermékek terén mutatkozó, egyre fokozódó mennyiségi és minőségi igénye tette szükségessé. A mennyiségi igények növekedése elsősorban az energiasztruktúra átalakításával kapcsolatos.

A megnövekedett igényeket a meglévő finomítók továbbfejlesztésével csak részben lehetett kielégíteni. Ezért az eddiektől méreteiben és technológiájában eltérő, korszerű nagyüzem létesítésére hozott határozatot a kormány, mellyel nemcsak a pillanatnyi igények elégíthetők ki, hanem megteremtik a lehetőséget a fejlődés követelményeinek hosszabb időtartamra való megoldására.

A DKV első lépcsőben névlegesen 3 Mt/év kapacításra épült ki, mintegy 4 milliárd Ft ráfordítással. A finomító motorhajtó anyagok, fűtőolajok, kenőolajok és petrokémiai alapanyagok, bitumenek gyártását végzi.

Az I. lépcsőben megépült üzemsor öt csoportra osztható:

#### 1. Desztillációs üzemek

- 1 Mt/év kapacításal;
- 2 Mt/év kapacításal.

A desztillációs üzemek kapacítását intenzifikálták és így azok 1971 végén 3,5—4,0 Mt/év kapacításra értek el.

#### 2. Fehérarublok

Ezen belül az alábbi üzemek épültek:

- 300 et/év kapacítású platina katalizátoros benzinreformáló üzem;
- 150 et/év kapacítású pentánmentesítő üzem;
- 260 et/év kapacítású aromáskinyerő üzem;
- 700 et/év kapacítású gázolaj-kénmentesítő;
- 6 et/év kapacítású kénkinyerő.

A fehérarublok kiépítése biztosítja a korszerű motorhajtó anyagok előállítását, valamint benzolnak és toluolnak a gyártását petrokémiai célra.

#### 3. Kenőolajblokk

- 300 et/év kapacítású propános aszfaltmentesítő üzem;
- 300 et/év kapacítású fenolos kenőolaj-finomító;
- kétszer 120 et/év kapacítású oldószeres paraffinmentesítő;
- 120 et/év kapacítású hidrogénes kenőolaj-finomító;
- 150 et/év kapacítású kenőolaj-keverő üzem;
- 45 et/év kapacítású korszerű paraffingyár.

A kenőolajblokk üzemei hivatottak a népgazdaság kenőolaj-szükségletét és paraffinigényét világszínvonalon álló termékekkel kielégíteni.

#### 4. Bitumenüzem 250 et/év teljesítményre épült ki. Két bitumenoxidációs üzemrészt van, ezekhez kapcsolódik a nagy teljesítményű vasúti és közúti tartálykocsi-letöltő.

#### 5. Tárolóüzem mintegy 400 em<sup>3</sup> tartálytérrel valósult meg, melyhez a termékek disztribúciójához szükséges vasúti és közúti tartálykocsi-letöltő, valamint a motorhajtó anyagok

csővezetékén történő szállításához szükséges indítóállomás csatlakozik.

A DKV fejlesztése a negyedik ötéves tervben tovább folytatódik és a tervidőszak végére kőolaj-feldolgozási kapacítás mintegy 7 Mt-ra fog emelkedni.

Budapest, 1971. augusztus hó

Schler Ödön

okl. vegyész, mérnök-közgazdász  
(OKGT, Budapest)

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

### 15. Országos Gázkonferencia

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület által 1971. augusztus 25—27-e között tartott 15. Gázkonferenciának fokozott jelentőséget adott az a körülmény, hogy a jelenlevők egy új ötéves tervperiódus első évében hallhatták és vitathatták meg a konferencia fő témáját: a gázipar fejlesztésének távlati kérdéseit, ezen belül annak a IV. ötéves terv időszakára eső terveit és célkitűzéseit.

A konferenciának a várossá nyilvánításának 700. évfordulóját ünneplő Győr adott otthont, s a konferencia mintegy 700 résztvevője egyben megismerkedhetett a jubileumát ünneplő város történelmi múltjával, valamint a nagy lendülettel fejlődő eme ipari városunk fejlesztési elképzeléseivel, terveivel is.

A 15. Gázkonferencia plenáris ülésén elsőként Varga István, az ETE főtítkára üdvözölte a konferencia hazai és külföldi résztvevőit, köztük a Nemzetközi Gázunió főtítkárat A. G. Higgins urat, aki Angliából utazott hazánkba, hogy részt vegyen a Gázkonferencián. Ezt követően a konferenciát dr. Lőrinc Imre, a nehézipari miniszter első helyettese, az ETE elnöke nyitotta meg, majd a megye és a város pártszervezete, valamint azok tanácsa részéről hangzottak el meleg hangú üdvözlő szavak.

A plenáris ülést követően kezdődött meg a 15. Gázkonferencia szakmai tanácskozása: öt témacsoportban összesen 30 előadás hangzott el. Mivel az előadások szövegét valamennyi résztvevő sokszorosítva előre megkapta, azoknak csupán rövid összefoglalására, referátumára került sor.

A konferencia időtartama alatt hazai és külföldi vállalatok rendezésében gázkészülékek, gázipari berendezések és műszerek gyártmányismertetéssel, valamint filmbemutatókkal kiegészített kiállítását tekinthették meg a résztvevők. A kiállítás anyaga igen gazdag volt, és tükrözte azt a fejlődést, melyet a gázipari berendezések választéka és minősége terén a hazai ipar elért.

Szakmai üzemlátogatások, valamint a Pannonhalmi apátság lenyűgöző könyvtárának és múzeumának megtekintése tette változatosabbá a külföldi és hazai résztvevők osztatlan elismerését kivívó konferenciát.

Budapest, 1971. szeptember hó

Jelinek Tamásné

okl. mérnök  
(OKGT, Gázfőosztály)

**И. Жока**, инж. нефтяник, инж.-экономист горного дела: **Гидростатические пакерирующие устройства**... Стр. 321

Рассматриваемые в статье устройства и их способ применения дают возможность для современного замещения трудоемкой, дорогой и во многих случаях (поглощающие зоны, агрессивная вода, немощные пласты) неуспешной операции испытания пластов, т. е. установки цементного моста таким образом, что выполнение не влияет отрицательно на продуктивность пласта.

Устройства UZ-2F выдающее значение могут иметь при замении установки цементных мостов в сверхглубоких бурящихся скважинах с высокой забойной температурой. Благодаря их применению можно сэкономить все затраты на указанную операцию, и в то же время они создают надежную изоляцию.

Благодаря промысловому опыту, советам и помощи специалистов нефтяной промышленности, и также исследовательским работам алюминированной промышленности стало возможным то, что в наши дни указанные устройства можно использовать надежно и более эффективно для изоляции нефте-, газо- и водоносных пластов по сравнению с операцией по установке цементного моста.

**И. Марко**, инженер: **Активная защита от коррозии сетей стальных трубопроводов**... Стр. 325

Во всем мире широко применяется активная защита от коррозии нефте- и газопроводов, благодаря чему можно продлить срок жизни и при расчете уменьшить толщину стенок труб, а также повысить надежность их работы и предупредить опасность аварий. Настоящая статья ознакомит читателей с катодной защитой от коррозии и излагаются ее оба способа (с питанием от гальванического анода и источника прямого тока).

**Л. Погань** инж.-химик, экономист: **Перспективное исследование и развитие в экономике отечественной нефтегазовой промышленности**... Стр. 331

Перспективной оценкой выявлено, что потребность в работах по исследованию и развитию экономики нефтегазовой промышленности за период 1971—1985 гг. может быть обеспечена кругло одной третью от материальных средств, предусматриваемых для рассматриваемой доли энергетики. Быстрое развитие нефтегазовой промышленности является благоприятным в первую очередь при сравнительно высоком темпе роста потребности энергии. Резервные мощности, связанные с производственно-техническими требованиями и низкий уровень потребности в средствах импорта углеводородов представляют возможность для эластичного и экономичного удовлетворения потребностей.

В статье схематично излагаются методы определения потребности в работах по перспективному исследованию и развитию нефтегазовой промышленности, показывается влияние темпа роста использования энергии на развитие, и анализируется порядок величины факторов связанного с развитием риска.

**Д-р Б. Матинг**, инж.-нефтяник: **Исследование извилистости пористых пород на диффузионной модели**... Стр. 336

Для исследования поровой структуры пород—коллекторов применяется диффузионная модель. Изменение диффузионных токов, вызываемых ионами металлов, находящимися в электрически нейтральной среде в очень низкой концентрации, изучается теоретическим путем. Наши исследования распространяются на наблюдение изменений, происходящих в как непористых, так и в пористых материалах, насыщенных электролитом. Зависимости, выведенные с использованием законов Фика I-II, Нернста и Фарадея дают возможность для определения величин извилистости ( $T$ ) и коэффициента сужения ( $\psi$ ). Предлагается техника составления диаграмм для практической оценки поставленной задачи.

**Ирен Фазекаш—Т. Манди**, инж.-химии—**А. Бода**, химик: **Удаление углеводородов из углекислого газа каталитическим окислением**... Стр. 342

Исследовались возможности удаления углеводородов из сырого углекислого газа завода Репцелак каталитическим сжиганием.

В ходе работ разрабатывались катализаторы, подходящие для окисления. Для окисления углеводородов, содержащихся в углекислом газе, самым подходящим оказался катализатор собственного изготовления состава  $Cr_2O_3—MnO_2/\gamma-Al_2O_3$ . Определялись оптимальные параметры, необходимые для совершенного горения, т. е. для удаления запаха. В изотермических условиях оптимальные параметры были следующие: температура 500 °C, давление не выше 60 атм, пространственная скорость 600 NI/l, час; необходимый минимальный избыток кислорода в товарном газе — 2%.

\*

**Dipl.-Ing. István Zsóka**, Bergbau-Ökonom: **Durch hydrostatische Energie wirkende Formationsabsperrvorrichtungen**... S. 321

Die im Beitrag beschriebenen Vorrichtungen und die Anwendungsmethode ermöglichen eine moderne Ersetzung der Pfropfzementierung, die eine arbeitsanwendige kostspielige und in vielen Fällen erfolglose Förderversuchsoperation (Schluckzonen, aggressives Wasser, kleine Formationsdistanzen, usw.) darstellt. Die neue Methode hat keinen Einfluss auf die Förderkapazität der Formationen. Die Vorrichtungen UZ-2F können bei Ersetzung der Pfropfzementierungen für Sonden hoher Temperatur von grosser Bedeutung sein. Ihre Anwendung ermöglicht ein Ersparen sämtlicher Kosten der Zementierung und gleichzeitig gewährleistet dieselbe eine sichere Formationsabspernung.

Durch Erfahrungen bei Betriebsanwendung, durch Rat-schläge und Hilfeleistung der Fachleute der Erdölindustrie, sowie durch Forschungsarbeit in der Aluminiumindustrie können heute die beschriebenen Vorrichtungen betriebs-sicher, mit einer besseren Wirksamkeit als die der Pfropfzementierung zum Absperren von erdöl-, gas- und wasserführenden Formationen verwendet werden.

**Dipl.-Ing. Iván Markó**: **Über den aktiven Korrosionsschutz von Stahlrohrnetzen**... S. 325

Der aktive Korrosionsschutz von Erdgas- und Erdölleitungen hat sich über die ganze Welt verbreitet, weil dadurch die Lebensdauer der Rohrleitungen verlängert, die Rohrwanddicke bei der Dimensionierung vermindert, die Betriebssicherheit erhöht und die Unfallgefahr verhütet werden kann. Der Beitrag behandelt den kathodischen Korrosionsschutz, u. zw. beide Verfahren desselben (Speisen durch eine galvanische Anode, bzw. durch eine Gleichstromquelle).

**Dipl.-Ing. László Pogány**, Ökonom: **Perspektivische Forschung und Entwicklung in der ungarischen Kohlenwasserstoffwirtschaft**... S. 331

Aus der perspektivischen Erfassung geht hervor, dass der Forschungs- und Entwicklungsbedarf der Kohlenwasserstoffwirtschaft für 1971—1985 durch rund ein Drittel der für die Entwicklung des untersuchten Anteils der Energetik veranschlagten Mittel gesichert werden kann. Eine schnelle Entwicklung der Kohlenwasserstoff-Industrie ist in der ersten Linie im Falle eines verhältnismässig hohen Zuwachstempos des Energieverbrauchs günstig. Die mit den Forderungen der Produktion und der Technik verbundene Kapazitätsreserve und der geringe Mittelbedarf des Kohlenwasserstoff-Imports ermöglichen eine elastische und wirtschaftliche Deckung des Bedarfs.

Die zur Bestimmung des perspektivischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs der Kohlenwasserstoff-Industrie angewandten Methoden werden kurz dargelegt. Die Auswirkungen des Zuwachstempos des Energieverbrauchs auf die Entwicklung werden gezeigt und die Grössenordnung der Faktoren des Risikos bei der Entwicklung analysiert.

Dr.-Ing. *Béla Mating*: **Untersuchung der Tortuosität poröser Gesteine mittels eines Diffusionsmodells** ..... S. 336

Zur Untersuchung der Porenstruktur von Speichergesteinen wird ein Diffusionsmodell angewandt. Die Änderungen der Diffusionsströme, die durch im elektrochemisch indifferenten Medium anwesende Metallionen sehr geringer Konzentration verursacht werden, werden theoretisch untersucht. Die Untersuchung basiert auf der Beobachtung der Änderungen zuerst ohne poröses Material und dann in mit Elektrolyt gesättigtem porösen Material. Die durch Anwendung der Gesetze I—II von *Fick* ferner derselben von *Nernst* und *Faraday* abgeleiteten Zusammenhänge ermöglichen die Bestimmung zahlenmässiger Werte der Tortuosität  $T$ , und des Verengungsfaktors  $\psi$ . Ein diagrammtechnische Lösung wird zur praktischen Auswertung der zum Ziel gesetzten Aufgabe vorgeschlagen.

Dipl.-Ing. *Frau Irén Fazekas*—Dipl.-Ing. *Tamás Mándy*—Dipl.-Chemiker *András Boda*: **Über die Entfernung des Kohlenwasserstoffgehalts vom CO<sub>2</sub>-Gas durch katalytische Oxydation** ..... S. 342

Die Möglichkeit einer Entfernung von Kohlenwasserstoffen im rohen CO<sub>2</sub>-Gas von Répcelak durch katalytische Verbrennung wurde untersucht.

Dabei wurden zu dieser Oxydation geeignete Katalysatoren entwickelt. Die Verfasser haben zu diesem Zweck einen Katalysator Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—MnO<sub>2</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> eigener Herstellung für den entsprechendsten gefunden.

Die optimalen Parameter, die zur Erreichung der Geruchlosigkeit, bzw. einer vollständigen Verbrennung notwendig sind, wurden ausgemessen. Unter isothermischen Verhältnissen waren die günstigsten Parameter: Temperatur 500 °C, maximaler Druck 60 atü, Raumgeschwindigkeit 600 Nl/l, h, notwendiger minimaler Sauerstoff-Überschuss im Produktgas 2%.

\*

*István Zsóka*, Petroleum Eng. Mining Economist: **Hydrostatic energy operated formation sealing devices** ..... p. 321

The paper discusses devices and a method of application permitting modern substitution of plug back cementing which is a laboursome, expensive and in many cases unsuccessful operation for formation testing (thief zones, aggressive water, small formation distance, etc.). The new method has no influence on productive efficiency of formations.

The UZ-2F devices may play an important role in replacing plug back cementing operations in ultra-deep, high-temperature wells. By their use, cement job costs can be entirely saved. These devices give secure sealing.

Experience gained in field operations, suggestions and assistance of petroleum experts as well as research work in the aluminium industry have made possible using the devices discussed safely and with a better efficiency than that of plug back cementing to seal formations containing oil, gas and water.

*Iván Markó*, Eng.: **Active corrosion prevention for steel pipe networks** ..... p. 325

The active corrosion prevention of gas and oil pipelines has spread all over the world. This permits to increase pipe

service life, to reduce pipe wall thickness when dimensioning, to improve reliability and to eliminate accidents. Cathodic corrosion prevention is dealt with describing both of its systems (feeding by galvanic anodes and by a direct-current electrical source, respectively).

*László Pogány*, Chemical Eng., Economist: **Long range research and development in the Hungarian hydrocarbon economy** ..... p. 331

A long-range survey has shown that the research and development requirements of the hydrocarbon industry from 1971 to 1985 can be met by about one third of the financial means that can be allocated for developing the examined proportion of energetics. A speedy development of the hydrocarbon industry is favourable in the first line in case of a relatively high growth rate of energy consumption. The capacity reserves inherent in production and technical requirements and the low demand on means characterizing hydrocarbon imports permit a flexible and economic meeting of requirements.

Methods used for determining long-range research and development requirements of the hydrocarbon industry are briefly discussed. Effect of growth rate of energy consumption on development is shown and the order of magnitude of inherent risk factors of development analyzed.

Dr. *Béla Mating*, Petroleum Eng.: **Porous rock tortuosity examination using a diffusion model** ..... p. 336

For the examination of reservoir rock pore structures, a diffusion model is used. Diffusion current changes caused by metallic ions of very low concentration present in the electrochemically indifferent medium are examined in a theoretical way. Examination is based upon observing changes without a porous medium and then in a porous medium saturated by an electrolyte. Relationships derived by using *Fick's* laws No I—II, and *Nernst's* and *Faraday's* laws allow determination of the numerical values of tortuosity  $T$ , and contraction coefficient  $\psi$ . A solution by means of diagram technique is suggested for a practical evaluation of the task to be tackled.

Mrs. *Irén Fazekas*, Chemical Eng.—*Tamás Mándy*, Chemical Eng.—*András Boda*, Chemist: **Removing hydrocarbons content of CO<sub>2</sub>-gas by catalytic oxidation** ..... p. 342

The possibility of removing hydrocarbons from raw Répcelak CO<sub>2</sub>-gas by catalytic combustion has been investigated.

Meanwhile catalysts suitable for this oxidation have been developed. A Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—MnO<sub>2</sub>/γAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst prepared by the authors has been found the most suitable one for this purpose.

Optimum parameters for perfect combustion and for attaining odourlessness have been measured. Under isothermal conditions, the most favourable parameters were as follows: temperature: 500 °C, pressure: maximum 60 atmospheres, space velocity: 600 st. litres per litre, h, necessary minimum excess oxygen in the product gas: 2 per cent.

## KÜLFÖLDI HÍREK

### Földgázimport a Szovjetunióból

A Szovjetunióból hazánkba importálni tervezett földgáz-mennyiség az eredetileg 1975-től évi 1 milliárd m<sup>3</sup>-re kalkulált mennyiséget jelentősen felül fogja múlni. A mintegy 5 milliárd m<sup>3</sup>/év földgáz szállítására 1972—74 között új vezetékkel kell építeni, amely Ungvártól délnyugatra hagyja el a SZU-t és Záhonynál éri el a magyar határt, ahonnan a gáz a Hajdúszoboszló környékén épülő föld alatti tárolóba kerül. Az Ungvár—Hajdúszoboszló között épülő vezeték átmérőjét 800 mm-re, a Salgótarján—Budapest közötti vezeték átmérőjét pedig 700 mm-re tervezik. Az egész vezetékrendszer építési tervét az OLAJ-TERV végzi. A tervezésnél úgy járnak el, hogy a vezeték kapacitását lényeges többletköltség nélkül évi 10 milliárd m<sup>3</sup>-re lehessen növelni. Tervek szerint a Magyarországon esetleg fel nem használt földgáz-mennyiséget Jugoszlávia veszi majd át.

### Lengyel tervek az ország gázellátására

A lengyel gázipar legfontosabb feladata — a bányai és energiaipari miniszter közlése szerint — a gáz célszerű elosztása és a rendelkezésre álló földgáz-előfordulások készletének racionális kihasználása. 1975-ig a gázvezetékrendszeren keresztül szállított gáz mennyisége megduplázódik. Mindenekelőtt az alföldi lelőhelyekről származó földgázt kell hasznosan felhasználni. Az alföldi gázt szállító vezetékbe egyre újabb területeket kívánnak bekapcsolni: a közeljövőben 60 várost akarnak városi gázzal földgázra átállítani. Ennek kapcsán 1975-ig a gázfogyasztók száma kereken 1 millióval növekszik. A fővezetékhez mellékvezeték-csatlakozásokkal további nagyobb városokat, így Włocławeket, Płockot, Tomascówot, Mazowieckit, valamint több kisebb települést is bekapcsolnak majd a földgázellátásba.

Erdöl Dienst, 1971. szept. 8.

K. A.

## KÖZLEMÉNY

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Titkárságán az alábbi könyvek és kiadványok rendelhetők meg:  
*Pécs Antal: Selmeci bányavállalatok története II. 1650—1750.* Sajtó alá rendezte: *Kosáry Domokos.* Terjedelem 645 oldal. Ára 90 Ft.

*Pécs Antal: Alsómagyarország bányamívelésének története III. 1650—1750.* Sajtó alá rendezte: *Kosáry Domokos.* Terjedelem három kötetben 1246 oldal. Ára 180 Ft.

*Bányászati és Kohászati Lapok tartalommutatója 1868—1950. 1—83. évfolyam.* Szerkesztő: *Legény János.* Terjedelem 147 oldal. Ára 50 Ft.

*Bányászati Lapok tartalommutatója 1951—1967. 84—100 évfolyam.* Szerkesztő: *Tóth Pál.* Terjedelem 111 oldal. Ára 45 Ft.

*Kohászati Lapok tartalommutatója 1951—1967. 84—100. évfolyam.* Szerkesztő: *Óvári Antal.* Terjedelem 90 oldal. Ára 45 Ft.

*Legújabbkori fémkohászat története* (A Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet, a Metallochémia Vállalat, az Állami Pénzverő, a Csepeli Fémmű, a Rézhengerművek, a magyar bauxitbányászat, a magyar tímföldgyártás, alumíniumkohászat, félgyártmánygyártás története kialakulásuktól napjainkig). Szerkesztette: *Becker Ervin.* Terjedelem 195 oldal. Ára 130 Ft.

*A mangánérc termelés, dúsítás, mangánötvözet gyártás, felhasználás kérdései.* Szerkesztő: *Fülöp Elemér.* Terjedelem 237 oldal. Ára 40 Ft.

*III. Tűzállóanyag-ipari Konferencia anyaga.* Terjedelem 240 oldal. Ára 40 Ft.

*Bányászati Kongresszus 1960.* Teljes anyaga 4 kötetben. Ára 50 Ft.

*Országos bányamérő konferencia előadássorozata.* Hazai gyártmányú giroteodolitokkal való mérés tapasztalatai. Szerkesztő: *Czuczor Ernő.* Terjedelem 187 oldal. Ára 40 Ft.

*A frontfejtések önjáró biztosító berendezései alkalmazásának gyakorlati kérdései.* (Oroszlányi ankét anyaga) Szerkesztő: *Gonda János.* Terjedelem 178 oldal. Ára 40 Ft.

*V. Bányavízvédelmi konferencia tárgyalási anyaga.* Szerkesztő: *Willems Tibor.* Terjedelem 297 oldal. Ára 60 Ft.

*Bányavizeink hasznosítása c. ankét anyaga.* Terjedelem 243 oldal. Ára 60 Ft.

*A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1967—1968.* (Bibliográfiai tanulmány). A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszáma. Főszerkesztő: *Binder Béla.* Terjedelem 69 oldal. Ára 24 Ft.

*A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1969.* (Bibliográfiai tanulmány). A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszáma. Főszerkesztő: *Binder Béla.* Terjedelem 110 oldal. Ára 24 Ft.

*A kőolajbányászat hidraulikai kérdései.* (Az olajbányászati Szakosztály vándorgyűlésének anyaga). Szerkesztő: *Dr. Alliquander Ödön.* Terjedelem 228 oldal. Ára 100 Ft.

*III. Magyar Öntőnapok anyaga.* Szerkesztő: *Kálmán Lajos.* Terjedelem: 451 oldal. Ára 40 Ft.

*IV. Magyar Öntőnapok anyaga.* Szerkesztő: *Dr. Varga Ferenc.* Terjedelem 314 oldal. Ára füzve 40 Ft. kötve 65 Ft.

*V. Magyar Öntőnapok anyaga.* Szerkesztő: *Bakó Károly.* Terjedelem kb. 500 oldal. Ára 70 Ft.

*Bányászati segédanyagok gépesített mozzgatása ankét anyaga.* Szerkesztő: *Lipták Géza.* Terjedelem 129 oldal. Ára 30 Ft.

*Hőálló és melegszilárd acél ankét anyaga.* Szerkesztő: *Stehlik László.* Terjedelem 500 oldal. Ára 98 Ft.

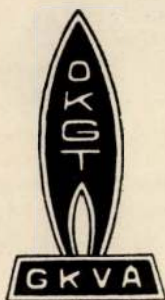
*VI. Magyar Öntőnapok anyaga.* Szerkesztők: *Felner Sándor, Kálmán Lajos és Varga Endre.* Terjedelem kb. 200 oldal. Ára 60 Ft.

*Kötélpálya konferencia anyaga.* Szerkesztő: *Evers Antal.* Terjedelem 119 oldal. Ára 45 Ft.

Tekintettel a korlátozott példányszámra, a könyvrendeléseket a beérkezés sorrendjében elégítjük ki. Fizetés módja: átutalással vagy utánvétellel, a megrendelő kívánsága szerint.

Megrendelhető az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Titkársága (Bp. V., Szabadság tér 17. II. 221.) címén.

AZ OMBKE TITKÁRSÁGA



### Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás

Budapest XIII., Révész u. 27-31

Telefon: 290-020

Telex: 3716

Az alábbi szolgáltatásainkat ajánljuk:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási, fejlesztési és vizsgálati feladatok elvégzését,
- fűtőberendezések és más energiafelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos feladatok elvégzését,
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását,
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését



# TURBOQUANT

## turbinás áramlásmérő műszerfamilád

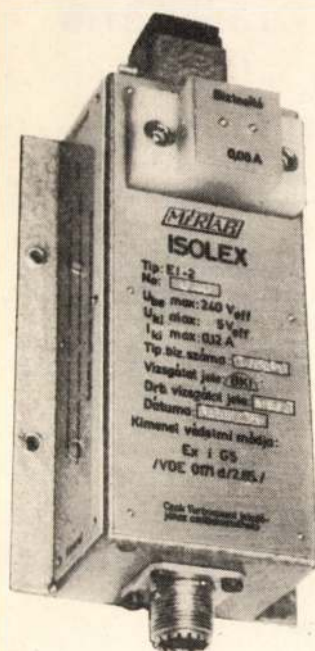
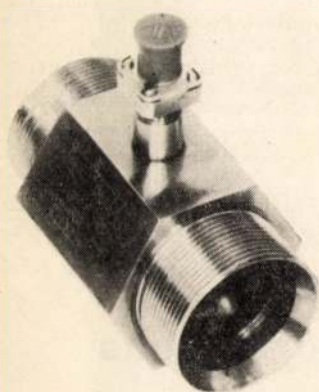
zárt, nyomás alatt álló csővezetékben áramló folyadékok és gázok térfogati sebességének mérésére és regisztrálására, az átáramlott mennyiség összegezésére, adagolására, távjelzésére és szabályozására alkalmas.

### Műszaki jellemzők:

Méret: (17 féle)	6...500 Ø mm
Mérési tart.: Pontatlanság	0,028...6500 m <sup>3</sup> /h
folyadékokra:	±0,5%
gázokra:	±1,0% mért értékre von.

### Kimeneti jel távjelzéshez és szabályozáshoz:

Térfogati sebesség:	0...5; 2...10; 0...20; 4...20 mA
Összegezett térfogat:	24 V; 100 mA impulzus



A TurboQuant áramlásmérő rendszer új szolgáltatása a kívánságra beépíthető NO-SIGN-ALARM, amely hang- vagy fényjellel jelzi a turbinás mérőérzékelő, vagy a jelvezeték meghibásodását és a kívánt beavatkozást kontaktus zárásával vezérli.

Robbanásveszélyes üzemi körülmények között a rendszer biztonsággal üzemeltethető ISOLEX gyújtószikragát alkalmazásával.

### VEVŐSZÓGÁLAT

### ÜZEMBEHELYEZÉS

### KARBANTARTÁS

Az ELECTRONIC FLO-METERS angol céggel kötött kooperációs szerződés alapján



márkanéven gyártja és forgalmazza a

MÉRÉSTECHNIKAI KÖZPONTI KUTATÓ LABORATÓRIUM

Budapest 5. Pf. 205.

Telefon: 880—308.

**Szintszabályozás: AQUACONTROL!**

**Szintjelzés: AQUACONTROL!**

**Megbízhatóság: AQUACONTROL!**



Az AQUACONTROL szintszabályzókkal nagy üzembiztonsággal vezérelhető és jelezhető mindenfajta folyadék szintje 220 C° hőmérsékletig és 16 att nyomásig, tetszőleges szinttartárok között

Rövid szállítási határidő

Szívesen szolgálunk részletes tájékoztatással

**REAKTÍVA SZÖVETKEZET**  
Budapest VIII., József körút 34.

Felvilágosítás kereskedelmi kérdésekben:  
330—923

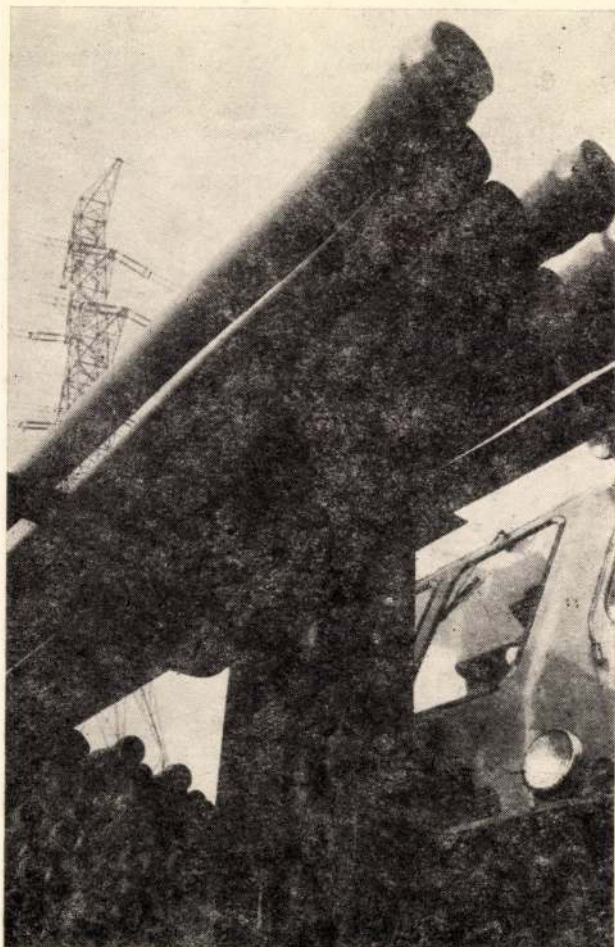
Műszaki kérdésekben: 205—983



## Vízügyi Termelőeszközkereskedelmi és Export Vállalat

Handels- und Aussenhandels-Unternehmen  
für wasserbauliche Einrichtungen

Trading and Export Company  
for hydraulic engineering products



A korszerű vízellátási hálózat  
létesítéséhez gazdaságos a

### KM típusú PVC nyomócsövek

alkalmazása

Szakmai felvilágosítással szolgál,  
ismertetőt ad és forgalmaz

## VITEX

Raktárról szállítjuk minden  
mennyiségben a 80—100-as  
méretű csöveket.

Előrendelés esetén  
árkedvezmény.

## VITEX

Budapest IV., Dunasor 15.

Postafiók: Újpest 1.—86

TELEX: 00-3571

TELEFON: 292-970



BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1971



AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA  
4. (104.) évfolyam · 353—384 oldal

BUDAPEST, 1971. DECEMBER HÓ

12

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest V. Szabadság tér 17., II. em. 227.  
Telefon: 121-742, 127-084, 318-926.

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

## TARTALOM

BINDER BÉLA	Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vizszakosztályának XII. Vándorgyűlése	353
BESE VILMOS	Elnöki megnyitó	355
ALLIQUANDER ÖDÖN	A mélyfúrás jelene és jövője	356
ARNOLD, WERNER	Haladás a sekélyfúrás és a nagy átmérőjű fúrás terén	358
JESCH ALADÁR	A szelvényezési technika információt nyújtó lehetőségei	360
GYULAY ZOLTÁN	A rezervoármérnöki tudomány eredményei és lehetőségei a szénhidrogének kitermelésének a fokozásában	361
SZILAS A. PÁL	A kőolaj és földgáz termelésének, szállításának jelene és jövője	363
ZOLTÁN GYÖZŐ	A kiszorítási hatások növelésének elvi lehetőségei	367
IFJ. PATSCH FERENC	Függőleges kétfázisú áramlás nyomásviszonyainak vizsgálata	371
VAJTA LÁSZLÓ— SZEBÉNYI IMRE	Száz éve alapították a Műegyetem Vegyész-mérnöki Karát	374
	<b>Dr. h. c. STASNEY ALBERT</b>	379
	Egyesületi hírek (Az OMBKE választmányi ülése. Várpalota, 1971. szeptember 17.)	376
	Szakosztályi hírek	373, 381
	Az iparág köréből (A NAKI 20 éves jubileuma)	375
	Pályázati hírek	379
	Nyelv és technika	380
	Hírek az üzemekből	381
	Közlemény	370
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS	382

### A SZÁM SZERZŐI:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr. okl. bányamérnök, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc);  
ARNOLD, WERNER Dr.-Ing., okl. bányamérnök tv. főiskolai tanár (Bányászati Főiskola, Freiberg/Sa, NDK); BESE VILMOS  
okl. bányaiipari gazdasági mérnök, vezérigazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); BINDER BÉLA okl. bányamérnök, csv. főmérnök (Nehézipari Minisztérium Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda, Budapest); GYULAY ZOLTÁN dr.  
okl. bányamérnök, egyetemi tanár, igazgató (Központi Bányászati Múzeum, Sopron); JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, osztályvezető (OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem, Nagykanizsa); ifj. PATSCH FERENC dr. okl. olajmérnök, egyetemi tanárségéd (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); SZEBÉNYI IMRE dr. okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok kandidátusa, tv. egyetemi docens (Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszék, Budapest); SZILAS A. PÁL dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tv. egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék, Miskolc); VAJTA LÁSZLÓ dr. okl. vegyész-mérnök, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár, vezérigazgató-helyettes, *Kossuth*-díjas (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); ZOLTÁN GYÖZŐ dr. okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

Minden kedves olvasónknak kellemes karácsonyi ünnepeket  
és boldog, eredményes új esztendőt kíván  
a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ  
szerkesztősége

**Index: 25 154**

Megjelenik havonta. — Egyes példányok ára: 12 Ft

**BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK**  
**KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ**

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-293

Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 149. Budapest 62.

71-5580 — Szegedi Nyomda

Főszerkesztő:  
BINDER BÉLA

Szerkesztők:  
MUNKÁCSI ZOLTÁN és TILESCH LEÓ

Szerkesztő bizottság:

ALLIQUANDER ÖDÖN dr.; ARANYOSSY ÁRPÁD; BÁN ÁKOS dr.;  
BÁNDI JÓZSEF; BENCZE LÁSZLÓ; BENEDEK FERENC; CSABA  
JÓZSEF; CSÁKÓ DÉNES; GARAI TAMÁS dr.; GYULAY ZOLTÁN dr.;  
HEGEDŰS FERENC; HEINEMANN ZOLTÁN dr.; JELINEK  
TAMÁSNE; KÁROLYI JÓZSEF dr.; KASSAI FERENC dr.; KASSAI  
LAJOS; KISHÁZI ANNA; NÉMETH EDE; PATAKI NÁNDOR dr.;  
PATSCHE FERENC; PÉCHY LÁSZLÓ dr.; RÁCZ DANIEL; SZALÁNCZI  
GYÖRGY dr.; SZALÓKI ISTVÁN; SZEGESI KÁROLY; SZILAS A.  
PAL dr.; VAJTA LÁSZLÓ dr.; VARGA JÓZSEF; ZOLTÁN GYÖZÖ dr.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

4. (104.) évf.

12. szám

1971. december

## Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának XII. Vándorgyűlése

Keszthely, 1971. október 5—7.

*Ha az elgondolásaiban és tetteiben egyaránt igazán nemes, a magyar vezényleti nyelvért haditörvénytörvények elé is citált, Georgicon alapító, Heliconokat rendező dumántúli főúr, Festetics György, meg a múlt századi mélyfúrás egyik atyamestere, a közép-európai olajszakembereket összetoborzó, neves osztrák mérnök-szakiró, Albert Fauck ezekben a lombhullató, de verőfényes őszi napokban betoppant volna a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem zsúfolt dísztermébe vagy a finom ízléssel berendezett Helikon szálló kavargó forgatagába, bizonyára meg lett volna elégedve.*

*Mert a 16 országból összegyűlt mintegy félezernyi kőolajszakemberrel együtt — a heliconi eszme jegyében — ha nem is a művészeteknek és a szépirodalomnak, de a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ immár — tartalmában és külalakjában egyaránt izmosodó — harmadik KÜLÖNSZÁM-ában a szakmai szép — mi több! — jó irodalomnak, egy lélekszámában kis, de szellemi teljesítőképes-*

*gében tiszteletet parancsoló gárda gyümölcseinek örülhetett volna.*

*Behunyt szemmel, szótlanul elmenni az emberi élet igaz értékei, a belső tüztől fűtött munka igényes termékei mellett legalább olyan hiba, mint felnagyítani a mindennapit, tömjénezni a középszerűnek. Egyik sem célunk, mégis — a 30 évvel ezelőtti küzdelmes kezdésre, a borús évek sújtotta szakirodalom-ínségre visszaemlékezve — a pályája alkonyán álló szakember jó örömeivel üdvözljük az értő külföldiakként által is nagyra becsült, 61 külföldi folyóiratot feldolgozott, 1403 irodalmi hivatkozásra utaló bibliográfiai tanulmányt, javallva a fiatal kollégáknak: mind szorgosabban merítsenek útmutatást belőle göröngyös, de szép szakmánk termékeny művelésére és a szűkre szabott magyar kőolajbányászat határfokának növelésére.*

*Mert ez a rugója a közreműködők nem mindennapi erőfeszítéseinek!*



A vándorgyűlés megnyitó ülésének elnöksége  
Dr. Szilas A. Pál szakosztályelnök köszönti a vándorgyűlés résztvevőit

(Ferencz Gyöző felvétele)

A szakosztályunk által 1964 óta — eleinte évenként tavaszi és őszi, majd 1970-től évi egy alkalommal — rendezett, 1965-től nemzetközi jelleget öltött nagyrendezvények sorában XII. Vándorgyűlésünk minden eddigi elődjét felülmúlta mind a rendezés páratlansága, mind a résztvevők létszáma terén. Már maga az a tény, hogy a vándorgyűlést 1971. szeptember 27-én egyesületünkben szűkebb körű sajtófogadás előzte meg, s szakosztályelnökünk, dr. Szilas A. Pál beharangozó expozeját aznap délben a rádió is szétsugározta, de az előzetesen megmutatkozott kül- és belföldi érdeklődés is, előre vetette a siker jelét.

A hazai szénhidrogénbányászok — szakmai képzettségük és nemzetközi tekintélyük, az ország centrális fekvése, a szívből fakadó, elismert vendégszeretet, a magyar tájak varázsa eredményeként — egyre tudatosabban átveszik Közép-Európa olajszakemberei egybegyűjtésének szerepét, s vándorgyűléseink hovatovább az öreg földrész határait is feszegető tudományos-műszaki-gazdasági, de meleg hangulatú, baráti fórumokká is válnak.

Így volt ez most is, mert a mintegy 350 hazai résztvevőn kívül — kísérőkkel együtt — százon felül volt a megjelent külföldiek száma.

Ausztriát képviselte a legnépesebb — 24 tagú — küldöttség, közöttük Baldauf F. és hazánkfia, Gázó E., az ÖMV fűrészi, ill. gáztermelési osztályvezetői, Stojan, G. mérnök, Moyzisch, M. F., Nowell, J. és Priessner, E. W., a CAMCO igazgatói; a későn jelentkezett öttagú bolgár deputációban többek közt Boriszov, N. mérnök és a Sopronban végzett Sergienkov, C. barátunk vett részt; a négytagú csehszlovák delegáció tagjai közül Strniste, K., a kassai egyetem adjunktusa, előadással is szerepelt; az Egyesült Államokból hárman: Brown, W. O., a Cameron-cég eladási igazgatója, Saulsbury, E., a Martin-Decker cég európai igazgatója, továbbá Upp, E. L., a Daniel cég igazgatója tették meg a hosszú utat hazánkba; Franciaországból ketten voltak itt: Rohmer, L., a Christensen cég igazgatója és régi ismerősünk, az örökifjú Tiraspolsky, W. mérnök, a turbófűrés nemzetközi szaktekintélye; Hollandiából Gaarlandt, R. igazgató, a Black, Sivalls, valamint Bryson cég képviselője jött el; az Iraki Nem-



A keszthelyi Helikon szálló, a vándorgyűlés otthona

(Pollak Lászlóné felvétele)

zeti Olajvállalatot (INOC) dr. Al-Ameer, A., valamint Othman, F. A. mérnökök képviselték. A 19 tagú jugoszláv delegációban sokan szinte „hajazönnek” már, így Cigüt, K. főgeológus, Gazdag, J., dr. Ibrahimspasić, I. mérnökök és Cvek, Z. hírlapíró az INA Naftaplintól; Kardos, L. és társai a NAFTAGAS-tól (Novi Sad); a két lengyel kolléga közül Kahane, J. mérnök a varsói Kőolajipari Minisztériumot képviselte; Nagy-Britannia öttagú küldöttsége között volt Kemp, J., a Cooperheat hőkezelő cég európai igazgatója, valamint Sargeant, R., a Taylor műszervállalat igazgatója; a négytagú NDK-delegáció vezetője a KÜLÖNSZÁM német változatának összefogója, az egyik fő referátum előadója, a szinte már közénk számító Dr.-Ing. Arnold, W. professzor volt Freibergből; míg az NSZK 12 tagú reprezentásainak élén ugyancsak kedves kollégát, a clauthali műszaki egyetem tszv. professzorát Dr.-Ing. Becker, H.-t üdvözölhettük, többek közt Dr.-Ing. Graf, H. C. osztályvezető, Heyber-

ger, W. és Dr.-Ing. Rauter, H. mérnökök társaságában. Olaszországból a Baroid cég három reprezentánsát dr. Grioni, S. igazgatót, továbbá Cremona, R. és Netzbandt, P. F. műszaki tanácsadókat láttuk szívesen; Romániát az előadással is szerepelt Diatcu, E., továbbá Negreanu, D. és Angel Dumitru, az állami kőolajintézet mérnökei képviselték; végül szovjet barátaink közül ezúttal csupán Eskin, A. A.-t, a VNIINEFTEMAS osztályvezetőjét köszönthettük.

A vándorgyűlés hivatalos megnyitása 1971. október 5-én 9.30 órakor az Agrártudományi Egyetem dísztermében tartott plenáris üléssel kezdődött. Itt elsőként az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának elnöke, Dr. SZILAS A. PÁL köszöntötte a vándorgyűlés kül- és belföldi képviselőit, köztük névszerint is Kovács Sándort, a NIM MSZMP pártbizottságának titkárát, Gál Róbertet, Nagykanizsa város pártbizottságának titkárát, Farkas Sándort a Zala megyei pártbizottság ipargazdasági osztályának vezetőjét, valamint dr. Végh Györgyöt, a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem dékánját, majd a vándorgyűlés elnöke, e szakmai összejöveteleket, de a műszaki irodalmat a KÜLÖNSZÁM-on keresztül is megértően támogató



A megnyitó ülés résztvevői



A mérés-technikai szekció hallgatóinak egy csoportja

(Ferencz Győző felvételei)

az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgatója,  
a vándorgyűlést az alábbi beszéddel nyitotta meg.

**Mélyen tisztelt Vándorgyűlés! Kedves Vendégeink!**

Kérem, engedjék meg, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerkeztőosztálya által rendezett XII. Vándorgyűlés alkalmával mely tisztelettel üdvözlöm a Vándorgyűlés minden résztvevőjét.

Kedves Vendégeink, úgy gondolom, mindnyájan egyetértünk abban, hogy a szakemberek újabb és újabb megmozdulásai komoly tényezői annak a hatalmas technikai fejlődésnek, mely a világon napjainkban végbemegy. A most megrendezett vándorgyűlés is egy állomását jelenti ennek az igazi, nemes tevékenységnek. A szakemberek tudatában vannak annak, hogy az a tendencia, amely ma világviszonylatban tapasztalható és amelynek fő célja a természeti kincseknek az ember szolgálatába való állítása, a legnemesebb feladatok egyike. Az a fejlődés, amelynek az ipari tevékenységgel kapcsolatban az eszközök és módszerek tekintetében az elmúlt időszakban és főként a közelmúltban tanúi lehettünk, biztosíték arra, hogy a társadalom a következő időszakban sem fog csalódní ezekben az erőkből.

A résztvevők nagy száma híven tükrözi azt, hogy szakembereink szívesen és örömmel vállalkoznak ilyen társadalmi megmozduláson való aktív részvételre és ezen keresztül e megmozdulás színvonalának emelésére.

Számba véve a vándorgyűlésnek rangot adó nagyszámú külföldi és hazai résztvevőit, azt hiszem minden elfogultság nélkül megállapíthatjuk, hogy 1969 őszén az iparág néhány lelkes, nagy tapasztalatú szakemberében megfogant gondolat helyes volt, ez a nagy érdeklődés beteljesedése a helyes kezdeményezésnek.

A soproni vándorgyűlés megnyitó előadásában, melyet *Gyulay Zoltán* professzor, Egyesületünk elnöke tartott, elgondolkoztatóan új megfogalmazásban ismertük meg a továbbképzés szükségességét.

Az eltelt időben minden bizonnyal mindnyájan meggyőződhetek az ott elmondott gondolatok mély igazságáról, arról, hogy korunkat — a tudományos-technikai forradalom korát — a közlemények számának egyre növekvő tömege, az „információrobbanás” jellemzi.

Az ismétlődő rutinfeladatok megoldásából álló hétköznapi közepette is tapasztalhatták, hogy a technikai fejlődés által ránk szabott ítélet, mely az örök tanulást, az információszerezést és az ismeret korszerűsítését jelenti, jogerős.

A nap mint nap új eredményeket termő tudomány egyben azt is jelenti, hogy mindazok, akik nem a fejlődés ütemében, azzal lépést tartva, korszerűsítik ismereteiket, szükségszerűen elmaradnak, tájékozatlanná válnak, kiesnek a fejlődési ritmusból.

Az a megállapítás, hogy senki sem tudja felmérni és értékelni egyedül, saját erejéből, még egy szűk határok közé szorított szakterület fejlődését sem, ma már köztudott. Ebből következik, hogy a fejlődéssel lépést tartani csak jól összehangolt közös munkával lehet.

A gazdasági életben egyre jobban előnyben részesített munkamegosztás — kétségtelen előnyei miatt — a továbbképzésben, az ismeretanyagunk korszerűsítésének munkájában is kínálja előnyeit.

Örömmel állapíthatjuk meg, hogy ez a vándorgyűlésünk a közös összefogással megvalósuló továbbképzés szép példája, s immár második a vándorgyűléseink sorában, melynek témája beszámoló a szénhidrogén-bányászat egy lezárt időszak alatti műszaki fejlődéséről, a német barátainkkal való együttműködésben végzett szervezett információkutatás eredményei alapján.

Hangsúlyozom, hogy itt az egész fejlődés értékeléséről van szó, és nem a szokásos dokumentációs tevékenységről.

Az így meghatározott feladat és az az örömdetes tény, hogy külföldi szakemberek ilyen szép számban tisztelik meg vándorgyűlésünket, azt a gondolatot ébresztik bennem, hogy vándorgyűlésünk az 1885-ben hazánkban, az artézikut-fúrások klaszikus területén, a zsenialis tehetségű *Zsigmondy Vilmos* által kezdeményezett és megindított Nemzetközi Fúrókongresszusok 1925-ben megszakadt sorozatának szakmai örököse.

Engedjék meg, hogy felvessek még egy további gondolatot melynek ugyancsak megvalósulását várjuk a vándorgyűlésektől.

A technikai élet különböző területein dolgozó kutató és a termelésben tevékenykedő szakemberek jöttek itt össze számos országból. Mindenki magával hozta szűkebb területének eredményeit, gondjait, a megválaszolatlan kérdéseket, éppúgy, mint a ki nem mondott felismeréseket. Az itt eltöltendő három nap legyen az egymás megismerésének, a kötetlen beszélgetések keretében zárt véleménycseréknek az ideje.

Vallom, hogy egyetlen tudományág vagy szakterület sem lehet felismeréseiben önellátó. Az egyes szakterületek egymásra hatása elkerülhetetlen és döntően hasznos, mert ez az egymásra hatás új gondolatokat, ötleteket teremt. Egy terület fejlődésének igénye vagy a fejlődés „mellékterméke” nagymértékben előmozdítja vagy befolyásolja egy másik terület fejlődését.

A mérnöki ismeretanyag felrészítése és a fejlődés eredményeinek megismerése jelentőségéről elmondott gondolatok után engedjék meg, hogy összefoglaljam néhány mondatban azt, amit ettől a munkától a hazai szénhidrogénipar vár.

Tudom, mindnyájan ismerik a népgazdaság, ezen belül az iparág megoldandó feladatait, hisz cselekvő részesei annak, mégis úgy érzem, hasznos ennek a háromnapos komoly munkának a kezdetén emlékeztetni a célkitűzésekre.

A IV. ötéves terv célkitűzése a nemzeti jövedelem 30—32%-os növelése. Ehhez az ipari termelés 32—34%-os növelése szükséges, amelynek 75—80%-át a munka termelékenységének javulásával kell elérni. A termelés hatékonyságának jelentős javítása, gazdasági versenyképességünk növelése szükséges teszi a műszaki haladás meggyorsítását, ehhez meg kell gyorsítani a hazai és nemzetközi kutatások eredményeinek gyakorlati alkalmazását.

A fenti általános célkitűzéseken túl a IV. ötéves terv energiastruktúránk további korszerűsítését tűzte célul az iparág elé, ami a szénhidrogének felhasználásának gyors ütemű fejlesztését jelenti.

Pártunk IX. Kongresszusának irányelvei alapján kormányunk a kőolaj- és gázipar számára a III. ötéves terv legfőbb feladatául a népgazdaság energiámérlegének javítását tűzte ki. A tröszt e feladatnak eleget tett, sőt a terven felül jelentkező igényeket is kielégítette, és így az ország energiaellátásában felhasznált szénhidrogénhányad 1970-ben az irányelvben meghatározott 37—39% helyett 43%-ra emelkedett. A IV. ötéves terv energiaellátásában a szénhidrogének arányát pártunk X. Kongresszusa 53—55%-ban határozta meg 1975-re; ennek teljesítésével a két tervciklus évtizedében az ország egy lakosára jutó szénhidrogén-fogyasztás a kétszeresére, 5,1 Mkal-ról 10,2 Mkal-ra nő.

A részünkre kiszabott feladatok teljesítése az eddiginél jobb szellemi felkészültséget, még alaposabb szakmai ismeretet és szélesebb látókört kíván meg az iparág minden dolgozójától.

A hatékonyabb, gazdaságosabb termelés, a korszerű ismeretek alkalmazásán túl, a megfontolt, hazai viszonyainkra alkalmazott ésszerű automatizálással érhető el.

Igen előnyösnek tartom ennek a tanácskozásnak a téma-összeállítását, az elmúlt két esztendő fejlődésének a keresztmetszetét ismerve, tárgyalni a műszaki fejlődésről, a mérésről és az automatizálásról.

Ezen ígéretes párosítás eredményeként sok értékes gondolatot várunk, melyek céljaink megvalósítását fogják segíteni, és értékük köbméterben, tonnában vagy megtakarított forintban lesz lemérhető.

Az előadások és az azokat követő szakmai viták tüzeiben érlelődjenek meg a feladatok teljesítésének lehetőségei, illetve megalapozott feltételei.

Mind a kirándulás baráti légköre, mind a fehér asztal kötetlen hangulata szolgálja az egymás problémáinak megismerését, és az így szövődő barátság jelentsen olyan időálló kapcsolatot, mely a szakmai ismeretek és tapasztalatok bővítésének hasznos eszköze lesz.

Végezetül engedjék meg, hogy még egyszer igaz barátsággal köszöntsem ennek a sokszor oly nehéz és fárasztó, de összességében mégis szép és izgalmas munkának — az olaj- és földgázbányászatnak — minden itt megjelent külföldi és hazai művelőjét és mindazokat, akik eljöttek, hogy figyelemmel kísérjék fáradozásainkat.

Kívánom, hogy az együtt eltöltött napok mindenki számára hasznosak és eredményesek legyenek.

## A mélyfúrás jelene és jövője

„A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1970” c. bibliográfiai tanulmány főfejezeteinek szerzői, elsősorban az 1970. évben megjelent és tárgy-körükbe eső irodalomból kiválasztott mintegy 1400 forrás alapján (részletesen l. *Kőolaj és Földgáz 1971. évi különszámát*), helyzetképet adnak a mélyfúrás, sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás, a mélyfúrás geofizika, a rezervódmérnöki tudomány, a kőolaj- és földgáztermelés, valamint szállítási tudományos és technikai előrehaladásáról és elemzik a fejlődés várható irányait.

A frankfurti 6. Kőolaj-Világkongresszus egy kitűnő fő előadásában [1] A. Giraud a rotari fúrás kibontási módjának a mélységgel fokozódó nehézségeit — szinte a mélybeli kibontásra való alkalmatlanságát — kézenfekvő példákkal illusztrálta.

Azóta elsősorban a mélybeli kibontás körülményeinek tisztázása jelentős változást hozott:

A rotari fúrás eredeti, a pórusnyomást túlellensúlyozó öblítési elve helyett előtérbe került az azt éppen kiegyensúlyozó öblítés. Ez nemcsak jelentősen nagyobb fúrási sebességet eredményez, de — látszólag paradox módon — kisebb lesz a fúrás kockázata, azaz csökken a fúrás folyamatosságát megszakító súlyos üzemzavarok (iszapvesztés, kitérés, fúrószerszám-szorulás) veszélye, egyszerűbb, olcsóbb és megbízhatóbb lesz a fúrólyuk szerkezete.

A rotari fúrás technológia tökéletesedése a szilárdabb fúrózár, hatékonyabb fúrótipusok, talpi fúrómotorok, a fúrási tényezők optimalizálása alapján számítógéppel vezérelt fúrási rendszer, kedvezőbb reológiai tulajdonságú öblítőfolyadékok és egyéb tényezők segítségével — oly mértékűt ért el, hogy 1970-ben D. S. Rowley egy rotari fúrás jövőjét elemző tanulmányában [2] — anélkül, hogy figyelembe vette volna a kiegyensúlyozott öblítésű fúrás sebességet növelő hatását —, egy 3800 m mélységű fúrára vonatkozó elemzése szerint a közeljövőben a rotari fúrás sebességének megháromszorozására, a jövőben (értve alatta 5–10 éves távlatot) a megsokszorozására (ötszörözésére) lehet számítani. Csak a távolabbi jövőben tartja Rowley elképzelhetőnek, hogy újszerű fúrásmód, elsősorban az eróziós-abráziós fúrás lépne a rotari fúrás helyébe.

Ezzel ellentétben az ez évi Moszkvában tartott 8. Kőolaj-Világkongresszuson M. R. J. Wyllie [3], az eróziós fúrásnak csak távolabbi jövőt jósoló véleményeket [2, 4] megcáfolva három ténylegesen végrehajtott eróziós fúrás sokat ígérő teljesítményadatait mutatta be. A három kísérleti fúráásban — igaz, hogy a fúróberendezést rendkívül költséges felszereléssel, elsősorban 1000 at tartós üzemnyomást biztosító nyomásfokozó szivattyúkkal kiegészítve — még nagy mélységben (3220–4360 m közötti 9<sup>o</sup>-es lyukszakaszon) is kétszeres fúrónkénti előhaladást és háromszoros átlagos fúrási sebességet (a 3220–4360 m közötti fúrás befejező szakaszán 15 m/h-t, közben szakaszonként 25 m/h-t is) sikerült elérni; márpedig a beszámoló szerint 15 m/h fúrási sebesség fölött a többlet-fúróberendezésköltség ellenére az eróziós fúrási rendszer a konvencionális fúrással szemben gazdaságos. Wyllie szerint ezek a teljesítmények célszerűbben kialakított, a fúróhoz koncentrált 2000–5000 LE-t jobban hasznosító fúrókkal és konstansan 900–1000 at fölött tartott öblítőszivattyú-nyomással jelentősen fokozhatók. Az eróziós fúrás számos előnye között kiemeli a szerző, hogy nemcsak jelentősen kevesebb, de azonos típusú fúróval lehet fúrni a különféle keménységű, szilárdságú kőzetekben, s a választott lyukátmérő is lényegesen kisebb lehet.

A közeljövő tehát a rotari fúrás rohamos teljesítménynövekedését, a ma még rekordszámba menő nagymélységű fúrák

Ezen gondolatok jegyében nyitom meg a XII. Vándorgyűlést, és egyben felkérem a *Kőolaj- és földgázbányászat 1970. évi fejlődését* ismertető kollégákat, hogy tartsák meg előadásait.

Az elnöki megnyitót „A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1970” átfogó címmel a KÜLÖNSZÁM fő fejezetei szerzőinek — a fejezetek sorrendje szerint — a következőkben maradték nélkül ismertetett előadásai követték.

ALLIQUANDER ÖDÖN

rutinszerű, gazdaságos fúrasi lehetőségét igéri. A távolabbi jövő újszerű fúrásmódja, az eróziós fúrás, éppen az elkövetkező évtizedekben oly rohamosan előtérbe kerülő nagymélységű kutatás és feltárás szempontjából válik komoly jelentőségűvé.

Visszatérve a jelenre, a rotari fúrás — Lummus [5] szerint — a „tudományosodás” 1948-tól 1968-ig tartó periódusából 1969-ben az „automatizálás” szakaszába lépett.

A gyakorlati tapasztalatokra alapított, s ugyancsak Lummus szerint, 1920–1948 között még csak a „fejlődés” periódusában levő, mesterségszámba vett rotari fúrás a mélybeli kibontásra — s ennek alapján a fúrószerkesztésre —, a fúrasi hidraulikára, az öblítőiszap paramétereire, reológijára, fajtáira, továbbá a fúrasi tényezők legkedvezőbb társítására irányuló rendszeres és mind jobban kiterjedő fúrasi kutatás az elmúlt két évtizedben valóban tudományos alapokra helyezte.

A tudományos kutatás, a fúrasi tényezők hatásának alapos kiismerése tette tehát lehetővé a befolyásolható fúrasi változók nagyságának előzetes megválasztását és olyan társítását, ami a fúrasi sebesség oly mérvű növekedéséhez vezet, hogy az már előtérbe helyezte az optimalizálást, azaz a fúrás nagyobb sebességén túl annak minimális költségét. Optimális fúrasi rendszerek kidolgozása és betartása viszont már elektronikus számítógépi programozást és vezérlést kíván. A „tudományosodás” eredményeit tehát — mint azt Eckel az optimalizált fúrás fogalmáról írott rövid értekezésében [6] kifejti —, az automatizáláshoz vezetnek.

Az optimalizálásra és automatizálásra annál is inkább szükség van és lesz a fúrás terén, mert a fenyegető anyag- és energiaigény-prognózisok hatására világszerte fokozódó fúrasi aktivitás a hetvenes évekre már visszatérést ígér az ötvenes évek közepén elért azon fúrásitevékenység-színhez, amikor a szénhidrogének kutatása és feltárása érdekében a világon évente csaknem 100 millió métert fúrtak.

A kutatás a vízzel borított területek, a mind mélyebb tengerek, az arktikus vidékek irányába halad. Új feladatok merülnek fel: a vízszennyezés, a levegőszennyezés elkerülésének problémái, a hideg elleni védekezés, a tartósan átfagyott rétegeknek át való fúrás stb. A nagyobb mélységben fokozottan kell számolni anomálian nagy nyomásokkal, magas hőmérséklettel. A nagyobb teljesítményű fúróberendezések nagyobb sebességű, gyorsabb, automatizált fúrást kívánnak.

Az így értelmezett új feladatokról Kolhaas a kőolajmérnök tudomány feladatainak 20 éves előreljéről írott tanulmányában [7] azt írja: „Az olajmérnök a jövőben nem fúrhatja kútját, nem termelheti olaját kényelmesen a háttérben. Cselekedeteit a szociológusok, az újságírók, a közigazdászok és a kormányzati bürokraták folyton növekvő hada mikroszkóp alatt vizsgálja”. Szerinte mindezek a szempontok az olajmérnöktől azt követelik, hogy műveleteit jól megalapozott program szerint végezze. A műveletek, a szerszámok és a technológia tökéletesedése, továbbá a növekvő hatósági szabályozás a tervezés, végrehajtás szorosabb mérnöki ellenőrzését igénylik. A szennyezés elleni intézkedések mind sürgetőbbé válnak. A távoli területek feltárása, a költséges mélyvízi kutatás előtérbe helyezik a költségtanulmányokat, a szállítási rendszer tervezését és elemzését, valamint a szoros költségelemzést.

Fokozottan előtérbe lép a műveletek automatizálása, a komplex mechanikus és elektromos rendszerek alkalmazása. Mindenesetre az olajmérnök ebben számíthat a gépész- és villamosmérnökök segítségére, sőt ezek fokozatosan domináló szerephez jutnak. Az olajmérnök azonban a felsorolt munkák tervezésében és elemzésében mind kisebb mértékben vesz részt, ugyanakkor elsősorban mint a munkák tervezője, kiértékelője és a felszere-

léseklátó, valamint szervizszolgálatok, vállalkozók és tanácsadók koordinátora lép előtérbe, de továbbra is vezető szerepet játszik a kőolaj kutatásában és termelésében. Mindez természetesen fokozott követelményeket támaszt az olajmérnökképzéssel szemben.

Mindezeknek a követelményeknek kielégítésére *Records* [8] szerint már nem elegendő a „mesterséget” jól ismerő üzemmérnök, hanem olyan irányító fűrómérnökre van szükség, akinek reális értelmezett szerepe: felismerni a fűrósi művelet gyenge pontjait, nehézségeit, a költséget okozó szempontokat; segíteni ezeken tervezéssel, számszámokkal és technológiával.

A fűrómérnöki tudomány, a „drilling engineering”, a fűrólyuk szerkesztésének tervezésével a béléscsőoszlopok, az ezek között is a legkritikusabb biztonsági béléscsőoszlop (az újabban használatos nomenklatúra szerint védő béléscsőoszlop) saruállításának meghatározásával kezdődik. A fűrólyuk tervezése során az anomális rétegyomás (rétegrepszési nyomás) detektálási módszerei, a fűrólyukban kialakulható anomális öblítési nyomásgradiens figyelembevételével a béléscső-méretezés során, az öblítési paramétereinek beállítása, az öblítési egyensúlyának éppen kiegyensúlyozott fenntartása, ezen belül főleg a nyomáshullámok szerepének figyelemmel kísérése és az esetleg mégis megbomlott egyensúly helyreállítása mind megannyi egymással összefüggő szempont, amelyek együttesen a fűróások, de különösen a mélyfűróások gazdaságosságának kulcskérdése. Ezek fontosságát tükrözik a kutatóintézetek kutatási témái, a műszaki, tudományos konferenciák előadásai, programjai, amelyek a periodikák 1969—1971. évi bőséges cikkállományában és a szakkönyvekben csapódtak le.

Egyidejűleg a fűróberendezés oldalán a fűrómérnöki tudomány két nagy feladatkör megoldásán dolgozik: 1. A fűró folyamatosságának feltétlen megőrzésén, tehát az üzemzavarok (elsősorban az iszapvesztés, a fűrószerszám-megszorulás és a kitérés) elkerülésén és 2. a fűrósi sebesség növelésén, új, tökéletesedő fűrókkal és technológiával.

Az első feladatcsoport önmagában is rendkívül szerteágazó ugyan, de alapvető megoldása mégis az öblítőközeg és az öblítés, helyesebben a fűró hidraulikája körül csoportosul. A zavartesség elérésének, szinte minden esetben a rétegyomáts éppen kiegyensúlyozó, azaz a fűrólyuk talpán uralkodó, csaknem egyező dinamikus öblítési nyomás és rétegyomás a megoldása.

Erre irányuló a működő fűróberendezésnél lecsapódó második feladatcsoportnak: a közetfúrhatóság, a fűrósi sebesség növelése problémakörének megoldása is. Erre utal az a tény, hogy az Amerikai Olajmérnökök Egyesülete negyedik és ötödik (1971 januárjában) „Fűrósi és Közetmechanikai Kongresszus”-ának összefoglalt anyagában [9, 10] a közetfúrhatóságnak, a fűróelemek munkájának további — természetesen lyuktalpi feszültségviszonyok közötti — vizsgálatával és az ezzel összefüggő lyuktalpi furadéksodrálással, fűrósi hidraulikával foglalkozó tanulmányokon kívül egy sor a fűrólyukban, a lyuktalpon uralkodó hőmérséklet- és nyomásviszonyokat, a lyukfal állékonyságát tagláló előadás előnyomata is megtalálható.

A rotári fűró mai technológiai állásával a mind nagyobb mélységű, nagyobb vízmélységeken át való fűróást kell gazdaságosabbá tennie: az ezekhez szükséges nagyobb teljesítményű és mélységkapacitású fűróberendezés, a szilárdabb fűrószár, a hatékonyabb fűrófajták, a több információs adaton, elsősorban a megbízható rétegy- és rétegrepszési nyomásgradiens alapján fűrólyuktervezés és a fűróásnak a rétegyomáts éppen csak kiegyensúlyozó végrehajtása, a rétegyviszonyokkal minden szempontból mind szorosabb összhangban álló paraméterekre beállított, hőstabil öblítéssel megoldott optimalizált fűrósi tényezőkkel, sőt esetleg ezek alapján számítógéppel vezérelt fűróás a ma műszaki fejlődésének legfontosabb jellemzői. Új, külön fejezetet képez a fejlődésben az arktikus körülmények között is megfelelő fűrósi felszerelés, fűrósi technológia kialakítása.

Részleteiben:

A nagy fűrólyukmélységekre való törekvés szárazon és vízen egyaránt jellemző. Az ún. ultra vagy szuper nagymélységű — 6000 m-nél mélyebb, 7000 m-t is túlhaladó mélységű — fűróások száma világszerte növekszik.

A világ minden tájáról származó eseteleírások szerint ezeknek a fűróásoknak a technológiája olyannyira kialakulóban van, hogy még anomális nagynyomású körülmények között is sikerült a 6100 m-es (20 000 láb) mélységet félénél rövidebb idő (131 nap) alatt elérni, s a világ legmélyebb termelő kútját 7025 m mélységbe 146 nap alatt fűrták le.

A nagymélységű fűróások terén jelentős eredmény, hogy a 11 éve fennálló 7724 m-es mélységrekordot 1970 novemberében

ben 7803 m-re javították, s hogy 1970 végén Texasban két 8000 m-nél mélyebbre tervezett fűróás volt már folyamatban.

A nagymélységű fűróások kialakuló technológiáján nem tapasztalható radikális változtatás, azonban széles körben, szinte kötelezően alkalmazzák az ún. ellenőrzött nyomású, tehát a rétegyomásához simuló öblítési nyomásgradienssel dolgozó kiegyensúlyozott vagy majdnem kiegyensúlyozott fűróást.

A nagy vízmélységeken át való fűróás szempontjából döntő jelentőségű az, hogy a Glomar Challenger fűróhajó 1968 óta folyó, s egyelőre négy évre finanszírozott, de 10 éves ún. „Joides” kutatási terve végrehajtása során a Mexikói-öbölben, 3000 m-nél nagyobb tengermélységben is sikeresen megoldották a fűrószár visszavezérlését a már megkezdett fűrólyukba. Ez a siker oda vezetett, hogy 4270 m vízmélységen át 1000 m-ben kívánnak (2—3 fűrómenettel) a fenék szintje alatt magot fűróni. A fűrószár-visszatérítési rendszer sikere a tengeri fűróásnak jelentős távlatait nyitja meg.

A nagyobb mélységű szárazföldi és tengeri fűróásokhoz szükséges fűróberendezések szempontjából nincs másról szó, mint a teljesítőképesség, a teherbírás növeléséről (1000 Mp teherbírású és nagy csőtároló kapacitású fűróárbcok, 900/750 Mp teherbírású csigarendszer, 5000 LE-t elérő teljesítményű előelőművek, 1000 LE-t jóval meghaladó egyhatású iszapzivattyúk stb.). Ennek megfelelően a fűróberendezés szempontjából a 8000 m-t meghaladó mélységű fűróásokra való felkészülést részben a meglévő fűróberendezések kiegészítésével, részben azonban új, erre a célra szerkesztett fűróberendezések gyártásával oldották meg.

Jelentős az előrehaladás a fűróás során nyerhető információs adatok gyűjtésében, elemzésében, feldolgozásában sőt az elemzés, feldolgozás eredményeinek azonnali hasznosításában a fűróberendezésnél, az optimális, a kisebb költségű fűróás érdekében. Ennek a fejlesztésnek az alapja a számítógép, de természetesen a műszerezés fokozása is, hiszen a fűróás tényezőinek teljesebb összhangja jelentős tényezője az optimális fűróásnak, amelyet *Lummus* [5] úgy definiál, mint a „a lényeges fűrósi tényezők matematikai számbavételét egy átfogó minimális költségű fűrósi program kifejlesztésére.”

A fűrósi tényezők folyamatos mérése és elemzése lehetővé teszi a tényezők összhangjának folytonos felülbírállását, átértékelését, akár a fűrólyuk szerkezetének tökéletesítése, akár a biztonság fokozása érdekében.

A fűrósi tényezőknek egy további értékelése azon alapszik, hogy a fűrósi sebesség arányos a kőzet nyomó- és nyírószilárdságával, s ezek a tényezők a porozításra utalnak. Tehát amíg eddig a kőzetszilárdságból következtettek a fűrósi sebességre, helyesebben a fűró várható teljesítményére, most a fűró haladásiát az ún. „fűrósi porozításszelvényezés” útján a fűróással egyidejű formációértékelésre használják. Ez a módszer már fűróás közben, a fűró kiépítése előtt nyújt korrelációs lehetőséget a szomszédos kuttakkal.

A görög fűró két újabb alkalmazott konstrukciós elvnek: a keményfémfogazásnak és a zárt csapágyazásnak, továbbá a zárt csapágyazáson belül a keményfém csúszócsapágyas megoldásnak eredményeképpen hatékonyabb lett a fűróás, hosszabb lett a fűróélettartam, jelentősen emelkedtek a fűrósi teljesítmények. A keményfémfogazás és a zárt keményfém csúszócsapágy élettartam-összhangja lényeges önköltségsökkentő tényező. A fűrótipusok sikere oda vezetett, hogy Louisiana-ban ma már mindössze „3 fűró felhasználó” 3000 m-es fűróokról beszélnek, s 300 órás fűróélettartamról, egy fűróra eső 3000 m eiohaladásról is hírt adtak.

A gyémántfűró alkalmazása egyrészt szélesedett a gyémántfűró-talpi fűrómotor-kombináció kedvező eredményeinek hatására, másrészt az ún. szárnyas gyémántfűrók alkalmazásával kiterjed a képlékeny kőzetekre is.

A talpi fűrómotorok a korábbiaknál nagyobb nyomatókat kifejthető, kisebb fordulatszámú típusai közül fokozódott az érdeklődés a pozitív kiszorítású hidromotorok iránt. Ilyen típusú talpi fűrómotorokkal rekordteljesítményeket értek el nagymélységű fűróásokban, s széles körben alkalmazták ezeket lyukferditési célokra is. A lassú fordulatú, nagy nyomatókú fűróturbinának *Guzman, Ioanneszján* konstruálta kísérleti típusait ma már sorozatban gyártják, s ezek szerepelnek a kereskedelmi forgalomban levő szovjet turbinatípusok könyvében [11]. A lassú járatú fűróturbinák megoldásával, elsősorban jobb automatizálhatósága, a fűrósi művelet számítógépes vezérlésének kedvezőbb lehetősége miatt *Tiraspolksy* a turbófűróásnak nagy jövőt jósol [12].

Az öblítőiszap-technológiában a legnagyobb érdeklődést, éppen a nagymélységű és a kiegyensúlyozott fűrósi technológia

kapcsán, a kis szilárdanyag-tartalmú ún. nem diszpergált, poli-meradalékos öblítésfajták keltik. Ezek jelentőségét *Mirzadzsan-zade* az öblítés feladatairól szóló összefoglalásában [13] nyoma-tékosan hangsúlyozza. Továbbra is nagy figyelem fordult a fú-rási folyadékok reológiája felé, különösen tükröződik ez a szov-jet irodalomban, ahol a fúrási folyadékok reológiájának számos részletkérdését igyekeznek tisztázni.

A tengeri fúrások jelentőségének rohamos fokozódására s a tengeri fúrási technológia tökéletesedésére utalnak az „Off-shore Technology Conference”-k előnyomatanyagainak évről-évre vastagabb kötetei [14, 15]. Erősen megnövekedett az érdek-lődés Európában is a tengeri műveletek iránt, amelynek termé-szetesen az igen jelentős északi-tengeri, földközi-tengeri és az adriai eredmények a rugói.

A tengeri kutatás kiterjesztése érdekében még nagyobb tel-jesítményű, fúrási- és vízmélység-kapacitású tengeri fúróberend-zések, elsősorban fúróhajók épülnek, amelyeket a világszerte óriás szénhidrogéntelepeket felfedező kutatás feltérési munkái és ennek alapján a kutatások kiterjesztése indokolnak.

Külön fejezetet jelent ma már a mélyfúrás technológiájában az arktikus környezetben végzett fúrás. Elsősorban az „örök fagy” környezet, a hideg elleni védelem, illetve a tartósan át-fagyott rétegeknek a fúrási műveletek melege elleni védelme jelen-tik a fő problémákat. A kezdeti adaptálások helyett ma már az arktikus műveletekre szerkesztett szigetelt, fűtött fúróberend-zések, légpárnás szállításra alkalmas fúróberendezés-alaplemez, illetve légpárnás járművek, az arktikus környezetben alkalmaz-ható anyagok (acélanyag, cement stb.) jelzik az arktikus művele-ték tökéletesedésének útját.

A rotari fúrás nagy vonalakban vázolt fejlődési útja és üteme jogos reményt nyújt arra, hogy fúrási technológiánk hamarosan

alkalmas lesz — a földkérget szárazon és vizen nagyobb mélység-ben vagy talán teljes vastagságában feltárva — kielégíteni a világ következő évtizedekben megnövekedő nyersanyag- és energiaigényét.

#### IRODALOM

- [1] Giraud, A.: Wissenschaftlicher Fortschritt und industrielle Entwicklung auf dem Gebiet des Erdöls. 6. Welt Erdöl Kongress, Frankfurt am Main, 1963. 34 p.
- [2] Rowley, D. S.: Ausblick auf Bohrmethoden der Zukunft. Erdöl Erdgas Z. 11 p. 432—40 (1970).
- [3] Wyllie, M. R. J.: New Gulf method of jetted-particle drilling promises speed and economy. Oil and Gas J. June 21 p. 109—14 (1971).
- [4] Maurer, W. C.: Novel drilling techniques. Pergamon Press, Oxford, 1968. 111 p.
- [5] Lummus, J. L.: Drilling optimization. J. Pet. Tech. 11 1379—89 (1970).
- [6] Eckel, J. R.: What is optimized drilling. API 905—14—A. 1969.
- [7] Kolhaas, C. A.: Petroleum engineering: a 20 year look in the future. SPE 2531. 1969.
- [8] Records, R. L.: Drilling engineering function. Drilling Contractor March—Apr p. 44—5 (1969).
- [9] Preprints Forth Conference Drilling and Rock Mechanics, The College of Engineering, The Univ. of Texas and SPE of AIME, Austin-Houston, 1969. 224 p.
- [10] Preprints Fifth Conference Drilling and Rock Mechanics, The College of Engineering, The Univ. of Texas and SPE of AIME, Austin-Houston, 1971. 216 p.
- [11] Sumova, Z. I.—Szobkina, I. V.: Szpravochnik po turboburam. Nedra, Moskva 1970. 191 p.
- [12] Tiraspol'sky, W.: Les voies de l'évolution du turboforage. Le forage d'aujourd'hui I. Technip, Paris, 1970. p. 229—68.
- [13] Mirzadzsan-zade, A. H.—Mitel'man, V. I.: O nekotoryh perspektivnyh napravlenijah razvitiya burovoj gidravliki. Azerb. Neft. Hoz 1 p. 18—20 (1970).
- [14] Second Offshore Technology Conference, Preprints I—II. Houston. 768+860 p. (1969).
- [15] Third Offshore Technology Conference, Preprints I—II. Houston. 928+926 p. (1970).

## Haladás a sekélyfúrás és a nagy átmérőjű fúrás terén

ARNOLD WERNER

Az elmúlt évben e téren a következőket állapíthattuk meg:

A leggyorsabb fejlődési ütem ismét a mélyfúrási technikában mutatkozik, ahol — a fúrási technika egyéb munkaterületeihez képest — a fúrási művelet tudományos alapokra való helyezése és értelmezése tekintetében is nagyobb haladást értek el.

A sekélyfúrás és a nagy átmérőjű fúrás szektorában ezzel szemben a haladás csak szóróványosan jelentkezik, átfogó széles körű rendszer még nem észlelhető.

Világosan kirajzolódik újból annak szükségessége, hogy az egyes területeken elért haladást más szomszédos területekre is kiterjesszék. E beszámolóknak során erre még többször vissza fogunk térni.

Majdnem kuriózumnak számít az alábbi példa:

Néhány év óta megszoktuk, hogy a mélyfúrási technikában a kiegyensúlyozott fúrási módot különösen fontos fejlődési eredménynek tekintjük, amely lényegesen hozzájárult a tudományosítási folyamat kialakulásához, és a jövőbeli automatizálás alap-ját is képezi.

Ha a szívófúrás technológiáját közelebbről megvizsgáljuk, vagyis azt a módszert, amelyet elsősorban laza kőzetben végzett sekélyfúrásoknál alkalmaznak, azt látjuk, hogy a fúrás zavarmentes lefolytatása elsősorban a talajvízszint magasságától függ. Tíz évnél hosszabb tapasztalatok azt mutatják, hogy ennek legkedvezőbb értéke kb. 3 m-nél van. Ez annyit jelent, hogy az öblítőfolyadék oszlopában kb. 0,3 at túlnyomás szükséges ahhoz, hogy se iszapvesztéssel, se a lyukfal nagyobb mértékű utánhullásával rendszeresen ne kelljen számolnunk. Ha a talajvízszint a fenti mutatónál magasabb, a fúrólyuk állékonysága veszélyeztetve van. Ilyenkor célszerű aláépítéssel az egész fúróberendezést magasabbra helyezni és a vezetősövet is feljebb vinni, hogy ily módon mesterségesen állítsuk elő a szükséges túlnyomást. Ha pedig a talajvízszint mélyebben van, akkor vagy a nagyobb iszapvesztéséget kell eltűrünk, vagy szárazfúrás mellett a vezetősövet a talajvízszintig le kell vezetnünk. Tekintettel arra, hogy szívófúrásnál eleve egyszerű vízóblítással fúrunk, az iszaplepeny tömitő, vagy legalábbis korlátozott mértékben stabilizáló hatása elmarad; valóságos kölcsönhatás jön létre egyrészt a kőzet és az üledék üregeiben levő folyadékok, másrészt a fúrólyukban levő iszaposzlop között. Ha most az

ilyenkor alkalmazott intézkedéseket teljes összefüggésükben szemügyre vesszük, feltétlenül arra a következtetésre jutunk, hogy itt nincs másról szó, mint a kiegyensúlyozott fúrás egy egyszerű, de félreismerhetetlen változatáról. Nem vitás tehát, hogy a mélyfúrási technika előrehaladottabb módszerből, vagyis a kiegyensúlyozott fúrás eljárásából többféle ösztönzést merit-hetünk a szívófúrás tudományos alapokra való helyezésére.

#### Sekélyfúrási technika

E téren a haladás tekintetében a következő súlypontok raj-zolódnak ki:

1. Jobb eredmények biztosítása az alapozási talajvizsgálatok-nál.

2. Meghatározott fúróberendezés-típusok optimális mély-ség- és átmérotartományokon belüli célszerű alkalmazása.

3. Racionalizálás és önköltségsökkentés, lehetőleg munkaerő-megtakarítás útján.

Úgy mint eddig, továbbra is helytálló az a felismerés, miszerint a sekélyfúrási technika automatizálásra kevésbé alkalmas, mint a mélyfúrási technika, úgyhogy ilyen irányú számításokra alig találunk valódi kezdeményezést. Ettől függetlenül tovább is fennáll az a feladat, hogy egyszemélyes kezelésre alkalmas fúró-berendezéseket szerkesszenek. Érvényes az a célkitűzés is, hogy az egycélú fúróberendezésekről át kell térni a kombinációs lehetőségeket nyújtó berendezésekre, természetesen a gazdasá-gosság legteljesebb megóvása mellett. Különösen az igen kis mélységű fúrások leemlyítéséhez szükségesek messzeemenően leegyszerűsített fúróeszközök és eljárások. Így pl. forgalomba hoztak egy fúrószerkezetet, amellyel — mindössze 21 kg súlya mellett — kb. 3 m mély, 90—250 mm átmérőjű fúrólyukat lehet fúrni.

A rezgőfúrásnak főleg a Szovjetunióban és Csehszlovákiában tulajdonítanak egyre nagyobb jelentőséget. Ennél az igen tel-jesítőképes fúrási módnál célszerűnek mutatkozott erősebb ru-dazat, valamint hosszanti réssel készült magcső alkalmazása; ezáltal ugyanis elkerülhetők a rudazattörésből, magcsőoldugulá-sból stb. eredő súlyos üzemzavarok. Egyre növekvő mértékben alkalmazzák a hidraulikus hajtású forgatófejeket is.



Kívánatos volna, ha a Svédországban kifejlesztett és eddig főképpen Skandináviában alkalmazott takaróátfúrású eljárást minél szélesebb körben alkalmaznák.

A laza kőzetben lemélyítendő fúrások számára önjáró csövező gépet szerkesztettek.

Talajvízfúráshoz szilárd kőzetben egyre inkább a pennsylvaniai kötélfúrás alkalmazták.

A KGST keretében készült elemzés azt mutatta ki, hogy a szocialista országokban nagy számban léteznek különféle sekélyfúrású berendezések. Ezek azonban korántsem elégítik ki valamennyi adódó fúrástechnikai feladat szükségletét, mert a berendezések egész sora azonos jellemzőkkel épült. Ezért a közeljövőben típusrendezést, ill. típuszükítést szándékoznak végrehajtani, amikor is a fúróberendezéseket elsősorban a szovjet SBA, a román SG sorozat, valamint néhány lengyel típus nyomán kívánják fejleszteni.

Az irányfúrás számára, pontosan beállítható, elforgatható lafettával, valamint hidraulikus rudazathúzó készülékkel új fejlesztési irányok váltak ismeretessé.

A légemeléses öblítési rendszert kutatófúrásokhoz főleg a Szovjetunióban alkalmazták sikerrel. Ezen eljárásnál légevezetésre a rudazatban centrikusan beakasztott 20 mm átmérőjű plasztiktömlőt használnak.

Laža kőzetben végzendő mintavétel számára könnyű kezelhetősége miatt külön figyelmet érdemel egy csőcsomónak plasztiktömlővel való kombinációja. Ezt az eljárást azokra az esetekre is továbbfejlesztették, amikor a fúrólyuk tele van vízzel. Saszeggel ellátott műanyag dugó megüsti, hogy a plasztiktömlő túlkorán csússzon le a magcsőcsomóról. A kohéziómentes talajokból való mintavétel módszerét tengerfenék-vizsgálatokra is alkalmassá tették. A berendezés 150 m vízmélységig üzemképes.

Egyre nagyobb terjedelemben fejlesztik azokat az eljárásokat, amelyek segítségével a talajvizsgálatokat in situ mérésekkel lehet elvégezni. Az erre különösen alkalmas készülékek PRESSIOMETER és PRESSIOCAPTAR elnevezés alatt ismertek. A fúrólyukfalipari televíziós szondával való vizsgálati módszerét is tökéletesítették.

#### Nagy átmérőjű fúrás

Nagy átmérőjű fúrólyukakat ugyan fokozott mértékben mélyítenek, de korántsem abban az arányban, mely a közben továbbfejlesztett technikai szintnek megfelelő. Ez elsősorban azon múlik, hogy a felszerelések és tapasztalatok csak kevés ország birtokában vannak, és az ilyen irányú exporttevékenység csak igen vonatatosan indul meg.

1970-ben a legnagyobb ilyenemű teljesítmény egy 1479 m mély fúrólyuk volt, amelyet 3,0 m végátmérővel fejeztek be.

Említsre méltó továbbfejlesztések elsősorban a vakaknászterű fúrásoknál adódtak, mégpedig a vakaknának vezetőfúrólyuk-bővítéssel megoldott mélyítése terén.

A nagy átmérőjű fúrás terén is a lyuktalp teljes bontásával végzett rotari fúrás az egyre jobban érvényesülő fúrású eljárás.

A felszerelés és a technológia szempontjából az alábbi továbbfejlesztések jelentősek:

A négy saroktartós fúrótoronyok mellett fokozott mértékben kétfágú fúróárbcokat alkalmaznak.

Mint ennek különleges változata, egy igen teljesítőképes aknatornyot ad a két kétfágú fúróárbc kombinálásából álló szerkezet, ahol csövezéskor a két egységhez tartozó emelőművek szinkron vezérléssel közös csigasorra dolgoznak.

A fúrótestet befelé homorú fenékkal gyártják, hogy ezzel is tömpítsák a be- és kiépítésnél keletkező hidraulikus nyomásokokat. A fúrógörgők nagyságát és elrendezését oly módon változtatták meg, hogy a rezgési jelenségeket és a rezgés hullámok szuperponálásával ezzel elkerüljék. Mindinkább dominálnak a kétoldalt befogott fúrógörgők. Ezenkívül a görgőket fokozott mértékben kobrafúrók gyanánt gyártják. E fúró típusoknál a tiszta fúrású idő növelése érdekében egyre hosszabb élettartamra és ellenőrzési ciklusokra törekednek. Jelentős a társas fúrók térhódítása; alkalmazásuk főleg a bővítőfúrásoknál terjed, ahol ilyen fúrószerszámmal jóval darabosabb furadékok lehet előállítani.

Az NDK-ban kifejlesztett, villamos hajtású forgató öblítőfejjel ellátott, nagy átmérőjű fúróberendezés és a hozzá tartozó, részben programozott fúrású rendszer továbbra is jól bevált. Több létesítmény elkészítése során, így Magyarországon is, a fúrórudazat hatásos stabilizálása célszerűnek és előnyösnek bizonyult.

Az öblítésnek különös gonddal való kiválasztása szilárd kőzetben végzett fúrásokhoz is szükséges. Pótlólagos intézkedések, amelyek a fúrólyuktalpon az öblítőiszap fokozott folyósságát és ezzel az optimális talptisztítást biztosítják, lényegesen hozzájárultak a fúrású teljesítmény növeléséhez. 2,4 m átmérőjű fúrásnál 3,4 m/h fúrású teljesítményt is elértek.

A fúrólyukfal biztosítására gyártási alapanyagként külső merevítésű acéllemez, ritkábban dupla falú acélbiztosítást alkalmaznak.

Első ízben publikálnak átfogó költségadatokat; ezekből fontos következtetések vonhatók le a jövőbeli fejlesztési súlypontokra vonatkozóan.

Egy 1020 m mély, 1,3 m átmérőjű nagy lyuk fúrásáról pl. az alábbi költségalakulást közlik:

#### A főbb költségnevek összecszerűsége és %-os eloszlása

	DM	%
1. Felvonulás, szerelés, szállítás	814 400	10,8
2. Tiszta fúrás, mellék munkák, fúróberendezéssel kapcsolatos költségek	916 800	12,1
3. Fúrószerszámok költségei	841 200	11,2
4. Öblítési költség, beleértve a szivattyúkkal kapcsolatos költséget is	1 112 000	14,7
5. Biztosítás munkaköltsége (beépítés, hegesztés)	330 700	4,4
6. Biztosítás anyagköltsége	2 510 700	33,3
7. Cementezés, cementköltség, tömítési munkák	962 400	12,7
8. Mérések	59 600	0,8
	5 547 800	100,0

E költségbeállításban főleg a biztosítás anyagköltsége, továbbá a fúrószerszám és az öblítés részköltségei feltűnnek. Hangsúlyozzák annak szükségességét, hogy a nagy átmérőjű fúrólyukak biztosítására új megoldások után kell kutatni; acél a beépítési technológia szempontjából ugyan előnyös, de száraz kőzetben ennek alkalmazása nem feltétlenül szükséges.

Előjáróban említettük, hogy a bányászatiilag megközelített végpontra irányított, a vezetőfúrás kibővítésével végzett nagy átmérőjű lyukfúrás technológiáját továbbfejlesztették, és az eddiginél nagyobb mértékben alkalmazzák. Figyelemre méltó berendezéseket e téren főleg Nyugat-Németországban alkalmaznak. Hangsúlyozzák, mennyire fontos a vezetőfúrás egzaktságát, és e célra különféle technológiákat javasolnak. A bővítést leggyakrabban ferde lyuktalppal, felülről lefelé folytatják.

A bővítő fúrás módszere lényegesen termelékenyebb, igen jelentősen egyszerűíti az öblítési technológiát is.

Befejezésül vizsgáljuk meg röviden a jövőbeli fejlődés irányát. Figyelemre méltó analógiák ismerhetők fel a mélyfúrással, mert:

1. Az új munkaerők közül előkészítés alatt van az erőzós fúrásokhoz analóg módszer is, mégpedig mind az akna-fúrás, mind a szintes vágat- és alagút-elővájtások számára.
2. Rowley [1] prognózisa a hagyományos rotari fúrással elérhető fúrású teljesítmény fokozásáról analóg módon a nagy átmérőjű fúrásokra is alkalmazható, ezért itt csak címszó szerint ismételjük:
  - Erősebb fúrású felszerelés, különösen nagyobb fúróberendezés, továbbá nagyobb hidraulikus teljesítmény alkalmazása.
  - Nagyobb értékű, nagyobb terhelhetőségű, hosszabb élettartamú gyártási anyagok alkalmazása.
  - A fúrórudazat nagyobb fokú stabilizálása, feszített fúrású rendszerrel, elsősorban nagyobb fúróterheléssel való fúrás.

E célkitűzések megvalósítása azonban a szóban forgó sekély- és nagy átmérőjű fúrás területén több időt fog igényelni, mint a mélyfúrású technikában, mégpedig azért, mert a kísérleti tartomány és a berendezések alkalmazási területe lényegesen szűkebb, mint az előbbinél.

#### IRODALOM

- [1] Rowley, D. S.: Ausblick auf Bohrmethode der Zukunft. Erdöl-Erdgas Z. 11. p. 432-40. (1970).

# A szelvényezési technika információit nyújtó lehetőségei

JESCH ALADÁR

A föld kérgébe mélyített fúrások célja általánosságban az ásványi kincsek jelenlétének felderítése, a szerkezetek megismerése, egyszerűen fogalmazva: információszerezés. Teljes mértékben igaz ez az ásványkutató fúrások esetében; ezeknek egyedüli célja az információszerezés. A szénhidrogén-kutatásnál ez a cél gyakran háttérbe szorul, a lefűrt lyuk mint termelő-eszköz, az ásványi kincs felszínre hozatalát szolgálja. Termelő-fúrások esetében a lefűrésnek szinte kizárólagos célja ismert (vagy inkább ismertnek gondolt) tárolók ismert (vagy ismertnek gondolt) zónáinak megnyitása és feltárása.

A hazánkban mélyített szénhidrogénfúrások nagyobb részét kifejezetten feltáró cézzal mélyítették. A kutatófúrások elsődleges célja ezzel szemben az információszerezés, általában természetesen a termelés lehetőségének megtartása mellett.

A mélyfúrás folyamata alatt és után szép számmal állnak rendelkezésünkre lehetőségek, amelyek az átfűrt kőzetekről információkat nyújtanak: fűrési sebesség, furadék, fűrt mag, izapon megjelenő nyomok, rétegvizsgálatok nyitott és csövezett szakaszokban, és természetesen a geofizikai mérések.

Az információszerezés célja a kőzetek teljes megismerése. Ismerni szeretnénk — legalábbis a lyuk perspektivikus szakaszain — a kőzetek minőségét, geológiai és rezervoármechanikai tulajdonságait, a porüsteret kitöltő anyagok pontos összetételét és nyomását; távolabbról a fűrt lyuk és környezetének, valamint a rétegeknek a geometriáját.

Egyetlen információszerezési lehetőség sem képes arra, hogy valamennyi kérdésre választ adjon, ezért minden fűrés mélyítéskor többrétű az adatszerezési és adatgyűjtési tevékenység.

A szénhidrogén-kutatás területén már többször beigazodott, hogy igen káros lehet az információszerezés elmulasztása, még akkor is, ha feltárási, termelési cézzal mélyült a lyuk és közvetlen célját el is érte. A rétegekre vonatkozó információk hiányát általában sokkal később, esetleg csak a szükségszerűen bekövetkező másodlagos termelés beindításakor érezzük, és az információk egy része utólag már nem szerezhető meg. Az irodalom tanúsága szerint ez nemcsak hazai jelenség; szerte a világon találkozhatunk vele.

Az információszerezés elmulasztásának főleg gazdasági okai vannak. Elsősorban a magfűrés, mint az egyik legköltségesebb fűrésztéchnikai tevékenység marad el, de nagy mértékben csökkent a szokott a geofizikai mérések száma is, főleg a „sorozatgyártásra” beállított fűrőberendezések időkiesésének elkerülése érdekében. A feltáró fűrés ennek ellenére általában teljesíti feladatát: a tároló megfelelő pontján a termelés megindul, és — mint már említettem — sokkal később jelentkezik az esetleg véglegesen elvesztett információk hiánya. Érdemes itt arra is rámutatni, hogy a feltárás időszakában sokszor és sokak előtt öncélú tudományoskodásnak tűnik a pillanatnyilag főlősleges geofizikai és egyéb információszerezés forszirozása, így az információszerezés elmaradásának szubjektív okai is vannak.

A magfűrésről a tároló bizonyos mérvű megismerése után el lehet hagyni, viszont a mélyfűrési geofizika információiról általában nem lenne szabad lemondani. Megszerzésük aránylag olcsó, korszerű eszközök alkalmazása esetén a lebonyolítási idő is rövid és a kapott információkból a tárolókőzetek legfontosabb tulajdonságai számíthatók, különösen akkor, ha a sorozatos feltáró fúrásokat megelőző első megismerési szakasz a helyes szelvényinterpretációhoz szükséges alapadatokat biztosította. Ebben az esetben a mai, viszonylag nem nagyon fejlettnak mondható hazai szelvényezési technikával is sok tároló-adat kiértékelhető, legtöbbször a rezervoármérnöki tudomány által igényelt kb. 0,5 m-es részletességgel, és többé-kevésbé pontos adatok szolgáltatathatók a lyuk és a rétegek geometriájáról is.

Néhány szót a szelvényezési technika említett hazai fejlettségéről. A geofizikai műveletek hazai választék bővítése — amely pedig alapja a hatékonyabb értelmezési munkának —, lassúbb ütemű volt, mint azt várni lehetett. Ennek oka a hazai nagymélységű fűrési tevékenységben és az ezzel szorosan kapcsolódó rendkívüli geotermikus viszonyokban keresendő. Szelvényezéstechnikánk fejlesztése az utóbbi években szinte kizárólagosan a 220–240 °C hőmérsékletet felépítő mérés-technikai, szondagyártási kérdések megoldására összpontosult, és

nyugodtan állíthatjuk, hogy e téren kiváló eredményeket értünk el. Ha azonban korszerű szelvényezési eljárásokkal akarjuk az információszerezést elősegíteni, akkor a jövőben más irányú tevékenységet is kell folytatnunk.

Egyrészt új műveleteket kell bevezetnünk, másrészt a már alkalmazott módszereket tökéletesíteni kell. Jobban meg kell ismernünk az egyes mérési indikációk és a keresett rezervoármechanikai és kőzetfizikai paraméterek közötti kapcsolatokat. Pontosán tudnunk kell, hogy az egyes eljárások a különféle zavaró tényezőkre, amelyek részben a kőzet tulajdonságát képezik (pl. agyagosság), részben a lefűrés következtében jöttek létre (pl. elárasztás, bővülés), hogyan reagálnak. Az egyes műveletek indikációi és a keresett fizikai-rétegfizikai paraméterek közötti kapcsolat, továbbá az eszközök egyértelmű reagálása a szelvények gépi értelmezését is alapvetően érinti, e körülmények tisztázása tehát ebből a szempontból is döntő fontosságú.

A korszerű szelvényezési munka nem fejeződik be a kút termelésbe állításával. Rendszeres mérési tevékenység folyik a szénhidrogént (ill. vizet) termelő fúrásokban a kút egész élete folyamán.

Széles a választékuk világvizonylatban a termelési méréseknek, amelyek segítségével a tárolószintek és az egyes kutak termelési körülményeiről — korszerűen a folyamatos termelés megszakítása nélkül — lehet információkat szerezni. Jól jellemzi e műveletsoport feladatát a szokásos „Production logging” név mellett újabban használt „Reservoir auditing” elnevezés. A termelési mérések segítségével nyerhető adatok felvilágosítást nyújthatnak a termelvényről, a nyomásviszonyokról, a réteg letermelési fokáról (azaz a víztelítettség alakulásáról), a visszanyomás és elnyelés folyamatáról: az egyes rétegek termelési és nyelési profiljáról, és így tovább.

Míg a termelés közben kábellel végzett szelvényezések választéka világszerte egyre bővül, addig hazai vonalon ezek a mérési-fajták még a kísérleti állapotig sem jutottak el. Bevezetésük a szelvényezéstechnika információ- és adatszolgáltató lehetőségeinek egészen új területét nyithatná meg. Rá kell azonban arra is mutatni, hogy a termelési szelvényezések nem vezethetők be egyszerű kapacitásnövelés útján, mert e műveletek egészen más berendezés- és műszerparkot igényelnek (Más kábel, kisméretű eszköz, új felszíni szerelvények stb.). Ezzel együtt jár, hogy e tevékenység megindításához szervezési intézkedések is szükségesek. Saját erejéből egyik számba jöhető munkahely sem képes e kérdést megoldani.

A kérdés jelentőségére való tekintettel érdemes részletesebben kitérni a korszerű termelési szelvényezéssel szereshető információkra.

Az áramlásmérések — amelyeket általában lapátkereses műszerekkel bonyolítanak le —, a termelési és nyelési profilok megállapítására szolgálnak, de lehetőséget adnak a szinttájakon belüli változások detektálására is. (Itt meg kell jegyeznünk, hogy termálfúrt kutatásunkban hasonló műszereket már jelentős hazai tapasztalatok állnak rendelkezésre). Az áramlásmérők egy tökéletesebb kivitele felfűjthető tömitő segítségével egyes szakaszok szeparált mérésére alkalmas. A rendkívül érzékeny és finom felbontású hőmérsékletmérések általánosan használatosak folyadék- és gázbeáramlások körülményeinek tisztázására, cső mögötti folyadékmozgások, sérülések felderítésére, buborék pont helyének meghatározására stb.

Az áramlásmérések pontosabb értelmezésére esetenként kisméretű lyukbőségmérők is használatosak, főleg nyitott termelőszakaszok vizsgálatára.

Különböző eszközöket használnak a termelvény fajsúlyának megállapítására. Ilyen pl. a nagy pontosságú differenciális manométer vagy a vibrációs érzékelővel rendelkező műszer, amelynél a vibráló mozgás saját frekvenciája a folyadék sűrűségével arányos.

Terjednek a különféle izotópos műveletek is: nyelőprofilok, repesztési műveletek pontos helymegállapításának céljaira alkalmazzák őket, továbbá említ az irodalom radioaktív anyaggal szennyezett üreges tölteteket is, a perforálások megjelenésének céljára.

Az akusztikus mérések közül rendszeres alkalmazásban vannak már a termelőcsövön át lebecsátható cementminőség-ellen-

őrző szondák is. (Utaljunk rá, hogy az itthoni akusztikus szondák az eléggé gyakori  $4\frac{1}{2}$ "-es béléscsőben már nem használhatók, átmérőjük miatt).

Új lehetőségeket nyújt a *neutronélettartam-mérés*. Ez a művelet bizonyos feltételek mellett alkalmas a víztelítettség meghatározására csővezetett kutakban. E méréstípussal igen szép eredményekről számolt be az irodalom, sok helyen ez az eljárás képezi a másodlagos termelési tervek alapját.

Valamennyi felsorolt mérési módszer szondája termelőcsövön át leengedhető. A mélységazonosítás pontosságának növelése érdekében minden egyes művelethez természetszerűleg használatosak a *karmantyúlokátorok*.

A termelési méréseknek e talán túl részletes tárgyalása ne folyadék kizárólag szinte kizárólag egyeres, vékony, kis folyadékkiszorítású kábelekkel végzik, a lyukfejre szerelt lubrikátorok hidraulikus tömitései még 1000 atü kútfejnyomásig is lehetővé teszik a nyomás alatti fel- és leszerelést.

A termelési méréseknek e talán túl részletes tárgyalása ne jelentse azt, hogy a nyitott lyukban végzett műveletek terén kevés teendőnk van, azonban információszerezés tekintetében azok közismerteknek mondhatók.

Befejezésül néhány szót a *különbőle eredetű információk összehangolásáról*.

Amint a bevezetőben említettem, a mélyfúrás folyamán számos

információszerezési lehetőség áll rendelkezésünkre. A szerezhető információk jelentős része közvetett, tehát nem közvetlenül szolgáltatja a keresett paramétereket. A kútgeofizikai mérések javarésze ilyen: a mért értékekből az értelmezés során számítják a rezervoárméchanikai paramétereket.

Ugyanazt a kőzetparamétert legtöbbször több úton (pl. magfúrás-magelemzés; geofizikai mérés; rétegvizsgálat) is meg lehet szerezni. Lehetőség van tehát felesleges, többszörös átfedésekre.

Ilyen fölösleges kiadásokkal járó helytelen munkával gyakran találkozunk. Talán nem túlzás azt állítani, hogy az információszerezést racionálisabban lehetne végezni, ha kölcsönös bizalom állna fenn.

A mélyfúrás geofizika mérő szakembereinek bízniuk kell eszközeikben, az értelmezőknek a felvett szelvényekben és értelmezési módszereikben, a rezervoármérnöknek és geológusoknak az értelmezési eredményekben. Ha minden szakember objektíven bízni tud a saját és a rokonterületek információiban, mert azok *valóban megbízhatók*, akkor csökkenthető pl. a fölösleges magfúrások, a meddő rétegvizsgálatok száma, röviden: az információszerezés, és ezen keresztül az egész tevékenység eredményesebbé és gazdaságosabbá tehető. Ehhez szükséges a megbízhatóság elérése, s mindenekelőtt maga a bizalom. Erre kell törekednünk!

## A rezervoármérnöki tudomány eredményei és lehetőségei a szénhidrogének kitermelésének a fokozásában

GYULAY ZOLTÁN

E témában szó lesz a termelés múltjáról is, hogy felmérhessük a megtett utat, értékelhessük a jelent és világosabban lássuk a jövőt, amelyért felelősek vagyunk.

Az évtizedet lezáró és újat nyitó 1970. esztendő bőséges alkalmat nyújtott az elmúlt időszakban megtett fejlődés értékelésére, és az egy, két, sőt három évtizedre kiterjedő előretökélésre a tudomány és alkalmazása minden területén. Így volt ez a rezervoármérnöki tudományban is, amely lényegét tekintve, egy indirekt alkalmazott tudomány. Tárgya az általában ismeretlen nagyságú és jellegű, születésénél fogva heterogén föld alatti szénhidrogén-tároló, átvitt értelemben egy „black box”, mellyel a rezervoármérnök közvetlen érintkezésbe soha nem kerül. Anatómiájáról és életfolyamatairól csak közvetett információkat szerezhet, ezek mérlegelése alapján és bizonyos fizikai alapelvek alkalmazásával kell a tároló értékes fluidumkészletének kitermelését szabályozni, optimalizálni [1].

Talán egyetlen más, rendszerre orientált alkalmazott tudománynak (system engineering) sincs ilyen rosszul definiált rendszerrel dolga. Minden tároló önmagában egyetlen, egyedi példány. A természetes tárolón végzett minden kísérlet nem csak irreverzibilis termodinamikai értelemben, de roncsoló hatású is a rendszer kísérlet előtti paraméterei szempontjából. A kísérletek nem ismételtetők meg sem a reprodukálhatóság, sem az ok-okozati összefüggés tekintetében. A molekuláris fizika birodalmára korlátozott *Heisenberg-féle határozatlansági elv* (Unschärfe Relation), a megfigyelési lehetőségek tökéletlensége, operációs értelemben a rezervoármérnöki tudománynak a lényege.

A rezervoármérnöki tudomány minden analitikai és numerikus megoldása ideális rendszerekre vonatkozik, amilyenek a valóságban nincsenek. Ezért következtetései csak lehetőségek, legjobb esetben valószínűségek, egy középérték körüli szórással, mint pontatlansággal. A nem hozzáférhető valóság helyett annak életfolyamatai csak egyszerűsített másain, modelleken, a modellekkel utánzott folyamatnak a termeléstörténethez való illesztésével — a termeléstörténet követésével — tanulmányozhatók és előrejelezhetők.

A föld alatti szénhidrogén-tárolók eme „sötétkamra”-jellege, hozzáférhetetlensége az oka annak, hogy a kőolajtermelés rendkívül gazdag irodalmában elenyészően kevés az elért végső kihozattal foglalkozó tanulmányok száma. Ennek még más oka is van. A múltban az érdeklődés a primer termelőmechanizmussal a termelőéletük végéhez közeledő, megcsökkenő hozamú telepekként szemben az újonnan feltárt telepek felé fordult. És évtizedeken át nagyon terhes lélektani örökség volt az a látszólag kedvező jelenség, hogy a tároló szénhidrogén-fluidumainak egy részét a bennük felhalmozott mechanikai potenciális energia a külszínre kiszorítja, azt az illúziót keltve, hogy azok „maguktól” kitermelődnek.

Amíg a telep mélyfúrással és kútkiképzéssel történő megnyitásánál és a kútba áramló fluidumoknak a kúttól a csőtávvezeték végpontjáig való szállításánál a korszerű technológia alkalmazása gazdasági szükség, addig a fluidumok kitermelése a porustérfogatból ma is történhet úgy, mint az akár száz éve történt.

*John Franklin Carll* pennsylvaniai tapasztalatai nyomán már 1880-ban kiváló leírását adta a kimerülő telepeken alkalmazható vízelárasztás kedvező hatásának, leírta a maradékolaj vízzel történő kiszorításának egészséges felvit, de hozzátette, hogy sikert csak ott lehet remélni, hol a mélységbeli viszonyokról kellő mennyiségű és minőségű adat áll rendelkezésre. Nem is alkalmazták a vízelárasztást máshol az olajtermelés kezdő évtizedeiben, csak a pennsylvaniai Bradford-ban. Több, mint fél évszázad múlva az 1933. évi első, londoni Kőolaj-Világkongresszuson került ismét másorra az olajkihozatal megnövelésének módszerei témakör, egyetlen előadással: *K. B. Nowels*: „Olajmezők megfiatalítása természetes és mesterséges vízelárasztással”, azaz a primer művelés utáni szekunder művelés. 1863-tól 1933-ig — tehát az olajtermelés 70 esztendeje alatt —, a világ egész olajtermelése azonban kevesebb volt, mint ma az egy évi termelés. Az 1930-as esztendők a rezervoárméchanikai tudomány megszületésének esztendei, a porózus közegek át való többfázisú áramlás összefüggéseinek és az anyagmérleg-egyenlet közlésének az esztendei. Eltartott a 40-es évek elejéig-közepéig, míg a vízelárasztás módszere polgárjogot nyert és általánosan elterjedt.

Az idei nyolcadik, moszkvai Kőolaj-Világkongresszuson a rezervoármérnöki tudomány két témakörrel szerepelt a keretvíták során: szénhidrogén-termelés a primer állapoton túl — ugyanaz, mint az első világkongresszuson —, és a tárolók szimulálása matematikai módszerekkel. A rejuvenálás és a kizohatal növelése tehát örök témája az olajmérnököknek, gondoljunk arra a pár éve elhangzott szólásmondásra, hogy — az olajmezők sosem halnak meg, „Oilfields never die.” 1970-ben a világ kőolajtermelése már 2,33 milliárd tonna volt, 1970 végéig a kezdetől kitermelt olaj pedig 33,3 milliárd tonna. A kőolaj és a földgáz részesedése a világ primerenergia-ellátásában 1970-ben 45,31 és 17,26, összesen 62,57%-ra nőtt, és a századfordulig minden bizonnyal tovább nő. Részvételi mértéke 1970-ben az USA-ban 76%, a Szovjetunióban pedig 59,3%. A kitermelt szénhidrogének értéke pedig majdnem fele a világ összes bányatermékei értékének.

A világ rohamosan növekvő energiaszükségletének ellátására a következő évtizedben több olajat kell kitermelni, mint az előző 100 évben kitermelt egész olajmennyiség. Hogy ez a feladat teljesüljön, ahhoz nem elég csak új telepeket feltárni, a kizohatalt a már feltárt, művelés alatt álló telepekből is fokozni kell. Úgy tűnik azonban, hogy a kizohatal fokozásának a módszereiben a tudomány jóval a gyakorlat előtt halad.

Az ipari készletek növelésének két módja van, egyik a kizohatal növelése a feltárt, művelés alatt álló tárolókból, a másik új ipari készletek felkutatása. Az USA biztos olajkészlete 1970-ben kerekén 0,5 milliárd m<sup>3</sup>-rel gyarapodott, ennek csak egyharmada volt új olaj, azaz új mezőkben, már ismert mezőkben feltárt új telepekből, és ismert mezők kiterjesztésében felfedezett olaj, kétharmada művelés alatt álló telepek készletének a termelés módjait javítása alapján végzett revíziójából eredt, ahol tehát az ipari készlet a kizohatal növelésével nőtt.

Érdekes a két mód gazdaságosságának az összehasonlítása az USA-ban. Ugyanakkora költséggel 2,5-szer annyi olaj termelhető ki már feltárt, művelés alatt álló telepekből hatásosabb termelés módok alkalmazásával, mint az egyre ritkábban, egyre nagyobb mélységben és egyre nagyobb költséggel felfedezhető új készletekből.

A gazdaságosság elbírálásánál természetesen uralkodó szerepe van az egyes olajtermelő régiókban, államokban, az olajtermelés struktúrájának, az olajmezők termelékenységének. Ehhez csupán annyit, hogy az USA-ban 1970-ben az egy kútra eső napi átlag olajhozam 2,22 m<sup>3</sup>, a Szovjetunióban 20 m<sup>3</sup>, a Közel-Keleten pedig 800 m<sup>3</sup>. Ugyanakkor az átlag termelési költség az USA-ban hordónként 2,5 dollár, a Közel-Keleten pedig 10 cent.

Az utolsó két évtizedben a végső olajkihozatal növelésének érdekében intenzív és eredményes kutatás folyt. Ennek eredménye két eljárásfajta, amelyek célszerűen együtt is alkalmazhatók. A kutatásban az egyik erőfeszítés a tárolótér fogatból történő olajkiszorítás hatásfokának a növelésére, azaz a tárolótér fogatnak a kiszorító folyadékkal érintett vagy elárasztott részeiben visszamaradó maradékolaj lényeges csökkentésére irányult. A másik a tárolótér fogat kiszorítófolyadékkal érintett vagy elárasztott hányadának, a térfogati hatásfoknak a növelésére. Az 50-es és 60-as években kifejlesztették a termikus olajtermelést az elegyedő folyadék besajtolásával történő olajtermelést, és a nem newtoni (mozgékonyaságszabályozó) folyadékbesajtolás módszereit, azokat számos próbaüzemben kipróbálták, sőt nagyüzemileg alkalmazták. Ezek a „fejlett” névvel összefoglalt termelési módszerek mind nagy olajkihozatalú ígérnek, 80—100%-ot az elárasztott tárolótér fogatból, de a kis volumetrikus hatásfok ezt felére csökkentheti. Bizonyos, hogy e téren a következő évtizedekben további jelentős fejlődés várható. Hogy ez nem túlmerész jóslat, annak bizonyosságául a nagy hatásfokot ígérő nedves elégetés és a micellás oldatdugó besajtolása említhető, amely módszerek jól megtervezett, gazdaságos nagyüzemi műveletben, a besajtolás kezdetén jelen volt olajból átlag 75%-os kizohatalú ígérnek.

Ez év tavaszán közölték egy, a korábbiaknál részletesebb és a telepek adatait is tartalmazó összeállítást az Egyesült Államokban folyamatban levő fejlett olajtermelő műveletekről [2]. Ezek száma az év elejéig 148 volt. Megoszlásuk: 46 helyben elégetés, 31 gőzfelszívás és 24 gőzhajtás, összesen 101 termikus módszer; továbbá 16 polimeres és 4 micellás oldatdugós elárasztás, valamint 22 elegyedő kiszorító szénhidrogénnel, 3 égésgázzal, 1 széndioxidral és 1 oldódó olajjal. A 148 műveletből 84 az egész telepre kiterjedő, és 64 a telep valamely részén folytatott kísérleti művelet. Zömükben szekunder, sőt tercier műveletek, a gőzfelszívás pedig stimuláló művelet. Azok közül, amelyeken a művelés annyira előrehaladt, hogy a műszaki

és a gazdasági eredmény már elbírálható, a 148-ból műszakilag mindössze 10 minősült sikertelennek, gazdaságilag pedig 44 nyereségesnek és 22 veszteségesnek. A mérleg tehát nem kedvezőtlen. Eredményeikkel kiemelkednek a kaliforniai gőzfelszívásos műveletek; egy kivétellel valamennyi műszakilag és gazdaságilag is sikeres. Ebben az USA-kimutatásban nem szerepel még a nyugat-texasi Kelly-Snyder mező Sacroc termelési egységén idén próbaüzem nélkül induló nagyarányú széndioxid-besajtolásos művelet. Az egység kezdő, földtani olajkészlete 416 millió m<sup>3</sup> volt, a termelés 1949-től 1954-ig primer oldottgáz-hajtással, majd 1970-ig lineáris vízelárasztással folyt, az oldottgáz-hajtásnál 18,8%, a vízelárasztásnál 53,3% kizohatalal. Széndioxiddal 72%-os olajkihozatalú várnak. (24 millió m<sup>3</sup> többletolajat, tíz év alatt 95 milliárd m<sup>3</sup> széndioxid besajtolásával, amit 372 km-es csővezetékén szállítanak a helyszínre. A művelet költsége 175 millió dollár.)

Nagymeretű és primer műveletként is alkalmazott elegyedéssé kiszorítási műveletek ismeretese Kanadában, Dél-Amerikában, Algériában is. A kanadaiak közül kiemelkedik Albertában a Golden Spike mező; 50,8 millió m<sup>3</sup> olajkészletét gravitációs rendszerben, gázzal lefelé hajtott propántakará szorítja ki, 95% hatásfokkal. Említésre érdemes, hogy Kanadában az Alberta Oil and Gas Conservation Act már kötelezőleg előírja a folyadékbesajtolásos műveletet mindenhol, ahol az műszakilag és gazdaságilag indokolható. És 1968-ban kanadai mintára ugyanígy határozott a 7. Bagdadi Arab Olajkonferencia is.

A fejlett művelési módszerek tehát már messze túlvannak a kísérleti stádiumon. Alkalmazásuk döntően gazdasági probléma. Vontatt elterjedésüket az USA-ban az okozta, hogy az olaj- és gázárak szabályozása nem ösztönözte a tőkét a bevezetésükhöz szükséges beruházásokra. Az olaj és földgáz ára jövő évre várható új szabályozásától azt várják, hogy a fejlett termelési módszerek alkalmazásának fokozatos elterjedéséhez vezet. Enélkül az USA megszűnik szénhidrogénekben önellátó lenni [3].

Új korszakot nyitott a szénhidrogének kitermelésében a föld alatti nukleáris robbantások bevezetése, a tömött és ezért természetes állapotukban nem termelékeny tárolók művelésére érdemessé tétele, nagy kiterjedésű közetrepesztéssel. Az USA-ban mintegy 300 föld alatti nukleáris kísérlet tapasztalatai után került sor előbb a 26 kt-s Gasbuggy kísérletre, majd ezután a Rulison-terv megvalósítására. A coloradói Rulison mezőben 1969 szeptemberében 2565 m mélységben egy 0,1 mD permeabilitású lencsés homokkő gáztárolót egy 40 kt-s nukleáris eszközzel tettek termelékennyé, és ezzel megindult a Mesaverde-formáció 2,8 billió m<sup>3</sup>-re becsült gázkészletének a feltárása. Az első 100 millió köbláb sugárzásmentes földgáz kitermeléséről a közelmúltban adtak hírt. A siker nyomán az US Bureau of Mines úgy véli, hogy a nukleáris serkentés megkettőzheti az USA ma 35 billió m<sup>3</sup>-re becsült gázkészleteit [4].

Az idei moszkvai Kőolaj-Világkongresszuson szerzett a világ tudomást arról, hogy kb. 5 évvel ezelőtt a Szovjetunióban is végrehajtottak föld alatti nukleáris repesztést két karbonát olajtárolóban, két 2,3 és három 8 kt-s eszközzel, amivel a telepek termelékenységét és a kizohatalt jelentősen megnövelték. A nukleáris serkentő módszert beiktatták a Szovjetunió szénhidrogén-termelésének ötéves tervébe [5].

A sugárzásvesztély teljes kiküszöbölésével végrehajtott sikeres föld alatti robbantások után most már nincs szó azok betiltásáról, csupán nemzetközi ellenőrzésükről folynak a tárgyalások. Az olajbányászatban kifejlesztett föld alatti nukleáris repesztést utat nyit a földkéreg más, hasznosítható, gáz- vagy folyadék-halmazállapotba hozható ásványkincseinek a gazdaságos kitermelésére is.

A rezervoármérnöki tudomány alkalmazásában kiemelkedő és egyre növekvő a jelentősége a gépi számítástechnikának. A tároló nagy sebességű komputerrel történő numerikus szimulálását a 60-as évek elején úgy üdvözölték, mint a rezervoármérnök megváltóját. A végső cél kezdetben egy általános érvényű „black box” program volt, amellyel bármilyen termelési mód eredményezte bármilyen termeléstörténet követhető, és amelylyel a tároló bármilyen termelési móddal megvalósítható jövőbeli teljesítménye előre jelezhető. Csakhamar rájöttek azonban arra, hogy a komputer nagysága és a nagy gépen az időigényes számítás költsége nagymértékben korlátozzák a számítás megkívánt mértékű finomításának a lehetőségeit, továbbá hogy értékes eredmény csak értékes, a tárolóról megbízható információval várható. Ennek a kölcsönhatásnak az eredménye az örvendetesen megújult érdeklődés a tároló felépítésének és életfolyamatainak a vizsgálatára. Ma már nem törekszenek általános megoldásra, a nagymértékben különböző feladatok-

hoz különböző számítási módszerek és gépi programok kifejlesztése a cél.

A rezervoármechanikai tudomány alapelveit, a szénhidrogén-kitermelés ma is érvényes fizikai elveit a 30-as és 40-es években nem nagy számú kiemelkedő tudós megalkotta, a mi feladatunk alkotásaik alapos megértése és ésszerű alkalmazása. Azóta megfeszített erővel folyik a tudományos kutatás is [6]. Az USA-ban legutóbb megkísérelték ennek gazdasági eredményességét kiértékelni. Az olajbányászatban 1945-től 1969-ig, tehát 25 év alatt, 1,5 milliárd dollárt fordítottak a tudományos kutatásra, ennek  $\frac{2}{5}$ -ét a geológia-geofizika,  $\frac{3}{5}$ -ét a fúrás és termelés területén. A fúrás és termelés területén a termelékenység és a kihozatal évenként átlagos 0,5%-os megnövelése olyan gazdasági eredménnyel járt, hogy ha ennek — gondos mérlegelés alapján — csak  $\frac{1}{10}$ -át tulajdonítják a tudományos kutatásnak, akkor is a tudományos kutatásra fordított minden dollár a 25 év alatt 14,3 dollár megtérülést jelent a termelési költség csökkenése és a kihozatal növelése következtében [7].

## A kőolaj és földgáz termelésének, szállításának jelene és jövője

SZILAS A. PÁL

A nagymértékben szerteágazó szakterület műszaki fejlődése számos szempontból vizsgálható, elemezhető. Az alábbiakban e kérdést három témakörben tárgyaljuk, ezek: berendezések és eljárások, szimulálás, automatizálás.

A) Az első témakörrel, a berendezésekről és eljárásokról csak kivételesen lehet közös vezérfonal szerint beszélni, mivel jellegesen eltérő számos új berendezést, eljárást hoztak létre. Ezek közül a fontosabbakat, általában a hazai jelentőséggel is bírókat emeljük ki.

A teljes tématerületet érintő kérdés a korrózióveszély növekedése. Ennek négy fő oka van: 1. növekedik a kutak mélysége, emiatt nagyobb a beépített csövek húzófeszültsége és nagyobb szilárdságú csöveket kell alkalmazni. Mindkét tény elősegíti a feszültséggékkorróziót. 2. Az elégetéses termelés hatására nő a kútáram agresszivitása. 3. A parton túli termelőberendezéseket a korrózió tengervíz veszélyezteti. 4. Ma olyan kénhidrogén-tartalmú gázokat is kezelnek, szállítanak, melyeket régebben nem termeltek, illetőleg a kútközelben elégettek. — A korrózió csökkentése végett alkalmasabb csőanyagokat, feszültségmentesítettebb kútszerkezeteket, hatásosabb inhibíciós eljárásokat hoznak létre.

Meglepő, hogy bár az *olajkutak mechanikus termelési módszerei* közül a legrégebb, több mint száz éves a rudazatos mélyszivattyúzás, alkalmazási területét, gazdaságosságát újabb műszaki megoldásokkal ma is állandóan növelik, javítják. A termelési mód jelentőségét mutatja, hogy a szovjet kőolajipar (beleszámítva a fúrás és a finomítást is) villamosenergia-fogyasztásának 24%-át a rudazatos mélyszivattyúzásra fordítja. — Mintegy két évvel ezelőtt publikált nagy jelentőségű újítás, a sodronyrudazat alkalmazási területének növekedéséről vannak újabb hírek. 3000 m-nél mélyebb kútnál is alkalmazzák már. Az üzemi kísérletek azt mutatják, hogy a be- és kiépítések idejének jelentős csökkenésén kívül csökken a rudazattörések száma, a sima rúd terhelése, a fajlagos energiafelhasználás, a termelőcsőben a paraffinlerakódás, és csökkenthető a termelőcső átmérője. — Érdemes felfigyelnünk arra, hogy 8 évi fejlesztési munka eredményeként új típusú, ún. tornyos, hosszú löketű, 10,4 m maximális lökethosszú rudazatos mélyszivattyú-berendezés született. A sima rudat, továbbá az ellensúlyt felfüggesztő drótkötél különleges mozgáspályán halad. Ezzel megnövelték a termelés volumetrikus határfokát és csökkentették a fajlagos energiafogyasztást.

Világszerte mind mélyebb és mélyebb kutakból termelnek földgázt. A kutak hozama gyakran  $Mn^3/nap$  nagyságrendű. A nagymélységű, nagy hozamú s nem ritkán korrózió gázt termelő kutak üzembiztos termelése érdekében megbízható, automatizált termelésre alkalmas, nagy termelőkapacitású kútszerkezeteket alkalmaznak.

A rezervoármechanikai tudomány célja a következő évtizedben is az marad, ami ma: a termelékenység növelése megfelelő külső behatással a tároló hozzáférhető részeire, és a kihozatal növelése fejlett és egyre fejlettebb termelési módok alkalmazásával. Talán soha ki nem mondva, de mindig arra gondolva, hogy az olajmezők sohasem hálnak meg.

### IRODALOM

- [1] Ramey, H. J., jr.: Reservoir engineering in the 70's and 80's. J. Pet. Tech. 1 33—7 (1971).
- [2] Bleakley, W. B.: Survey pinpoints recovery projects. Oil and Gas J. May 3, 87—91 (1971).
- [3] Elkins, L. E.: New recovery plans key to 60 billion barrels. World Oil June 69—72 (1971).
- [4] Coffey, H. F.—Bray, B. G.: Can petroleum engineering survive the space age? J. Pet. Tech. 1 63—8 (1971).
- [5] — Soviets fracture oil reservoir with atom. Oil and Gas J. July 26, 102—4, 109 (1971).
- [6] Whorton, L. P.: Petroleum engineering research — evolution and state of the art. J. Pet. Tech. 1 115—21 (1971).
- [7] Faul, R. F.: Economics of research. SPE Preprint 2953. 1970.

Parton túli kutak kezelésére dolgoztak ki olyan kútszerkezetet és eljárást, amely lehetővé teszi, hogy a kútba a folyóvezetékben keresztül folyadékárammal lehessen ún. csőszerszámokat küldeni. A csőszerszámok lehetnek termelőberendezések, pl. segédgázzelepek; biztonsági berendezések, pl. viharfűvőka; mérőberendezések, pl. rétegnyomásmérő. Nagyon valószínű, hogy az eljárást a jövőben szárazföldi kutaknál is alkalmazzák.

Az *olajszállítás* szakterületén elsősorban a nagy viszkozitású és dermedő olajok szállítására dolgoznak ki mind hatásosabb, gazdaságosabb eljárásokat. Az arktikus alaszakai olaj szállítására „olaj a vízben” rendszerű emulzió formájában való olajszállítást terveznek. A laboratóriumi vizsgálatok eredménye biztató. — Sűrűlőcsökkentő adalékokat, ún. depresszátorokat korábban főként a hidraulikus rétegrepressztáshoz használtak a szénhidrogén-bányászatban. Újabb olyan depresszátorokat hoztak létre, amelyek alkalmazása a kőolaj távvezeték szállításánál is gazdaságos lehet. Különös jelentőségű van az olyan adalékoknak, amelyek a kőolaj lehűlésekor a paraffinkristályokba épülnek be, s a paraffin-térrács növekedésének megakadályozásával javítják az olaj folyási tulajdonságait.

A világ földgázigénye jelentősen nő, s emiatt nő a *gázszállító csővezeték-rendszerek* vezetékének hossza, szállítókapacitása. A szállítás gazdaságosságának növelése érdekében új eljárásokat dolgoztak ki. Az összehasonlító vizsgálatok azt mutatják, hogy kisebb távvezetékhozzsok esetében gazdaságosabb a földgázt cseppfolyósan, vagy cseppfolyós gázzal hűtve, gázalmazállapotban szállítani, mint a szokásos talajhőmérsékleten. A hidegcsőszállítás szükségessége tette hidegtűrő, elsősorban Ni-le ötvözött csőacélok, továbbá megfelelő hőszigetelő anyagok létrehozását, alkalmazását. — Cseppfolyós gáz szállítására alkalmas közúti tartálygépkocsikat gyártanak, amelyek gáztávtételek üzemzavara esetén időlegesen gázt szállítanak a fogyasztási központhoz. — A gázcsúcsgazdálkodás fedezésére új eljárást dolgoztak ki: tárolótartályban cseppfolyós butánt vagy propánt tárolnak s a „tartalékmetánt” ebben oldják fel. A megoldás előnye, hogy a metántárolás hőfoka magasabb lehet, mint oldószer nélküli cseppfolyós földgáz tárolásánál.

A *földgáz mennyiség-mérés* pontosságának növelése mind sürgetőbb feladattá válik. A mérési hiba az üzemi gyakorlatban ma még általában elég jelentős,  $\pm 1-2\%$ . Úgy látszik, a tömeghozammérés ad megnyugtató megoldást; ezzel az eljárásnál 0,1%-os mérési pontosság is elérhető. A tömeghozammérésnek számos, újabb szinte kizárólag „két műszerelemes” megoldását dolgozták ki. Az aktuális térfogatot mérőperemmel, mérőturbínával vagy térfogatszámológó segítségével lehet mérni, s emellett sűrűséget is mérnek. A tömegmérési módszerek a digitális adatközlés miatt telemechanikus rendszereknél igen előnyösen alkalmazhatók.

B) Tervezésnél szükséges, hogy a berendezésekben, esetünkben általában csővezetékben vagy csővezeték-rendszerekben végbemenő áramlások kvantitatív jellemzésére, *szimulálására* minél pontosabb összefüggések álljanak rendelkezésre. Ezen túlmenően az automatikus, s különösen a zárt hatásláncú automatikus folyamatszabályozás számos esetben csak akkor alkalmazható, ha a szabályozott rendszer hidraulikai-matematikai modellje már elkészült, ismert. A valóságot jobban megközelítő matematikai leképezés a többfázisú függőleges áramlás szakterületén az elmúlt évtizedben nagyon fejlődött. Mégis több feladat megoldásra vár. Az elmúlt évben algoritmust dolgoztak ki, amellyel több tranziens kútáramlási feladat oldható meg numerikusan. Ilyen feladatok: a kút folyadékkal való feltelése, az összegyűlt folyadék kitermelésnek, kútmegőlésnek, lüktetésnek leképezése. — A korábbi elméletek a termelőcsőben való többfázisú áramlás a teljes vagy rész-termelőcsőhosszon belüli átlaghőmérsékleten izotermikusnak tetelezik fel. Most olyan, viszonylag pontos elméleti összefüggések kidolgozásáról értesülünk, amelyek részben állandósult, részben tranziens, nem izotermikus kútáram leképezésére alkalmasak. — A hőáram hatására kialakult kút körüli hőáramkép ismerete a szokásos szárazföldi viszonyok között is gyakran fontos. Kiemelt jelentősége van azonban arktikus területen mélyített kutaknál, ahol a kútszerkezetet úgy kell megtervezni, létrehozni, hogy a kútból a talaj felé áramló hó a fagyott talajvizet ne olvassza fel.

Jelentős kutatómunkát végeztek a nagy viszkozitású, illetőleg dermedő olaj folyási tulajdonságainak leképezése érdekében. Kimutatták, hogy a dermedt olaj reológiai tulajdonságainak jellemzésére a nyírási sebességen kívül a nyíróterhelés is szükséges. Kimutatták továbbá, hogy a távvezetékben dermedt olaj megindításához szükséges nyomás nemcsak az olaj statikai nyírási feszültségétől, hanem az indításkor kialakuló nyírási sebességtől, valamint a csővezeték-kőolajrendszer kompresszibilitásától is függ. — Ezek a megállapítások jelentősen befolyásolják a jövőben a tervezést.

Számos új eljárást dolgoztak ki nagynyomású gáztávvezeték-rendszerekben végbemenő áramlás leképezésére. A korábban alkalmazott és a csúcsfogyasztás paramétereit alkalmazó állandósult áramlási egyenleteket felhasználó modellel szemben olyan, pontosabb számítási eljárásokról tudunk, amelyek a tranziens gázáramlás alapösszefüggéseit alkalmazzák. Ezen módszerek használatánál nehézséget okoz, hogy a számítások csak igen nagy kapacitású számítógéppel végezhetők el. A számítások gazdaságosságának növelésére törekednek a kutatók: azt akarják elérni, hogy a számítás munkai igényessége csökkenjen a pontosság csökkenése nélkül. Különböző feladat megoldására különböző tranziens modell lehet alkalmas.

Az új számítási eljárásokat szinte kizárólag számítógépekkel oldják meg. Növekszik a jelentősége részfeladatok kidolgozásánál azoknak az ún. minikomputereknek is, amelyek a számítás eredményét közvetlenül diagram formájában is megadják.

C) Új korszak indult meg a kőolaj és földgáz termelésben és szállításában, amikor mintegy 10 évvel ezelőtt megkezdődött a szénhidrogénmező-komplexumok *számítógéppel vezérelt automatikus irányítása*, folyamatszabályozása. A múlt évben kerekén 6,8 Mm<sup>3</sup> olajat termeltek ilyen módon. Ezen a szakterületen — ma úgy vélik — automatizálásról csak akkor beszélhetünk, ha az számítógéppel vezérelt, egyébként csak mechanizálásról szólhatunk. A folyamatszabályozó a mért adatok alapján vezérel, visszacsatol, optimál. Számos szénhidrogén-termelő komplexumnál vizsgálták a folyamatszabályozás bevezetésének gazdaságosságát. Megdőltnek látszik az a szakban még ma is meglevő nézet, hogy az automatizálás gazdaságossága elsősorban abból származik, hogy kezelőszemélyzetet takarítanak meg. Az USA-ban a második világháború óta az egy kútra jutó kezelőszemélyzet évente mintegy 5–6%-kal csökkent az automatizálástól függetlenül. A számítógépes termelésirányítás hatására már viszonylag kevés ember szabadult fel. Jelentős gazdasági eredmény várható a változó körülményekhez való gyorsabb alkalmazkodás, a hibák gyorsabb fel-

ismerése és kijavítása eredményeként. Ennek hatására csökken a kútállás, nő a termelés. A számítógép jelentősen csökkenti az adminisztratív munkát és a korszerűbb vezetés céljára igen gyorsan jó áttekintést biztosító információkat, jelentéseket szolgáltat automatikusan. — Az automatizálás mértéke, különösen a zárt hatásláncú folyamatszabályozás aránya, a diszpécser által vezérelt folyamathoz képest esetről esetre jelentős mértékben különbözhet. Az azonban már vitathatalannak látszik, hogy alig lehet olyan termelőmező, amely munkája gazdaságosságának a növelésében a folyamatszabályozás nem jelent előnyt. — Nem térhetünk ki az automatizálás módszereiben tapasztalható igen jelentős fejlődés értékelésére. Szeretném azonban kiemelni, hogy a működésmegbízhatóság terén is igen jelentős a fejlődés. Arról értesülünk, hogy jelentős újítást alkalmaztak a telekommunikációban: a frekvenciamodulációs rendszerrel szemben számos előnnyel rendelkezik az eddig csak az úrkutatóban alkalmazott impulzus kód-modulációs rendszer. Az információk közvetlenül digitális alakban közölhetők, a berendezés költsége, üzemben tartása kisebb, megbízhatósága nagyobb, mint a frekvenciamodulációs rendszeré.

Az irodalomból számos híradást ismerünk kőolaj- és gázszállító-rendszerek számítógépes vezérléséről. Több rendszer működik harmadik generációs integrált áramkörös megoldású folyamatszabályozással. — A kőolajtermékek szállítása automatizálásának jelentős tökéletesítését teszi lehetővé a szónikus detektor feltalálása, illetőleg alkalmazása. Ennek segítségével a csővezetékben mozgó termékdugók helyzetéről megbízhatóbb információkat lehet kapni, mint a korábbi radioaktív eljárásokkal.

Gáztávvezeték-rendszerek folyamatszabályozásánál a központi emberi irányítás még hosszú ideig nem küszöbölhető ki teljesen. Gazdaságosnak látszik, hogy a korábbi, kötött programú helyi automatikával szemben részfeladatok megoldására, pl. kompresszortelepek működésének vezérlésére programváltoztatással igen rugalmasan alakítható, mini-komputeres irányítást helyeznek előtérbe.

Érdemes megemlíteni, hogy bár gáztávvezeték-rendszerek leképezésére, illetőleg folyamatszabályozására legtöbb helyen digitális számítógépeket alkalmaznak, számos előnye van az analóg számítógép párhuzamos alkalmazásának is. Olaszországban már eddig is egymás mellett alkalmazták a két számítógéptípust, most egy egységben működő digitális-analóg, ún. hibrid számítógépek kialakítását tervezik.

Nagy jelentősége van annak, hogy az automatizált rendszerek tervezésére, megvalósítására és üzemben tartására megfelelő felkészültségű szakemberek álljanak rendelkezésre. Gazdaságos és üzembiztos automatizálás csak olyan csoportmunkával képzelhető el, amelyben szorosan együttműködnek a termelés és szállítás folyamatait jól ismerő olaj- és gázmérnökök, az automatizált rendszer berendezéseit létrehozó automatizálási szakemberek és a folyamatszabályozó programokat kialakító olajmérnökök, gázmérnökök, matematikusok.

Végül még néhány szót arról, mit kellene tennünk, hogy ne maradjunk le túlságosan a műszaki-gazdasági fejlődésben. — Hazánkban megvan a szellemi felkészültség ahhoz, hogy gazdaságosan és biztonságosan működő korszerű automatikus rendszereket létesítsünk. Sok minden már el is készült. A további fejlődés érdekében — úgy gondoljuk — időszerű lenne olyan szakembercsoport létrehozása, amely szilárd műszaki-gazdasági bázison nyugvó koncepciótervet készítene az ipar vezetői döntésének előkészítésére. A várható biztonsági, műszaki, gazdasági előnyök egyértelműen kijelölik majd a tennivalókat.

\*

1971. október 5-én délután, 6-án egész nap és 7-én délelőtt „Mérés és automatizálás a kőolaj- és földgázbányászatban” átfogó címmel négy szekcióban előadások, hozzászólások hangzottak el a Helikon szálló különermében, valamint a Hullám étterem nagytermében.

## I. Fúrási szekció

Elnök: *Patsch Ferenc*; titkár: *Szabó György*

- Kadinger Béla:* Mélyfúrások műszerezésének fejlődési irányai
- Fülöp Miklós:* Mért fúrástechnológiai adatok elektronikus számítástechnikai felhasználása
- Tiraspolsky, W.:* (Franciaország) A fúrési hidraulika és a számítógép
- Dr. Szepesi József:* A fúrési paraméterek szerepe az anomális pórusnyomás és a fenyegető kitérés előrejelzésében
- Brown, W. O.:* (USA) A fúrólyuk nyomásának félautomatikus szabályozása
- Csaba József:* A kiegyensúlyozott nyomású fúrési mód műszerezése
- Dombi István:* A mélyfúrési öblítőrendszer paramétereinek detektálása és ezek felhasználása a kitérésvédelemre
- Baldauf, F.—Pulzer, E.:* (Ausztria) Tapasztalatok króm-lignit-króm-lignoszulfonát fúróiszap nagyon mély fúrásoknál történő, és neheztett, olajbázisú fúróiszap nehéz körülmények közötti alkalmazásáról
- Dr. Megyeri Mihály—Teknyős István:* A teszter, mint a fúrési tevékenység egyik legkorszerűbben műszerezett szerszáma
- Strniste, K.:* (Csehszlovákia) A fúrési gyakorlatban alkalmazható segédeszköz. (Célmérce)

## II. Kőolaj- és földgáztermelési és rezervoármérnöki szekció

Elnök: *Dr. Bán Ákos* és *dr. Szilas A. Pál*; titkár: *Peti László*

- Pápa Aladár:* A kőolaj- és gáztermelés mérési és automatizálási helyzetének elemzése az NKFFV-nál
- Falucskai Lajos—Lovasi Sándor—Pintér István:* A mérés és automatizálás fejlesztésének irányelvei az NKFFV-nál A CPS/21 és a kőolajtermelés automatizálása
- Novell, J.:* (Ausztria) Gáztermelés az ÖMV-AG nagymélységű kútjaiból
- Gazsó E.—Riegner, H.:* (Ausztria) Fizikai-kémiai mérőműszerek szerepe a rezervoárméchanikában
- Dr. Tóth József—dr. Lakatos István:* Repedéses tárolók modellezésének és a kiszorítási vizsgálatok értékelésének néhány problémájáról
- Dr. Bauer Károly:* Mélységi differenciális nyomásmérő
- Tóth András—Krébesz András:* Földgázipari technológiai berendezések üzemviteli és folyamatellenőrzési mérési igénye
- Kunert, F.—Schwarzmann, H.:* (Ausztria) A termelőberendezések automatizálása a matzeni olajmezőn
- Szeles János—Farkas István:* A kőolajtermelés hozammérési problémái a nagylengyeli mezőben
- Kinne, K.—Udvardi G.:* (Ausztria) Egy magas tartály önműködő homoktalanító berendezése

- Bögi István—Mika György:*

Földgázkonkondenzátum-kezelő technológiák szabályozása reflux nélküli rektifikáló torony alkalmazásakor. Alkalmazási kör és kapcsolási sémák

- Simon Tibor:*

Félüzemi berendezés létesítése földgáz-technológiai készülékek tanulmányozására, földgázkezelő üzemek teljesen automatizált változatainak kifejlesztésére

- Hobler, A.—Schönewolf, H.:* (NSZK)

Szerkezetanyag- és konstrukciós problémák savanyú földgáz kezelésénél

## III. Kőolaj- és földgáz tárolása és szállítása szekció

Elnök: *Dr. Garai Tamás*; titkár: *Szalai Antal*

- Molnár János—Salz Péter:*

Gáztávvezeték-hálózat gazdaságos irányítása

- Szűcs Árpád:*

Serck-VILATI telemechanikai kooperáció

- Pálffy István:*

Az északi telemechanikai rendszer bővítése és átalakítási tapasztalatai

- Máté Ferenc:*

A távvezeteki szállítás távközlése Mit nyújthat az adatátvitel a szénhidrogéniparnak

- Medvés Iván:*

Automatizált távbeszélő-rendszer kialakításának jelentősége a kőolaj- és gáziparban

- Cs. Varga János:*

Föld alatti kőolaj-, földgáz- és terméktávvezetékek korrózióvédelmének néhány mérési és automatizálási kérdése

- Hargittai Péter:*

Automata potenciálvezérlésű katóddállomások és távjelzett potenciálok

- Makáry Endre:*

Az amerikai gázmérési gyakorlat. Múlt, jelen, jövő

- Upp, E. L.:* (USA)

Gáztömögáram-számítógépek pontosságának meghatározása

- Sargeant, R. A. E.:* (Nagy-Britannia)

Turbinás áramlásmérők és alkalmazásuk az olajbányászatban

- Emödi György:*

Nagyméretű tartályokban tárolt folyadékok mennyiségmérési problémái

- Kutassy Benedek:*

Tárolt kőolajféleségek készletmérésének problémái

- Kovács Győző:*

Nyersolajtartálypark műszerezése

- Szabó Sándor:*

Nomogram mérőperemek számításhoz

- Molnár János:*

## IV. Általános mérés-technikai szekció

Elnök: *Dr. Bán Ákos*; titkár: *Peti László*

- Löke Máté:*

Automatizálás — milyen műszerekkel?

- Netzbandt, P. E.:* (Olaszország)

Fejlődés az olaj- és gázipari berendezések korróziómérése terén

- Sargeant, R. A. E.:* (Nagy-Britannia)

TAYLOR-berendezések gáztömögáram mérésére

- Urbán József:*

A Mechanikai Mérőműszerek Gyárában újonnan kifejlesztett ROTABERG automatikaelemek

- Büchau, W.:* (NSZK)

Berendezés robbanásveszélyes gázkoncentrációk jelzésére

- Horváth Lajos:*

A hazai szénhidrogén-termelés, -szállítás és -feldolgozás műszerhelyiségei és műszerépületei

Az előadások csakúgy, mint a sokszor azokkal egyenértékű hozzászólások, német és angol nyelvű szinkrontolmacsolás révén külföldi vendégeink számára is érthetőek voltak (a kiváló műszaki tolmácsolást *Buda Ernő*, *Simon Tibor* és *Vágó Kálmán*), míg a berendezések szakszerű szerelését és irányítását *Horváth Béla* és *Balázs Ágnes* végezték.

\*

A vándorgyűlés tartama alatt a Helikon szálló foyerjában — *Csepeli Gábor* és *Jankovics György* hozzáértő rendezésében — a vándorgyűlés tematikáját tükröző, a kőolajbányászat automatikáját bemutató műszerkiállítás világcégek — CAMCO Ltd., CAMERON, HONEYWELL, MARTIN—DECKER (amerikai); TAYLOR (angol); AUER-Gesellschaft (NSZK) — igényes műsereit mutatta be, melyekkel ugyancsak felvették a versenyt a Budapesti Kőolajipari Gépgyár, a Mechanikai Mérőműszerek Gyára, a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium, a Műszeripari Kutató Intézet, valamint a Vízkutató és Fúró Vállalat felvonultatott termékei.

\*

A vándorgyűlés végén tartott plenáris ülésen először a szakcsoportnökök foglalták össze a rendkívül széles skálájú és tanulságos előadásokat és vázolták azok várható hatásait, majd GYULAY ZOLTÁN, az OMBKE elnöke a vándorgyűlést a következő szavakkal rekesztette be:

Tisztelt Vándorgyűlés! Hölgyeim és Uraim!

Nekem jutott a megtiszteltetés, hogy XII. Vándorgyűlésünk keszthelyi programját bezárjam. Ószinte öröm volt számunkra, hogy a közeli és távoli külföld neves szakemberei ily szép számban tisztelték meg jelenlétükkel gyűlésünket. És egyre nő a visszatérő vendégeink száma. Hazánk kis ország, szénhidrogén-termelésünk is csak a magunk számára jelentős. Így mi nyertünk a külföldiek részvételével. Az ő jelenlétük szemmel láthatóan példázta, hogy az olajipar egyike a legnemzetközibb iparoknak, mely összeötvözi a legkülönbözőbb nemzetek szakembereit.

Úgy érzem, együttlétünk nagyon hasznos volt szakmai szempontból, amikor kicseréltük tapasztalatainkat és ezáltal hasznos információhoz jutottunk. Együttlétünk ugyanilyen eredményes volt az emberi kapcsolatok szempontjából is, hiszen a konferenciatermekben, a szabad órákban és a fehér asztalok mellett új ismeretségek születtek, barátságok köttetek és régi barátságok erősödtek meg. E pár nap alatt úgy összeszoktunk, hogy hiányozni fognak, ha tőlünk hazatérnek. Kicsit fordítottja fog történni annak, amit a francia közmondás kifejez: „Elmenni annyi, mint egy kicsit meghalni”. Mi fogjuk egyedül érezni magunkat.

Ezután a kicsit érzelmes megjegyzés után egy kicsit derűsebb kéréssel fordulok Önökhöz. Bizonyára nem minden sikerült úgy, ahogy mi, a vendéglátók szerettük volna. Kedves Vendégeinket arra kérem, ha nem voltak megelégedve, mondják el nekünk, ha meg voltak elégedve, mondják el mindenkinek.

És most abban a reményben, hogy két év múlva ismét találkozunk, úgy köszönök el Önöktől és Vándorgyűlésünk minden résztvevőjétől, hogy a viszontlátásig

Jó szerencsét!

\*

... „Dolgozni csak pontosan, szépen” ... úgy volt érdemes, de érdemes volt, ahogy a POLLOK LÁSZLÓ által nagyvonalúan és mégis mindenre kiterjedő figyelemmel, tapintatosan, mégis energikusan irányított rendezőgárda (le kell írni a nevüket, hogy ez is megköszönjük odaadó munkásságukat: *Hajdú Lajos*, *Krebesz András*, *Piller Judit*, *Török Attila*, *Vékony Mária*) ezt a vándorgyűlést megrendezte. Mert a szakmai előadásokon túl szórakoztató, művészi élményt nyújtó társadalmi programról is messzemenően gondoskodtak. Így október 5-én este a keszthelyi színházban az Építők szakszervezete „Vadrózsák” művészegyüttesének vérpezsdítő magyar táncokat bemutató előadásában gyönyörködhattunk, míg a német- és angolnyelvű idegenvezetők szakszerű, színes kalauzolásával mellett a hölgyprogram egyik nap Keszthely, Hévíz (fürdészel), más alkalommal meg Tapolca (Tavas barlang) — Nagyvácszony (Kinizsi vár) — Herend (Porcelángyár) — Balatonfüred — Badaacsony, majd harmadik nap egy Szent György hegyi tsz-szólészet borpincejének meglátogatásával maradandó élményt nyújtott az azon résztvevőknek.

A keszthelyi program során külföldi vendégeinket az első estebéden GYULAY ZOLTÁN imígyen üdvözölte

Kedves Tagtársak, kedves Vendégeink! Hölgyeim és Uraim!

Engedjék meg, hogy az OMBKE vezetősége nevében szívesen köszöntsem Önöket, XII. Vándorgyűlésünk résztvevőit. Külön üdvözlöm a kedves külföldi vendégeket. Az a körülmény, hogy 15 országból mintegy 100 külföldi szakember jött el Keszthelyre, köztük az olajnagy hatalmak képviselői is, külön megtisztelő számunkra.

Vándorgyűlésünknek ez a nemzetközi jellege indít arra, hogy visszaemlékezzem, miszerint 1885-ben a mélyfúrás egyik nagymestere, *Albert Fauck*, egy budapesti bányászati-geológiai kongresszuson javasolta azt, hogy alakítsák egy Internationaler Bohrtechnischer Verein, melynek tagjai évenként üljenek össze tapasztalatcserére, a mélyfúrás fejlesztése érdekében. Az egyesület még az évben megalakult, és Kassán — ma Kosice Csehszlovákiában — tartotta első gyűlését. Az egyesület rendszeres évi gyűlései 1925-ben alakultak át négyévenkénti mélyfúró kongresszusokká, majd 1933-ban a nagyérdemű *Mrazek* román geológus javaslatára kőolaj-világkongresszusokká.

Amint a délelőtti megnyitó ülésen *Bese Vilmos* vezérigazgató mondta, kisebb méretekben a mi vándorgyűléseink is ez egykor hazánkban megalakult nemzetközi fúrótechnikus-gyűlések szakmai örökösei. Reméljük, hogy vándorgyűléseink erős nemzetközi jellege a következő években is megmarad.

Kedves kötelességem, hogy külön köszöntsem kedves hölgyvendégeinket. Ők teszik kedvessé, színessé együttlétünket. Ha valami gonosz szellem hirtelen elragadná őket körünkből, elszíntelenednénk, elhervadnánk, mint a Faustban Margaréta virágsokra Mefisztó érintésére.

És most, nem törődve azzal a régi bányászmondással, hogy „korán sirba száll az, aki túl sokat iszik mások egészségére”

— „Mancher ist zu früh ins Grab gesunken,  
Weil er zuviel Gesundheit getrunken” —,

ürítsük poharunkat egymás egészségére!

\*

Október 6-án este nagy érdeklődés kísérte a *Vasvári János* által szervezett filmbemutatót, mely az OKGT tevékenységét „A kőolajipar 25 éve”, valamint „Negyvenézer a tízmillióért” c. filmeket keresztül ismertette.

\*

A vándorgyűlést lezáró október 7-i ebéden a külföldi vendégek doyenje, Dr.-Ing. *Becker, H.* professzor szellemes pohárköszöntőben mondott köszönetet a magyaros vendégszeretettel felejtethetlenné tett tanulságos szakmai programért. „Mindig és örömmel eljövünk, valahányszor meghívunk” fejezte be beszédét.

\*

A külföldi vendégek október 8-án a *Bacsinszky Tibor* vezette gellénházi szakcsoport kalauzolásával meglátogatták a *Tóth Ferenc* igazgató által bemutatott zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeumot, valamint az ország legszebb tájegységi falumúzeumát, a festői göcseji skanzent. Ez alkalommal a zalaegerszegi Napsugár étteremben rendezett ebéden *Koplár Lajos*, a zalaegerszegi Tanács V. B. elnökhelyettese üdvözölte pohárköszöntőjében a vendégeket. Nem kisebb élményt jelentett a mintaszéri szanki gázüzem megtekintése október 9-én, ahol *Falk Miklós* üzemvezetővel az élén *Csákó Dénes* és *Szánthó Géza* szolgáltak szívesen szakszerű magyarázatokkal. A bugaci szabadtéri ebéd csakúgy, mint este a budapesti Intercontinental szálló Tokaj borozójában rendezett ünnepi vacsora méltó befejezése volt a szakmai ismereteket és baráti kapcsolatokat egyaránt gyarapító és megerősítő ötnapos programnak.

\*

Hiányérzetünk lenne, ha nem említenék meg az előadások négy szekciójának megfelelően négy kötetben a minden résztvevő által kézhez kapott, s e műfajban rendkívül izléselesen, rotaprint eljárással sokszorosított előnyomatokat („preprinteket”). A tetszetős munka a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat *Mihály Kálmán* vezette házi nyomdájának állít ki jeles bizonyítványt.

B. B.



# A kiszorítási határfok növelésének elvi lehetőségei

ZOLTÁN GYŐZŐ

*A tanulmány a hagyományos, vízzel való olajkiszorítás — mint legolcsóbb termelési eljárás — teljesítménynövelésének lehetőségeit tárgyalja, s a viszkozitásnövelő adalékoknak ad elsőbbséget szemben azokkal az anyagokkal, melyekkel a tároló felületi fizikai-kémiai tulajdonságait vélik megváltoztatni. Elvi megfontolásaival a kihozatali határfok növeléséhez fűződő kérdések tisztázását sürgeti, s azt a különböző tudományterületeken dolgozó szakemberek koordináltabb együttműködésétől reméli.*

Ismert tény, hogy a hagyományos olajtermelési eljárások — olajkiszorítás víz- vagy gázbesajtolás útján — csak igen rossz kihozatali határfok elérését teszik lehetővé. Az utóbbi években gondos elemző munka eredményeként nyilvánosságra hozott adatok [1] bizonyítják, hogy ezek a kihozatali értékek még a fejlett olajtermelési technológiával rendelkező országokban is kicsik, s még szembetűnőbb, hogy az átlagos kihozatali értékek mögött milyen messze elmaradnak azok a számok, melyek a termelési határfok alsó határát jelentik. Ma, amikor az energiagazdálkodásban a súlypont a szénhidrogének felé tolódik, érthető a törekvés, mely ezt a kihozatali határfokot megjavítani igyekszik. E törekvés eredményeképpen új termelési eljárások születtek, mint az elegyedő kiszorítási módszerek, a különböző termikus eljárások, de történtek kísérletek más módszerek (pl. a nukleáris energia felhasználása az olajtermelésben) bevezetésére, illetve a fentiek kombinált alkalmazására is.

Nincs eldöntve még a kérdés, hogy ezekkel az új termelési eljárásokkal elérhető-e a kihozatali határfok minden szempontot kielégítő megjavítása. Az olajtermelés köztudomás szerint elsősorban nem technikai, hanem gazdasági vállalkozás; célja, hogy minél rövidebb idő alatt minél kisebb anyagi ráfordítással érje el az adott feltételek mellett elérhető legnagyobb végső kihozatalt. A fő törekvésnek tehát oda kell irányulnia, hogy a kiválasztott termelési eljárás gazdaságos legyen. Elhíhető, hogy az új termelési módszerek — akár az elegyedő, akár a termikus eljárások bármelyikét nézzük —, jobb technikai határfokot nyújtanak, de gazdasági vonatkozásban több kockázatot is hordanak magukban. Egyrészt, mert az eljárás alkalmazásához a tárolórendszerrel illetően olyan mennyiségű és minőségű információra van szükség, melyek megszerzése a mai feltérési módok mellett nem lehetséges, másrészt maga az alkalmazott módszer — elegyedő kiszorító fázis visszasajtolása vagy célszerűen fenntartott termikus folyamatok — vitathatatlanul költségesebb, mint pl. a vízkiszorításos eljárás. Vízvisszasajtolásnál a kiszorító fázis általában könnyen elérhető, elegendő mennyiségben és kielégítő minőségben áll rendelkezésre, felhasználása a kiszorítási folyamatban az előbbiekkal szemben sokkal

egyszerűbb. Kézenfekvő tehát a gondolat, hogy ennek a kiszorítási eljárásnak a határfokát kell megjavítani, hogy közelítsen a technikai cél felé, s ugyanakkor gazdasági oldalon se igényeljen nagy ráfordítást, alkalmazásával legyen elérhető az olajtermelés legfontosabb célja: a nagyobb, de olcsóbb kihozatal.

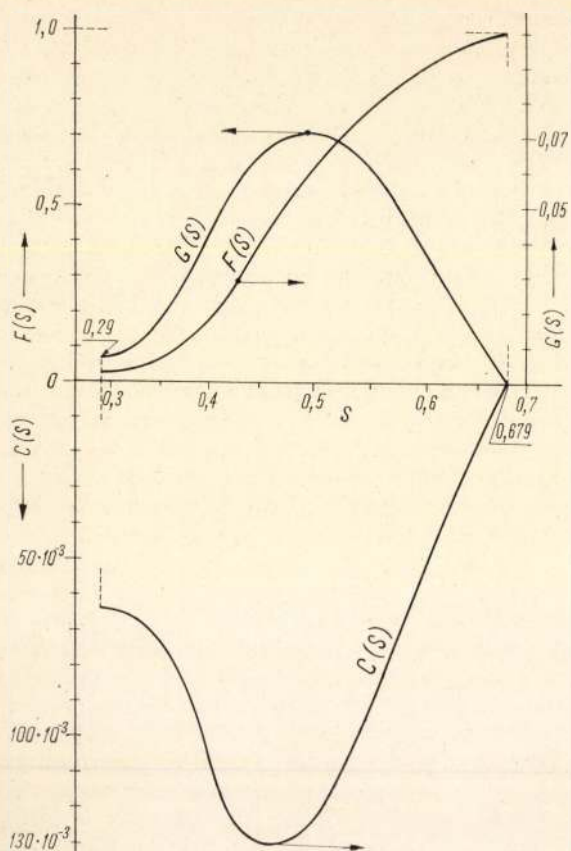
A kőolajtárolók igen bonyolult, sok összetevővel bíró rendszerek, természetes adottságaik által meghatározott magatartásuk abban a megállapításban összegezhető, hogy a tárolók folyadéktartalmukat megtartani igyekeznek, és ellenállnak e folyadéktartalom kicserélésére irányuló törekvéseknek, azaz a kőolajtelepek természetes karakterüknél fogva igen gyakran csak kis kiszorítási határfokot engednek meg. Közel fél évszázados múltra tekint már vissza az a tervszerű felderítő munka, melynek célja a tárolók viselkedését kiváltó okok megismerése, hogy azután e megismerés birtokában hatékony beavatkozásra nyíljon lehetőség. E sokirányú elméleti és kísérleti elemző tevékenység eredményeként ma már kétségkívül igaz, hogy azok az összetevők, melyek eredője a tárolók fenti magatartásában csúcsosodik ki, a tároló egészével összefüggő részben konstans jellegű részben folytonosan változó, a tároló mindenkori állapotától függő tényezők, melyek helyüket tekintve a természettudományok területén részben az áramlás-elmélet, részben a határfelületi fizikai-kémia részei.

Kőolajnak vízzel történő kiszorításakor kiszorító és kiszorított fázisok együttáramlása, pontosabban az együttáramlással járó s a tulajdonképpeni olajkiszorítást jelentő telítettségváltozás folyamata legcélsebben a *Leverett-összefüggésből* felépíthető

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial x} \left[ N_h F(S) + N_c C(S) \frac{\partial S}{\partial x} - N_g G(S) \right] = 0$$

differenciálegyenleten [2] s a hozzá tartozó függvényábrákon (1. ábra) szemlélhető. A differenciálegyenlet  $N_h$ ,  $N_c$  és  $N_g$  konstansai a kétfázisú áramlás térfogatsebességét, a tároló és telepfolyadékok fizikai tulajdonságait, továbbá a kiszorítás geometriáját foglalják magukban, s a kiszorítás során mint állandó tényezők vesznek részt a folyamatban; az  $F(S)$ ,  $C(S) \frac{\partial S}{\partial x}$  és  $G(S)$  pedig a telepfolyadékok viszkozitásvizonyai és a rendszer határfelületi tulajdonságai által kialakított, a tároló mindenkori telítettségű állapotától függő és vele együtt változó tényezők.

A differenciálegyenlet s a függvényábrák együttes szemléléséből világossá válik, hogy célszerűen megválasztott s mindig ugyanazon határ- és kezdeti feltételek mellett milyen módon lenne növelhető az idő-



1. ábra  
A kétfázisú áramlás alapfüggvényei

egységre jutó telítettségváltozás értéke,  $s$  miképpen lesz az  $S(x, t)$  telítettségfüggvény az egész folyamatban kedvezőbb alakú.

Elemelve a differenciálegyenletet, arra a következtetésre jutunk, hogy ez az állapot az összefüggés konstansain keresztül aligha érhető el. E konstansok, mint említettük, a tárolókőzet és telepfoliadékok fizikai tulajdonságaival ( $k, \phi, \rho_w, \rho_o, \mu_w, \mu_o$ ), a kiszorítás geometriájával ( $\alpha, g$ ) és a térfogatsebességgel ( $u$ ) függenek össze. Számottevően és az egész tárolóra kiterjedően nem módosíthatók sem a kőzet-, sem a telepfoliadék-paraméterek, a tároló térbeli helyzetével s a környezetéhez való viszonyával a kiszorítás geometriája is adott, és csak kivételesen ritka esetben van választási lehetőségünk; geológiai és termelés technológiai feltételek határt szabnak a térfogatsebességnek is.

A differenciálegyenlet másik tényezőcsoportja az  $F(S), C(S)$  és  $G(S)$  függvények, melyek közül az  $F(S)$  a domináns; a  $C(S)$  függvénynek számottevő szerepe csak a kezdeti víztelítettséghez közel eső telítettség tartományban van, s ezzel is kedvezőtlen befolyást gyakorol a kiszorításra [3]; a  $G(S)$  függvényről tudjuk, hogy függőleges irányú kiszorítás esetén is csak kis mértékben s igen nagy, a primér termelés időszakában alig elérhető víztelítettség mellett van hatással a telítettségváltozásra [4]. Szerepét a továbbiakban csak azért nem hanyagoljuk el, hogy teljes képet nyerjünk az elmondani kívánt problémáról.

Ha e második tényezőcsoporton keresztül akarunk befolyást gyakorolni a telítettségváltozás mértékére, rögtön szembeütközünk, hogy az az adott függvényábrák olyan irányú deformációjával érhető el, amelynél az

$F(S)$  függvény inflexiós pontja, a  $C(S)$  szélső értéke a nagyobb víztelítettség irányába tolódik el, s ugyanakkor a  $G(S)$  függvényt illetően a szélső értéknek a kisebb víztelítettség irányába kell elmozdulnia.

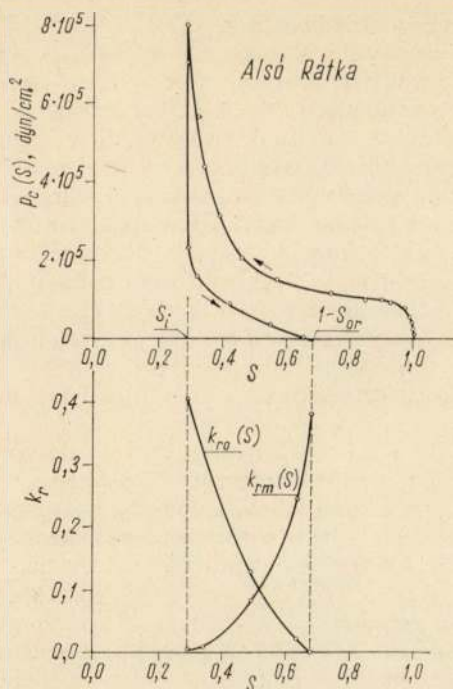
Korábban már utaltunk arra, hogy a kiszorítás hatásfokát — a telítettségváltozást — befolyásoló tényezők részben határfelületi fizikai-kémiai jellegűek, részben a kiszorított és kiszorító fázisok együttmozgását jellemző áramlástani sajátságok. Kézenfekvő, hogy függvénycsoportunk megkívánt deformálásának lehetőségeit is e két területen kell keresni, azaz:

- a) számottevő változást kell elérni a tároló kapilláris alapkarakterében, vagy pedig
- b) a kiszorítás áramlástani sajátságait kell módosítani.

Hogy e két lehetőség közül melyiket válasszuk, nyitott kérdés, de tehetünk néhány észrevételt.

A tároló kapilláris alaptulajdonságai a  $p_c(S), k_{rw}(S)$  és  $k_{ro}(S)$  függvényekben tükröződnek. Nehéz elképzelni a tárolókőzet és telepfoliadékok felületi magtartásában azt a változást, ami olyan mértékig jusson kifejezésre ezekben az összefüggésekben, hogy az a belőlük felépülő  $F(S), C(S)$  és  $G(S)$  előbbiek szerint megkívánt deformációját hozza létre. A nehézséget itt a ráfordításbeli tényezők csak másodsorban jelentik, elsősorban a tároló felületi tulajdonságait előidéző okok ismerete a döntő. Mindaddig, amíg ezen okokat kiváltó s a tárolóban meglévő természetes felületaktív komponensek anyagi lényege nem ismert, nem lehet szó átgondolt, célszerű és gazdaságos felületi kezelés megvalósításáról. Ma a természetes felületaktív anyagokról alig tudunk többet létezésüknél, hatásukat ellensúlyozó aktív anyagok kiválasztása nem is lehetséges. A felületaktív anyagok tárolóbeli alkalmazása lényegesen eltérő körülmények között történik, mint ahol eddig — laboratóriumban, ipari műveletek közben — megismertük őket, s nem lehetetlen, hogy azok innen ismert fizikai, kémiai, fizikai-kémiai s egyéb tulajdonságai olyan mértékig megváltoznak, hogy használhatatlanná válnak, illetve új, ma még nem ismert hatóanyagokat kell keresni. Csak ezután kerülhet sor az alkalmazásukkal összefüggő gazdasági kérdések megválaszolására.

A kedvezőbb kiszorítási folyamat lehetőségét az áramlástechnikai sajátságok módosítása kínálja. Sok variáció nem adódik, mert a tároló állapotjelzői itt még kevésbé befolyásolhatók, de a visszasajtolásra kerülő vizet alkalmasan előkészítve, lényegesen tudjuk növelni annak kiszorító hatását. A mobilitásvizonyokból adódó előnytelenység ismert, és ismert az a tény is, hogy a legkisebb víztelítettséget mutató felületek előrehaladásának sebessége a legnagyobb, azaz a legkisebb méretű kapillárisok vizesednek el legelőször.  $S$  ha ezek a vízzel telített pórusterek elégséges átérésztést biztosítanak az igen lassan mozgó víz számára, annak kiszorító hatása nagymértékben csökken, s az olajtartalom a nagy kapilláris terekben mindvégig kiszorítatlan marad. Ezt elkerülendő, a kiszorító fázis viszkozitását növelve, a megváltozott mobilitásvizonyok következtében az eddigi kifejezetten együttáramlás helyett tényleges kiszorító front jön létre, a megnövelt viszkozitású kiszorító fázisnak csökken a legkisebb pórusterekbe való felszívódási hajlama, s áramlástechnikai okok miatt a nagy pórustereket részesíti előnyben és szorítja ki azok olajtartalmát.



2. ábra

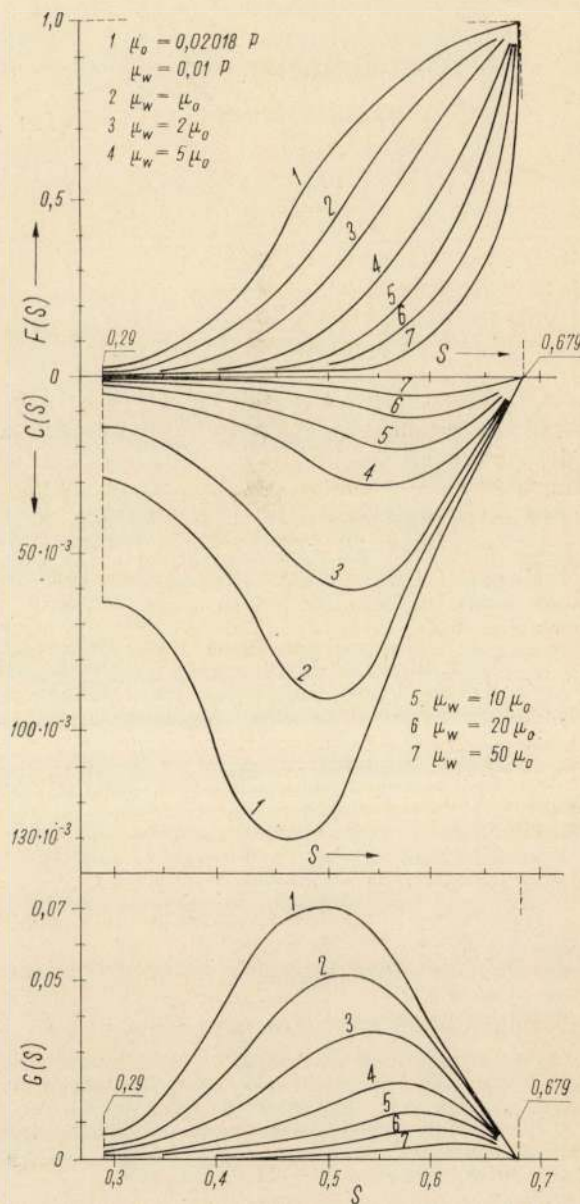
A kétfázisú áramlás alapfüggvényeinek változása a kiszorító fázis viszkozitásának növelésével

A viszkozitásnöveléssel járó kedvezőbb kiszorítási viszonyokat mutatják a 2. ábra függvénycsoportjai. A görbesereg megszerkesztéséhez, valamint az 1. ábra alapfüggvényeihez az adatokat a 3. ábra laboratóriumi méréseiből vettük. Az ábrák világosan mutatják, hogy a növekvő viszkozitás függvényében miként módosul az egyes alapfüggvények szerepe a kiszorításban. Az amúgy is elhanyagolható gravitációs hatás — mint ez a  $G(S)$  alakjának változásából kitűnik —, tovább csökken, de az a körülmény, hogy a sűrűségkülönbség mint kiszorító tényező még később jut szerephez, nem bír jelentőséggel. A kapillaritás — a  $C(S)$  függvény alakjából — a kis víztelítettségű telítettség-tartományban, szemben a konvencionális vízkiszorításnál látottakkal, növekvő viszkozitással egyre kisebb szerephez jut, következésképpen csökken a legkisebb méretű kapillarisok elvezető hajlama. A függvény szélső értékének kisebbé válásával a teljes telítettség-tartományban alárendeltebb lesz a kapillaritás előnytelen befolyása.

A kiszorítási folyamatban uralkodó szerepet betöltő  $F(S)$  áramlásfüggvénynek alakja a viszkozitásnövekedéssel igen kedvezően változik. A függvény deriváltjának értéke a kis víztelítettségű tartományban, továbbá ugyanezen tényező a nagy víztelítettségűnél az  $S(x, t)$  összefüggéssel leírt telítettségelosztást előnyösebb állapotban tartja, mint ahogy ez a tisztán vízkiszorításnál lehetséges. Valóban létrejöhet az effektív kiszorítási front azáltal, hogy késik a vízfelszívódás a kapillaris hálózat legkisebb méretű porustereiben, következésképpen a kiszorító fázis kénytelen birtokba venni azokat a porustereket is, melyek eddig a kisebb kapillaris nyomás miatt kiszorítatlanok maradtak s lefűződtek.

Az eddig elmondott megfontolások figyelembevételével szervezett és megvalósított kiszorítási eljárás

egyértelműen értékelhető. A legfontosabbról, a vállalkozás gazdasági mérlegének pozitív alakulásáról az előkészítés során kell gondoskodni. A megkívánt technikai műveletek alig különböznek a hagyományos vízbesajtolás igényelte tennivalóktól, a besajtolandó víz minőségét illetően sincs különösebb követelmény, a konvencionális vízelárasztásra előkészített bármilyen (réteg- vagy külszíni) víz megfelel. A viszkozitásnövelő adalék anyagok kiválasztásánál a döntő szempont az legyen, hogy velük egyszerűen, különösebb gépi felszerelés nélkül, tárolóviszonyok között is stabil tulajdonságokat mutató, nem agresszív, kis koncentrációban és kis visszasajtoló térfogatban is nagy hatásfokú kiszorító fázis legyen előállítható. Ma már igen sok olyan adalék anyag ismert, melyek a célnak kevésbé vagy jobban megfelelnek. A kiszorítási műveletekhez hozzátartozik a gondos laboratóriumi előkészítő munka is, melynek feladata a lehetőségeknek a tárolóvi-



3. ábra

A laboratóriumi mérésekből meghatározott kapillaris nyomás és a relatív átteresztőképesség összefüggései

szonyokhoz való illesztése. Ebben a tevékenységben a fiziko-kémikus, a rezervoármechanikus és a termelés-technológus intelligens együttműködése elengedhetetlen, ez azonban mindennél könnyebben megvalósítható, csak szervezési kérdés lehet.

A viszkozitásnövelő adalék anyagok felhasználásával történő olajkiszorítás a legközelebbi jövő uralkodó kiszorítási eljárása lesz. Lényegesen olcsóbb, mint az elegyedő vagy termikus eljárások bármelyike, nem korlátozódik termelési periódusokra, alkalmazására bármikor sor kerülhet, de általa a telep leművelésének legjobb hatásfoka akkor érhető el, ha minél korábban, a termelés megkezdésével egyidejűleg alkalmazzák.

$N_c$	kapilláris konstans	$\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$
$N_g$	gravitációs konstans	$\text{cm s}^{-1}$
$p_c$	kapilláris nyomás	$\text{gcm}^{-1} \text{s}^{-1}$
$S$	víztelítettség	
$t$	idő	s
$u$	térfogatsebesség	$\text{cm s}^{-1}$
$x$	távolság	cm
$\alpha$	a kiszorítás irányának a vízszintessel bezárt szöge	fok
$\phi$	porozitás	
$\mu_w$	vízviszkózitás	$\text{gcm}^{-1} \text{s}^{-1}$
$\mu_o$	olajviszkózitás	$\text{gcm}^{-1} \text{s}^{-1}$
$\rho_w$	vízűrűség	$\text{gcm}^{-3}$
$\rho_o$	olajűrűség	$\text{gcm}^{-3}$

## JELÖLÉSEK

$C$	kapilláris függvény	
$F$	áramlásfüggvény	
$G$	gravitációs függvény	
$g$	nehézségi gyorsulás	$\text{cm s}^{-2}$
$k$	abszolút áteresztőképesség	$\text{cm}^2$
$k_{rw}$	} relatív áteresztőképesség	
$k_{ro}$		
$N_h$	áramlási konstans	$\text{cm s}^{-1}$

## IRODALOM

- [1] Gyulay Z. és társai: A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1967—1968. Bibliográfiai tanulmány, Kőolaj- és Földgáz Különszám, p. 43. (1969).
- [2] Fayers, F. I.—Sheldon, J. W.: The effect of capillary pressure and gravity on two-phase fluid in porous medium. Trans. AIME 216. 1959. p. 147.
- [3] Zoltán, Gy.: A kapillaritás hatása a „kiszorítási front” alakjára. Kőolaj- és Földgáz 6. p. 182—183 (1971).
- [4] Zoltán Gy.: A határfelületi energia a kőolaj-kiszorításban. Kőolaj- és Földgáz 11 p. 355—356 (1970).

## KÖZLEMÉNY

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Titkárságán az alábbi könyvek és kiadványok rendelhetők meg: Péché Antal: Selmeci bányavállalatok története II. 1650—1750. Sajtó alá rendezte: Kosáry Domokos. Terjedelem 654 oldal. Ára 90 Ft.

Péché Antal: Alsómagyarország bányaművelésének története III. 1650—1750. Sajtó alá rendezte: Kosáry Domokos. Terjedelem három kötetben 1246 oldal. Ára 180 Ft.

Bányászati és Kohászati Lapok tartalommutatója 1868—1950. 1—83. évfolyam. Szerkesztő: Legény János. Terjedelem 147 oldal. Ára 50 Ft.

Bányászati Lapok tartalommutatója 1951—1967. 84—100. évfolyam. Szerkesztő: Tóth Pál. Terjedelem 111 oldal. Ára 45 Ft.

Kohászati Lapok tartalommutatója 1951—1967. 84—100. évfolyam. Szerkesztő: Óvári Antal. Terjedelem 90 oldal. Ára 45 Ft.

Legújabbkori fémkohászat története. (A Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet, a Metallochémia Vállalat, az Állami Pénzverő, a Csepeli Fémű, a Rézhengerművek, a magyar bauxitbányászat, a magyar timföldgyártás, alumíniumkohászat, félgyártmánygyártás története kialakulásuktól napjainkig). Szerkesztette: Becker Ervin. Terjedelem 195 oldal. Ára 130 Ft.

A mangánérc termelés, dúsítás, mangánötvözet gyártás, felhasználás kérdései. Szerkesztő: Fülöp Elemér. Terjedelem 237 oldal. Ára 40 Ft.

III. Tűzállóanyag-ipari Konferencia anyaga. Terjedelem 240 oldal. Ára 40 Ft.

Bányászati Kongresszus 1960. teljes anyaga 4 kötetben. Ára 50 Ft.

Országos bányamérő konferencia előadássorozata. Hazai gyártmányú gíroteodolitokkal való mérés tapasztalatai. Szerkesztő: Czuczor Ernő. Terjedelem 187 oldal. Ára 40 Ft.

A frontfejtések önjáró biztosító berendezései alkalmazásának gyakorlati kérdései. (Oroszlányi ankét anyaga) Szerkesztő: Gonda János. Terjedelem 178 oldal. Ára 40 Ft.

V. Bányavízvédelmi konferencia tárgyalási anyaga. Szerkesztő: Willems Tibor. Terjedelem 297 oldal. Ára 60 Ft.

Bányavizeink hasznosítása c. ankét anyaga. Terjedelem 243 oldal. Ára 60 Ft.

A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1967—1968. (Bibliográfiai tanulmány). A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszáma. Főszerkesztő: Binder Béla. Terjedelem 69 oldal. Ára 24 Ft.

A kőolaj és földgázbányászat műszaki fejlődése 1969. (Bibliográfiai tanulmány). A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ különszáma. Főszerkesztő: Binder Béla. Terjedelem 110 oldal. Ára 24 Ft.

A kőolajbányászat hidraulikai kérdései. (Az Olajbányászati Szakosztály vándorgyűlésének anyaga). Szerkesztő: dr. Alliquander Ödön. Terjedelem 228 oldal. Ára 100 Ft.

III. Magyar Öntő Napok anyaga. Szerkesztő: Kálmán Lajos. Terjedelem 451 oldal. Ára 40 Ft.

IV. Magyar Öntő Napok anyaga. Szerkesztő: dr. Varga Ferenc. Terjedelem 314 oldal. Ára füzve 40 Ft, kötve 65 Ft.

V. Magyar Öntő Napok anyaga. Szerkesztő: Bakó Károly. Terjedelem kb. 500 oldal. Ára 70 Ft.

Bányászati segédanyagok gépesített mozgatója ankét anyaga. Szerkesztő: Lipták Géza. Terjedelem 129 oldal. Ára 30 Ft.

Hőálló és melegsizilárd acél ankét anyaga. Szerkesztő: Stehlik László. Terjedelem 500 oldal. Ára 98 Ft.

VI. Magyar Öntő Napok anyaga. Szerkesztők: Felner Sándor, Kálmán Lajos és Varga Endre. Terjedelem kb. 200 oldal. Ára 60 Ft.

Kötélpálya konferencia anyaga. Szerkesztő: Evers Antal. Terjedelem 119 oldal. Ára 45 Ft.

Tekintettel a korlátozott példányszámra, a könyvrendeléseket a beérkezés sorrendjében elégítjük ki. Fizetés módja: átutalással vagy utánvétellel, a megrendelő kívánsága szerint.

Megrendelhető az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Titkársága (Bp. V., Szabadság tér 17. II. 221.) címén.

AZ OMBKE TITKÁRSÁGA

# Függőleges kétfázisú áramlás nyomásviszonyainak vizsgálata

ifj. PATSCH FERENC

A termelőcsőben létrejövő többfázisú áramlás nyomásviszonyainak számítása a szénhidrogén-termelés tervezésének egyik fontos alapfeladata. A tanulmány egy, a hosszadalmas számítási munkát igénylő Ros-módszer és a Krilov-módszer kombinálásával nyert számítási eljárást ismerteti, mely a korszerű módszereknél lényegesen kevesebb számítási munka eredményeként a gyakorlatnak megfelelő pontosságú eredményeket ad.

## Bevezetés

Felszállva, ill. segédgázzal termelő olaj-, gáz- és vízkutak termelőcsővében létrejövő, általában többfázisú, csaknem függőleges áramlás nyomásvesztésének számítással való meghatározása termeléstechológiai szempontból rendkívül fontos. A probléma nagy gyakorlati jelentőségét bizonyítja, hogy a vele kapcsolatos kutatások mintegy két évszázadra nyúlnak vissza. E kutatómunka eredménye, hogy ma — a gyakorlat szempontjából fontos áramlási tartományokban — kielégítő pontosságú eljárások állnak rendelkezésre. Az elmúlt években megjelent számítási eljárások hátránya, hogy rendkívül munkáigényesek; alkalmazásuk csak nagy teljesítményű elektronikus számítógép segítségével lehetséges.

Az elmúlt két évtizedben publikált öt [1, 2, 3, 4, 5] általánosan alkalmazható számítási eljárásnak a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékén, Szilas A. Pál professzor irányításával végzett alkalmazhatósági vizsgálata és összehasonlító elemzése azt mutatta, hogy a különböző módszerek előnyeit egyesítve lehetőség van egy a modern módszerekkel megegyező pontosságú, de lényegesen kevesebb számítási munkát igénylő eljárás kidolgozására.

## Krilov elmélete

Folyadék és gázkeverék függőleges csőben történő együttáramlásának első átfogó leírását Krilov publikálta [1]. Áramlási elméletében részletesen elemezte az ideális és valóságos termelőcső működését, és rámutatott a valóságos viszonyok között fellépő, az együttáramló fázisok jelentős fajsúlykülönbségéből adódó siklási veszteség jelentőségére.

A függőleges kétfázisú áramlás Krilov által felírt differenciálegyenlete csekély formai átalakítás után a következő alakban adható meg:

$$\frac{dp}{dh} = \left[ 1 - \frac{q_g}{c_g} \right] \gamma_f + \left[ \frac{1,71 \cdot 10^{-3}}{d^5} q_f q_g + \frac{9,3 \cdot 10^{-7}}{d^{5,33}} q_g^2 + \frac{1,17 \cdot 10^{-3}}{d^{4,75}} q_f^{1,75} \right] \gamma_f, \quad (1)$$

ahol

- $dp$  a nyomásváltozás, kp/m<sup>2</sup>;
- $dh$  a termelőcső elemi hosszúsága, m;
- $q_f$  az olajhozam, m<sup>3</sup>/s;
- $q_g$  a gázhozam, m<sup>3</sup>/s;
- $c_g$  a gázfázis tényleges áramlási sebessége, m/s;
- $d$  a termelőcső-átmérő, m;
- $\gamma_f$  a folyadékfázis fajsúlya, kp/m<sup>3</sup>;
- $A$  az áramlási keresztmetszet, m<sup>2</sup>.

Az egyenlet jobb oldalán az első tag a siklási veszteséget is magába foglaló keverékfajsúly, a második tag az elemi hosszúságú csőben fellépő súrlódási nyomásvesztés.

Az egyenletben szereplő  $c_g$  tényleges gázáramlási sebességet Krilov laboratóriumi méretű berendezésen végzett kísérleti mérések alapján határozta meg, és számítására a

$$c_g = \frac{1,27}{d^2} (q_g + q_f) + 1 \quad (2)$$

összefüggést közölte.

Krilov az (1) és (2) összefüggést a dugós áramlási tartományban tartotta alkalmazhatónak.

Az üzemi hosszúságú termelőcső nyomásviszonyainak számításánál szükséges az (1) differenciálegyenlet megoldása. A Krilov által közölt analitikus megoldásnál elhanyagolták a gázfázis fajsúlyát, a fázisok ideális viselkedését tételezték fel, és csak a gáz fajtérfogatának nyomásfüggését vették figyelembe. A kapott végső összefüggést bonyolultsága miatt gyakorlati számításokra a szerző sem javasolta. A továbbiakban Krilov professzor (1) differenciálegyenletéből a termelőcső működésének értékelése szempontjából nagy gyakorlati jelentőségű  $q_g - q_f$  görbéket határozta meg, melyekből az optimális termelőcsőméret számítására vezetett le ma is széles körben használt összefüggést.

## A függőleges kétfázisú áramlás Krilov által publikált differenciálegyenletének numerikus megoldása

Krilov (1) differenciálegyenletének jelentősége, hogy egyszerű formában, elvileg helyesen írja le a termelőcsőben áramló folyadék- és gázfázis nyomásváltozását. A Poettmann—Carpenter módszertől eltérően szétválasztja a siklási és súrlódási veszteséget, így alkalmazása nagyobb pontosságot ígér a termelőcső menti nyomásviszonyok számításánál, az analitikus megoldás helyett azonban célszerűbb numerikus eljárást alkalmazni. E numerikus megoldásnak — melynek

gondolatát a *Poettmann—Carpenter* által alkalmazott grafikus megoldási mód adta [3] —, két jelentős előnye van:

- jó lehetőséget ad számítógép alkalmazására, és
- lehetővé teszi az együtt áramló folyadék- és gázfázis mennyiségének, valamint fiziko-kémiai tulajdonságainak a fázisok reális voltát figyelembe vevő meghatározását. (Reális gáz, kompresszibilis folyadék, gázoldódás a folyadékban.)

Az NME Olajtermelési Tanszéke által alkalmazott numerikus megoldás lényege a következő:

Az ismert kútfej- vagy kúttalpnnyomásból kiindulva megfelelően kis  $\Delta p_i$  lépésközi nyomássort veszünk fel, az egyes nyomáslépcsőkben számítjuk a folyadék- és gázfázis mennyiségét, valamint fiziko-kémiai tulajdonságait, majd az (1) összefüggés alapján meghatározzuk a nyomáslépcsőkhöz tartozó  $\Delta h_i$  termelőcsőhosszakat.

Az eljárást addig folytatjuk, amíg  $\sum_{i=1}^n \Delta h_i \cong L$ , ahol  $L$  a termelőcső hossza.

Ezután az utolsó nyomáslépcső határnyomásai közötti lineáris interpolációval határozzuk meg az  $L$  termelőcsőhosszúsághoz tartozó kúttalp- vagy kútfejnyomás-értéket. Ha az (1) alapegyenletet

$$\frac{dp}{dh} = \left[ 1 - \frac{A}{c_g} \right] \gamma_f + \left[ \frac{q_g}{A} \right] \gamma_g + \left[ \frac{1,71 \cdot 10^{-3}}{d^5} q_f q_g + \frac{9,3 \cdot 10^{-7}}{d^{5,33}} q_g^2 + \frac{1,17 \cdot 10^{-3}}{d^{1,75}} q_f^{1,75} \right] \gamma_f \quad (3)$$

alakban írjuk fel, akkor a gázfázis fajsúlyát is figyelembe vettük.

A (3) egyenlet átalakításával nyert

$$\frac{dp}{dh} = \left[ 1 - \frac{v_g}{c_g} \right] \gamma_f + \frac{v_g}{c_g} \gamma_g + \left[ \frac{1,53 \cdot 10^{-3}}{d} v_f v_g + \frac{5,731 \cdot 10^{-7}}{d^{1,33}} v_g^2 + \frac{7,62 \cdot 10^{-4}}{d^{1,25}} v_f^{1,75} \right] \gamma_f \quad (4)$$

összefüggés — ahol  $v_f$ , ill.  $v_g$  — a folyadék-, ill. gázfázis adott nyomáslépcsőben érvényes teljes áramlási keresztmetszetre vonatkoztatott áramlási sebessége m/s-ban,  $\gamma_f$ , ill.  $\gamma_g$  — a fázisok „in situ” fajsúlya,  $\text{kp/m}^3$ -ben — az eredeti (1) összefüggésnél gyakorlatilag nem bonyolultabb, elektronikus számítógépre könnyen programozható, de annak hiányában mechanikus számítógép segítségével is gazdaságosan használható.

A tényleges gázáramlási sebesség a *Krilov* által megadott (2) egyenletből a (4) egyenletnek megfelelő átalakítás után

$$c_g = (v_f + v_g) + 1 \quad (5)$$

alakban írható.

A (4) és (5) összefüggések alapján általunk elektronikus számítógéppel meghatározott, termelőcső mentén kialakuló ún. nyomásváltozási görbék pontosságát az algyői olajmezőben végzett üzemi mérésekkel ellenőriztük. Az ellenőrző mérések során az áramlási kúttalpnnyomást *Hügel*-típusú mélységi nyomásmérő műszerrel, a kútfejnyomást manométerrel mértük, és meghatároztuk a termelt olaj-, ill. gázmennyiséget. A vizsgált kutak olajhozama 20—300  $\text{m}^3/\text{nap}$ , a ter-

melési gáz-olaj viszony 60—160  $\text{nm}^3/\text{m}^3$ , a termelést talpnnyomás 160—190 at, a kútfejnyomás 15—80 at között változott.

Az ellenőrző számításoknál a mért talpnnyomásból kiindulva meghatároztuk a módosított *Krilov*-módszerrel adódó kútfejnyomást.

A számított és a mért kútfejnyomások abszolút értékű eltéréseinek 47 vizsgált esetre vonatkozó átlaga 5,74 at, a mért kúttalp- és kútfejnyomás különbségére vonatkoztatott relatív hibák abszolút értékének átlaga 4,90%. A relatív eltérések

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$x_i = \frac{p_{2m} - p_{2sz}}{p_1 - p_{2m}} \cdot 100,$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

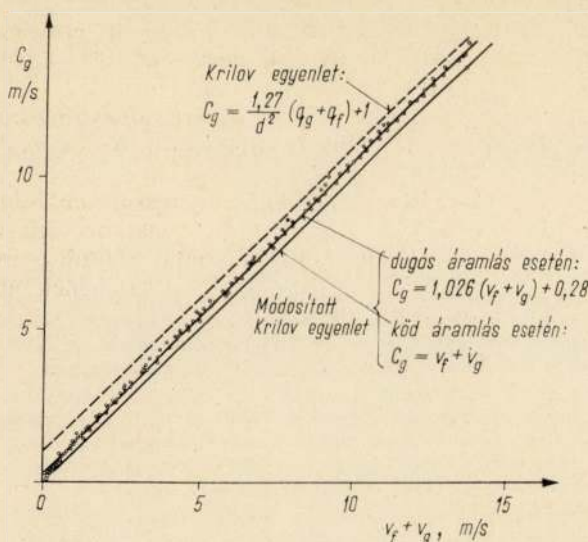
összefüggéssel számított szórása 4,08%. Az összefüggésekben  $p_{2m}$  a mért,  $p_{2sz}$  a számított kútfejnyomás,  $\text{kp/m}^2$ ;  $p_1$  a mért áramlási kúttalpnnyomás a termelőcsősaruban,  $\text{kp/m}^2$ .

A nyomásváltozási görbék alakját tapasztalatunk szerint döntő mértékben a (4) összefüggés jobb oldalának első két tagja — a siklasi veszteséget is magába foglaló keverékfajsúly — határozza meg. A hazánkban szokásos 300  $\text{m}^3/\text{nap}$  alatti hozamtartományban a sűrűlási gradiens a keverékfajsúlynak általában csak néhány százaléka. Így a számított és mért kútfejnyomás-értékek tapasztalt eltérést döntő mértékben a keverékfajsúly számításához felhasznált (2) egyenlet algyői viszonyok között mutatkozó pontatlansága okozza. Ezért további kutatásaink célja egy a tényleges gázáramlási sebesség számítására hazai viszonyok között alkalmazható összefüggés meghatározása volt.

#### A tényleges gázáramlási sebesség számítására szolgáló összefüggés meghatározása

Korábbi kutatásaink során feldolgoztuk *Ros* és *Duns* függőleges kétfázisú áramlási elméletét [4, 6, 7]. A szerzők, akik mintegy 20 000 laboratóriumi mérés eredményeinek korrelálásával határozták meg számítási összefüggéseiket, 11 fizikai paraméter hatását figyelembe vevő módszerük átlagos hibáját 6—8%-ban adták meg. Az általunk végzett üzemi ellenőrző vizsgálatok ezeket a pontossági adatokat igazolták. A módszer jelentős hátránya, hogy a nyomásprofilgörbék meghatározása rendkívül számítási munkaigényes, gazdaságos alkalmazása csak elektronikus számítógéppel lehetséges. Ez a nagy számítási munkaigény indokoltá teszi az egyszerűbb, a gyakorlati céloknak megfelelő pontosságú, közelítő összefüggések kidolgozását célzó kutatásokat.

Ilyen irányú vizsgálataink során [6] elektronikus számítógépi programot dolgozunk ki a *Ros—Duns*-módszer szerint adódó  $c_g$  tényleges gázáramlási sebesség számítására a dugós áramlás tartományában. Az algyői mezőben termelt olaj és gáz fiziko-kémiai tulajdonságait alapul véve e célprogram segítségével



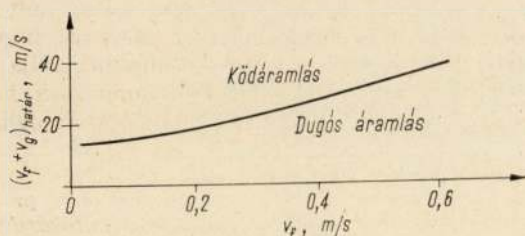
1. ábra

a 20—300 m<sup>3</sup>/nap olajhozam és 80—1000 nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>-es gáz-olaj viszony tartományban az 1. ábrán látható tényleges gázáramlási sebességértékeket kaptuk.

A kapott pontsereget a legkisebb négyzetek módszerével kiegyenlítve a

$$c_g = 1,026(v_f + v_g) + 0,28 \quad (6)$$

összfüggést kaptuk. A 252 pont kiegyenlítésével kapott egyenestől való eltérések négyzetének összege 4,193, a korrelációs index 0,9997. A szoros korreláció bizonyítja egyrészt, hogy Ros és Duns bonyolult összfüggései adott mező esetén, adott áramlási tartomány-



2. ábra

ban jól helyettesíthetők egy egyszerű egyenlettel, másrészt, hogy a tényleges gázáramlási sebesség számítására szolgáló, Krilov professzor által közölt (2), ill. (5) egyenlet (lásd az 1. ábra szaggatott vonalát) a dugós áramlási tartományban elvileg helyes.

További módosításunk, hogy a nyomásviszonyok számításakor figyelembe vesszük a termelőcsőben esetleg bekövetkező áramlásirendszer-változást. A köd-áramlás tartományában a fázisok tényleges áramlási sebessége megegyezik, a siklási veszteség elhanyagolható, így a rendszer áramlási sebessége:

$$c_g = v_f + v_g \quad (7)$$

A dugós és ködáramlás tartományának ugyancsak a Ros—Duns-módszer alapján meghatározott határa az algyői olajnál a 2. ábrán látható.

#### A módosított Krilov-módszer üzemi alkalmazásának tapasztalatai

A már említett 47 üzemi mérés adatait felhasználva a (4), (6) és (7) összfüggések alkalmazásával a korábbiakban ismertetett módon meghatároztuk a módosított Krilov-módszerrel adódó áramlási kútféjnyomásokat. A számított és mért kútféjnyomások eltérése abszolút értékeinek átlaga 2,96 at, az előzőekben említett relatív eltérések abszolút értékeinek átlaga 2,45%. A relatív értékek szórása 3,44%

Ezek alapján megállapítható, hogy a módosított Krilov-eljárás a Ros-módszernél mintegy huszadrész\* számítási munka eredményeként a gyakorlatnak megfelelő pontosságú eredményeket ad.

A módszer más mezőkre való alkalmazása esetén a  $c_g = f(v_f + v_g)$  függvénynek elegendő néhány pontját a bonyolult Ros-módszerrel meghatározni. Ezek ismeretében a  $c_g = m(v_f + v_g) + b$  egyenes állandói meghatározhatók, és a továbbiakban az egyszerű módosított Krilov-eljárás alkalmazható.

#### IRODALOM

- [1] Muravev, I. M.—Krilov, A. P.: Észploatacija neftjanüh mesztorozsdenij. Gosztoptehizdat, Moskva, 1949.
- [2] Gilbert, W. E.: Flowing and gas-lift well performance. Drill. Prod. Practice API, 1954. p. 126.
- [3] Poettmann, F. H.—Carpenter, P. G.: Multiphase flow of gas, oil and water through vertical flow strings. Drill. Prod. Practice API, 1952. p. 257.
- [4] Ros, N. C. J.: Simultaneous flow of gas and liquid as encountered in well tubing. J. Petr. Techn. 10 p. 1037 (1961).
- [5] Brown, K. E.: Gas lift theory and practice. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1967.
- [6] Patsch F. jr.: Krilov függőleges kétfázisú áramlására kidolgozott összfüggéseinek korrekciója, valamint általános megoldása. (Doktori disszertáció, 1969. szept.)
- [7] Szilas A. P.: Kőolaj- és földgáztermelés I. Tankönyvkiadó, Bp. 1969.

\* Számítógépi futási idők alapján becsült érték.

## SZAKOSZTÁLYI HÍREK

### A Budapesti Szakcsoport előadóiülése

Szakosztályunk budapesti szakcsoportjának szervezésében 1971. szeptember 22-én dr. Hauk, Viktor az Aacheni Műszaki Egyetem tanára, a Mannesmann Röhrenwerke AG műszaki igazgatója — az elmúlt öt év alatt immár harmadízben — nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott egyesületünk helyiségében. Előadásában elsősorban a nagy szilárdságú fúró-, béléscs- és termelőcsővek tökéletesítésének legújabb irányairól szólt. Részletesen foglalkozott a fúrócső és a fúrócsőkapcsoló szilárd-

sági összhangjával és az ún. fúrócső-terhelhetőségi diagramoknak kísérleti meghatározásával. Kitért a béléscső és termelőcső menetes kapcsolatainak gáztömörzésára, ezek legújabb megoldásaira; ismertette az API csőszabványosítási bizottságának — amelynek ő állandó tagja — legújabb célkitűzéseit. A több, mint 70 főnyi hallgatóság mindvégig nagy figyelemmel kísérte a színvonalas előadást, s azt követően sok kérdést intézett Hauk professzorhoz.

A. Ö.

# Száz éve alapították a Műegyetem Vegyészmérnöki Karát

VAJTA LÁSZLÓ—  
SZEBÉNYI IMRE

*A szerzők tanulmányukban utalnak a magyar műszaki felsőoktatás 1971-es évfordulóra, és ismertetik a József Műegyetem 1871. július 10-i egyetemi rangra emelését, a gépészmérnöki, építészmérnöki és vegyészmérnöki karok (szakosztályok) megalapítását. Bemutatják a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karának — amely számos szakembert adott a magyar kőolaj- és gáziparnak is — rövid történetét, tanszéki szervezetét és a tanszék vezetői munkáját.*

A magyar műszaki felsőoktatás jelentős évfordulókat ünnepel ebben az évben. 125 éve, 1846. november 1-én nyílt meg a József-Ipartanoda [1], amelyet később 1856-ban politechnikumi rangra emeltek és előtte már egyesítették az 1782-ben alapított Institutum Geometricum-Hydrotechnicum-mal. 100 éve, 1871. július 10-én hagyta jóvá a király a képviselőház 1871. március 11-i ülésén elfogadott határozata alapján a József Műegyetem új belső szervezeti szabályzatát, amellyel elnyerte egyetemi rangját. Az új szabályzat szerint a műegyetem élén választott rektor állt, akit első ízben 1871. július 28-án választottak meg Stoczek József személyében.

Alapításuk centenáriumát ünneplik a Gépészmérnöki, Építészmérnöki, és Vegyészmérnöki karok, amelyeket az említett új szabályzat hozott létre. Bár a József-Polytechnikum Műszaki Osztálya már az 1863/64. tanévtől tantervileg gépészi, mérnöki és vegyészeti képzési irányokra tagozódott [2], az 1871-es szabályzat alapján alakult meg az „építészeti, gépészeti, mérnöki, vegyészeti szakosztály”, amelyekhez még az egyetemes osztály járult. (Az egyetemes osztály általános természettudományos és műveltségi tárgyakat adott elő és kezdetben lényegében a többi négy szakosztály kötelező első évfolyamát jelentette.)

A József Műegyetem, mai nevén Budapesti Műszaki Egyetem — amely Közép-Európa egyik legrégebbi és legnagyobb műszaki egyeteme —, a nagy múltú Selmeci Bányászati Akadémia, illetve a Soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem mellett számos mérnököt adott és ad a magyar kőolaj- és gáziparnak. Az ez év szeptemberében 190. tanévet megnyitó Műegyetemen szerezte meg gépész-, építész-, építő-, villamos- és vegyészmérnöki oklevelét iparágunk több vezetője és dolgozója. A Veszprémi Vegyipari Egyetem megalapításáig (1949) a budapesti Vegyészmérnöki Kar adta a kőolaj-feldolgozó ipar számára is a vegyészmérnököket. Emellett jelentős kutatómunkájával is elősegíti a magyar szénhidrogénipart feladatainak megoldásában.

A jubiláló karok az elmúlt 100 évben jelentősen fejlődtek. Oktatásukat többször korszerűsítették és tudományos munkájukkal számos műszaki kérdést oldottak meg. Kialakult tanszéki hálózatuk. A Gépészmérnöki Karon 17, az Építészmérnöki Karon 11, a Vegyészmérnöki Karon 13 tanszék végzi jelenleg az oktató-nevelő és tudományos munkát.

## *A Vegyészmérnöki Kar története*

A Kar alapításakor a József Műegyetemen már két kémiai tanszék működött: az 1846-ban alapított *Általános Kémia Tanszék* és az 1870-ben létesült *Kémiai Technológia Tanszék* [3]. Ezt követte 1905-ben az *Elektrokémia Tanszék*, 1908-ban a *Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszék*, 1913-ban pedig a *Szerves Kémia Tanszék* alapítása.

Ötven éve, 1921-ben alakult meg az *Élelmiszerkémia Tanszék* és a *Szeretlen Kémia Tanszék*, amelyeket 1924-ben a *Kémiai Fizika Tanszék* alapítása követett. Az 1939-ben létesített *Textilkémia Tanszék* 1947-től átszervezte *Szerves Kémiai Technológia Tanszék* névvel folytatta működését. 1948-ban a Karon önálló *Matematika Tanszék*et szerveztek. 1952-ben alapították a *Vegyipari Műveletek Tanszék*et, s ezt követte 1966-ban a *Vegyipari Géptan Tanszék* és az *Alkalmazott Kémia Tanszék* alapítása.

## *A Kar oktató munkája*

A Kar (szakosztály) alapításától 1948-ig a vegyészmérnökök kiképzése egészséges volt, szakosítás nélkül. Ekkor három szak alakult: Szeretlen kémiai technológiai szak, Szerves kémiai

technológiai szak, Mezőgazdasági és élelmiszeripari szak. Ezek közül a szeretlen kémiai technológiai szak — amelynek oktató munkáját néhai dr. Varga József professzor [4] irányította —, képezte ki a szén-, kőolaj-feldolgozó és gázipar számára a vegyészmérnököket. E szakot 1952-ben Budapesten megszüntették, s feladatait a Veszprémi Vegyipari Egyetem vette át.

Az 1955. évi reform megszüntette a szakosítást, s az 1962—63. évi reformmunkálatok megerősítették ezt az irányvonalat. Egyidejűleg bevezették az ágazati képzést, öt ágazatot létesítve: szintetikus szerves vegyipari, műanyagipari, gyógyszeripari, könnyűipari, biológiai (és élelmiszeripari) ágazatot.

1969. szeptember 1-i hatállyal — kísérleti jelleggel — a Karon bevezették a *kétfokozatú vegyészmérnök-képzést* [5]. Felmerült ugyanis a vegyipar területén is az üzemmérnök-képzés igénye. Figyelembe véve azt is, hogy a felsőfokú technikai hálózat kiépítésénél vegyipari felsőfokú technikumot nem hoztak létre (csak vegyipari gépészeti felsőfokú technikumokat alapítottak), mind pedagógiai, mind gazdasági szempontból előnyösnek látszott egy új vegyipari műszaki főiskola létesítése helyett a meglévő vegyészmérnök-képző intézményekben a vegyész üzemmérnök-képzés megvalósítása. Ezen oktatási struktúra szerint a Karon felvételi vizsgával felvett hallgatók két évig együtt tanulnak, majd részben önkéntesen, részben irányítással egy részük további három éves kiképzéssel elnyerheti vegyészmérnöki oklevelét, másik részük további egy éves tanulással (összesen három éves kiképzéssel) vegyész üzemmérnöki oklevellet szerezhethet. A Kar a hallgatóknak fokozatokra történő irányításával figyelembe veszi: a második félévtől kezdve a közös képzésű félévek tanulmányi átlageredményét, az üzemmérnök-képzés tantervében előírt szigorlatok eredményét, a hallgatók képességeire, szakmai és emberi rátermettségére vonatkozó értékelést.

Nagyon fontos feladatnak tekinti a Kar a *vegyészmérnökök továbbképzését*. Ennek formái: a mérnöki továbbképzés (tanfolyamok, előadások és előadássorozatok a BME Továbbképző Intézetének szervezésében); a szakmérnök-képzés; vegyipari gazdaságmérnök-képzés; mérnök-tanárképzés; tudományos továbbképzés (2 éves ösztöndíjak segítségével). A szakmérnöki szakok közül külön kiemeljük a *kenéstechnikai, korróziós és műszeres analitikai szakokat*, amelyek közvetlenül a kőolaj- és gáziparral is kapcsolatosak.

A Kar oktató munkáját — a terjedelmes tantervek és programok közlése helyett — a kari tanszék oktatási feladatainak felsorolásával mutatjuk be.

## *A Kar tanszékeinek oktatási feladatai*

A Kar szervezetét jelenleg 13 tanszék képezi, amelyeknek munkáját a Kari Tanács, illetve a dékán irányítja a tanszékvezetők útján. A Kar szervezetéhez tartozó tanszékek és oktatási feladataik az alábbiak:

*Alkalmazott Kémia Tanszék.* A Vegyészmérnöki Karon el látja a Méréstechnika című tárgy oktatását, ezen túlmenően az Építőmérnöki Karon, a Gépészmérnöki Karon, az Építészmérnöki Karon, a Villamosmérnöki Karon és a Közlekedésmérnöki Karon a kémia, továbbá a Villamosmérnöki Karon a fizikai kémia oktatását is.

*Az Általános és Analitikai Kémia Tanszék* feladata a vegyészmérnök-hallgatók kémiai analitikai, szerves kémiai analitikai és műszeres kémiai analitikai kiképzése; ez a tanszék vezeti a műszeres analitikai szakmérnök-képzést is.

*Élelmiszerkémia Tanszék.* Oktatja a biokémia című tárgyat, valamint az élelmiszerkémia, az élelmiszeriparok, továbbá az élelmiszerek kémiaja és minősítése című tárgyakat. Az élelmiszeripari kémia és mikrobiológia című tárgyat a Gépészmérnöki Karon is előadja. A tanszék részt vesz a szakmérnök-képzésben is, különösen fontos feladatokat lát el a mérnökbiológus szakmérnök szakon.

*A Fizikai Kémia Tanszéknek* a fizika, fizikai kémia, elektro-technika és elektronika, kolloidika és reológia, továbbá a mag-



kémia című tárgyak oktatása a feladata. Részt vesz a magkémiai szakmérnök-képzésben is.

**Kémiai Technológia Tanszék.** Feladata a vegyészmérnök-hallgatók részére az általános kémiai technológia, a szénhidrogén-ipari technológia, a vegyipari nyersanyagok, a korrózióvédelem és a vegyigény című tárgyak oktatása. Részt vesz az izotóptechnika című tárgy oktatásában is. Oktatja a kémiai technológiát, továbbá a vegyipari technológiát a Gépészmérnöki Karon. Ellátja a kémiai technológia és műszaki kémia, valamint a motorhajtó és kenőanyagok című tárgyak oktatását a Közlekedésmérnöki Karon. Irányítja a magkémiai szakmérnök-képzést és a kenéstechnikai szakmérnök-képzést.

**Matematika Tanszék.** A Vegyészmérnöki Kar önálló Matematika Tanszékkel rendelkezik, mely a Kar matematikai és matematikai programozási oktatását látja el.

**A Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszék** ellátja a biológiai ipari műveletek, az ipari mikrobiológia, a mezőgazdasági iparok, a biológiai és biotechnológiai ismeretek, a bőripari technológia, a biológiai ipari technológiai tervezés című tárgyak oktatását. Részt vesz a hallgatók izotóptechnikai képzésében és a szakmérnök-képzésben is. Utóbbival kapcsolatban jelentősek a feladatai a mérnökbíológus-képzést illetően.

**A Műanyag és Gumiipari Tanszék** feladata a makromolekulák kémiája, műanyagok fizikája, a műanyagok előállítása és feldolgozása, a műanyagok alkalmazástechnikája, a műanyag-, gumi- és lakkipari technológia, a műanyag-technológiai gyakorlat, a tervezési gyakorlatok című tárgyak oktatása. A Gépészmérnöki Karon is előadja a műanyagok feldolgozása és alkalmazása című tárgyat. A Vegyészmérnöki Karon jelentős feladatokat lát el a tanszék a szakmérnök-képzés terén, elsősorban a műanyag-feldolgozó, valamint a lakk- és gumiipari szakon.

**Szerves Kémia Tanszék.** Feladata a szerves kémia oktatásának ellátása, valamint a természetes szerves anyagok kémiája és az elméleti szerves kémia című tárgyak előadása.

**A Szerves Kémiai Technológia Tanszék** ellátja a szerves vegyipari alapfolyamatok, a szerves kémiai technológia, a szerves vegyipari folyamatok optimalizálása, a munkavédelem, a gyógyszerkémia és -technológia, a gyógyszerkémiai alapfolyamatok, a szálanyagok kémiája, a tenzidek és színezékek technológiája, a könnyűipari kémiai gyakorlatok, a szintetikus szálak, a textil- és papírkémiai technológia, valamint a tervezési gyakorlatok című tárgyak oktatását. A tanszék jelentős feladatokat lát el a gyógyszerkutató, gyógyszer-technológiai és textilvegyész szakmérnök-képzés területén.

**Szervetlen Kémia Tanszék.** Ellátja az általános és szervetlen kémia, a kvantumkémia, valamint a kémiai gyakorlatok című tárgyak oktatását és irányítja a korróziós szakmérnöki tanfolyamot.

**A Vegyipari Géptan Tanszék** feladata a gépelemek-géptan című tárgy oktatása és a géplaboratóriumi termelési gyakorlatok vezetése. Az Építőmérnöki Karon a vízgépek, a Gépészmérnöki Karon a pneumatikus anyagszállítás című tárgyat adja elő.

**Vegyipari Műveletek Tanszék.** A vegyipari műveletek című, továbbá a szabályozástechnika című tárgy oktatási feladatait látja el.

Valamennyi tanszék vezet diplomamunka-gyakorlatokat,

amely karunkon egyes kutatási feladatok megoldását jelenti. A tanszékek ezenfelül részt vesznek a választható kötelező tárgyak oktatásában is.

#### A kar tudományos munkája

A Vegyészmérnöki Kar 100 éves tudományos munkássága igen sokrétű volt. Az analitikai kémiai és kémiai technológiai kutatásoktól kezdve a mezőgazdasági kémia, a szerves kémia, az elektrokémia, a fizikai kémia területén éppen úgy születtek jelentős eredmények, mint a szervetlen kémia, a műanyag-kémia, az élelmiszer-kémia, a gyógyszerkémia, a textilkémia, a vegyipari műveletek és a vegyipari géptan terén. *Nendtvich Károly, Wartha Vince, Pfeifer Ignác, Varga József, Zemplén Géza, Sigmond Elek, Szarvasy Imre, Schuller Alajos, Ilsvay Lajos, Vuk Mihály, Lányi Béla, Vendl Aladár, Proszty János és Erdély László* — hogy csak néhányat említsünk a kiemelkedő tudású professzorok közül — munkássága jelentős szerepet játszott a kémiai tudományok magyarországi művelése és fejlesztése terén. Több olyan tudományos felfedezés is született, amely nemzetközi elismerésben részesült, és határainkon túl is ismertté tette oktatóink, de egyidejűleg Műegyetemünk nevét is. Ezek között volt a „Varga-effektus” felfedezése 1928-ban a nagy nyomású katalitikus hidrogénezés terén [6], s a „Varga hidrokkeljárás” kidolgozása is az 1950-es években [7].

Valamennyi eredmény felsorolására e helyen nem vállalkozhatunk. Az érdeklődők a centenáriumi alkalmából megjelenő évkönyvet olvasva ismerhetik meg összefoglalóan az elmúlt 100 év tudományos eredményeit. A karon, elsősorban a Kémiai Technológia Tanszéken végzett szén-, kőolaj- és gázipari, továbbá petrokémiai kutatómunkák nagy részét a közelmúltban megjelent kiadványokban is megtaláljuk [4, 8, 9, 10].

A 100 éve egyetemi rangra emelt Budapesti Műszaki Egyetem és alapításuk centenáriumiát ünneplő *Gépészmérnöki, Építészmérnöki és Vegyészmérnöki* karok egy évszázad oktatási tapasztalatait és tudományos eredményeit felhasználva igyekeznek a tudományos-technikai fejlődés fokozott feladatainak megfelelni, és tananyagukat állandóan korszerűsítve nemcsak a XX., hanem részben már a XXI. század magyar ipara számára is mérnököket kiképezni.

#### IRODALOM

- [1] *Zelovich K.*: A m. kir. József Műegyetem és a hazai technikai felsőoktatás története. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt. Budapest, 1922. 101 p.
- [2] *Jámbor Gy.*: A királyi József-műegyetem. Hornyánszky Viktor Könyvny. Budapest, 1896. 22 p.
- [3] *Polinsky K.*: A magyar műszaki kémia 100 éve. Magyar Tudomány 162 (1971).
- [4] *Móra L.*: Varga József élete és munkássága. Budapesti Műszaki Egyetem Központi Könyvtár kiadása. Budapest, 1969.
- [5] *Holló J.—Szebenyi I.—László R.*: Kétfokozatú vegyészmérnök-képzés a Budapesti Műszaki Egyetemen. Magyar Kémikusok Lapja 165 (1969).
- [6] *Varga J.*: Über die Druckhydrierung einer Fozän-Braunkohle. Brennstoff-dhemie 277 (1928).
- [7] *Varga J.—Károlyi J.—Rabó Gy.—Steingaszner P.—Székely A.—Zalai A.*: Now you can hydrocrack these asphaltic crudes. Pet. Refiner 198 (1957).
- [8] *Móra L.*: Wartha Vince a hazai kémiai technológia megalapítója. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
- [9] *Takács P.—Schlattner J.—Szebenyi I.*: A szénkémiai kutatások magyar úttörői. Akadémiai kiadó, Budapest, 1970.
- [10] *Szebenyi I.*: A szénkémiai és petrokémiai kutatások fejlődése a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszékén. Kémiai Közlemények 443 (1970).

## AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Tudományos ülésszak a Nagynyomású Kísérleti Intézet alapításának 20 éves jubileuma alkalmával

A dr. *Varga József* professzor, akadémikus által életre hívott Nagynyomású Kísérleti Intézet (NAKI) — a Magyar Kémikusok Egyesülete rendezésében — 1971. október 20—21-én tudományos ülésszak keretében ünnepelte fennállásának 20 éves jubileumát.

A Duna Intercontinental szálló konferenciatermében az első napon rendezett plenáris ülésen dr. *Schay Géza* akadémikus, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke üdvözölte a megjelenteket, majd dr. *Lőrinc Imre*, a nehézipari miniszter első helyettese — kihangsúlyozva az Intézet szerepét a magyar kőolajfeldolgozó ipar fejlesztésében — nyitotta meg az ülésszakot.

Dr. *Vajta László* professzor, az OKGT feldolgozási vezérigazgató-helyettese a kutatás különböző fórumainak kapcsolatát

elemezte a kőolaj-feldolgozó iparral, s lebilincselő szabadelőadásában vázolta a kutatások eredményeinek befolyását az ipar mai gyakorlatára és távlati terveire.

Dr. *Károlyi József*, a NAKI igazgatója — a lapunk ez évi 5. számában megjelent s az Intézet megtett útjáról és terveiről szóló cikknek megfelelően — ismertette a NAKI tevékenységének 20 esztendejét, az elért eredményeket és a jövő célkitűzéseit.

A plenáris ülést követően a hazai és külföldi társintézmények jó hangulatú munkaében köszöntötték a jubiláns Intézetet, majd ez után három szekcióban 47 tudományos előadás (ebből 11 külföldi kutatók által ismertetve) hangzott el az Intézet fő tevékenységi területeit felölelő témakörökben.

B. B.

# EGYESÜLETI HÍREK

**Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülése**  
Várpalota, 1971. szeptember 17.

Várossá alakulása 20. évfordulójával szinte egyidőben — éppen e jelentős eseményt is kihangsúlyozandó! —, tartotta az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület szokványos évi választmányi ülését a dunántúli lignitbányászat egyre épülő-szépülő központjában, Várpalotán.

A várpalotai „Jó szerencsét” Művelődési Központ nagyszobájában összegyűlt választmányi gyűlést egyesületünk elnöke, Dr. GYULAY ZOLTÁN — miután név szerint is köszöntötte Krasznai Bélát, Várpalota város tanácsa vb-elnök-helyettesét, Nagy-Gyevi Bélát, az MSZMP Várpalota városi párttitkárát, Horváth Lászlót, a Várpalotai Szénbányák párttitkárát, Czotner Sándort, egyesületünk volt elnökét, Martinkó Mátyást, a házigazda Várpalotai Szénbányák igazgatóját, de a megjelent aranydiplomás kollégákat és az összesereglett mintegy 170 választmányi tagot — az alábbi gondolatokkal nyitotta meg.



A választmányi gyűlés elnöksége  
Dr. Gyulay Zoltán elnöki megnyitóját tartja

„Tisztelt Választmány! Utolsó választmányi ülésünk ez a mai, a kora tavasszal esedékes tisztújító közgyűlés előtt, amikor majd számot kell adnunk tagságunk küldöttei előtt hároméves munkánkról. Hátralevő feladataink közül kiemelkednek az Egyesület jövő évi munkáját előkészítő és egyben jelentős mértékben meghatározó feladatok: 1. az 1972. évi szakosztályi és egyesületi munkatervek elkészítése, 2. az 1972. évi költségvetés összeállítása, amelyek még a folyó évben, a szellemi és anyagi erőinkkel való ésszerű gazdálkodás szemmel tartásával elvégzendő feladatok, és végül 3. a szakosztályok vezetőségei és az egyesület vezetősége megválasztásának az előkészítése, mert alapszabályaink szerint az elnökség feladata a személy szerinti javaslattal a tisztújító közgyűlés jelölő bizottságának az új tisztségviselőkre és a választmány, a számvizsgáló bizottság, valamint a fegyelmi bizottság összetételére.



A választmányi ülés színhelye  
A Várpalotai Szénbányák „Jó szerencsét” Művelődési Háza

Úgy érzem, e fontos feladatok optimális megoldása érdekében nem lehet figyelmet nélkül hagyni az egyesületi élet hatékonyságának növelésére az idei február 12-i elnökségi ülésen elhangzott elnöki előterjesztést, amelyet lapjaink áprilisi száma közöltek és amelyet az i. t. Választmány tagjai feltehetően ismernek. Ezért, hogy az idővel takarékoskodjunk, annak itt egyetlen mondatát sem ismétlem meg. Szükségesnek érzem azonban a februári előterjesztést egy pár kevésbé ismert számadattal kiegészíteni az egyesületünkről és az egyesületi életéről. A számadatok általában terhesek, azonban ha azok beszélő számok, nagyon hasznosak. Egyesületünk tagsága az utóbbi években jelentősen és több szempontból átrétegződött, amellyel, hogy megnőtt. E két körülményre a felsorolt három fő feladat megoldásánál okvetlenül figyelemmel kell lennünk.

Taglétszámunk és annak szakosztályonkénti, valamint budapesti—vidéki megoszlása 1971 első felében a következő:

Szakosztály	Budapest	vidék	összesen	%
Bányászati	325	2525	2850	51
Kőolaj-, Földgáz-, Víz	194	471	665	11,9
Vaskohászati	372	678	1050	18,8
Fémkohászati	260	300	560	10
Öntödei	280	185	465	8,3
Összesen	1431	4159	5590	100
%	25,5	74,5	100	

Tagjaink  $\frac{3}{4}$ -e vidéken él. Szakosztályonként azonban különböző a Budapest—vidék közötti megoszlás; Budapesten él a szakosztályok sorrendjében a szakosztályok tagjainak 11,4, 29,2, 35,4, 46,5 és 60%-a.

Taglétszámunk végzettség szerinti megoszlása:

Egyetemi végzettségű (műszaki és humán)	3650 fő	65,3%
Felsőfokú technikai vagy ennek megfelelő	256 fő	4,6%
Technikai vagy más középfokú	1559 fő	27,9%
Egyetemi vagy főiskolai hallgató	125 fő	2,2%
összesen:	5590	100%

Taglétszámunknak immár jelentős hányadát teszik a technikusok és más középfokú végzettségűek, akiknek a felszabadulás előtt külön egyesületük volt. A műszaki egyetemet végzetek közül a bányá- és kohómérnökök spektruma is megváltozott, az 1949 előtti hagyományos bányá- és kohómérnöki képzésben részesültek mellett megjelentek a Sopronban és Miskolcon megindított különböző dolgozó, esti, levelező és kihelyezett tagozatokon, átképző tanfolyamokon (erdómérnök-ből bányamérnök, különböző mérnökökből olajmérnök) oklevelet nyertek, a Gazdasági és Műszaki Akadémián, továbbá a baráti külföldi egyetemeken végzetek. A spektrum tehát kibővült.

Taglétszámunk származás szerinti összetételére alapul vehetők az MSZMP Társadalomtudományi Intézetének adatai, mely szerint az oklevelet nyertek 36%-a munkás-, 17%-a paraszt- és 47%-a értelmiségi származású.

Taglétszámunk munkaterület szerinti megoszlása:

Vállalatnál, termelő üzennél dolgozik	4545 fő	81,3%
Kutató-, tervező intézetben	485 fő	8,7%
Állami apparátusban	140 fő	2,5%
Oktatási intézményben	170 fő	3,0%
Egyéb (nyugdíjas és egyetemi hallgató)	250 fő	4,5%
összesen:	5590	100%

Taglétszámunk életkor szerinti megoszlásáról tájékozathat az utolsó, 1968. évi összeállítás a 35 éven aluli mérnök-technikus létszámról, és ennek szakosztályonkénti és Budapest—vidéki megoszlásáról:

Szakosztály	Budapest	vidéken	összesen	a sz. o. egész taglétszámának %-a
Bányászati	32	791	823	28,8
Kőolaj-, Földgáz- Víz	88	338	426	64,6
Vaskohászati	125	312	437	41,5
Fémkohászati	58	158	216	40,9
Öntödei	128	122	250	53,0
	431	1721	2152	

A 35 éven aluli 2152 mérnök-technikus létszám az 1968-as 5573 taglétszámhoz 38,6%-a. Egyesületünk tagsága tehát jelentősen megfiatalodott. Közvetve ezt mutatja az is, hogy a soproni, majd a miskolci bányász- és kohómérnöki karok az 1935/36. tanévtől az 1970/71. tanévig terjedő 35 év alatt kiadott 1912 bányász- és 1288 kohómérnöki, összesen 3200 diploma 87,5%-a a ma 45 évnél fiatalabb korosztályé.

Fiatalabb szakosztályaink biológiailag is fiatalabbak, ami természetes. Az idősebb és fiatalabb szakosztályaink központi és vidéki vezetőségi tagjainak átlag életkorában is megvan a különbség: a Bányászati szakosztálynál ez 50, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszerelési szakosztálynál 42 év. Egyesületünknek összesen 272 vezetőségi tagja van — ez lenne a szervezeti szempontból aktív tagság —, köztük csupán 8,8% a 35 éven aluli. (A modern vezetéstudomány a 32,5 évet már a vezetésre alkalmazás szempontjából optimálisnak tartja.)

Az utolsó másfél évtizedben a műszaki felsőoktatásban világszerte fokozatosan erősödött az alaptudományok és a műszaki alaptudományok oktatása, ami azzal jár, hogy a fiatalabb korosztályok erősebb alapokkal kerülnek ki az egyetemekről, elődeiknél jobban képzettek. A továbbképzés szempontjából ez jelentős előny az idősebb nemzedékkel szemben.

Ennyit a taglétszámunk összetételében előállott változásokról. A felfokozott egyesületi életéről felsorolok még egy pár adatot az „1970 a számok tükrében” című MTESZ tájékoztató 1971. 2. füzetéből. A múlt évben nagyszabású rendezvényeink — konferenciák, kongresszusok, szimpoziumok, vándorgyűlések, ankétok, kollokviumok, előadásorozatok — száma 39 volt, ebből 18 Budapesten 2545, 21 vidéken 2600 résztvevővel. Kisebbségi rendezvényekből (előadás, vitadélután, klubnap) 117 volt, 43 Budapesten 2958, 74 vidéken 4555 résztvevővel; üzemi előadás 112, ebből 36 Budapesten 1787, 76 vidéken 2744 résztvevővel; filmvetítés 17, mind a vidéken 2311 résztvevővel; belföldi tanulmányút, szakmai bemutató, tapasztalatcsere összesen 23, ebből 6 Budapesten 680, 17 vidéken 543 résztvevővel. Ez összesen 308 szakmai rendezvény, ebből 103 Budapesten 7970, 205 vidéken 14 723 résztvevővel. Impozáns számok. Végül az aktivitás az összes — szakmai, szervezeti és munkabizottsági — üléseken: Budapesten 571 rendezvény 9080 résztvevővel és 105 vidéken 1569 résztvevővel, összesen 676 rendezvény 10 649 résztvevővel, akiknek 85%-a budapesti rendezvényen vett részt. Budapest—vidéki viszonylatban ezek a számok is érdekesek. A rendezvények nagy száma felvetheti azt a gondolatot, nem túlsok-e a rendezvény, kevesebb, koncentráltabb belőlük nem lenne-e több? Az aktivitást sem csak a rendezvényeken való részvétel mutatja; úgy vélem, mindaz a tag aktív, aki szakadatlanul továbbképezi magát, aki mindent elkövet, hogy tágabb és szűkebb szakmájában a legjobb színvonalon legyen, ami nélkül szakmai biztonságérzés nincs. Az ilyen mindenesetre aktívabb tag, mint aki nem képezi magát tovább, de résztvesz minden általa elérhető rendezvényen. Egy másik fajtája az aktivitásnak az, amikor a tag önként, önzetlenül egyesületi, társadalmi munkát is vállal.

Igen tisztelt Választmány! Ez a sok adat mind azt mutatja, hogy az OMBKE — az MTESZ taggyűlései között korban az ötödik, taglétszámra a hetedik —, alaposan megnőtt. Az egykoron egységes bányász szak száz esztendeje vált háromfelé — bányászati, fémkohászati és vaskohászati szakokra —, a felszabadulás után tovább differenciálódtunk, és ma öt szakosztályunk 60 különböző helyi csoportban éli a maga külön, önálló életét. Szakosztályaink akkorák, hogy taglétszámuknál fogva külön egyesületek vagy társaságok is lehetnének. Hiszen egymásról egyre kevesebbet tudunk. A bányász ma közelebb érezheti magát a geológushoz és a geofizikushoz, mint a kohászhoz, a kohász a gépészhez van közelebb, mint a bányászhoz.

A bányász és a kohász ifjúság már az egyetemen külön él egymástól. Az egyre vékonyodó, idősebb generációt már csak a közös múlt tartja össze. Ennek az ápolása lenne legfontosabb közös, kulturális feladatunk. Ápolása, gondozása, minden eszközzel, hogy a fiatalabb generációk is úgy érezzék, hogy „mindnyájan voltunk egyszer az akadémián”. A februári elnöki előterjesztés nem a szakosztályi munkát kívánta bírálni, hanem a bányász-kohász kohéziót óhajtotta erősíteni. Együtt több vagyunk, mint külön-külön lennénk.

Igen tisztelt Választmány! Ezt a nagy, erősen differenciált tagságot vezető társadalmi munkában, önként vállalt túlmunkában, a vezetőség.

Sok szó esett az elnökségben arról, hogy a vezetőség munkáját meg kell javítani. Valóban, a vezetés, amely korábban többé kevésbé a korról járó tapasztalat dolga volt, ma már tudomány. A korszerű vezetéshez olyan vezetők kellene, akik nem csak a szervezeti és szakmai kérdésekben tájékozottak, hanem ismerik a vezetés tudományosan kidolgozott módszereit is. A vezetés nem foglalkozhat lényegtelen feladatokkal, figyelmét a lényeges kérdésekre kell összpontosítania. A vezetésnek kellő mértékben informálnak kell lennie. A lényeges kérdésekben viszont alaposan el kell mélyülnie és elvi alapokon nyugvó döntéseket kell hoznia. Tudományosan úgy hívják ezt, hogy a kivételeken nyugvó vezetés módszere, ami annyit jelent, hogy a vezető hagyja dolgozni az embereit és csak akkor avatkozik be, amikor ez feltétlenül szükségesnek látszik. Ehhez nagyon szervezett és kialakult munkarend, az informálás és ellenőrzés jól megfontolt és a tényleges módszere szükséges.

Sok vezetés gyengéje, hogy az elnökség gyakran tehetetlen. Tudományos kutatások bizonyítják, hogy az ún. koncepcióalkotásához a 5—12 személyből álló testület a legmegfelelőbb, ha a testület minden tagja tájékozott és érdemben tud hozzászólni a kérdéshez. Ha ez nem így van, gyakori az üresjárat, amikor az elnökség tagjai tájékozatlanok lévén a szóban forgó ügyekben, hozzászólásaikkal nem segítik, hanem tévúton vezetnek a vitát. Nem a lényeghez szólnak hozzá, hanem az érdemben hozzászólók véleményével vitatkoznak. Pedig a „brainstorming”, az ötletroham híres módszerét kidolgozó Osborne professzor már régen kimutatta, hogy a különböző speciális kérdések megoldására összehívott megbeszélések csak akkor eredményesek, ha a kezdet kezdetén kimondják, hogy a felvetett ötleteket csak egy másik ötlet felvetésével szabad kritizálni. Csak úgy lehet sok ötletet kapni, ha minden hozzászólónak új ötlettel kell jelentkeznie. Ez nem a bírálat kizárása, csupán a meddő mellébeszélés megszüntetése.

Igen tisztelt Választmány! Úgy érzem, itt kell megemlékezni még egy, szakjaink és közvetve egyesületünk jövőjével is összefüggő problémáról. Mostanában sokat vizsgálják, hogy milyen tényezők következtében emelkedik vagy hanyatlak a különböző pályák, foglalkozások erkölcsi rangja és népszerűsége. Az összefüggések ugyanis azt rajzolják elénk, hogy a társadalmi fontosság értékrendje és a népszerűség értékrendje sokszor nagyon is eltér egymástól. Vagy ha találkoznak egymással, a népszerűség nem annyira a foglalkozás társadalmi rangja, fontossága adja, mint az átlagon felüli kereset lehetősége. Felmerül a kérdés, hogy a foglalkozások népszerűségi listáján hanyadik helyen szerepel a bányászati és kohászati. A válasz nem kedvező. Az 1971/72. tanévre a NME bányamérnöki kara I. évfolyamára a felvehető létszám 2,5-szerese, a kohómérnöki karon mindössze 1,5-szerese jelentkezett. Pedig a bányász- és kohómérnökök átlagjövedelme más műszaki pályákhoz viszonyítva, magas. Hátha egyesületünk is tehetne valamit a bányászati és kohászati pályák népszerűsítése terén?

Igen tisztelt Választmány! Minden eleven intézmény fejlődése szükségképpen evolúciós és revolúciós szakaszokból áll. Az evolúciós szakaszokat fokozatos fejlődés jellemzi, amely nem vezet minőségi változásra. A revolúciós szakaszok pedig az evolúciós szakaszban felgyűlt jelentős átrétegződés lényegi változások útján való megoldását szolgálják. (Az oktatásban ez 10—15 évenként következik be.) Nyilván egyesületünk sem kivétel a fejlődés ilyen törvényszerűsége alól. Az utóbbi 10—15 évben egyesületünk tagságában jelentős átrétegződés következett be. A tagság megfiatalodott, zöme vidéken működik és megnőtt a középfokú képzettségű tagok száma. Egyesületünk jövőjének alakításában a mainál nagyobb mértékben kell bevonni a vidéki tagokat és a fiatalokat, és nagyobb figyelmet kell fordítani a technikusokra. Ha ez így lesz, egyesületünkben nem lesznek generációs problémák.

Ezeknek a gondolatoknak a jegyében a választmányi ülést megnyitom.”

Az elnöki megnyitó után *Krasznai Béla* vb-elnökhelyettes üdvözölte a választmányi gyűlést, majd

*MOHAROS JENŐ*, egyesületünk főtítkárhelyettese — hagyományaink szerint — először kegyelettel emlékezett meg a legutóbbi — soproni — választmányi gyűlés óta elhalálozott *Bartha Lajos, Becker Mihály, Bercsényi János, Chapó Elek, Dániel Lajosné, Fizély Béla, Fűri Kálmán, Gál László, Gregor Pál, Gyöngy Lajos, Hornyák Ferenc, Hullám István, Illyés László, Jenei Gyula, Keresztury György, Kiss R. János, Lád Károly, Lelkes István, Lingsch Béla, Mester István, Németh József, dr. Papp Simon, Petrik Ottó, Péczely Antal, Sáfár László, Sudár Miklós, Szandner Artúr és Varga János* tagtársainkról. Emléküknek a választmányi gyűlés egyperces néma felállással áldozott.

A főtítkári beszámoló lerögzítette, hogy a jövőre 80. évfordulóját ünneplő patinás egyesület az új gazdaságirányítási rendszer időszakában is megtalálta helyét és szerepét, szem előtt tartva az MSZMP KB Titkárságának az MTESZ munkája továbbfejlesztéséről szóló határozatának irányelveit.

A *Bányászati Szakosztály* súlyponti kérdésként az energiastruktúra korszerűsítéséből adódó feladatokkal foglalkozott. — A bányák gyorsabb ütemű gépesítése magával hozza a biztonság fokozottabb szem előtt tartását; e cél elérése jegyében zajlott le a Tatabányán tartott Bányaművelő Konferencia. — Az ipar és a tudomány szorosabb kooperációját szolgálta a a Miskolci Nehézipari Egyetemen megtartott „Egyetemi tanácskeze a bányászat műszaki fejlesztésének szolgálatában” tárgyú ankét.

A *Vaskohászati Szakosztály* tevékenyen részt vett a hazai vaskohászat néhány vezető vállalata: a Lenin Kohászati Művek (Miskolc—Diósgyőr) fennállásának 200 éves, az Ózdi Kohászati Üzemek 125 éves, a Csepeli Csőgyár 50 éves, a Dunai Vasmű 20 éves jubileumi ünnepségeinek szervezésében, a Dunai Vasmű távlati fejlesztési koncepciójának véleményezésében és nagy sikerrel rendezte meg 1970. VI. 23—26-a között a „Nagy tisztaságú acélok gyártása és felhasználása” c. konferenciáját Balatonfüreden.

A *Fémkohászati Szakosztály* munkáját elsősorban a bauxitbányászat technológiai folyamatainak korszerűsítésére és az alumíniumipar fejlesztésére irányuló célkitűzések jellemezték. Keretében folytat élénk nemzetközi visszhangot keltő önálló tevékenységet az ICSOBA-szervezet is.

Az *Öntödei Szakosztály* az 1970. évi szokványos VI. Magyar Öntő Napokat — „Korszerű öntvénygyártással a járműipar fejlesztéséért” tematikával — a 700 éves Győrben tartotta, de ezenkívül mind a Sopronban rendezett Temperöntési és Mintakészítési Napok, mind külföldi informatív célú előadásai igen sikeresek voltak.

A *Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztály* társadalmi súlya az energiastruktúra változása folytán az elmúlt időszakban jelentősen megnövekedett.

Az OKGT felkérésére a szakosztály két munkabizottságot szervezett.

„Kőolaj, kőolajvezetékek és gáztávvezetékek létesítési és üzemi biztonsági szabályzata”, továbbá

„Kőolaj- és földgáztermelő berendezések létesítése és üzemi biztonsági szabályzata” tárgyában.

Az 1970-ben elkészült szabályzatokat az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség elfogadta.

„Külön ki kell emelni — és ez követendő példa lehet mások részére is — a *KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ szakfolyóirat 1970-ben is megjelentetett KÜLÖNSZÁMÁT, mely rendszerbe foglalva igen jól áttekinthető információt ad a világ olajbányászatának a szakirodalomban tükröződő fejlődéséről.*”

A beszámoló ezek után részletesen taglalta az egyesületnek az elnöki megnyitóban is lerögzített szervezetét, létszámát és a tagok képzettség szerinti megoszlását. Ezzel kapcsolatban a beszámoló szorgalmazta a technikus tagtársak minél intenzívebb bevonását az egyesületi munkába.

Az egyesület külföldi kapcsolatai egyre bővülnek; 1970-ben 350-en voltak egyesületi tanulmányúton külföldön.

A fiatal szakemberek foglalkoztatottságának hatékonyabbá tétele, az egyesületi életbe való intenzívebb bevonása, tevékenységük ösztönzése szinte valamennyi szakosztályunk egyik súlyponti feladatát képezi. Ezt célozza az a kutató és felmérő munka, melyet szakosztályaink a 35 évnél fiatalabb tagtársak körében, helyzetük és problémáik megismerésében és megoldásában végeztek és végeznek.

Ezt követően a főtítkári beszámoló részletesen foglalkozott *Gyulay Zoltán* elnöknek az egyesület korszerűsítése, valamint

az egyesületi élet hatékonyságának fokozását célzó, ez évi 4. számunkban ismertetett, majd a szakosztályközi bizottság, s a július 15-i elnökségi ülésen részletesen megvitatott, s lapunkban is taglalt elképzeléseivel, illetőleg az ezzel kapcsolatos javaslatokkal.

A választmányi gyűlés ezzel kapcsolatban elfogadta az alábbiakban ismertetendő, s a gyűlésen előre megfigyelt, az egyesületi élet hatékonyságának fokozását célzó *határozati javaslatokat*.

1. Az Egyesület egységének megőrzése, erősítése.
  - a) Az Elnökség időről időre — de minden évre — határozza meg azokat az időszereket és konkrét célkitűzéseket és feladatokat, melyek szolgálatába kell állítani a szakosztályok, illetve vidéki csoportjaik éves munkatervét.
  - b) Az Elnökség a szakosztályok munkatervéből emelje ki azokat a témákat, rendezvényeket, melyeket egyesületi vagy több szakosztály közös munkájaként kell megoldani. Ezek elősegítésére saját kebeléből felelősöket állítson.
  - c) Az Elnökség időközönként értékelje a szakosztályok munkáját, valamint a szaklapok fejlődését az egyesület egészségének szempontjából és ezekről a választmányának számoljon be.
  - d) Rendszeresen meg kell tartani a főtítkári elnökletével a szakosztályi titkárok értekezletét.
  - e) Az Egyetemi Helyi Csoport szakosztályi széttagoltsága nem szolgálja az Egyesület jövőbeli egységét, ezért célszerű az egységes egyesületi irányítás megteremtése.
2. A vidéki csoportok fokozottabb bevonása az Egyesület vezetésébe.
  - a) A szakosztályok vezetőségének a vidéki csoporttitkárok hivatalból teljes jogú tagjai legyenek.
  - b) Az Egyesület választott vezetőségeiben növelni kell az áldozatkész vidéki tagok számát.
3. A továbbképzés munkájának megjavítására ismét életre kell hívti a központi, szakosztályközi Oktatási Bizottságot és meg kell bízni az új helyzetnek megfelelő célkitűzések kimunkálásával.
4. A fiatal tagság mozgósítása.
  - a) A fiatalok egyesületi helyzetét felmérő kérdőívet központosan és szakosztályonként ki kell értékelni és meg kell határozni az ebből származó feladatokat.
  - b) A fiatalokat fokozottabban kell megbízatásokkal ellátni, s így az egyesületi munkába bevonni.
  - c) A vidéki csoportok, központi szervek választásánál a már eredményes egyesületi munkát végző fiatalokat figyelembe kell venni.
5. Az Egyesület szakosztályai és vidéki csoportjai alakítsák ki a technikus képzettségű tagjaink számára is vonzó egyesületi munkamódszereket.

A főtítkári végül szolt arról, hogy az egyesületi titkárság munkájának megjavítására a NIM Ipargazdasági és Üzem-szervezési Intézet javaslatait is figyelembe fogjuk venni.

\*

A főtítkári beszámólót követő szünet után *Martinkó Máttyás* okl. bányaiipari gazdasági mérnök, a Várpalotai Szénbányák igazgatója „A lignitbányászat fejlődése Várpalotán” címmel tartott rendkívül tanulságos előadást a bánya küzdelmes múltjáról és nem problémamentes jövőjéről, ismertette az előadó és társai által szerkesztett és kiválóan bevált munkahelyi fejto-pajzsot.

\*

A választmányi gyűlés első hozzászólója, *Podányi Tibor*, a július 8-i elnökségi ülés beszámolójában ismertetett gondolataira építve, javasolta, hogy még a jövő évi tisztújító közgyűlés előtt emeljük érvényre azokat az elképzeléseket, melyek — az alapszabályok megváltoztatása nélkül — biztosítanak, hogy a vidéki csoportok, szakosztályok vezetőségét az új elgondolások, a hatékonyság fokozásának zellemében válasszuk újjá.

A munkabizottsági javaslat célkitűzései közül hármát emelt ki:

1. A szakosztályokra koncentrált egyesületi élet mellett őriz-zük meg az Egyesület egységét.

(folytatás a 379. oldalon)

Alig két esztendővel ezelőtt — 80. születésnapján — lapunk hasábjain, de egyesületünk ünnepi küldöttségének tagjaként is, tanítványi tisztelettel köszöntöttük a már megfáradt, de a ragaszkodásért oly hálás STASNEY ALBERT-et.

Az ősi selmeci főiskola tanszékének utolsó képviselőjétől, az Ábrázoló geometriát fél évszázadon át oktató tanítómestertől, a viharos időkben is teljes férfimunkát végzett, igaz em-

berséget példázó kedves professzortól most búcsúznunk kell; családja, tisztelői és tanítványai 1971. szeptember 1-én kísérték ki utolsó útjára a soproni temetőben.

A fémkohász, erdősz-díszdoktor STASNEY ALBERT-nek — emléket szívünkben mindvégig megőrizve — ősi bányász-köszöntéssel mondunk utolsó

Jó szerencsét!

B. B.

## PÁLYÁZATI HÍREK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszaksztálya 1971. évi pályázatának eredményei

A Kőolaj-, Földgáz- és Vízszaksztálya 1971. szeptember 8-án tartott vezetőségi ülésén határozatot hozott az 1971. évi pályázat díjainak odaítéléséről.

A beérkezett 11 pályamű közül a bírálók 10 pályamunkát tartottak díjra, illetve jutalomra érdemesnek.

Az első díj összege 4000 Ft, a két második díj egyenként 3000 Ft, a harmadik díj 1500 Ft volt. A pályadíjakon kívül a vezetőség még két 1000 Ft-os és két 500 Ft-os jutalmat is odaítélt.

Első díjat nyert az „Öblítőszapok termoreagens hidraulikai modellje” c. pályamű. Szerzője: Fülöp Miklós (OGIL Fúrás-technológiai Osztály).

Második díjat nyert: „Örvényszállításon alapuló új ipari hozammérési módszer” c. munka. Szerzők: Ecsedi Imre, Szal Péter (OLAJTERV) és

„Az oldószer összetételének hatása oldószeres paraffinmentesítő üzemen” c. pályamű. Szerzők: Somogyiné Hegedűs Zsuzsa, Kápolna Ferenc (Dunai Kőolajipari Vállalat).

Harmadik díjat nyertek: „Hazai kőolaj- és földgáztermelés határköltés-prognózisára vonatkozó ökonometriai vizsgálatok” c. munka. Szerzője: Dr. Bádonyi István (OLAJTERV),

„Csőtávvezetékes szénhidrogén-szállítások elemzése” c. munka. Szerzője: Zachemski Ferenc (Kőolajvezeték Vállalat), továbbá

„Az olajjal együtt termelt rétegvíz tisztítása és vízelárasztás céljából történő besajtolása” c. munka. Szerzők: Hencz László, Németh Ede, Lencz Mihály (Dunántúli Kőolaj- és Földgáz-termelő Vállalat).

1000 Ft jutalomban részesültek: „Elvizesedett és nem termelő területeken új termelési eljárások kidolgozása a hozamok és a végső kihozatal növelése érdekében” c. munka. Szerzők: Hencz László, Németh Ede, Lencz Mihály (Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat) és a

„Csökemencék optimális üzemeltetési feltételeinek biztosítása” c. munka. Szerzők: Dr. Farkas Ottóné, Riba Dezső (Nehézipari Műszaki Egyetem).

500 Ft jutalomban részesültek: „Nagy érzékenységű, folyamatos olajtartalom-ellenőrzés és -mérés — vízben — lumiméterekkel” c. munka. Szerző: Huszár Sándor (OLAJ-TERV), továbbá a

„A béléscsőtervezés új módszere” c. munka. Szerzők: Schall István, Ónodi Tibor (Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem).

### Pályázati felhívás az 1972. évre

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszaksztálya pályázatot hirdet a kőolaj- és földgázipar területéhez tartozó témájú tudományos, műszaki és gazdasági jellegű pályaművekre. Pályázni egyénileg vagy csoportosan készített tanulmányokkal lehet. Egy személy vagy csoport két tanulmányt küldhet be a pályázatra. A pályázat titkos, csak jellegével beküldött pályaműveket fogadunk el. A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait a pályaművel azonos jellegű zárt borítékban mellékelni kell.

A pályázatokat két példányban az Egyesület titkárságára Budapest V., Szabadság tér 17. II. 228. postán kell beküldeni.

Beküldési határidő: 1972. március 31.

Pályadíjak: I. díj 2 db, egyenként 5000 Ft,  
II. díj 2 db, egyenként 3000 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, 1971. október 18.

Dr. Szilas A. Pál  
a szakosztály elnöke

Dr. Kókai János  
a pályázati ügyek felelőse

(folytatás a 378. oldalról)

Az egyesületi élet időszéri feladatainak, célkitűzéseinek meghatározásával, a határozatok teljesítésének értékelésével alkotó-ká kell tenni elnökségi, választmányi és közgyűléseinket. Az elnökség konkrét éves munkaterv alapján dolgozzon, jelölje ki a hozott határozatok felelőseit és ellenőrizze a határozatok végrehajtását.

2. A vidéki csoportoknak, de a vidék egyedi reprezentánsainak is nagyobb szerepet kell kapniuk az egyesületi munka irányításában, a legmagasabb tisztségek betöltésében is.

3. A fiatal tagtársaknak az egyesületi életbe való intenzívebb bevonásánál is alapelv legyen: vezetők csak azok lehetnek, akik az egyesület iránti áldozatkészségükkel, önzetlen munkájukkal a bizalmat már kiérdemelték.

Heinrich József az egyesület lapjainak helyzetét világította meg, s kérte azok fokozottabb szakmai és anyagi támogatását, míg

Pálovits Pál a vidéki csoportok tagjainak egyesületi ügyben a fővárosban történő felutazásával kapcsolatos problémák megnyugtató rendezésére hívta fel a figyelmet.

A már említett határozati javaslatok egyhangú elfogadása után a választmányi ülést rövid elnöki zárzó rekesztette be.

A választmányi ülést a Péti Nitrokémia Vállalat éttermében tartott baráti hangulatú ünnepi ebéd zárta le, ezt követően pedig az érdeklődők megtekinthették a Mátyás király nagy műgonddal restaurált várpalotai vadászkastélyában otthont kapott Vegyipari Múzeumot.

B. B.

A kőolaj-, földgáz- és vízbányászat nagy számban használ szánkóra vagy gépkocsira szerelt gépcsoportokat: *aggregátokat*. Ezek legfontosabb jellemzője, hogy a meghajtó gépet és a munkagépet — általában szivattyút — közös alapra (szánkóra, gyakran tehergépkocsira) szerelik a könnyű szállíthatóság, illetve a mozgékonyág érdekében. *Cementező aggregát*nak is nevezik a gépkocsira szerelt gépcsoportot, de egyéb különleges munkálathoz (savazáshoz, rétegrepszteshez, vezeték nyomáspróbájához stb.) is használják. Helyenként *aggregátor* néven ismerik a cementező egységet, bár ez a forma — a *Bakos*-féle szótár szerint — a helyi jellegű igények kielégítésére szolgáló áramfejlesztő gépcsoport megnevezése. Írásformája megőrizte az eredeti latin alakot (*aggrego* = egyesíték, egybegyűjtök), a szókezdő magánhangzót követő hosszú mássalhangzó hasonulás eredménye (*ad+grex*). Ritkábban az *agregát* alakkal is találkozunk, sőt a közelmúltban egyik napilapunk *agregatív* konferenciáról közölt rövid hirt. A *Terényi István* szerkesztette — régebbi — *Idegen szavak szótára* (1951) még *agregátumnak* nevezi az *aggregátot*, a *Bakos*-szótárban viszont az *aggregátum* halmaz jelentéssel található.

Műszaki értelmező szótárunk (Kőolaj- és földgázbányászat, 1967) *cementezőegység* címszava után ez áll: „helytelenül *cementező aggregát*”. Ennek ellenére az üzemekben változatlanul használják a *cementező aggregát* formát, nyilván abban a reményben, hogy a szótár következő, bővített és átdogozott kiadása nem ítéli meg majd olyan szigorúan az *aggregát* szó használatát, mint az első kiadás.

Hegesztőink használják az *apparát* (*hegesztőapparát*) kifejezést, ami az *apparátus* rövidebb formája. Ez utóbbi a *Bakos*-féle szótár értelmezése szerint elsősorban eszköz, készülék, felszerelés, berendezés megnevezésére szolgál, de a köznyelvben intézmény, hivatali gépezet jelentéssel terjedt el.

*Konglomerát* szavunk a bányászat szakszókincsében már a múlt század derekán (*Szabó József*: Bányaműszótár, 1848) megvolt *conglomerat* formában; magyar megfelelője, a rendkívül kifejező *görgyület* még *Péchy Antal* két Bányászati szótárában (1879. és 1891.) is megtalálható ugyanúgy, mint az újlatin *breccsa* (*breccia*=*törgyület*) alak.

Olaj- és gázkiterések megnevezésére iparágunk dolgozói előszeretettel használják az *erupció* kifejezést. E szó használatával nincs semmi baj, azonban igéjének jelen idejű formáját *eruptál* alakban használják a helyes *erumpál* helyett.

Gyakran okoz gondot az *izotóp-izotrop* szópár írásformája. Az alak hasonlóság ellenére jelentésükben nagy a különbség: az előbbi egy elemnek azonos rendszámú, de az atommagban elhelyezkedő neutronok számától függő mértékben eltérő tömegszámú változatát, az utóbbi pedig a tér minden irányában egyenlő fizikai és vegyi tulajdonságokkal rendelkező anyagot jelenti. Az első kifejezés utolsó magánhangzója hosszú, a másodiké rövid.

A közelmúltban a rádió az egyik szénbányánkban bekövetkezett tüzesetről jelentette, hogy a tüzet *lokalizálták*. Akik e szó helyes jelentését nem ismerik, a tűz eloltására gondolnak, pedig csak elszigetelték a tüzet, továbbterjedését gátolták meg. Ilyenforma félreértés okozott zavart már nem egyszer a *szanal* szó használata kapcsán. Eredeti jelentése: valamilyen intézmény — elsősorban az állam — zilált pénzügyeit rendezi, ilyen intézkedések során az alkalmazottak egy részét elbocsátja, vagy pedig személyt, intézményt, vállalatot gazdasági, pénzügyi tekintetben megsegít, talpra állít; anyagi ügyeit rendezi, rendbe hozza, orvosolja. Terjed a kislejtés, felszámol, eltávolít, hogy másnak helyet csináljon jelentése is, ez azonban — a szó jelentésének nem pontos ismerete miatt — a félreértés folytán súlyos károkat is okozott. (Újsághír a Magyar Nemzet 1971. október 6-i számából: Az ipari szanalás lassúsága akadályozza a józsefvárosi rekonstrukciót.)

A technika szókincsében váltakozva használják a *temperatúra* és a *hőfok*, hőmérséklet kifejezést (köznyelvi használatát a magyar nyelv értelmező szótára választékos stílusminősítésűnek ítéli). Igei megfelelője, a *temperál* (mérsékel, enyhít, csillapít, a hőmérsékletet szabályozza) a köznyelvi és zenei (fizikai)

jelentésváltozatok mellett a kohászatban használatos és azt a műveletet jelenti, amelynek során a vas-szén ötvözetek felületét szénben szegényebbé és így lágyabbá teszik.

A latin és görög szakkifejezésekről közreadott első közleményünk bevezetőjében említettük, hogy a kémiai szakkifejezésekkel és helyesírásuk szabályaival nem foglalkozunk, mivel e tudományág szakkifejezéseinek helyesírasi kérdéseit külön MTA-kiadvány rögzítette. Ezen szabályokat a kémiai szakkifejezések használata során — néhány kivételtől eltekintve — lapunk hasábjain mi is szigorú következetességgel betartottuk, kötelességünknek érezzük azonban, hogy e néhány kivétel szabálytól eltérő írásformájával kapcsolatos álláspontunkat olvasóink tudomására hozzuk.

Az MTA-szabálygyűjtemény szerint a vegyületneveket — a szótagszámtól függetlenül — a kémiai összetételnek megfelelően, kötőjelek alkalmazásával tagolni kell. A szervesetlen vegyületeket úgy tagoljuk, hogy a különböző atomok, ill. atomcsoportok nevét kötőjellel választjuk el egymástól. Pl.: *ammónium-szulfát*, *nátrium-klorid*, *kalcium-karbonát*. A szervesvegyület-nevek írását ismertető nagyszámú szabály felsorolását — főleg helyhiány miatt — mellőzzük.

Lapunkban a *kén-hidrogén*, *kén-dioxid*, *szén-dioxid*, *szén-monoxid* szabályos alakok helyett kötőjel nélküli, teljesen egybeírt formákat használtunk és használunk abból a megfontolásból kiindulva, hogy ezek a kémiai szakkifejezések már kiléptek a kémiai szakszókincséből és a köznyelvi szóhasználatban mindennaposak, a napilapok és folyóiratok hasábjain gyakran olvashatjuk őket — egybeírva.

Olvasóink körében kevés a vegyész (ők úgyis ismerik helyesírásuk szabályait), szakosztályunk tagjai és így olvasóink zöme azonban főleg olaj-, gáz- és vízbányászok, a felsorolt néhány összetételt ők is egybeírják, már csak azért is, mert igt látják a sajtótermékekben. Nem is könnyű olvasóinknak megindokolnunk, hogy miért írjuk egybe a *szénhidrogént* és miért kötőjeles a *kén-hidrogén*, jöllehet mindkét vegyületnév alaki felépítése azonos: két-két kémiai elem neve áll egymás mellett. Míg azonban a *kén-hidrogén* egy vegyület, a *szénhidrogén* pedig egy vegyületsorozat elnevezése, ezért is írják általában többes számban a nagy ritkán helyénvaló egyes szám mellett.

Végül röviden meg kell emlékeznünk az idegen szavak használatáról is. Az idegen szók használatát ellen főleg a két világ-háború között lángolt fel a harc, és a túlzott nemzetiségiből fakadó idegenszó-irtó hadjárat „turáni” nyelvünk hangzását kívánta megvédeni az „eldeákosodástól”, a nemzetközi szók elburjánzásától, azonkívül az idegenszerűségek, főleg a germanizmusoktól. Ez a törekvés még a felszabadulás után is az idegen szók irtogatására ösztönözte lelkes, de nyelvíleg kevésbé képzett „amatőr” nyelvművelőinket, az utóbbi években azonban nyelvészeinknek nagyrészt sikerült megfékezniük ezt az irányzatot és bizonyítaniuk, hogy az idegen nyelvekből kölcsönzött szakkifejezések jó része nem is pótolható, mert ezeknek nyelvünkben minden tekintetben egyenértékű megfelelőjük nincs. Ide számítjuk elsősorban a tudomány és technika számos műszavát, amik már nemzetközi szavakká váltak, és szókincsünknek is teljes értékű tagjai, mert már megfelelő alakban illeszkedtek be nyelvünk hangrendszerébe és helyesírásunk rendszerébe. Az ilyen típusú szavaknak nyelvünkben való kiirtására természetesen — nagy számukat és különösen a műszaki nyelvben való elterjedtségüket és fontosságukat ismerve — nem gondolhatunk.

Jóval nagyobb számban találhatók azonban a szakmai szóhasználatban — sajnos a kőolaj-, földgáz- és vízbányászatban, de még a kőolaj-feldolgozó iparban is — olyan fölöslegesnek ítélt „szakkifejezések”, amelyek használatukat jórészt fontoskodásnak, nagyképszerűségnek, valamely idegen nyelvben való jártasság fitogtatásának köszönhetik. Ezek ellen természetesen fel kell lépünk, elterjedésüket — még inkább terjesztésüket — meg kell akadályoznunk, mert csak szűrkítik nyelvünket, és a szakszövegeket nehezéssé, pongyolává, sőt gyakran érthetlenné teszik.

Munkácsi Zoltán

# SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Fúrási szakmai kollokviumok az Alföldön

Az alföldi fúrasi szakcsoport munkájának legjelentősebb és leghasznosabb mozzanatai a különböző üzemegységek központjában negyedévenként sorra kerülő szakmai kollokviumok. Az előadott és megvitatott téma az üzem fő tevékenységéhez kapcsolódik, mely rendszerint egyúttal a legnehezebb feladatot is jelenti.

Ez év májusában Szegeden az algyői kettős kútkiképezéssel és a ferde fúrásokkal foglalkoztak az előadók, míg október 21-én Gyopároson az alföldi nagymélységű fúrások adták a témát.\*

Mezősi József igazgató megnyitója után Kurucz Béla A békési medence mélyvonulatainak földtani felépítése címmel tartott előadást. Bevezetőben a békési medence egészére (országhatár—Körösök—Tisza—Maroslele—Makó vonalával határolt terület) vonatkozóan ismertette a geofizikai előkutatást, majd a medence földtani felépítését tárgyalta a „Pusztaföldvár—Battonya” magasszonulatok kivételével, végül az eddig elkészített mély- és nagymélységű fúrások szénhidrogén-földtani eredményét ismertette.

Tóth Lajos üzemvezető Az alföldi mélyfúrások áttekintése címen a 2700 m-nél mélyebb kutak mélyítésével kapcsolatos

tapasztalatokat értékelte, elsősorban gazdasági szempontból. Ezeket az előadásokat három beszámoló követte, amelyek az ország legmélyebb kútja, a Hód—I. mélyítésével kapcsolatos tapasztalatokat vázolták. Kiss László: Béléscső-cementezések a Hód—I-es fúrásnál című beszámolója a fúrás lemélyítésének hiteles krónikája volt.

Ligeti Attila a Hód—I-es fúrás műszaki baleseteit ismertette. Kereste a fúrócsőtörések okait; az ezzel kapcsolatos mentések jelentették ugyanis az előfordult műszaki balesetek felszámolási munkálatainak zömét.

Dornán József a Hód—I.-en és hazánkban először alkalmazott nagy hőtérű fordított emulziós iszapot, ennek készítését, kondicionálási technológiáját ismertette. Az iszapfajták áttekintése mellett kialakulásuk történetével is foglalkozott.

Az előadások célszerűen alapját képezhetnék egy a nagymélységű fúrás problémáival részletesen foglalkozó közleménynek.

Az előadást követő vita összegezése alapján egyértelműen rögzíthető a kollokvium szükségessége és hasznossága. A jövőben ez a technológiai tapasztalatátadás eszközének tekinthető. Orosháza, 1971. október hó

Kiss László  
okl. olajmérnök  
(NKfÜ, Orosháza)

\* A rendezvény visszhangja az előadások magas színvonalát és az előadók igényességét, szakmai jártasságát bizonyította. (A szerkesztő.)

## HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Mélyszivattyús olajkutak tömszelencéivel szerzett tapasztalatok a DKFV-nél

A DKFV Műszaki Fejlesztési Osztálya 1971 nyarán a vállalat állományában levő himbaberendezéssel üzemeltetett mélyszivattyús kutak tömszelence-problémáit vizsgálta. A felülvizsgálat során szerzett általánosított tapasztalatokat ismertetjük az alábbiakban.

A himbaberendezéssel üzemeltetett mélyszivattyús olajtermelő kút gyakorlati kezelést és karbantartást igénylő alkatelme a felszínen elhelyezkedő tömszelence.

Ez az alkatelme (gépelem) megakadályozza azt, hogy a kút-folyadék bejusson az álló kifolyószerelvénnyel és az alternatív mozgást végző, a mélyszivattyút mozgó csiszolt rúd közé.

A tömszelence kezelési és karbantartási gyakoriságát elsősorban az alábbi tényezők befolyásolják:

1. Kifolyócső, tömszelence, tömszelence-tömítő gumi, csiszolt rúd és egyéb alkatelme minősége és mindenkori műszaki állapota.
2. A szerelés, központosítás, helyzetbeállítás minősége.
3. Az anyagáram jellemzői; így a hőmérséklet, nyomás, összetétel (víz, CO<sub>2</sub>, sótartalom), viszkozitás, kenőképesség, korrózió stb.
4. A megválasztott műszaki paraméterek: lökethossz, löketség, időszakos, folyamatos üzem stb.
5. A tömszelence-kezelés minősége (túlhúzás, tömszelence-cseré stb.).

A fentiek megállapításánál feltételeztük a műszaki követelményeknek megfelelő alapozást, himbaberendezést, a kúttengely és kúttelzáró fej egytengelyűségét.

A felsorolt hibaforrások mindegyike a tömszelence tömítőgumijának idő előtti tönkremeneteléhez vezet, és azon jellegzetes változást okoz. A mellékelt 1. ábrán feltüntettük az új, az ideálisan kopott és néhány egyéb rendellenesség következtében kopott tömszelence-tömítő gumik vázlatos rajzát.

A megfelelő és eddig alkalmazott tömszelence-konstrukciót általában megfelelőnek tartjuk, ha azt helyesen szerelik és kezelik. A tömszelence-tömítő gumi minőségének javításával a cserékre ritkábban lesz szükség.

Az üzembiztonság fokozása és a kút-folyadék szabadba való jutásának megakadályozása érdekében bizonyos esetekben (nagy lökethossz, nagy löketség, magas kútfej-hőmérséklet, rossz kenési viszonyok stb.) célszerűnek tartjuk új konstrukciók kialakítását is, amelyeknél huzamosabb időn keresztül is megvalósítható az ellenőrzés nélküli üzemeltetés. Ezen az igényen túl azt várjuk egy új konstrukciótól, hogy kevésbé legyen érzékeny a mélyszivattyús himbaberendezés központosítására, a változó üzemi körülményekre és a kezelési hibákra.

A tömítőgumi vázlatos rajza	Az új tömítőgumitól való eltérés okai
	Új tömítőgumi OKGT-HSz-5 alapján (eltérés nincs)
	Megfelelő felületi minőségű csiszolt rúd koptató hatása, jó felületi kenés
	Megfelelő felületi minőségű csiszolt rúd; tömszelence-túlhúzás vagy kenéshiány
	Tömszelence-utánállítási hiánya, folyadék-erózió
	Csiszolt rúd rossz felületi minősége (bemérés, vízkövesedés, korrózió stb.)
	Helytelen központosítás
	Ferde kifolyócső vagy ferde felszerelt tömszelence

Megfelelő minőségű alkatelmelek, gondos szerelés, szakszerű, rendszeres karbantartás és kezelés alkalmazásával optimális ér-  
(folytatás a 383. oldalon)

Д-р *Ё. Алликвандер*, горный инж., — д-р *В. Арнольд*, горный инж., проф. — *А. Еш.*, инж.-механик — д-р *З. Дьюлаи*, горный инж., проф. — д-р *А. П. Силаш*, горный инж. к. т. н., проф.: **Настоящее и будущее нефтегазодобывающей промышленности** ..... Стр. 356

Авторами основных глав библиографического очерка „Техническое развитие нефтегазодобывающей промышленности в 1970 г.“, в первую очередь на основании около 1400 источников, выбранных из литературы круга тем авторов, опубликованной в 1970 г. (детально см. спецномер 1971 г. журнала *Kőolaj és Földgáz*) излагается состояние научно-технического прогресса в области мелкого и глубокого бурения, а также бурения скважин большого диаметра, промысловой геофизики, технологии разработки коллекторов, добычи, а также транспорта нефти и газа, далее анализируются ожидаемые направления развития.

Д-р *Дь. Золтан*, горный инж., к. т. н.: **Принципиальные возможности повышения коэффициента вытеснения** ..... Стр. 367

В статье рассматриваются возможности повышения эффекта конвенционального вытеснения нефти водой — как самого дешевого способа добычи —, и отдается предпочтение добавкам, увеличивающим вязкость, по сравнению с теми веществами, которые принимаются для изменения поверхностных физико-химических свойств коллекторов. Автор своими принципиальными рассуждениями настаивает на выяснении вопросов, связанных с повышением коэффициента нефтеотдачи и ожидает этого от более координированного сотрудничества между специалистами, работающими в различных областях науки.

Д-р *Ф. Пати*, сын, инж.-нефтяник: **Расчет условий давления вертикального двухфазного течения** .... Стр. 371

Расчет условий давления многофазного течения в насоснокомпрессорных трубах является одной из важных основных задач планирования добычи нефти и газа. В статье излагается метод расчета, полученного путем комбинирования метода *Рос*, требующего длительной вычислительной работы и метода *Крылова*, который путем значительно меньшего объема вычислительных работ — по сравнению с современными методами — дает результаты с точностью, соответствующей практическим целям.

Д-р *Л. Вайта*, д-р хим. наук, профессор, лауреат премии Кошута, — д-р *И. Себеньи*, к. х. н.: **Столетие основания химического факультета Политехнического Института в г. Будапешт** ..... Стр. 374

В статье авторы указывают на годовщины, отмечающиеся в 1971 г. в венгерском высшем техническом образовании и знакомят читателей с присвоением звания университета Политехническому Институту им. Йожеф 10 июля 1871 г., а также с созданием факультетов (отделений) по подготовке инженеров-механиков, инженеров-строителей и инженеров-химиков. Коротко излагается история химического факультета Будапештского Политехнического Института, который и для венгерской нефтегазовой промышленности выпустил значительное число специалистов, далее структура и учебная работа отдельных кафедр.

\*

Dr. Ing. *Ödön Alliquander*—Dr.-Ing. *Werner Arnold*, Professor—Dipl.-Ing. *Aladár Jesch*—Dr.-Ing. *Zoltán Gyulay*, Professor—Dr.-Ing. *A. Pál Szilas*, Kandidat der Technischen Wissenschaften, Professor: **Über die Gegenwart und Zukunft des Erdöl und Erdgasbergbaus** ..... S. 356

Aufgrund von im Jahre 1970 erschienenen und in ihren Themenkreis fallenden etwa 1400 Literaturquellen geben die Verfasser der Hauptabschnitte der bibliographischen Abhandlung „Technische Entwicklung des Erdöl- und Erdgasbergbaus in 1970“ (näheres siehe in der Sondernummer des *Kőolaj és Földgáz*, 1971) einen Lagebericht

über den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt der Tiefbohrung, der Flachbohrung, der Bohrung mit grossem Durchmesser, der Tiefbohrungsgeophysik, des Reservoir Engineering, der Erdöl- und Erdgasförderung, sowie des Transports. Die zu erwartenden Entwicklungstendenzen werden analysiert.

Dr.-Ing. *Győző Zoltán*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Prinzipielle Möglichkeiten der Steigerung des Verdrängungsfaktors** ..... S. 367

Der Beitrag behandelt Möglichkeiten einer Erhöhung der Leistung der Ölverdrängung durch Wasser, die das billigste Produktionsverfahren darstellt. Es werden viskositätserhöhende Zusätze bevorzugt, gegenüber Stoffen, die zwecks Änderung der physikalisch-chemischen Oberflächeneigenschaften der Lagerstätten angewandt werden könnten. Der Verfasser drängt aufgrund prinzipieller Erwägungen auf eine Klärung der mit der Erhöhung des Verdrängungsfaktors verbundenen Fragen und hofft, dass dieselbe durch eine koordiniertere Zusammenarbeit auf verschiedenen Wissenschaftsgebieten arbeitender Fachleute verwirklicht werden kann.

Dr.-Ing. *Ferenc Patsch jr.*: **Berechnung der Druckverhältnisse vertikaler, zweiphasiger Strömungen** ..... S. 371

Die Berechnung der Druckverhältnisse mehrphasiger Strömungen im Steigrohr ist eine wichtige Grundaufgabe der Kohlenwasserstoff-Produktionsplanung. Es wird eine Berechnungsmethode erörtert, die eine Kombination der umständlichen Berechnungsarbeit erfordernden *Ros*schen Methode und der *Krilows*chen Methode darstellt. Die kombinierte Methode beansprucht wesentlich weniger rechnerische Arbeit als die modernen Methoden und liefert Ergebnisse praktischer Genauigkeit.

Dr.-Ing. *László Vajta*, Doktor der chemischen Wissenschaften, Universitätsprofessor, *Kossuth*preiseträger — Dr.-Ing. *Imre Szébenyi*, Kandidat der chemischen Wissenschaften: **Das Zentenarium der chemischen Fakultät der Technischen Hochschule in Budapest** ..... S. 374

Die Verfasser weisen auf die Zentenarien des ungarischen technischen Hochschulunterrichts in 1971. hin und behandeln die Erhebung der technischen Hochschule „*József Műegyetem*“ zum Universitätsrang am 10. Juli 1871. und die Gründung der Maschinenbauingenieur-, Architekten- und Chemieingenieur-Fakultäten (Sektionen). Eine kurze Geschichte der Chemieingenieur-Fakultät der Technischen Hochschule in Budapest, die auch der ungarischen Erdöl- und Erdgasindustrie zahlreiche Fachleute gegeben hat, ferner die Lehrstuhl-Organisation derselben und die Unterrichtsarbeit der Lehrstühle werden geschildert.

\*

Dr. *Ödön Alliquander*, Mining Eng.—Dr.-Eng. *Arnold Werner*, University Professor—*Aladár Jesch*, Mechanical Eng.—Dr. *Zoltán Gyulay*, Mining Eng., University Professor—Dr. *A. Pál Szilas*, Mining Eng., University Professor, Candidate of Technical Sciences: **Petroleum and gas industry today and tomorrow** ..... p. 356

On the basis of about 1400 sources selected from literature in their line mostly published in 1970, the authors of the main chapters of the bibliographical study „Technical development of the petroleum and gas industry in 1970“ (see the special issue 1971 of *Kőolaj és Földgáz*) give a general survey of the scientific and technical progress of deep-drilling, shallow-drilling, large diameter drilling, deep-drilling geophysics, reservoir engineering, petroleum and gas production and transport. Future trends of the development to be expected are analyzed.

Dr. *Győző Zoltán*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: **Possibilities in principle of increasing displacement efficiency** ..... p. 367

Possibilities of increasing performance of traditional oil displacement by water, the cheapest oil recovery procedure, are discussed. Preference is given to additives capable of increasing viscosity as against materials which



are believed to change physico-chemical surface properties of reservoirs. Based on considerations of principle, clarification of problems of increasing displacement efficiency is urged. The author hopes that these problems will be elucidated by a more co-ordinated teamwork of experts working on various scientific fields.

Dr. *Ferenc Patsch jr.*: Petroleum Eng.: Calculation of pressure conditions of vertical two-phase flows . . . . . p. 371

The calculation of pressure conditions of multi-phase tubing flow is an important fundamental task in hydrocarbon production projecting. A calculation method is described which is a combination of *Ros'* method requiring tiresome calculation work and of *Krilov's* method. This combined method necessitates essentially less calculation work than modern procedures and results of practical accuracy can be obtained by it.

Dr. *László Vajta*, Chemical Eng., Doktor of Chemical Sciences, University Professor, *Kossuth-Prize Winner* — Dr. *Imre Szabényi*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences: Centenary of the Chemical Engineering Faculty of the Polytechnical University . . . . . p. 374

Anniversaries of the Hungarian technical university education in 1971 are referred to. The Technical High School „József Műegyetem” was raised to a rank of university on July 10th, 1871. Foundation of the Mechanical, Chemical and the Architect Engineering Faculties (Departments) is described. A short history of the Chemical Engineering Faculty of the Budapest Technical University, that has given a number of specialists also to the Hungarian oil and gas industry is outlined. The organization and the educational work of the departments are appreciated.

(folytatás a 381. oldalról)

tékre csökkenthetők a véletlen meghibásodások, mérsékelhető a csiszolt rudak és tömszelence-tömítő gumik fajlagos felhasználása, és általában a termelési költségek.

Megjegyezzük a témával kapcsolatban, hogy a hirtelen tömszelence-tönkrementel miatt bekövetkező folyadékkiömlések ellen indokolt esetben automatikus mélyszivattyú-leállítással tudunk védekezni.

Gellénháza, 1971. augusztus hó

*Farkas Iván*  
okl. gépészmérnök  
(DKFV, Nagylengyel)

Megjelent a Magyar Olajipari Múzeum 1. sz. Közleménye

Lapzárta után kaptuk kézhez „A Magyar Olajipari Múzeum Közleményei I.” számú, rendkívül izléses kivitelű kiadványt, melyhez mind a felelős kiadónak, mind a szerkesztőknek, s az egész ügyet lelkesen felkarolóknak szívből gratulálunk, addig is, míg a kiadványt — rangjához méltóan — részletesebben ismertetjük.

B. B.



**Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt  
Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás  
Budapest XIII., Révész u. 27-31  
Telefon: 290-020                      Telex: 3716**

Az alábbi szolgáltatásainkat ajánljuk:

- gáztüzelő berendezésekkel és készülékekkel kapcsolatos kutatási, fejlesztési és vizsgálati feladatok elvégzését,
- fűtőberendezések és más energiefelhasználó berendezések gáztüzelésre való átállításával kapcsolatos feladatok elvégzését,
- gázpropagandával kapcsolatos kiadványok tervezését és kiadását,
- gázfelhasználással kapcsolatos tanulmányok készítését

# TURBOQUANT

## turbinás áramlásmérő műszer család



zárt, nyomás alatt álló csővezetékben áramló folyadékok és gázok térfogati sebességének mérésére és regisztrálására, az átáramlott mennyiség összegezésére, adagolására, távjelzésére és szabályozására alkalmas.

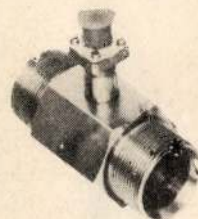
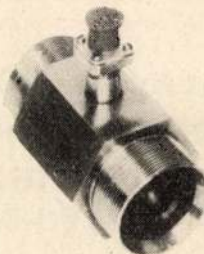
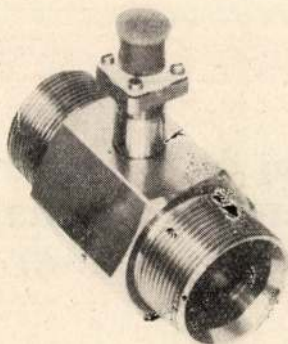
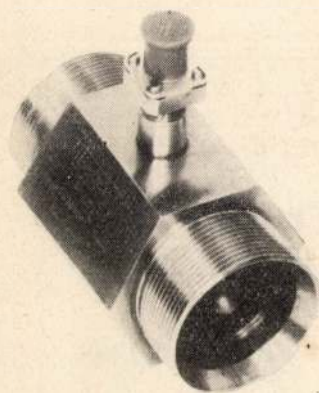
### Műszaki jellemzők:

Méret: (17 féle)	6...500 Ø mm
Mérési tart.:	0,028...6500 m <sup>3</sup> /h
Pontatlanság	
folyadékokra:	±0,5%
gázokra:	±1,0%

Kimeneti jel távjelzéshez és szabályozáshoz:

Térfogati sebesség: 0...5; 2...10;  
0...20; 4...20 mA

Összegezett térfogat: 24 V; 100 mA impulzus



A TurboQuant áramlásmérő rendszer új szolgáltatása a kívánságra beépíthető NO SIGN ALARM, amely hang- vagy fényjellel jelzi a turbinás mérőérzékelő, vagy a jelvezeték meghibásodását és a kívánt beavatkozást kontaktus zárásával vezérli.

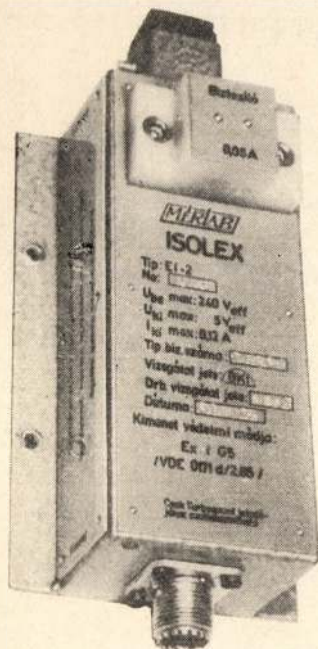
Robbanásveszélyes üzemi körülmények között a rendszer biztonsággal üzemeltethető ISOLEX gyújtószikragát alkalmazásával.

### VEVŐSZOLGÁLAT

### ÜZEMBEHELYEZÉS

### KARBANTARTÁS

Az ELECTRONIC FLO-METERS angol céggel kötött kooperációs szerződés alapján



**MÉRLAB**<sup>®</sup>

márkanéven gyártja és forgalmazza a

MÉRÉSTECHNIKAI KÖZPONTI KUTATÓ LABORATÓRIUM

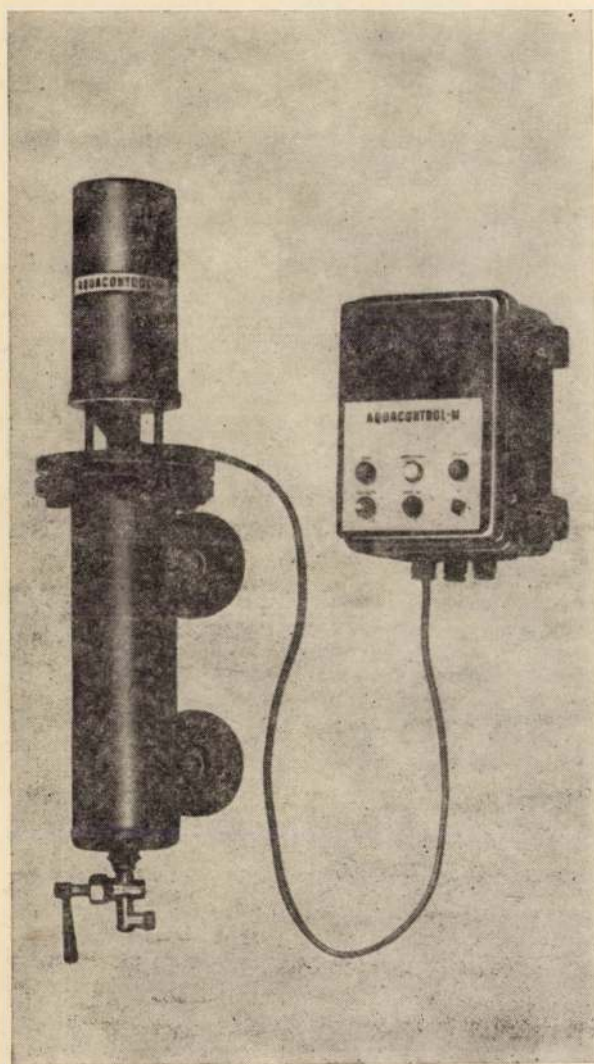
Budapest 5. Pf. 205.

Telefon: 880—308.

**Szintszabályozás: AQUACONTROL!**

**Szintjelzés: AQUACONTROL!**

**Megbízhatóság: AQUACONTROL!**



Az **AQUACONTROL** szintszabályzókkal nagy üzembiztonsággal vezérelhető és jelezhető mindenfajta folyadék szintje 220 C° hőmérsékletig és 16 atn nyomásig, tetszőleges szinthatárok között

Rövid szállítási határidő

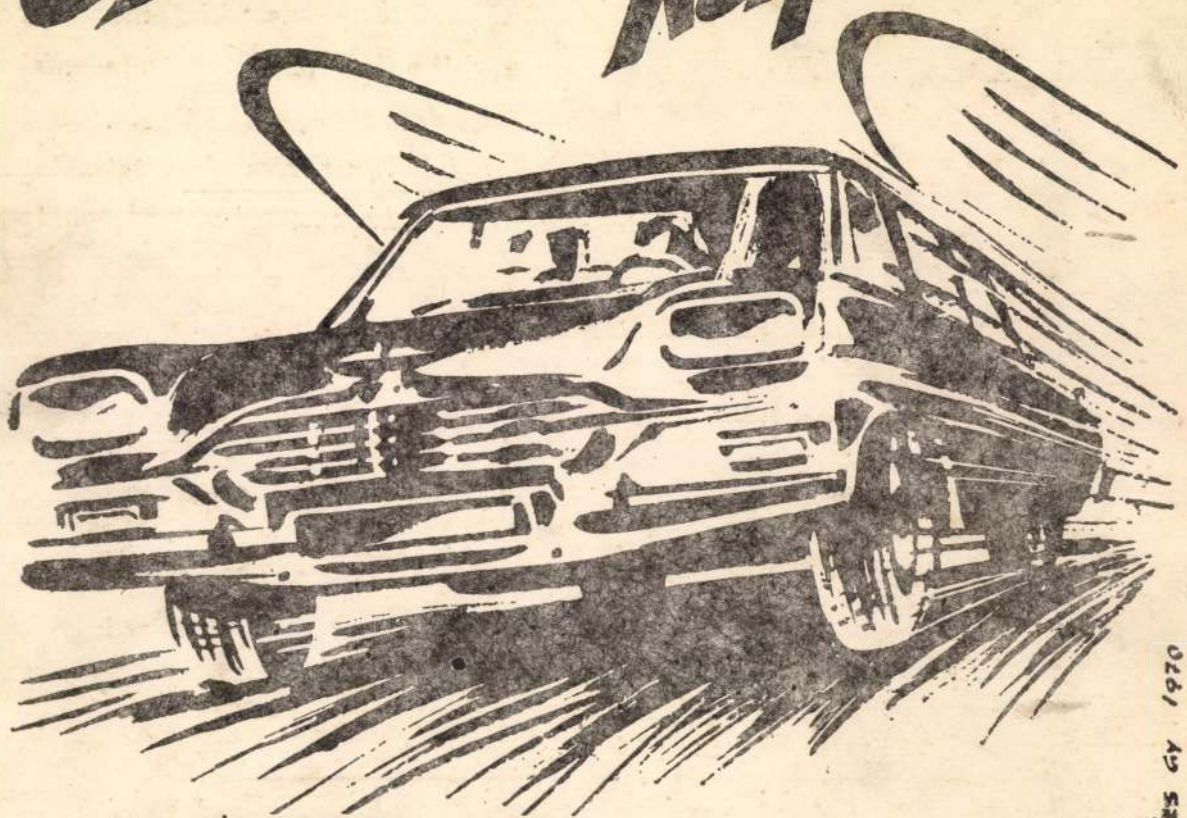
Szívesen szolgálunk részletes tájékoztatással

**REAKTÍVA SZÖVETKEZET**  
Budapest VIII., József utca 34.

Felvilágosítás kereskedelmi kérdésekben:  
330—923

Műszaki kérdésekben: 205—983

**MINTHA  
Szárnyakat  
Kapna...**



**AEOR**  
BENZIN-OLAJ

**EXTRA  
SZUPERBENZIN!**

BALÁZS GY 1970