BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

2000 - 1042
2000 ÁPR 8

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 1—32 oldal
BUDAPEST, 1979. JANUÁR HÓ
1

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

RÁCZ DÁNIEL
KOVÁCS ÁRPÁDNÉ
POKOL GYÖRGY
SZTATISZ JANISZ
GÁL SÁNDOR — A termokatalitikus olajtermelési eljárás gőzzónájában lejátszódó oxidációs reakciók vizsgálata 1

ZOLTÁN GYŐZŐ
KORIM KÁLMÁN
POGÁNY LÁSZLÓ
SIPŐTZ ISTVÁN
DEMETER ISTVÁN
MÓRICZ PÁLNÉ — Fázishatárfelület-változások energiaigényének elvi ellenőrzése 7
Hévíztároló rendszerek és működésmódjuk a pannon medencében 10

A kőolaj- és földgázgazdaság fejlesztési modelljének bányászati kérdései 16
40 éves a budafai olajmező 21

TIHANYI LÁSZLÓ
BENKÓCZY PÉTER
MOLNÁR GÁBOR — A gázszállító rendszer szállítókapacitásának meghatározása a hazai gyakorlatban 24

Személyi hírek 31
Egyesületi hírek 15, 23
Szakosztályi hírek 6, 30
Hírek az üzemekből 15, 20
Külföldi hírek 9
Pályázati felhívások B-4
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 31

A SZÁM SZERZŐI:

BENKÓCZY PÉTER okl. olajmérnök, okl. gázipari szakmérnök, osztályvezető (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Budapest); DEMETER ISTVÁN okl. közgazdász (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); GÁL SÁNDOR dr. okl. vegyészmérnök, egyetemi docens (Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest); KORIM KÁLMÁN dr., okl. geológus, főgeológus (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); KOVÁCS ÁRPÁDNÉ okl. vegyészmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); MOLNÁR GÁBOR okl. bányamérnök (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Budapest); MÓRICZ PÁLNÉ okl. matematikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, okl. közgazdászmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); POKOL GYÖRGY dr., okl. vegyészmérnök, egyetemi tanársegéd (Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest); RÁCZ DÁNIEL dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SIPŐTZ ISTVÁN dr., okl. közgazdász (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SZTATISZ JANISZ okl. vegyészmérnök, egyetemi tanársegéd (Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest); TIHANYI LÁSZLÓ dr., okl. bányamérnök, egyetemi tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc); ZOLTÁN GYŐZŐ dr., okl. bánymérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tudományos osztályvezető (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061. Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073. Telefon: 221-293. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1906.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
78-5288 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

2000 ÁPR 8.
2000-1042

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET

lapja

12. (112.) évf. 1. szám 1979. január

A termokatalitikus olajtermelési eljárás gőzzónájában lejátszódó oxidációs reakciók vizsgálata

RÁCZ DÁNIEL—
KOVÁCS ÁRPÁDNÉ—
POKOL GYÖRGY—
SZTATISZ JANISZ—
GÁL SÁNDOR

A termokatalitikus olajtermelési eljárás a nedves égetés továbbfejlesztett változata, amely során katalizátorok alkalmazásával megnöveljük a gőzzónában lejátszódó alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók sebességét és ezáltal hatékonyabb olajkiszorítási mechanizmus megvalósulását tesszük lehetővé. Az eljárás kulcsfontosságú lépését, a katalizált alacsony hőmérsékletű oxidációt Du Pont 990 Thermal Analyzer berendezés nagynyomású DSC-cellájával vizsgáltuk. A termoanalitikai görbékből meghatároztuk az entalpiaváltozást, valamint az olaj oxidációjának reakciókinetikai paramétereit. Megállapítottuk, hogy a reakció sebességét legnagyobb mértékben a vastartalmú katalizátorok növelik meg.

Az in situ elégetéses eljárást kezdetben a nagy sűrűségű és viszkozitású kőolajok és a kis tárolómélységek esetében alkalmazták a kihozatal növelésére. A kutatások alapján az elégetéses módszer elméleti és gyakorlati szempontból alapvetően megváltozott. A továbbfejlesztés egyik célkitűzése volt az eljárás kiterjesztése könnyűolajokra, amelyekben a hagyományos előrehaladó száraz elégetéses folyamat fenntartásához szükséges tüzelőanyag-tartalom nincs meg. A tüzelőanyagtartalom megnövelésének egyik lehetséges útja az égetést megelőzően végrehajtott alacsony hőmérsékletű oxidáció [1, 2, 3].

A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóruimban kidolgozott termokatalitikus művelési eljárás ezt a célkitűzést valósítja meg [4].

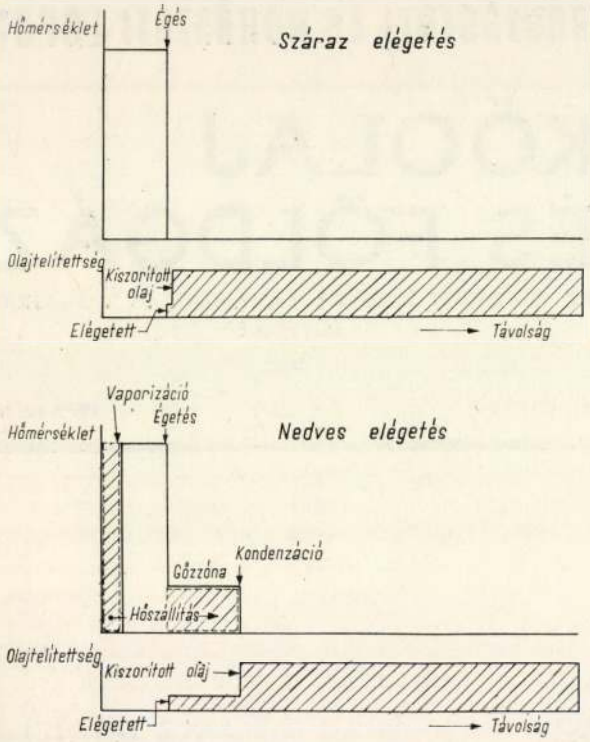
Az eljárás alapvető fontosságú lépése a gőzzónában lejátszódó katalizált, alacsony hőmérsékletű oxidáció, ezért ezt a reakciót önmagában, a komplex művelési folyamat során végbemenő egyéb fizikai és kémiai folyamatoktól elválasztva is tanulmányoztuk.

Az in situ elégetéses módszerek különböző változatai; a termokatalitikus művelési eljárás

Az in situ elégetéses módszereknél az olaj kitermeléséhez szükséges hőmennyiséget a tároló kőolajának helyben történő részleges elégetésével biztosítják. Száraz elégetésnél az égési folyamatot száraz levegő besajtolásával tartják fenn. Ezt az eljárást a rossz termikus hatékonyság jellemzi. Mivel a hőátvitel sebessége kisebb, mint az égésfront haladási sebessége, az oxidációs reakciókkal termelt hő a réteg azon részében halmozódik fel, ahol az égési front már áthaladt, és onnan fokozatosan eltávozik a fedő- és fekürétegekbe [5, 6, 7].

Az égésfront mögött maradó hő hasznosítására irányuló törekvések közül legkedvezőbb hatású, ha a levegővel együtt a rétegbe vizet sajtolnak (nedves elégetés). A besajtolt víz a forró tárolókőzeten gőzzé alakul; az égésfront mögött vaporizációs zóna képződik. A vaporizációs front gyorsabban mozog, mint az égésfront, ennek következtében a front mögötti hőmennyiség fokozatosan átszállítódik a front előtti tárolórészbe *(1. ábra)*.

Az égésfront előtt ún. gőzzóna képződik, amelynek méretét az a hőmennyiség határozza meg, amely az égésfront mögötti zónából átkerül az égésfront elé [8, 9, 10, 11]. Amennyiben a levegőadagolás mértékét úgy választjuk meg, hogy az égésfronton reakcióba nem lépett oxigén jut át, a front előtti gőzzónában alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók játszódnak le. Az égési front elé katalizátorokat vagy iniciátorokat juttatva,

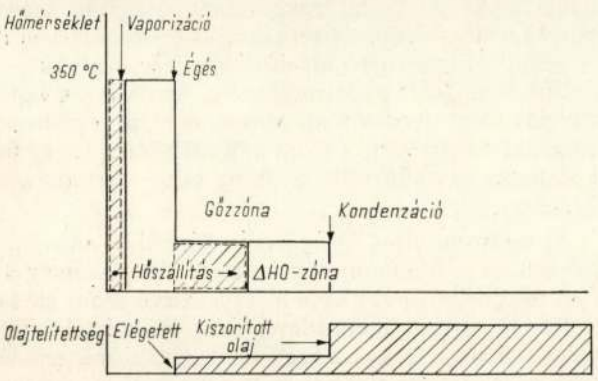


1. ábra
A hőmérséklet és az olajtelítettség eloszlása száraz és nedves égetésnél

az alacsony hőmérsékletű oxidációs folyamatok sebességét megnövelhetjük. A nedves elégetés összekapcsolását az adalék anyag alkalmazásával termokatalitikus művelési eljárásnak vagy adalékolt nedves elégetéses eljárásnak nevezzük [4].

A termokatalitikus művelési eljárás gőzzónájában lejátszódó nagy sebességű, alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók az olaj tüzelőanyag-tartalmának megnövekedését eredményezik. Ezért a módszer alkalmazásával az in situ elégetéses eljárásokat ki tudjuk terjeszteni a kis tüzelőanyag-tartalmú, könnyűolajokat tartalmazó, eddig égésfronttal nem művelhető tárolókra is. Az alacsony hőmérsékletű oxidáció lejátszódásakor jelentős mennyiségű reakcióhő is képződik, ezért a rendszer hőtartalma az égési front előtt megnövekszik.

A hőmérséklet és az olajtelítettség eloszlását a termokatalitikus művelési eljárásnál a *2. ábrán* mutatjuk be. Összehasonlítva a nedves elégetés hőmérséklet- és olajtelítettség-eloszlásával, a következő megállapításokat tehetjük: a gőzzóna hosszúsága az alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók hőtermelése következtében megnő. Ez egy hatékonyabb olajkiszorítási mechanizmus megvalósítását teszi lehetővé. A fronthőmérséklet a katalizátor nélküli nedves égetésnél 400—500 °C körüli érték, katalizátor alkalmazása esetén pedig lecsökken 300—350 °C-ra. A fronthőmérséklet csökkenését az okozza, hogy az alacsony hőmérsékletű oxidációs reakcióhő kisebb hányada szabadul fel az égési fronton és nagyobb hányada a gőzzónában.



2. ábra
A hőmérséklet és az olajtelítettség eloszlása a termokatalitikus művelési eljárásnál

A föld alatti elégetéssel történő olajtermelés során a tömegáramlás, a konvekció, a hővezetés, a kémiai reakciók és a fázisátalakulások folyamatai egyidejűleg játszódnak le, ezért nehéz ezeket a folyamatokat egymástól elkülönítve vizsgálni. A kémiai reakciót a mozgó hőhullám nélkül a termoanalitikai eljárásokkal — ezek közül legnagyobb pontossággal a dinamikus mikrokalorimetriás (DSC) mérésekkel lehet tanulmányozni [12, 13].

A szénhidrogén-oxidáció vizsgálata dinamikus mikrokalorimetriás módszerrel

A vizsgálatokat a Budapesti Műszaki Egyetem Általános és Analitikai Kémiai Tanszékén levő Du Pont 990 Thermal Analyzer berendezés nagynyomású DSC-cellájával végeztük [14]. A DSC-mérésekkel a mintában a felfűtés hatására bekövetkező entalpiaváltozásról kapunk információt. A nagynyomású DSC-cella elvi kapcsolási rajza megegyezik a hagyományos DTA-készülék kapcsolásával, de konstrukciója alkalmassá teszi kis mennyiségű minták (1—10 mg) vizsgálatára, valamint a görbe alatti területből az entalpiaváltozás nagyságának pontos meghatározására. Az ordinátán közvetlenül az entalpiaváltozás sebességét (mcal/s) olvashatjuk le.

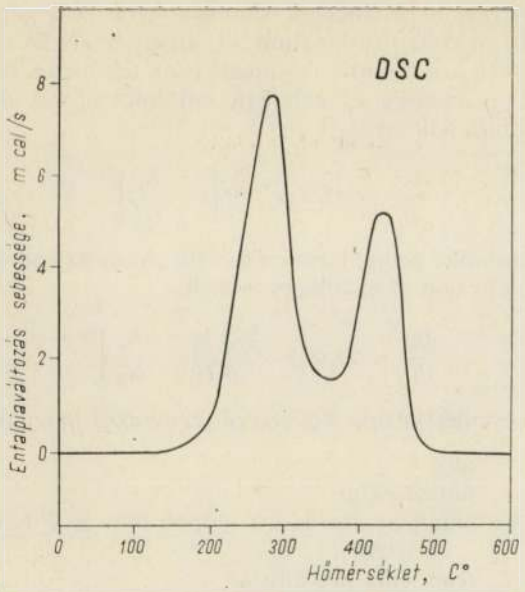
A cellával max. $68 \cdot 10^5$ Pa nyomáson végezhető mérés 600 °C-ig.

A szénhidrogének oxidációja két lépcsőben játszódik le, az első 270 °C körüli hőmérsékleten, a második 400 °C körüli hőmérsékleten [15]. Az alacsony hőmérsékleten végbemenő oxidáció folyamán additív jellegű reakciókban peroxidok, alkoholok, aldehidek, ketonok, savak, valamint víz és kokszmaradék képződik.

A magasabb hőmérsékleten lejátszódó oxidációban a szén—szén kötés töréses jellegű égése következik be, az oxigén túlnyomó része szén-dioxidot és szén-monoxidot képez, kisebb része vizet. A *3. ábrán* az olaj oxidációjának jellegzetes termogramját mutatjuk be. Az első oxidációs lépcsőt nevezzük alacsony hőmérsékletű oxidációnak (AHO). Mivel az égés számára rendelkezésre álló tüzelőanyag mennyiségét és összetételét az alacsony hőmérsékletű oxidáció jelentős mértékben befolyásolja, ezért ezt a folyamatot behatóan tanulmányoztuk.

A szénhidrogének folyadékfázisú oxidációja láncreakció, melynek startreakciójában keletkező primer gyökök hidroperoxidok képződéséhez vezetnek *(4. ábra)*. A hidroperoxidok bomlása viszi tovább a láncot; ennek a reakciónak a sebességét változó vegyértékű fém katalizátorokkal növelhetjük [16].

A fenti elméletnek megfelelően különböző változó vegyértékű fém katalizátorok hatását vizsgáltuk meg az alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók hőtermelésére és kinetikájára.



3. ábra
Az olaj oxidációjának termogramja

Adalék anyagok hatása az alacsony hőmérsékletű oxidációs reakciók hőtermelésére

A dinamikus mikrokalorimetriás méréseket *Demjénkeleti* olaj 200 °C feletti forráspontú maradékából végeztük. A hordozó különböző változó vegyértékű fémoxidokkal adalékolt kvarchomok volt. Az olajhoz néhány mintánál vas-pentakarbonilt adtunk. Az alkalmazott olajtelítettség 13 g olaj/100 g homok volt. A vizsgálatokat 10 °C/min felfűtési sebességgel, $21 \cdot 10^5$ Pa levegőnyomáson, 10 mg körüli bemérésekkel végeztük. Az eredményeket az *1. táblázatban* foglaljuk össze.

4. ábra
Szénhidrogének folyadékfázisú oxidációjának sematikus ábrázolása

A hőtermelés legnagyobb mértékben a vastartalmú adalékot tartalmazó rendszerekben nőtt meg. Adalék anyagok jelenlétében az AHO-csúcs maximumának hőmérsékleti helyzete az alacsonyabb hőmérsékletek felé tolódott el; leghatásosabbnak ebből a szempontból is a vas mutatkozott, de a mangán, a vanádium és a több fém kombinációját tartalmazó ún. vegyes adalék szintén a reakció alacsonyabb hőmérsékleten történő lejátszódásának kedvezett.

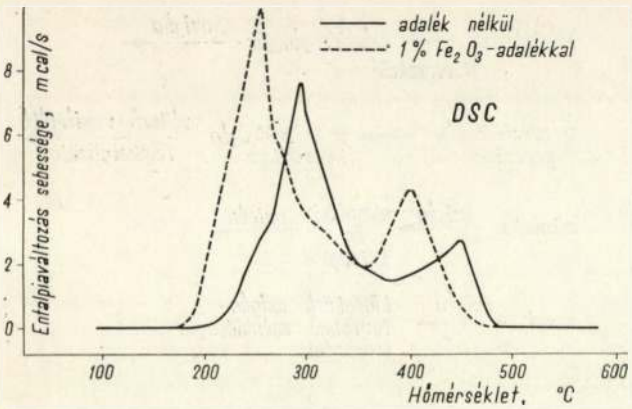
Az *5. ábrán* bemutatjuk az olajos homok oxidációjának lefutását adalék nélkül és vastartalmú adalékkal

1. táblázat

Az alacsony hőmérsékletű oxidációt kísérő hőfejlődés DK olaj—kvarchomok—adalék anyag rendszerben, $21 \cdot 10^5$ Pa nyomáson

A rendszer összetétele	Hőfejlődés mcal/mg olaj	A hőfejlődés változása %	Az AHO-csúcs maximumának hőmérsékleti helyzete °C	Az AHO-csúcs hőmérsékleti helyzetének változása °C
Homok + olaj	2205		293	
Homok + 0,1% mangán* + olaj	2310	+4,8	290	−3
Homok + 0,2% mangán* + olaj	2310	+4,8	279	−14
Homok + 1,0% mangán* + olaj	2280	+3,4	272	−21
Homok + 0,2% titán + olaj	2210	+0,2	287	−6
Homok + 0,5% titán + olaj	2290	+3,9	286	−7
Homok + 0,002% króm + olaj	2300	+4,3	288	−5
Homok + 0,1% króm + olaj	2270	+3,0	290	−3
Homok + 0,003% vanádium + olaj	2220	+0,7	288	−5
Homok + 0,08% vanádium + olaj	2300	+4,3	255	−38
Homok + 0,1% Fe_2O_3 (vas-pentakarbonilból) + olaj	2260	+2,5	287	−6
Homok + 1,0% Fe_2O_3 (vas-pentakarbonilból) + olaj	2630	+19,3	248	−45
Homok + 0,1% $FeCl_3$ (majd kiizzítva) + olaj	2450	+11,1	258	−35
Homok + 1% $FeCl_3$ (majd kiizzítva) + olaj	2560	+16,1	249	−44
Homok + 0,15% $Fe(CO)_5$-t tartalmazó olaj	2270	+3,0	290	−3
Homok + 1% $Fe(CO)_5$-t tartalmazó olaj	2600	+17,9	268	−25
Homok + 0,0005% kobalt + olaj	2340	+6,1	296	+2
Homok + 0,1% kobalt + olaj	2230	+1,1	290	−3
Homok + 0,0013% réz + olaj	2160	−2,0	286	−7
Homok + 0,1% réz + olaj	2080	−5,7	293	0
Homok + 0,0052% nikkel + olaj	2240	+1,6	287	−6
Homok + 0,1% nikkel + olaj	2150	−2,5	285	−8
Homok + 0,1% mangán** + olaj	2210	+0,2	293	0
Homok + 1% mangán** + olaj	2305	+4,5	283	−10
Homok + 0,2% titán + 0,002% króm + 0,0039% vanádium + + 0,0005% kobalt + 0,0013% réz + 0,0052% nikkel + + 0,1% mangán + olaj	2180	−1,1	261	−32

* Mn(IV)-oxid formában felvíve.
** Mn(II)-nitrát formában felvíve, majd kiizzítva.



5. ábra
DK olaj—kvarchomok rendszer oxidációja

Dinamikus mikrokalorimetriás mérések reakciókinetikai értékelése

Több részreakcióból álló kémiai folyamat kinetikai leírása TG-, DTA- vagy DSC-görbék alapján ma még nem szokásos, és nem tekinthető megoldott feladatnak [17, 18]. Ennek többek között az az oka, hogy az egylépéses folyamatok értékeléséhez használt módszerek csaknem kivétel nélkül a mérési adatokat valamilyen lineáris alakra transzformálják. Ha azonban a sebesség két aktivált részfolyamat sebességének az összege, a sebességi egyenlet nem hozható lineáris alakra. Nem megbízható a részfolyamatok grafikus szétválasztása, sem pedig az az eljárás, hogy a részfolyamatok paramétereit csak egy-egy görbeszakasz alapján határozzuk meg, amelyben a többi részfolyamat sebességét elhanyagoljuk.

Az olaj oxidációjának kinetikai leírásához görbeillesztő módszert dolgoztunk ki, amely a két fő lépést egyszerű konszekutív folyamatoknak tekintette. Az első lépés sebességi egyenlete (az entalpiaváltozás időderiváltjára felírva):

$$\frac{dh_1}{dt} = H_1 Z_1 e^{-\frac{E_1}{RT}} \left[1 - \frac{h_1}{H_1}\right]^{n_1}.$$

A másodiké pedig, figyelembe véve, hogy az égés kiinduló anyagát az első lépés termeli:

$$\frac{dh_2}{dt} = H_2 Z_2 e^{-\frac{E_2}{RT}} \left[\frac{h_1}{H_1} - \frac{h_2}{H_2}\right]^{n_2}.$$

Az egyenletekben a következő jelöléseket használtuk:

t idő,
T hőmérséklet,
h_1, h_2 entalpiaváltozás a t időpontban és T hőmérsékleten,
H_1, H_2 teljes entalpiaváltozás,
Z_1, Z_2 preexponenciális tényező,
E_1, E_2 aktiválási energia,
R univerzális gázállandó,
n_1, n_2 reakciórend.

A DSC-görbének az alapvonaltól mért kitérése a két sebesség összege:

$$\text{a mért jel} = \frac{dh_1}{dt} + \frac{dh_2}{dt}.$$

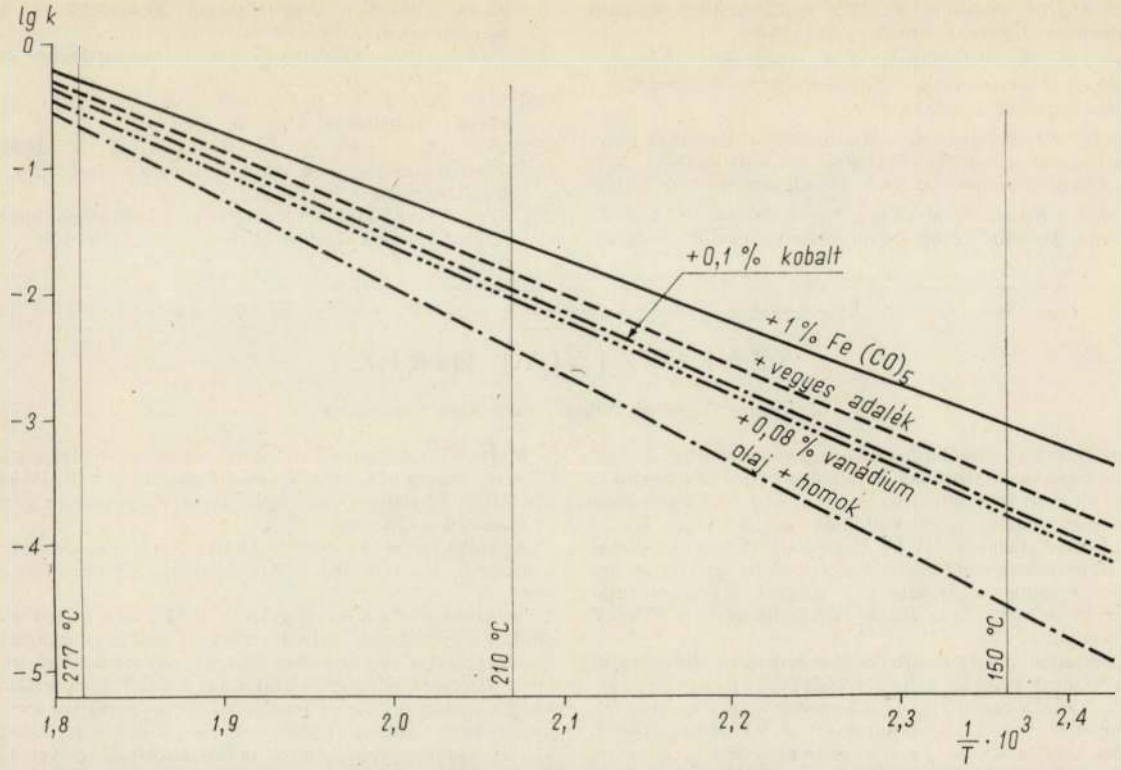
A számítási módszer alapja az, hogy egy E_1, Z_1, n_1, E_2, Z_2, n_2 paraméteregyüttessel a program a kívánt hőmérséklet-tartományban előállítja a görbét, és ezt

2. táblázat

Az alacsony hőmérsékletű oxidáció kinetikai paraméterei DK olaj—kvarchomok—adalék anyag rendszerben, $21 \cdot 10^5$ Pa nyomáson

A rendszer összetétele	Aktiválási energia kcal/mól	Preexponenciális tényező min^{-1}	A reakciósebességi állandó logaritmusa lg k (150 °C)	lg k (210 °C)	lg k (277 °C)
Homok+olaj	32	$1{,}140 \times 10^{12}$	−4,4964	−2,4401	−0,6738
Homok+0,002% króm+olaj	33	$4{,}230\ 10^{12}$	−4,4442	−2,3236	−0,5022
Homok+0,1% króm+olaj	31	$5{,}903\ 10^{11}$	−4,2649	−2,2729	−0,5618
Homok+0,2% titán+olaj	32	$1{,}761\ 10^{12}$	−4,3076	−2,2512	−0,4850
Homok+0,5% titán+olaj	32	$1{,}415\ 10^{12}$	−4,4025	−2,3462	−0,5800
Homok+0,1% mangán*+olaj	33	$3{,}779\ 10^{12}$	−4,4932	−2,3726	−0,5512
Homok+0,2% mangán*+olaj	33	$7{,}091\ 10^{12}$	−4,2199	−2,0993	−0,2779
Homok+1,0% mangán*+olaj	30	$3{,}018\ 10^{11}$	−4,0390	−2,1112	−0,4554
Homok+0,03% vanádium+olaj	31	$6{,}564\ 10^{11}$	−4,2188	−2,2268	−0,5157
Homok+0,08% vanádium+olaj	27	$1{,}561\ 10^{10}$	−3,7738	−2,0388	−0,5486
Homok+0,1% Fe_2O_3 (vas-pentakarbonilból)+olaj	29	$1{,}241\ 10^{11}$	−3,9037	−2,0402	−0,4395
Homok+1% Fe_2O_3 (vas-pentakarbonilból)+olaj	28	$1{,}145\ 10^{11}$	−3,4253	−1,6260	−0,0806
Homok+1% $Fe(CO)_5$-t tartalmazó olaj	23	$6{,}765\ 10^{8}$	−3,0674	−1,5894	−0,3199
Homok+0,15% $Fe(CO)_5$-t tartalmazó olaj	23	$4{,}637\ 10^{8}$	−3,2314	−1,7534	−0,4840
Homok+1% Fe_2O_3 ($FeCl_3$-ból)+olaj	25	$4{,}267\ 10^{9}$	−3,3021	−1,6956	−0,3157
Homok+0,005% kobalt+olaj	32	$1{,}494\ 10^{12}$	−4,3789	−2,3226	−0,5564
Homok+0,1% kobalt+olaj	27	$1{,}798\ 10^{10}$	−3,7121	−1,9770	−0,4868
Homok+0,0013% réz+olaj	32	$2{,}460\ 10^{12}$	−4,1624	−2,1060	−0,3398
Homok+0,1% réz+olaj	40	$1{,}999\ 10^{15}$	−5,3909	−2,8204	−0,6126
Homok+0,0052% nikkel+olaj	35	$2{,}142\ 10^{13}$	−4,7743	−2,5252	−0,5934
Homok+0,1% nikkel+olaj	37	$1{,}533\ 10^{14}$	−4,9542	−2,5766	−0,5348
Homok+0,1% mangán**+olaj	32	$1{,}667\ 10^{12}$	−4,3314	−2,2750	−0,5088
Homok+1% mangán**+olaj	33	$3{,}998\ 10^{12}$	−4,4687	−2,3481	−0,5267
Homok+0,2% titán+0,002% króm+0,0039% vanádium+ +0,0005% kobalt+0,0013% réz+0,0052% nikkel+ +0,1% mangán+olaj	26	$8{,}419\ 10^{9}$	−3,5243	−1,8535	−0,4185

* Mn(IV)-oxid formában felvíve.
** Mn(II)-nitrát formában felvíve, majd kiizzítva.



6. ábra
Reakciósebességi állandó hőmérsékletfüggése
DK olaj—kvarchomok—adalék anyag rendszerben

az eredeti mérési adatokkal hasonlítja össze (az eltérések négyzetösszegét képezi). Ezután a paraméterek rendszeres változtatásával javítja az illeszkedést.

A fenti eljárásra FORTRAN nyelvű programot készítettünk, a mérési adatokat VIDEOTON R—10 számítógépen dolgoztuk fel. A kinetikai vizsgálatok számszerű eredményeit *DK* olaj—kvarchomok—adalék anyag rendszerben, $21 \cdot 10^5$ Pa nyomáson a *2. táblázatban* ismertetjük.

A *táblázat* adataiból megállapíthatjuk, hogy azok az anyagok, amelyek az alacsony hőmérsékletű oxidáció hőtermelését, illetve hőmérsékleti helyzetét kedvező irányban befolyásolják, a reakció aktiválási energiáját csökkentik, mégpedig legnagyobb mértékben a vas, kisebb mértékben a vanádium, a kobalt és az ún. vegyes adalék. Kérdéses, hogy a gőzzóna hőmérsékletén az aktiválási energia csökkenése a reakciósebességet hogyan változtatja meg. Ennek megállapítására a reakciósebességi állandót 150, 210 és 277 °C-ra kiszámoltuk, ezeket az értékeket a *2. táblázatban* közöljük. A reakciósebességi állandó hőmérsékletfüggését a *6. ábrán* mutatjuk be. A reakciókinetikában szokásos lg k — 1/T ábrázolásban jól látható, hogy a $20 \cdot 10^5$ Pa nyomáshoz tartozó 210 °C-os gőzhőmérsékleten a vas adalék jelenlétében a reakcióképesség csaknem egy nagyságrenddel nőtt meg.

A dinamikus mikrokalorimetriás mérésekkel kapott eredmények összhangban vannak a laboratóriumi égetőcsőben végzett kísérleteink eredményeivel, ahol a katalizátorok hatását a termokatalitikus művelési eljárás komplex folyamatában vizsgáltuk.

Az általunk kidolgozott reakciókinetikai kiértékelés a katalizátorkutatáson túlmenően felhasználható arra, hogy a termokatalitikus művelési eljárás optimális katalizátorkoncentrációját egy adott tárolókőzet—kőolaj rendszerre néhány gyorsan elvégezhető méréssorozattal meghatározzuk.

IRODALOM

[1] *Buesse, H.:* Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Brennstoffbildung bei der unterirdischen Teilverbrennung von Erdöl. Erdoel Erdgas Z. 414 (1971.)

[2] *Alexander, J. D.—Martin, W. L.—Dew, J. N.:* Factors affecting fuel availability and composition during in-situ combustion. J. Petr. Technology 1154 (1962).

[3] *Szafiullin, R. H.:* Izucsenie mehanizma fiziko-himicseszkih proceszszov vnutriplasztovogo gorenija. Kandidátusi diszszertáció, Moszkva, 1973.

[4] *Rácz D.—Kassai Á.—Kovács Á.-né—Gál D.:* A termokatalitikus művelési eljárás elméleti alapjainak kutatása és a folyamatok laboratóriumi modellezése. Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Műszaki Tudományos Közleményei 1978 (megjelenés alatt).

[5] *Bokszerman, A. A.—Szafiullin, R. H.—Kuzmina, M. V.:* Razrabotka neftjanüh mesztorozsdenij metodom vnutriplasztovogo gorenija. Razrabotka neftjanüh i gazovüh mesztorozsdenij. Szer. Gornoe Delo. Moszkva, 1969.

[6] *Tóth B.-né:* A nedves égetési eljárás jelentősége a kőolajtelepek művelésében. Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Műszaki Tudományos Közleményei 1973, 52.

[7] *Flock, D. L.—Dranchuk, P. M.:* A current review of forward combustion. The J. Canad. Petr. Technology *2* 33 (1971).

[8] *Parrish, D. R.—Craig, F. F.:* Laboratory study of a combination of forward combustion and waterflooding. The COWCAW process. J. Petr. Technology 753 (1969).

[9] *Burger, J. G.—Sahuquet, B. C.:* Laboratory research on wet combustion. J. Petr. Technology 1137 (1973).

[10] *Smith, F.—Perkins, T. K.:* Experimental and numerical simulation studies of the wet combustion recovery process. The J. Canad. Petr. Technology *3* 44 (1973).

[11] *Dietz, D. N.—Weidema, J.:* Wet and partially quenched combustion. J. Petr. Technology 411 (1968).

[12] *Afanaszova, G. P.—Shijanc, I. V.:* Izucsenie processzsza okiszlenija uglevodorodov metodom termograficseszkogo analiza. Neftehimija 896 (1975).

[13] *May, W. R.—Bsharah, L.:* Hydrocarbon oxidation reactions by high pressure differential thermal analysis. Ind. Eng. Chem. Product Research Development *1* 66 (1971)

[14] *Kassai Á.—Kovács Á.-né—Pokol Gy.—Sztatisz, J.—Gál S.:* Kőolajok porózus közeg jelenlétében lejátszódó oxidációjának vizsgálata nagynyomású DSC-cellával. Magyar Kémikusok L. *4* 197 (1978).

[15] *Tadema, J. J.:* Ölförderung mittels unterirdischer Verbrennung. Erdöl u. Kohle 140 (1959).

[16] *Szemjonov, V. V.:* A kémiai kinetika és a reakcióképesség néhány problémája. Akad. K. 1961. 191.

[17] *Reed, R. L.—Weber, L.—Gottfried, B. S.:* Differential thermal analysis and reaction kinetics. Ind. Eng. Chem. Fundamentals *1* 38 (1965).

[18] *Krug, D.:* Charakterisierung von Reaktionen durch einen Reaktionsindex. Thermochimica Acta 217 (1974).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Tizéves a Zsigmondy Vilmos emlékszoba Visegrádon

Zsigmondy Vilmos megalapítója az azóta is szép eredménnyel működő és kiemelkedő sikereket elérő hazai kútfúrási iparágnak, mely az Ő elméleti és tudományosan is feldolgozott széles körű gyakorlati tapasztalatai alapján indult el a fejlődés útján. A Vízkutató és Fúró Vállalat (VIKUV) *Zsigmondy Vilmos* munkásságának és életművének emlékezetét legméltóbban egy gyűjtemény alapításával kívánta megörökíteni. A megvalósítás gondolatának felvetője és kivitelezője *Budai László* mérnök, a VIKUV korábbi igazgatója volt.

Az emlékszoba létrehozására kitűnő lehetőség kínálkozott, amikor a Vízügyi Tervező Vállalat (VIZITERV) megvételre kínálta fel a VIKUV-nak a visegrádi Lepence völgyében levő felvonulási telepét. A volt magmintaraktárt az alkotóház céljának megfelelően alakították át. Az alkotóház épületének egy részében kapott helyet a *Zsigmondy Vilmos* emlékszoba.

A laboratórium szomszédsága mintegy jelképezi *Zsigmondy Vilmos* alapelvét, miszerint a fúrás mit sem ér az átfúrt rétegekből való pontos mintavétel és a minták tüzetes feldolgozása nélkül.

Az emlékszoba megalapításának gondolatát követte az anyaggyűjtő munka. A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) a könyvtárában feltárt *Zsigmondy*-dokumentumokról másolatokat adományozott az emlékszoba részére, majd *dr. Schmidt E. Róbert, Ocsvár Rezső* és *Posch Jenő* (utóbbi az államosításig a *Zsigmondy* cégnél dolgozott) a birtokukban levő, *Zsigmondyval* kapcsolatos eredeti anyagok, könyvek stb. átadásával megalapozták az emlékszoba gyűjteményét.

Az anyaggyűjtéssel egyidejűleg a VIKUV akciót indított, hogy *Zsigmondy Vilmos* bányamérnök megfelelő nyughelyet kapjon a Kerepesi temetőben. A Fővárosi Tanács Végrehajtó Bizottsága méltányolta a VIKUV kérését és új sírhelyet jelölt ki. Az exhumálás 1968. április 25-én történt az 52. parcellából a díszsírhelynek minősülő 18. parcellába.

Ugyancsak a gyűjtési munka meginduló fázisában a VIKUV a MÁFI tulajdonában levő *Zsigmondy Vilmos* bronz mellszoborról gipszmásolatot készíttetett, melynek egy példányát az emlékszobában helyeztek el. Az emlékszoba első időbeni elrendezését és az összegyűjtött anyagok összeállítását dr. *Dobos Irma* főgeológus végezte.

A *Zsigmondy Vilmos* emlékszoba ünnepélyes megnyitása a VIKUV által 1968. október 7—12. között rendezett Országos Vízépítőipari Napok keretében október 11-én zajlott le a Lepence-patak völgyében festői környezetben újjáépített VIKUV-alkotóházban.

A megnyitó ünnepségen *Budai László* többek között idézte az alapítólevél szövegét: A kegyeleti megemlékezés mellett munkásságának és életművének emlékezetét legméltóbban e gyűjtemény alapításával kívántuk megörökíteni. A gyűjtemény gondozását, a *Zsigmondy Vilmos* emlékszoba fenntartását és mindenkori kezelését az alapító Vízkutató és Fúró Vállalat vállalja. Szolgálja az emlékszoba alapítása a magyar vízkutató és kútfúró iparág hagyományaihoz méltó szép és sikeres fejlődését.

A megnyitásra összegyűjtött anyag nemcsak *Zsigmondy Vilmos* életével és munkásságával kapcsolatos, hanem családjára, szakmai munkatársaira, sőt arra a korszakra is tartalmaz értékes és érdemes dokumentumokat, melyben nagy lelkesedéssel és szaktudással dolgozott. Ezeket az anyagokat részben a fal mellett felállított vitrinekben és szekrényekben, részben ezek felett a falon helyezték el.

Az emlékszoba első átrendezésére 1970-ben került sor, amikor egy gazdagabb gyűjteményanyagot mutattak be.

A visegrádi *Zsigmondy Vilmos* emlékszoba anyagának továbbfejlesztésében a gyűjtőmunka nem lankadt. A VIKUV körlevélben hívta fel dolgozóinak figyelmét a *Zsigmondyra* vonatkozó objektumok gyűjtésére.

Az emlékszoba létezéséről a Duna-kanyari prospektus is megemlékezik, de a rádióban és a televízióban is hangzottak el rövid riportok.

Az emlékszoba fejlesztése terén 1973 őszén változás állt be, amikor a gyűjtemény melletti gondnoki szobát is az emlékszobához kapcsolták. Ez lehetővé tette az eredeti tervnek megfelelő könyvtár és olvasószoba kialakítását, s ezzel az emlékszoba bővítését, melyet dr. *Dobos Irma* az akkor jóváhagyott tematika és forgatókönyv szerint rendezett át. Az emlékszoba falára szakképzett grafikussal készíttetett tablók kerültek, melyek a családfán kívül *Zsigmondy Vilmos* életútját főbb dátumokkal, eseményleírásokkal, ábrákkal, képekkel követhető módon mutatják be. Az új vitrinekben *Zsigmondy* munkássága, közéleti tevékenysége és szakmai méltatására vonatkozó cikkek és egyéb dokumentációs anyagok láthatók. A városligeti kútfúró berendezés modellje a terem egyik sarkában kapott helyet, mögötte az eredeti korú rézkarcról készített városligeti fúrás képe, valamint az e kútra épített *Széchenyi* fürdő fényképe látható.

A könyvtárszobában helyeztek el minden olyan, a magyar vízkutatással kapcsolatos írásos emléket, könyvet, közleményt, amelyek *Zsigmondytól* napjainkig a magyar mélységi vízfeltárás és -fúrás történetét és jelenlegi helyzetét rögzítik.

Az emlékszoba kezelésével, gondozásával és fejlesztésével 1975 tavaszától *Budai László* igazgató *Csath Béla* okl. bányamérnököt bízta meg.

A könyvtárszobában került elhelyezésre a magyar vízkutatás- és -fúrás utóbbi időben elhunyt nagyjainak arcképgyűjteménye rövid értékelő utalással, *Zsigmondy Vilmos* családjáról néhány festmény, valamint a Magyar Bányászati Múzeum ajándékaként *Zsigmondy Richárd* arcképének domborműve.

A *Zsigmondy*-szoba és a könyvtár anyaga ma még nem teljes, kiegészítésre szorul. A fejlesztés további céljai a következők:

— a *Zsigmondy Vilmosra* és a munkásságát folytató unokaöccsére, *Zsigmondy Bélára* vonatkozó még fellelhető emlékanyag felkutatása irattárakban, levéltárakban, könyvtárakban, magángyűjtőknél, családtagoknál, esetleg külföldi intézményeknél,
— a jelenlegi általános vállalati anyagot bemutató szoba átalakítása *Zsigmondy Béla* kiállítási szobává,
— a könyvtáranyag bővítése,
— a szakirodalom bővítése mellett a közeljövő terve a fotó-, illetve fényképarchívum létrehozása,
— VIKUV vállalati történeti anyaga elhelyezése a könyvtárszobában.

Vállalati elképzelés a magyarországi vízkutatást bemutató kiállítási terület létrehozása, eredeti futóberendezések és gépi egységek bemutatásával. E témában a gyűjtőmunka jelenleg folyik.

A festői környezetben immár 10 év óta működő visegrádi *Zsigmondy Vilmos* emlékszobában és a könyvtárszobában összegyűjtött tárgyak, emlékek, dokumentumok láttára azzal az érzéssel távozhat a szemlélő, hogy az alkotókat határtalan megbecsülés és szeretet érzete vezette az emlékszoba megalapításában, az anyagok összegyűjtésében és a kiállítás rendezésében.

Csath Béla
okl. bányamérnök

Fázishatárfelület-változások energiaigényének elvi ellenőrzése

ZOLTÁN GYŐZŐ

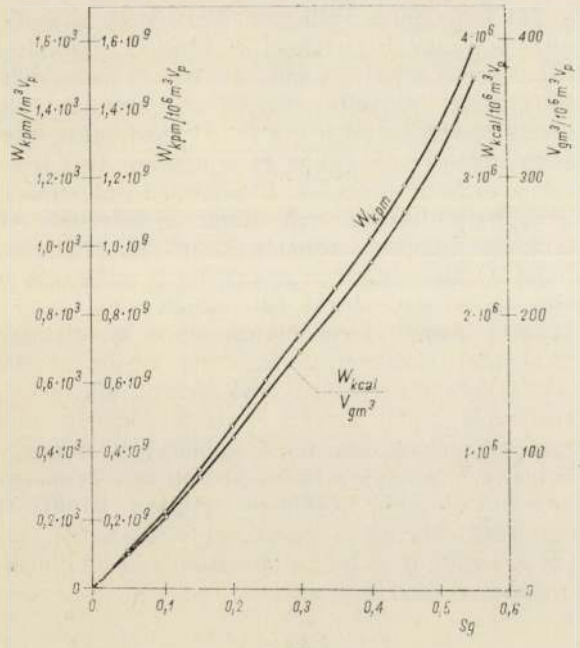
A legközelebbi jövő energiagazdálkodásában lényegesen nagyobb szerep jut a föld alatti gáztárolásnak, mint amekkorát eddigi energiagazdasági tapasztalataink alapján neki tulajdonithatunk. A jelenség, bármennyire is műszaki tevékenységnek hat, lényege mégis gazdasági vállalkozás, energiatárolás, melynek speciális jellegéből adódik, hogy a technikai folyamat kivánta energiamennyiséget a tárolásra szánt energia nagyságával hasonlithatjuk össze, hogy a vállalkozás elsősorban gazdasági jellege jobban kidomboritható legyen. Ezt teszi ez a tanulmány, amikor a tároláshoz szükséges energia egy részét „a tárolt energiahordozó" mennyiségével fejezi ki, másrészt, hogy az energiameghatározás követett útjának helyességéről meggyőződjön — a nagy számokkal jellemzett energiaigény miatt — elvi ellenőrzést gyakorol a módszert illetően felmerült esetleges kétségek eloszlatására.

A már ismert [1]

$$W = V_p \int_{S_{w_1}}^{S_{w_2}} p_c[V_p(1 - S_w)]\,\mathrm{d}S_w \qquad (1)$$

összefüggéssel számított, a határfelületi tulajdonságok képviselte energiával ekvivalens végzendő munka néhány jellemző értéke a tároló gáztelítettségének függvényében, 1 m³ pórustérre vonatkozólag. (1. táblázat)

Fenti egyenlőségünk szerint ezeket az értékeket kell a gázvisszasajtolással érintett pórustér nagyságával megszoroznunk, ha a tároló egészére vonatkozó munkát akarjuk megismerni. Az *1. ábrán* egy 10^6 m³ pórusterű tároló munkaigényét tüntettük fel a végzett laboratóriumi méréseink I. sorozatában kapott jellemző adatok alapján. A 10^6 m³ pórustérrel bíró tároló nem tartozik a nagy tárolóterek közé, ellenkezőleg, mérsékelt méretűnek nevezhető az az előfordulás, melyet a fenti térfogat tárol. Mégis, az idevonatkozó teljesitendő kpm-ek számát vizsgálva úgy tűnik, hogy a gázbesajtolás során igen nagy munkát kell végezni csak azért, hogy a nedvesített és nedvesítő fázisok elváljanak egymástól. Csak a kpm-ek szemléléséből nehéz megítélni, hogy ez a munka valóban nagynak tekinthető-e. Ezen segítendő, ugyanezen ábrán feltüntettük a gáztelítettség függvényében a végzett munka hőegyenértékét is, ugyancsak 10^6 m³ pórustérre vonatkozóan, továbbá azt is, hogy 10^4 kcal/m³ fűtőérték mellett a tárolt gázból mekkora az a mennyiség, amely ezt a hőenergia-értéket képviseli. A fűtőértéket csak a könnyebb utánaszámolhatóság miatt választottuk kereken 10^4 kcal/m³-nek. Feltűnik, hogy a 10^6 m³ pórustérre vonatkozó, milliárdos nagyságrendű adatok mennyit szelídülnek, ha nem közvetlenül a kpm-ek számát nézzük, hanem a velük ekvivalens hőenergia nagyságát az energiát hordozó gáz térfogatának alakjában. Néhány értéket kiemelve mutat a *2. táblázat.*



1. ábra
A föld alatti gáztárolóban a határfelület-változások energiaigénye a gáztelítettség függvényében

1. táblázat

S_g	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
W, kpm	224,7	475,5	738,7	1018,0	1340,7

Ha meggondoljuk, hogy ez az energiamennyiség csak a fázisok elválasztásának munkaigénye s ehhez adódik még a tárolótér kialakításának, továbbá a gáz sűrítésének munkája, akkor ez az energiaigény mégis igen nagy, s a gázvisszanyomással érintett pórustér növelésével ez a munka is tovább növekszik.

A számszerű eredményekben — a kpm-ek s a gáztérfogat m³-ek számában — jelentkező kétarcúság kölcsönözte a gondolatot, hogy az energiameghatározás követett útja helyességének igazolására ellenőrző módszert dolgozzunk ki, főként azért, mert

2. táblázat

S_g	kpm	kcal	m³
0,1	224 679 179,4	526 180,7	52,6
0,2	475 242 533,1	1 112 980,2	111,3
0,3	738 731 320,0	1 730 049,9	173,0
0,4	1 018 043 246,0	2 384 176,2	238,4
0,5	1 340 713 990,0	3 139 845,4	314,0

a nemzetközi irodalomból hiányzik a hasonló jellegű publikáció, eredményeink számára nincs összehasonlítási lehetőség s mindenképpen el akarjuk kerülni, hogy a hazai szakmai körökben kétségek támadjanak a föld alatti gáztárolás itt tárgyalt energiaigényét illetően.

Ezt a munkát ugyanis mindig el kell végezni, ahányszor csak gázt sajtolunk a tárolóba s annak rétegvizét mozgatjuk a pórustérben. E folyamat közben folytonosan újabb és újabb határfelületi struktúrák alakulnak ki s a fáziscsere energiaára pórustérfogat-egységenként az előbbiekben megismert, a kompresszorteleptől megkívánt munkában jelentkezik. Amikor az alkalmazott módszer ellenőrzését megkíséreljük, természetesen nem egy újabb laboratóriumi méréssorozatra, nem is új elméleti megfontolásokra gondolunk, hanem az elemi fizikai-kémia és az elemi termodinamika néhány alapvető megállapítását szeretnénk a magunk igazához tanúságtételre hívni, amely megállapítások általában ismertek és elfogadottak. S ha ezek igazságai elvezetnek oda, hogy legalább nagyságrendjükkel mellettünk állnak, akkor a valóságos tárolót összetevő feltételek között kapott eredmények is elfogadhatók.

Elvi eljárásunk legyen a következő. A fizikai jelenséget a legegyszerűbb porózus közeghez, egy állandó keresztszelvényű kapillárishoz kapcsoljuk, és elvégezzük a következő egyszerű kísérletet: „Porózus rendszerünket" érintkezésbe hozzuk a szilárd fázist nedvesítő bármilyen folyadékkal, amely a pórustérben mindaddig emelkedni fog, amíg az így létrejövő folyadékoszlop súlya ki nem egyensúlyozza a szilárd-, folyadék- és gázfázis molekuláinak kölcsönös egymásrahatásából származó molekuláris erőket. Egyensúly esetén fennáll a következő egyenlőség:

$$r^2\pi \cdot h\Delta\varrho g = 2\pi r\sigma \cos\Theta = F_c,$$

ha a kapilláris $2\pi r$ kerületén ható molekuláris erőket az F_c eredő erővel helyettesítjük.
Az összefüggésben

$$r^2\pi = A_c$$

és egyensúly esetén, a meniszkusz nyugalmi állapotában

$$h\Delta\varrho g = P_c.$$

Egyenlőségünk most már

$$P_c A_c = 2\pi r\sigma \cos\Theta = F_c,$$

mely szerint a rendszerre jellemző P_c kapilláris nyomás s e nyomáshoz tartozó A_c felület szorzatából adódó erőhatás egyensúlyban van a fentebb leírt F_c eredőjű molekuláris erőkkel.

A meniszkusz feletti gáztér gáztartalmát expandáltassuk úgy, hogy a folyadék—gáz határfelület $\mathrm{d}h$ értékkel elmozdul az F_c erővel szemben. A legyőzött konstans ellenállás az elmozdulásból:

$$\mathrm{d}W = P_c A_c \cdot \mathrm{d}h = \cos\Theta 2\pi r \cdot \mathrm{d}h,$$

ahol

$$A_c\,\mathrm{d}h = \mathrm{d}V_g$$

és

$$2\pi r\,\mathrm{d}h = \mathrm{d}A_{sg}.$$

Ezekkel az értékekkel:

$$\mathrm{d}W = P_c\,\mathrm{d}V_g = \sigma\cos\Theta \cdot \mathrm{d}A_{sg}$$

s mert az állandó keresztszelvényű kapillárisban a kapilláris nyomás független a meniszkusz helyétől, ezért:

$$W = -P_c \int_{V_{g_1}}^{V_{g_2}} \mathrm{d}V_g = -\sigma\cos\Theta \int_{A_{sg_1}}^{A_{sg_2}} \mathrm{d}A_{sg}. \qquad (2)$$

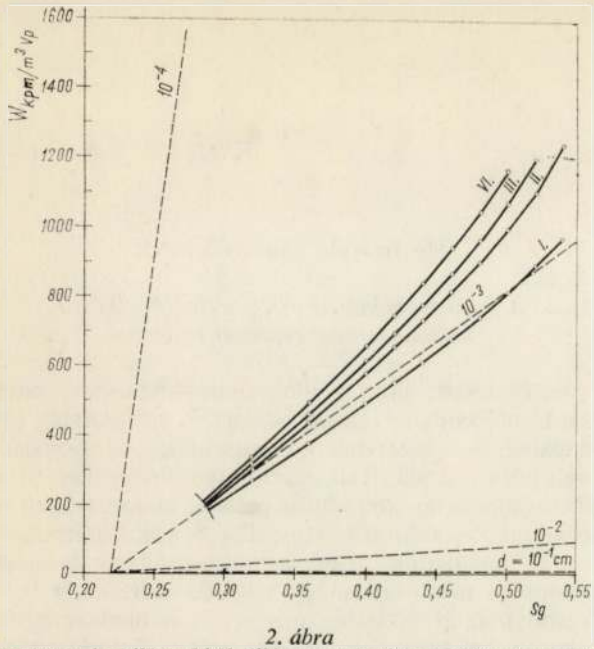
A fentiekben leírt „porózus rendszer" egyike a lehetséges termodinamikai rendszereknek s a benne elvégzett elemi kísérlet végeredményét kifejező mennyiségtani összefüggés — szigorú termodinamikai szemlélettel mérve — a gázexpanzió térfogati munkáját adja. Ez a munka, a természetes tárolóból származó homokkőmintákon végzett mérésekhez hasonlóan, a differenciális gáztérfogat-változások s a hozzájuk tartozó legyőzendő ellenállások szorzatának integrálja. Ha kísérletünk során a $\mathrm{d}V_g$ térfogatváltozással csak a szilárd—gáz határfelület változik, akkor lazább megfogalmazásban úgy is mondhatjuk, W nem egyéb, mint a szilárd—folyadék határfelületek egymástól való elválasztásának — vagy ami éppen ezzel egyenlő, ugyanazon nagyságú szilárd—gáz határfelület létrehozásának — munkája. Ez mutatkozik meg az egyenlőség jobb oldalán, ahol a végzett összes munka értéke az egységnyi felület létrehozásához szükséges energiának s a teljes $A_{sg_2} - A_{sg_1}$ szilárd—gáz határfelület változásának a szorzata. Ennek megvalósulását hengeres kapilláris alkotta porózus rendszerünkben nemcsak a fenti matematikai összefüggés, hanem a kísérlet szemlélése is igazolja. A kapilláris nyomás ugyanis hozzá van rendelve a meniszkusz — gáz—folyadék határfelület — alakjához s mivel konstans sugarú kapillárisban P_c mindenütt ugyanaz, szükségképpen a gáz—folyadék határfelület sem változik, a végzett munka mind a szilárd határfelületen végbement változás energia-ára. Ha a pórustérben a változás nem így jön létre, hanem a szilárd—folyadék határfelület változás helyett, vagy az mellett a gáz—folyadék határfelület is változik, egyenlőségünk akkor is a térfogatváltozást kísérő határfelület-módosulások igényelte elvégzendő munkát adja, melynek összértéke most is a $P_c \cdot \mathrm{d}V_g$ szorzatok integráljából adódik, de akkor ez a munka nem írható mind a szilárd—folyadék határfelület változásának javára, hanem annak egy részét a folyadék—gáz határfelület igényelte. Mindez erősíti elvi kísérletünk szándékát: bizonyítani vagy tagadni a valóságos tárolóra kapott eredmények helyességét.

Térjünk vissza (2) egyenlőségünkhöz és folytassuk a megkezdett kísérletet, de most már olyan tárolásra alkalmas pórustérrel bíró rendszerben, amelyben a pórusteret az előbbi méretű és alakú, végtelen számú hengeres kapilláris építi fel. E kapillárisok mindegyikére igaz az a jelenség a hozzákapcsolt erő- és energiaviszonyokkal, amit korábban egyetlen kapillárisra elmondtunk. Ha ezt a pórusteret is csak két fázis, víz és gáz telíti, itt is igaz a természetes kőzetmintánál [1] megismert összefüggés:

$$V_w + V_g = V_p$$

és innen

$$\mathrm{d}V_g = -\mathrm{d}V_w,$$



2. ábra
Hengeres kapillárisokból álló pórustér fáziscseréjének energiaigénye a gáztelítettség függvényében

s az integrálás új határainak meghatározása után:

$$W = P_c \int_{V_{w_1}}^{V_{w_2}} \mathrm{d}V_w . \qquad (3)$$

Ez az összefüggés már alkalmas a tervezett ellenőrzés elvégzésére, de számítástechnikai okokból előnyösebb, ha térfogatváltozások helyett telítettségváltozásokat vezetünk be:

$$V_w = V_p S_w ;$$

$$\mathrm{d}V_w = V_p \, \mathrm{d}S_w$$

és integrálási határokként

$$S_w = \frac{V_{w_1}}{V_p} = S_{w_1} ;$$

$$S_w = \frac{V_{w_2}}{V_p} = S_{w_2} .$$

Egyenletünk végső alakban:

$$V = V_p P_c \int_{S_{w_1}}^{S_{w_2}} \mathrm{d}S_w . \qquad (4)$$

Mint látjuk, ezzel az összefüggéssel tetszőleges nagyságú V_p pórustér fáziscseréjének munkaigénye számítható, ha ismerjük a kapilláris mérettel, határfelületi feszültséggel és nedvesíthetőségi állapottal adott kapillárisnyomást s a telítettségváltozás mértékét. Célszerűségi okokból ellenőrző vizsgálatunkhoz itt is 1 m³-es pórusteret választottunk, a víz—levegő fázisok határfelületi feszültségét önkényesen 72 dyn/cm-nek vettük fel s a rendszer tökéletesen víznedves állapotú — cos $\Theta = 1$ — volt. Elvi kísérletünkre jellemző eredményeket — levonható konklúzióként — több különböző kapillárisátmérő mellett a *2. ábrán* mutatjuk be úgy, hogy két—két átmérőértékhez tartozó energiaadatok közrefogják a valóságos tároló ugyancsak 1 m³-es pórusterére kapott értékeket.

A kapilláris pórustérre nyert értékekre valószínűleg csökkentőleg hat a pórusszerkezet egyszerűségének ténye, míg a határfelületi feszültség s a nedvesíthetőség, mert a lehetséges legnagyobb értékeket vettük fel, ellenkezőleg, a fáziscsere megkívánta energiaszükséglet növelése irányában éreztetik hatásukat.

Mindezek ellenére a *2. ábra* szemléléséből az általunk követett módszer megnyugtató summázását nyerjük, a fáziscsere energiaigényére vonatkozó — csak a határfelületi tulajdonságok képviselte energiával szembeni — adatok elfogadhatók és jó tájékozódást nyújtanak a föld alatti gáztárolás igényelte részenergia ismeretét illetően, s mindezek ismeretében a továbbiakban mód nyílik a föld alatti gáztárolás teljes energiaigényének igen jó közelítéssel történő meghatározására.

JELÖLÉSEK

A	határfelület, keresztszelvény	cm^2
F	erő	gcms^{-2}
g	nehézségi gyorsulás	cms^{-2}
h	elmozdulás, emelkedés	cm
P_c	kapillárisnyomás	$\mathrm{gcm}^{-1}\mathrm{s}^{-2}$
r	sugár	cm
S	telítettség	
V	térfogat	cm^3
W	munka, energia	$\mathrm{gcm}^2 s^{-2}$
σ	határfelületi feszültség	gs^{-2}
ϱ	sűrűség	gcm^{-3}
Θ	peremszög	

Indexekben

c	kapilláris
g	gáz
p	pórus
s	szilárd
w	víz

IRODALOM

[1] *Zoltán Gy.:* Fázishatárfelület-változások energiaigénye a föld alatti gáztárolásban. Kőolaj és Földgáz *6* (1978).

KÜLFÖLDI HÍREK

Új kőolajvezeték épült Kínában

Elkészült Kína első észak—déli kőolajvezetéke, amely a Santung tartománybeli Linjit köti össze az 1000 km-re levő Nanking folyami kikötőjével. Innen a kőolajat hajón szállítják tovább a Jangce folyón Sanghajba, Csencsiangba és Vuhanba. A nagy átmérőjű csővezetéket számos szivattyúállomás szolgálja ki és a vezetéknek korszerű átrakóállomása is van.

A csővezeték elkészültével könnyebbé vált a kőolaj szállítása a Jangce folyó mentén fekvő ipari és mezőgazdasági létesítményekhez, és enyhült a kelet-kínai vasutak túlterhelése.

Világgazdaság, 1978. 193. sz.

Szegesi K.

Hévíztároló rendszerek és működésmódjuk a pannon medencében

KORIM KÁLMÁN

A magyarországi hévíztároló földtani képződmények kőzettani kifejlődésük, hidrogeológiai jellegük és területi elterjedésük szerint egyrészt regionális nagyrendszereket, másrészt lokális kisrendszereket alkotnak. A nagyrendszerek két csoportját különböztetjük meg: 1 Csaknem az egész magyar medencére kiterjedő rétegzett típusú felső pannóniai többszintes-soktelepes komplex homok-homokkő sorozat; 2 Triász időszaki repedezett-hasadékos, részben karsztosodott s függőleges áramlási pályákkal jellemzett mészkő és dolomit. A kisrendszerek számos hidrosztatigráfiai szintre terjednek ki a devon korú dolomitból a negyedidőszaki üledékekig bezárólag, változatos földtani alakzatban. Hévízhasznosítási szempontból elsősorban az egész Kárpát-medence legnagyobb térfogatú és geotermikusan legértékesebb hévízkincsét magába záró felső pannóniai rezervoárrendszer a legfontosabb.

Bevezető

A magyarországi hévíztároló földtani képződmények és alakulatok kőzettani kifejlődésük, hidrológiai-hidrogeológiai jellegük és területi elterjedésük, méretük szerint egyrészt *regionális nagyságrendszereket,* másrészt *lokális kisrendszereket* alkotnak. A hévíztároló nagyrendszerek két csoportját különböztetjük meg, nevezetesen:

a) a neogén üledéksszleten belül jóformán az egész magyar medenceterületre kiterjedő, rétegzett típusú, nagyjából vízszintes településű felső pannóniai többszintes-soktelepes komplex homok-(homokkő-) sorozat;

b) a mezozoos s ezen belül is elsősorban a triász időszaki repedezett-hasadékos, részben karsztosodott és többnyire függőleges vagy majdnem függőleges áramlási pályákkal jellemzett karbonátos kőzettömeg, főleg mészkő és dolomit alakjában.

E hévíztároló nagyrendszerek fő sajátsága a regionális előfordulás és a nagy vastagság, következésképpen a rezervoárok nagy dimenziója, míg a kisrendszerek jellemzője a lokális, korlátozott, sokszor elszigetelt előfordulási mód és rendszerint kis telepvastagság. A kisrendszerek számos hidrosztratigráfiai szintre terjednek ki, és kezdve a paleozoos alaphegység típusú tárolókőzettől (pl. a büki devon korú dolomit) a legfiatalabb, negyedkori üledékekig bezárólag megtalálhatók. A kisrendszerek változatos földtani alakzatban és megjelenésben fordulnak elő, nevezetesen:

a) rétegzett, laza, porózus, negyedkori és levantei üledékekben,

b) rétegzett vagy tömeges, erősen konszolidált törmelékes kőzetekben (homokkövek, konglomerátumok és breccsák),

c) rétegzett vagy zátonyszerű, porózus tortónai mészkövekben,

d) részben vagy teljes egészében a repedezett-hasadékos paleozoos alaphegységhez kötött formációkban.

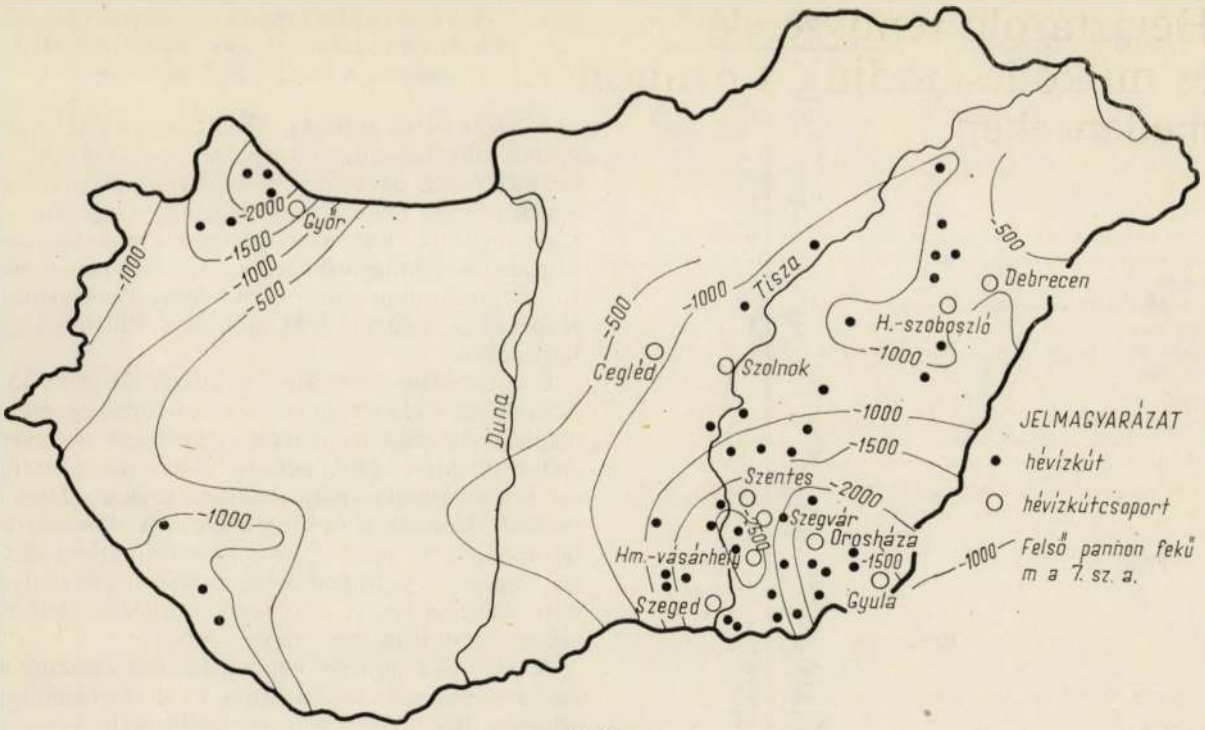
Hévíztároló nagyrendszerek

A felső pannóniai porózus rétegek alkotta regionális nagyrendszer ismérvei

Az összetett, tagolt, többszintes-soktelepes, rétegzett tárolórendszer tipikus példája. A rétegzettség egymagában is a rezervoár heterogenitását, inhomogenitását jelenti. Emellett az egyedi homokrétegeken belüli pórusgeometriai, áteresztőképességi, alakzatbeli és rétegkifejlődési változatosság csak fokozza a heterogenitást és anizotrópiát. Ezek a mikro-, makro- és megaszkopikus tárolósajátságok jelentős mértékben befolyásolják az áramlási viszonyokat, valamint az egyedi homoktestek fajlagos vizadóképességét. Különösen fontos szerepet játszanak áteresztőképességi szempontból a homokrétegekben gyakorta megjelenő agyag, agyagmárga, vagy a szemipermeábilis tulajdonságú szilt közbetelepülések, beágyazódások. Ugyancsak nagy hatással van a hévízrezervoárok kapacitására azok alakja és mérete. Az egyedi homoktestek dimenziója változó. Az egész pliocén üledéksszletben uralkodó megjelenési forma a lepelszerű, nagy területi kiterjedésű, de vékony homokréteg. Ez a kis lencsés kifejlődéstől a több négyzetkilométer oldalirányú kiterjedésig előfordulhat. Gyakori jelenség az egyedi homokrétegek ún. egybeolvadása, ami vastag, tagolt homoksszletet, homokkőréteget eredményez. Ezek laterális kiterjedése már több tíz, sőt száz négyzetkilométer, vastagsága 40—80 m. A hévíztároló porózus rétegek és a vízzáró agyag—agyagmárga rétegek együttesen kaotikus képet mutatnak, ami a felső pannóniai üledékképződés jellegéből adódik.

A fenti tényezők következtében az egyedi homoktestek vagy homokkötegek többnyire önálló áramlási egységek, amit a vízfeltáró mélyfúrásokban rutinszerűen alkalmazott reométeres áramlási vizsgálatok is jól bizonyítanak. A telephatárokat túlnyomórészt a vízzáró sajátságú és a homoktesteket körülvevő agyag—agyagmárga alkotja.

A felső pannóniai hévíztároló rendszer a részmedencék földtani kifejlődésétől függően 500 m-től 2500 m mélységig terjed. A kompakció igazában csak 2000 m alatti mélységben, vagyis a mélymedencékben érezteti hatását, és itt már homokkövekről beszélünk. Efölött tömött homokok, míg a felső pannóniai alemelet felső szakaszában laza vázszerkezetű homokok települnek. Emiatt általában 1800 m mélységig a hévízkutakat szűrőszerkezettel képezik ki, és a helyesen megválasztott szűrőméret kellő védelmet nyújt a nemkívánatos homokbeáramlás és a kút elhomokolódása ellen. A kompakcióval egyértelműen változik a mélység felé a két legfontosabb telepparaméter, a porozitás és a permeabilitás. A felső pannóniai üledéksorozat felső részén a hasznos hézagtérfogat 30%, míg az áteresztőképesség 1 darcy körül mozog. Ezzel szemben a 2000 m alatti szakaszban a likacsosság már csak 15—20%,



1. ábra
A regionális felső pannóniai hévíztároló nagyrendszert megcsapoló, geotermikus értékű (60 °C) hévízkutak

a permeabilitás pedig csak 0,1—0,2 darcy értékű. A fő hévízadó szintben, vagyis a mélymedencék 1500—2000 m közötti intervallumában a porozitás átlagértéke 25%, míg az áteresztőképesség vízszintes irányban 0,5—1,0 darcy.

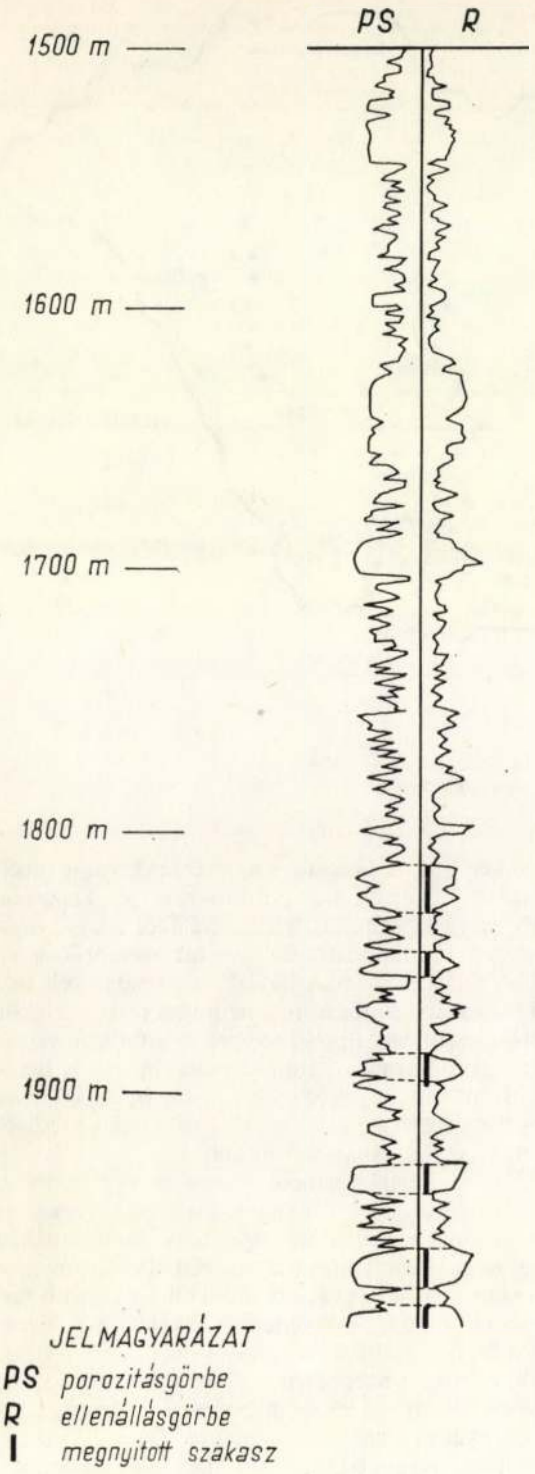
A hévízkutaknál kivétel nélkül több szintű kútkiképzést alkalmaznak. Számos hévízkútnál 10—15, sőt ritkán még ennél is több porózus réteget kapcsolnak termelésbe. E kutak kezdeti hévíztermelő képessége változó s 500 l/min-től 3000 l/min-ig terjed. A fő hévízadó szintre kiképzett kutak átlagos hozama 1500—2000 l/min.

A felső pannóniai hévíztároló rendszer nagy méreténél fogva hatalmas földtani vízkészletet zár magába. E készletnek azonban csak kis hányada termelhető ki rugalmas termelési mechanizmussal. A víz, a réteg és a vízben oldott gáz rugalmasságából összetevődő telepenergiának, valamint a hőliftnek van döntő szerepe a tartós, felszálló hévíztermelésben. A hévíztermelés elsőrendű érdeke az ésszerű gazdálkodás a telepenergiával. A rugalmas készletleadás mértékére nézve számos mérési adat és tapasztalat áll rendelkezésünkre (Debrecen, Hajdúszoboszló, Szentes és Szolnok hévízkútjai). A debreceni hévízkutakban 0,16 bar/millió m^3, a hajdúszoboszlói hévízkutakban 0,14 bar/millió m^3, Szentesen a mintegy 100 km^2 nagyságú hévízmezőben 0,2—0,5 bar/millió m^3, míg Szolnokon 0,1—0,2 bar/millió m^3 víz mértékű telepnyomás-(kútfejnyomás-) csökkenés mutatkozik a kitermelés jelenlegi térbeli eloszlása mellett. Ennek következtében számos kifolyóvizű kút negatív kúttá vált és a hévíztermelés fokozatosan csökkent.

A felső pannóniai hévíztároló rendszer kapcsolata a hidrológiai ciklussal részmedencénként különböző. A viszonylag kis mélységű medenceperemi helyzetű területeken (pl. a Jászsági-medencében), vagy litológiai ablakkal jellemzett hévíztárolókban (pl. Tiszakécske) aktív vagy késleltetett vízkicserélődés megy végbe, s részleges vízutánpótlódás történik meteorikus vizekből. A felső pannóniai hévíztároló rendszerek túlnyomó többsége azonban már nem vesz részt a vízkörforgásban, ezek zárt típusú telepek és sztatikus vízkészleteket tartalmaznak. Mindazonáltal bizonyos helyeken (pl. Szentes környékén) igen lassú, és csakis földtani idővel mérhető áramlás a felső pannóniai üledékösszlet mély szakaszában is kimutatható.

Mivel a hévízkitermelés során az egymástól távol eső hévíztárolók között regionális kapcsolatokat avagy kommunikáció jelenlétét megcsapolás hiányában ez ideig nem lehetett kimutatni, ezért elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt indokolt a nagyobb területi egységek, az ún. részmedencék elkülönítése. Ezek közül a legfontosabbak a szentes—hódmezővásárhely—makói árok, a Szegedi-medence, a Békési-medence, a Tiszántúl középső része, a Nyírségi-medence, Szolnok és környéke, a Jászsági-medence, Duna—Tisza köze, Kisalföld, Nyugat-Dunántúl, Dél-zalai-medence, Somogyi-medence. Megjegyzendő, hogy e részmedencéken belül is számtalan önálló s hidrodinamikailag egységként viselkedő hévíztároló rendszert ismerünk. Az egyedi hévízkutak interferenciája csupán 1—3 kilométerig mutatkozik.

A felső pannóniai hévíztároló nagyrendszer az egész Kárpát-medence legnagyobb térfogatú és legjelentősebb hévízkincsét zárja magába. Hazánk meglevő s termelő hévízkútállományának kétharmad része erre a nagyrendszerre települ és ezt a hévízkészletet csapolja meg. A 100 °C kifolyóvíz-hőmérsékletet is elérő hévíz nagy kiterjedésű és változatos hasznosítást tesz lehetővé, kezdve a fürdőügyi hasznosítástól a változatos



2. ábra
A vízzáró rétegekkel elválasztott felső pannóniai homok-homokkőrétegek alkotta többszintes-soktelepes hévíztároló rendszer tipikus példája a Dél-Alföldön, a megnyitott és termelésbe állított szakaszok feltüntetésével (elektromos szelvény alapján)

mezőgazdasági felhasználáson át egészen az épületfűtésig. A kimondottan geotermikus értékű, vagyis 60 °C-nál melegebb vizet adó kutak száma mintegy 150, s ezek javarésze az optimális hidrogeológiai, teleptani és geotermikus viszonyokkal jellemzett dél-délkelet-alföldi medenceterületen helyezkedik el.

A triász időszaki repedezett-hasadékos, részben karsztosodott karbonátos kőzetek alkotta regionális nagyrendszer

A hazai triász időszaki, főként mészkőből és dolomitból álló, helyenként 4—5 ezer m vastagságú alaphegységtömeg hévíztárolási szempontból a második legjelentősebb képződmény. Két nagy regionális egységben jelenik meg, nevezetesen a Dunántúli-középhegység és a Magyar-középhegység felszíni vonulatával párhuzamosan a mélybe süllyedve Dél-Zalától Sárospatakig, valamint a Mecsek és a Villányi-hegység körzetében.

E karbonátos hévíztároló rendszer fő jellemzője a másodlagos hézagosság és áteresztőképesség, mely az alaphegység erősen töredezett, repedezett és kavernásodott tulajdonságából adódik. A hévíztároló térfogatot és a vízáramlási pályarendszert ezek a törések, repedések, hasadékok és üregek alkotják. Emellett a réteglapoknak is van bizonyos vízvezető szerepük. Ezzel szemben a karbonátos kőzet erősen átkristályosodott volta miatt az elsődleges porozitás gyakorlati szempontból nem számottevő.

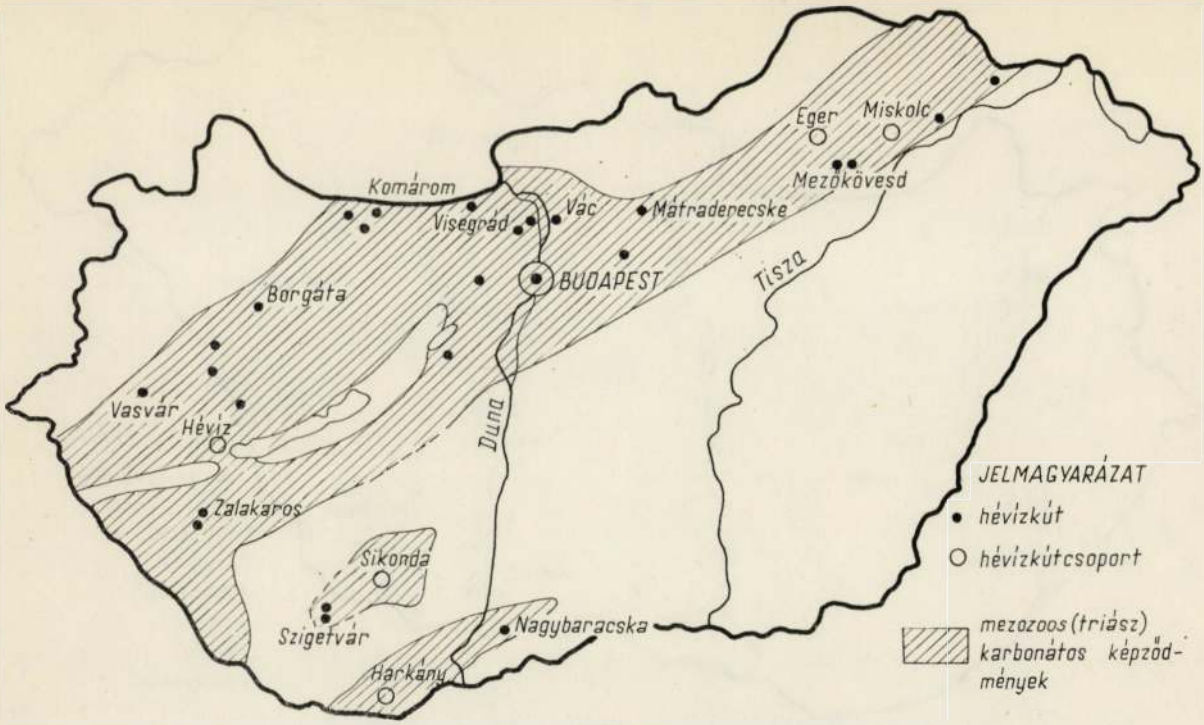
A tektonikailag legerősebben érintett övezetek egyben a természetes hévízfeltörés és hévforrásműködés színterei. Ilyen övezet pl. a Budai Termális Vonal s ennek tükörképe a Keszthelyi-hegység nyugati leszakadása mentén Hévíz fürdő, avagy az Eger környéki és a dél-baranyai, Harkány környéki hévizes zóna. Ezzel szemben a töréses elemeket és karsztos formákat nélkülöző tömör s ilyképpen vízzáró—vízrekesztő karbonátos kőzetrögök nem tartalmaznak hévizet és az azokat feltáró fúrások meddők, mint pl. a budapest-népligeti hévízkutató fúrás esetében.

A rétegzett s jobbára vízszintes településű felső pannóniai hévíztárolókkal szemben a triász időszaki karbonátos kőzettömeget függőleges vagy majdnem függőleges vízáramlási pályák hálózzák be, melyek tekintélyes mélységből képesek a hévizet akár a felszínre is szállítani.

A függőleges repedés- és hasadékrendszerek következtében a karbonátos kőzetekben elhelyezkedő és áramló hévízkészlet szoros kapcsolatban áll a hidrológiai ciklussal, ami e készletek természetes utánpótlódását teszi lehetővé. A hévíztárolók egy része közvetlen vagy közvetett kapcsolatban van a felszíni vizekkel és a csapadékkal, mint pl. a kis és közepes hőmérsékletű hévíz-előfordulások esetében Sikondán, Andornaktályán, Miskolcon, Borgátán, másrészt az ún. késleltetett vízcserélődési öv tartozékai, mint pl. a budapesti, hévízi, mezőkövesdi közepes és nagy hőmérsékletű hévizek esetében. A nagy mélységű és 1—2 ezer méter vastag fedőüledék-sorozattal letakart karbonátos rendszerek pedig többnyire zártak, sztatikus vízkészletet tartalmaznak és nagy hőmérsékletűek (pl. Zalakaros, Sajóhídvég).

A karbonátos kőzetekben kiképzett hévízkutak hozama rendkívül változó s a harántolt repedés-hasadék- vagy kavernarendszer mértékétől és hatékony vízvezető képességétől függ. A hozamok pár száz liter/perctől 10 ezer, sőt 20 ezer liter/perc mennyiségig terjednek.

A jól kifejlett töréshálózat folytán a kutak egymásrahatása akár több tíz kilométer távolságig is jelentős (pl. Miskolc-Tapolca), a Dunántúli-középhegységben folyó bányászati mesterséges vízszintsüllyesztés hatása



3. ábra
A regionális, főleg triász időszaki karbonátos kőzetek alkotta hévíztároló nagyrendszer kiterjedése, valamint a megcsapoló hévízkutak és hévízkútcsoportok

pedig napjainkban regionálisan, még a hévíztároló rendszerekben is érezhető (pl. Budapest, Hévíz, Borgáta). Ugyanakkor e karbonátos hévíztárolókból történő erőltetett, túlzott kitermelés jelentős vizszintsüllyedést idéz elő, amikor is a vízkivétel nincs arányban a természetes vízutánpótlódással. Ezt tapasztalni pl. Sikondán vagy a nyári fürdési főidényben Mezőkövesden. Egyébként a karbonátos kőzeteket megcsapoló hévízkutak élettartama igen hosszú, és az élettartamot — amennyiben nincs külső beavatkozás — nem a rezervoár leürülése, hanem a kútszerkezet tönkremenetele, elöregedése, eltömődése stb. szabja meg. Ezt tapasztaltuk a mintegy 100 évig működő Harkány-1. jelű és a Margitsziget-1. jelű, melléfúrásos felújítással helyreállított kutaknál. Az ugyancsak 100 éve üzemelő Budapest-Városliget-1. jelű hévízkút még ma is 400—500 l/min hozamú, a kezdeti 800 l/min-hoz képest. Köztudomású, hogy az említett mindhárom hévízkutat még Zsigmondy Vilmos építette és képezte ki.

Természetszerűen a töredezett-hasadékos-kavernás karbonátos hévíztároló rendszerek is rendkívül heterogének. A törésrendszer differenciáltsága viszonylag kis területen belül is megfigyelhető. Így pl. a budapesti hévíztároló rendszeren belül több olyan területileg, de mélység szerint is elkülönült egység különböztethető meg, melyek nyomásviszonyai, vízhőmérséklete és vízkémiai tulajdonságai jelentősen eltérnek egymástól.

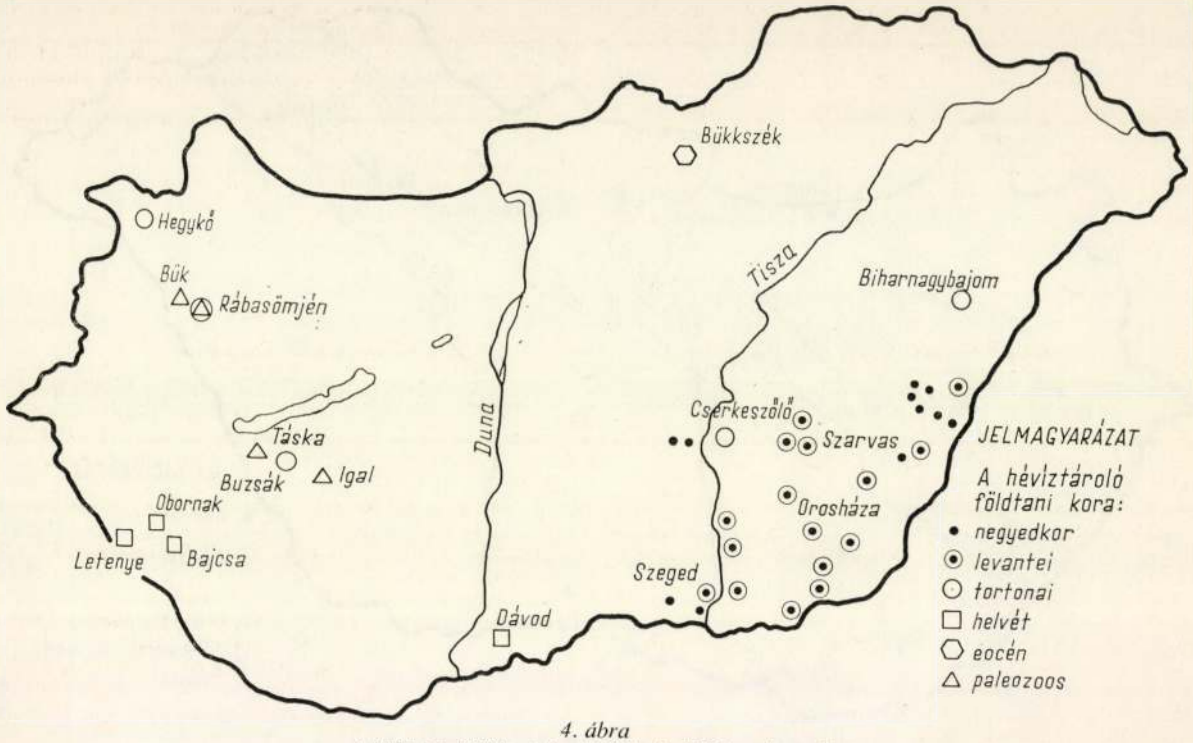
A repedezett-hasadékos hévíztároló rendszerek különleges csoportját alkotják az ún. összetett vagy kombinált típusú rezervoárok. Ezeknél különböző földtani korú, eltérő kőzetfajtájú, de hasonló kőzetfizikai tulajdonságú, repedezett-hasadékos képződmények települnek egymás felett, és a bennük kialakult repedéshálózat révén hidraulikailag-hidrodinamikailag közös rendszert, egyazon egységet képeznek. E kombinált hévíztároló rendszer feküje mindig a triász időszaki mészkő vagy dolomit, míg felső része változatos lehet. Így Pápán kréta mészkő, Budapesten eocén mészkő és márga, Hévizen pedig kovásodott felső pannóniai homokkő. Víztárolási szempontból mindig a jóval nagyobb méretű triász alaphegységi résznek van döntő jelentősége, míg a fedőkőzet csak az összeköttetést és a megcsapolást szolgálja jól kifejlődött repedéshálózata révén.

A karbonátos hévíztárolók hévízkincse elsősorban fürdőügyi és gyógyászati célt szolgál, s többek között az ország híres gyógyfürdőit látja el vízzel, pl. Budapesten, Harkányban, Hévizen.

Hévíztároló kisrendszerek

Rétegzett, laza, porózus, negyedkori és levantei rétegek

A magyar medence rendkívül kedvező geotermikus viszonyai következtében a Tisza és a Körösök menti fiatal süllyedékterületeken 400—850 m mélységközben negyedidőszaki homokos—kavicsos rétegek, míg az 500—1300 m-es mélységszakaszban levantei homokrétegek alkotta többszintes-soktelepes hévíztároló rendszerek alakultak ki. Kifolyóvíz-hőmérsékletük 25—45 °C között változik. A hévízkészlet közvetve vagy közvetlenül utánpótlódik s dinamikus jellegű, különösképpen a kvarter üledékeknél. A mélység felé az utánpótlódás egyre lassúbbá válik, s általában a 800 m alatti mélységben települő víztároló rendszerek már nem tartoznak az aktív vízcseréjű övezetbe. A negyedidőszaki hévíztárolókban nagy szerepet játszik a gravitáció és a hidraulikus gradiens, míg a mélyebb levantei vízadó rétegekben már elsősorban a rugalmas termelési mechanizmus érvényesül. A negyedkori kavicsrétegekben



4. ábra
A különböző földtani korú hévíztároló kisrendszereket megcsapoló hévízkutak

nagy áramlási sebességek és nagy vízhozamok jellemzők, amelyet nagyban elősegít a kitűnő áteresztőképesség és vízvezető képesség.

Rétegzett vagy tömeges, erősen konszolidált miocén törmelékes kőzetek

A medenceperemi és medencebelseji előfordulásokban egyaránt ismeretesek. A dávodi helvét korú, nagy vastagságú konglomerátum tömeges megjelenésű, és e rendkívül kemény, átkristályosodott kőzettömeget behálózó repedésrendszer tartalmazza és vezeti a 36 °C-os hévizet. A tárolókőzet korlátozott kiterjedésű. Hévíztermelése kis méretű, de egyenletes.

Ugyancsak törmelékes és durvatörmelékes kőzetekből álló, kis dimenziójú, zárt hévíztárolókat tárt fel néhány kőolajkutató fúrás, miként a Bajcsa-I., Letenye-I. és Obornok-1. jelű mélyfúrás. E telepek túlnyomásosak, fosszilis rétegvizeket tartalmaznak. Ugyancsak sós rétegvíz jellegű hévizet zár magába a gödöllői vízkutató fúrásban kiképzett miocén homokkő rétegcsoport.

Rétegzett vagy zátonyszerű, porózus tortónai mészkő

E vékony és korlátozott laterális kiterjedésű mészkőrétegek csekély hévízkészletet zárnak magukba. Feltárt előfordulásuk Hegykő, Buzsák-Csiszta-puszta, Cserkeszőlő, Biharnagybajom. Hozamuk kicsi, de egyenletes.

Paleozoos repedezett-hasadékos, alaphegységhez kötött hévíztárolók

Ebbe a csoportba tartoznak a büki, igali, rábasömjéni és a táskai hévízelőfordulások. Valamennyiük jellemzője a zárt telep s sztatikus vízkészlet. Rugalmas készletleadással termelnek, vízutánpótlódás nincs. A büki korlátozott kiterjedésű, repedezett-hasadékos, devon korú dolomitból álló hévíztároló rendszerben jelentős telepenergia-mennyiség halmozódott fel. Kezdeti sztatikus kútfejnyomása 12 bar volt. Hévízkészlete véges.

A rábasömjéni nagy sókoncentrációjú (48 g/l összes oldott sótartalom) fosszilis réteg-, ill. hasadékvizet tartalmazó, két kúttal feltárt hévíztároló összetett típusú, mivel a hévíz egyrészt a feküt alkotó repedezett devon dolomitban, másrészt az ennek fedőjében települő tortónai lithothamniumos porózus mészkőben helyezkedik el. Hévízkészlete a hosszú idejű hidrodinamikai vizsgálatok tanúsága szerint azonban erősen korlátozott, így inkább csak speciális gyógyászati hasznosításra alkalmas.

Az igali karbon korú és táskai — feltételezetten karbon vagy permotriász korú — repedezett karbonátos kőzetek alkotta hévíztároló rendszer zárt típusú. Méretük és telephatáruk nem ismert. Hévízkészletük részben a hidrodinamikai vizsgálatok, részben termelési tapasztalatok alapján elég tekintélyes.

Jóllehet a fentiekben felsorolt hévíztároló kisrendszerek korlátozott kiterjedésű, elszigetelt előfordulásokban ismeretesek s hévízkészletük ennek megfelelően csekélyebb, jelentőségük mégsem lebecsülendő. Mindegyikük nagymértékben járul hozzá az országos hévízgazdálkodáshoz, elsősorban a fürdőkultúrák megteremtéséhez és üdülőközpontok kialakításához.

IRODALOM

[1] *Bélteky L.:* A hazai hévízfeltárás és hasznosítás időszerű kérdései. Hidrológiai Közlöny *6* 277—85 (1978).
[2] *Bélteky L.—Korim K.:* Hajdúszoboszló és Debrecen környéki hévizek múltja, jelene és jövője. Vízügyi Közlemények *1* 59—83 (1976).
[3] *Boldizsár T.:* Geothermal energy production from porous sediments in Hungary. Geothermics Spec. issue *1* 99—109 (1970).

[4] *Boldizsár T.—Korim K.:* Hydrogeology of the Pannonian Geothermal Basin. Proc. 2nd U. N. Symposium on the development and use of geothermal resources. San Francisco, 1975. 297—303.

[5] *Boldizsár T.:* Magyarország geotermikus energiakészletei, geotermikus energiatermelő potenciálja. MTA X. Oszt. Közl. *3—4* 269—81 (1976).

[6] *Korim K.—Liebe P.:* A szentesi hévíztároló rendszer. Vízügyi Közlemények *3* 290—311 (1973).

[7] *Korim K.:* Geological aspects of thermal water occurence in Hungary. Geothermics *3* 96—102 (1972).

[8] *Megyeri M.:* Víztárolók készletének meghatározása hidrodinamikai vizsgálatok alapján. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, 1970. 276—80.

[9] VITUKI: Magyarország hévízkútjai I—II—III (1966—1971—1977).

[10] VITUKI: Budapest hévizei, 1968.

[11] OMFB 1—7405—I tanulmány: A geotermikus energiát tároló rezervoár vizsgálata, 1975.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A budapesti nagynyomású gázkörvezeték-rendszer 1978—79. téli időszakban várható üzemviszonyai

Az elmúlt téli csúcsidőszak szállítási paramétereinek és feltételeinek alakulása miatt Budapest gázellátásának lehetőségeit a GOV—OD megvizsgálta, és a gázvezetékrendszer kapacitásának figyelembevételével megtervezte a nagynyomású gázkörvezetékről ellátott fogyasztók gázigényének kielégítését. A tervezés során figyelembe vette:

— az országos energiaszolgáltatásban és a lakossági hőszolgáltatásban jelentős erőművi igények kielégítését,
— a gázellátás biztonságának feltételeit,
— az előző évek adatai alapján tervezett lakossági csúcsfogyasztást,
— a budapesti gázkörvezeték téli üzemviszonyainak alakulását az 1974—75—76—77—78. téli csúcsidőszakokban,
— a budapesti gázkörvezeték-rendszerrel együttműködő gázhálózat várható téli üzemviszonyait.

A körvezeték szállítási kapacitásánál Budapest és a körvezetéket terhelő egyéb fogyasztók összes gázszükségletét kell figyelembe venni. A tervezés adatai alapján az 1978—79. téli időszakban a budapesti körvezeték és az ezzel együttműködő hálózat üzeme az 1977—78. évi üzemmódhoz kasonlóan alakul. Budapest térségében gázrendszer-kapacitást növelő létesítmény nem lépett üzembe, csupán a körvezeték gázátadó állomásainak teljesítőképességét fejlesztették, de ezek jelentős teljesítménynövelést nem jelentenek. Az 1977—78. téli üzemviszonyokat kell tervezni tehát az 1978—79. téli fogyasztási időszakra is.

A korábbi évek gázfogyasztása szerint az átlagos téli hőmérsékletet figyelembe véve az 1978—79. téli csúcsidőszakra a jelenlegi fogyasztói struktúra mellett 540—560·10³ nm³/h csúcsigényt kell tervezni.

Az együttműködő hálózat üzemviszonyai alapján 16 bar nyomás mellett, mely itt a körvezeték nyomásminimuma, a körvezeték kapacitása maximum 410·10³ nm³/h, (29,5 bar vecsési és 27,1 bar budafoki indítónyomások mellett).

A gázkörvezeték kapacitása tehát csak úgy növelhető, ha a minimális nyomás értékét 16 bar névleges nyomás alá ejti le az üzemeltető. Ez az állapot volt jellemző az 1977—78. téli időszakban, és hasonló betáplálási feltételek mellett a körvezeték kapacitása a gázszállító rendszer előéletétől függően 440—460·10³ nm³/h teljesítményre várható. Igy az egyéb lakossági és ipari igényeket az erőművi terhelés teljes korlátozásával tervezzük kielégíteni. Ez átlagos téli üzemviszonyok mellett −10 °C-ig biztosítható. Rendkívüli hideg időszakban az erőművi terhelés korlátozása mellett alternatív és a 3/a kategória fogyasztóinak részleges korlátozása is szükségessé válhat. Ez munkanapokon reggel 7—9 óra között −15 °C hőmérséklet alatt várható.

A szállítási tervben fontos annak meghatározása, hogy mikorra esik a csúcsfogyasztás kezdete, növekedése és időtartama milyen hosszú. Az elmúlt ötéves időszakot tekintve és a rendezett csúcsfogyasztási görbéket értékelve megállapítható, hogy a fogyasztói igények növekvő jelentkezése szeptember—október hónapban várható és ez jelenti az átmeneti időszak egy részét is.

Az elmúlt fogyasztói csúcsokat vizsgálva, fentiekkel párhuzamosan megállapítható, hogy a budapesti körvezetéken az előző évben fellépett fogyasztói csúcsigények már a következő év novemberében jelentkeztek és ezt tetőzte az aktuális év csúcsigény-növekménye. A budapesti körvezeték szempontjából tehát ez azt jelenti, hogy már 1978 novemberétől számítani kell az előző év maximális terhelésére és az akkori nyomásviszonyokra.

Az erőművi terhelések korlátozása tehát már novemberben várható, és a további korlátozások mértékét a tapasztalatok szerint a kb. 120 napig tartó átlagos téli teljesítményigény (melynek 30%-a átlag feletti terhelésű), valamint a kb. 20 napig tartó rendkívüli csúcsigény határozza meg.

Benkóczy Péter
okl. olajmérnök
gázipari szakmérnök

EGYESÜLETI HÍREK

Ünnepi megemlékezés

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Magyar Földtani Társulat és a Magyar Hidrológiai Társaság történeti bizottságai közös rendezésben 1978. május 11-én a MTESZ székházában, a városligeti hévízkút elkészítésének 100 éves évfordulóján, ünnepi megemlékezést rendeztek.

A mintegy 50 főnyi hallgatóság előtt dr. *Alliquander Ödön* egyetemi tanár nyitotta meg az ülést, majd az OMBKE részéről *Csath Béla* **100 éves a városligeti hévízkút** címmel, az MFT részéről dr. *Dobos Irma* **Zsigmondy Vilmos geológus munkássága** címmel, végül az MHT képviseletében *Horváth József* **A városligeti hévízkút hasznosítása** címmel tartott előadást.

A jól sikerült emlékülés dr. *Alliquander Ödön* zárszavaival ért véget, majd ezt követően a három társaság titkárai megkoszorúzták *Zsigmondy Vilmos* városligeti szobrát.

Csath Béla

Tanulmányút Selmecbányára

Egyesületünk szakosztályközi és rendezvénybizottsága 1978. szeptember 13—14-én tanulmányutat rendezett Selmecbányára 60 résztvevővel.

A résztvevők szakszerű vezetéssel megtekintették a Geológiai Múzeumot, a régi Bányászati Akadémia épületét, a Leányvárban levő múzeumot és az ódon, patinás várost.

A selmeci temetőben megkoszorúzták *Péch Antal* sírját. A sírnál *Serfőző Iván* mondott emelkedett hangú megemlékezést. Selmecbánya másik temetőjében megkoszorúzták *Kerpely Antal* és *Farbaky István* professzorok sírját is.

A második nap Körmöcbányára látogattak, ahol megtekintették a XIV. század óta működő pénzverő üzemet. Hazafelé a zólyomi várat nézték meg.

A résztvevők felejthetetlen, élményekben gazdag kirándulásról tértek haza. A gazdag program zavartalan lebonyolítása a fáradhatatlan, lelkes szervezők munkáját dicséri.

A tanulmányút jó szolgálatot tett az egyesületi élet fejlesztésére. A hangulatos környezetben megtartott társasvacsora közelebb hozta a résztvevő bányász, kohász tagtársakat egymáshoz. A kiránduláson résztvevő selmeci öreg diákok, dr. *Mohi Rezső* és dr. *Becker Ervin*, színes emlékezéseikkel feleleventették a régi selmeci diákéletet. *Bányai Bálint* tagtársunk a régi bányászdalok előadásával jeleskedett. *Czottner Sándor* ny. miniszter derűs anekdotáival a közelmúlt ipartörténeti eseményeit idézte fel.

A szakosztályközi és rendezvénybizottságnak még sok ilyen sikeres rendezvényt kívánunk!

Bándi József

A kőolaj- és földgázgazdaság fejlesztési modelljének bányászati kérdései*

POGÁNY LÁSZLÓ—
SIPŐTZ ISTVÁN—
DEMETER ISTVÁN—
MÓRICZ PÁLNÉ

A tanulmány mintegy 10 évi kutatómunka alapján foglalja össze a tröszti és az országos kőolaj- és földgázipar távlati fejlesztésének szimulációs modelljével elért eredményeket és a soron levő feladatokat, elsősorban bányászati vonatkozásban. A felmérés szerint a szénhidrogén-bányászat lehetőségei és feladatai nemcsak a kutatás-feltárás és a termelés területén, hanem a kőolaj és a földgáz belföldi és tranzitszállításában, továbbá az országos energiaellátásban és az energiafelhasználás rendszeres és rendszertelen változásainak kiegyenlítésében is meghatározók.

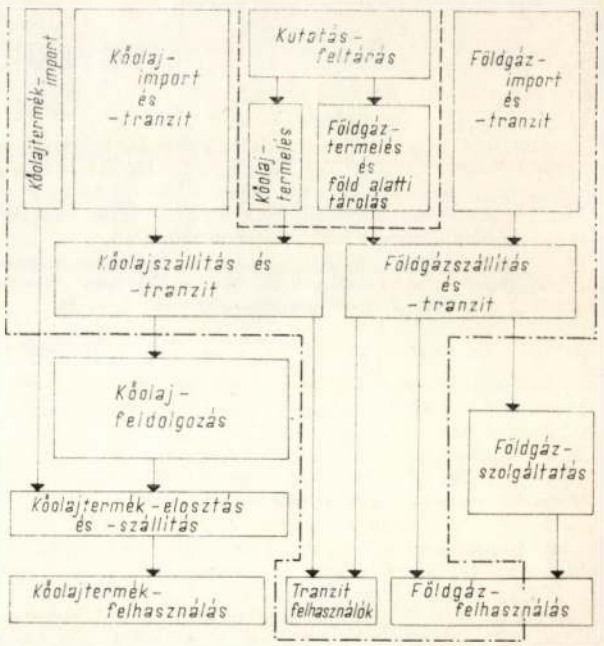
1. *A szénhidrogén-bányászat kapcsolata a modellel*

Hazánk természeti és gazdasági adottságai indokolttá tették azt a felfogást, hogy a szénhidrogén-gazdaságot — s vele a szénhidrogén-bányászatot — az energiagazdaság részeként tárgyaljuk. Az energetikai szemléletet az országos műszaki kutatás-fejlesztés terén a központi energetikai kutatási célprogram és a központi energetikai fejlesztési program igazolta. A szénhidrogén-bányászat modellje ezért szorosan kapcsolódik az energiagazdaság komplex modelljéhez, annak egyik információs bázisaként.

Az energiagazdaság távlati fejlesztési modellje az objektív tényezők változásával járó következményeket mutatja meg (szimulálja). A modell számba veszi (prognosztizálja) a valódi energiaszükséglet alakulását, a rendelkezésre álló és a megszerezhető energiaforrásokat, a kutatás-fejlesztés lehetőségeit, és az objektív gazdasági folyamatokat. Figyelembe veszi továbbá az előre látható népgazdasági erőforrásokat és azok várható feloszlását kifejező (pl. felhalmozási, deviza-) korlátokat. Kialakítja a távlati energia-egyensúly (energiamérleg) megvalósítható változatait, majd célfüggvények (pl. minimális energiaveszteség és — önfogyasztás, minimális felhalmozás, minimális energiaköltség, maximális energiahasznosítás, kedvező energetikai költségvetési egyenleg) segítségével rangsorolja (optimálja) a változatokat. A fejlesztés optimális lehetősége az egyes célfüggvények szerint adódó, esetenként eltérő eredményre (rangsorra) vezető megítélések összehasonlító értékelése alapján választható ki. Az előrejelzés célszerű minimális időtartama — a fontos létesítmények (bányatelepek, távvezeték-rendszerek, finomítók, erőművek, felhasználók berendezései) átlagos hasznos élettartama alapján — 20—25 év. A modellek műszaki és gazdasági alapjairól, a feltételrendszer alakulásáról és az eddigi számítások eredményeiről [1—8] nyújt áttekintést.

A feltételek közül a belföldi energiaszükségletet (a felhasználást) kell elsődlegesnek tekinteni. A modell ugyan a szükségletek kielégítéséből indul ki és figyelembe veszi az energiahordozók helyettesíthetőségét, részleteiben mégis bányatermékenként (energiahordozónként) készül. Ebben az értelemben beszélünk kőolaj- (termék-) és földgázmodellről. A modellek felölelik a termékekkel kapcsolatos valamennyi felhasználás- és forrásoldali résztevékenységet. A résztevékenységek összességét vertikumnak — az előbbi értelemben kőolaj (termék) — és földgázvertikumnak — nevezzük. A vertikumok egyes résztevékenységeinek hovátartozása szervezetileg (tárca, ágazat, tröszt, vállalat stb.), és besorolása országos tevékenységek (ipar, bányászat, szállítás, kereskedelem) szerint különböző, és a választott 20—25 esztendős időtartamban nem állandó. A modellekhez tehát a viszonylag gyakran változó szervezeti formáktól és tevékenységi besorolástól független számbavételi és értékelési rendet kellett kialakítani és alkalmazni. A szénhidrogén-gazdaság terén végzett előkészítő és elemző munkákról [9—15] tájékoztat.

A hazai szénhidrogén-bányászat része a kőolaj- és a földgázvertikumnak, s a megfelelő modellnek. A szénhidrogén-bányászathoz sorolandó résztevékenységekről az *1. ábra* nyújt áttekintést. A szűken értelmezett bányászat — a szaggatott vonallal határolt terület — a bányatelepi tevékenységekre (kutatás-feltárás, kőolajtermelés, földgáztermelés és -tárolás természetes tárolókban) terjed ki. A jelenlegi szervezeti formák mellett bányászati, ill. tröszti tevékenységként jelentkezik — az eredményvonallal határolt területnek megfelelően — a kőolaj-, a termék- és a földgázimport, valamint a kőolaj- és a földgáztranzit, a kőolaj- és a földgázszállítás nagy része, továbbá a földgázértékesítés nagyobbik hányada. A felsorolt résztevékenységek a tágan értelmezett kőolaj-, illetve földgázbányászati vertikumhoz és modellhez tartoznak.



1. ábra
A hazai szénhidrogén-bányászati tevékenység elhatárolása

* „Az OGIL 10 éves tevékenysége" tárgyú szimpozionon (Budapest 1977. szeptember 1—2.) elhangzott előadás. (A szerk.)

2. *A kőolajmodell*

Előbb a kőolaj- (termék-) modell, (a továbbiakban röviden a kőolajmodell) kidolgozására és alkalmazására került sor. Előkészítésként felmértük a távlati közlekedési, vegyipari (petrolkémiai), erőművi és egyéb termékpiacot, majd a kőolajtermék-felhasználás viszonylagos gazdasági előnyeit, továbbá a hazai és az importforrásokkal kapcsolatos mennyiségi és gazdasági célkitűzéseket [9, 12, 14]. Elemeztük az országos műszaki kutatás-fejlesztés — beleértve a kőolajgeológiai kutatás-feltárás — lehetőségeit és korlátait a kőolajvertikumban [10, 13]. Még az olajválság előtt 1970—1985. évi prognózis készült a belföldi alapenergia- és kőolajtermék-felhasználás terén fogyasztócsoportonként, ennek alapján javaslatot tettünk az elsődleges kőolaj-feldolgozó és a bontó (krakk) üzemek kapacitásának növelésére, valamint a termékforgalmi hálózat és az országos tárolótér fejlesztésére. Egyben rámutattunk a prognózisok bizonytalanságára és a fejlesztés kockázatára [17].

Később az OKGT és az OMFB közös irányításával, az olajválság hatására átalakított modellrendszerrel, sok változatos felmérést végeztünk az 1975—1990. évi időszakra [16]. A kőolajipari előrejelzés szintjén számos kérdés, pl. a legkedvezőbb fejlesztési lehetőség kiválasztása nem volt eldönthető. A nyitott kérdésekben az OMFB irányításával párhuzamosan készülő, központi energiagazdálkodási koncepció [18] kőolajipari fejezete foglalt állást. A kétlépcsős optimálás eredményeként módosultak a fejlesztési célok a feldolgozás és a forgalmazás területén, megfogalmazódtak továbbá a megnövekedett forrásoldali bizonytalanság és a fejlesztési kockázat csökkentésének lehetséges módozatai [19].

A közelmúltban OMFB-tanulmány keretében [20] ismételtük meg az 1975—1990. évi felmérést. Tanulmányoztuk a felhasználás, a hazai és az import források, a feldolgozó technológia, a termékválaszték és az elosztási-forgalmazási módozatok, valamint az objektív gazdasági folyamatok kapcsolatát, számos koncepcionálisan különböző változatban. A változatok összehasonlító elemzése rámutatott a nemzetközi munkamegosztás feltételeinek és a fejlesztés hatékonyságának fontosságára.

A bányatelepi tevékenységek és a kőolajszállítás fokozatosan épültek be a modellbe. Az előkészítés során foglalkoztunk az új előfordulások felfedezésének és a kihozatalt növelő eljárások alkalmazásának kérdéseivel, a kőolajtermelés alakulását befolyásoló tényezőkkel és azok bizonytalanságával [4]; a kutatás-feltárás és a termelés fejlesztési (beruházási) forintszükségletével, valamint a fejlesztés és a termelés kapcsolatával [3]. Az új modellrendszer kialakítása [16, 18] során figyelembe vettük a hazai kőolajforrások számbavételének eredményeit, a szűken értelmezett kőolajbányászat és a belföldi kőolajszállítás fejlesztésének forintszükségletét, valamint a bányászati fejlesztés jelentőségét az országos kőolajvertikumban.

A kőolajmodellt tárgyaló OMFB-tanulmány [20] elemzi a hazai kőolajtermelés és a cseppfolyós szénhidrogénforrások (pébé, gazolin, kondenzátumok) alakulását és a hazai források szerepét a termékellátásban; a kutatás-feltárás, valamint a fejlesztés (beruházás) kapacitás-, és forintszükségletét, továbbá a hazai kőolajtermelés várható hőköltségét az import szénhidrogének hőárához viszonyítva [4] alapján. Foglalkozik továbbá a belföldi és a tranzit kőolajszállító kapacitás fejlesztésével, a Barátság vezetékek és a létesülő Adria vezeték leterhelésének és kihasználásának kérdéseivel.

A kőolajgazdaságban kezdettől fogva alapvető kérdés volt a kőolaj- és termékimport feltételeinek, relációjának, mennyiségének és gazdaságosságának meghatározása, előrejelzése és optimálása. Az importlehetőségek változását követő modellszámítások szerint lényegesen csökkent az optimális hazai kőolajtermék-felhasználás előirányzata a következők szerint:

Időpont	Kőolaj- és termékszükséglet, Pcal		
	1980	1985	1990
Az olajválság előtt reálisnak mutatkozó döntési tartomány	140—160	160—180	190—240
Az olajválság utáni optimum	135	155	170—180

A mennyiségi előirányzat csökkenésével egyidejűleg változás következett be az importválasztékban is, a szovjet termékbehozatal évi néhány százezer tonnáról kereken évi 2 Mt-ra emelkedett, a tőkés termékimport egyidejű megszűnése mellett. Az optimum megvalósításának forrásoldali bizonytalansága számottevő.

Úgy véljük, hogy a modellszámítások elősegítették a belföldi kőolajszükséglet egyértelmű meghatározását, valamint a költséges tőkés kőolaj- és termékimport csökkentését a modellmetodika következetes alkalmazása útján.

3. *A földgázmodell*

A földgázmodell előkészítése a kőolajmodell kidolgozását követően rövidesen megkezdődött. Felmértük a a földgáz petrolkémiai felhasználását az ammónia-acetilén-metanol profilban, a földgázfelhasználás feltételeit és lehetőségeit a kommunális fogyasztásban, a hőerőművekben, valamint a hőenergia-termelés és a közvetlen ipari felhasználás területén [9]. Párhuzamosan forrásoldali előrejelzések [12, 13] és fejlesztési prognózisok [10, 11] készültek. Az elemzések alapján jellegzetesnek tartott mérlegváltozatokat dolgoztunk ki és ezek segítségével tanulmányoztuk a földgázgazdaság hatékonyságát és eredményességét.

Később tanulmány készült az országos földgázvertikum szintjén az 1975—1990. évi időszakra [21]. Ebben a források, a felhasználás, a fejlesztés, a szállítás, a tárolás és a csúcsgazdálkodás prognózisával, valamint a gazdasági szabályozás egyes kérdéseivel foglalkoztunk. Javaslatot tettünk a felhasználásra — különösen a kommunális felhasználásra — való berendezkedés indokoltságának eldöntésére szolgáló metodika, valamint néhány egyéb döntést előkészítő módszer alkalmazására.

Az országos felmérés alapján függetlenítettük a hazai szénhidrogén kutatás-feltárás költségeinek számbavételi módját a modellben annak finanszírozási rendszerétől [22]. Az új információknak (Orenburg, tranzit stb.) megfelelően módosítottuk a szállítóvezeték-rendszerre (23), a tranzitszállításokra [24], a vegyipari

bontó üzemek ellátására és a kénmentesítésre [25], valamint a föld alatti tárolásra (20) vonatkozó összefüggéseket és modellfeltételeket.

Az előtanulmányok eredményei tették lehetővé a fejlesztési döntések előkészítésére szolgáló, országos és tröszti szintű földgázmodell és matematikai programok kidolgozását, utóbbit a MÁFKI-val kooperálva. A szerteágazó számítástechnikai feladatokat négy programcsalád — bányászat, import, szolgáltatás-értékesítés, korlátok-célfüggvények-optimálás [28—31] — tárgyalja.

A földgázgazdaság egyik legfőbb kérdése a hazai források szintentartása. A mintegy évi 6 Gm^3-es távlati termelés fedezetéül rendelkezésre álló ismert ipari készlet lehetséges hibája kb. ±25%-ra tehető, a nehezen éghető (nagy inerttartalmú) földgáz értékesítése bizonytalan, a kísérő- és sapkagáz termelését pedig művelés-technológiai szempontok korlátozzák. Sok függ tehát a további kutatások eredményességétől, az új készletek felfedezésének és termelésbe állításának ütemétől [29].

A másik forrásoldali kérdés az import növelésének üteme, elsősorban a Szovjetunióból, a Barátság vezetéken. Számításba vehető azonban harmadik országbeli beszerzés is, mivel a földgázimport lehetőségei (szovjet csere, tranzit, bértranzit) gazdaságilag kedvezőbbek a tőkés kőolajimportnál [14, 28].

A lehetséges döntési tartományról — a tőkés kőolaj-import minimálását követően — a következő földgáz-forrás-tartomány tájékoztat:

A forrás megnevezése	Mennyiség, Gm^3		
	1980	1985	1990
Hazai	6	6,0—6,5	6,0—6,5
— ebből új készlet	—	1—2	2—3
Import	4	4,0—5,5	4,0—7,0

Az eddigi elemzések általánosítása [8, 14, 15] arra mutat, hogy a szükségletek oldaláról előtérbe kerül a felhasználás gazdaságos szerkezetének kialakítása, és összhangja a fogyasztói szokásokkal. A kommunális és kis fogyasztók felhasználásának viszonylag gyors ütemű fejlesztése céljából növelni kell a szezonális tárolást, valamint a forrásoldali csúcsteljesítményt a termelésnél, illetve tárolók létesítésével, és a szállító-vezeték-rendszeren. A földgáz az egyetlen jelentős hazai energiaforrás, amely termelési rugalmassággal rendelkezik. A hazai földgázbányászat fontos országos feladata, hogy részt vegyen mind a rövid távú forrásoldali bizonytalanság, mind a rendszeres, szezonális felhasználás-oldali ingadozások kiegyenlítésében.

Úgy véljük, hogy a modellszámítások eddigi eredményei kialakították a föld alatti és a felszíni termelő és tároló berendezésekből, valamint az importból és a vezetékrendszerekből álló forrásoldal egységes szemléletét, továbbá elősegítették a forrásoldali feltételek összehangolását a felhasználásoldali feltételekkel.

4. *A kőolaj- és a földgázbányászat közös és eltérő vonásai*

A szénhidrogén-bányászathoz sorolt tevékenységek *(1. ábra)* kapcsolata a termékszemléletű kőolaj- és földgázvertikummal különböző. A kutatás általában szénhidrogén-célú, termék szerinti előzetes megkülönböztetésre kevés a konkrét lehetőség, a statisztikus közelítés hibája nagy. A feltárásnál már több információ áll rendelkezésre a szénhidrogénvagyonra vonatkozólag, de a kőolaj-, illetve a földgázcélú tevékenységek elhatárolása nem egyértelmű. Elhatárolás a termelésnél lehetséges, de a résztevékenységek számottevő hányada természeti és telepítési okokból közös. A kőolajszállítás rendszerint elkülöníthető a földgázszállítástól (bár éppen hazánkban szállítottak időszakosan egyes vezetékszakaszokon felváltva kőolajat és földgázt), közös résztevékenységek azonban itt is találhatók. A termékértékesítés elkülöníthető, újabb közvetett kapcsolatot teremt viszont a kőolajtermékek és a földgáz helyettesíthetősége a fogyasztás számos területén.

A termékszemléletű modellek kidolgozásához szükségessé vált a szóban forgó bányászati tevékenységek kőolajra, illetve földgázra eső részének meghatározására, naturális-műszaki és gazdasági vonatkozásban egyaránt. A kutatást (a felszíni geofizikát és a kutatófúrást) a szénhidrogénvagyon becsült mennyisége alapján 3:7 arányban, a feltárást a termelő kutak számának, illetve az átlagos kútkihozatalnak megfelelően 8:2 arányban osztottuk fel a kőolaj és a földgáz között [21, 29]. A kutatás-feltárás kőolajra és földgázra történő felosztásával kapcsolatos gazdasági kérdésekről [22] nyújt áttekintést. Az elemzés értelmében a kutatás-feltárás kőolajra és földgázra eső költségét célszerű a termék folyamatos költségének tekinteni, A termelés, valamint a szállítás közös költségeit az utókalkulációs elvek szerint lehet felosztani. A kőolaj- és földgázimportnál gyakorlatilag egymástól független feltételek érvényesültek, de a választási lehetőség révén kialakulhat kapcsolat a két termék importja között [20, 28, 14].

A modell eredményes működése és a külső információs igények csökkentése céljából fontos a bányászati résztevékenységek vertikális kapcsolata is. A bányatelepen folytatott tevékenységeket — a kutatás effektivitása és a kihozatali tényező révén — a természeti adottságok, a geológiai és a rezervoárfeltételek, valamint a műszaki-technológiai lehetőségek kapcsolják egybe [15, 33]. A kutatás, feltárás és termelés objektív kapcsolatának elemzése és a bizonytalansági tényezők feltárása megmutatta az egységes fejlesztési és döntési modellek alkalmazásának lehetőségét a szűken értelmezett bányászatban [29].

Jellegzetes különbségek, hogy a kihozatali tényező, vagyis az ipari készletre számított kutatási effektivitás földgáznál mintegy kétszerese a kőolajénak. Az átlagos kútkihozatal a kőolajéhoz képest a földgáznál közel egy nagyságrenddel nagyobb. A termelő kutak és a felszíni berendezések kapacitásának kihasználása viszont a kőolajtermelésnél egyenletesebb.

A szállítás és a tárolás azonos és eltérő vonásairól az *1. táblázat* nyújt áttekintést. Alapvető a szénhidrogének halmazállapotában, az összenyomhatóságban, s kapcsolatosan a berendezkedés eszközigényességében és a szállítási munkában, valamint a fűtőértékben fennálló különbség. Emellett a kőolajtermékeket a forrástól a felhasználásig kétszer (kőolaj, majd termék formájában) kell szállítani. A földgázszállításnál nagymérték-

1. táblázat

A szénhidrogének szállításának és tárolásának néhány jellemzője

Szénhidrogén	Szállítás				
	pálya (hol?)	szállítóeszköz (miben?)	a munkavégzés eszköze	a szállítási munka mértékegysége	a teljesítmény mértékegysége
Kőolaj	csővezeték vasút	csővezeték tartálykocsi	szivattyú mozdony	tkm kcalkm	tkm/nap kcalkm
Párlat	csővezeték vasút, közút	csővezeték tartálykocsi, tankautó stb.	szivattyú mozdony, gk.-motor	tkm kcalkm	tkm/nap kcalkm/nap
Fűtőolaj	vasút közút	fűthető és szigetelt tartálykocsi, tankautó stb.	mozdony gk.-motor	tkm kcalkm	tkm/nap kcalkm/nap
Földgáz	csővezeték	csővezeték	rétegnyomás kompresszor	Mm^3km kcalkm	Mm^3km/nap, óra kcalkm/nap, óra

Szénhidrogén	Tárolás		
	tároló létesítmény (hol?)	tárolóeszköz, berendezés (miben?)	a tárolás mértékegysége
Kőolaj	termelő mezők, import átvétel helye, szivattyúállomás, finomító	felszíni tartály	m^3, t, kcal
Párlat	finomító, import átvétel helye, bázistelep, elosztóhálózat, töltőállomás, felhasználók	felszíni és föld alatti tartály	m^3, t, kcal
Fűtőolaj	finomítók, felhasználók	fűthető felszíni tartály	m^3, t, kcal
Földgáz	természetes tárolóra és felhasználási súlypontokban telepített mesterséges tárolóra telepített létesítmények	természetes tárolók, mesterséges tárolók, szállítóvezeték-rendszer, gazométer	m^3, kcal

ben érvényesül az az előny, hogy a vezeték egyidejűleg pálya, szállítóeszköz, még időszakosan tárolóberendezés is. A hazai földgáz rétegnyomása szállítási munkát is végez. A földgáznál lehetőség van igen nagy, természetes föld alatti tárolók alkalmazására, ami előnyös a létesítmények költsége és biztonsága, valamint környezetvédelem szempontjából. A kőolajtermékek és a földgáz tárolása több területen helyettesítheti egymást. A fogyasztói teljesítménycsúcsok kielégítése szintén a kőolajtermékek és a földgáz között oszlik meg. A kőolaj általában mentesül a felhasználás rendszeres és rendszertelen változásainak kiegyenlítésétől.

5. *Közgazdasági kérdések*

A modellek sajátos számbavételi és értékelési rendjének kidolgozása során számos közgazdasági problémával kerültünk szembe, egyrészt a szükséges gazdasági információk megszerzése, másrészt a modell gazdasági szemléletének és módszereinek kialakítása terén.

Az információk nagy része valamennyi résztevékenységnél a mindenkori központi, túlnyomóan ipargazdasági tervezési előírásokhoz, valamint az országos számviteli és mérlegrendszerhez kapcsolódik. A bányaterületi tevékenységek többségénél az országos ásványvagyon-védelem és -gazdálkodás elveinek megfelelő, a bányavagyon értékeléséhez és műrevalósági minősítési rendszeréhez kapcsolódó közgazdasági információkkal is rendelkezünk. A modellek elsősorban fejlesztéssel foglalkoznak, ezért fontos információt jelentenek a műszaki kutatás-fejlesztés hatékonyságának és eredményességének összehasonlítására szolgáló (beruházási) gazdasági számítások is. Az információk megítélésénél és a modellekhez való felhasználásánál figyelembe kell venni a háromféle közgazdasági mérési mód eltérő célját és felfogását.

Eltérő lehet az információ szintje is. A szervezeti formáknak megfelelően megkülönböztethetünk üzemi, vállalati, bányászati, tröszti, iparági és országos (népgazdasági) szintet.

A modellszámítások irányított és ökonometrikus gazdasági szemléletben készülnek. Az irányított szemléletű modellek a mindenkori központi gazdaságirányításnak megfelelő felfogásról tájékoztatnak. Előnyük, hogy könnyen áttekinthetők, mivel az érvényes gazdaságirányításon alapulnak. Hátrányuk, hogy az energiagazdaság különböző tevékenységeinek objektív adottságait, különösen azok távlati változásait nem megfelelően tükrözik. Az ökonometrikus szemlélet bázisát a Számítógépalkalmazási Kutató Intézet (INFELOR) „ökonometriai modell"-re vonatkozó elgondolása és kutatási eredményei képezték [32]. Az ökonometrikus szemléletű modellek az energiagazdaság minden területén azonos, és az előrejelzés idejére változatlan gazdaságirányítási feltételek szerint működnek. Előnyük, hogy az objektív változásokat hosszú távon érzékenyen szimulálják. Hátrányuk, hogy ellentmondásban vannak a központi gazdaságirányítás mindenkori feltételeivel, ezért általában nehezebben követhetők, s rövid távon nem is alkalmazhatók.

A modellkészítéshez a következő főbb területeken készültek gazdasági elemzések: prognosztizálási módszerek és prognózisok; energiahordozók piackutatása, marketingjellegű szükségletfelmérések; energiahordozók használati értékének elemzése, rangsorolása; egyszeri és folyamatos költségek (költségszerkezetek) számbavétele és kapcsolata, költségfüggvények, költségrangsorok; ár- (árszerkezet), jövedelem, adó, bányajáradék; finanszírozás, a gazdaságirányítás pénz-

ügyi eszközei, költségvetési egyensúly; az időtényező, a megtérülés és a kockázat számbavételi módja; a résztevékenységek termelékenysége, hatékonysága és jövedelmezősége.

6. *Alkalmazás*

A fejlesztési modellek hasznosítására, a programcsaládok folyamatos karbantartása és továbbfejlesztése mellett, a következő feladatok és lehetőségek adottak:

— a kőolajmodell alkalmazása a kőolajgazdaság közép- és hosszú távú terveinek készítésekor, valamint nagy horderejű döntések előkészítéséhez;
— a földgázmodell alkalmazása a központi földgázfejlesztési program különböző szakaszainak kidolgozása során;
— szénhidrogén-bányászati döntési modell kidolgozása a kutatás és a termelés együttes szintjén, a szénhidrogén-bányászat egyszeri és folyamatos költségeinek együttes optimálása;
— az energiaellátás forgalmi és biztonsági feltételeinek optimálása a szállítás, tárolás és teljesítménygazdálkodás területén;
— az energetikai bányatermékek és az energiahordozók belföldi árrendszerének kialakítása.

IRODALOM

[1] *Pogány L.:* Ipargazdasági feltételek szerepe az energetika prognosztizálása és optimálása terén. VII. Nemzetközi Ipari Energiagazdálkodási Konferencia, Kijev, 1972.
[2] *Pogány L.:* Az energetika prognosztizálásának és optimálásának módszere és eredményei. Energiagazdálkodás 481 (1972).
[3] *Korsós—Osváth—Pogány:* A távlati kutatás és fejlesztés lehetőségei és korlátai az energetikában. Energiagazdálkodás 249 (1973).
[4] *Pogány L.:* Az energiaforrások választékának távlati alakulása. Energiagazdálkodás 145 (1973).
[5] *Pogány L.:* A belföldi energiafelhasználás szerkezetének távlati alakulása. Energiagazdálkodás 249 (1973).
[6] *Pogány L.:* Az energetika szerepe a tudományos-technikai forradalomban. Energia és atomtechnika 57 (1973).
[7] *Pogány L.:* Energiatakarékosság a forrásoldalon. Energiagazdálkodás 215 (1976)
[8] *Rácz—Pogány:* Az energiapolitika alakulása az energiaválság után a világon és hazánkban. Fizikai Szemle 21 (1977).
[9] OKGT—OGIL: A szénhidrogénarány növekedéséből adódó távlati gazdasági előnyök vizsgálata. 1969—1972.
[10] *Pogány L.:* Hosszú távú kutatás és fejlesztés a hazai szénhidrogén-gazdaságban. Kőolaj és Földgáz 331 (1971).
[11] *Pogány L.:* A szénhidrogénipar távlati fejlesztése prognosztizálás és optimálás alapján. Kőolaj és Földgáz 233 (1973).
[12] *Kazai E.—Sipőtz J.:* A szénhidrogén-kutatás és -termelés gazdaságosságának vizsgálati modellje. Kőolaj és Földgáz 321 (1973).
[13] *Pogány L.—Sipőtz I.:* A földgázipar távlati fejlesztésének gazdasági-műszaki környezete. Energiagazdálkodás 13 (1972).
[14] NIM—OGIL: Forrásoldali költségek alakulása a szénhidrogén-gazdaságban, 1976.
[15] OKGT—OGIL: A szénhidrogén-bányászat gazdaságtana. 1975—1977.
[16] OKGT—OGIL: A kőolaj-finomítók kialakításának összefüggése az országos energiahordozó politikával. 1974—1975.
[17] *Pogány L.:* A kőolajtermék-felhasználás és -elosztás prognózisa. Magyar Kémikusok L. 620 (1974).
[18] OMFB 1-7401-T: Hosszú távú energia-gazdálkodási koncepció. 1975.
[19] *Pogány L.:* A kőolaj-feldolgozás és a termékelosztás prognózisának új vonásai. Magyar Kémikusok L. 606 (1976).
[20] OMFB 1-7501-T: A kőolaj-finomítási termékek optimális struktúrájának és elosztásának vizsgálati modellje. 1977.
[21] OKGT—OGIL: A földgázgazdaságra vonatkozó egyes fejlesztési döntések megalapozása. 1974.
[22] OKGT—OGIL: A hazai kutatás-feltárás a vállalati (tröszti) szemléletű földgázmodellben. 1975.
[23] NIM—OGIL: A hazai földgázszállító vezetékrendszer fejlesztésének logikai modellje. 1975.
[24] NIM—OGIL: A tranzitszállítás hatása a földgázipar fejlesztésére. 1975.
[25] NIM—OGIL: A vegyipari földgázbontó üzemek ellátása. 1975.
[26] *Pogány L.—Vágó E.:* A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében. Kőolaj és Földgáz 340 (1976).
[27] *Pogány L.:* A földgáz és az egyéb energiahordozók kapcsolata. Energiagazdálkodás 494 (1976).
[28] OKGT—OGIL: Országos és tröszti földgázmodell, földgázbehozatal. 1976.
[29] OKGT—OGIL: Országos és tröszti földgázmodell, földgázbányászat. 1976.
[30] OKGT—OGIL: Országos és tröszti földgázmodell. Szállítás, szolgáltatás, értékesítés. 1977.
[31] OKGT—OGIL: Országos és tröszti földgázmodell. Korlátok, célfüggvények, optimálás. 1977—1978.
[32] OAÁ—KKM—KGM—Számítógép-alkalmazási Kutató Intézet (INFELOR): A tervezés ökonometriai modelljének eredményeire vonatkozó kiadványsorozat. 1972—1976.
[33] *Pogány L.:* A hazai szénhidrogén-bányászat gazdasági prognózisa. Kőolaj és Földgáz 245 (1975).

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A gazolin szállítása olajtávvezetéken

A Gáz- és Olajszállító Vállalatnál (GOV) jelentős szállítási kísérlet zajlott le.

A vállalat üzemviteli főosztálya és a 03. sz. távvezetéki üzem szakemberei közösen megvizsgálták az olajtávvezetéken történő gazolinszállítás lehetőségeit.

A lehetőségek felmérése után elhatározták, hogy az elgondolásokat kísérlettel is igazolják. A kísérlettől várható eredmény népgazdasági szempontból is igen jelentős, mert egyrészt költségmegtakarítással jár, másrészt tehermentesítheti a MÁV tartálykocsiparkját. Ugyanakkor a vállalat szakemberei nagy felelősséget és terhet vettek a vállukra azzal, hogy vállalják ezzel a kísérlettel együtt járó munkát és az esetleges kudarcot.

A kísérlet végrehajtásában rendkívül nagy segítséget nyújtott a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemmel végzett előzetes felmérés.

A kísérlet végrehajtásához szükség volt az olajtávvezeték módszeres felülvizsgálatára és bizonyos mértékű átalakítására, meg kellett oldani az NKFV algyői gazolinrendszerének összekötését a GOV olajtávvezetékével. Ezenkívül szükség volt a teljes rendszer folyamatos és objektív figyelésére. Erre jó alkalmat adott a 03. sz. távvezetéki üzem szakemberei által kidolgozott újítás.

A kísérlet alkalmával mintegy 1000 m³ gazolinmennyiséget szállítottunk Százhalombattára az előzetes elképzelt módszerrel.

A kísérlet messzemenően igazolta szakembereink elképzeléseit. Bizonyítást nyert az elgondolás helyessége, hogy megoldható csőtávvezetéken a gazolin dugós szállítása.

A munka alkalmával nagyon jó együttműködés alakult ki a kísérletben részt vevő GOV és NKFV szakemberei között, amiért ezúton is köszönetet mondok.

Bárdy Géza
üzemvezető
(GOV, Kecskemét)

40 éves a budafai olajmező

Bensőséges ünnepség színhelye volt 1977. november 11-én a bázakerettyei művelődési ház. Az *Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának Dunántúli termelési szakcsoportja* rendezte itt jubileumi ünnepélyét a budafai mező termelésbe állításának 40. évfordulója alkalmából.

A rendezvényt *Dallos Ferencné*, a szakcsoport titkára nyitotta meg, majd *Trombitás István*, a DKFV igazgatója, a szakcsoport elnöke tartott előadást a mező jelentőségéről.

Az ünnepségen részt vettek a nyugdíjasok és a mezőben ma dolgozó munkások, műszakiak, a jelenleg más területen dolgozó, de korábban a budafai mezőben tevékenykedő kollégák. Jelen voltak a jugoszláv *INA NAFTA Lendava* vállalat képviselői is, akik megjelenésükkel színesítették az ünnepséget.

Az előadás elhangzása után a résztvevők megtekintették a mező másodlagos művelését szolgáló felszíni létesítményeket, majd közös ebéden vettek részt. Az ünnepség jó alkalom volt a mezővel kapcsolatos élmények felelevenítésére is.

Az alábbiakban közöljük *Trombitás István* szakcsoportelnök előadását.

A BUDAFAI MEZŐ JELENTŐSÉGE

A termelés kezdeti időszaka

A Zala megyei Lispe község határában mélyítették 1936. július 13.—december 2. között a *Budafapuszta-1, (B-1.)* jelű kutat. A kutatást végző *Eurogasco* cég negyedik magyarországi fúrása volt ez, egyben az első, amely sikert hozott (heti 30—40 ezer m³ földgáz mellett 2,5 vagon paraffinbázisú, 799 kg/m³ sűrűségű, 37,5% benzint tartalmazó kőolajat adott). A termelés kezdete 1937. február 9. volt. Az első világháború után Magyarországon ez volt az első szénhidrogén-kutatási siker, amellyel hazánk belépett az olajtermelő országok közé. A budafai szénhidrogénmező megtalálásának időpontját egyúttal a hazai kőolajtermelés születésnapjának is tekintjük.

A folyamatos termelés a *B-2.* jelű kútból 1937. november 26-án kezdődött el. A *Eurogasco* nem volt tőkeerős vállalat. A magyar kormány jó értesüléseket kapott róla, azok azonban nem feleltek meg a valóságnak. Az a *Eurogasco*, amelyről a magyar kormány kapta információit, nem volt azonos az amerikai *The European Gas and Electric Company*-vel, hanem egy hasonló nevű angol vállalat volt.

Ismeretes, hogy az 1930-as években az egész világ gazdasági mélyponton volt, így nehéz volt pénzt szerezni a kutatás céljaira. A *Eurogascot* végül is egy New Yorkban székelő amerikai vállalat: a *„Standard Oil Co. of New Jersey"* segítette ki, és 1937 végén a részvények mintegy 90%-a amerikai kézben volt.

Ilyen előzmények alapján alakult meg 1938 júliusában a *Magyar—Amerikai Olajipari Rt.*, ismert rövidebb nevén a *MAORT*.

Abban az időben már világviszonylatban is nagy volt az érdeklődés a szénhidrogének iránt, ezért nagy erőket fordítottak a kutatásra. Nyilvánvalóan nagy jelentőségű volt a megtalált kőolajkincs hazánk életében is, de helyi, zalai viszonylatban különösen kiemelkedő szerepe volt.

Zala megye abban az időben az ország egyik legelmaradottabb megyéje volt. A természeti adottságokat tekintve a megyében kizárólag mezőgazdasági és erdőművelés folyt. Valamelyes ipar ez időben csak Nagykanizsán volt; itt is főleg élelmiszer- és fafeldolgozást végeztek.

Az olajipar megjelenése a megye életében döntő változásokat hozott gazdasági, társadalmi szempontból egyaránt. Jelentőségét tulajdonképpen most 40 évvel a kezdet után, a felszabadult Magyarországon tudjuk kellően értékelni. Az új munkalehetőség, az olajiparban kialakuló fizetések nagy vonzóerőt jelentettek a lakosság, és jó anyagi bázist a vállalati dolgozók számára.

A környező falvakban szokásos napszám többszörösét megkereső olajipari munkások felvételénél alaposan szemügyre vették a jelentkezők fizikai erejét, és megnézték azt is, hogy a „szégyenplacc"-ról próbaidőre felvett dolgozó mit fogyaszt táplálékul. Aki zsíroskenyérrel, vöröshagymával érkezett munkába, azt hazaküldték, mondván: ettől nincs munkaereje. A munkába állításnál ma is figyelemre méltó módszer volt, hogy minden lépcsőfokot meg kellett járnia mindenkinek, bármilyen képzettséggel is vették föl. A mérnökök, technikusok sem az íróasztalnál kezdték, hanem csőszerelő munkákon, az építkezéseken, a tankállomáson át vezetett útjuk a fúrás, illetve a termelés magasabb olajipari műveltséget, nagyobb tudást igénylő területeire.

Természetes, hogy a kisszámú, szerencsés, felvett ember igyekezett helyét megtartani. Az alkalmazók szeszélyeit ugyan tűrni kellett, de erejüket nem kímélve igyekeztek munkakezdésre pontosan eljutni a munkahelyre és ott helytállni. Legtöbben gyalogszerrel mentek naponta a munkahelyig és haza, 15—20 km-t is gyalogolva. A mező megközelítése kezdetben igen nehéz volt, hiszen az utak szinte járhatatlanok voltak. A területhez legközelebb eső vasútállomás Csömödér—Páka, a mezőtől mintegy 15 km-re esik.

1938-ban a MAORT a budafai mezőn 260 állandó és 2-3 ezer alkalmi munkást foglalkoztatott. Ez időben a területen 10 amerikai, angol, német szakember mellett már 10 magyar mérnök, 2 geológus is dolgozott, akik a környező falvakban laktak.

A mező 1937. évi olajtermelése 2210 tonna volt, de ez 1938-ban már 43 230 tonnára emelkedett. 1939 végére kutanként 14,4 tonnás napi átlaggal a termelés már 141 850 tonnára nőtt, ami fedezte az ország belső szükségletének 75%-át.

A Budafapusztán megindult termeléssel egyidőben a kutatás újabb eredményt hozott 1940-ben, a lovászi mező felfedezésével, ahol az első olajkút 1940 decemberében kezdett termelni. A kutatások már 1941-ben kimutatták a hahóti szerkezetet is, ahol 1942-ben kezdődött meg a termelés.

A háborús rablógazdálkodás

1942. január elsejével a *MAORT*-ot a magyar kincstár saját használatába vette, és a vállalat további működését a *„Magyar—Amerikai Olajipari Rt. üzemei a m. kir. Kincstár használatában"* név alatt végezte.

A használatba vétel igazi oka nem az volt, hogy a kormány a saját számára biztosítsa a kőolajbányászatból nyerhető profitot. Kizárólagos cél a fasiszta német hadvezetés azon igényeinek kielégítése volt, hogy a magyar kőolajtermelést a német háborús szükségletnek megfelelően emeljék, a termelt kőolajat pedig megkötöttség nélkül olcsón, 1934. évi áron exportálják.

A mezőben nagyfokú rablógazdálkodás kezdődött. Ennek következtében naponta 300—400 ezer m³ földgáz ment felhasználatlanul a levegőbe. Így nagymértékben lecsökkent a rétegenergia.

A kincstári kezelésbe vétel után a termelés fokozása érdekében a termelőfúrások lemélyítését erőltették a kutatófúrások rovására, az eredetileg tervezett 500—600 m-es küttávolságot 300 méterre csökkentették. Az 1942-ben lemélyített 59 kút termelésbe állításával az összes termelés 665 000 tonnára emelkedett, amelyből 298 000 tonnát termeltek Budafán. 1943-ban az összes termelés elérte a legmagasabb — 837 710 tonna — szintet, melyből a budafai mező 263 000 tonnát adott.

Az erőltetett termelés már 1943 végén éreztette hatását: a gáz—olaj és a víz—olaj viszonyszám megnőtt. 1944-ben a budafai mező termelése már csak 223 000 tonna volt, és a kutankénti termelés is lecsökkent 7 tonna/nap értékre.

A dolgozók hangulata — hasonlóan az ország többi dolgozóinak hangulatához — egyre romlott. A háborús terhek, az iparcikk- és élelmiszerhiány, az értelmetlenül hozott háborús áldozatok hatására általános elégedetlenség bontakozott ki.

Az összeomló hitleri birodalom, a sorozatos vereségeket szenvedő hadsereg vezetői számára a budafai olaj elsőrendűen fontos volt. A motorizált egységek üzemanyagát jelentő kőolaj kitermelése és elszállítása érdekében minden rendelkezésre álló erőt és eszközt bevetettek és a zalai olajmezőket 1945. március végéig elkeseredett harcok árán is megvédték. A német katonai irányítás mellett a rendszer kiszolgálói éltek a terrorral, a megfélemlítéssel és az azt kiegészítő szélsőséges fasiszta propagandával.

A mozgatható felszerelés elszállítására, a dolgozók nyugatra történő elhurcolására, a termelőberendezések megsemmisítésére részletes tervet dolgoztak ki. A felszabadító *szovjet hadsereg* gyors előrenyomulása következtében a „tervszerű kiürítésre és üzembénításra" a nyilasoknak már nem maradt idejük, és a tervezett üzemrombolás, a termelő kutak berobbantása és felgyújtása helyett — saját bőrüket mentve — menekültek.

A termelés helyreállítása a felszabadulás után

A *szovjet hadsereg* egységei 1945. március végén szabadították fel a zalai olajvidéket. A kőolaj-bányászati berendezések csak kisebb, javítható károkat szenvedtek. Sajnos, a folyamatos termeléshez nélkülözhetetlen gépi felszerelést, szerszámokat, szerelvényeket, a kompresszorok indítómágneseit nyugatra vitték, az élelemraktárakat, irodaházakat, műhelyeket kifosztották.

A *szovjet hadsereg „olajbizottságának"* utasítására a felszabadult olajmezők őrzésére katonai egységet szerveztek, a kőolajtermelő- és a szállítóüzemek irányításával katonai parancsnokokat bíztak meg. Az üzemi berendezések kijavítását és a folyamatos termeléshez szükséges anyagok pótlását a szovjet olajbizottság irányításával szovjet műszaki alakulatok kezdték meg. A háborús károk helyreállítása, a termelés megindítása rendkívüli erőfeszítést igényelt, azonban az országban fellelhető anyagok, gépek mozgósításával a felszabadítást követő negyedik napon megkezdődött a termelés, amelyet nagymértékben elősegített a munkások és más dolgozók szakmaszeretete, áldozatvállalása, szakmai felkészültsége. A háborút követő történelmi-társadalmi változások lehetővé tették — igaz: a társadalmi-politikai élet változásaival menthetetlenül együttjáró küzdelmek és harcok árán —, hogy fejlődésnek induljon a felszabadult magyar kőolajbányászat, így a budafai mező is. A mező életének normalizálódását elősegítette a *Magyar Kommunista Párt* alapszerveinek létrehozása, amelyek soraikba zárták a legöntudatosabb munkásokat.

A felszabadulást követő lelkes munkát a zűrzavaros helyi viszonyok többször is megzavarták, és a mező élete végül is csak a *MAORT*-üzemek 1949. évi államosításával került újra normális kerékvágásba. A felszabadult magyar szénhidrogén-bányászat nagyszerű sikereket ért el. A Szovjetunió önzetlen segítségét élvezve a kőolaj- és földgázbányászatban korábban elképzelhetetlen fejlődés történt és történik napjainkban is. Ezt bizonyítják az ország különböző területein feltárt új szénhidrogénmezők, létesítmények, de bizonyítja a budafai mező fejlődése is, amely — a korszerű szén-dioxidos eljárás révén — immár megifjodott.

A mezőből eddigi élete során, a 40 év alatt 5,2 millió tonna kőolajat és 3,7 milliárd m³ földgázt termeltek ki. 1952-ig kiemelkedő szerepet töltött be a hazai termelésben, hiszen a lovászi mezővel együtt ez időben a magyar szénhidrogén-termelés egészét Dél-Zala adta. A mélypontot az 1975-ben termelt 29 ezer tonna kőolaj jelentette. 1977. évi termelése a másodlagos művelés eredményeként 50 ezer tonna volt.

A művelési módok fejlődése

Annak ellenére, hogy a mező kőolaj- és földgáztermelése ma már mérsékeltebb szintet képvisel a régebbi időszakhoz képest, a mező gazdasági jelentősége ma sem elhanyagolható. Az üzem 1977. évi kőolajtermelése 113 millió Ft árbevételt jelent, ami lehetővé teszi 34 millió Ft fedezeti összeg képződését.

Tekintsük át a mezőben alkalmazott művelési eljárások fejlődését:

A ma már hagyományosnak nevezhető művelési módszerek (a gáz- és vízbesajtolás különböző változatai) alkalmazása és fejlesztése a vezető kőolajtermelő országokban az 1930-as években a budafai mező termelésbe állításával egyidejűleg kezdődött el. A budafai mezőben korán, Európában az elsők között alkalmazták a gáz-, majd a vízbesajtolást. A rétegenergia részleges pótlására, ún. nyomásfenntartás céljából a gázbesajtolást nagyüzemileg alkalmazták.

A *Budafa* (1940—1958), a *Zala—Mura* (1942—1967), a *Felső- és Alsó-Lispe* (1942—1961), valamint a *Kerettye* (1942—1961) tárolókban alkalmazott gázbesajtolásos művelés nagyságát az 1,1 milliárd m³ besajtolt szénhidrogéngáz mennyisége mutatja. A mezőben a gázbesajtolásos művelés több változata folyt. A gázbesajtoló kutakat kezdetben a tárolók gerincén képezték ki, később a területi gázbesajtolást is alkalmazták. A gázbesajtolásos művelés rendkívül eredményes volt, a mintegy 773 ezer tonna így termelt többletolaj az összes termelés 13%-át teszi ki.

A budafai mezőben az olajkihozatali tényező növelése érdekében kísérleti jelleggel már 1953-ban megkezdték a vízbesajtolásos művelést. Nagyüzemileg — a szükséges feltételek megteremtésével — 1956-ban kezdődött meg a vízkiszorításos művelés. A *Kerettye* sorozat vízelárasztását kezdetben peremi, lineáris rendszer szerint végezték, majd az olajtestben is képeztek ki vízbesajtoló kutakat.

A vízelárasztásos művelés Dél-Zalában nagyon kedvező eredményt hozott, és az olajkihozatali tényezőt 8%-kal növelte.

A *Budafa-kelet III.* számú lencse nagy gázsapkájára való tekintettel a gáz—olaj határon történő vízbesajtolásos művelést hazánkban először itt valósították meg (1961). A vízelárasztás hatásosságának növelésére 1964-től a víz—olaj határon is bevezették a vízbesajtolást. A *Felső-Lispe-kelet 3. sz.* lencse nyugati részén a területi vízelárasztást valósították meg, ami szintén jelentős kihozatalnövekedést hozott. A vízbesajtolás hatására 1977-ig 321 ezer tonna többletolajat termeltek ki, az üzem termelésének 4,6%-át. Ehhez 6,2 millió m³ vizet sajtoltak a rétegekbe.

A budafai szénhidrogén-tárolók az 1970-es évek második felében mind a természetes, mind a hagyományos másodlagos energiák érvényesülését tekintve teljesen kimerültek. A hagyományos művelési módok hatásosságát a következő kihozatali tényezők jellemzik (%):

— természetes energiák érvényesülésével	22,3
— gázbesajtolás hatására	4,4
— vízbesajtolás hatására	1,9
— végső olajkihozatali tényező	28,6

A világ egyre növekvő olajfogyasztása következtében a második világháború után felgyorsult a hagyományosnál hatékonyabb új művelési módszerek kutatása. A kutatás eredményeként több hatékony művelési eljárást fejlesztettek ki, melyet nagyüzemileg is kipróbáltak. Az új módszerek két nagy csoportba sorolhatók:

1. termikus művelési módszerek,
2. elegyedő kiszorításos művelési módszerek.

Az elegyedő elárasztásos módszereket az oldószerként ható közeg benyomása jellemzi, melyet egy másik (olcsóbb) közeg (gáz vagy víz) hajt a termelő kutakhoz. A gáz- vagy vízhajtó közeg szerint van szolvens—gáz és szolvens—vízhajtásos módszer. A szén-dioxidos művelés a szolvens—vízhajtás csoportjába sorolható.

A szén-dioxidos művelési mód alkalmazása

Hazánk jelentős szén-dioxid ásványvagyonnal rendelkezik. Ezen a bázison bontakozott ki a CO_2-os művelés elméleti és laboratóriumi kutatása az 1960-as évek elején. A laboratóriumi és kisüzemi kísérletek után első ízben a budafai mezőben 1969-től alkalmazták e módszert a *Felső-Lispe 2. sz.* lencsében. A kísérlet várhatóan 1978 végén fejeződik be, de már most megállapítható, hogy mind műszakilag, mind gazdaságilag sikeres. A tároló egészét tekintve 9%-kal nőtt az olajkihozatal. A gázos teleprészekben, ahol optimálisan érvényesült a CO_2-gáz kedvező hatása, az eredmény kitűnő; a kihozatal-növekedés elérte a 25%-ot.

A kísérlet igazolta a kutatómunkával kikísérletezett hatásmechanizmust, a művelési technológiát kipróbálták és a ciklikus besajtolás hatásosságát is megvizsgálták. Ez a technológia képezi a nagyüzemi alkalmazás alapját.

A *Budafa-nyugati* területen a *Budafa sorozatban* a CO_2-os művelést, melyet 1972-ben kezdtünk meg, a VI. ötéves terv második felétől folytatjuk. Ezt a már minden tekintetben nagyüzemi művelést a gázsapkás, rétegzett és nagy gáztelítettségű telepek szén-dioxidos művelésének módszereként tarthatjuk számon. A nagyüzemi szén-dioxidos művelés már sok értékes gyakorlati tapasztalatot hozott.

A nyomáshelyreállítás utáni területi vízbesajtolás, a gázosodás megszüntetésére tett intézkedések, valamint a szén-dioxidos művelés eredményeként 1976 elejétől a kőolajtermelést fokozatosan növeljük ezen a területen.

A *Kiscsehi mezőrészen* a CO_2-os művelést 1974-ben indítottuk meg. A *Kiscsehi sorozat* kőolajtelepei az elsődleges művelés folyamán már nagymértékben elvizesedtek. A művelés folyamán a legfontosabb feladat olyan művelési technológia kikísérletezése volt, amely az ilyen kőolajtelepekből a maximális többletolajmennyiséget eredményezi. A *Lovászi sorozatban* folyó szén-dioxidos művelés eddigi tapasztalataira is támaszkodva a *Zala-Mura* és *Kerettye* sorozatok CO_2-os művelését együttesen valósítjuk meg. A besajtolókutakban a besajtolás szabályozása céljából az egytermelőcsöves, kettős szelektivitású kútszerkezeteket kívánjuk alkalmazni. Különös körültekintéssel kell megoldani a lakótelepek alatti tárolórészek termelési, megfigyelési és biztonsági feladatait.

A CO_2-os művelés eredményeként termelt többletolaj mennyisége a budafai mezőben 1977 végére eléri a 134 ezer tonnát.

A CO_2-os program folyamán 800 ezer tonna kőolaj kitermelésével számolunk úgy, hogy 1982—1984. években az éves termelés eléri a 80 ezer tonnát. A budafai CO_2-os program megvalósításához 1,8 milliárd nm³ CO_2-os földgáz, 9,2 millió m³ víz besajtolása szükséges.

A folyó és az előkészítés alatt álló program egyaránt igényli a termeléstechnológiai fejlesztést is. A termeléstechnológián belül még inkább előtérbe kerül a kellő műszaki biztonságot nyújtó kútszerkezetek kifejlesztése és alkalmazása. A budafai és a dél-zalai program keretében az olajkihozatal szempontjából kedvező a kétszintes kútkiképzések alkalmazása. Fontos feladat a CO_2-os kísérőgázok kezelési technológiájának megvalósítása a CO_2 hasznosítása és a környezetvédelem érdekében.

Összefoglalva: a dél-zalai és ezen belül a budafai szén-dioxidos program része a világszerte robbanásszerűen fejlődő korszerű eljárások alkalmazásának. E korszerű módszer alkalmazása teszi lehetővé a bányászati tevékenység továbbfolytatását a „megfiatalított" budafai mezőben, és újszerű feladatai magas szintű tevékenységet igényelnek a zalai kőolaj- és földgáztermelésben dolgozóktól.

A szén-dioxidos másodlagos program végrehajtása tehát fontos feladata az üzemnek és a vállalatnak. A feltételek a munkákhoz adottak, így remény van arra, hogy a mező még sokáig jelentős szerepet töltsön be a dunántúli termelésben.

A mező mai jelentősége

Vállalatunknak, a dunántúli szénhidrogén-termelésnek — mint ez az elmondottakból kitűnik — egyik nagyon fontos üzeme a bázakerettyei, amelynek hatáskörébe tartozik a buzsáki, bajcsai, beleznai, mezőcsokonyai, babócsai szénhidrogénmezők lemővelésének és a jelenleg még épülő pusztaedericsi föld alatti gáztároló működésének irányítása is. Az üzem jelenlegi létszáma 960 fő. A bázakerettyei mindenkori műszaki és fizikai dolgozók kezemunkájának eredményét méltán illeti dicséret. A termelés megindulásától, a kőolaj és földgáz Budapestre történő együttes szállításának megoldásán és más fontos műszaki eredmények elérésén át, a jelenlegi nagy volumenű olajipari létesítmények kivitelezéséig számos műszaki alkotás szülőhelye a budafai mező.

Bázakerettyén alakították ki az ötvenes évek végének az akkor világviszonylatban is korszerű kúttermeltetési automatikáit, a dróthuzalos technika elemeit és számos más műszaki fejlesztési megoldást. Ezek az újdonságok ismertté tették a mező nevét nemcsak hazánkban, de külföldön is. Talán nem szerénytelenség azt mondani, hogy felbecsülhetetlen az a haszon is, amit a mező a szakemberek nevelésében jelentett és jelent a magyar kőolajbányászat számára. A kőolajtermelési ismeretekkel felvértezve számos szakmunkás, technikus, mérnök és közgazdász került Bázakerettyéről az egyre fejlődő magyar szénhidrogén-bányászat új területein fontos műszaki, gazdasági, társadalmi, sőt politikai funkciókba, vezető beosztásokba.

Büszkén mondhatjuk, hogy a kerettyei munkáskollektíva olyanná nőtt, amelyre a szocializmus építésében dolgozó népünk mindenkor számíthat. A magvát adja annak a nagyobb kollektívának, amely Zala megye munkásbázisa volt és ma is az. Emlékünnepségünkön büszkén tekintünk azokra a mezőben dolgozott és dolgozó munkásokra, szakemberekre és vezetőkre, akik az eredményeket elérték, azokhoz hozzájárultak. Biztosak vagyunk benne, hogy a jövőbeni feladatok megoldásánál is számíthat az ipar, a megye, a népgazdaság a kerettyei dolgozókra.

A jövő feladatait az egyre jobban kiszélesedő másodlagos-harmadlagos művelés megszabta feladatokon túlmenően meghatározza az üzemben folyó gépészeti, építési-szerelési tevékenység is, és így mód nyílik arra, hogy az üzemben, a mezőben összegyűlt tapasztalatok az új létesítményekben is az egész ipar részévé váljanak.

A budafai mezőben, a bázakerettyei üzemben a feladatok egyértelműen adottak. Fő feladatunk a telepekről a lehető legnagyobb kőolajmennyiség kitermelése. A mező termelésével is hozzájárulunk a népgazdaság céljainak eléréséhez, amelyet a XI. kongresszus határozatai számunkra is kötelezővé tesznek.

Udvardi Géza

EGYESÜLETI HÍREK

II. Országos Gáz- és Olajkonferencia
Pécs, 1978. augusztus 29—31.

Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE) Gázszakosztálya és Olajtüzelési Szakosztálya másodízben rendezett közös konferenciát. A II. Országos Gáz- és Olajkonferencia az ésszerű takarékosság, a gáz- és olajfelhasználás hatékonyságának és a szolgáltatás biztonságának széles körű megvitatását tűzte napirendre. Ezt fejezte ki jelmondata is: AZ ÉSSZERŰ TAKARÉKOSSÁG A LEGOLCSÓBB ENERGIAFORRÁS!

A konferencia plenáris ülését dr. *Lőrinc Imre*, az ETE elnöke nyitotta meg. Ezt követően Baranya megye és Pécs város Pártszervezete és Tanácsa nevében dr. *Földvári János* Baranya megye Tanácsának elnökhelyettese, a Nemzetközi Gázunió nevében pedig *Albert G. Higgins*, a Gázunió főtitkára üdvözölte a konferenciát.

A plenáris megnyitó ülés első előadását *Zsengellér István* nehézipari miniszterhelyettes tartotta. A szénhidrogének várható szerepe hazánk energiaigényeinek kielégítésében címmel. A második előadó *Varga István*, az OEGH osztályvezetője volt, előadásának címe: **Az energiafelhasználás hatékonyságának növelési lehetőségei.**

Az ülést az **Energiatakarékossági plakátpályázat** eredményhirdetése zárta be.

A konferencia a továbbiakban hat szekcióülésen és négy kerekasztal-megbeszélésen folytatta munkáját.

A szekcióülések témái a következők voltak:

A szekció: A gáz- és olajszállítás, elosztás helyzete és fejlesztése
B szekció: A gáz és olaj elosztásának, felhasználásának műszaki és biztonsági kérdései
C szekció: A gáz- és olajfelhasználás általános kérdései
D szekció: Ipari, mezőgazdasági felhasználás
E szekció: Kommunális felhasználás
F szekció: Kutatási témák

A kerekasztal-megbeszélések igen hasznosnak bizonyultak. A kiválasztott témák iránt érdeklődő szakemberek kötetlenül vitatkozhattak, mondhatták el problémáikat. A vitatémák:

1. A szénhidrogénipar felsőfokú végzettségű szakember-igénye
2. Gázkémény-problémák
3. Kistartályos PB-szolgáltatás
4. A biztonsági előírások problémái

A konferenciával egyidejűleg kiállítás keretében mutatták be újdonságaikat a gyártó vállalatok, kutató-fejlesztő intézetek.

A kiállítást dr. *Bán Ákos*, az OKGT vezérigazgatója, az ETE Gázszakosztályának elnöke nyitotta meg.

A 16 hazai és 10 külföldi kiállító igen reprezentatív körülmények között helyezhette el — a Pollack Mihály Műszaki Főiskola előcsarnokában — bemutatni kívánt termékeit.

A kiállítás a hatékony energiafelhasználás, valamint a fokozott biztonságra való törekvés jegyében került összeállításra, amelyhez tartozóan számos műszaki megoldást lehetett látni a kiállító helyeken.

Több hazai és külföldi vállalat gyártmányismertető előadást is tartott.

A konferenciának a Pécsi Orvostudományi Egyetem és a Pollack Mihály Műszaki Főiskola adott reprezentatív otthont.

A hatszázötven szakember a konferencia programján kívül, megismerkedhetett Pécs városával és a közeli Harkány fürdővel. A lenyűgözően szép pécsi székesegyházban rendezett orgonahangverseny pedig emlékezetes élményt nyújtott valamennyi résztvevő számára.

Jelinek Tamásné

A gázszállító rendszer szállítókapacitásának meghatározása a hazai gyakorlatban

TIHANYI LÁSZLÓ—
BENKÓCZI PÉTER—
MOLNÁR GÁBOR

A szerzők összefoglalják a gáztávvezeték-rendszer szállítókapacitásának értelmezésével kapcsolatos problémákat. Megállapítják, hogy a szállítókapacitás csak a teljes rendszer együttműködéséből határozható meg, és röviden ismertetik az erre vonatkozó vizsgálati módszert. Áttekintik a távvezeték-rendszer üzemeltetésének azokat az alapvető kérdéseit, amelyek szükségessé teszik a módszer széles körű alkalmazását.

Végül a tényleges fogyasztásadatokból kiindulva az ismertetett módszer segítségével elemzik a budapesti körvezeték terhelési viszonyait. Megállapítják, hogy a vizsgált hálózat fő szállítási útvonalainak terhelése közel azonos, a nyomáshasznosítás mértéke kedvező. Néhány helyen azonban eltérő termelékenységű vezetékek vannak sorba kapcsolva, és emiatt nem lehet megfelelően kihasználni a nagyobb szállítókapacitást. A budapesti körvezeték terhelése az előzővel ellentétben — az azonos szállítókapacitású, de jelentősen eltérő terhelésű szakaszok sorbakapcsolása miatt — egyenetlen. A számítási eredmények alapján rámutatnak arra is, hogy az egyenlő arányú fogyasztásnövekedés hatására az egyes vezetékszakaszok leterhelése különböző mértékű, és ennek megfelelően egyes hálózatrészek terhelése jelentősen meghaladhatja más részekét.

Bevezetés

A gázszállító rendszer működését alapvetően a gázfogyasztás jellegét és mértékét meghatározó tényezők [1] — így a hőmérséklet, napszak, a vizsgált nap helye a hétben, az évszak — befolyásolják. A jelentősen változó gázfogyasztás nem teszi lehetővé a szállítórendszer egyenletes terhelését. A hatékonyság szempontjából viszont az a kívánatos, hogy az év folyamán minél hosszabb ideig egyenletesen nagy legyen a távvezeték-rendszer szállítókapacitásának kihasználása. Ennek érdekében a fejlett országokban csúcskiegyenlítő módszereket alkalmaznak, ill. a fogyasztók egy csoportjának a gázfogyasztása üzemszerűen megszakítható [2 és 3]. Hazánkban ez ideig több tényező gátolta a csúcsgazdálkodás említett formáinak megvalósítását, ezért a gázszállító rendszer üzemeltetéséhez fokozottabban szükséges a kapacitáskihasználás és a kapacitástartalék pontos feltárása.

A szakirodalomban a kapacitáskihasználás mutatói elsősorban a fogyasztási és tartamgörbékre épülnek, azokból közvetlenül meghatározhatók [4]. A jelzőszámok közös vonása, hogy időbeli kihasználást adnak meg, azonban nem tájékoztatnak a távvezeték-rendszer maximális szállítókapacitásának kihasználásáról, illetve az egyes vezetékszakaszoknak a rendszer együttműködése esetén kialakuló maximális szállítókapacitásáról. A vezetékszakaszokra általánosan használt mutatószámok — mint pl. a gázáram, a nyomáskülönbség, az áramlási sebesség vagy a nyomásgradiens — ugyancsak nem alkalmasak annak eldöntésére, hogy az együttműködő rendszerben a komponensek terhelése mennyire egyenletes, és léteznek-e olyan tartalékkapacitások, amelyek megfelelő üzemmód-megválasztással felhasználhatók.

Az alapvető problémát az okozza, hogy amíg a különböző mutatószámok a fogyasztási görbéből egyértelműen meghatározhatók, addig a szállítókapacitás általában csak több szabadsági fokkal definiálható. Abban az esetben lesz zérus a szabadsági fokok száma, ha a távvezeték egy betáplálási és egy fogyasztási pontot köt össze, és így a gázáram a vezeték mentén nem változik. Több csomópont esetén a közbenső fogyasztási értékek befolyásolják az egyes vezetékszakaszok gázáramát és a fogyasztási végponton felhasználható gázmennyiséget. A szállítókapacitás tehát a legtöbb esetben csak az aktuális nyomás- és terhelésértékekkel együtt jellemezheti a hálózatot.

A hazai gázszállító rendszer távlati fejlesztési változatainak [5] vizsgálatához olyan új módszert kellett kidolgozni, amely alkalmas a szállítókapacitás-tartalékok egyértelmű kimutatására. A kapacitásvizsgálat alapelve az, hogy minden fogyasztó terhelését jellegének megfelelően addig kell növelni, amíg a rendszer — egy adott pontján — eléri az alsó nyomáskorlátot. A módszer az egyes vezetékszakaszok működésének jellemzésére a maximális gázáramból, az alapterhelési tényezőből és a fajlagos termelékenységi mutatóból álló paramétercsoportot használja, amelyet az egész rendszer együttműködése alapján határoz meg.

A kapacitásvizsgálat módszere

A kapacitásvizsgálatnál a csomóponti terhelésnövekedést úgy kell szimulálni, ahogy az a hőmérséklet-csökkenés vagy a több éves előrejelzés alapján várható. A csomóponti fogyasztási struktúrák azonban alapvetően eltérnek egymástól, így a terhelésnövekedések jellege is nagyon sokféle lehet. A módszer egyszerűsítésként csak két tipikus változást különböztet meg: lineáris és ugrásszerű terhelésnövekedést. Az első esetben a csomóponti terhelés az alábbi lineáris profilból határozható meg (1-es típus):

$$y = a + bx, \tag{1}$$

ahol

x a terhelésnövelések száma ($0 < x < \infty$),
y a csomóponti fogyasztás (betáplálás),
a és b állandók.

A második esetben a változás ugrásfüggvénnyel adható meg (2-es típus):

$$y = \begin{cases} y_1, & \text{ha } x = 0, \\ y_2, & \text{ha } x > 0. \end{cases} \tag{2}$$

Az (1) és (2) alapösszefüggések paraméterei csomópontonként is változhatnak, sok esetben azonban b iránytangens több hasonló belső struktúrájú csomópontra azonos is lehet.

A maximális terhelhetőséget meghatározó alsó nyomáskorlát(ok) egyaránt hozzárendelhető(k) az 1-es és a 2-es típusú csomóponthoz is (3-as típus).

A szimulációhoz használt TCPS jelzésű számítógépi program a forráscsomópontokra a felsoroltaktól eltérő típusbesorolást is lehetővé tesz, ami tovább növeli a módszer rugalmasságát és ezáltal a valóságos viszonyok pontosabb megközelíthetőségét. Ennek részlete-

zése megtalálható [6]-ban, ezért ismertetésével ebben a cikkben nem foglalkozunk.

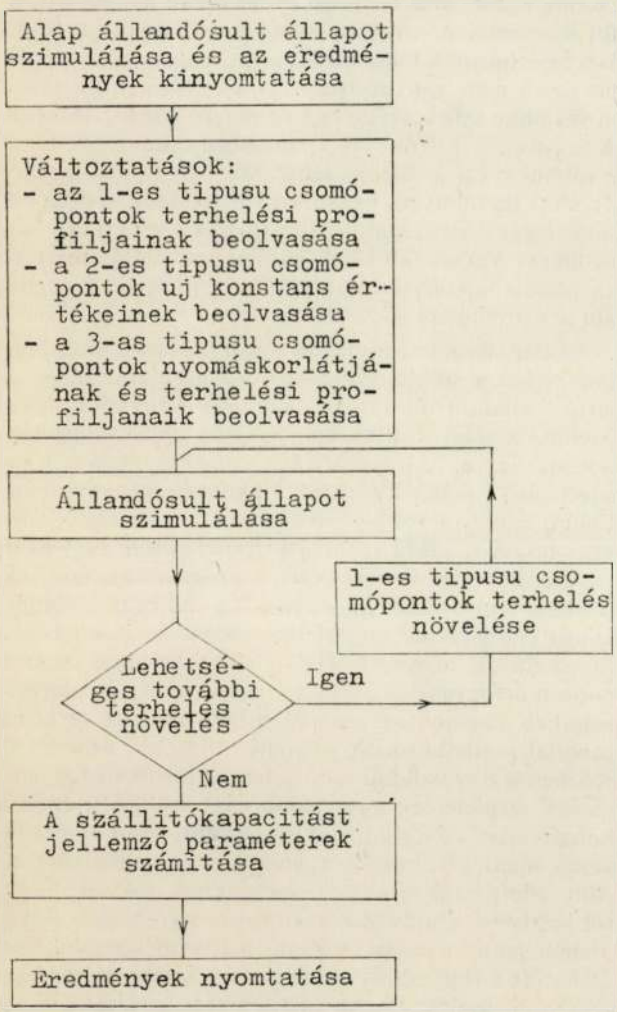
A kapacitásvizsgálat során egy alapállapotból kiindulva számítógépes szimulációval állandósult állapotok olyan sorozatát állítjuk elő, amelynél a csomóponti jellemzők a megadott három csoportnak megfelelően változnak. Az 1-es típusú csomópontok terhelését a program addig növeli, amíg valamely 3-as típusú csomópontban adott terhelési profilból számított terhelés nagyobb lesz a nyomáskorláthoz tartozó terhelésnél.

A számítási folyamat egyszerűsített folyamatábrája az *1. ábrán* látható.

A távvezeték-rendszer szállítókapacitásának, valamint a komponensek kihasználásának jellemzésére a módszernek megfelelően három mutatót használtunk:

a) A vezetékszakaszok maximális gázárama (q_{max}), amely maximális csomóponti terhelések esetén a rendszer együttműködéséből kapott vezetékáramot jelenti. Tisztán mennyiségi mutató, amely alapján a szállítási útvonalak rangsorolhatók, továbbá kijelölhetők a szállítási irányok.

b) Az alapterhelési tényező $\frac{q}{q_{max}}$, amely megmutatja, hogy valamely vezetékszakasz alapterheléskor a maximális gázáram hányadrészét szállítja. 100-zal szorozva a vezetékszakasz százalékos kihasználását adja meg alapállapotban. Az egyes vezetékszakaszokra kapott mutatószám összehasonlításából megállapítható, hogy a rendszer terhelésnövekedése mely hálózatrészeket terhel erősebben és melyeket kevésbé. Az átlagnál kisebb érték általában túlterhelésre, az átlagnál nagyobb érték viszont kismértékű terhelésnövekedésre utal. Ha 1-nél nagyobb a hányados valamely vezetékszakaszra, akkor a vezetékszakasznak — a rendszer fogyasztásának növekedése ellenére — csökken a gázárama az alapállapothoz viszonyítva. A jelenség oka a semleges pontok eltolódása.



1. ábra
A számítás blokksémája

c) A termelékenységi mutató, amely definíciószerűen:

$$c = \frac{\text{vezetékáram}}{\text{nyomáskülönbség}}.$$

A vezetékszakaszok eltérő hossza miatt az egységnyi hosszúságra vonatkozó fajlagos értéket kell meghatározni. Elsősorban minőségi jellemző, amely a szállításhoz rendelkezésre álló nyomásenergia felhasználásának a hatékonyságát mutatja. Annál nagyobb egy vezetékszakasz termelékenysége, minél nagyobb gázáramot lehet egységnyi hosszra eső egységnyi nyomáskülönbséggel elszállítani. A termelékenységi mutató és a vezetékszakasz terhelése közötti kapcsolat elemzéséhez ábrázoltuk a $c = f(\Delta p)$ függvénykapcsolatot.

Kis nyomásveszteségnél nagy a vezetékszakasz termelékenysége, vagyis egységnyi nyomáskülönbség-változás jelentősen változtatja a gázáramot. Ellenkező esetben erősen terheltek a vezetékszakaszok, ezért a nyomásveszteség növelésével csak kismértékben és rossz hatásfokkal növelhető a szállítókapacitás. A nagy termelékenységű vezetékszakaszok nyomáshasznosítása tehát kedvező, nincsenek leterhelve, míg a kis termelékenységi mutató kedvezőtlen nyomáshasznosítást és túlterhelést jelent. Az egyes vezetékszakaszok fajlagos termelékenységi mutatóját összehasonlítva, egyértelműen feltárhatók a jelentős tartalékkal rendelkező és a túlterhelt szakaszok. A kiértékelésnél azonban figyelemmel kell lenni arra, hogy azonos átmérőjű és azonos mennyiséget szállító, sorba kapcsolt vezetékszakaszok esetén az áramlás irányába növekvő nyomásveszteség miatt a termelékenységi mutató csökken. A távvezeték-rendszer bemeneti oldalánál tehát törvényszerűen magasabbak a termelékenységi mutatók, mint a forrásoktól és kompresszoroktól távol eső vezetékszakaszoknál.

Azonos hosszúságú, de különböző átmérőjű vezetékeknél viszont egyenlő nyomáskülönbségek hatására nagyon eltérő gázáramok alakulnak ki. Ennek megfelelően minél nagyobb egy vezetékszakasz átmérője, annál nagyobb a termelékenységi mutatója is, így azok a különböző átmérőjű vezetékek esetén közvetlenül nem hasonlíthatók össze.

A gázszállító rendszer kapacitásvizsgálatának célja

A gázszállító rendszer kapacitásvizsgálata több célt szolgálhat. Aktuális terhelési állapotra meghatározható a hálózatrészek és a teljes rendszer kapacitáskihasználása. Nyomásfokozás esetén az egyes távvezetéki szakaszok termelékenységi mutatója alapján megkereshe-

tők azok a szállítási rezsimek, amelyeknél az energiahasznosítás hatékonysága a legkedvezőbb. Erőművi gázfelhasználásnál az erőművek egymáshoz viszonyított terhelésarányának változtatásával ugyancsak javítható a hálózat kapacitáskihasználása. Ismételt alkalmazással meghatározhatók azok a hálózatbővítések, amelyek a legnagyobb mértékben növelik a szállítókapacitást, miközben egyenletesebbé teszik a hálózat termelékenységi és terhelési mutatóit.

Hangsúlyozni kell, hogy a komplex rendszer szállítókapacitása nem egyértelmű mutatószám. Értéke függ a forrásoldalon és a fogyasztói oldalon megadott nyomásoktól, továbbá attól, hogy a többi fogyasztói csomóponton milyen elvek szerint változtatjuk a terhelést. A bemutatott módszer lehetővé teszi mind a forrásoldalon, mind pedig a fogyasztói oldalon tetszőleges számú nyomásfelvétel és terhelési profil definiálását. Használható eredmények érdekében azonban a kapacitásvizsgálat előtt nagyon körültekintően kell mérlegelni a műszaki feladat tartalmát, és ennek megfelelően meghatározni a határfeltételeket. Különösen a nyomáskorlátok helyének és értékének a megválasztása kritikus, mert ezekre érzékenyen reagál az áramlási kép.

A számítási eredmények értékelésével kapcsolatban azt kell kiemelni, hogy a távvezeték-rendszer maximális szállítókapacitásához tartozó nyomáseloszlás állandósult terhelési állapotra vonatkozik, ami a valóságban tartós terhelésnek felel meg. A távvezeték-rendszer azonban jelentős tárolókapacitása miatt rövid ideig a statikus egyensúlyi értéknél lényegesen nagyobb csúcsterhelés kielégítésére is képes.

A budapesti körvezeték kapacitásvizsgálata az 1977—78. téli időszakban üzemelő távvezeték-rendszer és fogyasztói viszonyok mellett

Ismeretes, hogy a hazai távvezetéki gázszállítás egyik alapproblémája a budapesti fogyasztók gázigényének kielégítése. Jelenleg a téli csúcsidőszakban az országos fogyasztás közel 50%-a a budapesti körvezeték mentén jelentkezik. Ez természetesen önmagában még nem jelentene problémát, azonban a gázfogyasztásnak itt a legerősebb a hőmérsékletfüggése. Csúcskiegyenlítő módszerek alkalmazása nélkül a jelentős fogyasztásingadozást csak a távvezeték-rendszer tárolókapacitásának tudatos kihasználásával lehet kiegyenlíteni. Az üzemszerű gázszállítás ugyanis a minimálisnál magasabb nyomásszinten folyik, aminek következtében a távvezeték-rendszerben mobilizálható gázmennyiség halmozódik fel. Ez a gázmennyiség a vezetékszakaszok térfogatával, illetve az aktuális és a minimális nyomásszint közötti különbséggel arányos. A budapesti körvezetéken a kis vezetéktérfogat miatt kevés a mobilizálható gázmennyiség, ezért a fogyasztásingadozás jelentős nyomásváltozásokat okoz. Hideg téli napon 1 bar nyomáscsökkenés hatására a körvezetékről átadott gázmennyiségnek csupán 3—4%-a fedezhető hálózati pufferből.

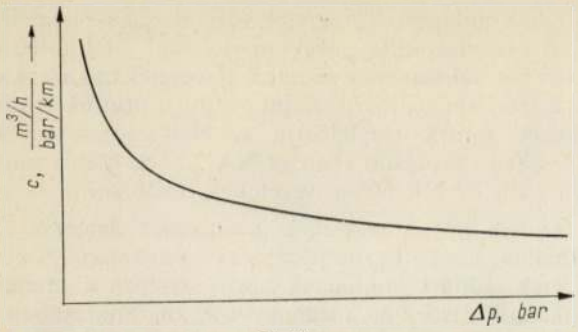
Amíg ez az arány új beruházásokkal nem javul, addig a távvezeték-rendszer üzemeltetésének egyik alapproblémája marad a budapesti körvezeték hidraulikai viszonyainak előrejelzése, tervezése. A megoldás első lépéseként kapacitásvizsgálattal azt akartuk meghatározni, hogy a körvezetéken adott minimális nyomásnál a távvezeték-rendszernek — elsősorban a körvezetéknek — mekkora az áteresztőképessége, és milyen nyomáseloszlás tartozik a maximális terheléshez. Ennek a nyomáseloszlásnak azért van jelentősége, mert a minimális nyomásokon a mobil gáz mennyisége nullára csökken.

A budapesti körvezeték szállítókapacitását — az alkalmazott módszernek megfelelően — csak a forrásokhoz vezető hálózatrészekkel együtt lehet meghatározni. Ennek ellenére egyszerűsítésként eltekintettünk a hajdúszoboszlói és a miskolci távvezetéki üzemekhez tartozó hálózatrészek vizsgálatától, mivel a vizsgált időszakban a budapesti fogyasztók csak dél-alföldi földgázt kapnak. További egyszerűsítésként indokoltnak látszott azoknak a dunántúli hálózatrészeknek az elhagyása is, amelyeknek a szállítókapacitása a körvezeték nyomásviszonyait közvetlenül nem befolyásolja. Természetesen az eredő terheléseket mindkét esetben figyelembe vették a határcsomópontokban.

A csomóponti fogyasztások meghatározásánál 1977-es mérési adatokból indultunk ki. A vizsgálat előtt ezeket összehasonlítottuk 3 különböző, 1978-as terhelési állapottal, és azt találtuk, hogy az arányok minden esetben jól egyeztek.

A terhelésnöveléshez a csomópontok döntő részét az 1-es típusba soroltuk, és azonos terhelési profilt adtunk meg. A 3-as típusba soroltuk a solymárvölgyi csomópontot, és a terhelési profil mellé nyomáskorlátot is adtunk. A források közül Kardoskutat és Szankot 2-es típusnak tekintettük, és gázáramukat a vizsgálat során nem változtattuk. Így a hálózat fogyasztásnövekedése teljes egészében az algyői forrást terhelte. A fogyasztók közül csak a zsámboki csomópont tér el a többitől; ezt konstans terhelésű, 2-es típusú csomópontnak tekintettük. Erre azért volt szükség, mert a középmagyar és az északi hálózatrészben jelentkező forráshiányt Vecsés felől kell pótolni, az átadás mértéke azonban a tapasztalatok alapján a terheléstől függetlenül jó közelítéssel állandó.

Az alapállapot szimulálása során minden csomóponton — így a solymárvölgyin is — az alapterheléshez tartozó állandósult nyomásokat határoztuk meg. A kapacitásvizsgálat indításakor egyetlen változtatást hajtottunk végre: a solymárvölgyi csomóponton a megadott alsó nyomáskorlátra csökkentettük a nyomást. Ennek hatására többszörösére nőtt a csomóponti fogyasztás. A további számítási lépések során az 1-es típusú csomópontok terhelését a program azonos százalékkal folyamatosan növelte, a hálózat nyomásszintje pedig ennek megfelelően csökkent. A közbenső fogyasztások növekedésével a solymárvölgyi csomóponton a fogyasztás addig csökkent, amíg az alapterheléshez viszonyított aránya megegyezett a terhelési profillal rendelkező csomópontok hasonló arányával. Közben a forrásoldali hálózatrész a növekvő fogyasztásnak megfelelően egyre több gázt szállított, ezért a kompresszor szívónyomása lecsökkent. Amikor a csökkenés miatt az aktuális nyomásarány meghaladta az előre adott határértéket — esetünkben 1,45-öt —, attól kezdve a kompresszor kimeneti nyomása a szívónyomással arányosan csökkent. Ez természetesen visszahatott a fogyasztói oldalra, mert kisebb kompreszszornyomással kevesebb gázt lehetett továbbszállítani a fogyasztói csomópontok felé.

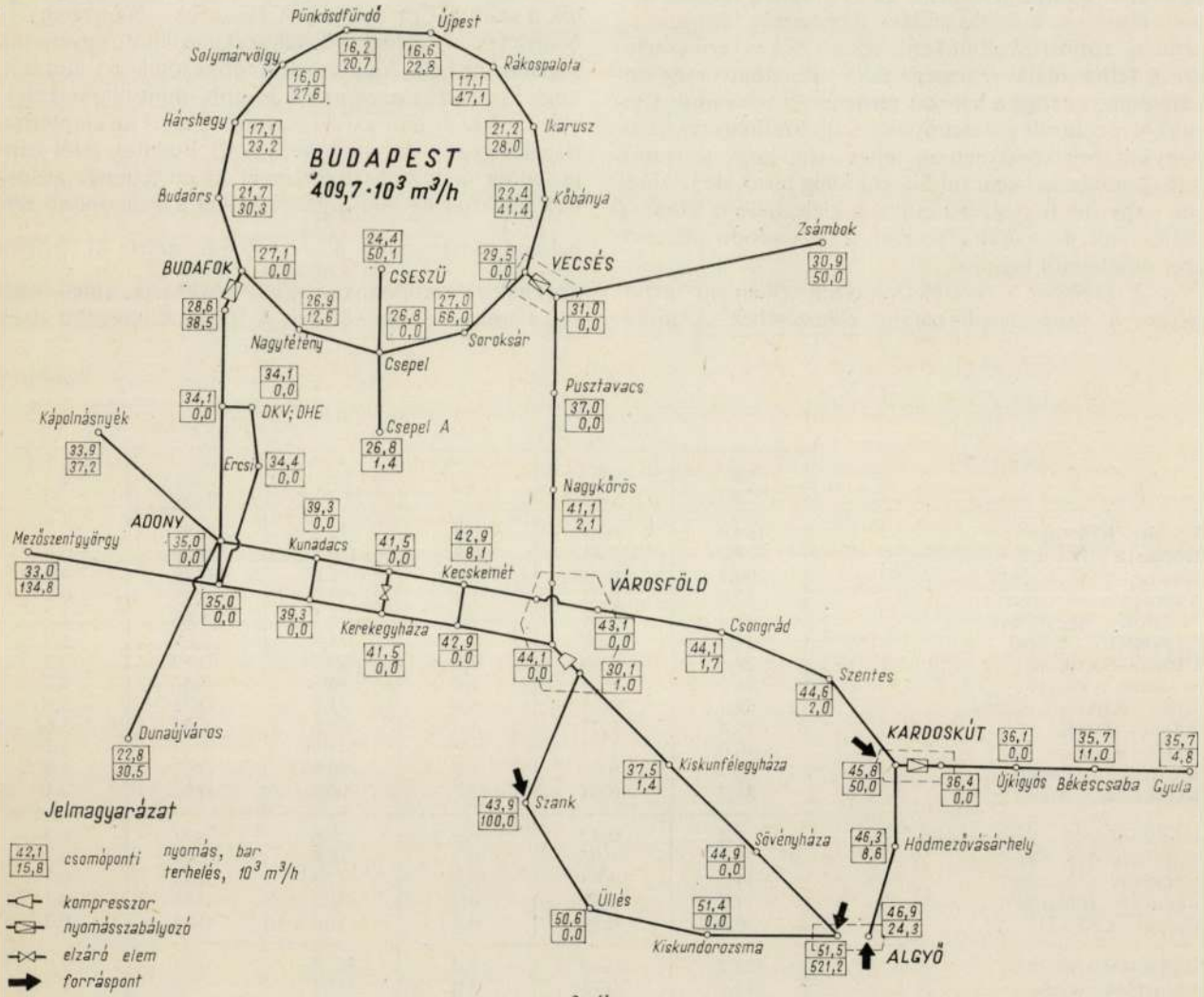


2. ábra
A termelékenységi mutató és a nyomásveszteség függvénykapcsolata

A kapacitásvizsgálatot két esetre végeztük el. Egyik esetben a körvezeték minimális nyomásának a solymárvölgyi gázátadó névleges bemeneti nyomását, 16 bart, a másikban pedig a műszakilag még megengedhető minimális bemeneti nyomást, 8 bart adtuk meg. A számítás eredményeként kapott terhelés- és nyomáseloszlást a *3.* és *4. ábrán* tüntettük fel. Mindkét esetben a hálózat konfigurációja azonos. Városföldön a kompresszor Algyő és Szank felől szív, nyomóoldalához pedig a vecsési és az adonyi NA 600-as vezeték kapcsolódik. Az adonyi párhuzamos vezetékek Kecskeméten, Kunadacson és Adonyban vannak összenyitva. Adonyból a DHE-ig a szállítás párhuzamos vezetékeken történik. A körvezeték indításánál Vecsésen és Budafokon nyomásszabályozást tételeztünk fel, ezzel maximális terhelések esetén a két csomópont belső ellenállását kívántuk figyelembe venni.

A szimuláció során mindkét esetben azonos alapterhelésből indultunk ki, melyet 17,6%-kal, illetve 19,9%-kal lehetett növelni. Ez azt jelenti, hogy alapállapotban a forgalmazható gázmennyiségnek 85,1%-át, illetve 83,4%-át szállítja a rendszer. A szimuláció kezdeti feltételeit azonban a vizsgált esetekben szabadon választottuk meg, ezért nem a kiindulási és végállapot összehasonlítására, hanem a maximális fogyasztások mellett kialakuló terhelési viszonyok elemzésére helyeztük a hangsúlyt.

A rendszer egészének működésére általunk jellemzőnek tartott értékeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Látható, hogy a dél-alföldi földgáznak 59%-át Budapest térségében használják fel. A körvezeték ellátása két útvonalon történik: Vecsésnél közvetlenül Városföldről, ill. Budafoknál Adonyon keresztül, kerülővel. A nyomások azt mutatják, hogy a Városföld—Vecsés útvonalon kedvezőbbek a szállítási feltételek, mint



3. ábra
A budapesti körvezeték megengedett minimális nyomása (Solymárvölgy: 16 bar)

1. táblázat

Megnevezés	p_{min} = 16 bar	p_{min} = 8 bar
A budapesti körvezeték fogyasztói mérlege, m³/h	409,7 · 10³	417,2 · 10³
Vecsési indítónyomás, bar	29,5	26,4
Budafoki indítónyomás, bar	27,1	23,5
A vizsgált hálózat fogyasztói mérlege, m³/h	702,8 · 10³	716,5 · 10³
A városföldi kompresszor indítónyomása, bar	44,1	42,4
A vizsgált hálózatban tárolt gázmennyiség, m³	6932,5 · 10³	6522,4 · 10³

Adonyon keresztül, annak ellenére, hogy az északi rendszer felé átadásra kerülő 50 · 10³ m³/h többletgázáramot is erre kell szállítani.

A két vizsgált szállítási rezsimet összehasonlítva, látható, hogy p_{min} = 8 bar esetén 7,5 · 10³ m³/h-val több gáz adható át a körvezetéken, ami nem áll arányban a megnövekedett kockázattal. A vizsgált hálózatban tárolt gázmennyiség változása azonban nem elhanyagolható. Üzemeltetés során alacsonyabb körvezetéki nyomásminimumnál nemcsak a nagyobb szállítókapacitásból adódó gázáram-növekedés áll rendelkezésre, hanem a hálózatban tárolt gázmennyiség meghatározott része — a felhasználási sebességtől függően — szintén többletgázáramként jelentkezik. Természetesen a felhasználás sebessége nem választható meg önkényesen, az függ a hálózat terhelési viszonyaitól. Esetünkben a tárolt gázmennyiség mobilizálható részének nagyságából következtetni lehet arra, hogy tervszerű felhasználásával nem túl hosszú ideig tartó, de jelentősen nagyobb fogyasztási csúcsok kielégítése is lehetővé válik, max. 4—6 órán keresztül, a kapcsolódó gázrendszer előéletétől függően.

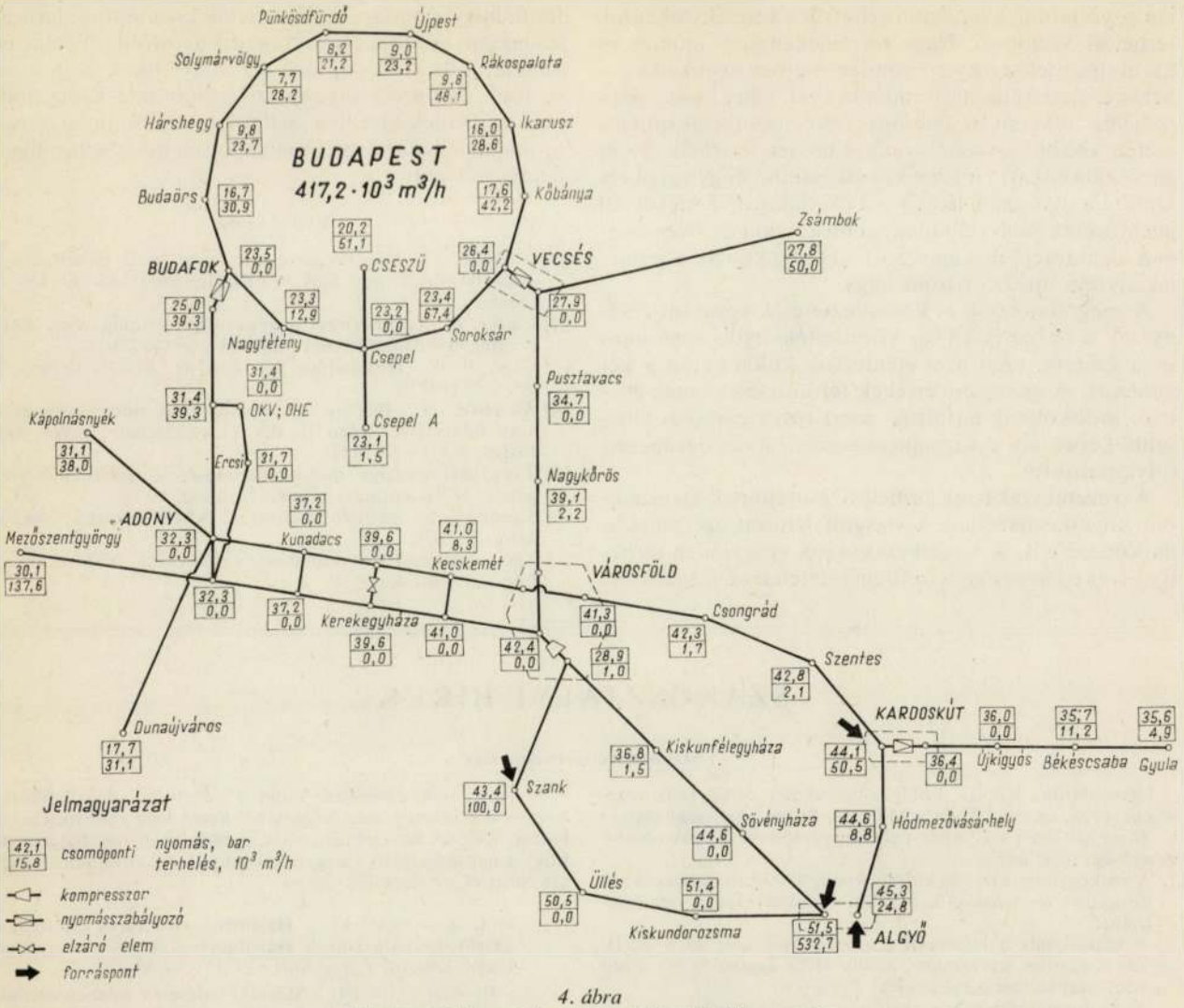
A 2. táblázat a vezetékszakaszok jellemzőit tartalmazza a kapacitáskihasználás elemzéséhez. A táblázatban a budapesti körvezeték vezetékszakaszai mellett — az összehasonlítás megkönnyítésére — feltüntettük a vizsgált hálózat más részeiről is vezetékszakaszokat. Az értékeléshez átmérő szerint csoportosítottuk a vezetékeket. Ennek megfelelően az első csoportban az NA 400-as, a másodikban az NA 250-es, a harmadikban pedig az NA 600-as vezetékek találhatók.

Az NA 400-as vezetékek gázáramait elemezve azt láthatjuk, hogy nagyon jelentősek az eltérések. A körvezeték indítási pontjainak környezetében a vezetékszakaszok gázárama a legnagyobb, ami önmagában is túlterhelésre utal. A körvezetéki struktúrából szükségszerűen adódik az is, hogy a semleges pontok környezetében az előzőtől eltérően kis gázáramok és ennek megfelelően kis terhelések alakulnak ki.

A táblázat második oszlopában szereplő alapterhelési tényező egyrészt megadja, hogy alapállapotban az egyes vezetékszakaszok szállítókapacitásának milyen arányú a kihasználása, másrészt tájékoztat arról, hogy a fogyasztások növekedésével melyek a jobban, ill. kevésbé terhelt szállítási útvonalak. Példaként kiemeljük a Vecsés—Kőbánya és Vecsés—Soroksár szakaszokat. Az elsőnél a maximális gázáram 22%-kal nagyobb, mint az alapterheléskor kapott érték, ezzel szemben a Vecsés—Soroksár szakaszon majdnem megduplázódik a szállított mennyiség. A Budafok—Nagytétény és Nagytétény—Csepel vezetékszakaszokkal ugyancsak foglalkozni kell. Alapterhelési tényezőjük azt mutatja, hogy maximális gázáramuk kisebb, mint alapterhelésnél. Ennek az oka az, hogy amíg Csepel az alapterhelésnél fogyasztásának döntő részét Budafok felől kapja, addig maximális terhelésnél közel fele-fele arányban Budafok és Vecsés felől. Mivel a csomóponti terhelésnövekedéseknél a $\frac{q}{q_{max}} = 0{,}84$, ezért a terhelés azoknál a vezetékszakaszoknál növekszik, amelyeknél ez az arány kisebb 0,84-nél. A 0,84-nél nagyobb érték

2. táblázat

Vezetékkód	p_{min} = 16 bar			p_{min} = 8 bar		
	q_{max} 10³ m³/h	$\frac{q}{q_{max}}$	c	q_{max} 10³ m³/h	$\frac{q}{q_{max}}$	c
Vecsés—Kőbánya	169,0	0,82	0,8	172,6	0,80	0,7
Kőbánya—Ikarusz	127,7	0,81	0,8	130,5	0,79	0,6
Ikarusz—Rákospalota	99,7	0,,80	1,0	102,0	0,78	0,7
Rákospalota—Újpest	52,8	0,77	1,4	54,0	0,75	0,8
Budafok—Nagytétény	35,8	1,66	3,1	36,1	1,65	2,7
Nagytétény—Csepel	23,2	2,10	4,5	23,3	2,09	3,9
Csepel—Soroksár	28,3	0,20	3,8	29,2	0,19	3,2
Soroksár—Vecsés	94,2	0,53	1,4	96,5	0,52	1,2
Üllés—Kiskundorozsma	69,1	0,74	3,6	71,2	0,72	3,5
Adony—DHE	37,4	1,07	4,0	38,0	1,05	3,6
DHE—Budafok	146,0	1,07	1,2	148,5	1,05	1,1
Kardoskút—Szentes	50,3	0,99	4,1	50,3	0,99	3,9
Kecskemét—Adony	88,7	0,94	2,2	90,3	0,92	2,1
Pünkösdfürdő—Solymárvölgy	9,4	0,42	0,6	9,6	0,41	0,3
Solymárvölgy—Hárshegy	18,2	1,06	0,3	18,6	1,03	0,2
Hárshegy—Budaörs	41,5	0,93	0,2	42,3	0,91	0,1
Budaörs—Budafok	71,7	0,89	0,2	73,2	0,87	0,1
Csepel—CSESZÜ	50,0	0,84	0,2	51,1	0,82	0,2
Algyő—Városföld	452,2	0,83	4,0	461,5	0,81	3,9
Városföld—Vecsés	312,1	0,76	5,0	317,1	0,75	4,6
Kecskemét—Adony	256,7	0,94	6,2	261,4	0,92	5,7
Adony—DHE	108,2	1,07	11,3	110,0	1,05	10,2
Algyő—Kiskundorozsma	69,1	0,74	26,0	71,2	0,72	25,4



4. ábra
A budapesti körvezeték megengedett minimális nyomása
(Solymárvölgy: 8 bar)

esetén a vezetékszakasz terhelése mérsékeltebb lesz. A mutatószám azonban csak a változások irányának jelzésére alkalmas, a túlterhelés mértékének kimutatására már nem. Jó példa erre a Csepel—Soroksár vezeték, amelynek legkisebb az alapterhelési tényezője, mégsem tekinthető túlterheltnek, sőt gázárama alapján éppen az ellenkezőjét állíthatjuk.

A táblázat 3. és 6. számoszlopa a fajlagos termelékenységi mutatót tartalmazza. Definíciója alapján minél kisebb a mutató számértéke, annál nagyobb nyomáskülönbség esik egységnyi gázáramra, vagyis az áramlásnál a nyomáshasznosítás annál rosszabb. A csökkenő termelékenységi mutató tehát a vezetékszakasz terhelésének növekedését jelenti. Az NA 400-as vezetékszakaszok fajlagos termelékenységi mutatóit összehasonlítva, azt találjuk, hogy a budapesti körvezeték Soroksár—Vecsés—Újpest szakaszának terhelése nagyobb a vizsgált hálózat többi vezetékszakaszánál. Különösen rossz a nyomáshasznosítás a Vecsés—Kőbánya—Ikarusz csomópontok között. Ugyancsak kedvezőtlen szállítási viszonyok alakulnak ki DHE—Budafok között is. Adony felől ugyanis a DHE-csomópontig párhuzamos vezetéken áramlik a gáz, DHE-től Budafokig azonban csak egyetlen vezetéken. Ezt hűen tükrözi a két szakaszra kapott, jelentősen eltérő termelékenységi mutató.

A körvezeték NA 250-es szakaszának mutatószámai egyöntetűen azt jelzik, hogy Budafok és Hárshegy között a vezetékszakaszok leterheltek, további terhelésnövelést nem vagy csak kismértékben bírnak felvenni.

Az NA 600-as vezetékek jellemzőit elsősorban tájékoztatásképpen foglaltuk össze. Szembetűnő, hogy az első három vezetékszakasz termelékenységi mutatója közel azonos, és jelentősen kisebb az utolsó kettőnél. Az összehasonlításból egyértelműen következik, hogy az Algyő—Kiskundorozsma vezetékszakasz nincs leterhelve. Érdekességként említjük meg, hogy a párhuzamosan kapcsolt Adony—DHE NA 400-as és NA 600-as vezetékek termelékenységi mutatói között kialakuló arány 1:2,8.

Hasonló értéket kapunk a Kecskemét—Adony párhuzamos vezetékre is. A termelékenységi mutatók arányát tájékoztató értéknek lehet tekinteni arra vonatkozóan, hogy az NA 600-as vezeték hányszor kedvezőbben hasznosítja a szállításhoz rendelkezésre álló nyomásenergiát az NA 400-as vezetékhez képest.

A számítási eredményekből látható, hogy a kapacitásvizsgálati módszernél használt mutatószámok alap-

ján egyértelműen meghatározhatók a vezetékszakaszok terhelési viszonyai. Nagy termelékenységi mutató és kis alapterhelési tényező minden esetben nem kellő terhelésre, azaz kapacitástartalékra utal. 1-hez közeli alapterhelési tényező és alacsony termelékenységi mutató esetén viszont a vezetékszakasz erősen leterhelt. A két jelzőszámból arra is lehet következtetni, hogy valamely szállítási útvonalon létezik-e a csatlakozó vezetékeknél jelentősen kisebb szállítókapacitású szakasz. Ilyen esetben az alapterhelési tényező 1-nél alig kisebb, a termelékenységi mutató viszont nagy.

A megállapítások és következtetések egyaránt érvényesek a 16 bar és a 8 bar körvezetéki nyomásminimumok esetére, ezért nem elemeztük külön-külön a két adatsort. A számszerű értékek feltüntetését ennek ellenére indokoltnak tartottuk, mert részletesebb és teljesebb képet ad a kapacitásvizsgálat során leképezett folyamatokról.

A vezetékszakaszok terhelési mutatóinak elemzéséből következtethetünk a vizsgált hálózat egészének a működésére is. A vezetékszakaszok egyenlőtlen terhelésnövekedésének az összefüggéseit feltárva, megállapítható, hogy a budapesti körvezeték csomóponti terheléseinek növekedése elsősorban a Városföld—Vecsés útvonalat terheli. Hasonlóan megállapítható, hogy a városföldi kompresszortelep szívóoldalához kapcsolódó hálózatrésznek kisebb a szállítókapacitása, mint a nyomóoldali hálózatrészé, amit az üzemeltetés során figyelembe kell venni.

IRODALOM

[1] *Tuppeck, F.:* Die Prognose der kurz- und mittelfristigen Bedarfsentwicklung. Gas Wärme International *11* 434—9 (1968).

[2] *Cleeve, P.:* Southerngas engineering planning. Gas Engineering and Management May 143—55 (1977).

[3] *Graf, H. G.:* Dispatching von Erdgas. Erdoel Erdgas Z. 302—22 (1971).

[4] *Kirschke, H.:* Beitrag zur Berechnung und Anwendung von Jahresdauerlinien in der Gaswirtschaft. GWF Gas Erdgas *8* 391—6 (1971).

[5] Távvezetékrendszer távlati fejlesztésének hidraulikai vizsgálata. NME kutatási jelentés, Miskolc, 1977.

[6] Számítógépes gázhálózat-elemzés. NME kutatási jelentés, Miskolc, 1976.

[7] Távvezetékrendszer számítógépes irányítása. NME kutatási jelentés, Miskolc, 1977.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szakosztály-vezetőségi ülés

Egyesületünk Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának vezetősége 1978. október 25-én a MTESZ Anker közi székházában — *Hangyál János* szakosztályi elnök vezetésével — szakosztály-vezetőségi ülést tartott.

1. A szakosztály-vezetőség kidolgozta az 1979-ben esedékes vándorgyűlés rendezésével kapcsolatos irányelveket és szempontokat:

— a szakosztály a budapesti szakcsoportot kéri fel a XVII. vándorgyűlés szervezésére, amely 1979. augusztus hó végén vagy szeptember hó elején lesz Pécsett.

— a vándorgyűlésen négy szekcióban (fúrási, termelési, kőolaj-, földgáz- és termékszállítási, termál), a szekcióvezetők által meghatározott témakörökben tartanak előadásokat. A témákhoz hozzászólni kívánó előadók 15 perces előadásokon fejthetik ki elképzeléseiket. A szekcióülések fejlődési irányt mutató előadásokkal kezdik munkájukat.

— az előadások 2-3 oldalas kivonatait — magyar, angol és orosz nyelven — a vándorgyűlés időpontját megelőző héten a résztvevők megkapják. Az előadások teljes szövege külön kiadványban jelenik meg.

— a vándorgyűléssel egyidőben kiállítást is szerveznek, ahol alkalom nyílik az olajbányászat korszerű eszközeinek, gépeinek és technológiai eljárásainak bemutatására.

2. A szakosztály-vezetőség értékelte az 1978. évben benyújtott pályaműveket, s határozatot hozott díjazásukról.

Pályázati felhívásunkra nyolc dolgozat érkezett be. A vezetőség megállapította, hogy a dolgozatok színvonala jó, s nem maradt el az előző évek dolgozatainak átlagszintjétől. Igen örvendetes az a készség — amely minden dolgozatból kitűnik —, hogy a pályázók szakmai területeiken az eredményesebb munkavégzést kívánják elősegíteni.

A vezetőség a dolgozatok bírálására két-két szaklektort kért fel, akik igen értékes, nagy segítséget nyújtó, tárgyilagos szakvéleményeket készítettek.

A pályázatok értékelése során a vezetőség megállapította, hogy a beérkezett nyolc dolgozatból kettő nem felel meg a pályázati felhívás követelményeinek, s ezek után úgy határozott, hogy a hat dolgozatból négyet pályadíjjal, egyet jutalomösszeggel ismer el, az alábbiak szerint:

— az I. díjat (5000 Ft) a **Hajdúszoboszló város kisnyomású gázelosztó hálózatának számítógépes elemzése** tárgyú pályamű szerzői, *Czike Gábor* és *Völgyi Miklós*;

— a II. díjat (3500 Ft) a **Műszaki balesetek felszámolásának gazdaságossági kérdései** tárgyú pályamű szerzői, *Juhász Borbála* és *Tatár András*;

— a III. díjat (pályaművenként 2000—2000 Ft) **A termelékenység néhány kérdése a szénhidrogén-bányászatban** tárgyú pályamű szerzői, *Jászberényi Zsolt* és *Zácsfalvi Ferenc* és a **Számítógéppel támogatott gépgazdálkodási rendszer** tárgyú pályamű szerzője, *Szabó László*;

— az 1000 Ft-os jutalomösszeget pedig **Az NKFV dolgozói táppénzes morbiditásának elemző vizsgálata 1976/77. évben** tárgyú pályamű szerzője, dr. *Soproni Lajos* kapta.

A szakosztály-vezetőség köszöni a szerzőknek, hogy a pályázaton értékes dolgozatokkal részt vettek, és az elért pályadíjakhoz őszintén gratulál.

3. *Tihanyi Gábor* szakosztálytitkár javasolta, hogy a szakosztály *Cseri Tivadar* olajmérnököt az egyesületi könyvtárbizottságba delegálja. A Biztonságtechnikai szakcsoport elnöki teendői ellátására, a bányaműszaki felügyelőség budapesti kerületi hivatal vezetőjét, *Forgács Lászlót* javasolta felkérni. A szakosztálytitkári bejelentéseket a szakosztály-vezetőség jóváhagyólag tudomásul vette.

Hajdú Lajos — *Dr. Csaba József*

Energiaipari távközlési szeminárium Balatonkenesén

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület (HTE) Energiaipari Távközlési Szakosztálya 1978. október 12—14. között megrendezte az **Energiaipari távközlési szemináriumot**. A szeminárium megszervezését a Magyar Elektrotechnikai Egyesület, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület és a Közlekedéstudományi Egyesület is támogatta.

A rendezvény jelmondata: *Távközlés az energiaipar hatékonyságának növeléséért*. Az energiaipari távközlés megjelenése összefügg hazánk fokozott villamos- és szénhidrogén — energia — — felhasználási programjával. A sajátos jellegű követelmények, a biztonsági előírások és a nagyfokú megbízhatósági igény a távközlési ágazaton belül szinte új szakmát teremtett: a technológiai távközlést, amely magában foglalja a hagyományos hírközlést

(távbeszélő, távíró, rádiótelefonia), valamint az adatátvitelt, a távjelzést, mérést és vezérlést.

A szemináriumon 15 hazai és 2 külföldi (szovjet) előadás hangzott el. Az előadások nagy része újdonságot jelentett a résztvevőknek. Ilyen volt a kőolaj- és gázipari kábelek építéséről, szereléséről és kiegyenlítéséről készített színes film is. A szemináriumon mintegy 140 fő vett részt, akik az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt 26, a Magyar Villamos Művek Tröszt 24 vállalatát képviselték, és eljöttek a híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalatok, a Magyar Posta, a felügyeleti szervek és hatóságok érdekelt szakemberei is. Az előadásokhoz többen szóltak hozzá, egyes témákban vita is kialakult.

A rendezvényt dr. *Gál József* docens, a HTE klub titkára nyitotta meg és *Susánszky László*, a HTE elnökhelyettese vezette.

A szeminárium dr. *Almássy György* kandidátus, főtitkár zárszavával ért véget.

A nagy sikerű szemináriumról a Veszprém megyei Napló külön tudósított és több országos napilapunk is tájékoztatott.

Először került sor hazánkban ilyen rendezvény megtartására, amely nagy érdeklődést váltott ki az energiaipar ágazatokon kívül a gyártók, a Magyar Posta illetékesei körében, valamint a felügyeleti szerveknél s főhatóságoknál is.

A szeminárium a következő zárközleményt adta ki:

1. Az energiaipari távközlési szeminárium elérte a kitűzött célját. A villamosipar, a kőolaj- és gázipar, a Posta, a híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalatok távközlési szakemberei kölcsönösen megismerték egymás tevékenységét, gondjait és eredményeit.

2. Tapasztalatcsere rendszeressé tétele érdekében az energiaipari távközlési szakemberek számára megfelelő fórumot kell biztosítani, amelynek egyik formája a szeminárium 2 évenkénti összehívása. Állandó kapcsolat fenntartása szükséges a külföldi energiaipari távközlő rendszerek szakembereivel, illetve szervezeteivel.

3. Az Energiaipari Távközlési Szakosztálynak nagyobb gondot kell fordítania a HTE által biztosított publikációs, valamint a vándoroktatásban rejlő lehetőségek felhasználására.
A rendezőség javasolja, hogy a szemináriumon elhangzott kiemelkedő előadásokat a szerzők szaklapokban tegyék közzé.

4. Az Energiaipari Távközlési Szakosztály és a MEE Villamosipari Távközlési Munkabizottsága között a kapcsolatot élőbbé kell tenni.

5. Az energiaipart kiszolgáló távközlő rendszereket — sajátosságaikat figyelembe véve — kell továbbfejleszteni és egyúttal biztosítani az ország egységes távközlő rendszerébe való illeszkedést. A sajátos igények kielégítéséhez szükséges eszközök és berendezések gyártása, a kiemelt nagyberuházások megvalósítása, az engedélyezések meggyorsítása, a rádiófrekvenciák felhasználása, illetve kiosztása érdekében esetenként NIM-szintű koordináció szükséges, amely kiterjedhet egyéb távközlési szakmai kérdésekre is. A NIM koordinációja mind a minisztériumon belül, mind a KGM és a KPM között szükséges.

6. Az egyes energiaipari ágazatoknak egyeztetni kell, hogy a rendszerekben lehetőleg azonos berendezések, tervezési megoldások az eddiginél szélesebb körben kerüljenek alkalmazásra. Az egyes részlettervek kidolgozásánál figyelembe kell venni az együttműködési lehetőségeket.

7. A Nehézipari Minisztériumon keresztül segítséget kell kérni az energiaipari távközlés sajátosságának megfelelő, szervezett szakemberképzés és továbbképzés megteremtésére.

Halász Miklós
okl. elektromérnök
(Energiaipari Távközlési Szakosztály)

SZEMÉLYI HÍREK

MTESZ-díj

Dr. *Freund Mihály* akadémikus, a Budapesti Műszaki Egyetemen 1911-ben nyert vegyészmérnöki diplomát, majd Karlsruheban *Engler* professzornál dolgozott, és 1913-ban műszaki doktori diplomát szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen.

65 éves szívós és színvonalas eddigi tevékenysége alatt állandóan a műszaki haladást kereste, kutatta. A MTESZ és jogelődje, illetve tagszervezetében, a Magyar Kémikusok Egyesülete szervezetében 1920 óta tart előadásokat, visel különböző tisztségeket. Kezdeményezte a Magyar Kémikusok Egyesülete kőolaj- és petrolkémiai szakosztályának megalakulását, amelynek örökös tiszteletbeli elnöke. Magas színvonalú szakmai tevékenysége, 350 feletti publikációja maradandó a magyar műszaki társadalom számára.

1948-ban megszervezte a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézetet, amelynek 1969-ig, nyugállományba vonulásáig igazgatója volt. Munkáját a hazai és külföldi tudományos egyesületek és a hivatalos szervek nagyra értékelték, amit számos állami kitüntetés és külföldi egyesületi tagság is bizonyít.

A Műszaki Tudományos Egyesületek Szövetsége legutóbb értékelte dr. *Freund Mihály* akadémikusnak a magyar tudományos egyesületekben kifejtett gazdag tevékenységét és MTESZ-díjjal tüntette ki.

E nagyszerű tevékenység elismeréséhez dr. *Freund Mihály* akadémikusnak a régebbi és az új kémikus nemzedék nevében melegen gratulálunk és további jó egészséget kívánunk.

Dr. *Csikós Rezső*
MÁFKI-igazgató

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Д-р *Д. Рац*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук—*Арпадне Ковач*, инж.-химик—д-р *Дь. Покол*, инж.-химик—*Стамис Я.*, инж.-химик—д-р *Ш. Гал*, инж-химик, канд. хим. наук: **Исследование окислительных реакций в паровой зоне при термокаталитическом способе добычи нефти** ..... **Стр. 1**

Термокаталитический способ добычи нефти представляет собой разновидность процесса влажного горения, при которой за счет применения катализаторов увеличивается скорость реакций низкой температуры в паровой зоне, и таким образом создается возможность для осуществления более эффективного

механизма вытеснения нефти. Шаг ключевой важности сопособа, катализированное низкотемпературное окисление исследовалось в камере DSC высокого давления установки Du Pont 990 Thermal Analyzer. С использованием термоаналитических кривых определялось изменение энталпии, а также реакционно-кинетические параметры окисления нефти. Было установлено, что скорость реакции в высшей мере увеличивается за счет применения железосодержащих катализаторов.

Дь. Золтан, горный инженер, канд. тех. наук: **Принципиальный контроль потребности энергии изменений поверхности раздела фаз** ..... **Стр. 7**

В энергохозяйстве ближащего будущего более значительная роль принадлежит подземному хранению газа по сравнению с той, что можно присвоить ему на основе опыта, полученного до сих пор в экономике энергии. Сущность этого явления, как бы оно ни показывалось технической деятельностью, хозяйственное предприятие, хранение энергии. Из специфического характера последнего вытекает, что потребляемый техническим процессом обьем энергии можно сопоставлять о объемом энергии, намеченном для хранения, чтобы с этим лучше подчеркивался в первую очередь экономический характер предприятия. Так и делается это в настоящей работе, когда часть энергии, необходимой для процесса хранения, выражается через объем «хранимого энергоносителя». Для убеждения в правильности выбранного пути определения объема энергии — из-за её недостатка, характеризуемого большими цифрами — осуществляется принципиальный контроль с целью побеждения недоверчивости, возможно возникающей относительно излагаемого метода.

Д-р *К. Корим*, геолог: **Системы коллекторов термальных вод и их режим работы в Паннонском бассейне Стр. 10**

Геологические формации, содержащие термальные воды в Венгрии по их литологическому развитию, гидрогеологическому характеру и территориальному размещению составляют с одной стороны региональные крупные системы, а с другой — локальные небольшие системы. По крупным системам различают две группы: 1) комлексная серия верхнепаннонских песков и песчаников напластованного типа с несколькими горизонтами и рядом залежей, распространенная почти по всему венгерскому бассейну; 2) трещиноватощелевые известняки и доломиты триаса, отчасти закарстованные и характеризованные вертикальными каналами потока. Небольшие системы распространяются на ряд гидростратиграфических горизонтов, начиная с доломитов девона до отложений четвертичного периода, в разнообразном геологическом строении. С точки зрения использования термальных вод самой важной системой является система резервуаров верхнего паннона, содержащая геотермически самые ценные и по объему самые большие ресурсы термальных вод во всем бассейне Карпат.

Л. Погань, инж.-химик, инж.-пром. экономист—д-р *И. Шипёц*, экономист—*И. Деметер*, экономист—*Пальне Мориц*, математик: **Рассмотрение модели развития нефтяного и газового хозяйства.** ..... **Стр. 16**

На основе результатов исследований в течение 10 лет в статье обобщаются результаты, полученные с применением моделирования перспективного развития государственной нефтяной и газовой промышленности и треста, а также очередные задачи, в первую очередь с точки зрения разведки. Согласно проведенной оценке возможности и задачи нефтегазодобывающей промышленности могут быть определены не только в области поисков и разведки, а также добычи, но и в области транспортировки нефти и газа для своих нужд и в виде транзита, далее в области энергоснабжении страны и уравновешивании регулярных и нерегулярных изменений в использовании энергии.

Л. Тихани, инж.-нефтяник—*П. Бенкоци*, инж.-нефтяник, спец. инж. газовой промышленности—*Г. Молнар*, инж. газовой промышленности: **Определение производительности системы для транспорта газа в отечественной практике** ..... **Стр. 24**

Авторы обращают внимание специалистов на то, что в интересах лучшей нагрузки системы магистральных трубопроводов необходимо определять ее максимальную производительность. Так как это не является однозначным показателем, авторами приводится принятое ими его толкование, а также метод определения производительности системы, разработанный на кафедре добычи нефти Технического университета тяжелой промышленности для перспективного развития системы транспорта газа в ВНР. Во второй части работы показываются результаты исследования, полученные при применении данного метода в интересах определения производительности (мощности) кольцевого трубопровода Будапешта. Указанные результаты заслуживают внимания потому, что за счет выявления и использования запасов мошностей можно повысить эффективность использования магистрального газопровода в пиковое время.

*

Dr.-Ing. *Dániel Rácz*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. Frau *Zsuzsanna Kovács*—Dr.-Ing. *György Pokol*—Dipl.-Ing. *Janisz Sztatisz*—Dr.-Ing. *Sándor Gál*, Kandidat der chemischen Wissenschaften: **Untersuchung der Oxydationsreaktionen in der Dampfzone der thermokatalytischen Erdölgewinnungsmethode** ..... **S 1**

Die thermokatalytische Erdölgewinnungsmethode ist eine weiterentwickelte Variante der nassen Verbrennung, wobei die Geschwindigkeit der sich in der Dampfzone abspielenden Oxydationsreaktion niedriger Temperatur erhöht, und dadurch die Verwirklichung eines wirksameren Erdölverdrängungsmechanismus ermöglicht wird. Der einschneidende Schritt der Methode, d. h. die katalysierte Oxydation neidriger Temperatur, wurde mittels einer Hochdruck-DSC-Zelle des Du Pont 990 Thermal Analyzers untersucht. Die Enthalpie-Änderungen, sowie die reaktionskinetischen Parameter der Erdöloxydation wurden aus den thermokatalytischen Kurven ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die eisenhaltigen Katalysatoren die Reaktionsgeschwindigkeit in grösstem Masse erhöhen.

Dipl.-Ing. *Győző Zoltán*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Prinzipielle Kontrolle des Energiebedarfs der Änderungen der Phasengrenzenoberfläche** ..... **S. 7**

In der Energiewirtschaft der näheren Zukunft spielt die unterirdische Gasspeicherung eine viel grössere Rolle, als es ihr aufgrund der bisherigen Erfahrungen der Energiewirtschaft beigemessen werden kann. Obschon die Erscheinung eine technische Tätigkeit zu sein scheint, ist das Wesentliche daran, d. h. die Energiespeicherung, dennoch eine ökonomische Aktion. Aus dem speziellen Charakter der Energiespeicherung ergibt sich die Tatsache, dass die für den technischen Prozess erforderliche Energiemenge mit der Grösse der zu speichernden Energie verglichen werden kann. Damit wird der ökonomische Charakter der Aktion besser betont. Der Beitrag drückt einen Teil der für die Speicherung notwendigen Energie durch die Menge des „gespeicherten Energieträgers" aus. Um sich über die Richtigkeit der angewandten Methode der Energiebestimmung zu überzeugen, übt der Beitrag — infolge des beträchtlichen Energiemangels — eine prinzipielle Kontrolle aus zur Hebung eventueller Zweifel hinsichtlich der Methode.

Dr.-Geol. *Kálmán Korim*; **Thermalwasser-Speichersysteme und ihre Wirkungsweise im Pannonischen Becken** ..... **S. 10**

Die thermalwasserspeichernden geologischen Formationen in Ungarn bilden ihrer petrographischer Entwicklung und regionaler Verbreitung nach einerseits regionale

Grosssysteme, andererseits lokale Kleinsysteme. Die Großsysteme können in zwei Gruppen geteilt werden: 1) eine sich beinahe auf das ganze ungarische Becken ausdehnende, oberpannonische komplexe Sand-Sandstein-Schichtenfolge schichtigen Typs mit mehreren Horizonten und mehreren Lagerstätten; 2) külftiger, rissiger, z. T. karstiger Trias-Kalkstein und Dolomit durch vertikale Strömungsbahnen charakterisiert. Die Kleinsysteme erstrecken sich auf zahlreiche hydrostatische Horizonte vom Devon-Dolomit bis auf die quartären Sedimente in einer abwechslungsreichen geologischen Formation. Hinsichtlich der Nutzung der Thermalwässer ist in erster Linie das oberpannonische Lagerstättensystem hauptsächlich, das die grössten und geothermisch wertvollsten Thermalwasser-Reserven des ganzen Karpaten-Beckens enthält.

Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *László Pogány*—Dipl.-Ökonom Dr. *István Sipőtz*—Dipl.-Ökonom *István Demeter*—Dipl.-Math. Frau *Mária Móricz:* **Bergbauliche Fragen des Entwicklungsmodells der Erdöl- und Erdgaswirtschaft** ..... **S. 16**

Aufgrund einer Forschungstätigkeit von etwa 10 Jahren fasst der Beitrag die Ergebnisse zusammen, die mit dem Simulationsmodell der perspektivischen Entwicklung der Erdöl- und Erdgasindustrie auf der Ebene des Ungarischen Erdöl- und Erdgastrustes und des ganzen Landes erzielt wurden, weiter die nächsten Aufgaben, in erster Linie hinsichtlich des Bergbaus. Nach der Ermessung sind die Möglichkeiten und Aufgaben des Kohlenwasserstoff-Bergbaus nicht nur auf dem Gebiet der Erkundung-Aufschließung und der Förderung, sondern auch beim inländischen und Transittransports des Erdöls und Erdgases, ferner bei der staatlichen Energieversorgung und beim Ausgleich der systematischen und unregelmässigen Anderungen des Energieverbrauchs bestimmend.

Dipl.-Ing. *László Tihanyi*—Dipl.-Ing. *Péter Benkóczi*—Dipl.-Ing. *Gábor Molnár:* **Ermittlung der Förderkapazität eines Gastransport-Systems in der heimischen Praxis** .**S. 24**

Die Verfassen machen darauf aufmerksam, dass im Interesse einer besseren Ausnützung des Fernleitungssystems die maximale Förderkapazität ermittelt werden muss. Da dies kein eindeutiger Kennwert ist, wird die ihrerseits angewandte Interpretation angegeben und die am Lehrstuhl Erdölförderung der Technischen Universität Miskolc für Schwerindustrie für die perspektivischen Entwicklung des ungarischen Gastransport-Systems erarbeitete Kapazitätsuntersuchungsmethode beschrieben. Im zweiten Teil werden die Untersuchungsergebnisse gezeigt, die zur Ermittlung der Förderkapazität der Budapester Ringleitung durch Anwendung der Methode erhalten wurden. Die Ergebnisse sind deshalb bemerkenswert, weil die Effektivität der Fernleitungsspitzenwirtschaft durch den Aufschluss und die Nutzung von Kapazitätsreserven verbessert werden kann.

*

Dr. *Dániel Rácz*, Petr. Eng., Candidate of Technical Sciences—Mrs. *Zsuzsanna Kovács*, Chemical Eng.—Dr. *György Pokol*, Chemical Eng.—*Janis Statis*, Chemical Eng.—Dr. *Sándor Gál*, Chemical Eng., Candidate of Chemical Sciences: **Investigation of oxidation reactions in the vapour zone of the thermocatalytic oil recovery method p. 1**

The thermocatalytic oil recovery method is an improved version of wet combustion. Here, the velocity of low-temperature oxidation reactions in the vapour zone is increased by using catalysts and this enables a more efficient oil displacement mechanism to be realized. The key phase of the method, i.e. the catalyzed low-temperature oxidation has been examined by using the high-pressure DSC cell of the Du pont 990 Thermal Analyzer. The enthalpy changes as well as reaction kinetic parameters of the oil oxidation have been determined from thermoanalytical curves. It has been found that reaction velocity was increased to the greatest extent by iron-bearing catalysts.

Dr. *Győző Zoltán*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: **Checking power demand of phase boundary surface changes** .....**p. 7**

Underground gas storage will play a considerably higher role in the energetics of the near future than may be attributed on the basis of our energy ecomomy experience gained until now. Although it seems to be a technical activity, energy storage is essentially an economic effort. A special character of energy storage is that the energy amount needed for the technical process can be compared with that earmarked for storage. By doing so, the economic character of the effort can be more stressed. The paper expresses one part of energy necessary for the storage by the amount of the „energy carrier stored". In order to be convinced of the correctness of the adopted method of energy determination — because of the significant energy shortage — a control in principle is exercised to resolve any doubt about the method.

Dr. *Kálmán Korim*, Geologist: **Thermal water reservoir systems and their operation in the Pannonian Basin** ....**p. 10**

The Hungarian thermal water storing geological formations constitute, according to their petrographical development, hydrogeological characters and regional extension, regional large systems on the one hand and local small systems on the other. The large systems can be classified into two groups: 1) Stratified-type Upper Pannonian multihorizontal multi-bed complex sand/sandstone series, extending over almost the whole Hungarian Basin; 2) Triassic, fractured-fissured, partly karstic limestone and dolomite characterized by vertical flow traces. The small systems extend to numerous hydrostratigraphic horizons, starting from Devonian dolomite up to Quaternary sediments in a varied geological configuration. In respect of utilizing thermal waters, the Upper Pannonian reservoir system containing the largest volume of geothermally most valuable thermal water ressources in the whole Carpathian Basin, is the most important.

László Pogány, Chemical Engineer, Economist—Dr. *István Sipőtz*, Economist—*István Demeter*, Economist—Mrs. *Mária Móricz*, Mathematician: **Mining problems of the development model for oil and natural gas economy** .... **p. 16**

Based on research work of about 10 years, results of long-range development of the oil and gas industry within the scope of the Hungarian Oil and Gas Trust and of the whole country obtained by using a simulation model, and the next tasks are summarized, primarily from exploitation viewpoints. According to the survey, possibilities and tasks of hydrocarbon mining are determinant factors not only in the field exploration, development and production, but also in the domestic and transit transport of oil and gas, in the national energy supply and in the peak-shaving of systematic and random changes of energy consumption.

László Tihanyi, Petr. Eng.—*Péter Benkóczi*, Petr. Eng., Gas. Eng.—*Gábor Molnár*, Gas Eng.: **Determination of gas transport system capacity in Hungarian practice** ....**p. 24**

In the paper attention is drawn to the necessity of determining the maximum transporting capacity of a pipeline system in the interest of utilizing it more efficiently. Since this is not an unambiguous index, the interpretation used by the authors is given, and the capacity examination method developed at the Petroleum Production Department of the Technical University of the Heavy Industries in the long-range extension of Hungary's gas transport system is outlined. In the second part, examination results obtained when using this method for determining the transport capacity of the Budapest circular main are shown. These results deserve attention because by revealing and utilizing capacity reserves, the efficiency of the pipeline peak economy can be improved.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁSOK

Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya pályázatot hirdet a kőolaj- és földgázipar területéhez tartozó témájú tudományos, műszaki és gazdasági jellegű, eddig fel nem dolgozott tárgyú — az eredményhirdetés napjáig máshol nem ismertetett, nyilvánosságra nem hozott, vagy közlésre át nem adott — pályaművekre.

A szakosztály vezetősége különösen az alábbi tárgykörökben vár iparágunk dolgozóitól pályaműveket:

— a fúrási sebességet növelő, a mélyfúrások költségét és kockázatát csökkentő technológiai,
— a rétegmegnyitás módszereinek és eszközeinek tökéletesítése,
— a rétegkezelési technológiák fejlesztése,
— kőolaj- és földgázmezők művelése, az ipari olajvagyon növelése,
— kőolaj és földgáz termelése, gyűjtése, előkészítése, szállítása
— vízbányászati módszerek fejlesztése

tárgykörökben.

Pályázni egyénileg vagy csoportosan készített tanulmányokkal lehet. Egy személy vagy csoport két tanulmányt küldhet be a pályázatra. A pályázat titkos, csak jeligével beküldött pályaműveket fogadunk el. A pályamű szerzőjének (szerzőinek) adatait a pályaművel azonos jeligéjű zárt borítékban mellékelni kell.

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

Beküldési határidő: 1979. május. 31.

Pályadíjak

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

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

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

Budapest, 1979. január hó

Hangyál János
a szakosztály elnöke

Hajdú Lajos
a pályázati ügyek felelőse

*

A szocialista országok tudományos műszaki bányászati egyesületeinek 1977. évben a BNK-ban tartott második tanácskozásán elhatározták, hogy az 1979. évi harmadik ülést a Szovjetunióban tartják. A tanácskozás fő témája a bányabiztonság és bányaegészségügy fokozása, amelyre nemzetközi pályázatot hirdettek. A nemzetközi pályázaton azok a pályamunkák vesznek részt, amelyek a tagországok pályázati felhívásában közölt feltételek szerint helyezést értek el, és a tagországok bányászatában is felhasználhatók.

A legjobb munkákat nemzetközi oklevéllel tüntetik ki.

Előbbieket figyelembe véve a Nehézipari Minisztérium, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség, a Vegyipari Dolgozók Szakszervezete, a Bányaipari Dolgozók Szakszervezete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1978/79. évre pályázatot hirdet.

A pályázat célja: a bányaiparban — beleértve a szénhidrogénbányászatot is — foglalkoztatott dolgozók munkabiztonsági és munkaegészségügyi helyzetének hatékony javítása érdekében új biztonságtechnikai eszközök, eljárások, módszerek, rendszerek kidolgozása, a meglevők tökéletesítése és továbbfejlesztése.

A pályázat főbb témái:
— a gáz, tűz, víz, omlás, por stb. bányaveszélyek megelőzésének, elhárításának műszaki, műszeres, vagy biztonságtechnikai módszere,
— a bányaipari baleseteket kiküszöbölő új biztonságos gépek, mechanizmusok,
— egyéni és csoportos védőeszközök,
— az ártalmas és veszélyes termelő munkák csökkentésére irányuló szervezési-műszaki intézkedések,
— a munkavédelmi oktatás és propaganda hatékonyságát növelő módszerek.

A javaslatban utalni kell a felhasználási területekre és az alkalmazás lehetőségére más országokban.

A pályadíjak összege:

I. díj 60 000 Ft
II. díj 40 000 Ft
III. díj 20 000 Ft

A bíráló bizottság fenntartja magának a jogot, hogy a pályadíjakat, vagy annak egyes fokozatait — kellő értékű pályamunka hiányában — ne adja ki, vagy a díjakat összevonja.

A pályaművek a díjazástól függetlenül a Nehézipari Minisztérium tulajdonát képezik, amely annak részeredményeit is szabadon felhasználhatja, illetve hasznosításra átadhatja. A pályázat díjazása az újítási és találmányi díjakat nem befolyásolja.

A pályázat követelményei:

A pályázatot oly mélységben kell kidolgozni, hogy annak alapján a javaslatot meg lehessen valósítani, alkalmazásba lehessen venni.

A pályamunkának tartalmaznia kell a megvalósításhoz szükséges költségbecslést, a várható előnyöket és eredményt.

A pályázat feltételei:

A pályázat jeligés. A pályamunkát három azonos példányban, „Bányabiztonsági pályázat" címmel, a jeligének a borítólapon való feltüntetésével egyidejűleg, zárt, azonos jeligével ellátott borítékban a pályamunka szerzője (szerzői) nevének, lakásának és munkahelyének feltüntetésével *1979. április 30-ig* kell beküldeni az OMBKE (Budapest, Anker köz 1. I. emelet 1061) címre.

Magánszemély és csoport egyaránt pályázhat.

A pályamunkákat a Nehézipari Minisztérium, az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség, a Bányaipari Dolgozók Szakszervezete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület által kijelölt bíráló bizottság bírálja el.

A bíráló bizottság döntése ellen fellebbezésnek helye nincs.

A bíráló bizottság kizárja azokat a pályaműveket, amelyek
— késve érzkeznek be,
— a pályázat formai vagy tartalmi követelményeinek nem felelnek meg,
— bizonyítottan, vagy alapos indokkal feltételezhetően a szerzői, feltalálói jog megsértésével készültek.

A pályázatok nyilvános eredményhirdetésére — a később meghirdetett helyen és időben — 1979 II. negyedében kerül sor.

Budapest, 1978. november.

Kreffly Gábor
az Országos Magyar Bányászati
és Kohászati Egyesület
elnöke

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 33—64 oldal
BUDAPEST, 1979. 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 VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

ANDOR JÓZSEF—BALÁZS JÁNOS—MOLNÁR JENŐ—VÁRKONYI BERNÁT — A magyarországi invert emulziós fúróiszapok előállításával és alkalmazásával kapcsolatos kutatások tapasztalatai 1. r 33

GULYÁS TIBOR—HENDE BERNADETT—JAKUCSKA ANDRÁS — Vegyes fázisú földgázgyűjtő csővezetékeinek vizsgálata ultrahangos falvastagságmérés-sel 38

PATVAROS JÓZSEF — Fúrólyukas hidraulikus szilárdásvány-termelési módszer 43

KREMSZNER MIKLÓS — A termálvízfúrások geofizikája 51

CSÁKÓ DÉNES — A MÁFKI és a magyar földgázbányászat 55

NOVÁK JÁNOS — Az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztnél előforduló balesetek néhány jellemzőjének összehasonlító vizsgálata 58

Nekrológok 63
Egyesületi hírek 42, 46, 62
Az iparág köréből 57
Könyvismertetés 63
Külföldi hírek 37, 62
A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ 1978. évi tartalommutatója
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 63

A SZÁM SZERZŐI:

ANDOR JÓZSEF dr., okl. vegyész, a kémiai tudományok kandidátusa, egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem, Szeged); BALÁZS JÁNOS dr., okl. vegyész, egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem,) Szeged); CSÁKÓ DÉNES okl. olajmérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); GULYÁS TIBOR okl. vegyészmérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szeged); HENDE BERNADETT okl. vegyészmérnök (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szeged); JAKUCSKA ANDRÁS okl. programozó matematikus (Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, Szeged); KREMSZNER MIKLÓS okl. geofizikus mérnök, osztályvezető (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); MOLNÁR JENŐ okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); NOVÁK JÁNOS dr., sebészszakorvos, az orvostudományok kandidátusa, osztályvezető főorvos (Magyar Néphadsereg Központi Katonai Kórház, Budapest); PATVAROS JÓZSEF dr., okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc); VÁRKONYI BERNÁT dr., okl. vegyész, egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem, Szeged). Az összefoglalásokat KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-293. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1906
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
78-5626 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 12 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 2. szám 1979. február

A magyarországi invert emulziós fúróiszapok előállításával és alkalmazásával kapcsolatos kutatások tapasztalatai I. r.

ANDOR JÓZSEF—
BALÁZS JÁNOS—
MOLNÁR JENŐ—
VÁRKONYI BERNÁT

Kalciumszappan—víz—gázolaj invert emulziós rendszerek kolloid stabilitását és reológiai tulajdonságait vizsgáltuk a szappan és víz koncentrációjának, valamint a szappan—szénhidrogénlánc hosszának függvényében. Az emulziós rendszereket és kalciumszappanokat in situ határfázisú neutralizációs reakcióval az emulgeálás folyamatában állítottuk elő.

A kalciumszappanok emulgeáló hatásának mechanizmusával kapcsolatban megállapítottuk, hogy a stabilizálás elsődlegesen nem a diszperz fázis részecskéinek felületén kialakuló adszorpciós védőréteg, hanem a diszperziós közegben létrejövő koherens gélszerkezet kialakulásával magyarázható.

Bevezetés

Ismeretes, hogy a magyarországi fúrási gyakorlatban egyrészt a kismélységű fúrásokban gyakran előforduló omlékony márgák harántolási problémái, másrészt pedig a nagymélységű fúrásokban jelentkező magas réteghőmérséklet szükségessé tették az invert emulziós iszapok alkalmazását. Előző közleményünkben már beszámoltunk a hazai invert emulziós iszap kidolgozásának előzményeiről [1].

Közleménysorozatunkban az invert emulziós fúróiszapok magyarországi előállításával és alkalmazásával kapcsolatos kutatások legfontosabb tapasztalatait foglaljuk össze azzal a reménnyel, hogy egyrészt hasznos ismeretanyagot jelent majd a fúróiszapokkal foglalkozó elméleti és gyakorlati szakemberek számára, másrészt, hogy a nagy szervezettséget igénylő, több éves szisztematikus kutatómunka esetleg példa lehet más, hasonló jellegű kutatási feladat megoldásához.

Az invert emulziós fúróiszapok alapvető jellemzőit elsősorban a strukturált diszperziós rendszert képező — a nagyszámú különböző rendeltetésű adalék anyag felvételére szolgáló — emulzió stabilitási és reológiai jellemzői határozzák meg [1—8].

Ennek megfelelően az invert emulziós iszapok előállítása és alkalmazása során az első lényeges feladat az alapemulzió legfontosabb tulajdonságait meghatározó tényezők megismerése és tudatos alkalmazása.

Elenyészően kevés azonban azoknak a tudományos publikációknak a száma, amelyek fémszappan—víz—olaj rendszerek stabilitási és reológiai tulajdonságairól számolnak be a szappan hidratálásához szükségesnél magasabb víztartalom esetén [9]. A különböző szappanok szerkezetére vonatkozó irodalmat [10, 11], valamint a szappan—víz—olaj rendszerek irodalmát [2—4] korábbi munkáinkban már közöltük. A szappanok szerves oldószerekben képződő szerkezetére vonatkozó adatokat pedig *Kertes* [12] foglalta össze.

Jelen dolgozatunkban a kalciumszappan—víz—gázolaj rendszer kolloid stabilitását és reológiai paramétereit vizsgáltuk a szappan, illetve a víz koncentrációja, valamint a szappan—szénhidrogénlánc hosszának függvényében.

Kísérleti anyagok és módszerek

Az alkalmazott zsírsavak *Fluka* gyártmányok, puriss jelzésűek, a többi vegyszer REANAL a. lt. minőségű, illetve kereskedelmi gázolaj volt.

A vizsgálatok tárgyát képező emulziós rendszereket és kalciumszappanokat egy lépésben állítottuk elő oly módon, hogy a zsírsavat a gázolajban oldottuk, és a szappan képződéséhez szükséges mennyiségű $Ca(OH)_2$-ot a vízben szuszpendáltuk. A két fázis összeöntésével és intenzív keverésével emulzió, és az emulgeált vízcseppek felületén „in situ" határfázisú neutralizációs reakcióval kalciumszappan képződött [16]. A keverést *Mixer-Unipan*—309 típusú homogeni-

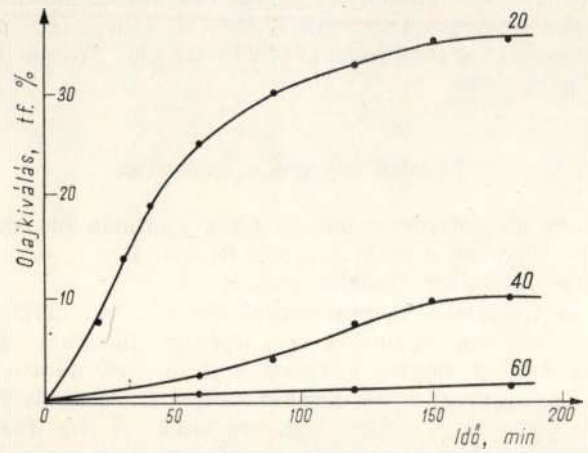
zátorral végeztük 5 percig, 4250 ford. min^{-1} intenzitással. Az emulziók stabilitását mérőhengerben az olaj-, ill. vízkiválás mennyiségével jellemeztük.

A reológiai méréseket *Rotovisko (Haake)* típusú rotációs viszkoziméterrel, NV jelzésű kétréses termosztálható *Couette* és *Searle* típusú, folyást egyidejűleg biztosító mérőedényben, MK 500 jelzésű mérőfej alkalmazásával végeztük. A kész rendszereket 10 perccel a mérőedénybe való behelyezésük után mértük. Az emulziók előállításának és a mérések állandó hőmérsékletét UV—10 típusú vizes ultratermosztáttal tartottuk 25,0±0,2 °C-on. A reológiai paramétereket az egyensúlyi folyásgörbék alapján számoltuk.

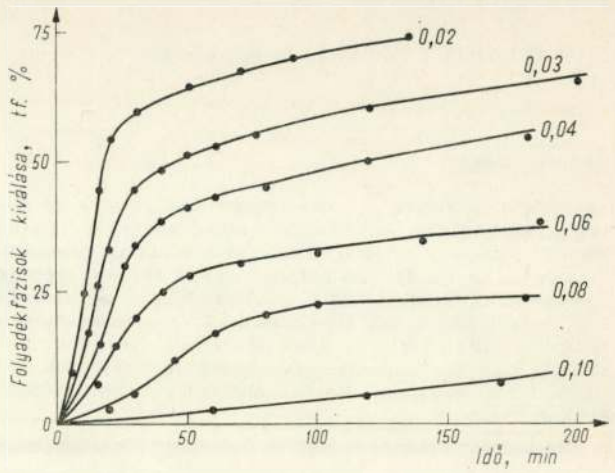
Kísérleti eredmények és értékelésük

A szappan-organogélekben az állásidő és a mechanikai körülmények hatására lejátszódó jelenségeket már sokoldalúan vizsgálták [12]. A kalciumszappan—víz—olaj rendszerek stabilitási és reológiai tulajdonságai, valamint a diszpergálás időtartama és intenzitása közötti összefüggésekről már beszámoltunk [2]. Megállapítottuk, hogy az emulgeálás intenzitásának növelésével nőnek a rendszerek stabilitási és reológiai mutatói. Úgy találtuk, hogy a kalciumszappan—víz—olaj rendszerekben a *Bingham*-féle dinamikus folyáshatár (τ_B) a vizsgált körülmények közt elsősorban a szerkezetképző elemek diszperzitásfokától függ, míg a plasztikus viszkozitást (η) elsődlegesen a rendszer összetevőinek természete (kémiai összetétele) és a köztük kialakuló kölcsönhatások határozzák meg.

A kalciumszappan—víz—gázolaj rendszerek vizsgálatához a savanionban 12 szénatomot tartalmazó kalcium-laurátot ($CaLr_2$) használtunk, amelyet a már említett „in situ" módszerrel állítottunk elő. Az emulziók stabilitási mutatóit olyan híg rendszerekben — kis szappankoncentrációk esetén — vizsgáltuk, ahol a lejátszódó folyamatok vizuálisan könnyen követhetők voltak, és a jelenségek értékelhetőségét nem bonyolította koherens szerkezetképződés. Az általunk vizsgált rendszerekben ez a 0,02—0,10 mol · l^{-1} emulzió- (0,88—4,4 tf%) koncentráció-tartománynak felelt meg.



1. ábra
A $CaLr_2$—víz—gázolaj emulziók olajkiválási kinetikája (a görbéken levő számok a víz tf%-át jelölik; és a $CaLr_2$ koncentrációja 0,08 mol · l^{-1} emulzió)



2. ábra
A folyadékfázisok kiválásának kinetikája $CaLr_2$—víz—gázolaj rendszerből különböző szappankoncentrációknál (a görbéken levő számok a $CaLr_2$ koncentrációját jelölik mol · l^{-1} egységekben; a víztartalom 20 tf%)

Az invert emulziós rendszerek stabilitásának jellemzésére leggyakrabban az olajkiválás mennyiségét szokták alkalmazni. Az *1. ábrán* mutatjuk be az olajkiválás kinetikáját a $CaLr_2$—víz—gázolaj rendszerből, különböző fázistérfogat-arányoknál. Jól látható az olajkiválás sebességének csökkenése, azaz a látszólagos stabilitásnövekedés a víz térfogatarányának emelkedésével. Ezzel kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet arra, hogy az olajkiválás mértékével csak azoknak az invert emulzióknak a stabilitását szabad jellemezni, amelyek nem „törnek" meg, azaz nincs vízkiválás. Az *1. ábrán* jellemzett 40 és 60 térfogatszázalékos emulzióknál ugyanis az olajkiválás mellett vízkiválás is tapasztalható. Instabil emulzióknál ajánlatos tehát az emulzióból kivált mindkét fázis mennyiségét figyelembe venni.

Meg kell azonban jegyezni, hogy az *1. ábrán* szereplő emulziók közül a 40 tf% vizet tartalmazó rendszernél ezzel a korrekcióval sem jellemezhetjük egyértelműen a diszperz fázis arányának növekedésével fellépő stabilitáscsökkenést. A jelenséget akkor értjük meg, ha elfogadjuk azt a korábban már általunk megállapított mechanizmust [2], miszerint a zsírsav-kalciumszappanokkal stabilizált emulziók elsődlegesen nem a vízcseppek felületén kialakuló adszorpciós védőréteggel stabilizáltak, hanem főleg a rendszerben kialakuló koherens szappanszerkezet gátolja a tiszta fázisok különválását. Ebben az esetben ugyanis egyértelmű a fáziskiválás sebességének csökkenése az olajfázis fémszappan-koncentrációjának növekedésével. A *2. ábrán* látható a $CaLr_2$ koncentrációjának hatása a fázisok kiválásának kinetikájára 20 tf% víztartalmú emulziók esetében. Az ábra jól szemlélteti, hogy a szappan koncentrációjának növekedésével fokozatosan csökken a kivált fázisok százalékos mennyisége, tehát nő az emulzió stabilitása.

A fent vázolt stabilizációs mechanizmus bizonyítására a következő adatokat vesszük figyelembe: a 40 tf% vizet és 0,08 mol · l^{-1} $CaLr_2$-ot tartalmazó emulzióból 2 óra alatt 6 ml víz vált ki. Ezzel a víz koncentrációja a még stabil emulzióban mintegy 30 tf%-ra csökkent, ugyanakkor a $CaLr_2$ koncentrá-

1. táblázat

Kalcium-lauráttal stabilizált víz—gázolaj emulziók reológiai mutatói különböző fázisarányoknál ($CaLr_2$ 0,15 mol·l^{-1})

Víz tf%	τ_B 10^{-5} N·cm^{-2}	η 10^{-3} Pa·s
10	50	6,0
15	50	6,0
20	55	6,5
25	55	6,5
30	60	7,9
40	55	5,8
50	nem mérhető, instabil	

ciója 0,09 mol · l^{-1} értékre növekedett. Az emulzióban a továbbiakban olyan mértékű olajkiválást tapasztaltunk, ami igen jó közelítéssel megfelel a megváltozott összetételnek, azaz olyan rendszerek stabilitási mutatóinak, amelyekben már nem megy végbe vízkiválás, csak a szappan koncentrációjának megfelelő olajkiválás játszódik le. Adott esetben ez 3 óra elmúltával 15 tf%-ot tett ki. Ha a még stabil emulzió térfogatára számolt $CaLr_2$-koncentrációt (0,09 mol · l^{-1}) vesszük figyelembe, és a *2. ábrán* a csak olajkiválást mutató koncentrációk (0,08 és 0,10 mol · l^{-1}) között — tekintettel a 3 óra állásidőnél talált $CaLr_2$ — koncentráció-fáziskiválás függvény linearitására — az olajfázis kiválásának középértékét vesszük, akkor 15 tf%-os instabilitást kapunk. Ez a számított érték egybeesik a kísérletileg találttal. Hasonló összefüggések adódnak más víz- és $CaLr_2$-tartalmú emulziók esetén is. Nézetünk szerint ez a tény is azt bizonyítja, hogy a Ca-szappan—víz—gázolaj rendszerek stabilitását a kialakuló szappanszerkezet határozza meg.

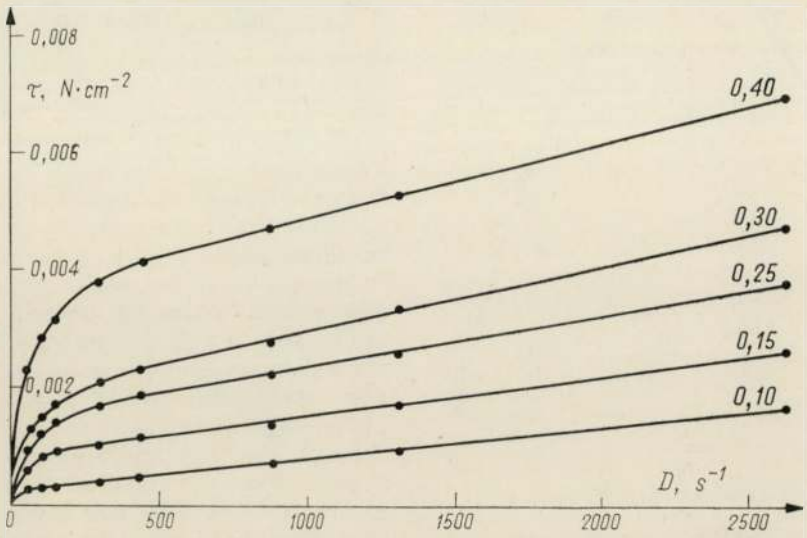
Közismert, hogy az emulziók reológiai mutatói jelentősen növekednek a diszperz fázis térfogati koncentrációjának növelésével [13]. Vizsgáltuk a $CaLr_2$—víz—gázolaj rendszer reológiai viselkedését állandó $CaLr_2$-mennyiségnél a víz térfogatszázalékának függvényében. A nyert adatokat az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Az általunk előállított és vizsgált, kis szappantartalmú emulziós rendszereknél viszont a táblázat adataiból egyértelműen kitűnik, hogy a víz térfogatkoncentrációjának növelésével a rendszerek reológiai mutatói gyakorlatilag nem változnak. Ez a kísérleti tény ismételten azt bizonyítja, hogy az általunk vizsgált emulziós rendszerben a reológiai mutatókat elsődlegesen a rendszer összetevőinek anyagi sajátságai és a $CaLr_2$ koncentrációja határozza meg, tehát az ilyen emulziókban a víz cseppjei nincsenek adszorpciós védőréteggel stabilizálva. Ennek következtében csak mechanikai emulziós rendszer képződik, amelyen azt értjük, hogy a vízdiszperzió kinetikailag stabilis lehet, termodinamikailag azonban rendkívül instabil, és a víz cseppjeinek összefolyását és makroszkópos fáziskiválását csak a rendszer egészében kialakuló szappanszerkezet gátolja.

A $CaLr_2$ koncentrációjának az emulziók reológiai tulajdonságaira gyakorolt hatását a *3. ábrán* bemutatott egyensúlyi folyásgörbék szemléltetik. A folyásgörbék az általánosított *Bingham*-féle testekre jellemző alakot mutatják. A szokásos módon extrapolációval meghatározott dinamikus *Bingham*-féle folyáshatárokat és a számolt plasztikus viszkozitásértékeket a $CaLr_2$-koncentráció függvényében a *4. ábrán* mutatjuk be. Az ábrán látható, hogy a τ_B- és η-értékek koncentrációfüggése különböző jellegű változást mutat. A *Bingham*-féle folyáshatár exponenciális, a plasztikus viszkozitás pedig lineáris függvénymenet szerint változik a $CaLr_2$ koncentrációjával. Az ábrából az is kitűnik, hogy a rendszerek plasztikus viszkozitása mintegy három nagyságrenddel kisebb értékeknél van, mint a folyáshatára, azaz a $CaLr_2$—víz—gázolaj emulziók — mint azt hasonló rendszereknél már korábban is kimutattuk [2—4] — rideg szerkezetűek.

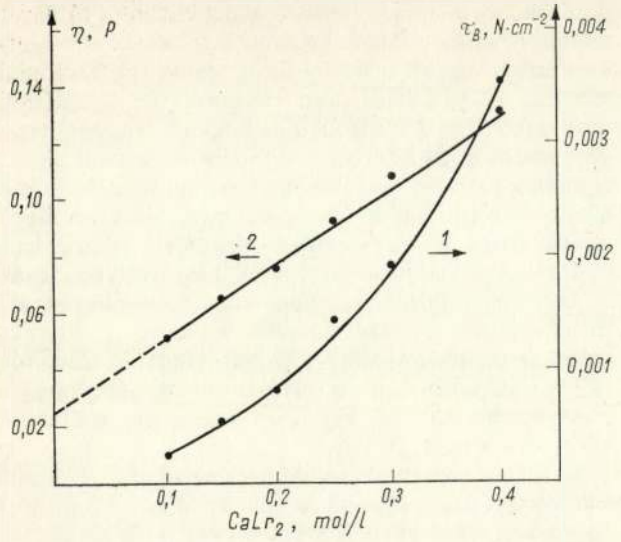
Az emulziók reológiai paramétereinek koncentrációfüggését a következő egyenletekkel általánosíthatjuk:

$$\tau_B = Kc^n,$$

ahol c a $CaLr_2$ koncentrációja a vizsgált rendszerben, K állandó 1,59 10^3-nak, n kitevő pedig 1,92-nak adódott.



3. ábra
A $CaLr_2$—víz—gázolaj rendszerek egyensúlyi folyásgörbéi 20 tf%-os víztartalomnál (a görbéken levő számok a $CaLr_2$ koncentrációját jelölik mol·l^{-1} egységekben)



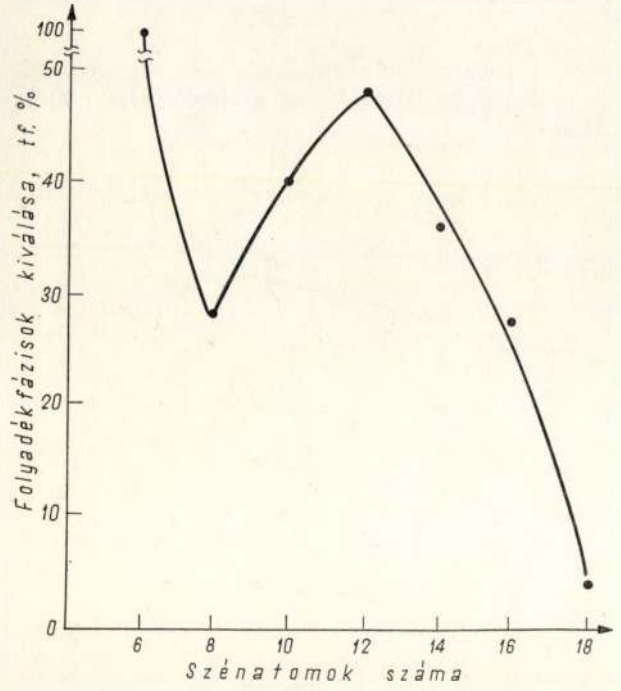
4. ábra
A Bingham-féle folyáshatár és a plasztikus viszkozitás változása a $CaLr_2$-tal stabilizált víz—gázolaj emulzióban (víztartalom 20 tf%)

A plasztikus viszkozitás változása egyenes egyenletével approximálható:

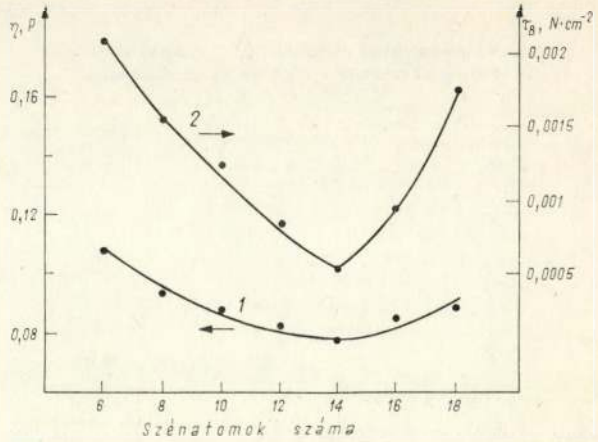
$$\eta = K'c + \eta_0,$$

ahol $K' = 0{,}275$-nek, az η_0 pedig 0,0024-nek adódott, ha a $CaLr_2$ koncentrációját $mol \cdot l^{-1}$ egységekben vettük figyelembe.

Ezek az összefüggések lényegében megegyeznek a $CaLr_2$—víz—xilol rendszerben találtakkal [4]. Jelen esetben is a plasztikus viszkozitás függvényének nulla szappankoncentrációra történő extrapolásával az olajfázis viszkozitását igen jó közelítéssel nyertük (gázolaj: η (mért) = 0,0026 Pa·s, η_0 (extrapolált) = 0,0024 Pa·s). A folyáshatár koncentrációfüggése jól egyezik a koherens szerkezetű szuszpenzióknál, illetve géleknél talált törvényszerűségekkel [14, 15].



5. ábra
A Ca-szappan—víz—gázolaj rendszerek instabilitása a szénlánchossz függvényében 40 tf%-os víztartalomnál és a szappanok 0,4 mol·l⁻¹ koncentrációjánál



6. ábra
A Bingham-féle folyáshatár és a plasztikus viszkozitás változása a Ca-zsírsavszappan—víz—gázolaj rendszerekben a szénlánchossz függvényében, 20 tf%-os víztartalomnál és a Ca-szappanok 0,2 mol·l⁻¹ koncentrációjánál

A kalciumszappanok szénhidrogénlánc-hosszának hatását a víz—gázolaj emulziók stabilitására az *5. ábrán* mutatjuk be. Az ábra adataiból látható, hogy az emulziók stabilitása Ca-szappanok jelenlétében lényegesen növekszik a megfelelő zsírsavak szénlánchosszának növekedésével. A Ca-kaprilát és Ca-kaprinát esetében talált anomália okainak tárgyalása meghaladja a jelen közlemény célkitűzéseit. Feltehetően azonban a duzzadási, oldódási és szerkezetképzési folyamatokkal hozható kapcsolatba.

Rendkívül érdekes a τ_B és η változása a Ca-zsírsavszappanok szénlánchosszának függvényében, melyet a *6. ábra* szemléltet. Az ábra adatai alapján megállapítható, hogy az η csak kismértékben változik a lánchosszal, és általában rendkívül kis érték. Ugyanakkor a *Bingham*-féle folyáshatár szélső értékei mintegy négyszeres különbséget mutatnak, és a stabilitás változásától *(5. ábra)* eltérően jellegzetes minimumfüggvényt találunk.

Amennyiben a fenti összefüggést nem egyenlő mólkoncentrációk, hanem egyenlő súlykoncentrációk esetén vizsgálnánk, akkor a különbségek még jelentősebbek lennének. Ebből az következik, hogy a Ca-szappan lánchosszának változása módosíthatja a szerkezetképződés mechanizmusát is. Könnyen belátható, hogy a különböző lánchosszú zsírsavak alkalmazásával befolyásolhatjuk az emulziók stabilitási és reológiai tulajdonságait.

Mint azt korábban megállapítottuk [3], a Ca-szappanok szerves közegben történő szerkezetképződését elsődlegesen a poláris csoportok kölcsönhatása határozza meg, de jelentős szerepe van a szénhidrogénláncok liofilitásának, illetve az adott olajfázisban való oldhatóságának is. Az a tény, hogy az emulziók stabilitási és reológiai tulajdonságai között a lánchossz függvényében nem találtunk egyértelmű korrelációt, felhívja a figyelmet a még koherens szerkezetet nem képező emulziók és a már teljes térhálós szerkezettel bíró emulziók sajátságai között megnyilvánuló különbségekre.

IRODALOM

[1] *Balázs J.—Gilicz B.—Molnár J.:* Az invert emulziós iszap kidolgozásának előzményei Magyarországon. Kőolaj és Földgáz *6* 161 (1978).
[2] *Andor J.—Balázs J.*: Acta Phys. et Chem. Szeged, *19* 103 (1973).
[3] *Andor J.—Balázs J.—Feldman, Sz. V.:* Acta Phys. et Chem., Szeged *20* 157 (1974).
[4] *Andor J.—Feldman, Sz. V.—Balassiné Benyus A.:* Kolorisztikai Értesítő *17* 2 (1975).
[5] *Molnár J.—Balázs J.—Szántó F.:* GEOCHEM 76, VIII. Internationale Wissenschaftliche Konferenz über geochemische und physical-chemische Probleme der Erkundung und Förderung Erdöl-Erdgas-Lagerstätten 33. VUGI Brno, 1976.
[6] *Andor J.—Balázs J.—Dékány I.—Szántó F.:* Diszpersnüe szisztemű v burenii. Naukova Dumka, Kiev, 1977.
[7] *Balázs J.—Molnár J.—Szántó F.—Várkonyi F.:* uo.
[8] *Molnár J.:* Einige teoretische und praktische Probleme der Herstellung von Spülungen „Umgekehrten Emulsion". VI. Geochemische Konferenz 1970. Krakau.
[9] *Freund M.—Helzler L.—Pallay I.—Vámos E.:* Ásványolajipar IV. Kenőanyagok, paraffin, bitumen. Nehézipari Könyvkiadó, Budapest, 1953.
[10] *Andor J.—Kiss J.:* Acta Phys. et Chem. Szeged *21* 143 (1975).
[11] *Andor J.—Balázs J.—Kiss Z.:* Acta Phys. et Chem. Szeged *22* 117 (1976).
[13] *Kertes, A. S.—Guttman, H.:* Surface and Colloid Sci. Wiley, New York, *8* 193 (1976).
[13] *Becher P.:* Emulziók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
[14] *Bagrov, A. A.:* Kolloidnüj Zsurnal 486 (1968).
[15] *Scsegolev, G. G.—Trapeznikov, A. A.—Taranenko, V. V.:* Kolloidnüj Zsurnal 322 (1973).
[16] *Gráf L.:* Olajbázisú iszapok és alkalmazásuk. Bányászati Lapok, *1, 2, 3* (1951).

KÜLFÖLDI HÍREK

IX. nemzetközi ipari energiagazdálkodási konferencia

Bukarest, 1978. szeptember 4—9.

A konferenciának közel 800 résztvevője volt. Hazánkat dr. *Anesini Andor*, a magyarországi Ipari Energiagazdálkodási Nemzeti Bizottság elnöke vezetésével 60 szakértő képviselte. A megnyitón *Cocarla Trandafir*, a Román Kommunista Párt KB-ának tagja, villamosenergia-ügyi miniszter, a romániai Ipari Energiagazdálkodási Nemzeti Bizottság elnöke tartott plenáris előadást.

Szekcióülések

Az 1. szekció az ipari folyamatok energetikai hatékonyságának növelésével foglalkozott. Előadások hangzottak el többek között a másodlagos és a hulladékenergia-források hasznosításának módozatairól, a kőolaj-desztilláló berendezések energiagazdálkodásának javításáról, a kőolaj-feldolgozó üzemek és a vegyipari létesítmények fűtőanyag-, hő- és villamosenergia-felhasználásának racionalizálásáról, valamint a különböző hőcserélők összehasonlító vizsgálatáról. Az ülésen magyar vonatkozásban *Bonkáló T.* textilipari, *Kozma F.* karosszériák felületi kezelésével foglalkozó, *Fest T.* vegyipari és *Gutyina* I. szinkrongépekre vonatkozó előadását tárgyalták meg.

A 2. szekció témája a primer és a szekunder energiaforrások együttes és integrált felhasználása volt. Különös érdeklődés kísérte a kapcsolt villamos- és hőenergiatermelésről, a vegyipari üzemek hőtermelő egységeinek kiválasztásáról, valamint a pirolízisüzemek energetikai és üzemviteli kérdéseiről készített anyagokat. A referátum több vonatkozásban foglalkozott *Halzl—Kostenszky—Torma* magyar szerzők dolgozatával, amely a fűtőerőművekben villamos- és hőenergia-termelés kilátásait ismertette.

A 3. szekcióban az energiagazdaságnak az ipargazdaságra gyakorolt növekvő hatásáról tárgyaltak. A beküldött anyagok egyebek mellett a plazmafolyamatok ipari hasznosításával, a vegyipari energiafelhasználás népgazdasági jelentőségével, és hatékonyságának folyamatos növelésének feltételeivel, az energiafelhasználás hatékonyságának mérési problémáival, valamint a villamosenergia- és hőellátás biztonsága és az ipari üzemek saját energiafelhasználása között fennálló kapcsolatokkal foglalkoztak. Magyar vonatkozásban a referátum részletesen ismertette *Machács—Pogány* dolgozatát, amely az energetikai tudományos kutatás fejlesztésének kérdéseivel foglalkozott; beszámolt továbbá *Lengyel S.*-nek az útépítés energiagazdálkodását, *Kozma F.*-nek az ipari kemencéknek üzemen kívüli hőntartását, valamint *Hibbey L.*-nak az energiakonzerválás ipari vonatkozásait tárgyaló munkáiról.

A 4. szekció az ipari energiarendszerek irányításának és vezetésének tökéletesítését tűzte ki témául. Foglalkoztak a számítógépi modellek széles körű alkalmazásával, az energiafelhasználás nagyságát, továbbá az energiaforrások és az energetikai berendezések minőségét szabályozó előírások jelentőségével, az erősen ingadozó ipari gőzigények kielégítésének problémáival, az energetikus szervezet hatékony működésének feltételeivel stb. A referátumban ismertették *Mira J.*-nek az energiaigényes beruházásokról, valamint *Higler—Szijj*-nak a cementüzemek szabályozó rendszereiről készített dolgozatát.

Az 5. szekcióban az ipari energiarendszerek és a központi vezérlések tökéletesítésének az energiagazdaságra és a gazdaságosságra gyakorolt hatását vitatták meg. A referátum nagyrészt villamosenergia-ipari kérdésekkel foglalkozott, de szó esett biztonságtechnikai és megbízhatósági, valamint tüzeléstechnikai problémákról is. Az egyetlen magyar dolgozat, *Beleznay—Onódi* szerzőktől, a fűtőanyag-adalékok alkalmazásának hatását ismertette.

Szimpozionok

Az 1. szimpozion *Heimann P.* elnökletével az ipari energiagazdálkodás szakembereinek kiképzéséről és továbbképzéséről, a 2. szimpozion az üzemi megbízhatóságnak az energetikai mutatókra gyakorolt hatásáról, a 3. szimpozion az ipari energiagazdálkodás és a környezetvédelem kapcsolatáról, a 4. szimpozion pedig a fajlagos energiafelhasználás egységes mutatóiról tanácskozott.

Munkacsoportok

Az 1. munkacsoport *Barta Gy.* elnöklete mellett a vegyipar, a 2. munkacsoport a kohászat és a gépipar, a 3. munkacsoport az építőanyag-, üveg- és kerámiaipar, a 4. munkacsoport pedig a textilipar területén felmerülő sajátos iparági energetikai problémákat vitatta meg.

A nemzetközi ipari energiagazdálkodási konferencia végrehajtó bizottsága szervezeti kérdéseket tárgyalt, és határozataival a konferenciák közötti időszak munkájának folyamatosságát tette lehetővé.

A Bukarestben töltött napokat — a tudományos program mellett — intézeti és gyárlátogatások, városnézés, zenés-táncos folklór műsor, valamint szakmai és turisztikai szempontból érdekes kirándulások tették emlékezetessé.

A bukaresti Stefan Gheorghiu Akadémia (Pártfőiskola) reprezentatív, s egyben kényelmes és kellemes környezetet nyújtott a konferencia megrendezésére.

A záróünnepélyen a figyelmes és gyors rendezőség — amely dr. *Mihaileanu Calin* az ICEMENERG (Központi Energetikai Kutató Intézet) vezérigazgatója elnökletével kiválóan látta el feladatát — színes filmet mutatott be valamennyi eseményről. A film utolsó képei emlékeztettek, hogy a X. ipari energiagazdálkodási konferenciára 1981-ben, Budapesten kerül sor. Az ETE és a MTESZ társegyesületek, valamint az érdekelt gazdasági szervezetek közös erőfeszítése szükséges ahhoz, hogy a budapesti konferencia — Kijev (1972), Gdanszk (1975) és Bukarest (1978) után — az ipari energiagazdálkodási konferenciák kezdeményezőihez (Budapest, 1959 és 1961) méltó módon kerüljön megrendezésre.

Pogány László
osztályvezető
(OGIL, Budapest)

Vegyes fázisú földgázgyűjtő csővezetékeinek vizsgálata ultrahangos falvastagságméréssel

GULYÁS TIBOR—
HENDE BERNADETT—
JAKUCSKA ANDRÁS

Az ultrahangos falvastagságmérés hátrányos tulajdonságainak kiküszöbölésére a szerzők kidolgoztak egy univerzálisan alkalmazható mérési módszert.

Ennek segítségével megállapították, hogy a vegyes fázisú földgázgyűjtő csővezetékeinek belső felülete négy különböző korróziós zónára osztható. A mért falvastagságértékek hisztogramjai azt mutatják, hogy a korrózió sebessége zónánként különböző.

Mindezek ismeretében kidolgozták az ultrahangos falvastagságméréssel végzett ellenőrzési rendszert és ennek számítógépi feldolgozását.

Bevezetés

Az ultrahangos falvastagságmérés roncsolás nélküli vizsgálati módszer. Rendkívül előnyösen alkalmazható minden olyan esetben, amikor üzemelés közben kell ellenőrizni a berendezések, csővezetékek falvastagságát. Különösen ott nagyon fontos ez, ahol a berendezések korrozív anyagáramokat szállítanak, vagy dolgoznak fel, és nagy nyomáson üzemelnek.

A módszernek egy nagyon számottevő hátránya is van. Annak a valószínűsége, hogy a falvastagságmérés a legkisebb falvastagságú ponton történik, nagyon kicsi, legfeljebb 1—2% [1]. Számunkra pedig éppen a legkisebb falvastagság a legfontosabb információ, hiszen általában itt fordul elő a meghibásodás.

Ezt a problémát súlyosbítja, ha a csővezeték vagy egyéb berendezés belsejében más-más helyen különböző mértékű korrózióra kell számítani, aminek egyik oka a több fázisú áramlás lehet. Ismeretes, hogy a fázishatároknál általában nagyobb mértékű a korrózió [3].

Ezzel a problémával állunk szemben a vegyes fázisú földgázgyűjtő és csővezetékeinek és más berendezéseinek ultrahangos falvastagságméréssel történő ellenőrzésekor. A fázishatárok elhelyezkedése csak hozzávetőlegesen, vagy egyáltalán nem ismert és a legtöbb esetben állandó mozgásban is vannak.

Ahhoz, hogy az ultrahangos falvastagságméréssel kapott adatok pontosan jellemezzék a berendezések állapotát, törekedni kell arra, hogy a falvastagságmérés a legkisebb falvastagságú és a legnagyobb korróziós igénybevételnek kitett helyen történjen. Ha ezt sikerül megvalósítani, akkor megteremtettük a biztonságos üzemelés feltételeit.

Ismeretes, hogy a csővezetékek korróziós állapotának meghatározása bonyolult feladat [1, 2]. Az általunk kidolgozott módszerrel lehetővé válik az üzemelő csővezetékek és berendezések állapotának pontos megismerése, és a rendszeres falvastagság-ellenőrzés hatékonyságának növelése.

Módszer az üzemelő vezetékszakasz állapotának megismerésére

A módszer elvi alapja az, hogy hosszabb üzemelési idő után a korróziós állapot részletes és pontos felmérése lehetővé teszi olyan általános törvényszerűségek megismerését, melyek számos, egyenként alig, vagy egyáltalán nem ismert részfolyamat együttes eredményei. Joggal feltételezhető, hogy a részfolyamatokat előidéző tényezők a későbbiekben is kifejtik hatásukat, ha jelentős technológiai módosítások meg nem változtatják azokat.

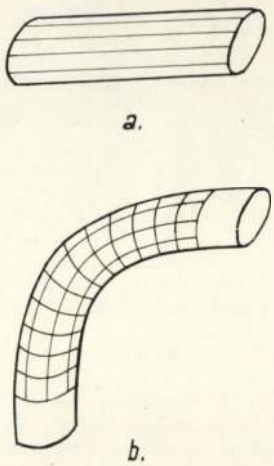
Az ellenőrzés során a csővezetékszakasz azonos hatásoknak kitett részein nagyszámú falvastagságmérést végzünk és az adatokat matematikai statisztikai módszerekkel feldolgozzuk.

A módszer alkalmas bármilyen berendezés legkisebb falvastagságú helyeinek megtalálására. Mivel az üzemi gyakorlatban leggyakrabban előforduló feladat a csővezetékek vizsgálata, ezért a csővezetékszakaszra alkalmazott változatot mutatjuk be.

A vegyes fázisú gázgyűjtés csővezetékeiben egy gázfázis és két folyadékfázis — gazolin és víz — áramlik. A gázkút termelőcsövében ez a rendszer homogénnek tekinthető, de a karácsonyfát követő expanziós lépcsőben a gáz lehűl, és megkezdődik a fázisok szétválása. A több fázisú áramlás miatt feltételezhető, hogy a csővezeték belső felülete különböző magasságokban nem azonos jellegű és mértékű korróziónak, illetve eróziónak van kitéve. Feltételezhető az is, hogy a korróziós károsodások a vízszintes csővezeték tengelyén átmenő függőleges felező síkra nézve szimmetrikusan jelentkeznek, és a csővezeték hosszában azonosak, ha elegendően rövid csőszakaszt vizsgálunk.

A módszer gyakorlati megvalósítása a következő. A vizsgálandó csővezetékből kiválasztunk egy 30—40 cm-es darabot. Ennek a csődarabnak a palástját tengelyirányban sávokra osztjuk az *1. a) ábra* szerint. Minden sávban elegendően nagy számú (60—100) falvastagságmérést végzünk. Ilyen módon a vezetékdarab több ezer pontjában válik ismertté a falvastagság.

A csővezeték ívei esetében nem tételezhetjük fel, hogy a korróziós károsodás szimmetrikus valamely



1. ábra
Csővezetékdarab palástjának felosztása

síkra, és azt sem, hogy a hosszirányban azonos magasságokban azonos jellegű és mértékű, hiszen az áramlás az ívek helyzetétől függően megtörhet. Tovább nehezíti a probléma megoldását, hogy az ívek eredeti falvastagsága a gyártási mód következtében pontonként változik. Ennek áthidalására négyszöghálós felosztást alkalmazunk *(1. b) ábra)*.

Az adatok feldolgozását a matematikai statisztika módszereivel végezzük.

Legyen k az a valószínűségi változó, mely lefedi a csővezetékdarabon mért falvastagság-értékek halmazát, k_n pedig az a valószínűségi változó, mely az n-edik sáv falvastagság-értékeinek halmazán van értelmezve. Az n 1-től z-ig változik, ha a csőszakasz palástját z számú sávra osztottuk. Ezeknek a valószínűségi változóknak meghatározzuk a várható értékét ($M(k)$ és $M(k_n)$), és szórását (σ_k és σ_{k_n}), továbbá kiszámítjuk az alábbi valószínűségeket is:

$P[k<M(k)]$; Jelentése: mi a valószínűsége annak, hogy a csővezeték tetszőleges helyén véletlenszerűen végrehajtott mérés eredményeként kapott falvastagság a csővezeték egészére vonatkozó várható értéknél kisebb lesz.

$P_n[k_n<\min M(k_n)]$; Jelentése: mi a valószínűsége annak, hogy a csővezeték n-edik sávjában, de a sávon belül tetszőleges helyen véletlenszerűen végrehajtott mérés eredményeként kapott falvastagság a legkisebb várható értékű sáv várható értékénél kisebb lesz.

$P_n[k_n<M(k_n)]$; Jelentése: mi a valószínűsége annak, hogy a csővezeték n-edik sávjában, de a sávon belül tetszőleges helyen végrehajtott mérés eredményeként kapott falvastagság az n-edik sáv várható értékénél kisebb lesz.

Ezen valószínűségek kiszámítása úgy történik, hogy az adott hely összes mért értékeinek a számával elosztjuk az adott feltételnek megfelelő értékek számát. Az adatok jelentős segítséget nyújtanak a várható értékek elemzéséhez, és utalnak a valószínűségi változó eloszlásának típusára is.

Statisztikai értékelés

Példaképpen ismertetjük 6 földgázkút bekötő vezetékéből származó 11 vezetékszakasz vizsgálatát. A vezetékek átmérője 4″, eredeti falvastagságuk változó, anyaguk A52K minőségű volt. Az üzemelés kezdete óta eltelt idő 1—2 év között változott.

A vezetékekből alkalmasan kiválasztott 40 cm hosszú darabok palástját 17, egyenként 2 cm széles sávra osztottuk. Az 1. sáv került alulra. A sávok számozása a gáz áramlási irányába nézve az óramutató járásának irányába történt. Minden sávban 60 falvastagságmérést végeztünk *Krautkrämer* „d meter" típusú készülékkel, melynek pontossága ±0,1 mm. Így 1020 pontban vált ismertté a csővezetékdarab falvastagsága.

A mérési eredmények feldolgozását számítógéppel végeztük. A vizsgálat valamennyi vezetékdarab esetében hasonló eredményre vezetett.

A kapott adatok értelmezését az *Alg-445.* I. jelű termelővezeték-darab adatai alapján mutatjuk be. Ezek az adatok az *1. táblázatban* találhatók.

1. táblázat

Az Alg-445. I. jelű csővezetékre vonatkozó adatok

Sávszám	$M(k_n)$	P_1 %	P_2 %	P_3 %	σ_{k_n}
1	8,16	85,0	63,3	63,3	0,275
2	8,30	66,6	30,0	50,0	0,363
3	8,32	66,6	35,0	51,6	0,260
4	8,57	31,6	8,3	41,6	0,241
5	8,41	43,3	18,3	43,3	0,201
6	8,64	18,3	0,0	50,0	0,141
7	8,65	5,0	0,0	50,0	0,180
8	8,66	11,6	0,0	33,3	0,350
9	8,48	53,3	13,3	53,3	0,301
10	8,42	71,6	11,6	71,6	0,175
11	8,39	55,0	10,0	35,0	0,166
12	8,62	16,6	0,0	46,6	0,191
13	8,49	40,0	1,6	40,0	0,207
14	8,30	76,6	36,6	50,0	0,223
15	8,41	48,3	6,6	48,0	0,264
16	8,58	30,0	3,3	46,6	0,224
17	8,43	66,6	5,0	66,6	0,224

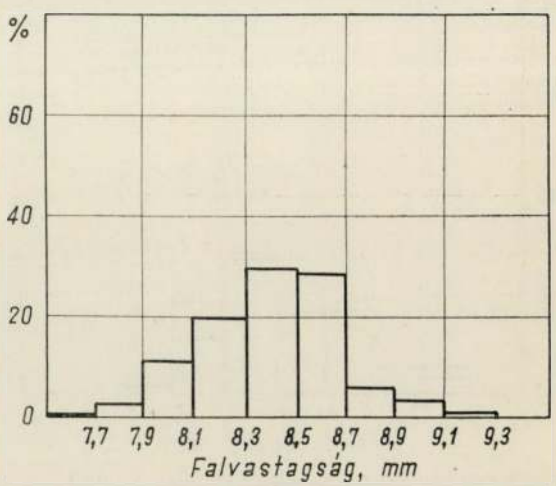
$M(k)=8{,}46$
$P[k<M(k)]=48{,}0$

Ahol: $P_1-P_n[k_n<M(k)]$
$P_2-P_n[k_n<\min M(k_n)]$
$P_3-P_n[k_n<M(k_n)]$

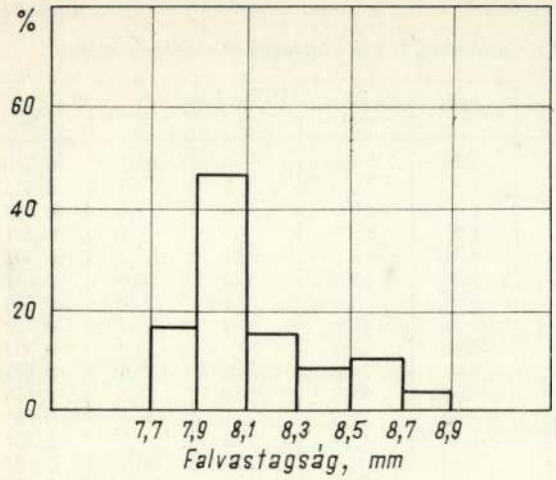
A sávonkénti várható értékek elemzésével megállapítható, hogy az 1. sáv várható értéke az abszolút minimum, 8,16 mm. Helyi minimum van az 5. és a 14. sávban (8,41 és 8,30 mm). Kisebb a falvastagság még a 8. és 9. sávban is. A vezetékdarab falvastagsága 12., 13., 14., 15., és 8., 7., 6., 5. sávsorrendben csökken. A 4., 8. és 12. sávban várható falvastagságértékeknek helyi maximuma van.

A csővezetéken végzett összes mérés várható értéke 8,46 mm. A $P_n[k_n<M(k)]$ valószínűségek azt mutatják, hogy az 1. sávban elvégzett mérések 85%-a kisebb értéket szolgáltatott ennél. Ez P_1 értékének az abszolút maximuma, míg helyi maximuma van az 5., 14. és 10. sávban. Megjegyzendő, hogy bár a 10. sávban a várható falvastagság nem helyi minimum, mégis a mért falvastagságok 71%-a kisebb mint $M(k)$.

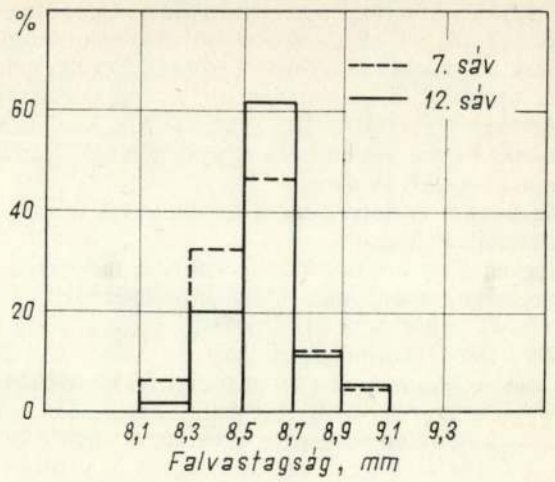
A $P_n[k_n<\min M(k_n)]$ valószínűségek vizsgálatával a kialakuló kép még élesebbé válik. Ezeket a P_2 valószínűségeket súlyozottan kell figyelembe venni,



2. ábra
Az Alg-445. I. jelű csővezetékdarab összesített hisztogramja



3. ábra
Az Alg-445. I. jelű csővezetékdarab 1. sávjának hisztogramja



5. ábra
Az Alg-445. I. jelű csővezetékdarab 7. és 12. sávjának hisztogramja

mivel azt jelentik, hogy a mért értékek hány százaléka kisebb, mint a legkisebb várható érték, esetünkben 8,16 mm. Az 1. sávban van a legnagyobb P_2 érték, 63,3%. Helyi maximum van az 5., 14. és 9. sávban. Figyelemre méltó a 10. és 11. sáv értéke is.

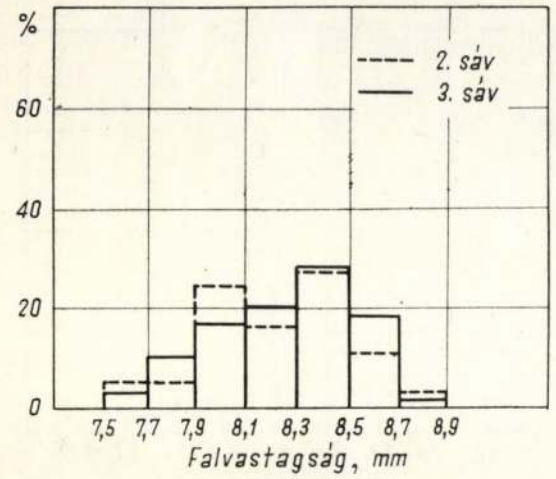
Mindezek alapján megállapítható, hogy a vegyes fázisú gázgyűjtő csővezetékeinek belső felületét nem azonos mértékű korrózió támadta meg. Legnagyobb volt a korrózió sebessége az 1. sávban, de kritikus helynek kell tekinteni még az 5., 14. és a 10. sávot is. Az eredeti falvastagságok pontos ismeretének hiányában a sávonkénti korróziósebességet nem tudjuk megadni.

További lényeges információkat nyerhetünk a falvastagságértékek eloszlásainak vizsgálatával. A *2. ábra* az *Alg-445.* I. jelű vezetékdarabon mért 1020 falvastagságérték hisztogramját mutatja. Ez az eloszlás a *Kolmogorov—Szmirnov*-próba szerint normális eloszlásnak tekinthető. Az eddigiekben bebizonyítottuk, hogy ennek a hisztogramnak az alapján nem lehet helyes véleményt kialakítani a csővezetékdarabról.

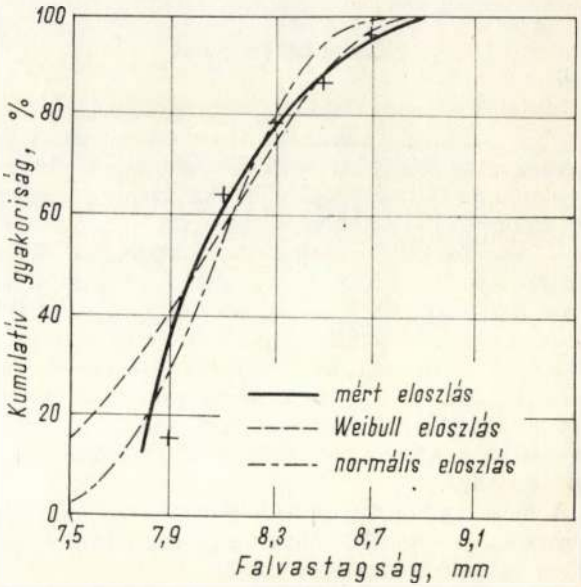
Az egyes sávokban mért falvastagságértékek hisztogramjai erősen eltérnek egymástól, és az összesített hisztogramtól is. Az eltérés nemcsak a várható értékekben, hanem a hisztogramok alakjában is megmutatkozik. Ez látható a *3.* és *4. ábra* összehasonlításából. A *3. ábra* az 1. sáv, a *4. ábra* a 2. és 3. sáv hisztogramját mutatja.

A csővezetékdarabok belső felülete a hisztogramok alapján négy különböző zónára osztható. Az 1. sáv alkotja az első, a 2., 3. és 4. sáv a második, az 5., 6., 7. és 8. sáv a harmadik, a 9., a 10. és 11. sáv pedig a negyedik zónát. Az egyes zónákon belül a hisztogramok hasonlóak *(4. ábra)*. Ugyanilyen zónák különíthetők el a csővezeték másik félpalástján *(5. ábra)*. Igaz, itt a korrózió erősebb volt. Ez egyértelműen bizonyítja a korróziós károsodás szimmetrikus megjelenésére vonatkozó feltevésünket.

Az 1. és 5. sáv (kritikus sávok) hisztogramja szabálytalan, feltételezhetően azért, mert itt húzódnak a fázishatárok.



4. ábra
Az Alg-445. I. jelű csővezetékdarab 2. és 3. sávjának hisztogramja



6. ábra
Az Alg-445. I. jelű csővezetékdarab 1. sávjának eloszlásfüggvénye

A *Kolmogorov—Szmirnov*-próba szerint nem követünk el nagy hibát, ha az eloszlásokat normális eloszlásoknak tekintjük. A [2] közlemény szerint egy benzinvezeték falvastagságainak eloszlása pontosabban közelíthető *Weibull*-eloszlással. A *6. ábrán* fel van tüntetve az 1. sáv mért értékeinek eloszlásfüggvénye, valamint a számolt normális és *Weibull*-eloszlásfüggvény. Egyértelmű következtetés az ábra alapján nem vonható le, a kérdés megoldására további vizsgálatok szükségesek.

Feltételezhető azonban, hogy a hisztogramok közötti különbség a falvastagság-csökkenést előidéző folyamatok különbözőségének tudható be.

Ennek a vizsgálati módszernek az alkalmazásával tehát olyan információhalmazhoz jutottunk, melynek segítségével az adott vezetékszakasz állapotát helyesen ítélhetjük meg. Több azonos rendeltetésű és típusú berendezés, vagy egy csővezeték több alkalmasan kiválasztott darabjának vizsgálatával általános érvényű ismereteket is szerezhetünk. Lehetővé válik a belső felület feltérképezése, szemrevételezés nélkül.

Az adatok nagy segítséget nyújtanak a csővezetékben lejátszódó folyamatok megismeréséhez, a korrózióvédelmi és -ellenőrzési módok kidolgozásához.

A korróziós folyamat egyszerű modellje

A vizsgálatok eredményei alapján megadható a vegyes fázisú gázgyűjtő csővezetékeiben lejátszódó korróziós folyamat egyszerű modellje.

A vezetékben 4—5 tf% CO_2 és 5—10 mg/nm³ H_2S-tartalmú földgáz áramlik. Egymillió nm³ gázzal mintegy száz m³ víz jön a felszínre. A gáz gyűjtési hőmérséklete 70—90 °C, nyomása 120 bar.

A csővezetékben alul jelentkező, némely esetben igen erős, de mindig jelentős mértékű korróziós károsodást a csővezetékben alul összegyűlő víz okozza. Ez a víz különböző ásványi sókat, oldott szén-dioxidot és kén-hidrogént tartalmaz. A turbulens áramlás miatt feltételezhető, hogy a víz keveredik a gazolinnal és ez a korrózió sebességét növeli [3].

A víz felett elhelyezkedő gazolin a csővezeték belső felületének egy részét lefedi, megnehezítve a korrozív komponenseknek a fém felületére jutását. Az, hogy a fémfelület itt kevésbé károsodott, bizonyos mértékig a vezetékek szakaszos inhibitorozásának a következménye is lehet.

A gazolin felett áramlik a földgáz. A csővezeték belső felületének a gázfázissal érintkező részére egyidőben kondenzálódik a víz és a gazolin. A víz végigcsordul a fémfelületen a gazolin—gáz fázishatárig. Itt a felületi feszültségek különbözősége miatt bizonyos ideig tartózkodni kényszerül. Másrészt a fémfelületen lefelé haladva növekszik az egységnyi felületre jutó vízmennyiség a lecsordulás és a kondenzálódás együttes hatására. Növekszik a víz korrozív-komponens-tartalma is, mert növekszik a gáz—víz érintkezési idő. Mindezek együttes hatása, hogy a gazolin—gáz határvonal mentén helyi falvastagság-minimum van. Ezen elképzelés igazolására laboratóriumi vizsgálatokat is végeztünk úgy, hogy egy gazolinba merülő A52K minőségű lemezre sósavoldat gőzeit kondenzáltattuk. A kísérlet befejeződése után a lemez vastagságát több pontban tolómérővel megmértük. A lemez vastagsága a gazolin—gőztér határig fokozatosan csökkent, a gazolinnal fedett részen viszont alig változott.

Az ultrahangos falvastagságméréssel megtalált negyedik korróziós zóna is a víz kondenzálódására vezethető vissza. A vízcseppek azonban sokkal nehezebben bírnak lefolyni a felső részről, mint a vezeték oldalfaláról, ezért hosszabb ideig tartózkodnak a fémfelületen, ami hatásában olyan, mintha megnövekedne az egységnyi fémfelületre jutó vízmennyiség.

Az ultrahangos falvastagságméréssel megállapított jelenségekhez található fizikai háttér. A folyamatok alaposabb tanulmányozása minden bizonnyal elvezet a különböző mértékű korróziót előidéző kémiai okok megismeréséhez is.

A csővezeték hatékony ellenőrzése ultrahangos falvastagságméréssel

A vegyes fázisú földgázgyűjtés csővezetékeinek hatékony ellenőrzése rendkívül fontos mind üzembiztonsági, mind biztonságtechnikai szempontból. Ezekben a vezetékekben nagy a korrózió sebessége (0,3—3,0 mm/év). Gyakori a korróziós okokra visszavezethető meghibásodás, sőt vezetékszakadás is előfordult már.

A *2. táblázat* különböző gázkutak vezetékdarabjainak vizsgálati eredményeit mutatja. Az általunk kritikusnak nevezett, fokozott igénybevételnek kitett

2. táblázat

Vegyes fázisú gázgyűjtő csővezetékdarabjainak kritikus sávjai

	Alg-442.		Alg-443.	Alg-444.		Alg-445.		Alg-31.	
	I.	II.	I.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
1	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2		×	×					×	
3	×								
4	×	×		×	×				
5		×	×	×		×	×	×	
6									
7									
8			×						
9			×	×	×	×		×	
10						×	×	×	×
11									
12									
13									
14	×					×			×
15		×	×		×	×	×		×
16		×							
17									

felületek a különböző vezetékdarabokon többé-kevésbé azonos sávokba esnek. Az eltérések a termelt mennyiségek közötti különbségekre vezethetők vissza.

A mérési módszer módosított változatával (négyszöghálós felosztás) meghatároztuk a földgázkutak kútkörzeti íveinek kritikus helyeit is.

A rendszeres falvastagság-ellenőrzés hatékonysága úgy növelhető, hogy a méréseket a kritikus helyeken végezzük.

Bár az ultrahangos falvastagságmérés hátrányos tulajdonsága ekkor is jelentkezik, azonban ezeken a helyeken mindenképpen kisebb falvastagságokat mérhetünk, mint a csővezeték más pontjain, és csak ezeken a helyeken van esélyünk a legkisebb falvastagság megtalálására.

Az *Alg-445*. I. vezetékdarab adatai alapján, ha a vezetékdarabon tetszőleges helyen mérünk, akkor annak a valószínűsége, hogy a mért érték 8,16 mm-nél (min $M(k_n)$) kisebb, 16,1 %. Ha a mérést a négy kritikus sáv valamelyikében tetszőleges helyen végezzük, akkor ez a valószínűség 32,5 %, ha pedig az 1. sávban mérünk, akkor 63,3 %. Módszerünk hatékonyságát mutatja a találati biztonság ilyen nagyarányú megnövekedése. További növekedés csak a mérések számának növelésével érhető el.

A rendszeres ellenőrzés során mért adatok feldolgozása nehéz feladat. A jól hasznosítható és lényeges adatok megszerzéséhez hosszadalmas számításokat kell elvégezni. A mérési pontok nagy száma miatt a feladat megoldására egy számítógépi programot készíttettünk, mely a következő műveleteket végzi:

A csővezeték anyagának, méretének és a tervezett üzemi nyomásának figyelembevételével kiszámítja a szabvány szerinti, korróziós pótlék nélküli, minimálisan szükséges falvastagságot az adott mérési pontra.

Beolvassa a mért adatokat, és az egy mérési helyen mért értékek közül kiválasztja a legkisebbet. Ezt az értéket összehasonlítja az adott mérési helyen szükséges minimális falvastagsággal. Ha a mért érték a kisebb (vagy egyenlő), akkor a számítógép által készített jegyzőkönyv „Vélemény" rovatába a „Cserélendő" szót írja ki. Ellenkező esetben a program tovább fut.

Az előző k számú mérés megőrzött adataiból kiszámolja a falvastagság-csökkenés regressziós egyenesét. Ha az egyenes b_1 konstansa pozitív, akkor a „Vélemény" rovatba az „Ellenőrizni 1" szót írja ki. (b_1 pozitív volta azt jelentené, hogy a falvastagság idővel nem csökken, hanem növekszik).

A regressziós egyenes egyenlete alapján kiszámolja, hogy az adott időpontban mekkora falvastagság várható. Ezt összehasonlítja a mért értékkel. Ha a különbség abszolút értéke 0,3 mm-nél nagyobb, akkor a „Vélemény" rovatba az „Ellenőrizni 2" szót írja ki. Ez esetben ugyanis nagy valószínűséggel mérési hiba történt. Ellenkező esetben a program tovább fut, és helyesbíti a regressziós egyenest az utolsó mért értékkel. A helyesbített regressziós egyenes alapján kiszámolja, hogy az utolsó mérés időpontjában milyen falvastagságérték lett volna várható. Ezt az értéket összehasonlítja a mért értékkel. A továbbiakban a kisebbet fogadja el a csővezeték falvastagságaként. Ez a programba épített biztonsági tényező.

A csővezeték jelenlegi falvastagsága, a szükséges minimális falvastagság és a módosított regressziós egyenes ismeretében kiszámolja a vezeték várható élettartamát.

A várható élettartam és az említett két falvastagság alapján meghatározza a várható korrózióssebességet.

A várható élettartam alapján javaslatot tesz az ellenőrzés periódusidejére. Ha a várható élettartam nagyobb, mint 2 év, akkor az ellenőrzési periódus egy negyedév, ha egy és két év között van, akkor egy hónap, ha egy évnél rövidebb, akkor két hét.

Ezeket az adatokat a jegyzőkönyvben minden mérési pontra, táblázatba rendezve kiírja.

A program más berendezés mérési adatainak feldolgozására is alkalmas.

A mérési és értékelési mód olyan információhalmazt eredményez, amely elengedhetetlenül szükséges az üzemeltető szakember számára, mert napra készen ismerheti a vizsgált berendezések állapotát.

IRODALOM

[1] *Bacskai A.—Hirsch I.*: A roncsolásmentes falvastagság-ellenőrzés néhány kérdéséről. Korróziós Figyelő *3* 115—8 (1976).

[2] *Bacskai A.—Erdélyiné Pataki E.*: Csővezetékek falvastagságának statisztikus értékelése. Korróziós Figyelő *6* 217—21 (1977).

[3] *Gonik, A. A.*: Szerovodorodnaja korrozija i merü ego preduprezsdenija. Nedra Moszkva, 1967.

EGYESÜLETI HÍREK

A Mélyfúrási Geofizikai Szakosztály előadóülése

A Magyar Geofizikusok Egyesületének Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya 1978. október 26-án tartott előadóülést, amelyen *Fabiáncsics László* **Kőzetek in situ víztartalmának meghatározása geofizikai úton** c. előadása hangzott el. Az előadóülésen igen nagyszámú érdeklődő jelent meg a szilárdásványkutatás szinte valamennyi területéről.

A nagy érdeklődés érthető, hiszen a kőzetek in situ víztartalma különösen a kőszén- és bauxitbányászatban fontos jellemző. A kőzetfizikai és kőzetmechanikai tulajdonságok meghatározását ma még jelentős mértékben laboratóriumi magvizsgálatok segítségével végzik. Lényeges feladat, hogy e vizsgálatok, valamint a mélyfúrási geofizika által szolgáltatott paraméterek összhangját megteremtsük. E feladat megoldásához jelentősen hozzájárul Fabiáncsics László kutatási eredménye, amely az agyagos kőzetek víztartalmának az eddigieknél pontosabb meghatározását teszi lehetővé.

A laboratóriumi magmintavizsgálatok szárítási fázisában az agyagásványok hidrátvizük jelentős hányadát elvesztik, és ezáltal az így meghatározott kőzetjellemzők jelentősen eltérnek a mélyfúrási geofizikai módszerekkel in situ körülmények között mért adatoktól. A szerző által kidolgozott korrekciós eljárás, amely elsősorban a neutron- és a sűrűségszelvényezést használja fel, lehetőséget teremt a geofizikai és laboratóriumi kőzetnedvesség-tartalom értékeinek összehasonlító elemzésére.

A kidolgozott eljárást a szerző konkrét fúrási példákon is bemutatta.

Gellért Tamás
az MGE Mélyfúrási Geofizikai Szakosztály titkára

Fúrólyukas hidraulikus szilárdásvány-termelési módszer

PATVAROS JÓZSEF

A fúrólyukas hidraulikus bányaművelés a karsztvízveszélyes bauxit-előfordulásaink lefejtésénél már a közeljövőben reálisan szóba jöhet. A tanulmány ismerteti a fúrólyukas hidraulikus kitermelés technológiai berendezéseit, valamint e bányaművelési módszerre jellemző optimális paraméterek (fejtési hatósugár és a kitermelési határmélység) egyszerű meghatározását. A cikk célja a figyelem felkeltése annak érdekében, hogy a fluid bányaművelési módszerek, hazánkban is mihamarabb szerepet kapjanak a szilárdásvány-lelőhelyek kitermelésében.

Bevezetés

A fúrólyukas bányaművelési módszert több országban már régóta eredményesen használják kén- és sótelepek, általában olyan szilárd ásványelőfordulások kitermelésére, amelyekben a cseppfolyósításos vagy elgázosításos halmazállapot-változtatás viszonylag egyszerűen megvalósítható [1, 2, 3, 11].

Hazánkban néhány év óta a NIM és az OMFB által kezdeményezett és az NME Bányaműveléstani Tanszéke által elvégzett kutatások tisztázták, hogy a fúrólyukas kitermelési módszer leginkább a karsztvízveszélyes bauxitelőfordulásaink lefejtésében jöhet számításba [4, 5, 6, 8].

Itt egyrészt a természeti környezet védelme, másrészt a tetemes vízemelési költségek egyre jobban sürgetik a fúrólyukas hidraulikus művelés bevezetését, mert ezzel lehetővé válik a bauxittestek aktív vízszintsüllyesztés nélküli kitermelése. Ehhez az új típusú bányászati technológiai rendszerhez szükséges fúró, jövesztő, szállítóberendezések részben már ma is rendelkezésre állnak, illetve viszonylag rövid idő alatt hazai forrásokból is kifejleszthetők.

A szénhidrogén-bányászat tulajdonképpen a fúrólyukas technológiára támaszkodva érte el a néhány évtizede megindult és a mában, illetve a jövőben is ható rohamos fejlődését. A fúrólyukas technológia tette lehetővé az emberiség számára a több ezer méter mélységben elhelyezkedő fluidumok kitermelését. E technológiával kapcsolatos műszaki-tudományos eredmények — nagymélységű fúrólyukak gyors lemélyítése és termelésbe állítása, a nagy mélységből történő üzembiztos szivattyúzás, a különböző rétegserkentési módszerek stb. — megértek és szükségessé váltak a mielőbbi szilárd ásványbányászati bevezetésre.

A fluid bányászat termelési módszereinek bevonulása a szilárd ásványlelőhelyek kitermelésébe egyrészt hazánk gazdaságosan kitermelhető ásványi erőforrásainak körét bővítené ki, másrészt az egyetemes bányászati tudományos és műszaki ismereteket beláthatatlanul gazdagítaná.

A fúrólyukas hidraulikus kitermelés technológiai berendezései

Az *1. ábra* a Szovjetunióban a Kingiszeppszk foszforit lelőhelyen üzemelő fúrólyukas hidraulikus termelőberendezés vázlatát és működési elvét mutatja be.

Ennek a legfontosabb egységei a következők:

— a különböző szerelvények tartására és mozgatására szolgáló toronyszerkezet,
— a vízszintes síkba beforgatható és teleszkópikusan meghosszabbítható hidromonitor,
— a termelvény függőleges mozgatását biztosító sűrített levegős (airliftes) zagyszállító berendezés.

A toronyszerkezet felépítésében szinte csaknem megegyezik a szénhidrogén-bányászatban alkalmazott berendezésekkel.

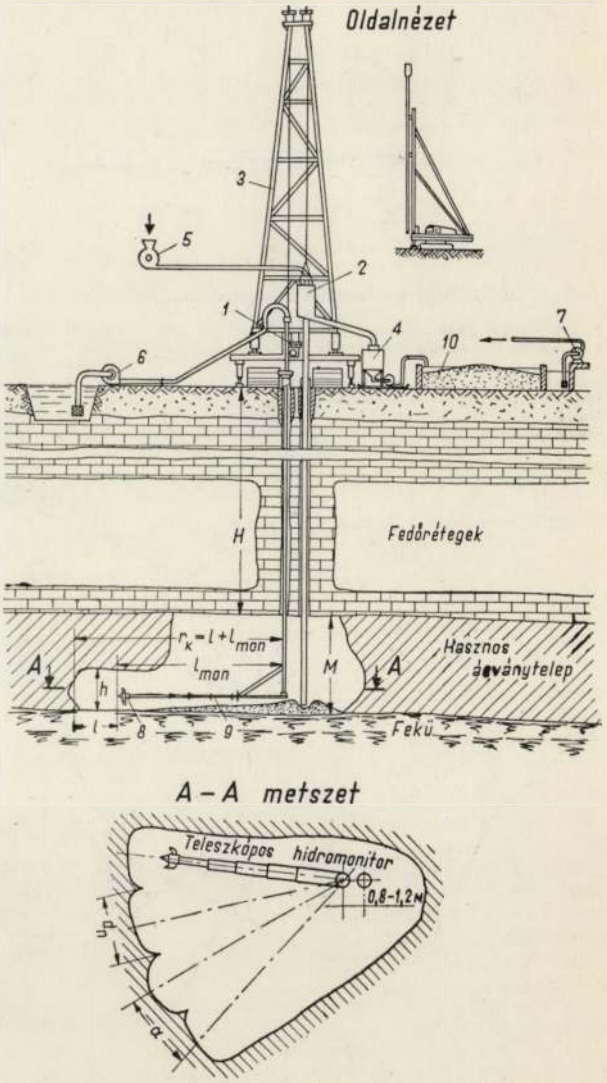
Az egész termelőberendezésnek talán a legfontosabb egysége a *2. ábrán* felvázolt belső kötélvezetésű, a függőleges és a vízszintes síkban elforgatható, teleszkopikusan hosszabbítható és rövidíthető hidromonitor.

Ennek fő részei a következők:

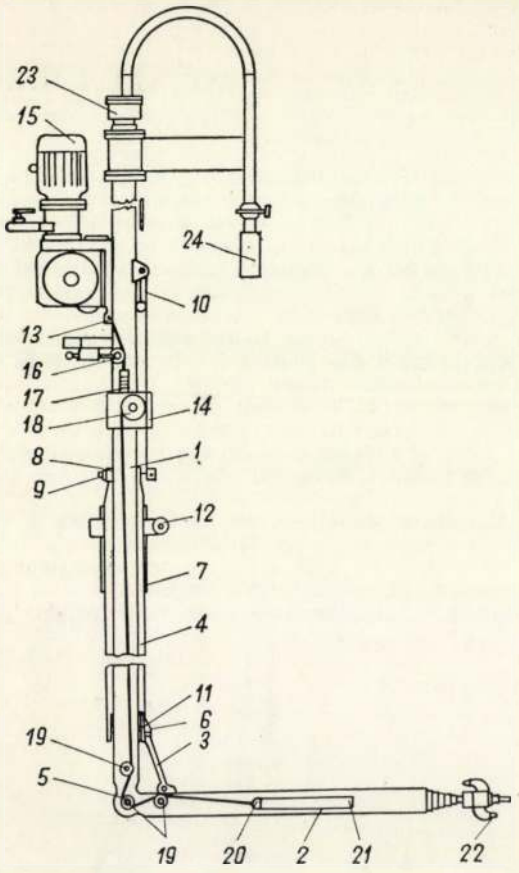
— *a roncsoló mechanizmus* tulajdonképpen három fúvókás hidromonitor fej. Ezen egy központi és kettő oldalsó fúvóka található. A központi fúvókából kilövellő vízsugár előkészíti a betörést az ásványtestbe, az oldalsó fúvókákból kiáramló nagy sebességű folyadéknyalábok pedig a rés kibővítését, valamint a lejövesztett anyagnak a zagyszállító berendezéshez történő továbbítását végzik el;
— *a teleszkopikus hosszabbító szerkezet* két egymásba pontosan illeszkedő cső, amelynek segítségével a hidromonitor test végállásban 5—8 m nagyságú lehet. Ezzel valósítható meg a hatékony jövesztés érdekében, hogy a víznívó alatti szilárdásvány-termelés során a hidromonitor fej és a szálban álló telep közötti távolság ne legyen nagyobb 1,0—1,2 m-nél;
— *a térbeli helyzet vezérlésére szolgáló szerkezet* kötelekből és feszítőkarokból áll, amelyek a szállítási és jövesztési műveletek elvégzésekor a teleszkopikus vízágyú test függőleges vagy vízszintes síkba történő beállítására szolgálnak. A hidromonitor test vízszintes síkban való elforgatása forgatóasztallal, míg a függőleges helyzetbe való forgatás és az előtolás szabályozó vitlával történik.

A hidromonitorral lejövesztett készlet kiszállítására háromcsöves, sűrített levegős (airliftes) zagyszállító berendezés szolgál. Ebben kettő cső a sűrített levegő és a nyomóvíz fúrólyuk talpra juttatására szolgál, a harmadik pedig a zagy külszínre szállítására.

A hidraulikus jövesztő és szállító berendezések a szilárd ásvány kitermelése során két alapvető rendszerben dolgozhatnak. Az egyik megoldásnál a berendezések egyetlen nagyobb átmérőjű (0,8—1,0 m) fúrólyukban vannak elhelyezve. Ez egyrészt fúrástechnikai szempontból, másrészt a hidraulikus jövesz-



1. ábra
Fúrólyukas hidraulikus, szilárdásványt kitermelő berendezés
1 — fúrólyukas hidromonitoros jövesztő berendezés; 2 — sűrített levegős (airliftes) zagyszállító vezeték; 3 — fúrótorony; 4 — zagyszivattyú; 5 — kompresszor; 6 — a munkafolyadékot benyomó szivattyú; 7 — vízrecirkuláltató szivattyú; 8 — hidromonitorfej; 9 — teleszkopikus hidromonitortest; 10 — a kitermelt ásványanyag tárolótere



2. ábra
Belső kötélvezetésű hidromonitor a fúrólyukas hidraulikus szilárdásvány-termeléshez
1 — függőleges vízbetápláló cső; 2 — teleszkopikus cső; 3 — merev vonórúd; 4 — segédcső; 5 — alsó fordítógyűrű; 6 — fül; 7 — süllyesztőcső; 8 — összenyomható szorító félgyűrű; 9 — szorítócsapok; 10 — kötélfeszítő csavar; 11 — irányítószerkezet; 12 — forgató mechanizmus; 13 — vezetőkötél; 14 — kötélbevezető berendezés; 15 — villamos vitla; 16 — feszítőszerkezet; 17 — szelencék; 18 — vezérlőblokk; 19 — alsó fordítógyűrűblokk; 20 — fül; 21 — a teleszkopikus monitorcső első tagja; 22 — monitorfej a fúvókákkal; 23 — felső fordítógyűrű; 24 — hajlékony nagynyomású tömlő

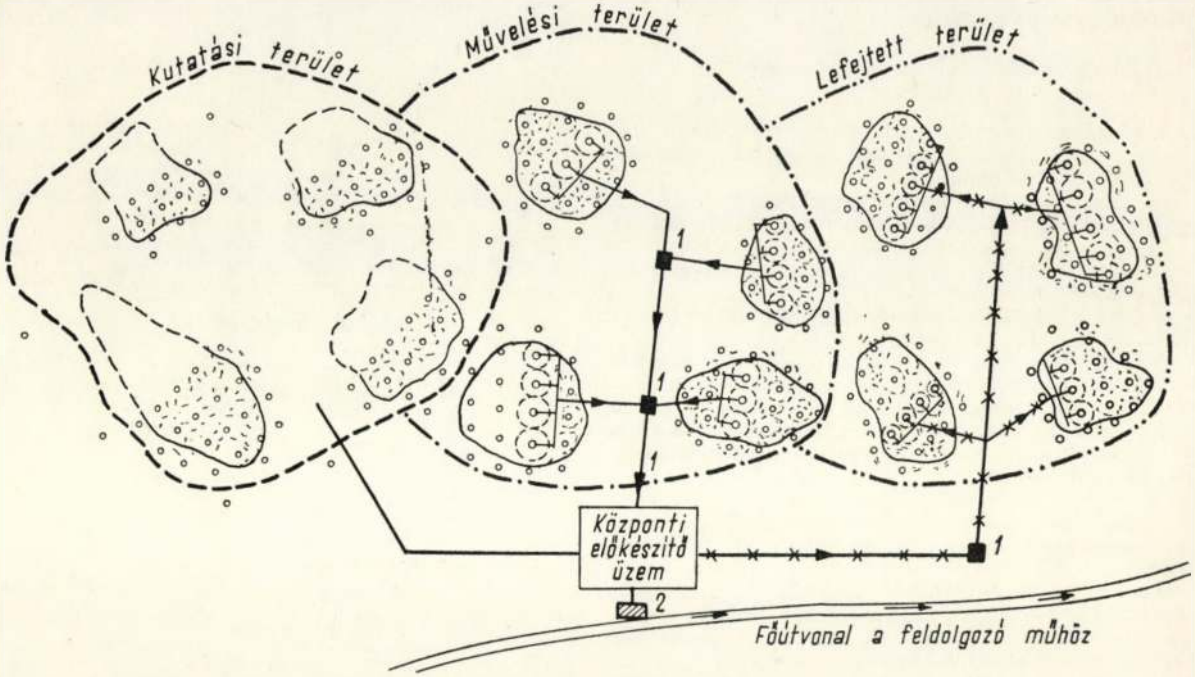
tés és elszállítás miatt előnyösebb. A másik megoldásnál egymással párhuzamosan 0,8—1,0 m távolságra két 250—300 mm átmérőjű fúrólyukat mélyítenek és ezek közül az egyikbe hidromonitort, a másikba zagyszállító berendezést építenek be. Ez a megoldás elsősorban a külszínhez közel települt (20—30 m mélységű) szilárd ásványlelőhelyek kitermelésénél kerülhet szóba.

A hidraulikus szilárd ásványtermelésnél az említett berendezésekkel először a fúrólyukba lebocsátott hidromonitorral indítókamrát képeznek ki. Ezután a vízágyút a jövesztő folyadéksugár folyamatos kilövellése közben beforgatják a vízszintes síkba, majd a teleszkopikus hidromonitor körbeforgatásával 5—8 m-es sugárban megkezdődik az aláréselés. Ennek eredményeként az említett sugarú tartományban az ásványanyag elveszíti alátámasztását és megrepedezik. A megrepedezett kőzet omlása megkezdődik és a megroggyantott ásványtömeget azután a vízágyú viszonylag kisebb nyomással is szétmossa és az airliftes szállítóberendezéshez továbbítja. Így például a kingiszeppszki foszforit lelőhelyen az aláréseléshez 22 bar víznyomást használtak, a fellazult ásványanyag szétmosatásához és a függőleges irányú szállítóberendezéshez való továbbításához viszont már 5—7 bar nyomású vízsugár is elegendő volt.

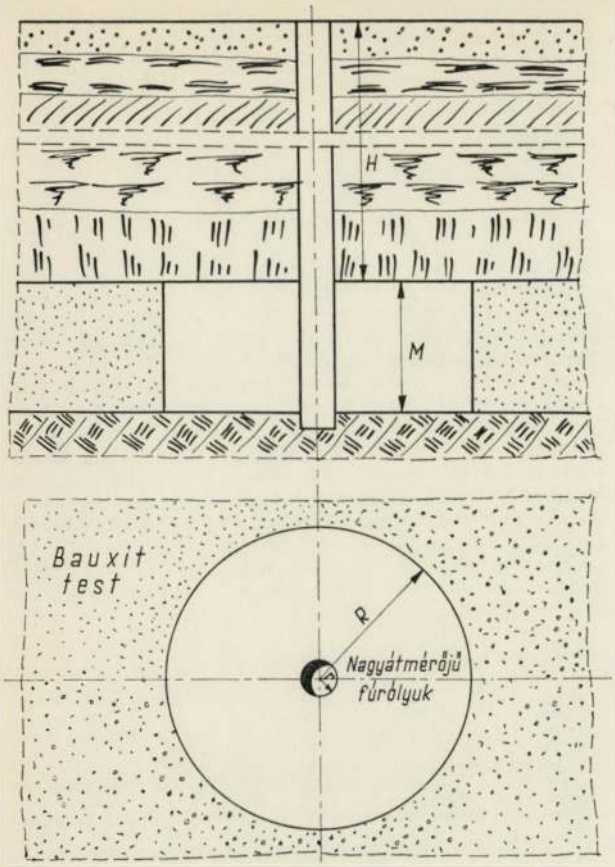
A fúrólyukas hidraulikus kitermelés általános műszaki jellemzése

A szilárdásvány-lelőhelyek fúrólyukas hidraulikus kitermelési technológiájának a hagyományos bányaművelési módszerekkel (külfejtés, mélyművelés, víznívó alóli kitermelés), szembeni legfontosabb előnyei a következők:

1. az ásványtest kitermelése az eredeti települési helyen, a fejtési homlokon ember tartózkodása nélkül valósítható meg;
2. a hasznos ásványanyag kitermelése érdekében nincs szükség a nagyon költséges aktív vízszintsüllyesztésre;
3. a kifejtett üreg külön biztosítására nincs szükség, mivel azt az elmozdított ásványanyag helyére nyomuló víz részben vagy egészében egyensúlyban tartja;
4. a fejtési térségből a fellazított ásványanyag a szénhidrogénbányászati módszerekhez hasonlóan telecsöves rendszerben juttatható a külszínre;
5. a művelés során keletkező üregbe beáramló víz a hasznos ásványanyag jövesztésére, szállítására, előkészítésére zárt körfolyamban használható fel;
6. a *3. ábrának* megfelelően az ásványelőfordulás kutatásának, kitermelésének és fejtésfelhagyásának fázisai térben és időben szorosan kapcsolódhatnak egymáshoz. A fúrólyukas bányaművelési módszernél az ásványvagyon-kuta-



3. ábra
Különböző bányászati termelési folyamatok összekapcsolása bauxitlencse-csoport fúrólyukas hidraulikus kitermelése esetén
1 — átemelőszivattyú-telep; 2 — rakodó



4. ábra
Vázlat a nagy átmérőjű fúrólyukas bauxitkitermelés fő paramétereinek meghatározásához

tás és kitermelés fázisai 1—2 év időeltolódással nyomon követhetik egymást. Hagyományos kitermelési technológiai rendszer esetén viszont a kutatástól a lefejtésig olykor 10—15 év is eltelik;

7. a fúrólyukas termelőberendezések gyors vándoroltathatósága miatt a kis ásványvagyonú, térbelileg erősen tagolt lelőhelyek is gazdaságosan leművelhetők;
8. fúrólyukas kitermelés esetén a hagyományos szilárd ásványbányászati technológiai rendszerhez viszonyítva a fajlagos beruházási ráfordítások 5—10-szer, a termelési költségek 2—3-szor kisebbek, a produktív teljesítmények viszont 3—5-ször nagyobbak;
9. a jövesztési, szállítási, ásványelőkészítési munkafolyamatok komplexen automatizálhatók és egyszerűbben megvalósítható a számítógépes irányítás.

Természetesen a fúrólyukas hidraulikus bányászati technológiai rendszernek is megvannak a jellegzetes korlátozó tényezői, amelyek a gyakorlati alkalmazhatóságot műszakilag-gazdaságilag lehatárolják. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

a) az egy fúrólyukkal kitermelhető ásványvagyon viszonylag kis mennyiségű, mert a hatékony lefejtési sugár műszaki-gazdasági-biztonsági okokból eredően jelenleg nem haladja meg a 8—15 m-t. Ezért a fúrólyukas kitermelés elsősorban az 5 m-nél nagyobb vastagságú ásványtestek kitermelésénél kerülhet szóba;
b) az ásványtest elérésének (feltárásának) és lefejtésének időaránya kedvezőtlenebb lehet, mint a hagyományos bányaművelési rendszereknél;
c) azáltal, hogy a fúrólyuktalpon, vagyis a fejtési homlokon ember nem tartózkodik, a közvetlen jövesztési és szállítási folyamatok nehezebben szabályozhatók.

A fúrólyukas bányaművelési módszer fő paramétereinek egyszerű meghatározása

A fúrólyukas bányaművelési módszer legfontosabb paraméterei a *4. ábra* szerint a kitermelési hatósugár [R] és a művelési határmélység [H]. Ezek optimális értéke műszaki-gazdasági számításokkal határozható meg, amelyek vonatkozhatnak egy fúrólyukra, fúrólyukcsoportra, illetve bányamezők teljes fúrólyukas kitermelésére.

A továbbiakban egyszerűség kedvéért a költségeket és a kitermelhető ásványvagyon értékét egyetlen nagy átmérőjű fúrólyukra vonatkoztatjuk. Feltételezzük továbbá, hogy a fúrólyukas technológiával kitermelhető ásványvagyon értéke megegyezik a költségráfordításokkal.

Ekkor felírható:

$$\Sigma K = K_{\acute{e}},$$

ahol

$$\Sigma K = (H+M)\cdot k_e + R^2\cdot\delta_f\cdot k_{\ddot{u}} \quad [\text{Ft}]$$

és

$$K_{\acute{e}} = R^2\cdot\delta_f\cdot k_{\acute{e}} \quad [\text{Ft}]$$

amelyekben

H az ásványtelep fedőjének a külszíntől mért mélysége, m;
M az ásványtelep vastagsága, m;
k_e a fúrólyuk kiképzésével és a beépített, üzemszerű kitermelést biztosító berendezésekkel kapcsolatos összes fajlagos beruházási költség, Ft/m;
R kitermelési hatósugár, m;
$\delta_f = M\cdot\pi\cdot\gamma\cdot\xi_f$ — a fúrólyukas kitermelés teleptermelékenysége, t/m²;
γ a kitermelendő ásvány térfogatsúlya, t/m³;
ξ a fúrólyukas művelésre jellemző kitermelési tényező;
$k_{\ddot{u}}$ a fúrólyukas ásványtermelés önköltsége, Ft/t;
$k_{\acute{e}}$ adott ásvány egységnyi mennyiségének eladási (világpiaci) ára, [Ft/t].

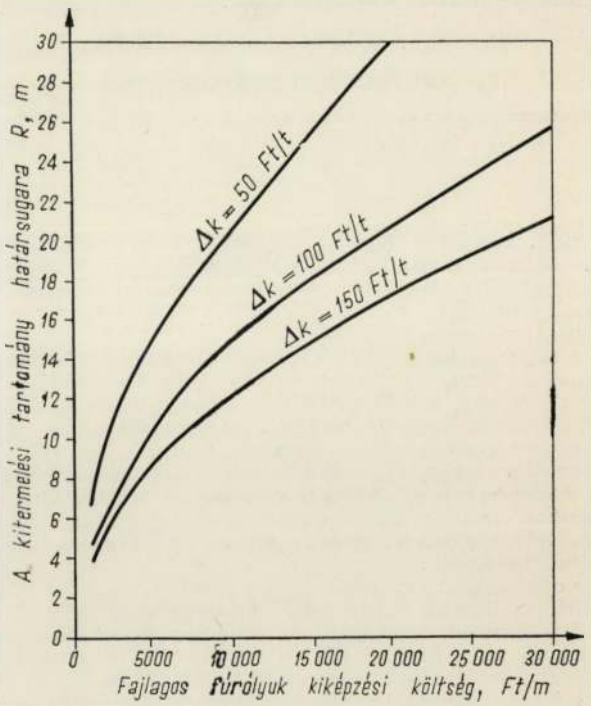
A bevételek és kiadások egyenlőségének feltételéből a fúrólyukas kitermelés minimális hatósugara:

$$R_{\min} = \sqrt{\frac{(H+M)\cdot k_e}{\delta_f\cdot(k_{\acute{e}}-k_{\ddot{u}})}}, \quad \text{m}$$

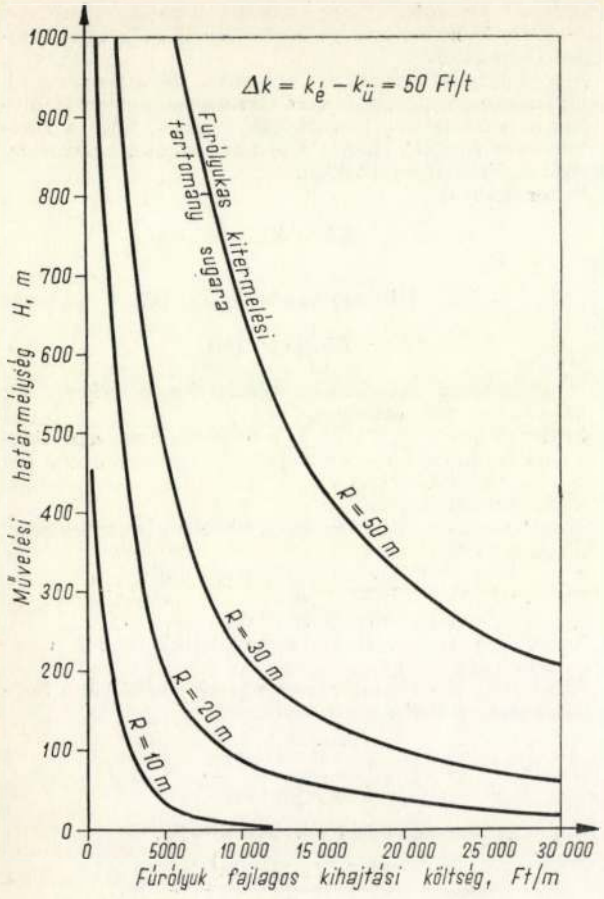
a maximális bányaművelési határmélység pedig:

$$H_{\max} = \frac{R^2\cdot\delta_f(k_{\acute{e}}-k_{\ddot{u}}) - M\cdot k_e}{k_e} \quad \text{m}.$$

Ezen egyszerű összefüggésekből jól látható, hogy a fúrólyukas szilárd ásványtermelés mindenképpen gazdaságos, ha a tényleges kitermelési hatósugárra és a művelési mélységre teljesülnek a következő egyenlőtlenségek: $R > R_{\min}$ és $H < H_{\max}$.



5. ábra
A kitermelési tartomány határsugarának változása a fajlagos fúrólyuk-kiképzési költség és az árbevétel függvényében



6. ábra
A művelési határmélység változása a nagy átmérőjű fúrólyuk fajlagos kihajtási költségének függvényében

Példa: A fúrólyukas hidraulikus kitermelés fő paramétereit a bauxitbányászatunkra nagyságrendileg reálisan jellemző következő alapadatokkal határoztuk meg.

$M = 20$ m; $\delta_f = 54$ t/m³; $k_ü = 250$ Ft/t;

$k_é = 300$ Ft/t; $k_e = 5000$—$30\,000$ Ft/m.

Egyszerű számítások alapján az *5. ábra* a fúrólyukas kitermelés hatósugarának változását szemlélteti a fajlagos fúrólyuk-kiképzési költség és az átvétel függvényében. A *6. ábra* pedig a gazdaságos művelési határmélység változását érzékelteti a kitermelési hatósugártól és a fajlagos fúrólyuk-kihajtási költségtől függően.

Befejezés

Megítélésem szerint az egyre szorítóbb földtani és környezetvédelmi körülmények között a hagyományos bányaművelési módszerek (külfejtés, mélyművelés, víznívó alóli kitermelés) mellett vagy helyett, illetve azokkal kombináltan egyre nagyobb szükség van a fúrólyukas kitermelési technológiai rendszer bevezetésére a nagymélységű szilárd ásványlelőhelyek gazdaságos és biztonságos kinyerése érdekében.

A fúrólyukas technológiai rendszer már ma sokoldalúan szolgálja a szilárd ásványbányászatot a kutatástól a nagy átmérőjű aknák, vágatok kihajtásáig és a szellőztetéstől a vízmentesítési, illetve bányamentési feladatok megoldásáig. Önálló ásványtermelő rendszerként való széles körű elterjesztése azonban, szinte bizonyosan csak akkor fog bekövetkezni, ha a szénhidrogén-bányászat a maga sajátos műszaki-tudományos eredményeivel és berendezéseivel bevonul a szilárd ásványlelőhelyek kitermelésébe. Őszintén remélem, hogy ezen legutolsó megállapítás nemcsak óhaj marad, hanem mihamarabb gyakorlatilag is megvalósul.

IRODALOM

[1] *Arensz, V. Zs.:* Geotehnologicseszkie metodü dobücsi poleznüh iszkopaemüh. Izd. „Nedra" Moszkva, 1975.
[2] *Aplan, F. F.—McKinney, W. A.—Pernichele, A. D.:* Solution mining symposium. Society of Mining Engineers. AIME, New York, 1974.
[3] *Meyer, H.—Hartmann, L.:* Geotechnologische Verfahren der Rohstoffgewinnung—Werkstoffgewinnung durch Auflösung und Auslaugung. Freiberger Forschungshefte A 573, 1977. S. 218.
[4] *Zambó J.* és mtsai: Geotechnikai bányaművelési módszerek alkalmazási lehetőségei hazai szilárdásvány-előfordulásaink kitermelésére. Kutatási zárójelentés. NME Bányaműveléstani Tanszék, Miskolc, 1975.
[5] *Zambó J.* és mtsai: Fúrólyukas bauxitkitermelési módszer. Kutatási zárójelentés. NME Bányaműveléstani Tanszék. Miskolc, 1977.
[6] *Patvaros J.:* Új típusú bányászati technológiai rendszer alkalmazási lehetőségei hazai bauxit-előfordulásaink kitermelésében. NME Közleményei, I. sorozat, Bányászat, 22/1976 k. *2—4.* füzet. p. 237—251.
[7] *Patvaros J.:* Geotechnikai (fúrólyukas) bányaművelési módszerek alkalmazási lehetőségei ércelőfordulások kitermelésére. BKL Bányászat *9* 589—598 (1976).
[8] Szerzői kollektíva: Ásványi nyersanyagok geotechnikai és geokémiai termelési módszerei. OMFB-tanulmány, 1976.
[9] *Patvaros J.:* A víznívó alóli fúrólyukas hidraulikus bauxittermelés összehasonlító műszaki-gazdasági vizsgálata. MTA X. Osztályának Közleményei, Geonómia és Bányászat *3—4* 245—252 (1976).
[10] *Patvaros J.:* Geotechnikai bányaművelési módszerek alkalmazhatósága ásványi erőforrásaink hatékonyabb kiaknázására. Akadémiai kutatási pályázat, 1978.
[11] *Roberts, A.:* Geotechnology. An introductory text for students and engineerings. Pergamon Press, Oxford—New York, 1977. 347 p.

EGYESÜLETI HÍREK

Szakosztályi vitaülés és IGB-ülés Nagykanizsán

1978. augusztus 18-án az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának a Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalatnál működő Olajbányász és Ipargazdasági Szakcsoportja szakosztályi vitaülést tartott Nagykanizsán, a Hevesi Sándor Művelődési Ház Kamara termében.

A közös rendezvényen részt vettek az Ipargazdasági Bizottság tagjai, a megye, a város párt- és államigazgatási vezetői, külföldi vendégek, a NIM, az OKGT, a nagykanizsai, a siófoki és a szolnoki csoport képviselői, összesen mintegy 100 fő.

A vitát *Lájer László*, a szakosztály IGB delegáltja vezette. A vitaülés anyagát, **Egy tröszti vállalat (a nagykanizsai Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat) működése a vállalati törvény tükrében,** előzetesen írásban megkapta minden résztvevő. A kiadott írásos anyaghoz *Trombitás István,* a KFV igazgatója fűzött szóbeli kiegészítést.

Korreferáltak: dr. *Zakó Vilmos* (NKFV), *Chytyl László* (GOV), és *Haraszti Kálmán* (NKFÜ) igazgatóhelyettesek.

A vállalati törvény végrehajtásából adódó gyakorlati tennivalók irányát az MSZMP KB 1977. október 20-i határozatából kiindulva dr. *Trethon Ferenc*, az IGB elnöke vázolta.

Felhívta a figyelmet azokra a belföldi és külgazdasági változásokra, amelyeket a tröszti vállalatok csak közvetve, belső irányítási rendszerükön keresztül érzékelnek. Erre is tekintettel kötelezettségük, hogy mind terveik kialakítása, fejlesztési feladataik meghatározása, mind szervezetük és irányítási rendszerük korszerűsítése összhangban legyen a tröszt központi irányelveivel, illetve utasításaival.

Lényegében a vállalatoknak olyan összehangolt elveket és módszereket kell közösen kimunkálniuk, amelyek egyrészt biztosítják a központi célok megvalósulását, a tervszerűség elsődlegességét, másrészt utat engednek a gazdálkodó egységek fokozódó és a gazdaságpolitikai célok teljesülését elősegítő aktivitásának.

Ezután dr. *Rieb László* NIM főosztályvezető-helyettes, majd dr. *Bán Ákos* vezérigazgató fejtette ki véleményét.

A szakosztályi vita *Lájer László* zárszavával ért véget, majd azt követően az Ipargazdasági Bizottság, meghívott résztvevőkkel, tartotta meg ülését dr. *Trethon Ferenc*, az IGB elnökének vezetésével.

Augusztus 19-én, az Ipargazdasági Bizottság tagjai, az OKGT és a KFV vezetői üzemlátogatáson vettek részt a KFV Bázakerettyei Üzemében, ahol megtekintették a szén-dioxidos másodlagos művelési eljárás üzemelő létesítményeit.

Ezt követően a KFV gazdasági, politikai és társadalmi vezetőivel történő konzultációra került sor, majd az IGB-ülés a vállalat műszaki-gazdasági tevékenységét ismertető előadással ért véget.

Jászberényi Zsombor

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1978. ÉVI

TARTALOMMUTATÓJA

I. ÖNÁLLÓ SZAKCIKKEK TÉMAKÖRÖK SZERINT

KUTATÁS, GEOLÓGIA, GEOFIZIKA

	Folyóiratsz.	Oldalsz.
CSATH B.—IHAROS M.: Kincstári szénhidrogén-kutató fúrás Tiszaörs határában	3	83
CSATH B.: Adalékok a hévízkutatás történetéhez	12	371
DIVÉKY A.—KOMLÓSI ZS.—TILESCH L.: Agyagos, tagolt homokkő szénhidrogén-tárolók teleptani értékelése az algyői Szeged 3. telep példáján	4	103
JESCH A.: Az ötvenéves mélyfúrási geofizika legújabb fejlődéséről	2	45
MOLNÁR J.: A műrevalósági minősítés számbavételi egységeinek megválasztása	7	216

FÚRÁS

ALLIQUANDER Ö.: A mélyfúrási technológia ma, és a jövő követelményei	2	40
ARNOLD, W.: A sekély és nagy átmérőjű fúrástechnika mai helyzete és eredményei	2	44
BALÁZS J.—GILICZ B.—MOLNÁR J.: Az invert emulziós iszap kidolgozásának előzményei Magyarországon	6	161
BALLA I.—TATÁR A.: Az irányított ferdefúrások műszaki fejlesztése	10	300
BARABÁS L.: Fúrási költségek csökkentésének lehetőségei	1	7
CSABA J.—PÁL ZS.: Mélyfúrások optimalizálása	5	142
CSABA J.—MAGYAR M.: A túlnyomásos formációk előrejelzése sürgető feladat	11	326
DOBAY P.—ŐSZ Á.: Rotari tömlők alkalmazása a fúrási gyakorlatban	4	114
JONES, M. R.: A kitörésgátló-eszközök fejlesztési irányai	12	357
KISS LÁSZLÓNÉ: Az éves fúrási tevékenység tervezése a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzemnél	12	367
ORLOV, A. V.: Eljárások mélyfúrások optimalizálására	12	353
PÁL ZS.: Optimális fúrási hidraulikai program tervezése	1	23
PÉTER R.—MAGYAR J.: Teljes folyadékveszteséges fúrás Nagylengyelben	2	60
SPÖRKER, H.—KRÖLL, A.: A Bécsi-medence nagymélységű fúrási terveinek földtani és fúrástechnikai optimalizálása	9	277
SZEPESI J.: A szűrődés jelensége és mérésének lehetősége a rotari fúrási technológiában	9	282

TERMELÉS, ELŐKÉSZÍTÉS

AUGUSZTIN J.—FERENCZY I.—KRISTÓF M.—KUHN T.: A gáz—olaj határi vízbesajtolás vizsgálata az algyői mező bázistelepeiben	6	167
BORBÉLY PÁLNÉ—JANKOVICS GY.—KRÉBESZ A.: A portábilis földgáz-előkészítő berendezések építési és üzemi tapasztalatai	8	227
FERENCZY I.—NÉMETH E.—TRÖMBÖCZKY S.—KUHN T.: A szén-dioxidos művelés tervezésének sajátosságai az algyői mezőben	11	321
GOMBOS Z.—SZÁNTHÓ ILONA—VOLL L.: A szénhidrogéntelepek a priori kihozatalának meghatározása	5	129
†GYULAY Z.—KASSAI L.: A jövő: a másodlagos és harmadlagos termelési módszerek	2	52
HORNYOS J.: Repedezett-porózus tárolók művelési lehetőségei	10	307
KASSAI L.: Vizsgálatok a micellás olajkiszorítás alkalmazásához	7	212
LAKATOS I.: Termelőkutak kezelése vízoldható polimerekkel	1	2
LÁNYI T.—KÓS Á.—PIKÓ J.: Rétegkezelések — rétegrepesztések üzemi tapasztalatai	11	330
MIKA GY.—PACZUK L.: Örvénykamrás földgáz-szeparálási kísérletek eredményei 2. r.	8	233
MUNKA MARGIT: Polimeres kőolaj-kiszorítás vizsgálatára alkalmas modellek összehasonlítása	1	13
PÁPAY J.—GUNDEL ILONA: Kút körüli, kétfázisú áramlás szimulációja félig implicit, szimultán megoldású numerikus modellel	10	310
SZABÓ J.: Sikeres rétegrepesztések a petesházi miocén korú gáztelepekben	9	285
SZEGEDI I.: Számítógépes folyamat-ellenőrző és termelési adatfeldolgozó rendszer az NKFV Szegedi Üzemében	3	74
TAKÁCS G.: A ma és holnap olaj- és gázkútjai	2	54
TAKÁCS G.—PAPP I.: Dinamométerdiagramok értékelése kisszámítógéppel	3	65
TÓTH B.: Zavarszűrési módszerek alkalmazása a pulzációs hidrodinamikai interferenciavizsgálatok értelmezésében	5	147

FELDOLGOZÁS

BARTHA L.—CENKVÁRI I.—PÉCZY L.: Motorolajok detergens-diszpergens adalék anyagainak hatásvizsgálata	5	135
GERŐ J.: Modulrendszerű típus hőcserélők	8	240

SZÁLLÍTÁS, TÁROLÁS

BACSKAI A.—ERDÉLYI JÁNOSNÉ: Csővezetékek falvastagságának statisztikus értékelése	3	78
BÁLINT V.—TURKOVICH GY.: A szénhidrogének gyűjtésének, előkészítésének és szállításának újabb irányai	2	56
BÉRES DEÁK L.: Válasz dr. Falk Richárd hozzászólására	9	287
DARÁS I.—BORISSZA J.—KOMORNOKI L. P.: A Szeged körzetében termelt olajok csökkentett költségű távvezetéki szállítása	10	314
FALK R.: Hozzászólás Béres Deák László tanulmányához (előzm.: Kőolaj és Földgáz 1977. 9. és 10. sz.-ban)	4	125
FALVAY K.: Két korszerű terméktároló és elosztó telep	8	236
MAJOR S.: Lezárt csővezetékben levő folyadékok hőtágulása napsugárzás hatására	8	247
MANGE, E. A. O.: Acélcsövek és csővezetékek korrózióvédelme	6	179
RÉCZEI G.: Folyékony szénhidrogéneket szállító csővezetékek környezetvédelmi problémái	6	182
SZILAS A. P.—NAVRATIL L.: Pszeudoplasztikus kőolaj csökkent hőmérsékletű oldószeres szállításának gazdaságossági inverziója	4	97
ZOLTÁN GY.: Fázishatárfelület-változások energiaigénye a föld alatti gáztárolásban	6	173

BIZTONSÁGTECHNIKA

HERTER R.—BODA I.: A fáklyák és a fáklyarendszerek biztonságtechnikai rendeltetése a kőolaj- és gáziparban	8	230

GAZDASÁGI ÉS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

ALLIQUANDER Ö.: Az első évtized után	1	1
ANTAL L.—CSÁKÓ D.: A hazai földgáztermelés, -előkészítés, -tárolás helyzete és várható fejlődése	10	289

JELENTKEZÉSI LAP

JELENTKEZÉSI HATÁRIDŐ
1979. március 15.

17. VÁNDORGYŰLÉS
PÉCS
1979. augusztus 24—26.

A JELENTKEZÉSI LAP
két példányát kérjük küldje az alábbi címre:
OMBKE KŐOLAJ-, FÖLDGÁZ ÉS VÍZ SZAKOSZTÁLY
1368 Budapest, Pf. 240.
VI. Anker köz 1. I. em. 101-105.

Név: .....

beosztás: .....

munkahely: .....

Cím: ☐☐☐☐ .....

Az alábbi szekciókban kívánok részt venni:

A ☐ MÉLYFÚRÁS

B ☐ SZÉNHIDROGÉN TERMELÉS

C ☐ SZÉNHIDROGÉN SZÁLLÍTÁS

D ☐ VÍZBÁNYÁSZAT

1. RÉSZVÉTELI KÖLTSÉGEK:

a) KONGRESSZUSI RÉSZVÉTELI DÍJ 600 Ft/fő
20/1973. PM. r. alapján ..... Ft

b) KIADVÁNY KÖTELEZŐ MEGVÁLTÁSA 570 Ft/fő ..... Ft

c) SZÁLLODAI ELHELYEZÉS (POTE-DIÁKSZÁLLÓ)
két éjszakára (VIII. 24—25.)
— egyágyas elhelyezéssel 600 Ft/fő ..... Ft
— kétágyas elhelyezéssel 490 Ft/fő ..... Ft

d) EBÉD augusztus 24—25—26-ára 80 Ft/fő/ ..... Ft

☐ Helyszínen kívánom befizetni.

Összesen: ..... Ft

A fenti ..... Ft-ot

HELYSZÍNEN ☐
ÁTUTALÁSSAL ☐ egyenlítem ki.

ÁTUTALÁST az alábbi címre kérjük 1979. július 1-ig.

MTESZ 232-90171-2494

e) HÖLGYPROGRAM, ill. KULTÚRPROGRAM augusztus 25-ére, vagy 26-ára 200 Ft/fő a helyszínen fizethető be. igen ☐

Kétágyas elhelyezés esetén szobámat ..... -val kívánom megosztani.

f) Hozzátartozó-kísérő díja, ugyanazon szolgáltatásokkal (szállás, fogadás, étkezés) mint a résztvevőké 1 500 Ft/fő. igen ☐

2. ÁLTALÁNOS TÁJÉKOZTATÓ:

— KÍSÉRŐ HOZZÁTARTOZÓ 1. f) szerinti költségét a HELYSZÍNEN kérjük befizetni. A szobafoglalást ezen JELENTKEZÉSI LAP-on kérjük bejelenteni.

— GÉPKOCSIVEZETŐ bejelentését KÜLÖN JELENTKEZÉSI LAP-on kérjük (akár név nélkül is), és az 1. c) alatti szállodai elhelyezés költségét kérjük ÁTUTALNI.

— ÁTUTALÁS esetén a túloldali pontos megjelölést kérjük.
CSOPORTOS ÁTUTALÁS esetén kérjük a NEVEK közlését is.

— LEMONDÁSI HATÁRIDŐ 1979. július 1.

Ezen határidő után az 1. a) és 1. b) DÍJAK megtérítését kérjük.

1979. augusztus 1. után történő lemondás esetén az 1. c) SZÁLLODAI ELHELYEZÉSI költség megtérítését is kérjük.

3. KÍSÉRŐ HOZZÁTARTOZÓ BEJELENTÉSE

Bejelentem ..... -t kísérőként.

Cím: .....

4. A JELENTKEZÉSI LAPOT 1979. március 15-ig a MEGADOTT CÍMRE KÉRJÜK BEKÜLDENI.

....., 1979. ..... hó ..... nap.

— OMBKE VÁNDORGYŰLÉS
SZERVEZŐ BIZOTTSÁG

1368 BUDAPEST Pf. 240.
VI. Anker köz 1—3.
Tel.: 423-943. Telex: 22-5369.

.....
aláírás

	Folyó-iratsz.	Oldalsz.
BÁLINT V.: 15 éves az OLAJTERV	8	225
ERDÉLYI GY.—SZALAY I.—BARTA S.: Számítástechnika a katódos korrózióvédelemben	3	87
KASSAY Á.: Az SI nemzetközi mértékegységrendszer bevezetése a kőolajiparban	7	193
MÉSZÁROS JÓZSEFNÉ—MÁNDY T.—GELENCSÉR JÁNOSNÉ: Az atomabszorpciós spektrofotometria néhány fémanalitikai alkalmazása a kőolajiparban	4	121
NOVOTNY L.: Nyomástartó edények ellenőrzése akusztikus emisszióvizsgálattal	8	243
PAULINA A.: A földgáz szerepe a szovjet energiamérlegben	11	337
POGÁNY L.—CSABA JÓZSEFNÉ: A szénhidrogénvagyon gazdasági értékelésének természeti paraméteres metodikája	5	152
SZEBÉNYI NOÉMI—DÉCSY Z.—BÉLAFINÉ RÉTHY KATALIN—KONCZ I.—KERÉNYI E.: Kőolajok és kőolaj jellegű kőzetextraktumok genetikai jellemzőinek meghatározása	12	362
ZÁCSFALVI F.—JÁSZBERÉNYI ZS.: A műrevalósági minősítés időszerű gazdasági kérdései	6	186

II. NÉVMUTATÓ

	Oldalsz.
ALBERT ÁGNES	252, 344
ALLIQUANDER ÖDÖN DR.	1, 40
ANGYALFFY GYÖRGY	348
ANTAL LAJOS	289
ARNOLD, WERNER DR.-ING.	44
AUGUSZTIN JÁNOS	167
BACSKAI ANTAL DR.	78
BALÁZS JÁNOS DR.	161
BÁLINT VALÉR DR.	56, 225, 276
BALLA IMRE	300
BÁNHIDI ISTVÁN	329
BARABÁS LÁSZLÓ	7
BARCSIK JÓZSEF	95
BARTA SÁNDOR	87
BARTHA LÁSZLÓ DR.	135
BÉLAFINÉ RÉTHY KATALIN DR.	362
BELHÁZY MIKLÓS	218
BENCZE GÉZA DR.	113
BÉRES DEÁK LÁSZLÓ	287, 379
BODA IMRE	230
BORBÉLY PÁLNÉ	227
BORISSZA JÓZSEF	90, 314
CENKVÁRI ISTVÁN DR.	135
CSABA JÓZSEF DR.	29, 30, 64, 89, 92, 94, 142, 159, 190, 218, 319, 326, 347, 349, 377
CSABA JÓZSEFNÉ DR.	152
CSÁKÓ DÉNES	134, 224, 254, 255, 289, 318
CSATH BÉLA	31, 83, 221, 371
CSELEY ALPÁR	329
CSETE JENŐ DR.	343, 351, 378
CZICZLAVICZ LAJOS	344
DALLOS FERENCNÉ	348
DARÁS ISTVÁN	314, 345
DÉCSY ZOLTÁN DR.	362
DIVÉKY ADORJÁN	103
DOBAY PÉTER	114
DORCSI GÉZA	29
DUICS JÓZSEF	27, 166
DURA KÁROLY	126
ERDÉLYI GYÖRGY	87
ERDÉLYI JÁNOSNÉ	78
FALK RICHÁRD DR.	125
FALUVÉGI PÉTER	350
FALVAY KÁROLY	236, 350
FERENCZY IMRE	167, 321
FÜZY ANTAL	250
GELENCSÉR JÁNOSNÉ	121
GERGŐ JÓZSEF	240
GILICZ BÉLA DR.	161
GOMBOS ZOLTÁN	129
GRÓF TAMÁS	316
GUNDEL ILONA	310
†GYULAY ZOLTÁN DR.	52
HAJDÚ LAJOS	2. sz. B-4, 158
HANGYÁL JÁNOS	2. sz. B-4
HANNÁK VILMOS	126
HEINRICH JÓZSEF	64, 120
HELVEI FERENC	189
HERTER RÓBERT	230
HORNYOS JÁNOS DR.	307
HORVÁTH DÉNES	172
HORVÁTH ISTVÁN	250, 379
HORVÁTH JENŐNÉ	373
IHAROS MIKLÓS	83
IMRE MIHÁLY	381
JANKOVICS GYÖRGY	227
JÁRAI ANTAL	32
JÁSZBERÉNYI ZSOMBOR	186
JESCH ALADÁR	45
JONES, M. R.	357
JUHÁSZ BORBÁLA	379
KASSAI LAJOS	52, 189, 212, 254, 341, 351, 375, 377
KASSAY ÁRPÁD	193
KERÉNYI ERVIN DR.	362
KISS LÁSZLÓ	347
KISS LÁSZLÓNÉ	367
KOMÁROMI JÓZSEF	299, 345
KOMLÓSI ZSOLT	62, 103, 219
KOMORNOKI LÁSZLÓ PÉTER	29, 33, 90, 314
KONCZ ISTVÁN	362
KOÓS ATTILÁNÉ	373
KÓRÓDI MIHÁLY	253, 317
KÓS ÁRPÁD	330
KRÉBESZ ANDRÁS	227
KRISTÓF MIKLÓS	167
KRÖLL, ARTHUR	277
KUHN TIBOR	167, 321
LAKATOS ISTVÁN DR.	2
LÁNYI TIBOR	330
MAGYAR JÓZSEF	60
MAGYAR MIKLÓS	326
MAJOR SÁNDOR	247
MÁNDY TAMÁS	121
MANGE, EMILE A. O.	179
MEDVÉS IVÁN	374
MÉSZÁROS JÓZSEFNÉ	121
MIKA GYÖRGY	233
MOLNÁR JÁNOS	216
MOLNÁR JÁNOS DR.	286
MOLNÁR JENŐ	161
MUNKA MARGIT	13
MUNKÁCSI ZOLTÁN	30, 33
NAGY SÁNDOR	189
NAVRATIL LÁSZLÓ	97
NÉMETH EDE	321
NÉMETH GUSZTÁV	221
NOVOTNY LÁSZLÓ	243
ORLOV, A. V.	353
ŐSZ ÁRPÁD	114, 222, 251, 299, 345
PACZUK LÁSZLÓ	233

Oldalsz.

PÁL ZSOLT 23, 93, 95, 142, 158, 253, 350
PANTÓ DÉNES 257
PÁPAY JÓZSEF DR. 310
PAPP ISTVÁN 65
PAULINA ANDRÁS 337
PÉCHY LÁSZLÓ DR. 135
PERVEIN TIBOR 306, 346
PÉTER RICHÁRD 60
PIKÓ JÓZSEF 330
PIPICZ VERONIKA 251
POGÁNY LÁSZLÓ 141, 152, 319
RAISZ ILDIKÓ 374
RÉCZEI GÉZA DR. 182
SCHALL ISTVÁN 102
SCHWENDTNER IMRE 222
SIMON TIBOR 379, 383
SPÖRKER, HERMANN 277
SZABÓ BÉLA 381
SZABÓ JÓZSEF 285
SZABÓ LAJOS 253
SZABÓ TIBOR 90
SZALAY ISTVÁN 87
SZÁNTHÓ ILONA 129
SZEBÉNYI NOÉMI 362

Oldalsz.

SZEGEDI ISTVÁN 74
SZEGESI KÁROLY 22, 63, 2. sz. B-3, 82, 94, 102, 127, 146, 151, 157, 158, 159, 160, 188, 191, 220, 221, 229, 253, 254, 255, 284, 299, 313, 317, 351, 356, 361, 370, 375, 377, 378
SZEKÉR ISTVÁN 127
SZEPESI JÓZSEF DR. 86, 282, 349
SZILAS A. PÁL DR. 97
TAKÁCS GÁBOR DR. 54, 65
TATÁR ANDRÁS 28, 146, 221, 300
TERSÁNSZKY BALÁZS 252
TIBORC LÁSZLÓNÉ 383
TILESCH LEÓ 103
TÓTH BÉLA 147
TÓTH JÁNOS 63
TÓTH SÁNDOR 380
TÖRÖS MIHÁLY 381
TROMBITÁS ISTVÁN 276
TRÖMBÖCZKY SÁNDOR 223, 321
TURKOVICH GYÖRGY 56
VAJTA LÁSZLÓ DR. 378
VOLL LÁSZLÓ 28, 129
ZÁCSFALVY FERENC 186
ZOLTÁN GYŐZŐ DR. 173

III. HÍREK, KÖZLEMÉNYEK, NEKROLÓGOK

SZEMÉLYI HÍREK

Oldalszám: 29, 189, 378

EGYESÜLETI, SZAKOSZTÁLYI, SZERKESZTŐ BIZOTTSÁGI HÍREK

Oldalszám: 64, 89, 92, 95, 102, 120, 141, 146, 158, 253, 318, 319, 329, 341, 347, 348, 383

EGYETEMI HÍREK

Oldalszám: 86, 349, 351, 378

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Oldalszám: 28, 29, 32, 90, 158, 172, 221, 222, 223, 250, 251, 252, 299, 306, 316, 317, 344, 345, 346, 347, 374, 379, 380, 381

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Oldalszám: 27, 31, 62, 95, 126, 218, 219, 286, 350, 373, 383

A KŐOLAJ-FELDOLGOZÁS HÍREI

Oldalszám: 127, 189, 381

MÚZEUMI HÍREK

Oldalszám: 63, 113

HAZAI MŰSZAKI LAPSZEMLE

Oldalszám: 30, 64, 94, 159, 190, 218, 319, 349

KÖNYVISMERTETÉS

Oldalszám: 94, 134, 157, 343

KÜLFÖLDI HÍREK

Oldalszám: 22, 63, 2. sz. B-3, 82, 93, 102, 127, 146, 151, 158, 159, 160, 166, 188, 191, 220, 221, 224, 229, 253, 254, 255, 284, 299, 313, 317, 351, 356, 361, 370, 375, 377, 378

KÖZLEMÉNYEK

	Folyóiratsz.	Oldalsz.
Pályázati felhívás	2	B-4
	7	223
	9	284
Múzeumok pályázati felhívása	6	178
Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának XVI. Vándorgyűlése. Balatonfüred, 1977. szeptember 24—27.	2	33
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 66. küldöttközgyűlése. Szeged, 1978. március 10	9	257
Beszámoló az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1978. június 13-i elnökségi üléséről	11	341
Egyebekről	1	30
	2	62
	7	224
	9	276
		288
A Kőolaj és Földgáz 1977. évi tartalommutatója	2	47—50

NEKROLÓG

Oldalsz.

Langa P. Vilmos 221

Összeállította: Szegesi K.

A termálvízfúrások geofizikája*

KREMSZNER MIKLÓS

A tanulmány történeti összefoglalást ad a mélyfúrás-geofizikai kutatómódszerek hazai termálvízfúrásokban történt bevezetéséről. Áttekintést ad a módszerek alkalmazásának gazdasági előnyeiről és a mélyfúrás-geofizikai kutatómunka hazai alakulásáról. Összefoglalja és példákon mutatja be a termálvízkutató fúrásokban alkalmazott geofizikai módszereket és eszközöket.

Amikor a hazai termálvíz feltárásával kapcsolatos mélyfúrás-geofizikai kutatásokról beszélünk, nem feledkezhetünk meg arról, hogy rövid visszapillantást tegyünk a módszer bevezetésének időszakára.

A termálvíz feltárására mélyített fúrásokban az első karotázsmérésre 1953. december 1-én Hódmezővásárhelyen, a strandfürdői fúrásnál került sor. Ma már történeti emlékként őrizzük azt a szelvényt, amelyet az *1. ábrán* mutatunk be.

Ettől az időponttól kezdve rohamosan terjedt el a karotázsmódszer alkalmazása, és néhány év alatt elengedhetetlen velejárója lett a termálkútfúrásnak. Kezdetben csak ellenállás- és természetespotenciál-méréseket végeztünk, fokozatosan azonban mind több mérésfajta alkalmazására került sor.

A geofizikai vizsgálatok használatából származó gazdasági eredmények nehezen mérhetők, és ma már sokan megfeledkeznek azokról az előnyökről, amelyeket a mélyfúrási geofizikának köszönhetünk.

Hivatkoznunk kell *Bélteky Lajosnak*, a VITUKI nyugalmazott osztályvezetőjének 1959-ben közzétett cikkére, amely ötéves adatgyűjtés alapján megállapította, hogy a mélyfúrási geofizika bevezetése a vízkutatásban a fúrási sebesség növekedését, a vízadó szintek pontos meghatározását, ezen keresztül a vízhozam növelését eredményezte.

A műszeres rétegmeghatározás lehetővé tette a hosszabb előfúrásokat, a csőrakatok számának csökkentését, ami jelentékeny béléscső-megtakarítást hozott. A folyamatos magfúrás után — illetve azzal együtt —, a karotázsszelvények szolgáltatják a legtöbb felvilágosítást az átfúrt rétegsor földtani viszonyairól. Költségkihatásában azonban össze sem hasonlítható a két módszer, miután a karotázsmérés a magfúrás költségének csak töredék részét éri el.

Példaként említjük meg, hogy ha egy 1000 m-re tervezett fúrásban 700—1000 m-ig folyamatos magfúrással derítenék föl a vízföldtani viszonyokat, a magfúrási felár 492 900 Ft-ot tenne ki. Egy 2500 m-es kút alsó 500 m-es szakaszának magfúrási felára 6 039 000 Ft lenne.

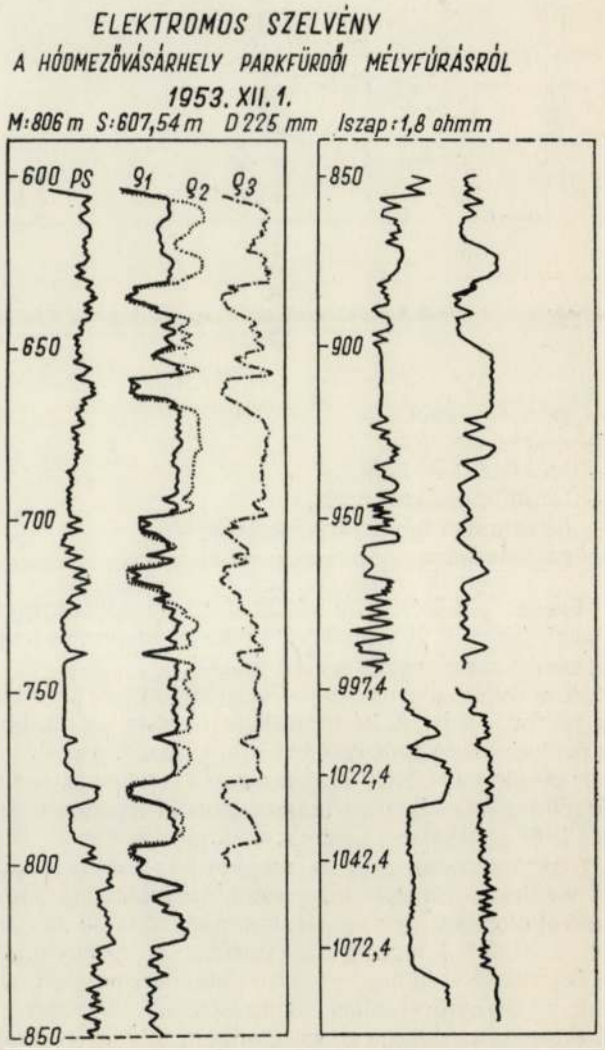
Ugyanakkor az 1000 m-es kút alsó 300 m-ében a termálkutakra előírt karotázsmérések költsége 33 000 Ft-ot, a 2500 m-es kút alsó 500 m-es szakaszának vizsgálata 53 800 Ft-ot tesz ki (1977. I. félévi árakon számolva).

A karotázsmérések alkalmazása a termálvízkutató fúrásokban néhány év alatt általánossá vált. 1953—1958-ig a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, 1959—1963-ig a Geofizikai Intézet és a Vízkutató és Fúró Vállalat, 1963-tól elsősorban a Vízkutató és Fúró Vállalat végezte a termálvízkutató fúrások ipari jellegű vizsgálatát.

Ez természetesen nem zárta ki azt, hogy esetenként az OKGT kutatási üzemeinek és az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalatnak geofizikai szolgálata is végezzen méréseket, akár ezen vállalatok által mélyített termálvízfúrásokban, akár mérési kapacitás hiányában a Vízkutató és Fúró Vállalat fúrásaiban.

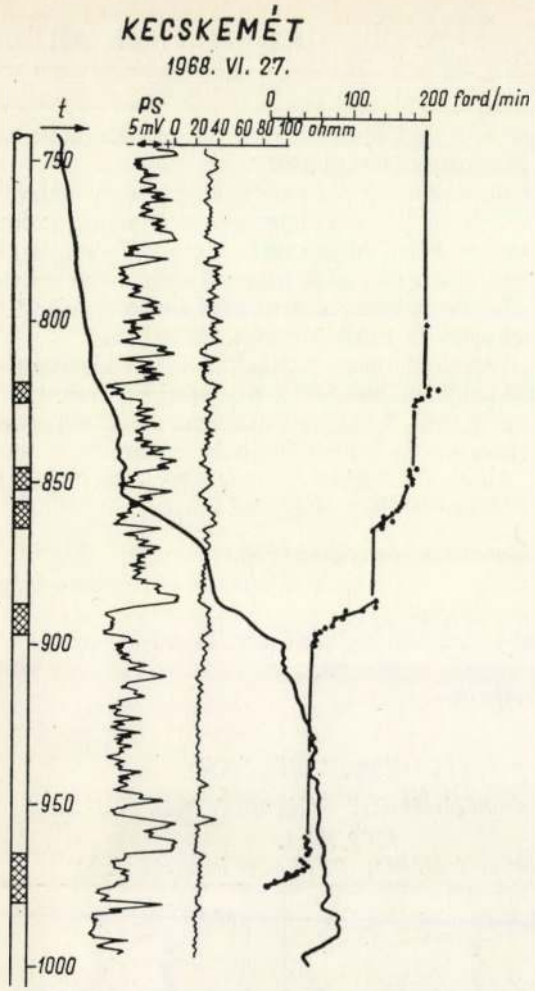
A termálvízfúrások vizsgálata során kialakult egy mérési program, amelyet a Központi Földtani Hivatal elnöke 9/1973 KFH utasításának II/2 szakasza a „Hévízkutató és feltáró fúrások" címszó alatt tartalmaz. Ennek értelmében a termálvízkutató fúrásokban a következő mérések elvégzése kötelező:

— természetes potenciál (PS),
— fajlagos elektromos ellenállás (potenciál- és gradiensszondával),
— mikrologszelvényezés (hasadékszelvényezés),
— természetes gamma,
— neutron—gamma,

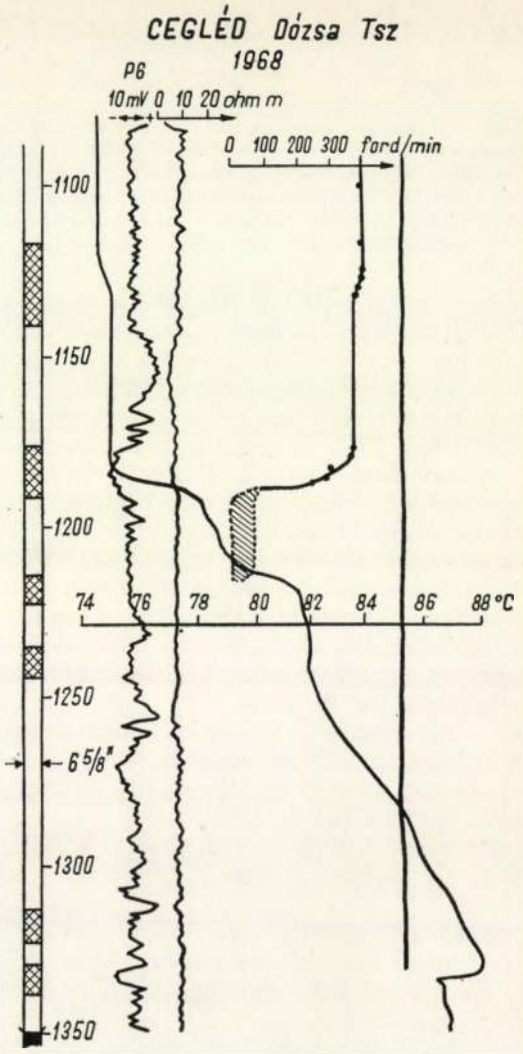


1. ábra
A hódmezővásárhelyi parkfürdői mélyfúrás elektromos szelvénye

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának XVI. vándorgyűlésén, Balatonfüreden, 1977. szeptember 26-án elhangzott előadás.



2. ábra
A beáramlási helyek kimutatása a kecskeméti fürdő hévízkútjában



3. ábra
A ceglédi Dózsa Tsz hévízkútjában felvett áramlási és hőmérsékletszelvény

— gamma—gamma,
— lyukbőségmérés,
— lyukferdeségmérés,
— talphőmérséklet-mérés,
— folyamatos hőmérséklet-szelvényezés,
— reométerezés.

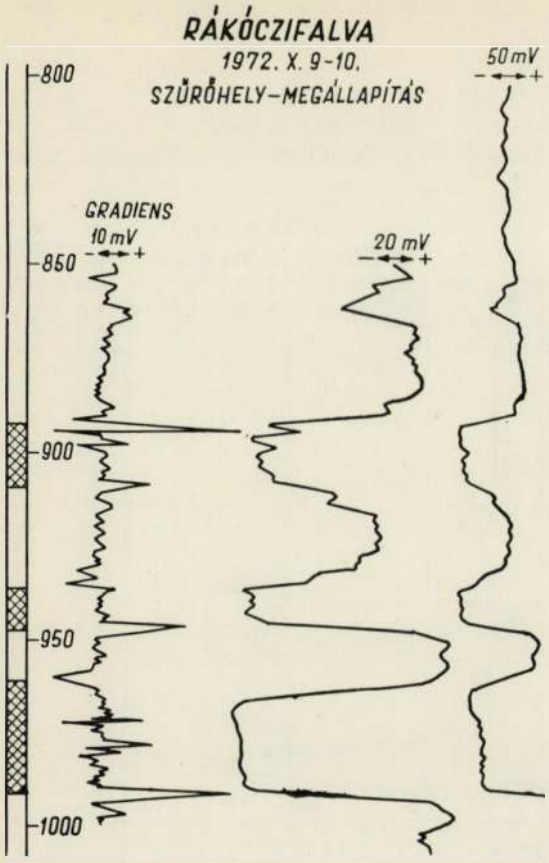
Ezeket a méréseket a hévízkutató fúrásokban évek óta elvégezzük. A vizsgálatok költsége általában a kútépítés költségének 5%-a alatt marad.

A mélyfúrási geofizika tevékenységi körébe tartozik a perforálás is. A hévízkutak termelésbe állításához a perforálást először 1954-ben alkalmazták. A perforálási munkát az OKGT nagykanizsai és szolnoki kutató- és feltáróüzemeinek perforálócsoportjai végezték 1954-től 1967-ig. 1968-tól kezdve a Vízkutató és Fúró Vállalat perforálócsoportja is megkezdte tevékenységét. A vízkutató fúrásokban, a szénhidrogén-kutató fúrásoktól eltérően, egy-egy alkalommal 100—150 métert, vagy ennél hosszabb szakaszokat is megnyitnak. Kézenfekvő volt, hogy e hosszú szakaszok megnyitásához füzérperforátorokat alkalmazzanak. A füzérperforátorok használata során azonban, miután gyakran több ezer lövést kellett egy kútban leadni, a hulladékképződés olyan mértékű volt, hogy az a megnyitást követő műveletek során a fúrószerszám megszorulását okozta. Ezért a merevtestű perforátorok alkalmazása vált általánossá.

A merevtestű perforátorok használatát tette szükségessé a gyakran igényelt kisebb mélységű rétegmegnyitás is, ahol a füzérperforátorok jobban veszélyeztették a csövezés épségét.

A perforálási költségek alakulása a vízkutatásban nem volt olyan kedvező, mint a karotázsmérések költségszintje. A hosszú szakaszok perforálása nagyon időigényes volt: a perforálási műveletek sokszor 8—10 nap várakozásra késztették a fúróberendezéseket. Ezért a fúrások műszaki szakemberei olcsóbb megoldást kerestek, amelyet az előre perforált csövek alkalmazásában találtak meg.

Az első kísérleti kútkiképzés előre perforált csővel a gyulai strandfürdői fúrásban, 1972-ben történt. A sikeres kísérletet követően a kutak alsó szakaszában a termelésbe állítandó rétegeket már nem perforálással nyitották meg. Természetesen, lecsövezett felsőbb szintek utólagos bekapcsolása ma is perforálással történik. Ugyanez vonatkozik a meddő szénhidrogén-kutató



4. ábra
Szűrőhely-megállapítás egy rákóczifalvi hévízkútban

fúrásokra is, amennyiben hévíztermelésre történő hasznosításukra kerül sor.

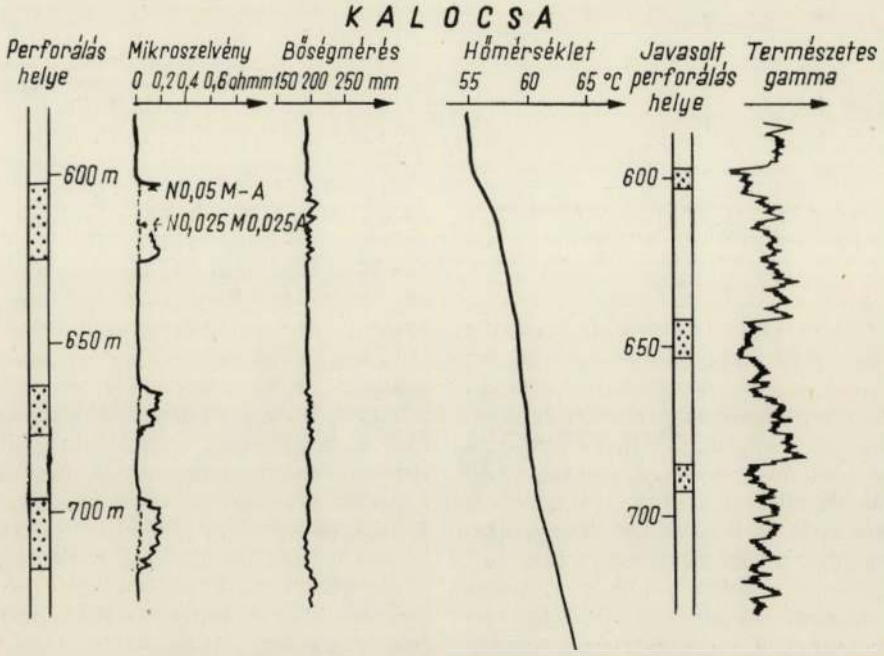
A mélyfúrás-geofizikai vizsgálatok alkalmazása azonban nem korlátozódott csupán közvetlen a fúrás után, béléscsövezetlen kutakban végzett vizsgálatokra. A hatvanas évek második felétől mind gyakrabban került sor a már termelésbe állított hévízkutakban különböző vizsgálatokra. Ezek közül elsőként a folyadékbeáramlási helyek meghatározására végzett méréseket kell megemlítenünk.

A *2. ábrán* a kecskeméti fedett uszoda kútjában 1968-ban végzett mérést mutatjuk be. Tájékoztatásul az ellenállás- és a PS-görbét is felrajzoltuk, amelyek alapján a szűrő beépítési helyének megállapítása történt. Az áramlásmérés és a hőmérsékletmérés görbéje egymás tükörképeként mutatja a beáramlási helyeket.

A *3. ábrán* a ceglédi Dózsa Tsz kútjában készült felvételeken az áramlásmérés jól mutatja, hogy a vízhozam legjelentősebb része az 1177—1192 m közötti szűrőzött szakaszból származik; kisebb része az 1117—1141 m közötti szűrőn lép a kútba. Az áramlási görbe alsó szakasza két szaggatott vonallal határolt vonalkázott területen folytatódik, jelezve, hogy az áramlásmérő küszöbérzékenysége pontosabb meghatározást nem tesz lehetővé. A termoszonda-felvételen 1215—1220 m között jelentkező erős hőmérséklet-csökkenés egyértelműen utal arra, hogy vízbeáramlás van a szűrőnél. A hőmérsékleti görbe meredek lefutása 1225 és 1236 m között azt mutatja, hogy az 1236—1245 m közötti szűrőn át is adnak vizet a rétegek. Az alsó szakaszban az 1300 m alatt levő szűrők termelése nem állapítható meg.

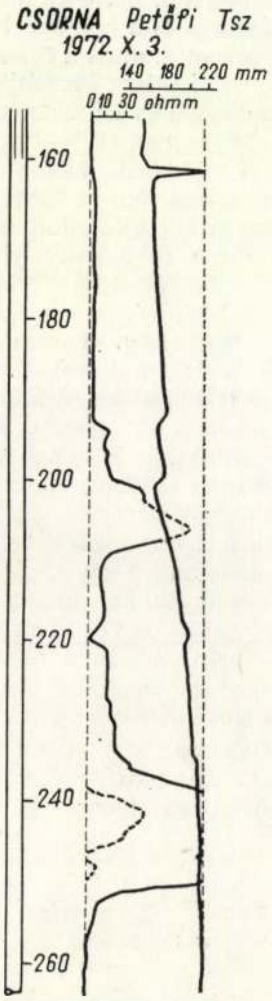
Gyakran merül fel igény a szűrők helyének meghatározására. A *4. ábra*, amely egy rákóczifalvi fúrásban készült, potenciálmérésekkel kimutatott szűrőhely-meghatározást mutat be. A vizsgálat egyértelműen igazolta a szűrők elhelyezésének helyességét. A mérések bizonyították, hogy a bekapcsolt rétegek gyenge vízhozamát nem a hibás szűrőzés okozta.

A perforált szakaszok kimutatását kérte a megrendelő a kalocsai kútban, amelynek szelvényeit az *5. ábrán* láthatjuk. A mikroszelvények jól mutatják a per-



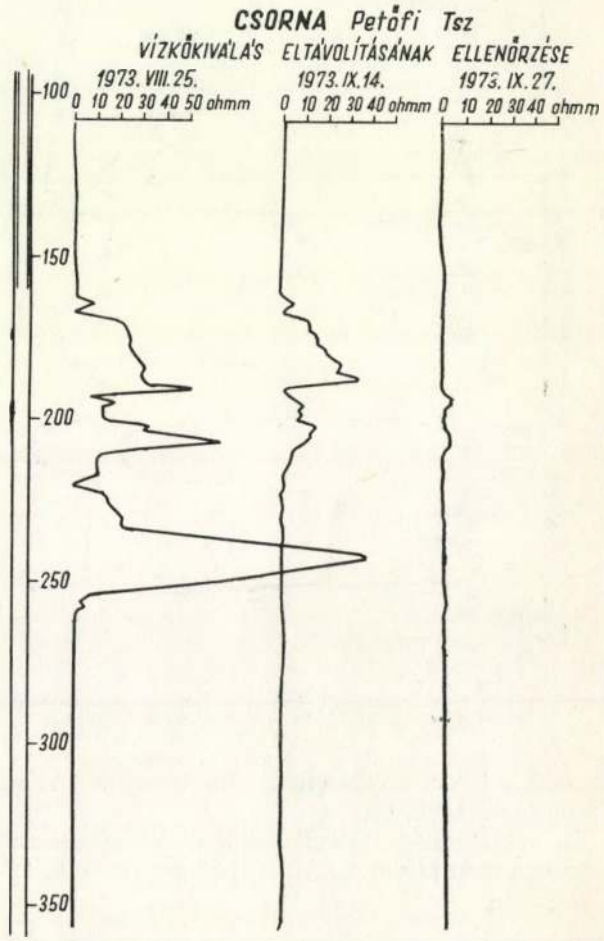
5. ábra
A perforált szakaszok kimutatása egy kalocsai hévízkútban

forált szakaszokat. A lyukbőségmérés igazolja a mikroszonda által kijelölt rétegnyitási helyeket, jelezve a robbantás hatására egyenetlenül megbővült csőszakaszokat. A folyadékbeáramlási helyekre a hőmérséklet-szelvény ad utalást, az alsó és felső szűrőknél jelentkező töréspontokkal. A természetesgamma-szelvény alapján került sor újabb rétegmegnyitási helyek kijelölésére.



6. ábra
A vízkőkiválásnak, majd a vízkő eltávolításának kimutatása ellenállás- és lyukbőségszelvények segítségével

A vízkőkiválás helyének meghatározására a csornai Petőfi Tsz kútjában készült vizsgálatokat mutatjuk be. A *6. ábra* az 1972-ben készült méréseket tartalmazza. A mérés során lyukbőség- és ellenállásmérést végeztek. Ezek mutatták ki, hogy a kútban 257 m-től kezdődik a vízkőkiválás. Az ellenállásszelvény, amely egy rövid potenciálszondával készült, a kiválás vastagságától független változásra hívja fel a figyelmet. Magyarázatot erre akkor tudnánk adni, ha sikerülne a különböző ellenállású szakaszokból mintát venni a vizsgálat céljából. A lyukbőségmérés jó képet ad a kiválás mértékéről. A csornai kútban a vízkőkiválás eltávolítása során több alkalommal is végeztünk vizsgálatokat abból a célból, hogy a savazás eredményességét lássuk. Egy ilyen mérési sorozatot mutat be a *7. ábra*. Az ábrán három egymást követő időpontban történt elektromosellenállás-mérés szelvényét rajzoltuk fel. Jól látható, hogy az első és második, valamint a második és a harmadik vizsgálat között a savazás mennyire volt hatékony és távolította el a képződött vízkövet.



7. ábra
A vízkőkiválás eltávolításának ellenőrzése a csornai Petőfi Tsz hévízkútjában

A termálkutak mélyfúrás-geofizikai vizsgálati anyaga az eddig felsorolt, egyes kutakra vonatkozó földtani vagy műszaki felvilágosítások, adatok szolgáltatásán kívül rendkívül alkalmas egy-egy terület (legyen az egy település, vagy akár egy tájegység nagyságú) földtani képének földtani szelvények formájában történő meghatározására. A karotázsmérések során kimutatott fizikai paraméterekben jellemzően tükröződnek a harántolt képződmények földtani sajátosságai, és így ezek a paraméterek igen alkalmasak az átfúrt rétegsorok földtani azonosítására és földtani metszetek készítésére. Ez az azonosítás szolgál alapul a víztároló komplexumok kiterjedésének, méreteinek, folyadékvezető képességének megállapításához.

A hévízfúrásokban készült mélyfúrás-geofizikai szelvények ilyen irányú felhasználására a közelmúltban megjelent *„Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere"* című kiadvány VII. kötetének mellékletei számos példát szolgáltatnak.

A MÁFKI és a magyar földgázbányászat

CSÁKÓ DÉNES

A közlemény beszámol a MÁFKI és az OKGT együttműködés keretében eddig kidolgozott témákról és ezek gyakorlati alkalmazásáról — bevezetéséről. Körvonalazza a további együttműködés keretében kidolgozandó legfontosabb problémákat, illetve feladatokat. Hangsúlyozza az együttműködés jelentőségét és fontosságát.

Az 1965 utáni időszakban a hazai kutatás, feltárási tevékenység eredményeként igen lendületes fejlődésnek indult a magyar földgázbányászat. Indokolt röviden összefoglalni, illetve bemutatni, mit értünk a magyar földgázipar elnevezésen. Az *1. ábra* blokkséma-vázlata mutatja be a főbb illetékességi köröket.

Ehhez az illetékességi körhöz illeszkedik a középirányítás szintjén az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT). Ennek három ágazati igazgatósága (bányászati igazgatóság, kereskedelmi igazgatóság, gázipari igazgatóság) közvetlen irányításával — kivéve a Fővárosi Gázműveket — működik a magyar földgázipar az egész országra kiterjedően. Magasabb szinteken — éppen az országos jelentőségre való tekintettel —, irányító szervezetek (OT, OEGH stb). koordinálják és irányítják földgáziparunkat, beillesztve azt a népgazdaság energiagazdálkodásának rendszerébe [1].

Részletesebben a földgázbányászati tevékenységről kell szólni ahhoz, hogy a címben jelzett téma jelentőségét bemutathassuk. A hazai földgázbányászatot az OKGT bányászati igazgatósága irányítja és koordinálja. E tevékenység keretében a következő fontosabb szakterületek munkájához szükséges feltételeket kell biztosítania:

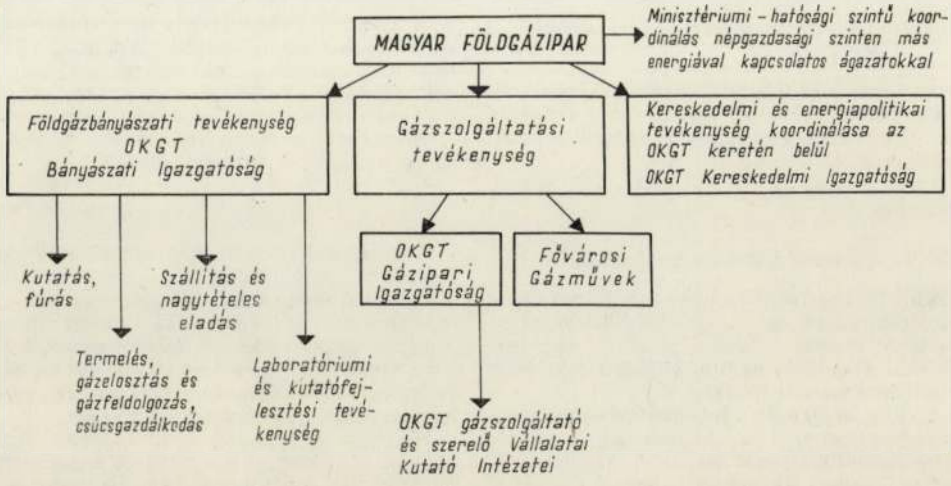
a) szeizmikus geofizikai előkutatás;
b) kutató és feltáró fúrások, lyukbefejezés, lyukkiképzés;
c) rezervoármérnöki tevékenység, műveléstervezés;
d) földgáztermelés és -gyűjtés;
e) gázelőkészítés, illetve gázfeldolgozás, cseppfolyós gázterméktermelés és készletgazdálkodás;
f) nagynyomású távvezetéki szállítás és elosztás, nagytételes földgázértékesítés, földgázimport-export és -tranzit tevékenység;
g) hazai földgázgazdálkodás, csúcsgazdálkodás, föld alatti gáztárolás és egyéb csúcskiegyenlítési eljárások, módszerek;
h) az előzőekben vázolt főbb feladatkörök teljes laboratóriumi kiszolgálása, adatszolgáltatások, tervezési előkészítések és próbaüzemeltetések bemérései, MEO jellegű szolgáltatás stb.

Látható, hogy a bányászati igazgatóság a földgázbányászati tevékenység teljes heterogén vertikumát átfogja, koordinálja és irányítja. A kormány által jóváhagyott Földgázfelhasználás Központi Fejlesztési Programjának végrehajtásában is jelentős feladatokat kellett ezen a szűkebb területen megoldani. Ezeket a feladatokat az iparág az illetékes tárcák közreműködésével sikeresen oldotta meg. Ezt legjobban a *2. ábra* érzékelteti, amelyen bemutatásra kerül a hazai földgázfelhasználás fejlődése az 1946—1980 közötti időben.

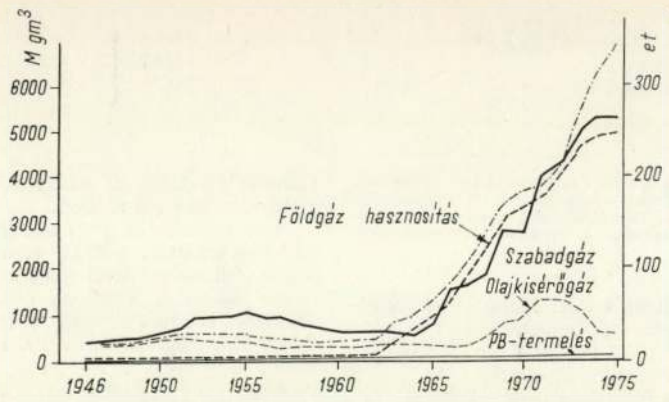
Az előzőek és az ábra alapján egyértelmű: rendkívül rövid idő alatt kellett az OKGT vertikumában felkészülni e szerteágazó, sok részterületet magába foglaló, számos határterületet érintő feladatkör hatékony ellátására. Különösen jelentős feszültségek adódtak az igények és az OKGT illetékes szakterületeinek lehetőségei között a *d)*, *e)* és *h)*-val jelzett területeken. Ennek feloldására 1970-ben az OKGT részéről dr. *Bán Ákos* vezérigazgató-helyettes és dr. *Csikós Rezső*, a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet (továbbiakban: MÁFKI) igazgatója hosszú távú keretszerződést írtak alá [2]. A keretszerződés célja volt: „megfelelő kapacitást biztosítani az üzembe lépő és már működő földgáz-előkészítő és -feldolgozó létesítmények technológiájának részletes vizsgálatára, a legkorszerűbb számítógépi szimulációs és analitikai módszerek alkalmazásával, a termelés közvetlen támogatása és a tapasztalatoknak való visszacsatolása céljából". Az akkori elgondolás helyességét az azóta eltelt időszak gyakorlata teljes egészében igazolta, és ezért a szerződést az V. ötéves tervidőszakra is meghosszabbították [3].

Indokolt ezzel kapcsolatosan kicsit részletesebben bemutatni e keretszerződést, hiszen jelentősége a hazai földgázbányászati ágazat fejlődésében kiemelkedő fontosságú volt, és eddigi tapasztalataink alapján a jövőben is az lesz.

1. A MÁFKI elvégzi a működő földgáz-előkészítő és -feldolgozó üzemek technológiai állapotának bemérését, és ezek alapján értékeli az egyes berendezések és egyben az egész üzem működését.
2. A MÁFKI elvégzi az üzembe lépő földgázüzemek ellenőrző méréseit a tervező és a kivitelező garanciális kötelezettségei teljesítésének megállapítása céljából.
3. A MÁFKI vállalja, hogy adott esetben az üzemi mért és számított adatok alapján műszaki indoklással ellátott technológiai fejlesztési javaslatokat dolgoz ki az egyes üzemek műveleti paramétereire, a készülékek kapcsolására, a műszerezésre és az üzemellenőrzés módosítására.
4. A MÁFKI részt vesz a létesítendő földgázüzemek technológiai terveinek bírálatában, munkaközi konzultációin, szükség esetén ellenőrző számításokat végez és javaslatokat tesz műszakilag indokolt módosítások bevezetésére.
5. A MÁFKI számítógépi módszereket dolgoz ki földgázüzemi műveletek (szeparáció, expanzió, desztilláció, abszorpció), részben az 1—4. pontban említett feladatok megoldására, másrészt pedig az üzemvezetés hatékonyságának növelésére. Az országos szintű, közgazdasági elemzésekre alkalmas, ún. gázmodell számítógépes programozását és rendszeres futtatását biztosítja.
6. A MÁFKI mintavételi és gázkromatográfiai elemzési módszereket dolgoz ki földgázüzemi anyagáramok összetételének



1. ábra



2. ábra
Földgáz- és gáztermék-termelés 1946—1975 között

meghatározására, az 1—4. pontban részletezett feladatok megoldása céljából.

Az együttműködés 8 éve alatt, 1977 végéig, a MÁFKI különféle megrendelésekre 28 témával foglalkozott és adott eredményeket ipari felhasználásra. Ezek jelentős hányada az iparban közvetlenül hasznosításra került. A tapasztalatok a tervezés és az üzemeltetés gyakorlatában a továbbiakban is értékesek lehetnek, ezért a vonatkozó jelentésanyagot tételes felsorolással hozzáférhetővé kívánjuk tenni [4].

1. A szanki földgázüzem komplex vizsgálatai

A témacsoport az üzem optimalizálásával és intenzifikálásával kapcsolatos lehetőségeket elemezte. A vizsgálatok hasznosítása lehetővé tette a 200 ezer gnm³/nap többlettermelés mellett megfelelő minőségű PB előállítását.

2. Nyersgazolin-stabilizálás az NKFV Egri üzemében

A téma a DK kompresszortelep rekonstrukciója során vetődött fel. Megvizsgálták az egyébként jelentős veszteségeknek egyszerű stabilizálással való csökkentési lehetőségét.

Hasznosítása: a jelentés alapján épült meg a jelenleg is üzemelő stabilizáló rendszer a DK kompresszortelepeken.

3. SZKFL-D üzemek komplex vizsgálata

„A témacsoport keretében az Olajterv által tervezett, nagy kapacitású, expanziós gázelőkészítő üzemek stabilizáló oszlopainak ellenőrző számításait végezték el, meghatározták a 800 ezer gnm³/nap többlettermelésre vonatkozó intenzifikálás feltételeit, az optimális munkapontot, és elvégezték a próbaüzemi garanciális vizsgálatokat."

A vizsgálati eredmények hasznosítása tette lehetővé a többlettermelést gázoldalon, és igazolta jelentős többletfolyadék-feldolgozás előfeltételeit.

4. Földgázipari anyagáramok mintavétele és összetétel-meghatározása

A téma keretében a mintavételi hely kialakítását, a mintázás módszerét, a megvett minta tárolását, kezelését és a vizsgálat gázkromatográfiás elemzésének matematikai, statisztikai értékelési módszerét dolgozták ki.

Hasznosítása: ennek alapján az NKFV—OGIL kidolgozott egy háziszabvány-sorozatot.

5. Az SZKFL gázüzemek optimális együttműködése

A téma az SZKFL 1974-ig üzembe állított egységei nekmaximális gazdasági eredményt célzó együttműködési feltételeit vizsgálja, és a kapacitások összehangolásával javaslatot tesz optimális együttműködési séma kialakítására. Módszert dolgoztak ki a PB-torony üzemvitelének irányítására.

Hasznosítása: A vizsgálat igazolta a folyadékfeldolgozó technológiával kapcsolatban bevezetett intézkedések helyességét, és szükségtelenné tette újabb PB-termelő kapacitás kiépítését. A BSB üzem eredetileg 75 t/nap kapacitású feldolgozó egysége 148—155 t/nap PB mennyiséget termel.

6. Gázszárító oszlop technológiai vizsgálata Battonyán

A téma keretében vizsgálták, hogy a kardoskúti nagynyomású CO_2 gázüzem feleslegessé vált, glikolos szárítótornya milyen feltétellel lenne alkalmas Battonyára.

7. Hazai földgázok He- és Ar-tartalmának meghatározása

A téma keretében hajdúszoboszlói dúsgáz, szanki gázsapkagáz, pusztaföldvári dúsgáz, pusztaföldvári-békés-szinti sapkagáz, algyői szabadgáz, algyői kísérőgáz és rákóczifalvi CO_2 gáz került bevizsgálásra, és kidolgozták a hazai gyakorlatban is alkalmas vizsgálati módszert.

8. Földgázipari elegyek fizikai-kémiai tulajdonságainak számítása I—II. (számítógépi programdokumentáció)

A téma keretében a földgáziparban előforduló anyagáramok fizikai-kémiai tulajdonságainak a nyomás, a hőmérséklet és az összetétel függvényében való számításához dolgoztak ki számítógépi programcsomagot.

Hasznosítás: a programokat kiviteli tervek készítésekor széles körben alkalmazták.

9. SZKFL D- és E-üzemek tervezett, mért és számított nyersgáz- és termékhozam-adatainak összehasonlító vizsgálata

Az SZKFL-rendszerben feldolgozott nyersgáz propán, bután és egyéb folyadékkomponensekben soványabb, mint azt korábban valószínűnek tartották. A közép- és hosszú távú termelési tervek készítéséhez fel kellett mérni a reális lehetőségeket.

Hasznosítása: a vizsgálat a termelés tervezéséhez megfelelő támpontot adott. Ennek alapján indítható az algyői gáztelepek aktuális generál művelési tervének felülvizsgálata.

10. A hújdúszoboszlói dúsgázüzem komplex vizsgálata

A témacsoport keretében a dúsgázüzem csökkentett kapacitással való stabilis működtetésére dolgoztak ki technológiai változatokat, amelyek a mező művelésének előrehaladásával lehetnek indokoltak. Technológiai módosítást dolgoztak ki a berendezéseken eddig nem gyártott izopentán termelésére.

Hasznosítás: az üzem az izopentán termelését bevezette, jelenleg B minőségű terméket állít elő.

11. Az SZKFL E-üzemek komplex vizsgálata

A témacsoport keretében elvégezték a szovjet tervezésű, nagy kapacitású földgázfeldolgozó üzemek próbaüzemi garanciális vizsgálatát, technológiai állapotfelmérését, matematikai statisztikai módszert dolgoztak ki a mérési adatok értékelésére és a mérési hibák csökkentési lehetőségeinek feltárására. Értékelték a technológiai berendezések működését, és számítógépi modellezéssel vizsgálták az energiafelhasználás csökkentésének és a termékválaszték bővítésének lehetőségeit.

Hasznosítás: a munka eredményeként megállapítható volt, hogy az abszorber, a deszorber és a regeneráló működésének módosításával a hűtő- és fűtőenergia igénye együttesen mintegy 30%-kal csökkenthető, *n*-pentán-alapanyagként felhasználható

gazolint lehet termelni, és megállapítható volt az üzem által a folyadékfeldolgozás módosítására bevezetett intézkedések hasznossága.

A felsorolás természetesen nem teljes, a reális képhez indokolt azonban számot adni a már folyamatban levő, ill. indítani tervezett legfontosabb témakörökről is:

— Inertgáz-hasznosítással kapcsolatos EGI kísérleti dúsítóberendezés bemérése Kardoskúton.
— Ebesi, kisújszállási, ferencszállási portábilis gázüzemek, valamint a sarkadkeresztúri és a kiskunhalasi gázüzemek garanciális bemérése.
— Butilénglikol alkalmazása a hazai gázüzemekben.
— „Földgázmodell" számítógépes programozása.
— Algyői olajstabilizáló cseppfolyós gáztermék termelésének, valamint a gázüzemek folyadékfeldolgozásának intenzifikálása.
— A hajdúszoboszlói, kardoskúti, pusztaedericsi föld alatti gáztárolók technológiájának komplex bemérése.
— Metanol- és metanol-furfurol elegyek használati lehetőségei a glikolok kiváltására.
— Örvénykamrás folyadékelválasztás, csavardetanderes technológiákkal kapcsolatos komplex bemérések.
— A földgázszagosítás szabványosításával kapcsolatos komplex feladatok.
— Gáztávvezetéki berendezések komplex bemérése, „szálló por" vizsgálatok.

Összefoglalás

Az OKGT és a MÁFKI között a földgázbányászat területén kialakult együttműködés rendkívül nagy jelentőségű, és mind az OKGT, mind a népgazdaság számára igen eredményes, hasznot hajtó tevékenység. A konkrét népgazdasági eredményen túlmenően, tudományos és technikai-technológiai fejlesztő hatása is számottevő. Nem hagyható figyelmen kívül továbbá az együttműködésnek az a rendszerező, szabványosító kihatása sem, amely különösen a laboratóriumi munkák területén konkrét eredményként jelentkezett, illetve jelentkezik [5].

Összességében tehát pozitívnak értékeljük mind iparági, mind népgazdasági szinten az együttműködést, amely nagymértékben járult hozzá a hazai földgázbányászat technológiai-technikai szintjének korszerűsítéséhez. Hazai földgázbányászatunk színvonala ma nemzetközileg elismert és számottevő. Tanúsítják ezt egyre korszerűbb létesítményeink, színvonalas újítások és szabadalmak, elismert tudományos-kutatási eredményeink. Az együttműködés jól példázza azokat a lehetőségeket, amelyet egy tudományos kutatóintézet és egy iparvállalat eredményes kooperációja nyújthat a népgazdaságnak. Az ilyen együttműködésnek további fenntartása és fejlesztése előnyös mind a MÁFKI, mind az OKGT részére, és várhatóan a további évek tapasztalatai — hasonlóan az eddigiekhez — pozitív igazolást fognak nyújtani.

IRODALOM

[1] *Csákó D.—Marsalkó G.:* Kőolaj- és földgázbányászat c. oktatófilm forgatókönyve. Bp., 1977.
[2] KE—16/70—1975. számú OKGT—MÁFKI keretszerződés. Budapest, 1970.
[3] 76—27—60—17—017/1976—1980. számú OKGT—MÁFKI keretszerződés, Budapest, 1976.
[4] Hivatkozott MÁFKI jelentésanyagok, Veszprém, 1970—1977.
[5] NKFV—VSZ—1, —2, —3, —4, —5, —6 háziszabvány-sorozata Szolnok, 1975.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Gázhálózatok matematikai modellezése

Az évről évre növekvő gázfogyasztási igények kielégítése, a jelentős terhelésváltozások kiegyenlítése és a nagyobb ellátási biztonság érdekében az országos távvezetékrendszert a vezetékszakaszok hurkosítása mellett nagy teljesítményű nyomásfokozó, nyomásszabályozó és gáztároló elemekkel kell bővíteni. Az egyre bonyolultabb hálózat fejlesztése során a tervezési munkában mind nagyobb szükség van a gyors és hatékony számítási eljárások alkalmazására.

A gázhálózatok hidraulikai számításánál alapvetően kétféle matematikai modell alkalmazható:

— állandósult gázáramlás szimulációja,
— időben változó paraméterek közötti gázáramlás leképezése.

Az utóbbi a valóságos viszonyokat általában jobban közelíti meg, azonban az elemzések konkrét céljától függően az állandósult modell alkalmazása gyorsabb s így gazdaságosabb lehet.

Az állandósult gázáramlás szimulációja alkalmas:

1. Adott terhelésnél és adott konfigurációnál
   — a hidraulikai paraméterek (csomóponti nyomások és terhelések, szakaszáramok, szakaszterhelési jellemzők stb.) kiszámítására;
   — a legkisebb energiaigényű szállítási rendszer (a szükséges vezetékkapcsolások, nyomásfokozás, -csökkentés stb.) meghatározására.
2. Annak vizsgálatára, hogy új vezetékek, kompresszortelepek üzembe lépése hogyan hat a rendszer hidraulikai paramétereire,
   — a lehetséges hálózatbővítési alternatívák közül a legkedvezőbb változat kiválasztására (kvázioptimum-pont keresésére),
   — a gépegységek számának, teljesítményjellemzőinek, ki- és bemeneti paramétereinek meghatározására.
3. Forrás, vezeték vagy kompresszor tartós kiesése esetén a szükséges korlátozásoknak, ill. annak meghatározására, hogyan elégíthetők ki az igények.
4. Adott konfigurációjú hálózat maximális szállítóképességének meghatározása adott korlátok mellett.

A gázhálózatok tranziens viselkedésének szimulációját az teszi szükségessé, hogy az országos gáztávvezeték-rendszernek igen jelentős gáztároló kapacitása van. A nagy vezetéktérfogat és a gáz összenyomhatósága miatt a fogyasztási csúcsidőszakban a rendszer kimeneti pontjain nagyobb lehet az elvétel, mint a bemeneti oldalon a betáplálás, a völgyidőszakban pedig a vezetékrendszer feltölthető. Többszörösen hurkolt rendszerben a hálózat tárolókapacitása és a fogyasztók közötti interferencia miatt a bemeneti és a kimeneti pontok között igen jelentős a kiegyenlítődés. Az áramlási irányok változtatásával, a nyomásszabályozók, valamint a kompresszorok üzemeltetésével a hálózat tárolókapacitása, ill. kiegyenlítő szerepe fokozható. A tranziensek figyelembevételével igen élethűen és körültekintően elemezhető a hálózat viselkedése. Erre, valamint gyakorlati alkalmazásának lehetőségeire a későbbiekben még visszatérünk.

A gázhálózatok matematikai modellezésére szolgáló számítógépes programok kidolgozása érdekében évekkel ezelőtt megindult kutató- és fejlesztőmunka eredményeként több intézményben is kidolgozták az állandósult áramlási körülmények mellett alkalmazható számítógépi programot. A gázhálózatok tranziens viselkedésének szimulációja ennél jóval bonyolultabb, de e programok kifejlesztése is jól halad, és a közeljövőben sor kerül a hazai gáztávvezeték-rendszerre való alkalmazására.

Megvizsgálva ezeket a fejlesztési eredményeket, két független — állandósult gázáramlást számító — program átvételét, ill. adaptálását határoztuk el. Az egyik az NME Olajtermelési Tanszékén a GOV megbízásából kidolgozott GFS—3 jelű program, míg a másik az MTA SZTAKI TREE—31 hálózatelemző programja.

A két program, szerkezetét és használhatóságát tekintve, — természetszerű azonosságok mellett is — igen jelentős mértékben különbözik egymástól. A TREE—31 kevés adatot igényel, a megkötések száma minimális, igen gyors futási idejük kiválóan alkalmas fejlesztési tervvariánsok számítására, de jelenlegi formájában nem képes közvetlenül figyelembe venni a kompresszorokat és a nyomásszabályozókat. A GPS—3 viszont célorientáltan az országos gáztávvezeték-rendszer állandósult állapotának számítására készült, és képes figyelembe venni a kompresszorokat és nyomásszabályozókat is. Pontossága a mérési adatokkal való összevetés szerint igen jó, amit több paraméter belső iterálásával ér el. Azonban a bemenő adatok nagyobb száma és néhány igen szigorú megkötés miatt nehezebben kezelhető.

Simon Tibor
okl. olajmérnök
(OLAJTERV, Budapest)

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztnél előforduló balesetek néhány jellemzőjének összehasonlító vizsgálata

NOVÁK JÁNOS

A tanulmány az 1971—1976 között történt baleseteket vizsgálja. Az összes üzemi baleset mellett külön elemzi az égéses sérüléseket. Módot nyújt az OKGT és más ágazatok mutatóinak összevetésére. Az OKGT-n belül kiemeli a gázipart, és külön vizsgálja ennek a területnek az adatait. A tanulmány számszerű értékelése módot nyújt a baleset-megelőző munka tervezéséhez és szervezéséhez.

A szocialista társadalomban a baleset-megelőzés célja túlnő a gazdasági problémákon. Nem közömbös számunkra az, hogy a dolgozó megsérült, hogy mikor tud családja körébe, munkahelyére visszatérni, figyelembe véve ezek társadalmi kihatásait is.

A balesetek előfordulásának mutatói közelebb visznek bennünket a baleset-megelőzés konkrét kérdéseihez. Ennek megfelelően ma már a legtöbb vállalatnál és iparágban, valamint a Szakszervezetek Országos Tanácsának szerveinél nemcsak a balesetek összegezett számszerű előfordulását vizsgálják, hanem kutatják a balesetek különböző típusainak előfordulási arányát, a balesetet okozó körülményeket és azokat a veszélyeket, amelyeknek feltárásával és elhárításával a balesetek száma csökkenthető.

Bieliczky a Kőolaj- és Gázipari Biztonságtechnikai Közleményekben a baleset-megelőzés kvantitatív elemzéséről szóló dolgozatában felhívja a figyelmet arra, hogy nemcsak a táppénzzel (munkakieséssel) járó baleseteket kell értékelnünk, amikor a baleseti megelőző tevékenység fő irányait és tartalmát megszabjuk. Gondot kell fordítani az úgynevezett „majdnem balesetekre", illetve azokra az esetekre, eseményekre, amelyek, baleseti szempontból veszélyhelyzetet teremtettek. Hivatkozik arra a jól ismert piramisra, amelyben egy halálos balesetre négy csonkolásos baleset, 200 egy—három napon belül gyógyuló baleset, 25 három napon túl gyógyuló baleset és e számoknak sokszorosát kitevő veszélyhelyzet szerepel. Ugyanilyen következtetésre jutott *Kádár* is a hadseregben, mint magas technikai szintű üzemben előforduló balesetek kivizsgálása során.

Kovács a Kőolaj- és Gázipari Biztonságtechnikai Közleményekben utal az időjárási tényezők és az üzemi balesetek előfordulási gyakoriságának kapcsolatára. Hangsúlyozza, hogy az ismert paraméterek vizsgálata, illetve azok összefüggése sok esetben nem magyarázza a balesetek gyakoriságának változását, ugrásszerű emelkedését, illetve csökkenését. Magyarázatként az időjárási frontok átvonulását hozza fel, és erre vonatkozó számításokat közöl.

Ezt, a nagyjából általánosan elfogadott álláspontot nem tudtuk a vizsgálat körébe bevonni, mivel az OKGT és a tárgyalt iparágak vállalatai az ország területén olyan elszórtan helyezkednek el, hogy csak az országos meteorológiai adatok lennének alapnak tekinthetők. Másfelől 6 évre visszamenő adatok gyűjtése — az egészségügyi intézményekben szerzett tapasztalatok szerint, amelyek az előforduló műtéti szövődményekre vonatkoznak *(Láng)* — nem állna arányban a kapható eredménnyel

1. táblázat

Az üzemi balesetek következtében történt halálozás

Év	Halálozási arány, %	
	összes üzemi baleset	üzemi égések
1971	0,32	0,91
1972	0,27	0,60
1973	0,30	0,73
1974	0,26	0,44
1975	0,25	0,49
1976	0,31	1,13
A 6 év átlaga	0,29	0,71

Annyit bizonyosra vehetünk, hogy az időjárási tényezőket is — egyelőre számszerű értékelés nélkül — a baleseti előfordulás vizsgálatánál figyelembe kell venni.

A sérülések testtáji vizsgálatánál nem elégedhetünk meg az általános eloszlásból levont következtetésekkel. Az egyes baleseti típusokra nézve külön-külön meg kell állapítanunk, mely testrészek a legjobban veszélyeztetettek. Annak érdekében tesszük ezt, hogy a dolgozók oktatásában, a védőeszközök, védőberendezések felszerelésében a legnagyobb veszélyt magában rejtő tényezőket kikapcsolhassuk. A Tiszai Vegyi Kombinátban pl. 1964—1974 között 397 égési sérülés fordult elő *(Szilárd)*. A testtáji megoszlás vizsgálatából kitűnik, hogy a kéz sérülése az eseteknek több mint felét (55,4%-át) tette ki. Az égési okok megoszlását vizsgálva pedig azt látjuk, hogy a sérüléseket 70%-ban láng okozza. Ebből a két számadatból jól kitűnik, hogy az említett vállalatnál a dolgozóknak olyan védőkesztyűt kell viselniök, amely a keletkező lánggal szemben — figyelembe véve annak hőfokát és természetét — kellő biztonságot nyújt (ugyanakkor a munkát is lehetővé teszi). Ilyen részletes vizsgálathoz adatok nem álltak rendelkezésünkre.

Munkánkban az Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztben vállalatainál előforduló balesetek gyakoriságát, súlyossági mutatóját vizsgáltuk (összehasonlítva ezeket más iparágak adataival), és igyekeztünk meghatározni, hogy melyik ágazatnál fordultak elő leggyakrabban balesetek. Ezen belül különös figyelemmel kísértük az égési sérülések előfordulásának alakulását. Ezt indokolja az a körülmény, hogy az égési sérülések az összes baleset közül a leghosszabb átlagos táppénzt igénylik, gyakran járnak végleges rokkantsággal, és súlyosságuk is viszonylag magasabb, mint a mechanikai traumáké.

Példa erre, hogy a nehéziparban 1976-ban előfordult 35 428 baleset közül 109 végződött halállal (0,3%). Ugyanebben az évben 2480 égési balesetre a nehéziparban 28 haláleset jutott (1,13%). Az összes üzemi baleset 1971. évi 0,32%-os halálozási aránya 1976-ra is gyakorlatilag változatlan maradt (0,31%), és hat év átlagában 0,29%-ot tesz ki *(1. táblázat)*. Ugyanakkor az üzemi égések 1971. évi 0,91%-os halálozási aránya, átmeneti javulás után, 1976-ban 1,13%-ot tett ki, és a hat év átlagában több mint kétszerese (0,71%) az összes üzemi baleset halálozási arányának. Az üzemi égések előfordulási aránya ugyan csökkenő tendenciát mutat a nehézipar területén, országos méretekben azonban a tűzesetek száma jelentősen emelkedett *(2. táblázat)*.

2. táblázat

A tűzesetek száma Magyarországon

Év	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Tűzesetek száma	5819	5368	6741	5627	6094	7193
Az 1971. év %-ában	100	92	116	97	105	124

Megjegyzés: A KSH adatai szerint.

A *3. táblázatban* feltüntettük az üzemi balesetek között előforduló égések arányát. Láthatjuk a hároméves trend alakulásából, hogy lassú csökkenés következett be. A csökkenés viszonylag enyhe mértéke, véleményünk szerint, arra is visszavezethető, hogy az energiahordozók felhasználása és a kemizálás az iparban fokozódik és ez feltehetőleg ellensúlyozza a baleset-megelőzés különböző módszereiből fakadó baleseti szám csökkenését.

Az égéseknek az üzemi balesetek között tapasztalható enyhe csökkenése egyébként megfelel az összes (tehát üzemi és háztartási, közlekedési) balesetek között előforduló égések csökkenő arányának. Figyelmet érdemelnek az égési sérülések azért is, mert magának a balesetnek a körülményei jelentős morális hatást gyakorolnak a környezetre, és így — túl azon, hogy

3. táblázat

Az égési balesetek előfordulása
(országos adatok)

Év	Üzemi balesetből égés, robbanás stb.		Összes balesetből égés, robbanás stb.	
	%	3 éves trend	%	3 éves trend
1962	7,30		7,8	
1963	6,69	6,57	7,2	7,23
1964	6,02	6,40	6,7	6,77
1965	6,50	6,47	6,4	6,47
1966	6,90	6,83	6,3	6,47
1967	7,10	6,83	6,4	6,50
1968	6,50	6,80	6,8	6,80
1969	6,80	6,53	7,2	6,93
1970	6,30	6,70	6,8	7,07
1971	7,00	6,60	7,2	7,03
1972	6,50	6,70	7,5	6,97
1973	6,60	6,57	6,6	6,93
1974	6,60	6,57	7,1	6,87
1975	6,50	6,33	6,9	6,63
1976	5,90		5,9	

a dolgozók számára pszichés megterhelést jelentenek — a munkában fennakadáshoz vezethetnek.

Végül azért érdemelnek figyelmet az égési sérülések, mert a mechanikai sérülésekhez viszonyítva megelőzésük lényegesen könnyebb. Rendszerint nem az történik, hogy valamilyen mechanikai meghibásodás vagy más elháríthatatlan körülmény miatt éri a dolgozót termikus behatás. A baleset bekövetkezésének egyik fő tényezője az, hogy könnyelműségből nem ismerik fel a veszélyhelyzetet. Ez más balesetfajtánál ritkábban fordul elő.

Szilárd adatai szerint évente összesen 9000 égési üzemi baleset történik Magyarországon. Ha ezeknek nem is mindegyike igényel kórházi ellátást, a munkából való kiesés jelentős, mivel az egy égési balesetre eső munkaképtelen napok száma — számításaink szerint — 30—50 között mozog. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a kiesett munkanapok számánál lényegesen nagyobb jelentőségű az az ismert pszichológiai tény, hogy az égési sérülést szenvedett dolgozó a későbbi munkavégzésnél az elszenvedett égési sérülés emlékeinek felidézése kapcsán gyakran gátlásokkal küszködik. Ez újabb veszély forrása lehet.

Az üzemi balesetek előfordulásának és súlyosságának, halálozási arányának vizsgálata bonyolult feladat. A Központi Statisztikai Hivatal és az Egészségügyi Minisztérium évkönyveiben közölt adatok helyenként eltérnek egymástól. Az Egészségügyi Minisztérium (közlés szerint) a baleseti rokkantság, a kórházi ápolás és más egészségügyi intézményektől származó adatok alapján állítja össze az évkönyveit; a Központi Statisztikai Hivatal állítólag a Társadalombiztosítási Központtól szerzi be a számokat. Abból kiindulva, hogy a Központi Statisztikai Hivatal adatai a mérvadók, a számvetésnél és a következtetések levonásánál az utóbbi intézmény adatait vettük alapul.

A számvetést olyan módon igyekszünk az olvasó elé tárni, hogy maga is ellenőrizhesse a számított mutatókat, másfelől pedig az adatok felhasználásával módja legyen további következtetésekre. Ez az oka annak, hogy viszonylag sok táblázattal támasztjuk alá megállapításainkat.

Munkánkhoz a nehézipar, valamint a kohó- és gépipar ágazataival, illetőleg az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszttnél — ezen belül a gázipar üzemeiben — előfordult üzemi balesetek, üzemi égési sérülések abszolút számainak és a munkások létszámának közlése után kiszámítottuk az 1000 főre jutó balesetek számát (úgynevezett baleseti gyakoriság). Ezt az egészségügyi szakirodalomban *(Fülöp)* incidenciának nevezik és I-vel jelölik.

$$I = \frac{\text{események előfordulása (új esetek)}}{\text{populáció}} K$$

ahol K a populáció azon csoportja, melyre a baleseti gyakoriságot vonatkoztatjuk.

Számítottuk továbbá az egymillió munkaórára jutó balesetek számát. Ez bizonyos fokig hasonló eredményt ad, mint az 1000 munkásra jutó baleseti gyakoriság. Mégis jobban megközelíti a munkafolyamatok, munkahelyek veszélyességét, tekintettel arra, hogy a munkapad, az üzem technológiai berendezései mellett töltött idő az, amelyik végeredményben a veszélyeztetettség időszakát jelenti a dolgozóra nézve.

Az egymillió munkaórára számított baleseti előfordulás vizsgálata mellett szól, hogy az egyes iparágak, illetve azokon belül az egyes évek közötti különbségek pregnánsabban előtűnnek, mint a baleseti gyakoriság vizsgálatánál. Ezen a tényen az sem változtat, ha az egymillió munkaórára jutó balesetek arányának kiszámításánál egységesen évi kétezer munkaórát vettünk alapul, minthogy az összehasonlítási alap egyforma.

Itt jegyezzük meg, hogy a veszélyeztetett dolgozók számát a rendelkezésre álló adatok alapján nehéz meghatározni. A Központi Statisztikai Hivatal évkönyveiben egészen 1975-ig „munkáslétszám"-ról szólnak, ez azonban nem meríti ki a veszélyeztetettek számát. Azok a műszakiak, akik munkájuk során elkerülhetetlenül hosszabb-rövidebb időt töltenek a veszélyes területen, szintén a veszélyeztetett létszámba számítanak. Ugyanakkor olyan fizikai dolgozók, mint pl. a takarítónők, akik az irodákat takarítják, baleseteik előfordulása szempontjából nem jellemzik az illető üzem, munkahely, technológiai folyamatának veszélyességét.

1975-től a Központi Statisztikai Hivatal az új FEOR alapján határozza meg a dolgozók létszámarányait, azonban a „műszakiak" csoportban olyanok is szerepelnek, akik a termelésben közvetlenül nem vesznek részt, pontosabban szólva, nem a veszélyes munkaterületen tartózkodnak, hanem például tervező mérnökök. Így végül is arra a következtetésre jutottunk, hogy az úgynevezett munkáslétszám közelíti meg legjobban a valóságot.

Az OKGT-re vonatkozóan vannak olyan becsült adatok, melyek a valóságot viszonylag jól megközelítik. A fizikai dolgozók létszámához a műszakiak létszámának $^2/_3$-át hozzáadtuk, abból kiindulva, hogy a fennmaradó $^1/_3$ nagyjából megfelel annak a számnak, amely a műszakiak közül nem tartózkodik rendszeresen a veszélyes területen, illetve a fizikai dolgozók azon számának, akik nem az üzem veszélyes területein dolgoznak. Ezt a számadatot egy évre (1976) vonatkozólag használtuk fel *(4. táblázat)*.

A táblázatban a pontosabban becsült OKGT-létszám alapján számított baleseti gyakoriság és az egymillió munkaórára eső balesetek száma 1976-ban alapvetően, egymáshoz viszonyított arányaiban nem különbözik a más táblázatokban közölt adatoktól. A számbeli eltérés a tendenciákon biztosan nem változtat, ezért több évre nem is számítottuk vissza az újabb, FEOR szerinti létszámarányokat.

Vizsgáltuk továbbá a balesetek úgynevezett súlyossági indexét. Ezen *(Fülöp)* az egy halálos balesetre jutó összes balesetek száma értendő. Ennélfogva, értelemszerűen, a súlyossági index akkor kedvező, ha minél magasabb értéket mutat. Minél kevesebb összes balesetre jut egy halálos baleset, annál nagyobb a veszélyeztetettség, illetve annál súlyosabb balesetek következnek be.

Az üzemi balesetek gyakoriságát (az 1000 főre jutó balesetek számát) vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a táppénzbe vétellel járó balesetek, a táppénz időtartamától függetlenül, határozottan csökkenő tendenciát mutatnak *(4. táblázat)*. Ez a vizsgált iparágakra és az OKGT-re egyaránt érvényes. Érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy a csökkenés a gáziparban a legkifejezettebb (az 1971. évi 52,4-ről 1976-ban 34,2-re).

Az OKGT összesített adatait jellemzi, hogy a vizsgált többi csoporthoz (nehézipar egésze, kohászat, bányászat, vegyipar) képest kedvezőbbek a mutatók.

Az adatok rávilágítanak arra, hogy — veszélyes üzemekről lévén szó — az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vállalatainál a balesetmegelőzésre, a balesetelhárításra a tröszt vezetése jelentős figyelmet fordít.

A baleseti gyakoriság összehasonlításakor rögtön feltűnik, hogy a táblázatban felsorolt ágazatok közül a bányászat kiemelkedően magas aránnyal szerepel. Az 1971—76 közötti évek átlagában a bányászatban az 1000 főre jutó balesetek száma csaknem kétszerese a nehézipar egészének, másfélszerese a kohászatnak, majd háromszorosa a vegyiparnak. Ha az egymillió munkaórára jutó balesetek számát vizsgáljuk, nagyjából hasonló arányokat fedezhetünk fel *(4. táblázat)*.

Figyelemre méltó, hogy míg az 1000 főre jutó balesetek számát tekintve az OKGT-nél 1975-ben észlelt 30,3-del szemben 1976-ban 30,1 volt az arány, az egymillió munkaórára jutó balesetek száma az 1975. évi 13,8-ről 1976-ban 15,1-re emelkedett. Tekintettel azonban arra, hogy a vizsgálati időszak utolsó évéről van szó, ebből messzemenő következtetést még nem lehet levonni. Az OKGT vállalatainál az 1976. évben az előzőhöz képest tapasztalt emelkedés még további részletes vizsgálatot igényel. E vizsgálathoz már nem elegendő az áttekintő számok értékelése, feltehetőleg az egyes balesetek vizsgálatával, a balesetek természetének, elsősorban vállalatonként történő értékelésével lehet valószínűleg részletesebb következtetésekhez jutni. A tényszámok hasonló mozgását tapasztaljuk a vegyipar-

4. táblázat

Az üzemi balesetek* gyakorisága az OKGT-nél
(más iparágakhoz viszonyítva)

Év	Munkások** létszáma						Üzemi balesetek száma						Az 1000 főre jutó balesetek száma (gyakoriság)						1 000 000 munkaórára jutó balesetek száma****					
	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar
1971	667 235	77 381	109 933	70 177	30 545	4384	42 968	5633	11 371	2572	1096	230	64,4	72,8	103,2	36,6	35,9	52,4	32,2	36,4	51,7	18,3	17,9	26,2
1972	677 372	77 678	104 914	71 602	31 006	4228	39 687	5359	10 036	2685	1027	189	54,5	69,0	95,7	37,5	33,1	44,7	29,3	34,5	47,8	18,7	16,6	22,3
1973	685 767	77 880	103 019	74 133	31 312	4287	38 145	5283	9 549	2655	967	171	55,6	67,8	92,7	35,8	30,9	39,9	27,8	33,9	46,3	17,9	15,4	19,9
1974	687 415	77 131	102 711	74 802	32 210	4336	36 692	4944	9 314	2377	937	162	53,4	64,1	90,7	31,8	29,1	37,4	26,7	32,0	45,3	14,5	15,0	18,7
1975	716 361	77 484	98 583	80 042	32 525	5036	34 496	4561	8 702	2502	984	176	48,1	58,9	88,6	31,3	30,3	34,9	24,1	29,4	44,1	15,1	13,8	17,5
1976***	815 155	89 529	111 434	85 436	33 486	5549	35 428	4271	8 516	2440	1009	190	43,5	47,7	76,4	28,6	30,1	34,2	21,7	23,9	38,2	15,1	15,1	17,1
6 év átlaga	718 217	79 514	103 421	76 032	31 847	4637	37 902	5014	9 581	2568	1003	186	52,8	63,0	92,6	33,8	31,4	40,1	26,4	31,5	46,3	16,9	15,7	20,1

* Táppénzbe vétellel járó balesetek, a KSH adatai szerint.
** Munkások vagy fizikai dolgozók.
*** FEOR 1975. évi adatai alapján.
**** Évi 2000 munkaórára számítva.

nál. Az 1000 főre jutó balesetek száma 1974-ben az 1973. évinél kisebb volt, azonban 1975-ben már újból emelkedett.

Különös figyelmet érdemel, hogy a gáziparban az egymillió munkaórára jutó balesetek számának csökkenése nagyobb intenzitást mutat, mint a vegyiparban.

Szabó József a Kőolaj- és Gázipari Biztonságtechnikai Közleményekben az OKGT egyes ágazataiban a baleseti gyakoriságot vizsgálta a balesetek előfordulása szempontjából 1971—75 között. Megállapította, hogy a balesetek száma az egyes ágazatok létszámához viszonyítva a legmagasabb a gépgyártásban (átlagosan 35,7%), legalacsonyabb a gáziparban (10,5%). Adatai a jelen dolgozatban közölt adatoktól bizonyos mértékig eltérnek. Ennek okát abban látjuk, hogy *Szabó* az egyes ágazatokat külön vizsgálta, mi viszont az OKGT egészét figyelembe véve állapítottuk meg a baleseti gyakoriságra vonatkozó arányszámot.

Következtetéseihez csatlakozva vizsgáltuk a súlyossági index alakulását, azaz az egy halálos balesetre jutó összes balesetek számát az egyes ágazatoknál és az OKGT-ben, ezen belül a gáziparnál. (E mutatónál a magasabb érték a kedvező, mivel azt jelenti, hogy egy halálos balesetre több összes baleset jut; megfordítva: több baleset közül fordul elő egy halálozás.)

Az *5. táblázat* adatainak áttekintéséből kitűnik, hogy az OKGT-nél a balesetek súlyossági indexe a nehéziparhoz, a kohászathoz, a bányászathoz és a vegyiparhoz képest kedvezőtlenebb. Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy bár az OKGT a baleseti gyakoriság szempontjából a nehézipar ágazataihoz viszonyítva kedvező helyet foglal el, azonban súlyos sérülésekkel és ennek következtében viszonylag jelentős halálozással kell számolni.

Gyakorlati tapasztalataink alapján feltételezzük, hogy a súlyos (és halálos) balesetek nagyobb előfordulása váratlan műszaki hibáknak, illetve különösen súlyos mulasztásoknak a következménye. Az enyhébb balesetek között gyakoribb ok a vigyázatlanság, a könnyelműség, az előírások pontos betartásának elmulasztása. Az OKGT baleseteinek szerkezetére nézve ilyen irányú vizsgálódást nem végeztünk, de megítélésünk szerint a balesetek pontos körülményeinek ismeretében érdemes erre visszatérni.

Az előbbiekben, *Szabó* adatainak ismertetésekor, láttuk, hogy a gázipar az OKGT ágazatain belül nem játszik a baleseti gyakoriság szempontjából jelentős szerepet. (Az égési balesetek előfordulásának tárgyalásakor utalunk majd arra, hogy a gáziparra különös figyelmet kell fordítani.) Az összes üzemi baleset súlyossági indexe arra utal, hogy a gáziparban súlyosabbak a balesetek, mint az OKGT más vállalatainál. 6 év átlagában az összesített súlyossági index az OKGT-nél 185,4, a gáziparnál viszont 97,8. Másképpen: míg az OKGT egészében 185,4 balesetre jutott egy halálos baleset, a gáziparban minden 97,8 balesethez csatlakozott egy halálos baleset.

A súlyossági index kétségtelenül javuló tendenciát mutat az OKGT egészére és a gáziparra vonatkoztatva egyaránt. Míg az OKGT-t vizsgálva azt látjuk, hogy a súlyossági index kétszer jobb 1976-ban, mint 1971-ben volt, addig a gáziparban a javulás még jelentősebb, több mint négyszeres.

Vizsgáljuk meg most a termikus trauma előfordulási arányait.

Míg az összes baleset egymillió munkaórára számított előfordulása szempontjából a bányászat áll az első helyen *(4. táblázat)*, az egymillió munkaórára eső égési sérülések szempontjából a kohászat vezet *(6. táblázat)*. Második helyen a vegyipart találjuk.

Az egymillió munkaórára eső égési balesetek számát tekintve a nehézipar 6 évi átlaga 2 égési baleset, a kohászaté 4,81, a vegy-

5. táblázat

Az összes üzemi baleset és az égések súlyossági indexe*

Év	Összes üzemi baleset						Égés**					
	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar
1971	309,1	296,4	227,42	111,8	99,6	46,0	109	197	36	35	49	—
1972	374,4	487,1	213,5	244,1	93,3	189,0	167	863	29	237	—	—
1973	328,8	188,7	212,2	379,3	483,5	—	137	113	12	214	—	—
1974	378,2	494,4	251,7	264,1	93,7	162,0	229	—	25	135	—	—
1975	396,5	350,8	280,7	500,4	140,6	—	204	140	64	388	35	—
1976	325,0	328,5	266,1	305,0	201,8	190,0	89	114	24	160	—	—
6 év átlaga	352,0	357,7	241,9	300,8	185,4	97,8	156	238	32	195	14	—

* Egy halálos balesetre jutó összes baleset száma.
** Robbanó, tűzveszélyes, izzó, mérgező, maró anyagok okozta sérülések.

6. táblázat

Égési, vegyi (és mérgezéses) üzemi balesetek* viszonylagos gyakorisága

Év	A balesetek																	
	abszolút száma						összes üzemi balesethez viszonyított %-os aránya						1 000 000 munkaórára eső száma**					
	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar	nehézipar	kohászat	bányászat	vegyipar	OKGT	gázipar
1971	3394	986	284	449	49	17	7,9	17,5	2,5	17,5	4,47	7,39	2,54	6,37	1,29	3,20	0,80	1,94
1972	3175	863	231	473	34	13	8,0	16,1	2,3	17,6	3,31	6,88	2,34	5,55	1,10	3,31	0,55	1,54
1973	2746	792	95	427	25	10	7,2	15,0	1,0	16,1	2,59	5,85	2,00	5,08	0,46	2,88	0,40	1,17
1974	2752	687	224	406	38	22	7,5	13,9	2,4	17,1	4,06	13,58	2,00	4,45	1,09	2,71	0,59	2,54
1975	2656	698	191	388	35	13	7,7	15,3	2,2	15,5	3,56	7,39	1,85	4,50	0,97	2,43	0,54	1,29
1976	2480	568	238	320	38	15	7,0	13,3	2,8	13,1	3,77	7,89	1,52	3,17	1,07	1,88	0,57	1,35
6 év átlaga	2867,7	765,7	210,5	410,5	36,5	15,0	7,56	15,27	2,19	15,98	3,64	8,06	2,00	4,81	1,02	2,70	0,57	1,62

* Táppénzbe vétellel járó üzemi balesetek (robbanó, tűzveszélyes, izzó, mérgező, maró anyagok); KSH adatai.
** Évi 2000 munkaórára, a munkásokra, illetve a FEOR 1975. évi beosztása alapján fizikai dolgozókra számítva; a KSH adataiból.

7. táblázat

Az égési balesetek* megoszlása az OKGT ágazatai között

Ágazat	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1971—76	
							összesen	megoszlás
Kőolajbányászat	14	9	3	9	7	10	52	21,9
Kőolaj-feldolgozás	14	6	10	9	7	5	51	21,5
Kőolajipari gépgyártás	8	8	4	5	4	10	39	16,5
Gázipar	19	13	10	14	23	16	95	40,1
Összesen	55	36	27	37	41	41	237	100,0

* Ide értve az áramütést is

iparé 2,70. Ezzel szemben az OKGT vállalatainál egymillió munkaórára 0,57 égési baleset esik. A gázipar azonban itt magasabb arányt mutat (1,62), mint a bányászat (1,02).

Az összes baleset egymillió munkaórára jutó számát tekintve *(4. táblázat)* az OKGT a vezető helyen álló bányászat harmadával szerepel. Ezzel szemben az égések szempontjából a legnagyobb gyakoriságot mutató kohászathoz képest csak 1/8 az arány *(6. táblázat)*. Ez rávilágít arra, hogy az OKGT a termikus balesetek szempontjából kedvezőbb helyzetben van, mint az összes baleset tekintetében. A gáziparban viszont — a bányászathoz képest — magasabb az égési balesetek egymillió munkaórára számított aránya.

A kohászatnak az égés szempontjából való veszélyességére jól rávilágít *Hiszek* közlése az inotai alumíniumkohó üzemi baleseteinek alakulásáról. Tíz év alatt (1961-től 1970-ig) 1000 dolgozóra évente 304 baleset jutott, és ezzel az iparban messze vezető helyet kapott. A szerző vizsgálta az egyes munkahelyek veszélyességét is. Ennek alapján megállapította, hogy a kohócsarnok a legveszélyesebb munkahely, ezután az öntöde következik.

Hogy azonban a részletes baleseti vizsgálat a megelőzés szempontjából viszonylag többet mond, erre jó példa az említett két adat. Az inotai alumíniumkohó kohócsarnokában előforduló balesetek nagy része mechanikai trauma, törés, lágyrészseb. Ezzel szemben az öntödében előforduló balesetek túlnyomó többsége égési sérülés. Így tehát az említett vállalatnál a kohócsarnokban a nehéz tárgyak leejtéséből, elesésből származó balesetek megelőzése a fő feladat, míg az öntödékben, a munka természeténél fogva, a szétfröccsenő forró anyagok, illetve forró tárgyakra való ráesés, azokhoz hozzáérés kiküszöbölése adja a baleseti megelőző munka főbb tartalmát.

Az elmondottak jól szemléltetik, hogy az égési balesetek szempontjából a vállalatokat, iparágakat másképpen kell sorolni, mint az összes baleseti előfordulást tekintve. Ennek a ténynek a baleseti megelőzés szempontjából is jelentősége van: a balesetmegelőzés tartalmát, fő irányát befolyásoló jelenségként értékelhető.

Az égéseket illetően a súlyossági index *(5. táblázat)* az OKGT vállalatainál kedvezőbb képet mutat, mint a vegyiparban és a bányászatban, azonban a kohászathoz képest még mindig kedvezőtlennek mondható. Ez még akkor is így van, ha 1972-ben, 1973-ban, 1974-ben és 1976-ban nem fordultak elő halálos égések az OKGT ágazataiban. A két év (1971 és 1975) azonban jelentősen rontotta a vizsgált hat év átlagának összetett eredményét. Ebből a szempontból viszont figyelmet érdemel, hogy míg a gázipar az égések szempontjából — úgy tűnik — a legveszélyeztetettebb az OKGT ágazatai között, addig halálos égés a vizsgált hat év alatt nem fordult elő a gáziparnál.

A *7. táblázaton* az égési sérülések eloszlását vizsgáltuk a hat év alatt az OKGT egyes ágazatai között. Ebből is kitűnik, hogy a gázipar a legveszélyeztetettebb; az összes előfordult balesetnek több mint egyharmada gázipari dolgozót ért. Az egyes éveket vizsgálva a legeredményesebb balesetmegelőző tevékenységet a kőolaj-feldolgozó ágazatnál kell felfedeznünk, ahol az 1971. évi 14-ről 1976-ban 5-re csökkent az égési balesetek száma. Jelentős még ebből a szempontból, hogy a kőolajipari gépgyártási ágazatban az égési balesetek száma, átmeneti csökkenése után, 1976-ban valamivel meghaladta az 1971-es szintet.

Alacsony abszolút számokról van szó, ezért nehéz végleges következtetést levonni. Mindenesetre a hat év átlagának vizsgálata a balesetmegelőző munka számára mégis nyújt bizonyos támpontot.

8. táblázat

Az OKGT üzemi dolgozóinak általános baleseti és égési veszélyeztetettsége
(1976. évi FEOR-adatok alapján)

	Baleseti gyakoriság*	1 000 000 munkaórára eső baleset**
OKGT		
Összes üzemi baleset	24,6	12,8
Égés***	0,93	0,48
Gázipar		
Összes üzemi baleset	28,2	14,6
Égés***	2,22	1,2

* 1000 fő üzemi technológiával kapcsolatba kerülő dolgozóra (fizikai dolgozók+műszakiak 2/3-a) eső balesetek száma
** Évi 1920 munkaórára számítva
*** Ide értve az áramütést is

Az OKGT üzemi dolgozóinak általános baleseti és égési veszélyeztetettségét — az 1976. évi FEOR-adatok alapján — a *8. táblázat* mutatja be, összevetve azt a gázipar hasonló adataival.

Összefoglalás

A balesetek gyakoriságának és súlyosságának vizsgálata nem lehet öncélú. A számszerű adatok értékelése alapján kell a konkrét balesetmegelőző munkát tervezni és szervezni. Több év vizsgálata fedheti fel e tevékenység effektusát, illetve a tendenciákat.

Különös figyelmet érdemelnek az égési sérülések, mivel tartós munkaképtelenséget okoznak, és jelentős a morális, pszichikai hatásuk. Égési balesetek tekintetében az üzemeket az összesített baleseti előfordulástól eltérően kell besorolni.

Az OKGT üzemeiben a baleseti gyakoriság 1971 és 1976 között csökkent, az előfordulás aránya és a súlyossági index azonban rávilágít arra, hogy viszonylag veszélyes iparágról van szó. Kiemelkedő mértékben csökkent a gáziparban a balesetek relatív száma.

Termikus trauma az OKGT vállalatainál általában a bányászathoz képest jóval ritkábban fordul elő, a gázipar viszont különösen veszélyeztetett ebből a szempontból. Az erre vonatkozó balesetmegelőzés jelentős eredményeket hozott.

EGYESÜLETI HÍREK

Egyesületi vitaülés 1978. október 20-án, Budapesten

Az OMBKE, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete — az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály, és az ipargazdasági szakcsoport rendezésében — közös vitaülést rendezett **A hazai ásványvagyongazdálkodás gazdasági kérdései** c. témában. Megjelent az OMBKE részéről *Kreffly Gábor* elnök, dr. *Tóth Miklós* elnökhelyettes, *Hangyál János*, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály elnöke, *Lájer László*, a Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztály ipargazdasági szakcsoport elnöke, a Magyar Földtani Társulat részéről dr. *Dank Viktor* elnök és dr. *Bérczi István* titkár, a Magyar Geofizikusok Egyesülete részéről *Molnár Károly* elnök és sokan mások, összesen mintegy 80 meghívott egyesületi tag.

A vitaülés napirendjét a rendező szakcsoport részéről *Pogány László* ismertette. *Lájer László* megnyitójában az ipargazdasági szakcsoport munkájáról és a rendezvény céljáról nyújtott tájékoztatást.

Dr. *Tóth Miklós* **Az ásványvagyon és az ásványi nyersanyagtermelés gazdasági értékelésének néhány elvi kérdése** c. előadásában áttekintést nyújtott az ásványi nyersanyagok világgazdasági értékét meghatározó tényezőkről, a társadalmi munkaráfordítás történelmi alakulásából levonható világgazdasági tanulságokról, a hazai költséghatár megállapításának alapjairól, az energiahordozók közötti gazdasági verseny feltételeiről, valamint a távlati ásványi nyersanyagszükséglet optimális kielégítésének fontosságáról.

Dr. *Faller Gusztáv—Dudás József—Tóth József* szerzőtársak **A hazai szénhidrogénvagyon gazdasági megítélésének általános és sajátos vonásai** c. előadását *Dudás József* ismertette. Többek között rámutatott arra, hogy sajátos gazdasági problémák különösen a szénhidrogén-kutatás-feltárás területén jelentkeznek. Várható azonban, hogy az in situ technológiák általános elterjedése következtében az eltérő vonások jelenlegi szerepe csökken. Végül a közös egyesületi munka jelentőségére hívta fel a figyelmet.

Dr. *Dank Viktor* **A földtani, a műszaki és a gazdasági tevékenység egysége a hazai szénhidrogén-bányászatban** c. előadása a kutató tevékenység összehangolásában elért eredményekről, valamint a további feladatokról tájékoztatott. Összehasonlítóan elemezte a hosszú távú földtani, műszaki és gazdasági prognózisok helyzetét, valamint a prognózisokkal szemben támasztott követelményeket, különös tekintettel a prognózisvagyonnak a távlati kutatási célok megjelölésében betöltött kulcsszerepére.

Molnár Károly a műszaki fejlesztés kedvező eredményeiről beszélt **A geofizikai információk hasznosítása a szénhidrogénbányászatban** c. előadásában. Beszámolt arról, hogy újabb eljárásokkal alaposabban és nagyobb mélységben felderíthetők a földtani szerkezetek, és régebbi kutatási területeken is van kilátás új eredményekre. Az információfeldolgozás idejének csökkentése meggyorsíthatja az eredmények hasznosítását.

Pogány László **A hazai szénhidrogénvagyon gazdasági értékelésének fejlesztése** c. előadásában a módszerfejlesztés főbb eredményeit, az értékelő metodika funkcióját és földtani-műszaki-gazdasági tényezőit, valamint a számítógépes vagyonnyilvántartáshoz fűződő kapcsolatokat és lehetőségeket foglalta össze. Javaslatot tett további fejlesztésre: a különböző célú gazdasági felmérések érték- és költségkategóriáinak közelítésére a belföldi árpolitikával és fejlesztési célokkal összhangban.

Az előadásokat követő vitában *Molnár Károly*, dr. *Dank Viktor, Szalóky István, Dudás József*, dr. *Tóth Miklós, Kassai Lajos, Márföldi Gábor, Németh Gusztáv* és *Asztalos József* vett részt. A felfogások és az álláspontok tisztázására, ill. egyeztetésére különösen a következő kérdésekben került sor: a készletprognózis földtani-műszaki-gazdasági bizonytalansága és feltételei; az árpolitika és az árrendszer változásának hatása az ásványvagyon értékelésére; a kutatás-feltárás finanszírozási rendjének, valamint földtani-műszaki (fázisokra és ismeretességre vonatkozó) fogalmi rendszerének egyszerűsítése; a kutatás-feltárás és a fejlesztés (beruházás) kapcsolata; a számítógépes módszerek alkalmazásának előnyei és korlátai; valamint a MTESZ bányászati, geológiai egyesületeinek további együttműködése.

Lájer László értékelte a vitát, majd tájékoztatást nyújtott az 1980-ban változó belföldi árrendszer néhány bányászati vonatkozásáról. *Pogány László* zárszavában javasolta, hogy a három rendező társegyesület — a vita eredményeinek felhasználásával — dolgozzon ki közös előterjesztést a szénhidrogén-kutatás-feltárás szabályozására vonatkozó 8/1971. NIM—KFH sz. rendelet továbbfejlesztésére a VI. ötéves tervidőszakban.

Pogány László
Ipargazdasági szakcsoport, Budapest

KÜLFÖLDI HÍREK

Hidraulikus lyuktalpi motor

A Baker cég szerszámszolgáltatási részlege befejezte a hidraulikus talpi fúrómotor két évig tartó intenzív üzemi próbáit. A kis fordulatszámú Baker hidraulikus talpi fúrómotorhoz általában talpi öblítésű fúrók tartoznak, de használható hozzá jetfúró is, 70 bar — fúrón fellépő — nyomásveszteségig. A fúrómotor nagy forgatónyomaték-igénybevétel esetén sem lassul le.

Rövidesen $6^{3}/_{4}$ hüvelykes fúrómotor lesz kapható, amely $8^{3}/_{8}$—$12^{1}/_{4}$ hüvelykes fúrókat képes forgatni. Ha a működtető folyadékmennyiség 1300 l/min, a motor fordulatszáma kb. 175/perc. Ekkor a fúróterheléstől függően 800 mkg a megengedett forgatónyomaték.

Dr. *Csaba József*

Az amerikai szenátus jóváhagyta a földgáz-törvényjavaslatot

Az USA elnöke 1978. szeptember 28-án eddigi talán legnagyobb győzelmét aratta a törvényhozásban, amikor a szenátus — a várakozásnak megfelelően, de a vártnál kisebb többséggel, 57:42 arányban — elfogadta azt a törvényjavaslatot, amely szerint 1985-ig folyamatosan megszűnik a földgáz árának szövetségi szabályozása. A törvényjavaslat emellett tartalmaz az energiatakarékosságra és az üzemek szénre való áttérésére vonatkozó szakaszokat is. Carter elnök igen komoly nyomást fejtett ki a szenátusban a törvényjavaslat érdekében, amely energiaprogramjának egyik lényeges alkotóeleme.

Világgazdaság, 1978. 190. sz. *Szegesi K.*

TIBORCZ LAJOS
1925—1978

TAKÁCS ISTVÁN
1923—1978

Szülőfaluja, Ábrahámhegy temetőjében helyezték hamvait örök nyugalomra a bányász zenekar kíséretével, a család, a munkatársak és a barátok jelenlétében.

1943-ban jegyezte el magát egy életre az olajiparral. Kiváló képessége és jó szervezőkészsége folytán rövidesen az olajbányászat számviteli osztályvezetője, 1951-től a Lovászi Kőolajtermelő Vállalat főkönyvelője, majd a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat megalakulásakor gazdasági igazgatóhelyettese lett. 1970-től a Középdunántúli Gázszolgáltató és Szerelő Vállalat gazdasági igazgatóhelyettese haláláig.

Széles látókörű szakember volt, aki nagy gondot fordított az utánpótlás nevelésére. Három évtizedes vezetői munkája során sok szakember került ki keze alól. Munkáját céltudatosság jellemezte.

Társadalmi tevékenységet fejtett ki a Magyar Közgazdasági Társaság Zala megyei szervezeténél, és az ETE nagykanizsai csoportja közgazdasági szakcsoportjának agilis vezetője volt.

1978. október 4-én, útban Budapest felé, autóbaleset következtében halt meg.

Munkája, emberi, baráti és segítőkész magatartása emlékét megtartja.

Kassai Lajos

Az őszi nap bágyadt fényénél, a nagykanizsai temetőben több száz főnyi gyászoló a bányász zenekar hangjai mellett kísérte utolsó útjára *Takács Istvánt*, a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár gazdasági igazgatóhelyettesét.

Személyében a magyar kőolajipar kiváló gazdasági szakemberét, hűséges dolgozóját vesztette el. 1942-ben lépett a magyar kőolajbányászat szolgálatába. 1950-től a gépgyár főkönyvelője, 1968-tól gazdasági igazgatóhelyettese volt.

Emberséges EMBER volt, aki nemcsak meghallgatta dolgozótársai gondját-baját, hanem mindenben — erejéhez képest — segített is nekik. Közszeretetnek és megbecsülésnek örvendett.

1978. október 4-én a nagykanizsai országúton — útban Budapest felé — tragikus körülmények között törte ketté életútját az oktalan halál. Még élhetne...

Nemesen egyszerű, szerény, emberi értékekben gazdag volt. Emlékét kegyelettel megőrizzük!

Bándi József

Réti József síremlékavatása

1978. november 3-án a Farkasréti temetőben felavatták *Réti József* Liszt-díjas érdemes művésznek, az Operaház öt éve elhunyt magánénekesének, a Zeneművészeti Főiskola volt tanárának síremlékét (szépművű faragott kopjafát), amelyet a Fővárosi Tanács adományozott.

Réti József édesapja, *Rédl József* családjával együtt a budafai olajmező beindulásakor a romániai olajmezőkről költözött át Bázakerettyére.

Réti József fiatal korát olajbányász környezetben töltötte és rövid ideig a MAORT Központ könyvelésében dolgozott. Sikeres operai működése alatt is szívesen emlékezett meg olajipari kapcsolatáról.

Bándi József

KÖNYVISMERTETÉS

VENDEL'STEJN, B. JU.—REZVANOV, R. A.: **A. szénhidrogén-tárolók paramétereinek meghatározására szolgáló geofizikai módszerek** *(Geofizicseszkie metodü opredelenija parametrov neftegazovüh kollektorov)*. Moszkva, Nedra, 1978. 318 p.

A szerzők ismertetik azokat a geofizikai eljárásokat, amelyekkel a kőolaj- és gáztárolók kijelölhetők és értékelhetők, meghatározható effektív vastagságuk, porozitási, áteresztőképességi és szénhidrogén-telítettségi tényezőjük. Bemutatják, miként használhatók ezek a paraméterek a térfogatos készletbecslésnél, a művelési tervek elkészítésénél és a telepek művelésének ellenőrzésénél. Vizsgálják a kútgeofizikai adatokon alapuló paramétermeghatározás megbízhatóságának értékelésével kapcsolatos kérdéseket.

A könyv a kőolaj- és földgáz-előfordulások szénhidrogénvagyonának becslésével és a művelési tervek készítésével foglalkozó mérnököknek, tudományos munkatársaknak szól. A nyolc fejezetre tagolt anyagot 17 táblázat, 130 ábra és 97 irodalmi hivatkozás egészíti ki.

A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi K.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Д-р *Й. Андор*, химик, канд. хим. наук—д-р *Я. Балаж*, химик—*Е. Молнар*, химик—д-р *Б. Варкони*, химик: **Опыт исследований по разработке и применению обратных эмульсионных буровых растворов в ВНР. Ч. I.** ..... **Стр. 33**

Исследовались коллоидную стабильность и реологические свойства обратных эмульсионных систем мыло кальция—вода—дизельное топливо в зависимости от концентрации мыла и воды, а также длины цепи мыло—углеводород. Эмульсионные системы и каль-

AUS DEM INHALT

FROM THE CONTENTS

циевые мыла были получены путем нейтрализационной реакции с „in- situ" предельной фазой, в процессе эмульгирования.
В связи с механизмом эмульгирующего действия кальциевых мыл было установлено, что стабилизацию можно объяснить в первую очередь не образованием адсорбционного защитного слоя на поверхности частиц дисперсной фазы, но образованием когерентной гельной системы в дисперсионной среде.

Т. Гуяш, инж.-химик—*Бернадетт Хенде*, инж.-химик—*А. Якучка*, математик-программист: **Исследование трубопроводов для сбора природного газа и других фаз измерением толщины стенок труб с помощью ультразвука** ..... **Стр. 38**

Для устранения недостатков измерения толщины стенок труб с помощью ультразвука авторами разрабатывался универсально применяемый метод измерения.
При помощи данного метода было установлено, что внутреннюю поверхность труб линий для сбора смешанных фаз можно разделять на четыре различные зоны коррозии. Гистограммы величин измеренных толщин стенок труб показывают, что скорость коррозии по зонам различна.
На основании указанных сведений была разработана эффективная система контроля путем измерения толщины стенок труб с помощью ультразвука, а также обработки данных на ЭВМ.

Д-р *Й. Патварош*, горный инженер, канд. тех. наук: **Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых** ..... **Стр. 43**

При разработке венгерских бокситовых месторождений с опасностью вторжения карстовых вод уже в ближащем будущем реально можно рассчитывать на применение геотехнологических гидравлических методов их разработки. В статье описываются необходимые технологические оборудования, далее приводится простое определение оптимальных параметров (радиус выемки и предельная глубина последней), характерных для этого метода разработки. Статья преследует цели обратить внимание специалистов на данный метод разработки, чтобы он как можно скорее занял свое место в разработке месторождений полезных ископаемых.

М. Кремснер, инж.-геофизик: **Геофизика бурения скважин на термальную воду** ..... **Стр. 51**

Приводится исторический обзор внедрения методов промысловой геофизики в отечественную практику бурения скважин на термальную воду. Рассматриваются экономические преимущества применения указанных методов и динамика промыслово-геофизических работ в Венгрии.
Приводятся примеры применения методов и средств промысловой геофизики в скважинах, пробуренных на термальную воду.

Д. Чако, инж.-нефтяник: **Роль МАФКИ в газодобывающей промышленности Венгрии** ..... **Стр. 55**

В статье приводятся темы, разработанные до сих пор в рамках сотрудничества между МАФКИ (Венгерский экспериментальный институт нефти и природного газа) и ОКГТ (Государственный трест нефтяной и газовой промышленности), и внедренные в промышленную практику. Набрасываются основные проблемы и задачи, разрешаемые в ходе дальнейшего сотрудничества. Подчеркивается значение и важность этого сотрудничества.

Д-р *Я. Новак*, врач, канд. мед. наук: **Сравнительный анализ некоторых характеристик несчастных случаев в Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (Государственный трест нефтяной и газовой промышленности)** .. **Стр. 58**

В статье анализируются несчастные случаи, происходившиеся за период 1971—1976 гг. Наряду с общим числом производственных несчастных случаев отдельно анализируются случаи травматизма через ожог. Представляется возможность для сопоставления показателей Треста и других отраслей. В рамках ГТНГП выделяется газовая промышленность, и отдельно рассматриваются данные по этой отрасли. Численная оценка оказывает помощь в проектировании и организации работ по предупреждению несчастных случаев.

*

Dr. *József Andor*, Chemist, Kandidat der chemischen Wissenschaften — Dr. *János Balázs*, Chemist — *Jenő Molnár*, Chemist — *Bernát Várkonyi*, Chemist: **Forschungstätigkeit zur Herstellung und Anwendung von Invert-Emulsionsspülungen in Ungarn** ..... **S. 33**

Die Kolloidstabilität und die rheologischen Eigenschaften von Invert-Emulsionssystemen Kalziumseife/Wasser/Gasöl wurden in Abhängigkeit der Seifen- und Wasserkonzentration sowie der Länge der Seife-Kohlenwasserstoff-Kette untersucht. Die Emulsionssysteme und die Kalziumseifen wurden durch eine in-situ Neutralisationsreaktion mit Grenzphase im Prozess des Emulgierens hergestellt.
Im Zusammenhang des Mechanismus des emulgierenden Effektes der Kalziumseifen wurde festgestellt, dass die Stabilisierung primär durch Entwicklung der sich im Dispersionsmittel bildenden koherenten Gelstruktur und nicht durch das Entstehen einer auf der Oberfläche der Teilchen der dispersen Phase zustande kommenden Adsorptionsschutzschicht erklärt werden kann.

Dipl.-Ing. *Tibor Gulyás* — Dipl.-Ing. *Bernadett Hende* — Dipl.-Math. *András Jakucska:* **Prüfung der Rohrleitungen von Erdgassammelstationen mit gemischter Phase durch Ultraschall-Wandstärkemessung** ..... **S. 38**

Zur Beseitigung der nachteiligen Eigenschaften der Ultraschall-Wandstärkemessungen wurde eine universell anwendbare Messmethode entwickelt.
Mittels dieser Methode wurde festgestellt, dass die innere Fläche der Rohrleitungen von Erdgassammelstationen gemischter Phase in vier verschiedene Korrosionszonen aufgeteilt werden kann. Die Histogramme der gemessenen Wandstärkewerte zeigen, dass die Korrosionsgeschwindigkeit je Zone verschieden ist.
In Kenntnis dieser Tatsachen wurde ein wirksames Kontrollsystem für die Ultraschall-Wandstärkemessung und eine dazu gehörige rechenmaschinelle Verarbeitung entwickelt.

Dr.-Ing. *József Patvaros*, Dozent, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Hydraulische Produktion von Feststoffmineralien durch Bohrlöcher** ..... **S. 43**

Der hydraulische Bergbau durch Bohrlöcher kann beim Abbau von Bauxit in von Karstwasser gefährdeten Lagerstätten bereits in der näheren Zukunft reell in Frage

kommen. Der Beitrag beschreibt die technologischen Einrichtungen des hydraulischen Abbaus durch Bohrlöcher, die für die Abbau-Methode charakteristischen optimalen Parameter (Wirkungsradius des Abbaus, Grenzteufe der Ausbeute) und ihre einfache Bestimmung. Der Artikel macht darauf aufmerksam, dass es zweckmässig wäre, den Abbaumethoden mit Flüssigkeiten beim Abbau von Feststoffmineralien—Lagerstätten auch in Ungarn baldmöglichst eine Rolle zu sichern.

Dipl.-Geophysiker *Miklós Kremszner:* **Geophysik von Thermalwasserbohrungen** ..... **S. 51**

Einleitung tiefbohrgeophysikalischer Explorationsmethoden in die ungarischen Thermalwasserbohrungen wird behandelt. Ein Überblick über die ökonomischen Vorteile der Anwendung dieser Methoden und über die ungarische Praxis der tiefbohrgeophysikalischen Forschungsarbeit wird gegeben.
Die bei Schürfbohrungen für Thermalwasser angewandten geophysikalischen Methoden und Mittel werden zusammengefasst und an Beispielen vorgeführt.

Dipl.-Ing *Dénes Csákó:* **Das MÁFKI und der ungarische Erdgasbergbau** ..... **S. 55**

Der Beitrag beschreibt der im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen MÁFKI und OKGT bisher entwickelten Themen und ihre praktische Anwendung und Einleitung. Die im Rahmen der Zusammenarbeit zu ausarbeitenden wichtigsten Probleme, bzw. Aufgaben werden erläutert. Die Bedeutung und die Wichtigkeit der Zusammenarbeit werden betont.

Dr.-Med. *János Novák,* Kandidat der Heilwissenschaften: **Eine Vergleichsuntersuchung einiger Kennwerte von Unfällen in den Betrieben des Ungarischen Erdöl- und Erdgastrusts (OKGT)** ..... **S. 58**

Der Beitrag untersucht die Unfälle zwischen 1971 und 1976. Neben allen Betriebsunfällen werden die Brandverletzungen gesondert analysiert. Die Kennwerte für OKGT und andere Betriebszweige können verglichen werden. Innerhalb des OKGT-Gebiets wird die Gasindustrie separat untersucht. Die zahlenmässige Wertung des Studiums ermöglicht die Planung und Organisation der Unfallverhütungsarbeit.

*

Dr. *József Andor,* Chemist, Candidate of Chemical Sciences — Dr. *János Balázs,* Chemist — *Jenő Molnár,* Chemist — Dr. *Bernát Várkonyi,* Chemist: **Experience gained in research into preparing and using invert emulsion muds in Hungary — Part 1** ..... **p. 33**

Colloidal stability and rheological properties of calcium soap/water/gas oil invert emulsion systems have been investigated as a function of soap and water concentration as well as of the soap/hydrocarbon chain length. The emulsion systems and the calcium soaps were prepared by in-situ boundary phase neutralization reaction in the process of emulsification.
As for the mechanism of the emulsifying effect of calcium soaps, it has been established that stabilization can primarily be explained by the formation of a coherent gel structure originating in the dispersion medium and not by that of an adsorption protective layer developing on the surface of the dispersive phase particles.

Tibor Gulyás, Chemical Eng. — *Bernadett Hende,* Chemical Eng. — *András Jakucska,* Mathematician: **Examination of the pipelines of a mixed-phase natural gas collecting system using ultrasonic wall thickness measurements** ..**p. 38**

For eliminating the disadvantageous properties of ultrasonic wall thickness measurements, a universally applicable measuring method has been developed.
By this method it has been stated that the inner surface of the pipelines of mixed-phase natural gas collecting systems can be divided into four different corrosion zones. The histograms of the measured wall thickness values show that the corrosion rates are different for each zone.
Considering these facts, an efficient checking system using ultrasonic wall thickness measurements and their computerized processing have been elaborated.

Dr. *József Patvaros,* Mining Eng. University Lecturer, Candidate of Technical Sciences: **Hydraulic production of solid minerals through boreholes** ..... **p. 43**

Hydraulic mining through boreholes may be actually considered in the near future already for exploiting Hungarian bauxite reserves in dangerous karstic water areas. Technological equipment of the hydraulic production through boreholes, as well as the simple determination of optimum parameters characteristic of this mining method (radius of live workings, production depth limit) are discussed. The aim of this article is to draw attention to the advantageous features of fluid exploitation methods to be used as soon as possible for exploiting solid mineral deposits in Hungary, too.

Miklós Kremszner, Geophysicist: **Geophysics of thermal water wells** ..... **p. 51**

The paper gives a historic review of the introduction of deep-drilling geophysical exploration methods used in Hungarian thermal water well drilling. Economic advantages of applying these methods and Hungarian practice of deep-drilling geophysical exploration activity are discussed.
Geophysical methods and instruments used in thermal water exploration drilling are summarized and demonstrated on examples.

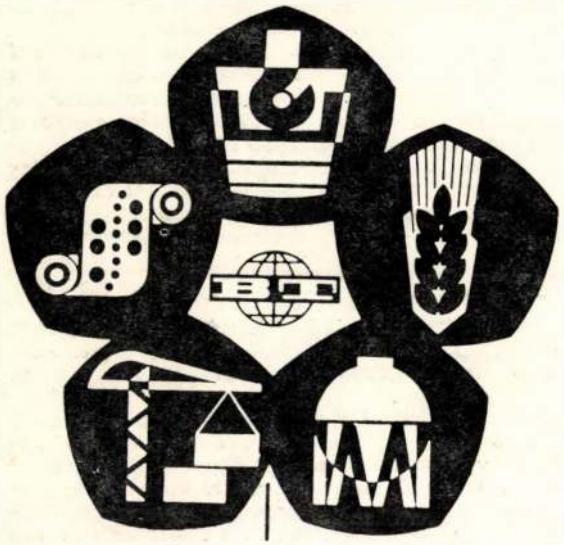
Dénes Csákó, Petroleum Eng.: **The MÁFKI and the Hungarian natural gas production** ..... **p. 55**

The paper outlines the themes elaborated so far within the framework of a co-operation between MÁFKI and OKGT and the practical use and introduction of these themes. Problems and tasks that are very important for the future co-operation are discussed. Importance and significance of the co-operation are stressed.

Dr. *János Novák,* Physician, Candidate of Medical Sciences: **A comparative study of some characteristic features of accidents in the Hungarian Oil and Gas Trust (OKGT) area** ..... **p. 58**

Accidents occurred between 1971 and 1976 are examined. In addition to all industrial accidents, burning cases are analyzed separately. A possibility is given to compare the indices of OKGT and other industrial branches. Within OKGT, a special attention is payed to the gas industry, and the data of this field are investigated separately. A numerical evaluation helps plan and organize accident prevention work.

"V/O VNESHTECHNIKA"



A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködés megvalósításával kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;

— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;

— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

"V/O VNESHTECHNIKA"

Cím: Moszkva, Starokoniushenny per., 6
Telex: 7918 GARANT, telefon: 202-02-60
Távirat: Moszkva Vneshtechnika
Leányvállalat: Kijev, N. Botanicheskaja ul., 2
Telefon: 24-51-44, távirat: Kijev Vneshtechnika

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 65—96 oldal
BUDAPEST, 1979. MÁRCIUS HÓ
3

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

LAKATOS SÁNDOR	A szkinténvező és a kúthatékonyság vízkutaknál	65
ANDOR JÓZSEF— BALÁZS JÁNOS— DÉKÁNY IMRE— MOLNÁR JENŐ— SZÁNTÓ FERENC— VÁRKONYI BERNÁT	A magyarországi invert emulziós fúróiszapok előállításával és alkalmazásával kapcsolatos kutatások tapasztalatai 2. r.	69
MEGYERI MIHÁLY	Az utánáramlástól zavart nyomásemelkedési görbék értelmezése és a mérések gyakorlata.	75
BÉLTEKY LAJOS	Sókiválásra hajlamos hévízkutak és termelésük biztosítása	83
	Egyesületi hírek	94
	Szakosztályi hírek	95
	Az iparág köréből	90
	Könyvismertetés	91
	Külföldi hírek	74, 82, 92
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS	96

A SZÁM SZERZŐI:

ANDOR JÓZSEF dr., okl. vegyész, a kémiai tudományok kandidátusa, egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem, Szeged); BALÁZS JÁNOS dr., okl. vegyész egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem, Szeged); BÉLTEKY LAJOS okl. mérnök; DÉKÁNY IMRE dr., okl. vegyész, tanársegéd (József Attila Tudományegyetem, Szeged); LAKATOS SÁNDOR okl. geofizikus, osztályvezető (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); MEGYERI MIHÁLY dr., okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); MOLNÁR JENŐ okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); SZÁNTÓ FERENC dr., okl. vegyész, tanszékvezető egyetemi tanár (József Attila Tudományegyetem, Szeged); VÁRKONYI BERNÁT dr., okl. vegyész, egyetemi adjunktus (József Attila Tudományegyetem, Szeged).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-293. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1906
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-242 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 3. szám 1979. március

A szkintényező és a kúthatékonyság vízkutaknál

LAKATOS SÁNDOR

A tanulmány a kút körüli nyomásalakulás analízise alapján vizsgálja a szkint, amely értelmezhető úgy is, hogy az a tényleges és a tökéletes kút körül kialakuló piezometrikus szintek közötti eltérés mutatója.

Az analízis foglalkozik a szkin- és a hatékonysági tényező közötti kapcsolat kérdésével; ha az egyik mutató ismert, a másik abból kiszámítható.

Az elméleti vizsgálódás alapján egyszerű módszer javasolható a szkintényező meghatározására.

Termelő kútnál ideális víznyerési lehetőség akkor adódik, ha a kútszelvénybe áramló víznek csupán a réteg hidraulikus ellenállását, az ún. szivárgási ellenállást kell legyőznie. A rétegvastagságnál rövidebb szűrő, a szűrőszerkezet és egy leromlott áteresztőképességű zóna a szűrő körül további hidraulikus ellenállás okozója.[1]

A rétegfeltárás eredményességének megismerése elsőrangú fontosságú kútvizsgálati feladat, ami hasznosan kapcsolható a korszerű kútépítéshez, az eredményes kútjavításhoz, és nem utolsósorban a gazdaságos kútüzemelés megvalósításához.

A rétegfeltárás eredményességének mutatói a szkin- és a hatékonysági tényező.

A tanulmány e két mutatót elemzi, és a meghatározásukkal kapcsolatos gyakorlati vonatkozásokat tárgyalja.

A szkintényező

A rétegfeltárás eredményességét tükröző mutatók közül kétségtelenül leghasználatosabb a szkintényező, jóllehet egykutas vizsgálatoknál csak a nyomásemelkedési görbe alapján való meghatározása nagy hibával járhat. A szkintényező kúthidraulikai értelmezése sem tekinthető egységesnek.

Van Everdingen és *Hurst* (1949), továbbá *Hawkins* (1956) gondolatmenetét követve egy r_0 sugarú kút körül r_s sugárig terjedő és k szivárgási tényezővel rendelkező kőzethengerben előálló vízszintsüllyedés:

$$s_1 = \frac{Q}{2\pi kh} \ln \frac{r_s}{r_0}. \tag{1}$$

Amennyiben a szivárgási tényező értéke nem k, hanem k_s:

$$s_2 = \frac{Q}{2\pi k_s h} \frac{r_s}{r_0}. \tag{2}$$

A nívókülönbség:

$$\Delta s = s_2 - s_1 = \frac{Q}{2\pi kh} \ln \frac{r_s}{r_0} \left(\frac{k}{k_s} - 1 \right), \tag{3}$$

amiből

$$S = \ln \frac{r_s}{r_0} \left(\frac{k}{k_s} - 1 \right) \tag{4}$$

összefüggés jelenti a szkintényezőt, melyről látható, hogy dimenzió nélküli mennyiség.

A nem állandósult kútműködést leíró összefüggés szkintényezővel bővített alakja:

$$s = \frac{Q}{4\pi kh} \left(\ln \frac{2{,}25\, at}{r_0^2} + 2S \right), \tag{5}$$

ami a (4) összefüggéssel bővített *Theis*-formula.

Az (5) összefüggésből kifejezett szkin:

$$S = \frac{s_t}{2i^*} - \frac{1}{2} \ln \frac{2{,}25\, at}{r_0^2}, \tag{6}$$

[1] Hidraulikus ellenállást okozhat a turbulencia, ha a kút körüli áramlási sebesség egy kritikus értéket elér, továbbá a szűrő és kőzetszerkezeti okokra visszavezethető egyenlőtlen szűrőterhelés.

ahol i^* a nívóváltozási görbe emelkedése $\ln \Delta t = 1$ intervallumban, és értéke, mint ismeretes:

$$i^* = \frac{Q}{4\pi kh}.$$

A levezetésből következően a szkin tehát a járulékos hidraulikus ellenállások összességével megegyező olyan hidraulikus ellenállás, amelyet egy r_s sugarú és k_s szivárgási tényezővel rendelkező fiktív zóna okoz. Pozitív szkin csökkent áteresztőképességű, negatív szkin megnövekedett áteresztőképességű zónát jelez.

A (6) összefüggés gyakorlati alkalmazását egykutas vizsgálatoknál a nyomásterjedési tényező bizonytalan meghatározási lehetősége korlátozza. *Van Everdingen* szerint ugyan egy óra időtartamú kútleállítás után a várható elméleti nyomásértékből és a tényleges talpnyomásból a szkintényező rendszerint kiszámítható. Ez az ajánlás azonban laza vízadó szintek esetére semmiképp sem fogadható el.

A kútműködés szkin esetén

Kúthidraulikai feladatokkal kapcsolatban, de a szkin helyes értelmezése céljából is fontos az átalakult zónával rendelkező kutak működési törvényszerűségeinek ismerete.

Az analitikus vizsgálat kiindulása legyen a tökéletes[1] kút nyomásviszonyainak leírása.

A *Dupuit*- és a *Darcy*-összefüggések azonossága alapján a nyomásfüggvény a kúttól kiindulva is és a hatósugár szélétől kiindulva is megadható. Így:

$$\frac{2\pi Kh(P-p_0)}{\mu \cdot \ln \frac{R}{r_0}} = 2\pi rh \frac{K}{\mu} \frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}r},$$

$$\mathrm{d}p = \frac{P-p_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \frac{\mathrm{d}r}{r},$$

amiből

$$\int_p^P \mathrm{d}p = \frac{P-p_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \int_r^R \frac{\mathrm{d}r}{r},$$

$$p = P - \frac{P-p_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \ln \frac{R}{r}, \qquad (7)$$

vagy

$$\int_{p_0}^p \mathrm{d}p = \frac{P-p_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \int_{r_0}^r \frac{\mathrm{d}r}{r},$$

$$p = p_o + \frac{P-p_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \ln \frac{r}{r_0}. \qquad (8)$$

[1] Tökéletes kútnál csupán szivárgási ellenállás létezik.

[2] Ami a szkintényező lehetséges értéktartományát illeti, pozitív szkin nullától kezdődően elvileg bármilyen nagy értéket felvehet, negatív szkin abszolút értéke $\ln r_s - \ln r_0$ értéknél nem lehet nagyobb (számításba jöhető esetekben <3). Nagy negatív szkin feltétlenül valamilyen elvi vagy számítástechnikai hibára utal.

A (7) és (8) összefüggések nevezőjében szereplő dimenzió nélküli szivárgási ellenállás r_s sugárral két részre osztható:

$$\ln \frac{R}{r_0} = \ln \frac{r_s}{r_0} + \ln \frac{R}{r_s}. \qquad (9)$$

Amennyiben az így elkülönített zónákban az áteresztőképesség eltérő, a K_s/K aránynak megfelelően változik a szivárgási rendszer hidraulikus ellenállása. Ez a körülmény a nyomásviszonyok alakulására is meghatározó.

Nyomásalakulás a kút körüli 1-es zónában:

$$p_{(1)} = p_0 + \frac{P-p_0}{\ln \frac{r_s}{r_0} + \frac{K_s}{K} \ln \frac{R}{r_s}} \ln \frac{r}{r_0}. \qquad (10)$$

Nyomásalakulás a kút körüli 2-es zónában:

$$p_{(2)} = P - \frac{P-p_0}{\frac{K}{K_s} \ln \frac{r_s}{r_0} + \ln \frac{R}{r_s}} \ln \frac{R}{r} =$$

$$= P - \frac{\frac{K_s}{K}(P-p_0)}{\ln \frac{r_s}{r_0} + \frac{K_s}{K} \ln \frac{R}{r_s}} \ln \frac{R}{r}. \qquad (11)$$

A levezetett (10) és (11) összefüggésekkel az átalakult zónával rendelkező kút körül a nyomásalakulás könnyen meghatározható (*1. ábra*).

($r_0 = 0{,}1$ m; $r_s = 0{,}5$ m; $R = 100$ m; $P - p_o = 1$)

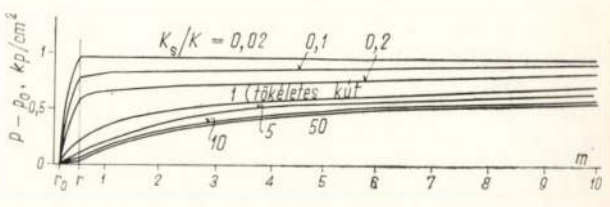
A nyomásalakulás törvényszerűségeinek ismeretében a (4) összefüggés szerint meghatározott szkin is megfelelően értelmezhető.

Ugyanis:

$$\ln \frac{R}{r_0} + \left(\frac{K}{K_s} - 1\right) \ln \frac{r_s}{r_0} = \frac{K}{K_s} \ln \frac{r_s}{r_0} + \ln \frac{R}{r_s}, \qquad (12)$$

következésként pozitív szkin esetén a nyomásgörbe (piezometrikus szint) az „ideális" ($K_s/K = 1$) fölött, negatív szkin esetén az „ideális" alatt helyezkedik el. Tehát a negatív szkin fogalmában nincs ellentmondás, és az nem egy besajtolási helyzetet tükröz. Jól látható továbbá, hogy $K_s/K > 10$ esetén a kút egyre inkább úgy viselkedik, mintha nem r_0, hanem r_s sugarú lenne[2].

A nyomásfüggvény ismeretében a további alapvető kúthidraulikai összefüggések minden további nélkül megadhatók.



1. ábra
Piezometrikus felületek alakulása különböző K_s/K értékeknél

A nyomásgradiens a kút körüli 1-es zónában:

$$\frac{dp_{(1)}}{dr} = \frac{P-p_0}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}\frac{1}{r}; \qquad (13)$$

a réteg 2-es zónájában:

$$\frac{dp_{(2)}}{dr} = \frac{\frac{K_s}{K}(P-p_0)}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}\frac{1}{r}. \qquad (14)$$

Filtrációs sebesség a kút körüli 1-es zónában:

$$v_{(1)} = \frac{K_s}{\mu}\frac{dp_{(1)}}{dr} = \frac{K_s}{\mu}\frac{P-p_0}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}\frac{1}{r}; \qquad (15)$$

a réteg 2-es zónájában:

$$v_{(2)} = \frac{K}{\mu}\frac{dp_{(2)}}{dr} = \frac{K}{\mu}\frac{\frac{K_s}{K}(P-p_0)}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}\frac{1}{r} =$$

$$= \frac{K_s}{\mu}\frac{P-p_0}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}\frac{1}{r}. \qquad (16)$$

A (15) és (16) összefüggések azonosságából következik, hogy a filtrációs sebesség alakulását a szkin nem befolyásolja.

Végül a hozamalakulás az átalakult zónával rendelkező kútnál:

$$Q = 2\pi h v_{(1)} \cdot r = \frac{2\pi K_s h(P-p_0)}{\mu\left(\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}\right)} \qquad (17)$$

A kúthatékonyság

A rétegfeltárás eredményességének jellemzésére az ún. hatékonysági tényező kitűnő gyakorlati mutató[1]. A hatékonysági tényezőn a tényleges kút és a megfelelő tökéletes kút teljesítményének a hányadosát értjük:

$$\varphi = \frac{Q}{Q_0} = \frac{\frac{2\pi K_s h(P-p_0)}{\mu\left[\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}\right]}}{\frac{2\pi Kh(P-p_0)}{\mu\ln\frac{R}{r_0}}} =$$

$$= \frac{\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_0}}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{K_s}{K}\ln\frac{R}{r_s}}. \qquad (18)$$

[1] A gyakorlati kúthidraulika lehetőségeire az USA-ban *Johnson*, a SZU-ban *Kerkisz* és nálunk *Konyor* irányította rá a figyelmet.

A hatékonysági tényező meghatározásának gyakorlati módszere az állandósult és a nem állandósult rétegműködésnél végzett komplex kútvizsgálaton alapul. Állandósultan üzemelő kútnál:

$$Q = \frac{2\pi k' hs}{\ln\frac{R}{r_0}}, \qquad (19)$$

amiből

$$k'h = \frac{Q\ln\frac{R}{r_0}}{2\pi s}. \qquad (20)$$

Nem tökéletes kút esetén k' különbözik a réteg tényleges k értékétől.

Nem állandósultan üzemelő kútnál:

$$s = \frac{Q}{4\pi kh}\ln\frac{2{,}25\,at}{r_0^2}. \qquad (21)$$

amiből

$$kh = \frac{Q}{4\pi i^*}. \qquad (22)$$

Miután a tényleges és tökéletes kút hozamának aránya a $k'h/kh$ aránnyal is megegyezik, felírható:

$$\varphi = \frac{2i^*\ln\frac{R}{r_0}}{s}, \qquad (23)$$

ami a hatékonysági tényező gyakorlati szempontból igen jól használható kifejezése.

A szkin- és a hatékonysági tényező összefüggése

A rétegfeltárás eredményességére utaló kétféle mutató közül kétségtelenül a hatékonysági tényező az, ami biztonságosabban meghatározható. Az is kétségtelen, hogy kúthidraulikai számításoknál a szkintényező jobban szerepeltethető mutató, miután dimenzió nélküli hidraulikus ellenállást fejez ki. Indokolt ezért megvizsgálni a hatékonysági tényezőből történő szkintényező meghatározásának a lehetőségét.

Az előzőekben tárgyaltak alapján analitikusan bizonyítható az

$$S = \frac{s}{2i^*}(1-\varphi) \qquad (24)$$

egyenlőség érvényessége. Ugyanis a (17) és (22) összefüggések figyelembevételével fel lehet írni:

$$\frac{k_s h}{kh} = \frac{Q\left(\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_s}\right)}{2\pi s}\cdot\frac{4\pi i^*}{Q}, \qquad (25)$$

amiből

$$\frac{s}{2i^*} = \frac{k}{k_s}\left(\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_s}\right) =$$

$$= \frac{k}{k_s}\ln\frac{r_s}{r_0}+\ln\frac{R}{r_s}, \qquad (26)$$

1. táblázat

r_0	R	$\frac{2\pi}{\ln \frac{R}{r_0}}$
0,05	25	1,01
0,10	25	1,14
0,15	25	1,23
0,05	50	0,91
0,10	50	0,01
0,15	50	1,08
0,05	75	0,86
0,10	75	0,95
0,15	75	1,01
0,05	100	0,83
0,10	100	0,91
0,15	100	0,97
0,05	150	0,78
0,10	150	0,86
0,15	150	0,91
0,05	200	0,76
0,10	200	0,83
0,15	200	0,87
0,05	300	0,72
0,10	300	0,78
0,15	300	0,83
0,05	500	0,68
0,10	500	0,74
0,15	500	0,77

következtetésként a (24) összefüggés átírható az alábbiak szerint:

$$S = \left(\frac{k}{k_s}\ln\frac{r_s}{r_0}+\ln\frac{R}{r_s}\right)\cdot\left(1-\frac{\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_0}}{\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_s}}\right) =$$

$$= \frac{k}{k_s}\left(\ln\frac{r_s}{r_0}+\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_s}-\frac{k_s}{k}\ln\frac{R}{r_0}\right) =$$

$$= \frac{k}{k_s}\ln\frac{r_s}{r_0}+\ln\frac{R}{r_s}-\ln\frac{R}{r_0} =$$

$$= \frac{k}{k_s}\ln\frac{r_s}{r_0}-\ln\frac{r_s}{r_0} = \left(\frac{k}{k_s}-1\right)\ln\frac{r_s}{r_0},$$

ami a (24) állítás bizonyítása.

Gyakorlati vonatkozások

A levezetett összefüggésekben szereplő alapvető mennyiségek közül az s, $i(i^*)$, Q, kh mérhető, illetve egykutas vizsgálattal meghatározható. A nyomásterjedési tényezőt és a kút hatósugarát egykutas vizsgálatok keretében nem lehet meghatározni. Utóbbiak közül a hatékonysági tényező javasolt meghatározási módszerénél csupán a $\ln\frac{R}{r_0}$ értékére van szükség.

Az *1. táblázatban* foglalt adatok mutatják, hogy a legtöbb gyakorlati esetben a

$$\ln\frac{R}{r_0} = 2\pi \qquad (27)$$

közelítéssel elkövetett hiba kisebb, mint 30%.

A (27) feltételezéssel a (23) összefüggés az alábbi, igen egyszerű formulára írható át:

$$\varphi = \frac{4\pi i^*}{s} = \frac{4\pi 0{,}434\pi i}{s} = \frac{5{,}46i}{s}. \qquad (28)$$

Példa:

A kút helye és megnevezése: CEGLÉD, M-Vízműkút.
A vizsgálat ideje: 1977. 08. 2—3.
Alapadatok: $s = 4{,}64$ m ($Q = 162$ m³/nap hozamnál),
$i = 0{,}70$ m (a kútfejen regisztrált nyomásvisszaalakulási görbe grafoanalitikus feldolgozása alapján).
A hatékonysági tényező:

$$\varphi = \frac{5{,}46\cdot 0{,}7}{4{,}64} = 0{,}82.$$

A szkintényező:

$$S = \frac{2{,}3\cdot 4{,}64}{1{,}4}(1-0{,}82) = 1{,}37.$$

JELÖLÉSEK

a	nyomásterjedési tényező,
i^*	nyomásemelkedési görbe meredeksége $\ln \Delta t = 1$ intervallumban,
i	nyomásemelkedési görbe meredeksége $\lg \Delta t = 1$ intervallumban,
k	réteg szivárgási tényezője,
k_s	átalakult zóna szivárgási tényezője,
K	réteg áteresztőképességi tényezője,
K_s	átalakult zóna áteresztőképességi tényezője,
h	rétegvastagság,
P	rétegnyomás,
p_0	talpnyomás,
p	nyomás, mint változó mennyiség,
R	hatósugár,
r_0	kútsugár,
r	kúttengelytől való távolság,
Q	kúthozam,
s	vízszintsüllyedés,
S	szkintényező,
μ	dinamikus viszkozitás,
φ	hatékonysági tényező.

IRODALOM

[1] *Van Everdingen, A. F.—Hurst, W.:* The application of the Laplace transformation to flow problems in reservoirs. J. of. Petr. Techn. 1949. p. 305.
[2] *Hawkins, M.:* A note on the skin effect. AIME, Trans. 1956.
[3] *Hurst, W.—Clark, J. D.—Brauneri, E. B.:* The skin effect in producing wells. J. of Petr. Techn. 1969. p. 1483.
[4] *Kerkisz, E. E.:* Metodü izucsenija fil'tracionnüh szvojsztv gornüh porod. NEDRA. 1975.
[5] *Konyor L.:* Kútépítés hatékonysága. ORSZÁGOS VÍZÉPÍTŐ NAPOK. 1968.
[6] *Lakatos S.:* Kútvizsgálatok néhány gyakorlati vonatkozása. MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE. Tanfolyami jegyzet. 1972.
[7] *Thomas, G. B.:* Analysis of pressure build-up data. AIME, Trans. 1953.

A magyarországi invert emulziós fúróiszapok előállításával és alkalmazásával kapcsolatos kutatások tapasztalatai 2. r.

ANDOR JÓZSEF—
BALÁZS JÁNOS—
DÉKÁNY IMRE—
MOLNÁR JENŐ—
SZÁNTÓ FERENC—
VÁRKONYI BERNÁT

Mádi bentonitból cetil-piridinium-klorid (CPCl) *vizes oldatával különböző mértékben oleofilizált termékeket állítottunk elő. Az oleofilitás mértékére a gázolajközegű szuszpenziók ülepedési és reológiai vizsgálatai, valamint folyadékelegy-adszorpciós mérések alapján következtettünk.*

Vizsgáltuk az oleofilizálás mértékének, a fázistérfogatarány-nak, valamint az oleofil bentonit mennyiségének és minőségének hatását az emulziók stabilitási és reológiai jellemzőire.

Megállapítottuk többek között, hogy a különböző mértékben oleofilizált bentonitok egyfelől az emulgeált vízcseppek és a diszperziós közeg közötti határfelületen kialakuló megfelelő stabilitású védőréteg kialakításával, másfelől a diszperziós közegben koherens térbeli struktúra létrehozásával stabilizálhatják az emulziókat.

1. Bevezetés

A fémszappanokkal stabilizált invert emulziók még abban az esetben sem megfelelő stabilitásúak, ha az emulgeátor a térbeli struktúra képzéséhez elegendő mennyiségben van a rendszerben [1]. Az emulziók hőstabilitásának fokozására, a reológiai jellemzők szabályozásának megkönnyítésére a fémszappanok mellett rendszerint szilárd emulgeátorokat, így elsősorban oleofilizált (organofilizált) felületű bentonitokat is alkalmaznak [2—8].

A finom eloszlású szilárd anyagokkal stabilizált emulziók első rendszeres vizsgálatát *Pickering* [9] végezte el még a század elején. Lényegében már *Pickering* is rámutatott arra, hogy határozott összefüggés van az emulziók típusa, stabilitása és a szilárd anyag felületi tulajdonságai között. A 20-as években hidrofil felületű őrleményekkel olaj a vízben, oleofil felületű porokkal pedig víz az olajban típusú emulziókat állítottak elő [10].

A finom eloszlású poroknak és őrleményeknek, így elsősorban a kvarcnak és a bárium-szulfátnak az emulgeáló hatás szempontjából történő szisztematikus felületmódosítása csak jóval később, a *Rehbinder*-iskola munkássága nyomán kezdődött el [11—14]. Az emulgeálóképesség szempontjából alapvetően fontosnak tartják a szilárd részecskék felületének hidrofil-hidrofób mozaikszerkezetét, melyet felületaktív anyagok kemiszorbeáltatásával lehet szabályozni.

Konkrét törvényszerűségeket írtak le [11—15] az emulziót alkotó két folyadék és a szilárd emulgeátor-részecskék közötti nedvesedési viszonyokra jellemző peremszögek, valamint az emulzió típusa és stabilitása közötti összefüggésekre vonatkozóan is.

Rehbinder [11] mutatott rá először arra is, hogy a tömény emulziók stabilitásának alapvető feltétele az emulgeátormolekulákból, ill. -részecskékből az emulgeált cseppek felületén kialakuló, jelentős struktúraszilárdságú védőréteg jelenléte. Ezen alapvető elv-ből kiindulva aztán több szerző [16—20] vizsgálta a szilárd részecskékből kialakuló védőréteg szerkezeti és reológiai jellemzőit és az emulzióállandóság közötti összefüggéseket.

Annak ellenére, hogy a módosított felületű agyagásványok (pl. az organofil bentonitok) anizometrikus részecskéik és nagy fajlagos felületük következtében az invert emulziók kiváló *Pickering*-féle emulgeátorai lehetnek, az irodalomban csak néhány közlemény található ilyen irányú alkalmazásukkal kapcsolatban [8, 21, 22].

Az oleofilizált bentonitok emulgeálóképességének kvantitatív tárgyalását nehezíti az a tény, hogy a felületi tulajdonságok mellett számolnunk kell a határfázisban, illetve az emulzió olajfázisában fellépő duzzadási és peptizációs sajátságokkal is. Ez elvi szempontból kétségtelenül bonyolító tényezőt jelent, de a gyakorlatban jelentkező előnyös tulajdonságok indokolják a témakörrel való foglalkozást. További bonyolító tényezőt jelenthet az is, hogy az oleofil bentonitrészecskék kölcsönhatásba léphetnek a szappan típusú emulgeátormolekulákkal is. Ezért ebben a közleményünkben csupán azokról a kutatási eredményeinkről számolunk be, amelyek az oleofilizált bentonitokkal stabilizált emulziók vizsgálatával kapcsolatosak.

Vizsgálataink célja az volt, hogy tanulmányozzuk az oleofil bentonit felületi sajátságainak (az oleofilizálás mértékének), az oleofil bentonit mennyiségének és minőségének, valamint a fázistérfogat-aránynak a hatását a víz—gázolaj emulziók eloszlási és aggregatív állandóságára, valamint reológiai jellemzőire.

2. A kísérletek kivitelezése

2.1. Anyagok

Mádi bentonit,
cetil (hexadecil)-piridinium-klorid (Fluka p. a.),
kereskedelmi gázolaj,
benzol, metanol, etanol, n-propanol, n-butanol (Reanal p. a.).

2.2. Módszerek

A különböző mértékben oleofilizált bentonitmintákat mádi bentonitból cetil-piridinium-klorid (továbbiakban CPCl) vizes oldatával készítettük. A bentonitot előzetesen nátrium-karbonáttal peptizáltuk, majd 1%-os szuszpenzióból álló ülepítéssel elkülönítettük a durva kísérő ásványok (kvarc, kalcit, földpát) legnagyobb részét. Az így nyert kb. 0,5%-os, főleg montmorillonitot tartalmazó szuszpenzióból 1%-os CPCl-oldattal olyan organofil termékeket állítottunk elő, amelyekben a CPCl bentonitra számított %-os mennyisége 10—50 súlyszázalék között változott [8].

Az üledéktérfogat-méréseket 20 ml-es, 0,1 ml beosztású csiszoltdugós, kalibrált kémcsövekben 25±1 °C hőmérsékleten végeztük.

A reológiai vizsgálatokat *Haake*-típusú rotációs viszkoziméterrel, kétréses (NV) mérőedény felhasználásával végeztük. A nyírásgradienst 16,2—2620 s^{-1}-ig tíz fokozatban változtattuk. A reológia módszerével tanulmányozható — a mérés ideje alatt gyakorlatilag nem ülepedő — koherens szuszpenziók alsó határkoncentrációját (Φ_0 tf %) az „egyensúlyi" (véglegesnek tekinthető) üledéktérfogat-értékek felhasználásával számoltuk a

$$\Phi_0 = \frac{V_S}{V_U} 100$$

összefüggés alapján, ahol V_S az m tömegű, ϱ sűrűségű organofil bentonit térfogata, V_U az „egyensúlyi" üledéktérfogat.

Az emulziókat UNIPAN—309 típusú lengyel homogenizátorral 25±0,5 °C-on 2750 ford/min mellett, 20 perces keveréssel, zárt rendszerben készítettük. Az organofil bentonitokat előzetesen az emulziók diszperziós közegében — tehát gázolajban — duzzasztottuk.

Az emulziók eloszlási állandóságát 20 ml-es csiszoltdugós, osztott kémcsövekben vizsgáltuk, és meghatároztuk az olaj-, ill. vízkiválás sebességét.

Az emulziók jellegét festési és hígítási próbával, valamint kobalt-kloridos módszerrel határoztuk meg [23].

Az eloszlás szempontjából állandó emulziókat az oleofil bentonitszuszpenziókhoz hasonlóan reológiai módszerrel is vizsgáltuk.

A minták felületének hidrofil-oleofil mozaikszerkezetére (heterogenitására), valamint duzzadási és dezaggregációs jellemzőire (a fajlagos felületek nagyságára) folyadékelegy-adszorpciós mérések alapján következtettünk [24]. A folyadékelegy-adszorpciót a kiindulási montmorilloniton és oleofilizált származékain 25± 0,5 °C hőmérsékleten, benzol-alkohol elegyekben vizsgáltuk. Az elegykomponensek tisztaságát refraktometriásan ellenőriztük. Az adszorpciós mérés előtt a mintákat 80 °C-on vákuum-szárítószekrényben 48 órán át szárítottuk. Az adszorpciós egyensúly beállása után, melyhez gyakorlatilag 48 óra elegendő, az adszorbenst centrifugálással eltávolítottuk a folyadékelegyből, és az egyensúlyi összetételt *Zeiss*-féle folyadékinterferométerrel határoztuk meg. Az eredmények értékelését *Schay—Nagy* módszerével [25] végeztük.

Az oleofilitás mértékére jellemző adatokat szolgáltattak az oleofil termékek gázolajos szuszpenzióval végzett ülepedési és reológiai vizsgálatok is.

3. Kísérleti eredmények és értékelésük

A kisebb CPCl-mennyiségekkel oleofilizált bentonitminták dezaggregációjának mértéke, fajlagos felülete, továbbá a felület mozaikszerkezete, illetve a cetilpiridinium-ionokkal való fedettségének mértéke jól megítélhető a folyadékelegy-adszorpciós vizsgálatok alapján [24].

Az elegyadszorpciós vizsgálatokat benzol-alkohol elegyekben végeztük, mivel az interferometriás mérések csak tiszta kétkomponensű rendszer esetén végezhetők el, ill. a kiértékelés, tehát az izotermák analízise is biner elegyek adszorpciójára vonatkozik.

A gázolaj helyett a benzol alkalmazása azért is célszerűnek látszik, mert feltehetően hasonló duzzadási és dezaggregációs jelenségeket okoz, mint a gázolaj. Ez azt jelenti, hogy a benzolra vonatkoztatott adszorpciós kapacitásértékek közelítőleg reálisan jellemzik a gázolajban fellépő duzzadást és dezaggregációt is.

A folyadékelegy-adszorpciós módszerrel mért és számolt legfontosabb kísérleti eredményeket az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

Az oleofilizált bentonitminták elegyadszorpciós vizsgálatának eredményei

CPCl g/100 g bentonit	$n^s_{1,0}$ mmolg^{-1}	x^a_1	Θ^*	a_s m^{2}g^{-1}	S_{BET} m^{2}g^{-1}
0	3,40	1,00	0	322	52
13,0	5,69	0,58	0,38	540	25
16,6	6,69	0,47	0,53	640	20
20,0	7,72	0,40	0,66	730	18
23,0	8,04	0,37	0,78	760	16
25,9	8,19	0,30	0,87	780	14

θ^* a montmorillonit bázislapfelületére (752 m^{2}g^{-1}) vonatkoztatott felületi borítottság.
A cetil-piridinium felületigénye: 121 Å^2.

A táblázat alapján láthatjuk, hogy a tiszta komponensekre vonatkoztatott adszorpciós kapacitás ($n^s_{1,0}$) az organofilitás mértékének növekedésével növekvő tendenciát mutat. Ez egyértelműen arra utal, hogy az organikus közegben szuszpendált oleofil bentonit dezaggregálódik, vagyis belső felületei feltáródnak. Az adszorpciós kapacitásból számított (a_s) fajlagos felületek nagysága ennek megfelelően szintén növekszik és a 25,9 g CPCl-dal kezelt mintánál már gyakorlatilag az összes belső felület feltárul, vagyis a dezaggregáció teljes. A táblázatból azt is láthatjuk, hogy a N_2-adszorpcióval meghatározott BET-felületek nagysága (S_{BET}) nagyságrenddel kisebb, tehát a szuszpendált állapotban levő organofil bentonitra a gázadszorpciós eredmények nem szolgáltatnak reális adatokat. Gázadszorpció esetén ugyanis a belső felületek, melyeknek szerepe itt igen fontos, nem hozzáférhetők az adszorbeálódó molekulák számára.

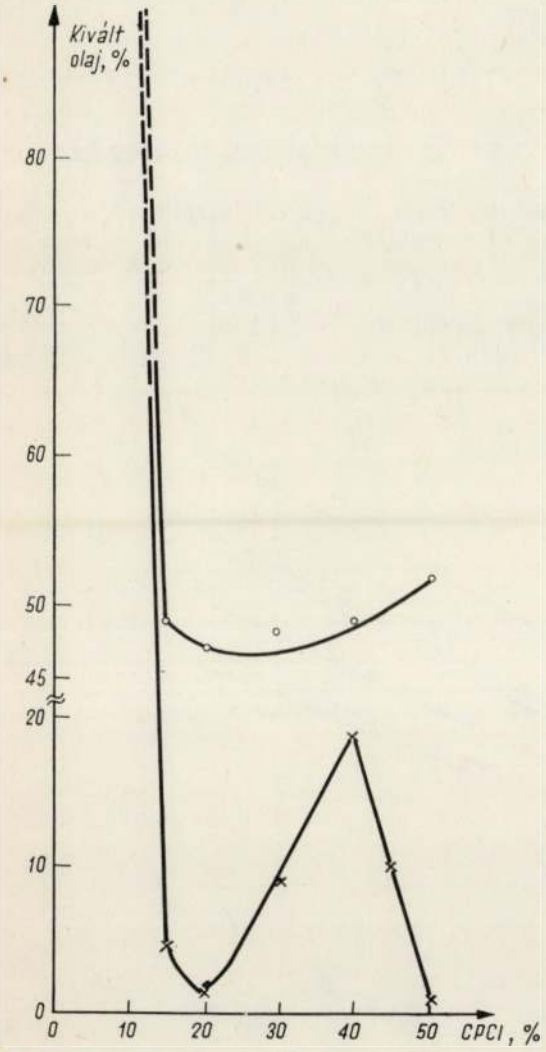
A különböző organofilitású minták felületének mozaikszerkezetére (heterogenitására) az elegyadszorpciós vizsgálatokból kiindulva szintén felvilágosítást kaphatunk. Az x^a_1 ún. adszorpciós azeotróp összetétel jól jellemzi a Θ felületi borítottság mértékét. Az oleofil bentonit felületi polaritásának csökkenésével, tehát az organofilitás növekedésével, az alkohol pozitív adszorpciója visszaszorul és egyre inkább a benzol preferált adszorpciója kerül előtérbe.

Korábbi üledéktérfogat-vizsgálataink [8, 26] alapján már rámutattunk arra, hogy az oleofilitás mértékének növelésével a bentonit folyékony szénhidrogénekben mért duzzadása (fajlagos üledéktérfogata) maximumgörbének megfelelően változik, ahol a széles maximum helye és nagysága az oleofilizáló ágens és a szénhidrogén természetétől, valamint a hőmérséklettől függ. Jó egyezést mutatnak ezek az adatok az azonos anyagi minőségű koncentrált, koherens szuszpenziók reológiai vizsgálatának eredményeivel is [26, 27].

Továbbiakban a különböző mértékben oleofilizált bentonitokkal készült víz—gázolaj emulziók stabilitási és reológiai vizsgálatának eredményeit ismertetjük.

3.1. A bentonit oleofilitásának hatása

A jelenségek jobb értelmezhetősége szempontjából a bentonitoleofilitás mértékének az emulziók stabilitására gyakorolt hatását egy szélsőségesen kis (0,05 g/100 ml emulzió), és egy viszonylag nagy (1 g/100 ml emulzió) bentonitmennyiség alkalmazása esetén 25±1 és 80±1 °C hőmérsékleteken vizsgáltuk. Az emulziók állandóságát a 48 óra alatt elkülönült olaj mennyiségével jellemeztük. A kapott kísérleti eredményeket az *1. ábra* szemlélteti. Az ábra adatai alapján szembetűnő, hogy a 10% CPCl-ot tartalmazó organofil bentonittal készült emulzió nagyon instabilis, az olajnak gyakorlatilag teljes mennyisége rövid idő alatt kiválik a rendszerből. A 15% CPCl-ot tartalmazó mintával készült emulzióknak ezzel szemben már jelentős stabilitásuk van. Szembetűnő az is, hogy az elkülönült olaj mennyisége minimumgörbe szerint változik a bentonit oleofilitásának mértékével, ha az organofil bentonit mennyisége 0,05%, tehát, amikor a teljes térbeli struktúra kialakulásához semmiképpen nem elegendő. A hasonló összefüggés ugyanakkor jellemző (minimum-maximumgörbe) abban az esetben, ha a bentonit mennyisége 1%, tehát amikor feltehetően elegendő a koherens struktúra kialakulásához.



1. ábra

Az oleofilitás mértékének hatása az emulziók állandóságára (oleofil bentonit %: — ○ — 0,05; — × — 1%)

Ez a jelenség megítélésünk szerint az oleofilizált bentonitok kétféle stabilizálási mechanizmusával kapcsolatos.

A teljes hidrofil, ill. csak kismértékben oleofilizált bentonitok egyáltalán nem képesek stabilizálni az emulziót, mert nem nedvesednek az olajjal, és részecskéik zömmel a vízfázis belsejében helyezkednek el. Az oleofilitás mértékének növelésével a 40—70%-os fedettségi tartományban *(1. táblázat)*, a bentonitrészecskék már a határfázisban, az emulgeált cseppek felületén helyezkednek el, ahol a jelentős duzzadás és dezaggregáció következtében, már igen kis mennyiségben (0,05%) alkalmazva, képesek megfelelő szilárdságú védőréteg kialakítására. Az organofilitás mértékének növelésével a bentonitrészecskék egyre inkább az olajfázisba jutnak, emiatt nő az olajkiválás, csökken tehát az emulzióstabilitás. A legnagyobb eloszlási állandósággal rendelkező emulziót a 20% CPCl-dal készült bentonit felhasználásával nyertük, ahol a bentonit felületi fedettsége 66%-os és a fajlagos felület is igen jelentős, 730 $m^2 \cdot g^{-1}$.

Lényegében hasonló jelenségek játszódnak le abban az esetben is, ha az alkalmazott *Pickering*-emulgeátor mennyisége az előbbinek 20-szorosa (1%), azzal a különbséggel, hogy az olajfázisba jutó bentonitrészecskék mennyiségének növekedésével fokozatosan térbeli struktúra alakul ki, amely képes magába zárni és ugyanakkor jelentős diszperzitásfokot, ill. eloszlási állandóságot biztosítani a vízcseppeknek.

A módosított felületű bentonitok tehát a fémszappanokhoz hasonlóan [1] egyfelől megfelelő szilárdsággal rendelkező védőréteg kialakításával, másfelől koherens térbeli struktúra létrehozásával stabilizálhatják az emulziókat. Más kérdés viszont, hogy az utóbbi esetben beszélhetünk-e egyáltalán a klasszikus értelemben vett emulzióról.

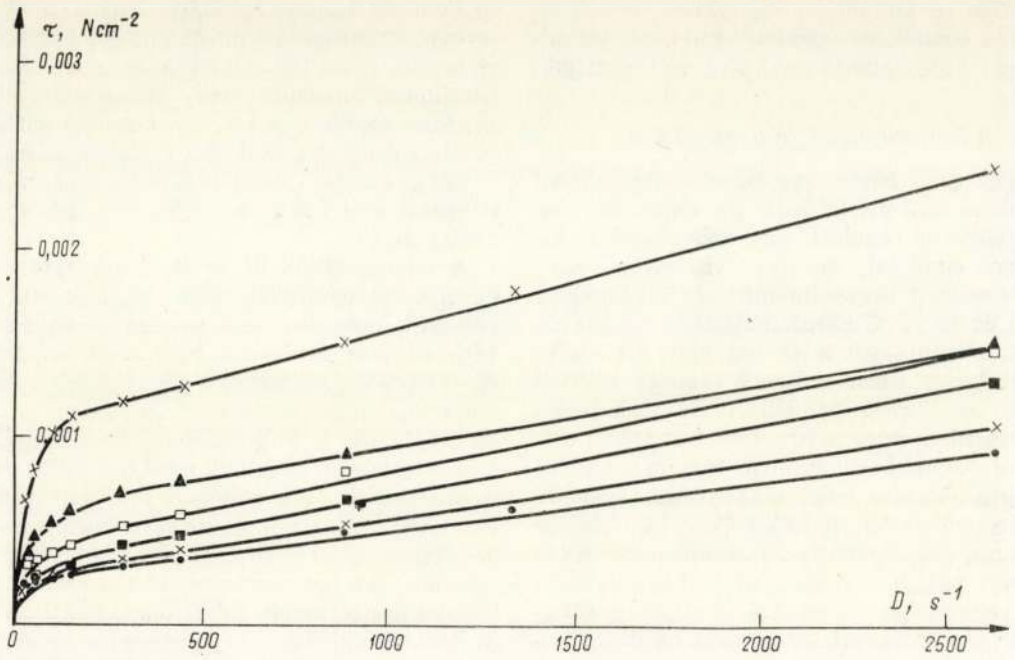
Az emulziók jellege — a 15% CPCl-tartalmú bentonittal készült emulziótól eltekintve — egyértelműen *v/o*, tehát a gázolaj képezi a diszperziós közeget.

Megerősítik a stabilizálási mechanizmussal kapcsolatos megállapításainkat az 1% oleofil bentonittal készült emulziók reológiai vizsgálatának eredményei is. A minták 25 °C-on mért egyensúlyi folyásgörbéinek felszálló ágát a *2. ábrán* tüntettük fel.

Az ábra adatai alapján is megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb struktúraszilárdságú (*Bingham*-féle folyáshatárú) és plasztikus viszkozitású emulziókat az aggregatív és eloszlási állandóság szempontjából is optimális 20, ill. 50% CPCl-mennyiséggel készült bentonitok felhasználásával nyerhetjük.

3.2. Az oleofil bentonit mennyiségének hatása

Számos kísérleti adat alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az oleofil bentonit mennyiségének növelésével — az oleofilitás mértékétől, a fázisaránytól, ill. az emulzió előállításának és vizsgálatának körülményeitől függetlenül — az emulzió viszonylagos stabilitása



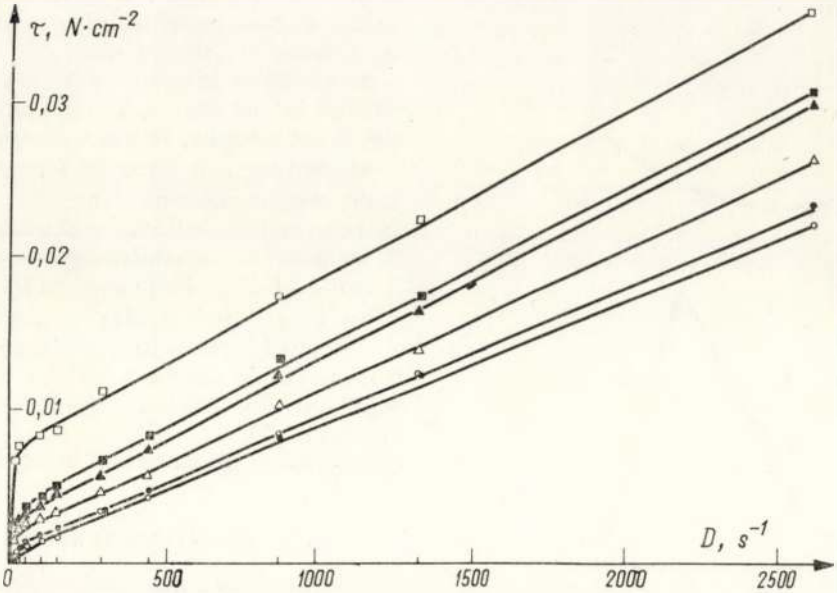
2. ábra
A bentonit oleofilitásának hatása az emulziók reológiai jellemzőire
(CPCl %: —○— 15%; —△— 20%; —□— 25%;
—□— 30%; —×— 40%; —+— 50%)

növekszik. Példaképpen az 50% CPCl-tartalmú, bentonittal stabilizált, 30:70 fázisarányú víz—gázolaj emulziók 25 °C-on mért egyensúlyi folyásgörbéinek felszálló ágát tüntettük fel a *3. ábrán.*

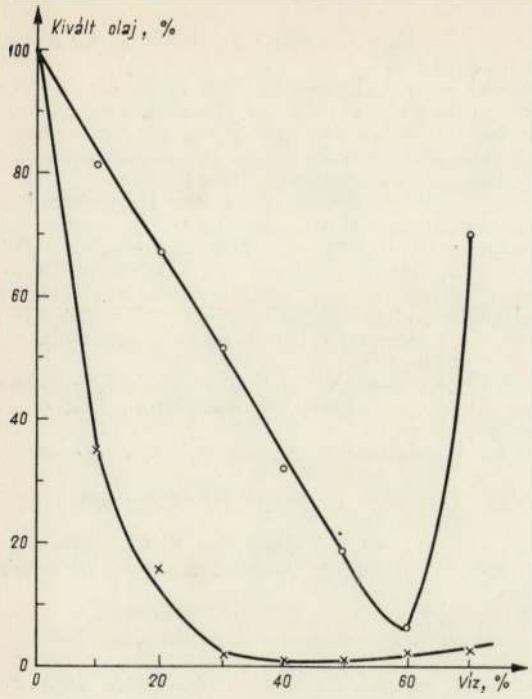
Az ábra adatai is azt mutatják, hogy a struktúraszilárdságra jellemző *Bingham*-féle folyáshatár és plasztikus viszkozitás — különösen 1% bentonitmennyiség felett — jelentősen nő az oleofil bentonit mennyiségével.

3.3. Az emulzió fázisarányának hatása

Ismeretes, hogy az emulziók stabilitását és jellegét elsősorban az emulgeátor minősége és mennyisége, nem pedig az emulziókat alkotó folyadékok mennyiségi aránya — a fázisarány — határozza meg. Az emulzió fázisaránya azonban jelentős hatást gyakorol az emulzió stabilitására, és szélsőséges arányok esetén már befolyásolja az emulziók jellegét is.



3. ábra
Az oleofil bentonit mennyiségének hatása az emulziók reológiai jellemzőire (oleofil bentonit %:
—○— 0,15; —○— 0,25%; —△— 0,5%;
—△— 0,75%; —□— 1%; —□— 1,25%)



4. ábra
A fázistérfogat-arány hatása az emulziók állandóságára (oleofil bentonit %: —○— 0,05%; —×— 1%)

A fázisaránynak az emulziók stabilitására gyakorolt hatását a *4. ábrán* az 50% CPCl-tartalmú bentonittal készített emulziók példáján mutatjuk be. Az ábra adatai alapján megállapítható, hogy mind 0,05%, mind pedig 1% bentonitmennyiség alkalmazása esetén a kivált olaj mennyisége minimumgörbe, tehát az emulziók stabilitás maximumgörbe szerint változik a vízmennyiség növekedésével.

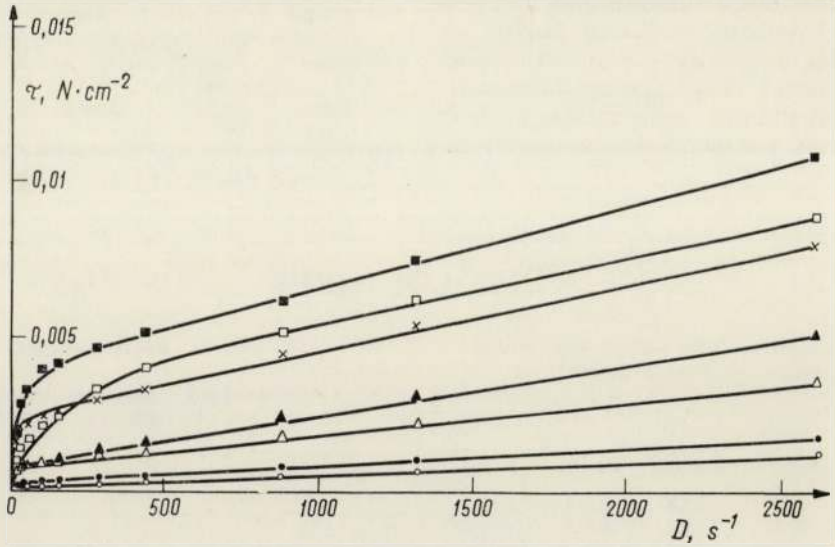
Az emulziók jellege 70:30 víz—olaj aránynál — különösen a 0,05% oleofil bentonit alkalmazása esetén — már nem egyértelműen olajközegű, a rendszer az átcsapás előtti stádiumban van. A 80:20 víz—olaj aránnyal készült emulziók már egyáltalán nem stabilisak, eloszlási állandóságuk minimális, a diszperz állapot percek alatt megszűnik. Hasonló változást tapasztaltunk a többi oleofil bentonitminta alkalmazása esetén is. A szilárd emulgeátorrészecskék és a diszpergált vízcseppek által kialakított koherens struktúra tehát lényeges tényező az emulziók állandósága szempontjából.

A diszpergált vízcseppek növekvő mennyisége és diszperzitásfoka — a szuszpenzió koncentrációjához hasonlóan — növeli az emulziók struktúraszilárdságát és plasztikus viszkozitását. Egy határérték elérése után azonban — a szuszpenzióktól eltérően — az állandósággal párhuzamosan a reológiai jellemzők is jelentős csökkenést mutatnak, majd határesetben a viszkozitás mérhetetlenné válik. Ezt szemléltetik az *5. ábrán* összefoglalt adatok, ahol az 50 g CPCl-tartalmú bentonit 1%-nyi mennyiségével készült, különböző fázisarányú emulziók 25 °C-on mért folyásgörbéinek felszálló ágait tüntettük fel.

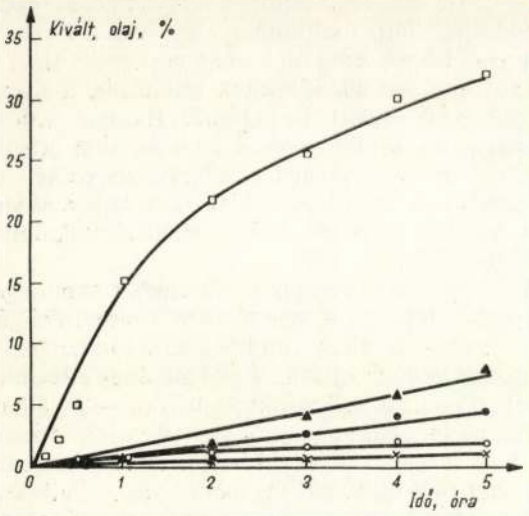
Az ábra adatai is azt mutatják, hogy a legnagyobb *Bingham*-féle folyáshatárral és plasztikus viszkozitással rendelkező emulziók az adott oleofil bentonit esetén a 60:40 víz—gázolaj aránnyal állíthatók elő. A reológiai szempontból optimális fázisarány az alkalmazott bentonit oleofilitása mértékének csökkenésével kismértékben kisebb víztartalmú rendszerek felé tolódik el. A 25% CPCl-tartalmú bentonittal készített emulziók közül az 50:50% fázisaránnyal készült a legstabilabb, és ennek a legnagyobb a folyáshatára és plasztikus viszkozitása is.

3.4. Az oleofilizált bentonit minőségének hatása

Az oleofilizált bentonit minőségének, így elsősorban az oleofilizáló szerves anyag kémiai összetételének meghatározó szerepe van a felület polaritása és ezen keresztül az emulgeálóképesség szempontjából. Jól szem-



5. ábra
A fázistérfogat-arány hatása az emulziók reológiai jellemzőire (gázolaj:víz: —○— 90:10; —○— 80:20; —△— 70:30; —△— 60:40; —□— 50:50; —□— 40:60; —×— 30:70)



6. ábra
Az organofil agyagásványok minőségének hatása az emulzióból történő olajkiválás sebességére (organofil agyagásvány: Geltone; —×— Bentone—34; —○— Tyotix M—50; —○— Tyotix M—55; —△— Petrotone; —□— Bentone—18)

léltetik ezt a *6. ábrán* összefoglalt kísérleti adatok, ahol a különböző összetételű kereskedelmi organofil bentonitmintákkal készült emulziók olajkiválásának sebességét tüntettük fel.

Az ábra adatai alapján megállapítható, hogy amíg a Geltone-nal készült emulzióból 5 óra után olajkiválást egyáltalán nem tapasztaltunk, addig a Bentone—18-cal készült emulzió jelentős mennyiségű olajat engedett el, sőt a Bentone—27-tel stabilis emulzió egyáltalán nem volt készíthető. Hasonlóan jelentős eltérések tapasztalhatók az emulziók reológiai tulajdonságaiban is.

A kereskedelmi organofil bentonitminták emulgeálóképességében megmutatkozó különbségek részletes tárgyalása helyett következő közleményeinkben — a téma fontosságának megfelelően — ismert összetételű laboratóriumi minták vizsgálata alapján részletesen elemezzük az oleofilizáló ágens minőségének és mennyiségének az emulgeálóképességre gyakorolt hatását.

IRODALOM

[1] *Andor J.—Balázs J.—Molnár J.—Várkonyi B.:* Kőolaj és Földgáz *2* (1979).
[2] *Rogers, W. F.:* Composition and properties of oil well drilling fluids. Gulf Publ. Co. Houston, Texas, 1963.
[3] *Molnár J.:* Einige theoretische und praktische Probleme der Herstellung von Spülungen „umgekehrten Emulsion". VI. Geochemische Konferenz 1970, Krakau.
[4] Fehér, olajbázisú és/vagy invert emulziós fúróiszap, valamint eljárás azok előállítására. 167 060 sz. magyar szabadalom (1975); 113 787 sz. NDK-beli szabadalom (1975).
[5] *Molnár J.—Balázs J.—Szántó F.:* GEOCHEM'76, VIII. Internationale wissenschaftliche Konferenz über geochemische und physikal-chemische Probleme der Erkundung und Förderung Erdöl—Erdgas—Lagerstätten. VUGI *33—34*, Brno, 1976.
[6] *Andor J. A.—Balázs, J.—Dékány I.—Szántó F.:* Diszpersznüe szisztemü v burenii. Naukova Dumka, Kiev, 1977. 96—97.
[7] *Balázs J.—Molnár J.—Szántó F.—Várkonyi B.:* ibid. 97—99.
[8] *Balázs J.—Andor J.—Szántó F.:* Kolorisztikai Értesítő *9—10* 230—239 (1975).
[9] *Pickering, S. U.:* J. Soc. Chem. Ind. *29* 129 (1910).
[10] *Becher, P.:* Emulziók. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1965.
[11] *Rehbinder, P. A.:* Kolloidnüj Zs. *8* 157 (1946).
[12] *Schulman, J. H.—Leja, J.:* Trans. Faraday Soc. *50* 598 (1954).
[13] *Taubman, A. B.—Koreckij, A. F.:* Dokl. Akad. Nauk SZSZSZR *120* 126 (1958); *124* 358 (1959).
[14] *Prince, L. M.:* J. Colloid Interface Sci. *20* 216 (1969).
[15] *Krugljakov, P. M.—Koreckij, A. F.:* Izv. Szib. Otd. AN SZSZSZR Szer. Him. Nauk *9* 16 (1971).
[16] *Mukerjee, L. N.—Srivastava, S. N.:* Kolloid Z. *162* 10 (1959).
[17] *Mukerjee, L. N.—Barthwall, J. P.:* Kolloid Z. *183* 156. (1962).
[18] *Taubman, A. B.—Koreckij, A. F.:* Kolloidnüj Zs. *20* 676 (1958).
[19] *Taubman, A. B.—Koreckij, A. F.:* Uszpehi kolloidnoj himii. Moszkva, 1973. 225.
[20] *Taubman, A. B.—Koreckij, A. F.:* Dokl. Akad. Nauk SZSZSZR *226* 1357 (1976).
[21] *Kubik, C.—Gregor, M.—Mocikova, P.:* Zbornik Prác SVST 97 (1968).
[22] *Gregor, M.—Mocikova, P.—Esterka, F.—Kubik, C.:* Chemicky Promysl. *18 (43)* 393 (1968).
[23] *Tronnier, H.—Bussius, H.:* Seifen, Öle, Fette, Wachse *1* 9 (1963).
[24] *Dékány I.—Szántó F.—Nagy L. Gy.:* Magyar Kémiai Folyóirat 491 (1976); Colloid and Polymer Sci. 150 (1978).
[25] *Schay G.—Nagy L. Gy.:* A kémia újabb eredményei. *18* Akad. Kiadó Budapest, 1974.
[26] *Szántó F.—Balázs J.—Sümegi M.:* Magyar Kémikusok Lapja 458 (1970).
[27] *Szántó F.—Várkonyi B.—Balázs J.:* A kémia újabb eredményei *5*, Akadémiai Kiadó Budapest, 1971.

KÜLFÖLDI HÍREK

A főbb olajtermékek fogyasztásának alakulása az iparilag fejlett és fejlődő tőkésországokban 1972—1977-ben

Mt

	Benzin	Nafta	Petróleum	Gázolaj	Pakura
1972	480,5	83,9	122,8	462,7	613,2
1973	523,4	99,5	133,1	499,8	619,2
1974	514,8	100,0	126,1	476,8	591,8
1975	519,1	87,5	130,3	480,2	559,0
1976	526,0	92,2	137,8	521,3	631,1
1977	543,5	98,4	140,5	542,7	649,4

Bjull. Inosztr. Kommercs. Inf. 1978. 106. sz.

Szegesi K.

Kőolajár-emelés

Az OPEC-országok kőolajipari minisztereinek döntése szerint 1979-ben a kőolaj árát négy ütemben emelik az alábbiak szerint.

Az áremelés időpontja	Az áremelés mértéke, %	Új ár, $/barrel
1979. január 1.	5,000	13,335
1979. április 1.	3,809	13,843
1979. július 1.	2,294	14,161
1979. október 1.	2,691	14,542

Europe Oil-Telegram, 1978. 98. sz.

Szegesi K.

Az utánáramlástól zavart nyomásemelkedési görbék értelmezése és a mérések gyakorlata

MEGYERI MIHÁLY

A szakirodalom felhívta a figyelmet, a hazai gyakorlat bizonyította, hogy a kútfejzárás után a kútba történő utánáramlás számításba vételével kidolgozott nyomásemelkedés-értelmezési módszerek a mérések egy részénél nem alkalmazhatók. A cikk elemzi az egyes módszereket és megadja azok korlátozott alkalmazhatóságának okát.

A hazai ipari gyakorlat egyre nagyobb számban alkalmazza a feltöltéses nyomásemelkedés-mérési módszert a nagy depresszióval termeltetett, fluidumbeáramlást adó kutak pontos rétegparamétereinek meghatározása érdekében. A tanulmány ismerteti a tíz évet meghaladó üzemi gyakorlat tapasztalatait.

Bevezetés

Az ipari gyakorlatban a legáltalánosabban alkalmazott hidrodinamikai vizsgálat a nyomásemelkedésmérés. A termelőkutak lezárása után felvett nyomásemelkedési görbék a tárolóréteg paramétereit és energiaviszonyait tükrözik.

A nyomásemelkedési görbék értékelésére a *Horner* által kidolgozott módszer [1] napjainkban is általánosan elfogadott és alkalmazott [36, 39]. *Horner* a nyomásemelkedést a kút termelésbe állításától eltelt idő és a zárástól eltelt idő hányadosa logaritmusának függvényében ábrázolja, és az így meghatározott nyomásemelkedési görbe egyenes vonalú szakaszát használja, amely kapcsolatba hozható a tároló fluidumvezető képességével. Az egyenes helyzete alapján a rétegmegnyitás minősége számítható.

A módszer alkalmazhatóságát sok esetben korlátozza, hogy a folyadékáramlás a kútba a *Horner*-módszer levezetésénél alkalmazott feltételezéssel szemben nem szűnik meg a lezárás pillanatában, és ez erősen hat a nyomásemelkedési görbék alakjára. Ilyen esetben a nyomásemelkedési görbe csak aszimptotikusan közeledik egy olyan görbéhez, amelyik a folyadékáramlás azonnali megszűnésének felel meg, sőt az utánáramlás hatása gyakran olyan mértékben eltorzítja a görbét, hogy a rétegre és a kútkiképzésre vonatkozó megbízható adatok meghatározása lehetetlen.

A szénhidrogén-tárolók kutatásánál és a feltárás kezdeti stádiumában a rétegparaméterek bizonytalansága, vagy ismeretlen volta különösen hátrányos, ugyanis bizonytalan vagy hiányzó adatok mellett is dönteni kell a további rétegvizsgálatokról, kútmunkálatokról, esetleg a vizsgált kút meddővé nyilvánításáról.

A réteg- és kútparaméterek egyértelmű meghatározása érdekében vizsgálatainkat két irányban végeztük:

— Mint egyik lehetőséget, a szakirodalomban közölt elméleti összefüggések alapján tanulmányoztuk a zárást követő utánáramlás figyelembevételével készült megoldások alkalmazhatóságát. A megvizsgált elemzési módszerek kidolgozásánál a kút lezárása után is folytatódó folyadékáramlást mint határfeltételt vették figyelembe, és a megoldások a nyomáshelyreállási görbe kezdeti szakaszának felhasználására vonatkoznak.

A szakirodalom felhívta a figyelmet arra, és a hazai gyakorlat bizonyította, hogy a módszerek a vizsgálatok egy részénél és éppen a kút és az adott tárolórész minősítése szempontjából nagy jelentőségű vizsgálatoknál nem alkalmazhatók.

Mezőbeli mérések adatainak elemzésével bizonyítottuk, hogy a nyomásemelkedés-mérés utánáramlástól zavart időszakában a kút és a tároló között a kapcsolat (szkin) változó. A nyomásemelkedésmérés alatti változó szkin esetén a szakirodalomban javasolt számítási módszerek nem alkalmazhatók.

— Másik megoldási lehetőségként kidolgoztuk az utánáramlás kiküszöbölésére a feltöltéses nyomásemelkedés-mérési módszert. A módszer alkalmazásánál a nyomásemelkedést folyadékkal feltöltött kútállapot mellett mérjük. A feltöltő folyadék kis összenyomhatósága gyakorlatilag kizárja a kútba való utánáramlást, így a talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedési görbét tudjuk meghatározni [26].

Az ipari gyakorlat egyre kiterjedtebb módon alkalmazza a feltöltéses vizsgálati módszert. A módszer használatának eredményeként a kis beáramlású kutak esetében is pontos tárolóparaméterek biztokába jutunk, és így elkerülhetők a hosszadalmas kútmunkálatok és sorozatos rétegkezelések.

Az utánáramlást figyelembe vevő értékelési módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata

A nyomásemelkedés-mérés alatt, a zárás utáni változó beáramlás figyelembevételével számos kutató javasol rétegparaméter-számításra alkalmasnak vélt megoldást. Az első számítási módszert *Gladfelter* és munkatársai adták [2]. Az első tanulmány megjelenése óta több szovjet [4, 5, 6, 7, 8, 15, 22], amerikai [18, 21, 23, 24, 25, 29, 35, 38] és más olajtermelő országból publikáló [9, 11, 16] szerző, ill. szerzőkollektíva javasolt számítási módszert.

A javasolt számítások a kis és állandó kompresszibilitású folyadék radiális áramlásának egyenletéből indulnak ki. A hivatkozott módszerek az értékelésre általánosan alkalmazott *Horner*-féle módszerrel ellentétben nem tételeznek fel talpi zárást, határfeltételként megengedik a kútfejzárást követő utánáramlást, és az utánáramlástól zavart görbeszakasz felhasználását javasolják a tároló áteresztőképességének és a rétegmegnyitás minőségének számításához.

Az 1968-ban [20] és 1971-ben [26] készített tanulmányok a megoldások közül *Gladfelter* és munkatársai [2], *Barenblatt* és munkatársai [4], *Boriszov* [6], *Németh* [16] és *Russel* [18] számítási módszereivel folytatott vizsgálatokat ismertetik.

Összehasonlító vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy az utánáramlást számításba vevő eljárások általában 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. Az utánáramlástól zavart adatok alapján a javasolt korrekciók elvégzése esetén sem lehetett az áteresztőképességet meghatározni, következésképpen a kútkiképzés minőségét sem. A megállapításokat 1971 óta a szovjet szerzőktől megjelent elemző tanulmányok nem cáfolták [28, 31, 32, 42], az amerikai szerzőktől származó tanulmányok igazolták [35, 36, 38].

Az amerikai irodalomban először *Gladfelter* és szerzőtársaitól [2], később *Russel*től [18] jelent meg számítási módszer a tranziens vizsgálatok kúttárolási hatásoktól zavart részeinek elemzésére.

A számítási bizonytalanságok kiküszöbölése érdekében *Ramey* [23], majd *McKinley* [25] közöl görbeillesztéses módszert a réteg- és megnyitási paraméterek meghatározásához. A publikációk megjelenésének időszakában úgy tűnt, hogy az elemzési módszerek alkalmazásával az utánáramlástól zavart görbeszakasz alapján pontos tárolóparamétereket lehet meghatározni.

Earlougher és *Kersch* [29] görbeillesztéses módszerük publikációjában megadják az előző módszerek kritikáját, amit a saját eljárásukra is érvényesnek tartanak. Kiemelik, hogy módszerüket nem kell használni, ha az adatok elemezhetők *Horner*-módon. Tapasztalataik szerint bármelyik típusgörbe-illesztéses technika kisebb pontosságú, mint a féllogaritmikus elemzési módszer. Kedvezőnek ítélik meg, ha módszerük a tároló áteresztőképességét 2—3-szoros bizonytalansággal adja, és a szkinre vonatkozóan kvalitatív adatot szolgáltat.

Raghavan [35], *Ramey* [36], valamint *Charles* és *Raghavan* [45] tovább értékelték a módszerek alkalmazhatóságát. Megállapítják, hogy a típusgörbék használatával kapcsolatos állítások túlságosan optimisták. Úgy vélik, hogy a megbízható rövid idejű nyomásemelkedés-értékelési módszert még ezután kell megalkotni. A típusgörbéket mindössze az utánáramlás tényének felismerésére és a féllogaritmikus koordináta-rendszerben ábrázolt egyenes kezdeti időpontjának megállapítására célszerű használni. Véleményük szerint a módszerek csak annak megállapítására alkalmasak, hogy a nyomásemelkedés-mérést elég hosszú ideig végezték-e ahhoz, hogy az adatok a *Horner*-módszerrel értékelhetők legyenek. A tanulmányok hivatkoznak *Solano* [27] összehasonlító vizsgálatára, aki *Ramey* és *McKinley* módszereinek alkalmazhatóságát venezuelai kutakon vizsgálta, és megállapította, hogy a *Ramey*-görbék alkalmazása a vizsgált esetek kétharmadában, a *McKinley*-görbék alkalmazása a vizsgált esetek 40%-ban jó eredményt adott, azonban egyik módszer sem használható önállóan.

A szovjet szerzőktől származó módszereket összefoglalóan *Muravjev* és szerzőtársai [13], *Buzinov* és *Umrihin* [28] és *Simon* [30] elemezték. Kis depresszióval termeltetett kutak nyomásemelkedési görbéin mutatják be az egyes szerzők által javasolt elemzési módokat. A módszerek kritikai értékelése, alkalmazhatósági korlátaiknak kimutatása ismereteink szerint nem történt meg.

Simon Sándor [30] tanulmányában ismertette *Barenblatt* és szerzőtársai [4] integrálmódszerét, *Csarnüj* és *Umrihin* [5] integrál- és differenciálmódszerét, *Boriszov* [6] két differenciálmódszerét és *Scsekaljuk* [7] integrálmódszerét. Az elemzési módokkal való értékeléshez elektronikus számítógépre programot készített. A program felhasználásával különböző magyarországi méréseket értékeltünk, melynek eredményei alapján megállapítható [46], hogy a vizsgált szovjet módszerek az amerikai módszerekhez hasonlóan elsősorban kis depresszióval termeltetett és jól megnyitott kutakról adnak megbízható rétegadatokat.

Ezt támasztják alá az irodalomban található mintapéldáknak az *1. táblázatban* összefoglalt adatai is. A táblázat 1. oszlopa az irodalmi hivatkozás sorszámát, a 2. oszlopa a példa konkrét helyét mutatja. A 3. oszlopban a depresszió mértéke, a 4. oszlopban a nyomásemelkedés-mérés időtartama található. Az 5. oszlop a $k \cdot h/\mu$, a 6. oszlop az áteresztőképesség, a 7. oszlop a látszólagos kútsugár, a 8. oszlop a szkin értékeit tartalmazza. A táblázat alján az átlagértékeket tüntettük fel. Tapasztalataink szerint az „átlagkút" paramétereivel bíró, termelő kúton mért nyomásemelkedés alapján a tároló- és rétegmegnyitási adatok a *Horner*-módszerrel számíthatók, mivel az utánáramlás a legkedvezőtlenebb esetben is 10 órán belül megszűnik.

1. táblázat

A szovjet és az amerikai irodalomban közölt mintapéldák összefoglaló táblázata

Irodalom	Hivatkozás	Δp_{ws} bar	Δt_{ws} h	$k \cdot h/\mu$ mD·m/cP	k mD	r_{wa} m	s
1	2	3	4	5	6	7	8
[2]	*1. tábl.*	19,6	24	1166	—	4,25	−3,75
[8]	*2. tábl.*	8,53	2,0	—	355	40,87*	−6,01*
[10]	*13. tábl.*	12,03	3,33	413	34,4	1,40	−2,64
	20. tábl.	9,75	1,66	121	242	1,46	−2,68
[15]	*5. ábra*	60	1,0	1330	—	—	—
[22]	*1. tábl.*	0,948*	2,22	4980*	—	10,0	−4,61
[28]	*III. 2. tábl.*	48,4	8,33	270	—	0,67	−1,90
[29]	*1. tábl.*	12,34	70*	1408	—	$1{,}52 \cdot 10^{-9}$*	18*
	3. tábl.	9,7	60	121,9	—	0,116	−0,1
	4. ábra	113*	0,9*	17,98*	—	0,1	0
	8. ábra	6,3	50	1000	—	—	—
	6. ábra	91,6	30	94,3	23,25	$1{,}22 \cdot 10^{-3}$	4,4
Átlagértékek:		27,83	18,25	658,2		2,25	−3,11

A *-gal jelölt értékeket az átlagolásnál nem vettük figyelembe.

A vizsgált módszerek korlátozott alkalmazhatóságának oka

Az előző fejezetben vizsgált módszerek ipari alkalmazhatóságának korlátozott voltát a zárási idő alatt bekövetkező szkinváltozás okozza. A szkinváltozás nagysága és iránya, elsősorban a pozitív szkin mellett termelő olajkutaknál előre nem jelezhető, így nem képez számítási alapot. Ebből arra következtethetünk, hogy a nyomásemelkedés-mérés alatt változó szkin mellett az ismert módszerekkel számított paraméterek a vizsgálatok jelentős részénél megbízhatatlanok.

A gyakorlatban a nyomásemelkedés utánáramlástól zavart szakaszán bekövetkező szkinváltozás matematikai modell alkalmazásával igazolható. A modell alkalmazásához ismerni kell a tárolóparamétereket, a talpnyomás változását a nyomásemelkedés-mérés alatt és az utánáramlás ütemét.

A modell kidolgozásához az időben változó hozam hatására létrejövő talpnyomás változását leíró összefüggést kellett ismerni, melyet a diffuzivitás egyenletének áramlástanilag végtelen tárolóra vonatkozó megoldása és a szuperpozíció elvének együttes alkalmazása ír le:

$$p_{wst}-p_w=-\frac{q_1\cdot\mu}{4\pi\cdot k\cdot h}\left[Ei\left(-\frac{\Phi\cdot\mu\cdot c\cdot r_w^2}{4k\cdot t}\right)+\right.$$

$$\left.+\sum_{i=2}^{n}\frac{q_i-q_{i-1}}{q_1}Ei\left(-\frac{\Phi\cdot\mu\cdot c\cdot r_w^2}{4k(t-t_{i-1})}\right)-\frac{2q_n}{q_1}s\right]. \quad (1)$$

Az (1) összefüggés szerint a mindenkori talpnyomást két tényező határozza meg. Az egyik a vizsgálat időpontjáig tartó beáramlás hatására a tárolóban létrejött tranziens nyomásváltozás kútsugáron való eredője, a másik a t_n időponthoz tartozó hozam által a kútkörzet megváltozott áteresztőképességű részén kialakuló nyomásváltozás. A nyomásemelkedés-mérés alatt, változó szkin esetén, a kútfejzárás után az utánáramlás a következőképpen jön létre. Lezárásig a kút megközelítően állandó hozammal termel. A termeltetés alatt az ún. beáramlási sugár a termeltetési idő négyzetgyökével arányosan nő. A gyakorlat szerinti huzamos termeltetés után a kútsugár növekedéséből adódó talpnyomáscsökkenés a zárás előtt általában már nem mérhető. A szkin az adott áramlási ütemnél állandónak fogadható el, így a megközelítően állandó talpnyomás, kútfejnyomás és hozam kvazistacioner állapotot tükröz. Közvetlenül a kút leállítása után, a küttérfogat, a benne levő fluidumok térfogataránya és kompresszibilitási tulajdonságai megszabják a talpon beáramló fluidum mennyiségét, az utánáramlás kezdeti ütemét. A csökkenő hozam hatására emelkedik a talpnyomás, változik a szkin. A szkinváltozás befolyásolja a mindenkori talpnyomást, az visszahat az utánáramlás mértékére, ez pedig a tárolóban kialakuló nyomáseloszlást befolyásolja.

Az utánáramlás ütemét és időben történő változását így három tranziens folyamat szabja meg:

— a tárolóban fellépő nyomásváltozás,
— a küttérfogat változó tárolóképessége,
— a nyomásemelkedés alatt változó szkin.

A fenti folyamatok közül a szkinváltozás mértéke és hatása nem jelezhető előre.

Az (1) összefüggést változó szkinre megoldva kapjuk:

$$s_n=\frac{\frac{4\pi\cdot k\cdot h(p_{wst}-p_{ws})}{\mu\cdot q_1}+Ei\left(-\frac{\Phi\cdot\mu\cdot c\cdot r_w^2}{4\cdot k\cdot t}\right)}{\frac{2q_n}{q_1}}+$$

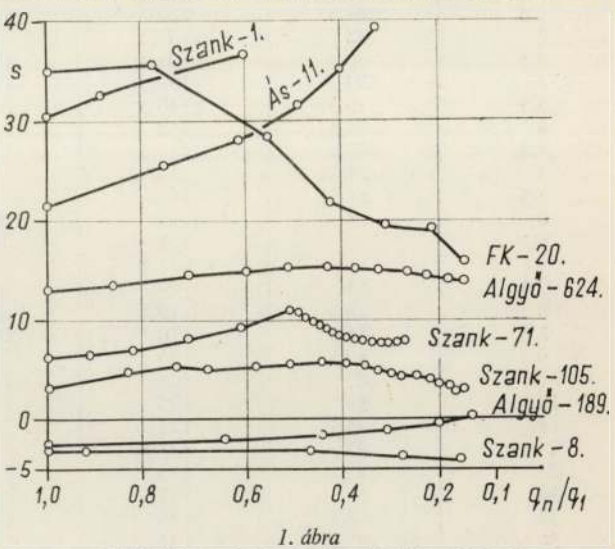
$$+\frac{\sum_{i=2}^{n}\frac{q_i-q_{i-1}}{q_1}Ei\left(-\frac{\Phi\cdot\mu\cdot c\cdot r_w^2}{4k\cdot(t-t_{i-1})}\right)}{\frac{2q_n}{q_1}}. \quad (2)$$

Az ismertetett modell és a modellt leíró számítógépi program segítségével a zárás után mért talpnyomás-emelkedési adatok és a zárás után a kútba folytatódó utánáramlás alapján számítottuk a szkin változását a zárási idő alatt. A számításhoz kiválasztott vizsgálatok két csoportba sorolhatók:

1. Az *Algyő-189.*, *Ásotthalom-11.*, *Szank-31.* és *Szank-71.* jelű kutakon két nyomásemelkedés-mérésre került sor. A kútfejzárással mért nyomásemelkedési görbéket az utánáramlás határozottan zavarta, ezért a talp- és kútfejnyomások változása alapján számítottuk az utánáramlás ütemét. A kutakon talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedést is mértünk, amelynek alapján a változó szkin számításához szükséges pontos rétegparamétereket számítottuk.
2. A *Szank-105.*, *Szank-8.*, *Algyő-624.* és *Ferencszállás-kelet-20.* jelű kutakon mért nyomásemelkedési görbék utánáramlástól zavart szakasza után a féllogaritmikus feldolgozás értékelhető egyenese következett. A féllogaritmikus egyenes alapján a rétegparamétereket *Horner*-módszerrel számítottuk, az utánáramlástól zavart adatok szolgáltattak alapot a szkinváltozás számításához.

A (2) összefüggés felhasználásával számítottuk a szkin zárás utáni időhöz tartozó értékeit.

Az *1. ábrán* a szkinértékek egyes kutaknál meghatározott változása látható a q_n/q_1 tényező függvényében, ahol a q_1 a zárás előtti hozam, a q_n a monoton csökkenő utánáramlási ütem. A *2. táblázat* az *Ásotthalom-11.* jelű kúton, a *3. táblázat* a *Szank-105.* jelű kúton mért adatokat tartalmazza szemléltetésül.



1. ábra
Kútfejzárás utáni nyomásemelkedés-méréssel nyert adatok alapján számított szkinváltozások

2. táblázat

Az Ásotthalom-11. jelű kúton kútfejzárás után mért adatok

t_{ws} h	p_t bar	p_c bar	p_w bar	q m³/d	q_n/q_1	s
0	7	17,5	20,60	12,61	1,00	21,41
3	8,5	19,8	31,32	9,5	0,75	25,57
6	8,5	22	40,36	7,7	0,61	27,99
9	8	24,5	47,82	6,15	0,49	31,50
12	7,5	26,7	53,94	5	0,40	35,04
15	7	29	59,64	4	0,32	39,40
18	7	31,5	64,08	3	0,24	48,52
21	6,5	33,8	68,10	2,7	0,21	48,37
27	2	38	73,66	2,07	0,16	53,90
30	1	38,5	76,80	1,94	0,15	51,03
33	1	39	79,49	1,81		
36	1	41	81,96	1,7		
39	1	41	84,12	1,58		
42	1	42	86,18	1,45		
45	3	43	89,32	1,31		
48	6	46	92,00	1,2		
51	8	46,5	94,15	1,08		
54	10	47	95,83	0,95		
57	12	47	97,19	0,82		
60	13,5	48	98,30	0,7		
63	14	48	99,15	0,58		
66	15,5	49	99,80	0,43		
69	16,5	49	100,37	0,32		

Az *Ásotthalom-11.* jelű kúton feltöltéses módszerrel megismételt, a talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedés-mérés alapján a *Horner*-módszerrel számított adatok:

Φ 0,1 A_t $3{,}02 \cdot 10^{-3}$ m²
p_{wf} 44,90 ϱ_0 0,79 kg/dm³
P_{lh} 102,4 bar

Alapadatok:

						Számított rétegparaméterek:					
$q_0 \cdot B_0$	7,33	m³/d	m	1,9	bar/ciklus	p_{wst}	105,4	bar	$\bar{k}_0$	18,7	mD
μ_0	1,9	cP	h	2	m	k_0	80,3	mD	s	27,6	
c_0	$1{,}1 \cdot 10^{-4}$	bar^{-1}	r_w	0,07	m	r_d	358	m	Δp_s	45,5	bar
t_p	31	h	A_c	$7{,}78 \cdot 10^{-3}$	m²				PR	0,23	

3. táblázat

A Szank-105. jelű kúton kútfejzárás után mért adatok

t_{ws} h	p_t bar	p_c bar	p_w bar	q m³/d	q_n/q_1	s
0	51	95,5	162,40	50,90	1,00	3,13
0,5	55,5	98	163,34	42,50	0,83	4,60
1	60,5	100	166,96	37,00	0,73	5,28
1,5	64,5	102,5	172,10	34,0	0,67	4,98
2	68	104,5	177,04	29,5	0,58	5,18
2,5	70,5	106,5	180,85	26,0	0,51	5,45
3	73	109,5	185,06	22,5	0,44	5,63
3,5	75,5	110,5	188,97	20,0	0,39	5,47
4	77,5	112	192,32	18,0	0,35	5,22
4,5	79,5	113,5	195,19	16,5	0,32	4,85
5	81	115	197,75	15	0,29	4,57
5,5	82,5	116	200,05	13,5	0,27	4,38
6	84	117	202,27	12,0	0,24	4,20
6,5	85	118	204,29	11,0	0,22	3,70
7	86	118,5	205,94	10,0	0,20	3,40
7,5	87	119	207,30	9,0	0,18	3,31
8	88	119,5	208,51	8,5	0,17	2,84
8,5	88,5	120,5	209,59	7,5	0,15	2,95
9	89,5	120,5	210,69	6,5		
12	92	121,5	214,99	4,0		
15	94	125	217,20	2,1		
18	95,5	125	218,52	1,9		
24	97	125,5	220,22			
27	97	125,5	220,63			
30	98	125,5	220,89			
33	98,5	125	221,11			
36	98,5	124	221,36			
39	99	124	221,56			
42	100,5	124	221,70			

A *Szank-105.* jelű kúton az utánáramlás elhanyagolható mértékűre csökkenése után mért talpnyomásváltozás alapján *Horner*-módszerrel számított adatok:

Alapadatok:

$q_0 \cdot B_0$	50,90	m³/d	m	6,6	bar/ciklus
μ_0	0,45	cP	h	10	m
c_0	$2{,}3 \cdot 10^{-4}$	bar^{-1}	r_w	0,057	m
t_p	152,8	h	A_c	$1{,}78 \cdot 10^{-2}$	m²
Φ	0,2		A_t	$3{,}02 \cdot 10^{-3}$	m²
p_{wf}	162,40	bar	ϱ_0	0,72	kg/dm³
P_{lh}	211,7	bar			

Számított rétegparaméterek:

p_{wst}	226,1	bar	$\bar{k}_0$	5,7	mD
k_0	7,6	mD	s	2,63	
r_d	193	m	Δp_s	15,1	bar
			PR	0,75	

Az *1. ábra* alapján egyértelműen megállapítható, hogy a vizsgált esetekben a kútlezárás után végzett nyomásemelkedés-mérés alatt a szkin változik. A változó szkin változó kapcsolatot jelent a tároló és a kút között, és ez a magyarázata annak, hogy a nyomásemelkedési adatok utánáramlástól zavart részeit felhasználó értékelési módszerek gyakran megbízhatatlanok. Az utánáramlás alatt nem ismert módon változó szkin azért zárja ki sok esetben a vizsgált értékelési módszerek alkalmazását, mert az utánáramlás a változó szkinen ismeretlen mértékű nyomásveszteséget okoz.

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérés üzemszerű alkalmazásának tapasztalatai

Az előző fejezetben bizonyítottuk az utánáramlástól zavart nyomásemelkedés-mérések értékelésére javasolt módszerek megbízhatatlanságát. A megbízható rétegparaméterek meghatározásához a talpi zárást biztosító, vagy azzal egyenértékű nyomásemelkedésmérési körülményeket kell megteremteni.

A szénhidrogén-bányászat jelenlegi technikai szintjén a talpi zárás a nyitottréteg-vizsgáló szerszám [33] és a dróthuzalos módon működtethető eszköz alkalmazásával egyaránt elérhető. Ezeknek az eszközöknek rendszeres alkalmazása azonban különösen kockázatos a nagymélységű fúrásokban, és a rétegvizsgálatok eszközigényét megnöveli. Béléscsövezett kutakban folytatott rétegvizsgálatok során széles körű alkalmazásukra eddig nem került sor.

A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás az utánáramlást kiküszöböli, talpi zárással egyenértékű nyomásemelkedés-mérést tesz lehetővé. Alkalmazását 1963-ban javasoltuk először [14]. Az eljárás alkalmazható a hidrosztatikust megközelítő nyomású, vagy túlnyomásos telepeknél, nyitott kutak kivizsgálásához.

A feltöltéses vizsgálat lényege, hogy a kúttermelés leállításával egyidőben a kútba feltöltő folyadékot sajtolunk, majd feltöltött állapotban mérjük a nyomásemelkedést, és ezzel zárjuk ki az utánáramlás lehetőségét. A vizsgálati módszer alkalmazhatóságának igazolását, az alkalmazhatóság feltételeit, a kísérleti mérések eredményeit az 1971-ben készített közleményben ismertettük [26].

A feltöltéses vizsgálat üzemi kísérletei 1968-ban fejeződtek be, azóta a szénhidrogén-kutatással és -feltárással foglalkozó hazai vállalatok szakemberei megismerték a vizsgálati módszert és egyre nagyobb számban igénylik azt. A tíz évet meghaladó üzemi gyakorlat azt mutatja, hogy a vizsgálatok a lyukbefejező berendezések átlagos felszereltségével kivitelezhetők, a feltöltés művelete a vizsgálatok többségénél nem jelent költségtöbbletet.

A feltöltéses vizsgálatok alkalmazásával a fluidumbeáramlást adó teleprészek rétegparaméterei gazdaságosan meghatározhatók, így a szénhidrogén-kutatás irányítói biztos adatokra támaszkodva hozhatják meg döntéseiket az adott vizsgálattal, esetenként a kúttal kapcsolatban.

A hazai gyakorlat alapján bebizonyosodott, hogy béléscsövezett, nagy depresszióval termelő, kis beáramlást adó mélyfúrások jelentős részénél a konkrét rétegparaméterek meghatározásának leggazdaságosabb, sok esetben egyedüli módja a feltöltéses mérési módszer alkalmazása. A vizsgálatok kivitelezéséhez jól képzett mérő- és értékelő személyzet szükséges. A vizsgálat újszerűsége miatt a rétegvizsgálatok irányítóinak is változtatniok kellett szemléletükön; egyrészt meg kellett ismerni a feltöltéses mérések eredményeit, az alkalmazhatóság körét, másrészt a köztudatba kellett kerülnie annak, hogy beáramlást adó rétegeknél a tárolóparamétereket kedvezőtlen beáramlási viszonyok esetén is meg lehet határozni.

Eltérés a hagyományos vizsgálati módszerektől, idegenkedés a feltöltés műveletétől, és a kellő információk hiánya lehet az oka annak, hogy a feltöltéses mérési mód hazánkon kívül még nem terjedt el, bár utalást rá külföldi szakirodalomban *Artamonov* és szerzőtársai [37] tanulmányában már találtunk. Feltevéseik és megállapításaik a hazai eredményekkel teljesen összhangban vannak.

Kubagusev [42] a feltöltéses vizsgálatot a csökkent telepnyomású tárolókból termelő olajkutakban a telepnyomás meghatározási módszereként ismerteti.

Feltételezzük, hogy a feltöltéses nyomásemelkedésmérési eljárás a béléscsövezett, nagymélységű kutak rétegvizsgálatának egyik elterjedt módszere lesz hazánkon kívül, más szénhidrogén-kutatási területeken is. A módszer bevezetése, alkalmazásba vétele nem gyors folyamat. Ezt mutatja, hogy a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem területén az üzemszerű alkalmazás időpontja 1974-re tehető.

A feltöltéses mérési módszer hazai alkalmazási területét 1976-ban végzett vizsgálatok jellemzik, amikor 36 kutatás, illetve feltárás alatt levő területen 200 értékelhető hidrodinamikai vizsgálatot végeztünk. A vizsgálatok közül 181 esetben kútfejzárással értékelhető adatokat kaptunk eredményül, míg a feltöltéses mérési módszer alkalmazása 19 esetben biztosította a talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedési adatokat.

A kútfejzárással és feltöltéses módon mért kutak átlagos termelési- és rétegadatait a *4. táblázat* tartalmazza. A feltöltéssel vizsgált kutak termelési- és rétegparaméterei természetesen kedvezőtlenebbek, mint a kútfejzárással mért nyomásemelkedési adatok alapján jól minősíthető kutaké.

A feltöltéses módon vizsgált rétegek átlagosan nagy depresszióval termeltek ($\Delta p_{ws} = 192$ bar), kis áteresztő-

4. táblázat

A szénhidrogén-kutatás és -feltárás hazai területein 1976-ban végzett áramlástani vizsgálatok átlagos termelési- és rétegparaméterei

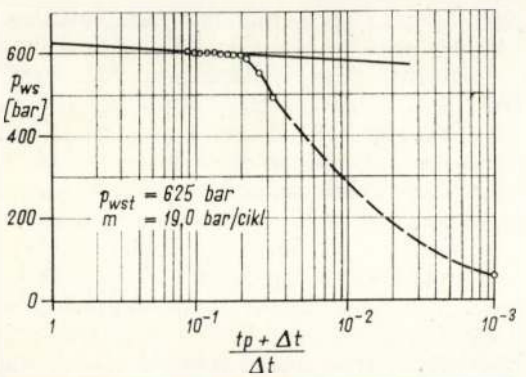
A vizsgálat módja	Kútfej-zárás	Feltöltéses mérés
A mérések száma	181	19
Terület	36	8
L, m	1950	2226
h, m	5,0	7,1
$q \cdot B$, m³/d	218	10,4
p_{wf}, bar	141	68
p_{wst}, bar	204	260
Δp_{ws}, bar	63	192
k, mD	126	3,7
PR,	0,72	0,3
s	2,80	17,1
Δp_s, bar	16,6	73,8

képesség ($k=3{,}7$ mD) jellemezte azokat. A rétegmegnyitás elégtelen voltát jelzi a nagy pozitív szkin ($s=17{,}1$), és az, hogy a kis átlagos hozam ($q \cdot B = 10{,}4$ m³/d) ellenére nagy nyomásveszteségek léptek fel a szkinzónán ($\Delta p_s=73{,}8$ bar). (Az utánáramlás megengedésével értékelhető módszerek publikációiban a mintapéldák lényegesen jobb beáramlási viszonyú kutakra vonatkoznak.)

A feltöltéses vizsgálat bevezetését megelőzően általános gyakorlat volt (1976-ban), hogy a feltöltéssel vizsgált kutakhoz hasonló beáramlási és rétegparaméterekkel jellemzett kutakon nem lehetett rétegparamétereket meghatározni, és a vizsgált rétegszakaszok termelékenységére hosszadalmas kútmunkálatokkal, sorozatos rétegkezelésekkel próbáltak információt kapni. A nagy anyagi ráfordítás ellenére sok esetben nem lehetett megbízhatóan meghatározni a vizsgált tárolórészek termelőképességét. A kútmunkálatokkal történő tárolóminősítés különösen költséges és kockázatos a nagymélységű fúrások béléscsövezés után sorra kerülő rétegvizsgálatainál.

A nagymélységű fúrások gázbeáramlást adó rétegvizsgálatainál sikerrel alkalmaztuk 1977-ben és 1978-ban a feltöltéses vizsgálati módszert. A Budafa és Sándorfalva térségében mélyített nagymélységű fúrások gázbeáramlást adó rétegvizsgálatainál csak feltöltéses módon lehetett a rétegparaméterekre vonatkozóan információt szerezni.

Példaként a *Sándorfalva-I.* jelű kúton 1978. március 6—10. között mért nyomásemelkedési adatokat és



2. ábra
A Sándorfalva-I. jelű kút feltöltéses módon mért nyomásemelkedési görbéje

meghatározott rétegparamétereket ismertetjük. A kútban 3814—3827 m között vizsgált alsó triász kvarchomokkőből a perforálás után csak $q_g=550$ m³/d gáz- és $q_w=0{,}96$ m³/d vízbeáramlást kaptak.

A kúton rétegrepesztést végeztek, aminek eredményeként a gázhozam $q_g=17\,500$ m³/d, a vízhozam $q_w=4{,}5$ m³/d értéken állandósult. A termelési talpnyomás 53,2 bar volt. A feltöltéses nyomásemelkedésmérés eredményeként kapott nyomásemelkedési görbét a *2. ábra* szemlélteti; ennek alapján határoztuk meg a rétegparamétereket. A tároló túlnyomásos $p_{wst}=625$ bar, áteresztőképessége alacsony: $k_g \cdot h = 4{,}07$ mD·m, $k_w \cdot h = 0{,}89$ mD·m, és rétegrepesztés ellenére a kút, valamint a tároló közötti kapcsolatra az $s=17{,}4$ szkin volt jellemző, melyen $\Delta p_s=287$ bar nyomásveszteség keletkezett a termeltetés alatt, így a kúton a beáramlás tovább növelhető. Amennyiben a kúton $s=0$ megnyitást sikerül elérni, úgy $p_{wf}=320$ bar termelési talpnyomásnál 76 000 m³/d termelési ütem várható.

Összefoglalás

1. A zárási idő alatt változó szkin miatt az utánáramlás számításba vételével készült nyomásemelkedés-értelmezési módszerek önálló alkalmazása — olajkutaknál, pozitív szkin esetén — az utánáramlás miatt *Horner*-módon nem értékelhető nyomásemelkedési adatoknál megbízhatatlan rétegadatokat szolgáltatnak.

   A szkin több hatás eredményeként alakul ki a kút közvetlen közelében. A nyomásemelkedésmérés alatt változó nyomás és a csökkenő beáramlási ütem következtében ezek a hatások változnak.

   A kút és a tároló közötti kapcsolat alakulásának kimutatására szolgáló matematikai modell alkalmazásával a szkin nyomásemelkedés-mérés alatti változását igazoltuk olyan mezőbeli mérések alapján, ahol a vizsgált szakasz rétegparaméterei ismertek, és a zárás után zavaró utánáramlás volt tapasztalható.

   A szkinváltozás kimutatására folytatott vizsgálatok eredményeit az *1. ábra* szemlélteti. Az ábrán az egyes kutaknál meghatározott szkin változása látható a q_n/q_1 függvényében, ahol a q_1 a zárás előtti hozam, a q_n a monoton csökkenő utánáramlás.

   Az *1. ábra* alapján megállapítható, hogy a vizsgált esetekben a kútlezárás után mért nyomásemelkedés alatt a szkin változik, amely változó kapcsolatot jelent a tároló és a kút között. Ez a magyarázata az utánáramlást megengedő, a nyomásemelkedési adatok utánáramlástól zavart részeit felhasználó értékelési módszerek megbízhatatlanságának.

2. A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás az utánáramlás kiküszöbölésére szolgál, és a talpi zárásnak megfelelő nyomásemelkedést biztosít. Alkalmazható a hidrosztatikus nyomást megközelítő, vagy túlnyomásos telepek vizsgálatánál [26].

   A feltöltéses vizsgálat a talpi zárásnak megfelelő feltételeket azzal biztosítja, hogy a kút termelésének megszüntetése után a kútba feltöltő folyadékot

sajtolunk, és feltöltött állapotban mérjük a nyomásemelkedést.

A módszer alkalmazhatóságának elméleti bizonyításához elvégzett számításaink igazolták, hogy a termeltetést követően utánáramlás nélkül a nyomásemelkedés kezdete olyan gyors, hogy a termelési idő kis hányadának megfelelő zárási idő alatt a nyomás eléri a feltöltő folyadékoszlop hidrosztatikus nyomását. Ipari szempontból produktív tárolók esetén a feltöltő folyadék beáramlása a tárolóba a feltöltés alatt és az azt követő időben nem jön létre [26].

Az elméleti bizonyítás eredményeit a szénhidrogén-kutatási területeken végzett kísérleti vizsgálataink igazolták. A produktív tárolót megnyitó kutak vizsgálatainál közvetlenül a feltöltés után nyomásemelkedést kaptunk eredményül. A feltöltött kút gáztalan folyadékának összenyomhatósága kismértékű, így feltöltött kút esetén a nyomásemelkedés alatt a kútba áramló folyadék térfogata elhanyagolható, tehát a talpi zárásnak megfelelő körülmények között végezhetjük el vizsgálatainkat.

A kísérleti vizsgálatok tapasztalatainak figyelembevételével készített technológiai előírások az üzemszerű vizsgálatokat lehetővé teszik. A vizsgálatokra alapított kútmunkálatok, rétegkezelések a feltöltéses módon meghatározott rétegparaméterek megbízhatóságát igazolták.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki *Simon Sándor* matematikusnak a nyomásemelkedési görbék számítógépes interpretálásáért, *Tóth Béla* olajmérnöknek és *Gyenese István* folyamatszervezőnek a közreműködésért és a számítások elvégzéséért, az OGIL kútvizsgálati osztályon dolgozó minden munkatársamnak, akik a tanulmány elkészítéséhez szükséges méréseket elvégezték, és megbízható munkájukkal hozzájárultak ahhoz, hogy a feltöltéses mérés a hazai szénhidrogénbányászatban ipari méretekben is alkalmazható legyen.

JELÖLÉSEK

A_c	a termelőcső és a béléscső közötti gyűrűs tér keresztmetszete
A_t	a termelőcső keresztmetszete
B	teleptérfogati tényező
c	összenyomhatóság
Ei	integrálexponenciális függvény
h	rétegvastagság
k	áteresztőképesség
$\bar{k}$	a tápterület átlagos áteresztőképessége
m	a nyomásemelkedési görbe egyenes szakaszának meredeksége
p	nyomás
p_c	béléscsőnyomás
p_{tD}	dimenzió nélküli nyomás t_D dimenzió nélküli időnél
p_t	termelőcsőnyomás
p_w	talpnyomás
p_{wf}	termelési talpnyomás
p_{ws}	talpnyomás a lezárás után Δt időpontban
p_{st}	sztatikus nyomás
Δp_s	nyomáskülönbség, a szkinhatás mértéke
P_{1h}	kút lezárása után 1 óra múlva elméletileg várható nyomásérték, mely az extrapolált egyenesen olvasható le
PR	termlékenységi arány
q_D	a dimenzió nélküli áramlási ütem
q	az áramlási ütem
r_d	a megcsapolás sugara
r_w	a kútsugár
r_{wa}	a látszólagos, vagy effektív kútsugár
s	a szkinhatás
t	az idő
t_D	a dimenzió nélküli idő
t_p	a kútlezárás előtti termelésnek megfelelő egyenértékű idő
Δt_{ws}, Δt	az idő a termelő kút lezárása után (nyomásnövekedés)
μ	a viszkozitás
ϱ	a sűrűség
ϕ	a porozitás

IRODALOM

[1] *Horner, D. R.:* Pressure build-up in wells. Proc. 3rd World Petr. Congr., E. J. Brill, Leiden, 1951. Vol. II, 503.

[2] *Gladfelter, R. E.—Tracy, G. W.—Wilsey, L. E.:* Selecting wells which will respond to production-stimulation treatment. Drilling a. Production Practice 1955, API, Washington. 117.

[3] *Perrine, R. L.:* Analysis of pressure build-up curves. Drilling a. Production Practice 1956, API, Washington. 182.

[4] *Barenblatt, G. I.—Boriszov, Ju. P.—Kameneckij, Sz. G.—Krülov, A. P.:* Ob opredelenii parametrov neftenosznogo plaszta po dannüm o voszsztanovlenii davlenija v osztanovlennüh szkvazsinah. Izv. Akad. Nauk SZSZSZR OTN, 84 (1957).

[5] *Csarnüj, I. A.—Umrihin, I. D.:* Ob odnom metode opredelenija parametrov plasztov po nabljudenijam neusztanovivsegoszja rezsima pritoka k szkvazsinam. Izv. Min. Vüszs. Obraz. SZSZSZR MNI (1957).

[6] *Boriszov, Ju. P.:* Opredelenie parametrov plaszta pri iszszledovanii szkvazsin na neusztanovivsihszja rezsimah sz ucsetom prodolzsajuscsegoszja pritoka zsidkoszti. Trudü VNII vüp. *19* 1958.

[7] *Scsekaljuk, E. B.:* Metod opredelenija fizicseszkih parametrov plaszta. Neftj. Hozj. *11* 42 (1958).

[8] *Trebin, F. A.—Boriszov, Ju. P.—Muharszkij, E. D.:* K opredeleniju parametrov plaszta po krivüm voszsztanovlenija davlenija sz ucsetom pritoka zsidkoszti v szkvazsinü poszle zakrütija. Neftj. Hozj. *8* 38; *9* 40 (1958).

[9] *Arhand, J.:* Etude des courbes de remontée de pressions dans les gisements d'huile sons-saturée en tenaut compte de volume du puits. R. Inst. France du Pétr. 121 (1960).

[10] *Csernov, B. Sz.—Bazlov, M. N.—Zsukov, A. I.:* Gidrodinamicseszkie metodü iszszledovanija szkvazsin i plasztov. Gosztoptehizdat Moszkva, 1960.

[11] *Gemole M.:* Metod obrabotki krivüh voszsztanovlenija davlenija sz ucsetom pritoka zsidkoszti. Neftj. Hozj. *7* 19 (1960).

[12] *Kassai L.:* Termelőkutak nyomásemelkedési görbéinek értékelése. Bányászati L. 703, 775, 849 (1960).

[13] *Murav'ev, J. M.—Evdokimov, Sz. E.—Cibulszkij, G. P.—Csernov, F.:* K analizu metodov obrabotki krivüh izmerenija davlenija v neftjanüh szkvazsinah. Neftj. Hozj. *3* 35 (1961).

[14] *Megyeri M.:* Utánáramlás hatásának kiküszöbölése kis áteresztőképességű olaj- és gázkutaknál mért nyomásemelkedési görbéknél. Kézirat. OMBKE-pályázatra készített pályamunka. 1963. dec.

[15] *Scsekaljuk, E. B.:* Universzal'nüj metod opredelenija fizicseszkih parametrov plaszta po izmereniju zabojnüh davlenij i pritokov. Neftj. Hozj. *2* 36 (1964).

[16] *Németh G.:* A felszíni lezárás eredményeként jelentkező utántermelés hatásának kiküszöbölése a felvett nyomásemelkedési görbékből nem felszállással termelő kutak esetében. Kézirat, 1965.

[17] *Odeh, A. S.—Jones, L. G.*; Pressure drawdown analysis, variable-rate case. J. Petr. Techn. 960 (1965).

[18] *Russel, D. G.:* Extensions of pressure build-up analysis. J. Petr. Techn. 1624 (1966).

[19] *Matthews, C. S.—Russel, D. G.:* Pressure build-up and flow tests in wells. Monograph Series, Soc. of. Petr. Engineers of AIME, Dallas, 1967.

[20] *Megyeri M.*: Olajtermelő kutakban felvett nyomásemelkedési görbék vizsgálata az utánáramlás szempontjából. NME doktori disszertáció, 1968.

21] *Agarwal, R. G.—Alhussainy, R.—Ramey, H. J., Jr.*: An investigation of wellbore storage and skin effect in unsteady liquid flow. I. Analytical treatment. Soc. Petr. Eng. J. 279 (1970).

[22] *Kundin, A. Sz.*: Iszpol'zovanie harakteriszticseszkih funkcij ploszko-radial'nogo potoka dlja obrabotki krivüh voszsztanovlenija davlenija. Neftj. Hozj. *10* 43 (1970).

[23] *Ramey, H. J.*: Short-time well test data interpretation in the presence of skin effect and wellbore storage. J. Petr. Techn. 97 (1970).

[24] *Wattenberger, R. A.—Ramey, H. J., Jr.*: An investigation of wellbore storage and skin effect in unsteady liquid flow. II. Soc. Petr. Eng. J. 291 (1970).

[25] *McKinley, R. M.*: Wellbore transmissibility from after-flow-dominated pressure build-up data. J. Petr. Techn. 863 (1971).

[26] *Megyeri M.*: A feltöltéses nyomásemelkedés-mérési eljárás alkalmazhatóságának vizsgálata. Kőolaj és Földgáz 101 (1971).

[27] *Solano, C.*: Aplicaciones de los metodos de Ramey y McKinley a pozos petroliferos Venezolanos. Trabajo Especial de Grado, Universidad el Zulia, Maracaibo, 1971.

[28] *Buzinov, Sz. N.—Umrihin, K. D.*; Gidrodinamicseszkie metodü iszszledovanija szkvazsin i plasztov. Nedra Moszkva 1973.

[29] *Earlougher, R. C., Jr.—Kersch, K. M.*: Analysis of short-time transient test data by type-curve matching. J. Petr. Techn. 793 (1974).

[30] *Simon S.*; Repedezett tárolók rétegparamétereinek hidrodinamikai vizsgálattal történő meghatározására vonatkozó új módszerek vizsgálata. OGIL 73—33—23. sz. témajelentés, 1974.

[31] *Kundin, A. Sz.*: Vlijanie prodolzsajuscsegoszja pritoka v szkvazsinu na tocsnoszt' opredelenija parametrov plaszta. Izv. VUZ Neft'i Gaz *3* 31 (1975).

[32] *Scserbakov, G. B.*: Gidrodinamicseszkie iszszledovanija neftjanüh szkvazsin i plasztov. Moszkva, 1975.

[33] *Barabás L.—Kassai L.—Megyeri M.—Teknyős I.*: Fúrószáras teszteres rétegvizsgálatok üzemi alkalmazhatóságának tapasztalatai. Kőolaj és Földgáz 129 (1976).

[34] *Dordevic, R.—Babic, D.—Secen, J.*: Metodika izbora busotine za obradu i interpretacija postignuth rezultata. Simpozij o razradi lezista i pridobivanju nafte i pline. CAVTAT —JUGOSZLAVIJA, 1976. okt. 18—22.

[35] *Raghavan, R.*: Some practical consideration in analysis of pressure data. J. Petr. Techn. 1256 (1970).

[36] *Ramey, H. J.*: Practical use of modern well test analysis. SPE preprint 5878, 1976.

[37] *Artamonov, V. I.—Panov, B. D.—Szilkin, V. F.*: Ocenka produktivnoszti szlabopritocsnüh neftegazovüh plasztov v glubokih razvedocsnüh szkvazsinah. Neftj. Hozj. *11* 13 (1977).

[38] *Gracia-Riviera, J.—Raghavan, R.*: Analysis of short time pressure transient data dominated by wellbor storage and skin at unfractured active and observation wells. SPE preprint 6546, 1977.

[39] *Karnauhov, M. L.*: Vlijanie pritoka zsidkoszti na krivüe voszsztanovlenija davlenija pri iszpütanii szkvazsin. Neftj. Hozj. *9* 29 (1977).

[40] *Earlougher, R. C.*: Advances in well test analysis. Monograph Series, Soc. of Petr. Engineers of AIME, Dallas, 1977.

[41] *Lakatos S.*: Utánáramlással kapcsolatos vizsgálatok a céglédi kísérleti kútban. Kézirat, 1978.

[42] *Kubagusev, N. G.*: Opredelenie plasztovogo davlenija sz pomoscs'ju podliva zsidkoszti. Nefteprom. Delo *3* 18 (1978).

[43] *Serban, C.—Minescu, Fl.—Barbarosie, V.*: Cercetarea sondelor la timpi redusi de inchidere. Mine, Petrol si Gaze 38 (1978).

[44] *Zajcev, Sz. I.—Kanjuga, A. P.—Pronina, M. J.—Sztepanenko, M. B.—Kravcova, L. V.*: Metodika opredelenija fil'tracionnüh parametrov plaszta po nacsal'nomu ucsasztku KVD. Neftj. i Gaz. Prom. *2* 33 (1978).

[45] *Charles, J.—Raghavan, R.*: Identification of near wellbore effects and boundaries from pressure buildup tests. SPE preprint 7162, 1978.

[46] *Megyeri M.*: Utánáramlástól zavart nyomásemelkedési görbék értékelésére javasolt megoldások alkalmas hatóságának meghatározása, a feltöltéses nyomásemnlkedés mérési módszer kidolgozása és üzemi bevezetése. Kandidátusi értekezés kézirat, 1978.

KÜLFÖLDI HÍREK

Korszerű kutatási és feltárási módszerek

The Log Analyst 1977. szeptember—októberi számában *J. F. Goetz, W. J. Prins* és *J. F. Logar* szerzőhármas tanulmányt közöl a wireline (kábeles, huzalos) módszerekről. A wireline szerelvények a fúrólyukban harántolt minden képződményről teljes információt adnak. A szelvények viselkedése a litológia, a porozitás, a folyadéktartalom és a képződmények kőzetszöveti változásainak a függvénye. Ezek az információk — párosulva a folyamatos, nagy felbontóképességű rétegdőlésmérésekből származó üledékes kőzetszerkezet-jellegekkel — az üledékképződési környezet kulcsát adják, és lehetővé teszik a tárolókőzet geometriájának és orientációjának előrejelzését. A termelési geológus így a leülepedési modellek sorozatát tudja megállapítani. A szerzők felvázolnak egy új módszert, mely gyors és pontos többszörös nyomásmérésekkel lehetővé teszi a tárolók hidraulikus elkülönülésének, vagy összefüggésének a megállapítását.

The Log Analyst 1978. március—áprilisi számában *S. J. Pirson* a kőolaj- és földgázcsapdák körüli fizikai és kémiai jelekkel foglalkozik. Megállapítja, hogy a Föld kőolaj- és földgáztárolói olyan termodinamikai rendszerek, amelyek nincsenek egyensúlyban, és a földtörténeti múltban sem voltak soha nyugalmi állapotban. A szerves növényi és állati bomlástermékek leülepedése, a szénhidrogének migrációja az üledékek kompakciója és más diagenetikus folyamatok eredményeként vízzel kapcsolatosan ment végbe. Az áramló vizek vertikális elszivárgási útján hidrokémiai udvar alakul ki.

A felszálló vizek a következő hatásokat hozhatják létre:
— ásványi átalakulás kilúgozással,
— változások a kőzetek redoxtulajdonságaiban,
— hőmérséklet-anomáliák,
— szénhidrogének maradék nyomai,
— differenciális kompakció,
— vertikális elektrotellurikus áramok,
— felszín közeli elektromospotenciál-csökkenés,
— mágneses-elektrotellurikus hatások.

Ez utóbbi hatás különleges érdeklődésre tarthat számot, mint olyan általános kőolaj- és földgázkutatási módszer, amely már közel áll a közvetlen kőolajkutatáshoz.

Az AAPG Bulletin 1978. májusi számában két tanulmány érdemel különös figyelmet. Mindkettő a szeizmikus rétegtan problémakörével foglalkozik. Az egyik cikk (szerzői: *J. B. Sangree* és *J. M. Widmier*) a törmelékes kifejlődés, a másik (szerzői: *J. N. Bubb* és *W. G. Hatlelid*) pedig a karbonátos fácies szeizmikus értelmezését tárgyalja. Ezek a tanulmányok a **Seismic stratigraphy: Applications to hydrocarbon exploration** (Szeizmikus rétegtan: Alkalmazások a szénhidrogén-kutatásra) című AAPG-kiadvány fejezetei (Memoir 26). E szakkönyv 3 fő részre oszlik:

1. Az értelmezés alapelvei.
2. A szeizmikus alakzatok alkalmazása az értelmezésben.
3. Rétegtani modellezés szeizmikus adatokból.

A fenti tanulmányokban és az idézett kiadványban foglaltak a bonyolult sztratigráfiai csapdák hatékonyabb kutatásához hasznos módszertani útmutatásokat tartalmaznak, így kutatási szakembereink érdeklődésére tarthatnak számot.

Németh Gusztáv
okl. geológus

Sókiválásra hajlamos hévízkutak és termelésük biztosítása

BÉLTEKY LAJOS

A hazai hévízkutaknál általában igen gyakori és sok nehézséget okozó jelenség a kút felső szakaszán mutatkozó sókiválás, ill. sólerakódás, mely a vízben oldott ásványi sók kiválása folytán keletkezik.

A sókiválás különböző gyorsasággal megy végbe; vannak olyan kutak, amelyeknél 8—10 naponként kell a lerakódást eltávolítani, mert a kifolyócső annyira leszűkül, hogy a termelés leáll.

A hazai gyakorlat többféle módszert alkalmaz a sólerakódás megakadályozására, ill. eltávolítására. Ezek között az üzem közbeni, bizonyos időnként végzett sósavazás látszik a legalkalmasabbnak a cél elérésére.

1. Sókiválás a hazai hévízkutakban

A hazai termálvizeknél általában igen gyakori és sok nehézséget okozó jelenség a sólerakódás a kút felső szakaszán, amely a vízben oldott ásványi sók kiválása folytán keletkezik. Ebben legfontosabb szerepe van a kalcium-karbonátnak, melynek oldatban tartásához meghatározott mennyiségű szénsav szükséges. Ha ez nincs meg, vagy csak kis mennyiségben található a vízben, akkor a kalcium-karbonát kiválik és a termelőcső vagy a béléscső falán lerakódik. Azt a nyomást, amelynél a felszálló vízben a szénsav vagy más gáz kiválása a kútban megkezdődik, buborékpont-nyomásnak nevezik.

A sókiválás és -lerakódás különböző gyorsasággal megy végbe. Egyes kutaknál a sólerakódás már egy-két heti termelés után annyira leszűkíti a kút felső szakasza és a kifolyócső vagy a fúvóka keresztmetszetét, hogy a kút túlfolyó termelése leáll. Csak a lerakódás eltávolítása után lehet a kutat ismét megindítani és folyamatos termelésbe hozni. Van, ahol évente elég 1—2 esetben eltávolítani a sókiválást, de vannak olyan kutak is, amelyekben 8—10 naponként. Ez természetesen sok nehézséget és kiadást is jelent a kút üzemben tartójának. Az *1. ábrán* egy kapuvári kút fejénél keletkezett sólerakódás látható.

A jelenséget már az 1920—1935-ös években fúrt hévízkutaknál (Hajdúszoboszló, Debrecen) is észlelték, és próbálkoztak különböző megoldásokkal megakadályozni a lerakódást. A hévízkutak számának növekedésével azonban mind élesebben és mind több helyen mutatkoztak a sólerakódással kapcsolatos problémák, mégpedig nemcsak a kutak legfelső szakaszában, hanem a kút utáni vízszintes elosztó hálózatban és a fűtőtestekben is.

A kúton kívüli fűtési rendszerben mutatkozó nehézségekkel és megoldásokkal most nem kívánok foglalkozni, csak annyit említek meg, hogy ún. hőcserélő (ellenáramú készülék) alkalmazásával a vízszintes szakaszokban jelentkező sólerakódásnak elejét lehet venni azzal, hogy a fűtési hálózatban már nem a termálvizet, hanem lágy, ivóvíz minőségű vizet áramoltatnak, keringetnek.

A sókiválásra hajlamos kutak üzemben tartóinak több esetben a már másutt is látott nehézségek vették el a kedvét attól, hogy a hévíz hőenergiáját fűtésre is felhasználják. Iskolapélda erre Karcag, ahol az 1250 l/min mennyiségű, 75 °C-os vizet a kb. 300 m távolságban épített új kórházban nem merték sem fűtésre, sem melegvíz-ellátásra igénybe venni, és jelenleg csak egy kis strandfürdőt lát el ez a kút meleg vízzel, természetesen megfelelő hűtés után. 600—800 l/min mennyiségű termelésnél a sólerakódást 2—3 havonként kell eltávolítani a kútból.

Ezt a problémát külföldön is ismerik. Mutatja ezt az a számos érdeklődő levél (Új-Zéland, Moszkva, NSZK), mely a Pisában megjelenő *Geotermics* c. folyóirat 1972. évi 3. számában a kérdés hazai vonatkozásait ismertető tanulmányra érkezett.

Hazánkban a geotermikus energia hasznosításának elterjedése folytán kb. 15 éve foglalkoznak intenzívebben és tervszerűen

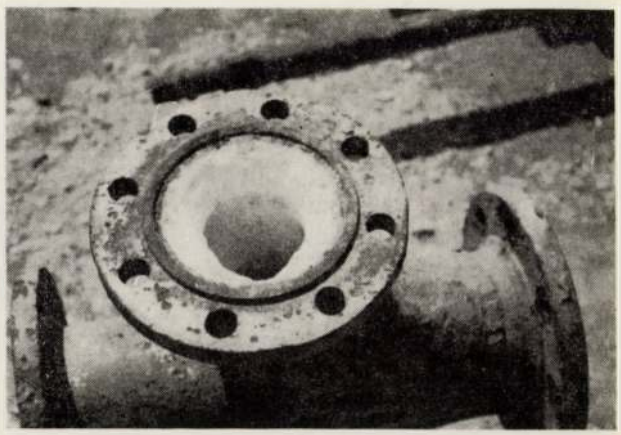
— részint a sókiválás megakadályozására, megelőzésére,
— részint a sólerakódás eltávolítására vonatkozó módszerekkel.

Az útkeresés tehát kétirányú volt. A kutatást elsősorban az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB) támogatása indította meg.

2. A sókiválás megakadályozása, megelőzése

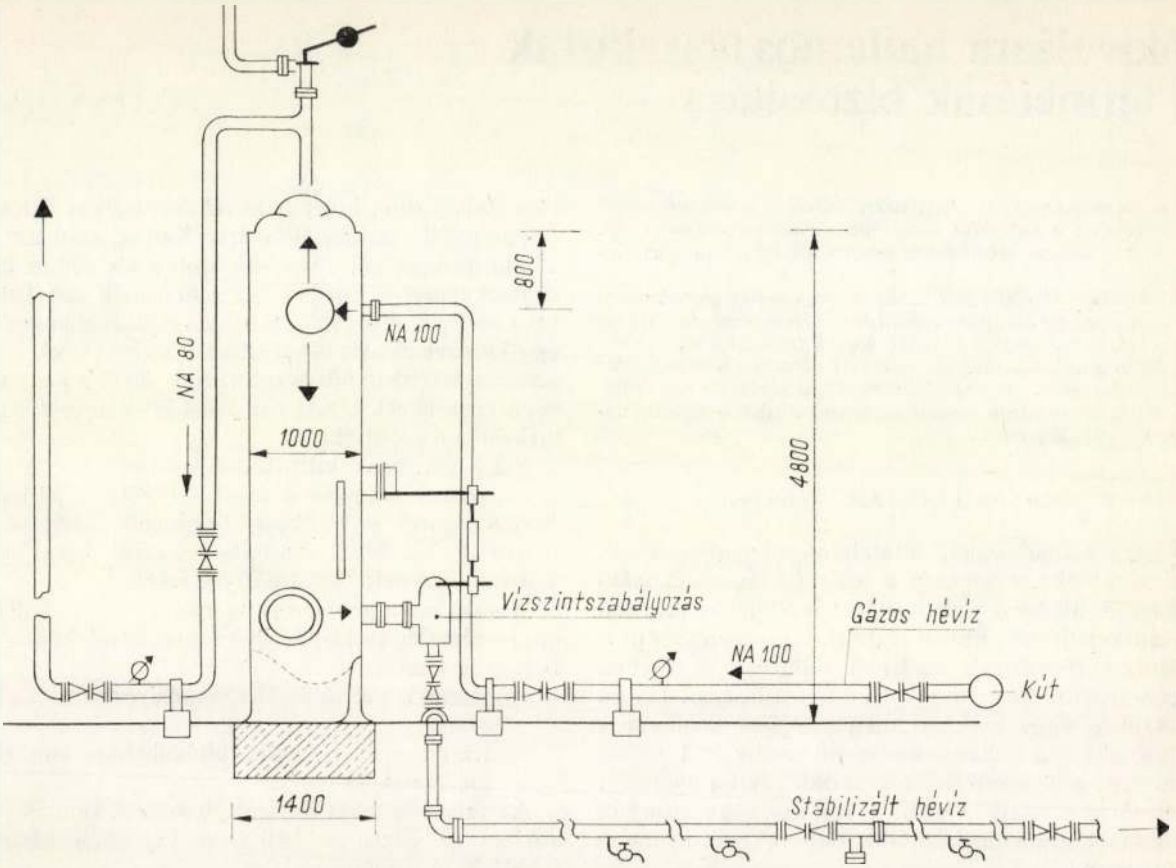
Az elsőnek említett célt, vagyis a sókiválás megakadályozását, megelőzését szolgálta a kút hozamának olyan szabályozása, hogy a sókiválás csak a kúton kívül történjék meg, továbbá egy mágneses készülék alkalmasságának kipróbálása.

Az előbbi eljárást ott lehet alkalmazni, ahol a kútfejnyomás zárt állapotban olyan nagy, hogy a kutat a lerakódás szempontjából „kritikus", vagy annál nagyobb nyomáson stabilizálva lehet termeltetni. Erre jó példa a büki fürdő kútja, melynek kútfejnyomása zárt állapotban 11,5 bar. Mélysége 1282 m s a kút a devon korú dolomitból tolózáras fojtással, 3,1 bar fejnyomással 1000—1200 l/min mennyiségben 58 °C-



1. ábra
Sólerakódás egy kapuvári kút fejénél

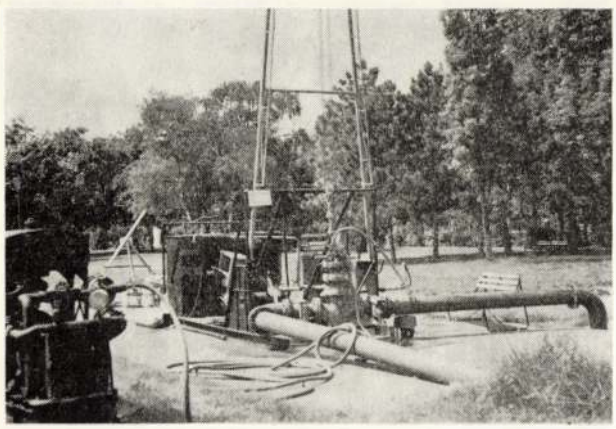
* Elhangzott az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának 1977. szept. 24—27. között, Balatonfüreden tartott XVI. vándorgyűlésén.



2. ábra
A büki hévíz-stabilizátor bekötési vázlata

os, nagy sókoncentrációjú (6566 mg/l) kalcium-magnézium-hidrokarbonátot is tartalmazó alkáli hidrogénkarbonátos hévizet ad. Szabadszénsav- (CO_2)-tartalma meghaladja az 1000 mg/l értéket, de tartalmaz a víz metánt (CH_4) is. A büki hévíz kőkiválásra erősen hajlamos, a kőkiválás stabilizálás nélkül 0,8—2,0 mm naponta. A büki hévíz-stabilizátor bekötési vázlata a *2. ábrán*, a létesítmény fényképe pedig a *3. ábrán* látható.

A stabilitáshoz szükséges kritikus nyomást kísérleti úton 3,1 bar-ban állapították meg. A kísérlet igazolta, hogy a stabilizátorra kapcsolt csőhálózatban ezzel a nyomással a víz kőkiválás nélkül vezethető, eredeti vegyi összetétele és oldottszénsav-tartalma pedig változatlan marad. A kalcium-karbonát-kiválás csak a fürdőmedencében indul meg, a képződött kő a medence tisztításakor könnyen eltávolítható. Emellett a gáztalanító úgy szabályozható, hogy a tovább vezetett hévíz metántartalma a megengedhető mértékre csökken, és így a víz zárt fürdőmedencében is felhasználható.



3. ábra
A büki hévízkút stabilizátora

Hátránya ennek az eljárásnak, hogy a kritikus nyomás elérése céljából a vízhozamot esetleg nagyon le kell fojtani, annyira, hogy új kút fúrása válik szükségessé. Bükön ezért kellett 1972-ben még egy kutat fúrni, mely 1,8 bar fejnyomáson 2160 l/min mennyiségű 58 °C-os hévizet szolgáltat. Zárt állapotban a kútfejnyomás 13 bar.

Azoknál a termálkutaknál, amelyeknél a kritikus nyomás az optimális termeltetési nyomáshoz viszonyítva nagy, gépi termeltetéssel, ún. nyomásos stabilizálással akadályozható meg a sókiválás. Ilyen esetben a búvárszivattyút — a leszívott vízszint figyelembevételével — a kút vízköves szakasza alá építik be. A szivattyú a kritikus vagy ennél nagyobb nyomással, vízkőkiválás nélkül emeli ki a vizet a kútból.

Ezt az elvet alkalmazzák néhány év óta az igali fürdőben, ahol azelőtt kompresszorral emelték ki a vizet; a termelőcső felső 40—50 m-es szakaszában jelentkezett a kalcium-karbonát-kiválás oly mértékben, hogy 1—2 hónaponként cserélték a termelőcső felső szakaszát. A lerakódás vastagsága naponta 0,25 mm volt.

Igalon a kísérleti üzem alatt a vízszállítás üteme 180—220 l/min volt, a nyomás pedig — a medence

betápláló csővezetékének végpontján beépített tolózár beállítása szerint — 3,5—5 bar között változott. 1600 üzemóra után a nyomott csőszakaszon nem volt lerakódás észlelhető, csak a tolózár nyomott oldalán volt látható néhány mm sólerakódás.

3. A sókiválás megakadályozása mágneses erőtér létesítésével

A sókiválás megakadályozását szolgálta volna a belga gyártmányú „Cepi" készülék. A Cepi tulajdonképpen egy permanens mágnes, melynek magja egy 40—50 cm hosszú, 10—20 cm átmérőjű vashenger. Ezen keresztül áramlik a víz és a mágneses erőtér hatására a lerakódott sókristályok rácsszerkezete úgy módosul, hogy azok a csőből könnyen eltávolíthatók. Sajnos, hévízkútjainkban nem vált be ez a módszer. Különben is külső mérete következtében nehezen oldható meg a mágneses készüléknek 40—50 m mélységre a kútba való beépítése, mert nagyon meg kell növelni a kút kezdő csőrakatának átmérőjét, hogy a kútban az áramlási szabad szelvény ne szűküljön le.

4. A sókiválás megakadályozása inhibitor alkalmazásával

A félüzemi kísérlet nátrium-hexametafoszfát adagolásával történt. A kísérletet előbb a kúton kívüli 6-ágú vezetékben végezték, amikor is a kezelt vizet szállító vezetékben vízkőkiválás nem jelentkezett, a kezeletlen vizet szállító vezetékben (kontrollcsövek) viszont volt vízkőkiválás.

A kísérlet második részeként az intenzív sókiválásos csornai kútba adagolták — 203 m mélységben — az importált kísérleti vegyszert s az 12 napi tapasztalat alapján hatásosnak bizonyult.

Meg kell azonban jegyezni, hogy vízkőinhibitorok adagolása főleg a balneológiai célra használt hévizeknél csak akkor alkalmazható, ha a kezelt vizek nem károsak az egészségre s a befogadó vizeket kémiailag nem szennyezik.

A sókiválások eltávolításának gyakorlata

A sólerakódás eltávolítása mechanikus módszerrel

Igen elterjedt módszer a sólerakódás eltávolítására a megszűkült csőszelvény görgős fúróval való felbővítése, kifúrása. Ezt alkalmazzák pl. Bükkszéken, Zalakaroson, Kapuváron. Szükséges azonban hozzá egy 100—200 m-es fúrótorony vagy fúrókocsi. Kútfúrási gyakorlattal rendelkező kútkezelő kb. egy nap alatt elvégzi a munkát.

Hátránya ennek az eljárásnak, hogy a béléscső belülről könnyen megsérülhet, azonkívül az is, hogy negatív statikus vízszintű kútnál a furatba lehulló kisebb-nagyobb szemű fúrási törmelék feltölti és elzárja a furatnak a perforálással vagy szűrővel megnyitott szakaszát annyira, hogy a víztermelés nem képes megindulni. A közelmúltban több kútnál következett be ez a jelenség, és a lehullott furadék öblítéssel való eltávolítása igen költséges volt.

Túlfolyásos pozitív kutaknál, melyek fúrás közben is termelik a vizet, a furadék visszahullásától kevésbé kell tartani.

Ott pedig, ahol külön termelőcső van befüggesztve a kútba, azt a módszert alkalmazzák, hogy a termelőcsövet, ha már a sókiválás folytán nagyon le van szűkülve, kiépítik és — vagy az egészet, vagy annak csak a legfelsőbb, a vízkőtől szűkké vált szakaszát — új csővel cserélik ki, ezután a kiszedett csövekből a két csere közti időben a lerakódást savazással eltávolítják.

Ehhez a művelethez azonban megfelelő teherbírású fúróárbocot vagy tornyot kell állandóan a kúton tartani s vigyázni kell, hogy a termelőcsövet ne ejtsék bele a kútba. Ez a módszer savazással kombinált mechanikus sóeltávolításnak tekinthető.

A sólerakódás sósavval való leoldása

Újabban több kútnál alkalmazzák a sósavval (HCl) való leoldást. Ez hatásos, de durva és veszélyes módszer, mert a tömény sósav megtámadja és kilyukaszthatja a kút béléscsövét. Erre több példát láttunk az elmúlt években.

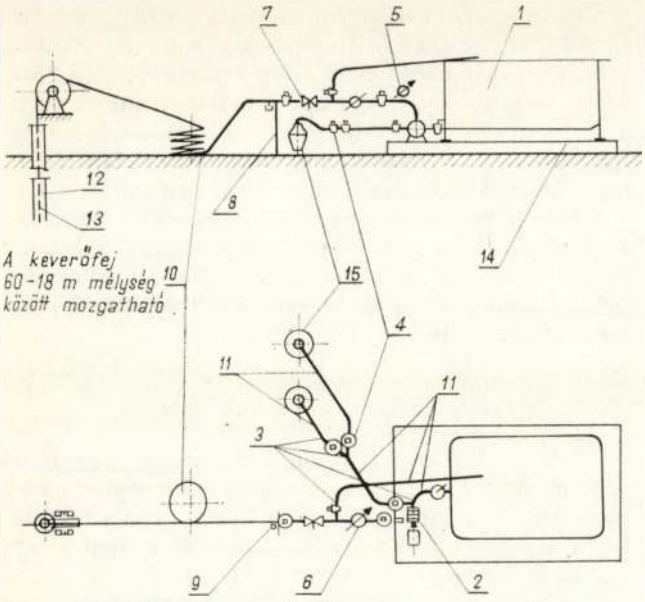
A különböző eljárásokkal való próbálkozások után került sor arra a módszerre, amelyet Mezőkövesden kísérleteztek ki. Azért ott, mert a magyarországi kutak közül a mezőkövesdi Zsóry fürdő 1. sz., 875 m-es kútjában a leggyorsabb, legintenzívebb a sókiválás: 1—1,3 mm naponként s ennek következtében 8—10 naponkénti termelés után a termelőcső felső szakaszának keresztmetszete a nagymérvű lerakódás miatt annyira leszűkül, hogy a szénsavlifttel működő kút túlfolyó termelése leáll s a −80—90 m nyugalmi szintű kutat csak a termelőcsőben 60—70 m mélységig lerakódott, lefelé vékonyodó sókiválás leoldása után, 4—8 órai kompresszorozással lehet túlfolyóan termeltetni.

Mezőkövesden a savadagolás mélységét egyszerű módon meg lehet változtatni, mivel a sav adagolásához 100 m hosszú gumitömlőt használnak. A sav beadagolása a lerakódási szakaszban több szinten is végezhető. A *4. ábrán* a savazóberendezés vázlatos rajza, az *5. ábrán* pedig egy komplett savazóberendezés fényképe látható.

A sav és az inhibitor beadagolandó optimális mennyiségét kísérletsorozattal állapították meg. Az adagolt sav (HCl) mennyisége a termálkút mindenkori vízhozamára vonatkoztatva literenként 3—9 g között változott, ami a termálvízben felhígulva 0,3—0,9%-os koncentrációnak felel meg. A Servo CK 821 és az Armohib 28 jelű inhibitorok 0,5—1%-os töménységben a vaskorrózió ellen kielégítő (93—97%-os) védőhatást nyújtottak.

A kísérlet során a lerakódások leoldásához használt sósav hasznosításának hatásfoka 90%-os volt, és megállapították, hogy az inhibitor a vízkő leoldásának sebességét nem befolyásolja, továbbá azt is, hogy előnyös a több mélységben történő, tehát a lépcsős adagolás.

A sikeres kísérletek után a mezőkövesdi fürdőben 1968 óta 8—10 naponként üzemszerűen végzik az előzőekben ismertetett savazást, és a fúrással való kőeltávolítást teljesen megszüntették. A két és fél órára csökkentett sóeltávolítás a fürdő üzemét egyáltalában nem zavarja, mert a savazás az éjszakai üzemszüneti órákban elvégezhető. Egy-egy savazás önköltsége igen kedvező.



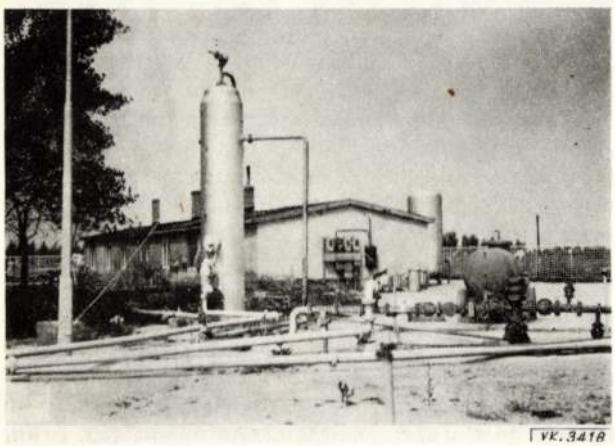
4. ábra
A savazóberendezés vázlatos rajza:
1 — savazókád; 2 — savszivattyú; 3 — csőcsatlakozó idomok; 4 — kúpos forgócsap; 5 — feszmérő; 6 — saválló vízmérő; 7 — kifolyócsap; 8 — tartóláb; 9 — kompresszorcsatlakozó; 10 és 11 — saválló gumitömlő; 12 — keverőfej; 13 — ólomszonda; 14 — deszkaalapzat; — 15 savasballonok

A Mezőkövesden kialakított technológia nemcsak a hévízkutak termelő béléscsövében képződött lerakódások leoldására alkalmazható, hanem a hévizet szállító csővezetékben keletkezett hasonló jellegű vízkőkiválások leoldására is.

Mivel vegyi összetétel, gáztartalom, hőfok és nyomás tekintetében minden hévíznek egyedi tulajdonságai vannak, az eljárás alkalmazása előtt esetenként el kell végeztetni a hévíz és a lerakódások részletes vegyvizsgálatát, és meg kell határozni a vízkőkiválás sebességét, az adagolandó sav és inhibitor optimális mennyiségét, továbbá az adagolás mélységét és végül a termeltetési (kútfej-) nyomást a vízhozam függvényében.

Ezek ismeretében el lehet készíteni a savazások ütemtervét olyan időbeosztással, hogy a hévízkút folyamatos üzeme fenntartható, ill. leállása elkerülhető legyen.

A mezőkövesdi és még néhány kísérleti munka során



5. ábra
Komplett savazóberendezés

megállapítható volt, hogy nagyobb kútfejnyomáson a kőkiválás lassúbb lesz s van egy bizonyos kritikus nyomás, amelyen a kőkiválás megszűnik, ill. minimális lesz.

A savazási ütemtervet a kútkezelő részére gyakorlati szempontból helyesebb nem a kútfejnyomás, hanem a vízhozam függvényében megadni. A tényleges szükségletet meghaladó víztermelés nemcsak vízgazdálkodási szempontból, hanem azért is káros, mert a savazás gyakoriságát növeli és ennek következtében a savazás költsége is feleslegesen emelkedik.

Karcagon pl. azt állapította meg a kísérlet, hogy
— 600 l/min vízhozamnál 90—100 naponként,
— 800 l/min vízhozamnál kb. 60 naponként,
— 1200 l/min vízhozamnál kb. 30 naponként
kell a savazást előirányozni, ill. elvégeztetni.

A másik kísérleti munkánál, az orosházi Dózsa Mgtsz kútjánál a savazási kísérlet során azt állapították meg, hogy 1000—1300 l/min ütemű víztermelés mellett 25—40 naponként kell a kút felső részét savazni, míg 500—600 l/min ütemű vízhozam esetén évente elég egy savazást végezni.

Az adagolási mélység megállapítása is igen fontos, mert a legújabb tapasztalatok azt mutatják, hogy nemcsak 30—40 m, hanem még 100, sőt 200 m-nél nagyobb mélységben is lehet sólerakódás, ill. csőkeresztmetszet-szűkülés. A *Rábasömjén-1.* és *2.* jelű és a csornai Petőfi Mgtsz kútjában lehetett ezt tapasztalni. Mindhárom kút teljes szelvényű termeltetés mellett két hét alatt annyira elkövesedett, hogy termelésük leállt. A rábasömjéni kutak termelése még nem üzemszerű, Csornán azonban már több éves üzemi tapasztalat áll rendelkezésre és igazolja ezt. Az előbbi kutakban 140 m, az utóbbi helyen 220 m mélységben még volt kőkiválás.

Hévizeink fontosabb vegyi összetevői, a víztípusok és a sókiválási hajlam

A következőkben szükségesnek látom általános tájékoztatást adni a hazai hévizek vegyi összetevőiről, mert a hévizek termelésének és hasznosításának műszaki és gazdaságossági vonatkozásait a víz vegyi összetétele is nagymértékben befolyásolja, azonkívül a hévizek vegyi összetétele közvetlen tájékoztatást adhat a víz származásáról és földtani koráról.

A hazai hévizeket vegyi összetételük alapján az Országos Közegészségügyi Intézet (OKI) a következő típusok szerint csoportosítja:

1. egyszerű termálvizek
2. egyszerű szénsavas vizek
3. alkálihidrogén-karbonátos (alkalikus) vizek
4. kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos (földes-meszes) vizek
5. kloridos (konyhasós) vizek
6. szulfátos (keserűsós) vizek
7. vasas vizek
8. kénes vizek
9. jódos, brómos vizek
10. radioaktív vizek.

Az egyszerű termálvizek (1. típus) általában nem ásványvizek, mert bennük az oldott szilárd alkatrész nem éri el a literenkénti 1000 mg-ot. Csak ritkán minősülnek gyógyvíznek, tisztasági és strandfürdők táplá-

lására azonban alkalmasak. Ezek főleg a felső pannon rétegekre telepített, 35—40 °C-os vizű kutak között találhatók, melyek mélysége 400—600 m.

A hazai hévízkutak számának növekedésével súlyosbodott a sólerakódással kapcsolatos helyzet is. A sókiválásos kutak vízhozama ugyanis a cső keresztmetszetének szűkülése folytán fokozatosan csökkenőben van. A kőkiválási hajlam szoros összefüggésben van a víz kémiai összetételével; az ezt felmérő kutatómunka Magyarországon fokozottabb mértékben kb. 20 évvel ezelőtt indult meg. Ez idő alatt többen végeztek széles körű kutatást részint a sólerakódás eltávolítására vonatkozó különféle módszerekre. Az útkeresés tehát kétirányú volt. A kutatást elsősorban az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság és az Országos Vízügyi Hivatal támogatta.

A sókiválásos kutak száma annak következtében is szaporodott, hogy számos kútnál, — mert a sókiválás általában lassú folyamat —, csak több éves termelés után derült ki, hogy a kút felső szakaszán sólerakódás van. Ilyen a helyzet pl. a szegedi kutaknál.

Abból a célból, hogy összefüggést lehessen keresni a sókiválási hajlam és a vegyi összetevők között, az *1. táblázatban* feltüntetett kutak vizének összes szilárdalkatrész-tartalmán kívül vizsgáltuk a hévízben levő Ca, Mg, Cl és HCO_3 literenkénti mennyiségét is.

A táblázatban 60 hévízkút szerepel, amelyeknél a felső szakaszban sólerakódás már észlelhető volt, sőt nehézséget is okozott a kút üzemében. A 60 kút közül 25-nek a vizét mezőgazdasági és kommunális fűtésre, 32 kútét balneológiai célra, háromét pedig ipari célra használják fel. A táblázatban feltüntetett sókiválásos termálkutak közül a víztípust illetőleg legnagyobb — 32 db — a jódos-brómos vizek (9. típus) száma, 23 db az alkálihidrogén-karbonátos vizet adó kutaké (3. típus). Ezeken kívül 3 kút vize kénes (8. típus), egy kút vize kloridos (5. típus).

A táblázatban a 60 kút közül x-szel vannak megjelölve azok, amelyekben — az eddigi tapasztalatok szerint — nagyon intenzív a sókiválás és emiatt gyakran kell annak eltávolításáról gondoskodni. Az összeállításban 24 ilyen kút van, s ha megnézzük ezeknek az összes oldottalkatrész-mennyiségét, azt látjuk, hogy ezek között van az a 14 kút, amelyeknek sókoncentrációja meghaladja a 9000 mg/l-t.

A kutak mélység szerinti megoszlása: 11 db 400—1000 m, 18 db 1000—1500 m, 14 db 1500—2000 m, 17 db pedig 2000 m-nél mélyebb.

A kutak több mint 50%-át tehát az 1500 m-t meghaladó mélységű kutak teszik ki; az 1000 m-nél kisebb mélységű kutak mindegyike hasadékos, karbonátos kőzetből nyeri a hévizet, tehát feltehetően nagyobb mélységből, mint a furat talpa. Ez lehet a magyarázata annak, hogy a 60 kútból 49 kút vizének hőmérséklete nagyobb 60 °C-nál.

A kalcium és magnézium szerepének vizsgálatánál megállapítható, hogy literenként 50 mg-nál több kalciumot csak 19, Mg-ot pedig 7 kútnál mutatott ki a vegyvizsgálat, amiből arra lehet következtetni, hogy ezeknek az összetevőknek sincs döntő szerepe a sókiválásban. Alátámasztja ezt az állítást az a körülmény is, hogy Szombathely hévízkútjainak vizében pl. 223, 285, 178 mg/l a Ca-tartalom és lerakódás alig mutatkozik a kutakban.

Szerepel a táblázatban a Cl mennyisége is, de e kutak között épp úgy van literenként 50 mg alatti, mint 20 000 mg-ot meghaladó Cl-mennyiségű vizet termelő is.

A *Cl-tartalom csökkenő* sorrendben a következő (mg/l):

Rábasömjén-2.	24 207
Rábasömjén-1.	23 810
Földes-2.	7 950
Hajdúdorog	5 690
Zalakaros-2.	5 282
Zalakaros-1.	5 080

A sókiválásra hajlamos vizek *hidrogén-karbonát*ionkoncentrációja is széles határok között változik. A felső határba tartoznak (mg/l):

Bükkszék-II.	14 213
Bükkszék-I.	13 788
Csorna	9 333
Hegykő	7 625
Szolnok	7 350
Kapuvár	5 807
Recsk	4 764

Az *összes oldott alkatrész* mennyiségét illetően a sókiválásra hajlamos kutak közötti sorrend a következő (mg/l):

Rábasömjén-2.	45 803
Rábasömjén-1.	44 734
Bükkszék-II.	29 947
Bükkszék-I.	24 809
Földes, Rákóczi Tsz	13 900
Csorna	12 969
Zalakaros-2.	12 661
Zalakaros-1.	12 546
Szolnok	12 400

Az *összes oldott alkatrész* mennyisége szerint csoportosítva a 60 kút így oszlik meg:

1 500— 3 000 mg/l	9 kút
3 000— 5 000 mg/l	20 kút
5 000—10 000 mg/l	17 kút
10 000—20 000 mg/l	10 kút
20 000—45 803 mg/l	4 kút
	60 kút

A sólerakódási nehézségekkel küzködő kutak között vannak 1000—3000 mg/l sókoncentrációjú kutak is. Nincs tehát alsó határ. Ott azonban, ahol nagyobb számú hévízkút van, mint pl. Szegeden és Szolnokon, megállapítható, hogy a területen belül azok a kutak hajlamosabbak a sólerakódásra, amelyeknek nagyobb a sókoncentrációja.

Az a gyakorlatban sok esetben beigazolódott megállapítás, hogy *a felső pannon rétegsorban a hévíz sókoncentrációja a mélységgel növekedik*, módot ad preventív védekezésre is, a sókiválás megakadályozására. Olyan területeken ugyanis, ahol a hévízhasznosítással kapcsolatos mennyiségi, minőségi és hőmérsékleti igényeket a felső pannon alemelet feküjénél magasabb szintből is ki lehet elégíteni, mind a kútfúrással, mind az üzemben tartással kapcsolatos költségek csökkentése érdekében *felesleges a minél nagyobb mélységre és a maximális hőmérsékletre törekedni*, és a felső pannon képződményt teljesen átharántolni. Meg kell gondolni, hogy — ha a magasabb hőmérsékletű víz sókiválásra, lerakódásra erősen hajlamos — , nem érdemesebb-e inkább a kisebb mélységű és hőmérsék-

Az ország 60 olyan hévízkútjának adatai, amelyeknél a felső szakasz sólerakódása már nehézséget okozott

Sor-szám	Megye	Község	Mélység	Víz-hőfok	Ca	Mg	Cl	HCO_3	Összes oldott sótart.	Víz-típus	Erős só-kiválás
			m	°C	mg/l				mg/l		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Bács-Kiskun	Kecskemét, fürdő	1271	51	51	30,6	3650	4295	6681	9	
2.	Bács-Kiskun	Kecskemét, uszoda	1000	47	2,8	0,6	1440	3525,8	7303	9	
3.	Békés	Gyula-5. fürdő	2500	93	9,23	2,2	195	3745	5622	9	
4.	Békés	Gyula-1. fürdő	2004	76	11,4	0	78	1622	2402	3	
5.	Békés	Orosháza, Petőfi Mgtsz	1700	97	9,3	2	190	3074	4740	3	×
6.	Békés	Orosháza, Dózsa Mgtsz	1610	95	15	2,8	568	3 038	5 330	9	×
7.	Békés	Tótkomlós, Viharsarok Mgtsz	1460	87	7,1	1,7	233	2 293	3 659	9	
8.	BAZ	Mezőkövesd, Zsóry f.-1.	875	71	337,2	77,3	348	1 330	3498	8	×
9.	BAZ	Mezőkövesd, Zsóry f.-3.	972	64	155,2	210,8	405	1 417	2 403	8	×
10.	BAZ	Sajóhídvég, mgtsz	1880	95	9,4	2,7	105	1 020	2 201	3	×
11.	Csongrád	Apátfalva, Mgtsz	2200	86	5,7	0	324	2 611	4 294	9	
12.	Csongrád	Hódmezővásárhely, kerámia	2505	89	12,4	5,4	14	2 781,6	3 951	3	
13.	Csongrád	Földeák, Kossuth Mgtsz	2000	87	4,6	0	19,2	3 233	4 857	3	
14.	Csongrád	Makó, kórház	2067	95	17	0	67	2 952	4 147	3	
15.	Csongrád	Makó, József A. Mgtsz	2105	89	14,1	7,1	56	2 721	3 935	3	×
16.	Csongrád	Mindszent, Tiszavirág Mgtsz	2555	93	5,9	0	49	1 952	2 905	3	×
17.	Csongrád	Nagybánhegyes, Zalka mgtsz	1248	72	10,9	5,5	330	2 013	3 450	9	
18.	Csongrád	Nagymágocs, mgtsz	2004	96	7,8	0	34	2 562	3 662	3	
19.	Csongrád	Pitvaros, mgtsz	1700	78	8,5	0	280	2 257	3 678	9	×
20.	Csongrád	Röszke, mgtsz	2000	82	5,7	0	22	2 379	3 387	3	
21.	Csongrád	Szeged, klinika	2000	90	12,9	0	635	2 976	4 262	3	
22.	Csongrád	Szeged, textil	1800	90	2,8	1,7	19,2	3 050	4 762	9	
23.	Csongrád	Szeged, Móra F. Mgtsz	1840	86	5,8	1,5	21	2 232	2 849	3	
24.	Csongrád	Szeged, városi kertészet	1998	91	15,6	0,1	168	3 294	5 051	3	
25.	Csongrád	Szeged, Új Élet Mgtsz	1901	83	15,6		640	2 357	4 814	9	
26.	Csongrád	Szeged, Székelysor	1900	89	9,6	8,4	26,7	1 818	2 557	3	
27.	Csongrád	Székkutas— Kakasszékfürdő	1800	99	6,39	0	30	2 928	4 228	3	
28.	Győr-Sopron	Csorna, Petőfi Mgtsz	1800	67	25,2	10,7	17	9 333	12 969	3	×
29.	Győr-Sopron	Hegykő, fürdő	1434	58	14,9	0	800	7 625	11 296	3	
30.	Győr-Sopron	Kapuvár, mgtsz	1801	66	17	5,3	4 580	5 807	10 044	9	×
31.	Győr-Sopron	Mosonmagyaróvár, fürdő	1996	75	7,3	0,7	2 669	1 145	5 700	9	
32.	Hajdu	Debrecen, fürdő-3.	1196	64	14,2	7	2 050	1 814	6 000	9	
33.	Hajdu	Debrecen, városi kertészet	1100	69	12,1	0,4	436	2 183	3 849	3	
34.	Hajdu	Földes, Rákóczi Mgtsz	1344	67	259	103	7 950	488	13 900	9	×
35.	Hajdu	Hajdudorog	1100	65	102,3	32	5 690	672	10 194	9	
36.	Hajdu	Hajduszoboszló-I. fürdő	1091	70	9,8	30	1 504	1 690	4 942	9	
37.	Heves	Bükkszék-I. fürdő	517	39	55,7	4,1	2 650	13 788	24 809	9	×
38.	Heves	Bükkszék-II. fürdő	550	40	110,8	35,6	2 475	14 213	29 947	9	×
39.	Heves	Egerszalók, mgtsz	407	65	137,2	27,6	28	622	1 626	8	
40.	Heves	Recsk, fürdő	998	39	426,9	228,9	2 059	4 764	10 258	3	×
41.	Pest	Tura, Galgamenti Mgtsz	2091	95	99	18,8	686	512	2 429	3	×
42.	Somogy	Igal-1.	651	76	31,1	12,5	3 485	2 623	9 394	9	×
43.	Somogy	Táska-1.	720	74	11,4	19	2 550	1 732	6 849	9	×
44.	Somogy	Táska-2.	942	72	146,3	64,2	2 510	2 159	7 740	9	
45.	Somogy	Táska-5.	693	75	145,5	44,8	2 540	1 976	7 438	9	
46.	Somogy	Táska-6.	691	68	227,9	33,2	2 500	1 876	7 262	9	
47.	Szolnok	Cserkeszőlő, fürdő	2311	83	22,2	3,9	1 385	1 391	4 359	9	
48.	Szolnok	Karcag, fürdő	1497	75	72,9	21,4	3 435	622	6 571	9	×

Az 1. táblázat folytatása

Sorszám	Megye	Község	Mélység	Vízhőfok	Ca	Mg	Cl	HCO_2	Összes oldott sótart.	Víztípus	Erős sókiválás
			m	°C	mg/l				mg/l		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
49.	Szolnok	Szanda-Tiszaliget, fürdő	1013	55	9,8	1,6	1 440	3 940	7 866	3	
50.	Szolnok	Szanda, OKGT-vízitelep	1443	54	15,4	2,6	1 322	3 941	7 866	3	
51.	Szolnok	Szolnok, Damjanich uszoda	1200	62	18,2	12,9	1 393	7 350	12 400	9	×
52.	Szolnok	Szolnok-14., Cukorgyár	1687	59	11,4	3,5	640	1 263	3 031	3	
53.	Szolnok	Szolnok, MÁV-Sporttelep	1001	56	10	4,8	460	1 385	2 740	9	
54.	Szolnok	Szolnok, MÁV-rendező	1100	61	24,1	1,9	1 440	6 222	11 026	9	×
55.	Szolnok	Szolnok, Tiszaliget	1054	59	7,2	9,5	1 284	4 117	7 775	9	
56.	Vas	Bük, fürdő-1.	1010	58	376	79,6	512	3 611	7 224	4	×
57.	Vas	Rábasömjén-1.	1943	83	465	71,3	23 810	2 544	44 734	5	×
58.	Vas	Rábasömjén-2.	2006	78	210	5,6	24 207	3 007	45 803	9	×
59.	Zala	Zalakaros-1.	2307	99	50,4	48,1	5 080	2 531	12 546	9	×
60.	Zala	Zalakaros-2.	2752	95	125	28,3	5 282	2 440	12 661	9	×

letű vizet adó réteget nyitni meg és ezzel csökkenteni, vagy teljesen kiküszöbölni a lerakódás eltávolításával járó nehézségeket és karbantartási költségeket.

Látható ezekből, hogy *vegyi összetétel, gáztartalom, vízhőmérséklet és nyomás tekintetében minden hévízkútnak egyedi tulajdonságai vannak, egy-egy összetevő alapján nem állapítható* meg előre a sókiválási hajlam, hanem esetenként előzetes vizsgálat szükséges. Ilyen vizsgálatot végeztek Táskán, Orosházán, Karcagon, Szolnokon és Szegeden több kútra vonatkozóan.

Az eddigi ismereteink alapján vízkőkiválásra várhatóan hajlamos hévizeknél ezeket a vizsgálatokat a kút üzembe helyezése előtt éppen olyan kötelezően el kellene végeztetni, mint a hidrodinamikai vizsgálatokat, és szükség esetén gondoskodni kellene a sólerakódás megelőzéséről, vagy az üzem közbeni eltávolítására szolgáló berendezésről.

Említésre méltó, hogy pl. Szentesen eddig nem észleltek sólerakódást a hévízkutak felső szakaszában, még azokban sem, amelyek a felső pannon legmélyebb szintjeire vannak kiképezve. Ez nagyon előnyös a kutak üzeme szempontjából.

A sókiválások anyaga és szerkezete

Általánosságban megállapították, hogy a hazai hévizekből kiváló kövek kalcium-karbonátos jellegűek, de előfordul kalcium-szulfátos vagy egyéb összetételű lerakódás is. Kis kalcium-magnézium-tartalmú lágy vizeknél is képződhet a béléscső falán nagymérvű lerakódás, amint az pl. az orosházi Dózsa Mgtsz kútjánál látható.

Szilikát azonban csak kismértékben található a hazai vízkőlerakódásokban. A részletes vegyvizsgálat szerint a metakovasav (H_2SiO_3) általában literenként 50 mg alatt van a hévizekben. Ennél több (100—150 mg) csak néhány hévízkút vizében volt kimutatható, főképpen a karbonátos kőzetből fakadó vizekben (Bükkszék, Tura, Zalakaros, Cserkeszőlő).

A *sókiválás szerkezete*, megjelenési formája, alakja többféle lehet. Egyik a kemény összefüggő kristályszerkezet, másik a lyukacsos, félkemény vízkő, továbbá a mikrokristályos szerkezetű finom laza por; vannak továbbá borsóköves kiválások is.

Következtetések

A tanulmány célja az volt, hogy részletesebben ismertesse azokat az eljárásokat és műveleteket, melyeket a magyarországi üzemi gyakorlat alkalmaz a kutak felső szakaszán történő sólerakódás megakadályozására, ill. eltávolítására. Az utóbbi évek kutatómunkája arra irányult, hogy a kidolgozandó módszer a kutak nagy részénél, minél szélesebb körben gazdaságosan alkalmazható legyen.

A sokoldalú vizsgálatok, kísérletek eredményeként az üzem közben, bizonyos időnként végzett sósavazás látszik jelenleg a legalkalmasabbnak a cél elérésére, a sókiválásra hajlamos hévízkutak megszakítás nélküli üzemének fenntartására. A savazás aránylag olcsó berendezés beszerzésével házilagosan is elvégezhető, de a savazási ütemterv alapján szervízszerűen, szakvállalattal is elvégeztethető. Ezt gyakorlati példák igazolják.

Nagy előnye a másik elterjedt móddal, a fúrással szemben, hogy a sóeltávolítás csak néhány órát és kevés költséget igényel. Igyekeztem hangsúlyozni annak fontosságát, hogy az egyszerű termálvizek kivételével, amelyeknek kevés az oldottsótartalma, a hévízkutaknál a tanulmányban részletezett előzetes vizsgálatokat a hidrodinamikai vizsgálatokkal együtt kell elvégeztetni.

A hévizek vegyi összetétele és a sókiválási hajlam közötti kapcsolat vizsgálata is alátámasztja ezt a javaslatot.

Az előzetes vizsgálat eredménye és az adott helyi körülmények figyelembevétele alapján természetesen nem zárható ki más, a tanulmányban ismertetett védekezési módszer alkalmazása sem, ha az az adott viszonyok között egyszerűbbnek és gazdaságosabbnak látszik.

IRODALOM

[1] OMFB: Hévízkutaknál üzem közben alkalmazható vízkőleoldás. Mezőkövesd, Zsóry fürdő, 1969.
[2] *Papp Sz.:* Hévizeink csoportosítása vegyi jelleg, agresszivitás és sókiválás szempontjából. Magyarország hévízkútjai I. k. VITUKI, 1966.
[3] Magyarország hévízkútjai II. k. VITUKI, 1971.
[4] *Gaál L.:* Magas sótartalmú vizek komplex hasznosítása. Hidrológiai Közlöny *6* (1970).
[5] *Bélteky L.:* Hévíztermelés a meddő szénhidrogén-kutató fúrásokból. Földtani Kutatás *3* (1971).
[6] OMFB: Hévízkutaknál üzem közben alkalmazható vízkőleoldás. Orosháza, Dózsa Mg. Tsz, 1972.
[7] *Gaál L.—Hanák V.—Hegyesy L.:* Eljárás hévizekből kivált vízkő üzemelés közben történő leoldására korroziógátló inhibitorok alkalmazásával. Hidrológiai Tájékoztató, 1970. jún.
[8] *Marik J.:* A mezőkövesdi Zsóry fürdő I. sz. kútjában üzem közben végzett vízkőeltávolítási kísérletek. Hidrológiai Tájékoztató, 1970. jún.
[9] *Bélteky L.:* Hévízkutak létesítése és komplex hasznosítása. Hidrológiai Közlöny *1* (1973).
[10] *Bélteky L.:* Development and utilization of thermal waters in Hungary. Geothermics *3* (1973).
[11] *Bélteky L.:* Sókiválásra hajlamos hévízkutak és termelésük biztosítása. Vízügyi Közlemények *4* (1973).
[12] OMFB: A csornai Petőfi Tsz hévízkútja lerakódásának folytatólagos vizsgálata. 1976.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Környezetvédelmi kollokvium 1978

A szénhidrogén-ipari vállalatok, kutatóintézetek, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem és a Veszprémi Vegyipari Egyetem környezetvédelemmel foglalkozó szakemberei Csopakon, 1978. október 4—6. között környezetvédelmi kollokviumon vettek részt.

A Magyar Kémikusok Egyesületének dunai kőolajipari vállalati csoportja által szervezett kollokvium plenáris előadásai után a hazai kőolaj-feldolgozó üzemek (DKV, KKV, TIFO, ZKV) és a csehszlovák kőolaj-feldolgozó üzem, a Slovnaft képviselői a kőolaj-feldolgozás során jelentkező környezetvédelmi problémákról, valamint az ember és az emberi környezet — a légkör, a talaj, a felszíni és felszín alatti vízforrások — védelme, a zajártalom csökkentése érdekében végzett munkákról számoltak be. A BME, a Tatabányai Szénbányák, a Nagynyomású Kísérleti Intézet munkatársai a petrolkémiai és a kőolaj-feldolgozó ipari szennyvizek szennyező komponenseinek meghatározására alkalmas módszereket és műszereket ismertették. Tájékoztatást adtak a szennyvízkezeléssel kapcsolatos kutatásokról és a kisüzemi kísérletek eredményéről. A műszeres mérések közül ki kell emelni a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológiai Tanszékén kifejlesztett önműködő olajtartalom-vizsgáló műszerrel történő meghatározást. A szennyvizek olajtartalmának folyamatos meghatározására alkalmas infravörös extrakciós műszer alsó méréshatára 2 mgs/l olajkoncentráció. A műszer prototípusát a TVK-ban építették be próbaüzemelés céljából. A próbaüzemi tapasztalatok igen jók, és nagyon várják iparági szintű alkalmazását.

A Tatabányai Szénbányák több olyan szennyvízkezelő és szennyvíztisztító rendszert fejlesztett ki, amelyek a kőolajtermelő és -feldolgozó létesítményeknél, a gépjárműmosóknál keletkező szennyvizek újrafelhasználás vagy likvidálás előtti előkészítésére alkalmasak. A meglevő olajfogó aknákban jó hatásfokkal alkalmazható, vibrációs elven működő olajleválasztó berendezés iránt nagy volt az érdeklődés. Sajnos a gyártását és így az ipari alkalmazását késlelteti az, hogy a vibrátorra vonatkozó bizonylat nehezen szerezhető be a Bányászati Kutató Intézettől.

A kőolaj-feldolgozó vállalatok ismertették szennyvízkezelési technológiájukat és a rendszerek üzemeltetése során szerzett tapasztalatokat. A szennyvízkezelő rendszerek közül meg kell említeni a TIFO-nál szovjet tervek alapján megépült tisztítóművet. A mechanikus olajfogókkal, kavicsszűrőkkel és utóülepítőkkel kombinált technológia a kőolaj-feldolgozás során keletkező szennyvizeket tisztítja. A szennyvíztisztító művekben lefölözött olajos uszadékok, a tartálytisztítások során keletkező pasztaszerű olajos iszapok, az iszapszikkasztás során visszamaradó szilárd szennyező anyagok, de egyéb helyeken keletkező, különböző szennyezőanyag-tartalmú olajipari folyékony, pasztaszerű és szilárd halmazállapotú hulladékok megsemmisítésének és egyben energetikai célú hasznosításának lehetőségeiről az égetőberendezések ismertetéséhez kapcsolódva tettek említést az előadók.

Az égetéssel történő hulladékmegsemmisítés, illetve -hasznosítás kérdésének megoldásában döntő fontosságuk lesz a Dunai Kőolajipari Vállalatnál osztrák licenc alapján épülő égetőberendezés üzemeltetése során nyert tapasztalatoknak. Az 5 t/h égetési kapacitású égetőberendezés várhatóan 1980 II. felétől üzemel. A TIFO-nál svájci licenc alapján épülő iszapégető berendezés üzemi tapasztalatai pedig nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy az olajiparban keletkező iszapszerű szennyező anyagok égetéssel történő megsemmisítésének problémája iparági szinten is minél hamarabb megoldást nyerjen.

A levegőszennyeződés csökkentése érdekében megoldásra váró — az OKGT, az egyes iparági vállalatok és kutatóintézetek előtt álló — feladatok között elsősorban említették meg az előadók a szennyező anyagok kibocsátásának (emissziójának) csökkentését, vagy a kibocsátás megfelelő ütemének szabályozását. Több felszólalásban hangsúlyozták az olajipari lefúvató fáklyák kialakítására vonatkozó megfelelő méretezési módszerek és szerkezeti megoldások kidolgozásának szükségességét.

A jelenlevők nagy érdeklődéssel hallgatták a fáradtolaj újrahasznosításáról szóló előadást. Az előadáshoz kapcsolódva a hozzászólók hangsúlyozták, mennyire fontos az elhasználódott kenőolajok begyűjtési rendszerének mielőbbi megszervezése, az ismételt felhasználásukat biztosító regenerálás kérdésének megoldása. A fáradtolajok hasznosításának egyéb lehetőségéről, — úgymint az energetikai célra történő felhasználás, vagy a különösebb kezelést nem igénylő, export útján történő értékesítés — számos külföldi példa kapcsán tett említést az előadó.

A szekcióüléseken elhangzott előadások, viták és vitazáró összefoglaló értékelések hozzájárultak az iparág környezetvédelmi feladatainak eredményesebb megoldásához, hangsúlyozva a megoldás égető szükségességét.

Dallos Ferencné
okl. olajmérnök (Gellénháza)

Új pébégáz-palackozó üzem épült a Zala megyei Újudvaron

A manapság a lakosság körében közkedvelt palackos pébégáz termelésének forrásai az 1930-as években Zalában feltárt szénhidrogén-előfordulások voltak. A pébégázt első ízben 1939-ben állították elő az olaj kísérőgázának feldolgozása során. Itt már működött palackozó üzem is, a palackozott pébégázt a termelővállalat dolgozói használták fűtésre.

Később 1942-ben a pébégáz termelésének növekedése szükségessé tette, hogy azt vasúti tartálykocsival is elszállíthassák. Ekkor épült meg Bázakerettye és Újudvar között a távvezeték, Újudvaron a vagontöltő állomás és egyidejűleg egy — az akkori körülmények között korszerűnek mondható — palackozó üzem is létesült. Lényegében — kisebb felújításokkal és fejlesztésekkel — ez az üzem működött Újudvaron egészen ez év májusáig.

Időközben mind a pébégáz termelése, mind a fogyasztók igényei oly mértékben növekedtek, hogy az országban egymás után épültek újabb palackozók, de a régi újudvari palackozóval

szemben támasztott igények is új palackozó üzem építését tették szükségessé. Az új üzem megépítését emellett a régi üzem elavult műszaki-biztonságtechnikai, munkavédelmi és szociális körülményei is sürgették.

Az új üzem megvalósítását sok probléma nehezítette. A beruházást még az akkori üzemeltető Kőolajvezeték Vállalat indította el 1970-ben. Elkészült, majd röviddel ezután már módosításra is került a beruházási program műszaki tartalma, a KVV a később alkalmatlannak bizonyult Gépipari Vállalatot bízta meg a lebonyolítással, egyes létesítményeket meg is építettek, 1972-ben azonban pénzügyi fedezet hiányában a beruházást le kellett állítani. A beruházás kivitelezése 1976-ig szünetelt.

A beruházás folytatására és gyors ütemű befejezésére 1976-ban született döntés, amelynek eredményeként ez év elejére elkészült és májusban üzembe helyezésre került az új üzem.

Az Újudvaron a régi üzem szomszédságában létesült új üzem műszaki-biztonságtechnikai, munkavédelmi és szociális szempontból egyaránt a legkorszerűbb kivitelben készült el és hosszabb távon is képes az általa ellátott terület fogyasztói igényeinek kielégítésére.

Az üzem névleges kapacitása 20 000 tonna pébégáz palackozása évente és egy műszakban. A pébégázt 2 db, egyenként 1000 m^3 űrtartalmú gömbgáztartályban tárolják. A pébégáz termelése Zalában 1973-ban megszűnt. Azóta vasúti tartálykocsikban szállítják Újudvarra is a más szénhidrogén-termelő helyeken (Hajdúszoboszló, Algyő) és a kőolaj-finomítókban előállított pébégázt.

A palackok töltése 24 mérleghelyes forgó karusszelpadon történik. A palackok mozgatására és egyéb manipulációk elvégzésére szállító láncpályák szolgálnak. A palackok ki- és beszállítása a hagyományos kézi rakodási módon, de a legkorszerűbb szállítási móddal, a konténeres szállítással is lehetséges.

Az üzem természetesen el van látva a termeléshez és a biztonsági feltételek biztosításához szükséges létesítményekkel, berendezésekkel (kazánház, kompresszorház, tűzivíz-ellátás, palacktárolótér, szociális épület stb.). Az üzemben közúti tartálykocsik tankolására is lehetőség van.

Az új üzem teljes beruházási költsége 177 millió Ft volt a beruházási programban előirányzott 192 millió Ft-tal szemben. A létesítés során a beruházó Középdunántúli Gázszolgáltató és Szerelő Vállalatnak a kivitelezésben részt vevő 10 vállalattal igen jó együttműködésben sikerült a beruházást a kitűzött határidőre és jelentős megtakarítással megvalósítania.

Az újudvari új pébégáz palackozó üzemben a műszaki átadás-átvételi, az üzembe helyezést megelőző hatósági engedélyezési és egyéb vizsgálati eljárások, valamint a próbaüzem sikerrel lezajlottak. Az üzem ma már az igényeknek megfelelően palackozza a pébégázt Zala, Somogy és Veszprém megyék palackos pébégáz fogyasztóinak ellátására.

Kertész Gábor
okl. vegyészmérnök
OKGT Gázgyártási és szolg. főo.

KÖNYVISMERTETÉS

GORBENKO, L. A.: **Karotázskábelek** *(Karotazsnüe kabeli i ih ékszpluatacija)*. Moszkva, Nedra, 1978. 161. p.

A szerző ismerteti a kútgeofizikai mérésekhez szükséges kábelek használati körülményeit, szerkezetüket, valamint az elektromos és mechanikai jellemzőikre vonatkozó adatokat. Leírja a kábelek kútbeli használatát lehetővé tevő kiegészítő berendezéseket és felszereléseket, egyben számos eljárást, módot és fogást ismertet használatukkal kapcsolatban. Kitér a kábelek megbízhatóságát vizsgáló módszerekre és e vizsgálatok eredményeire, leírja javításuk módozatait, és ismerteti a kábelek szállítására, tárolására, átvételére és balesetmentes használatára vonatkozó szabályokat. Befejezésül a könyv néhány külföldi cég által gyártott kábel szerkezetét és műszaki jellemzőit ismerteti. A szerző 1967-ben hasonló címmel kiadott könyvének jelenlegi kiadását újabb adatokkal és ismeretekkel egészítette ki.

A könyv a kőolaj-, földgáz-, szén- és ércbányászatban a kútgeofizikai mérésekkel, valamint a szerkesztő és tervező intézetekben az e mérésekhez szükséges felszerelések kidolgozásával foglalkozó mérnököknek és technikusoknak szól. A közölt ismereteket 23 táblázat, 61 ábra és 16 irodalmi hivatkozás egészíti ki.

A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi K.

DANJUSEVSZKIJ, V. SZ.: **Cementtejek optimális összetételének tervezése** *(Proektirovanie optimal'nüh szosztavov tamponazsnüh cementov)*. Moszkva, Nedra, 1978. 293 p.

A szerző ismerteti a racionális cementtej-összetételek tervezésének tudományos alapjait. Részletezi a legfontosabb tamponáló anyagok tulajdonságait, leírja a cementkő szerkezeti kialakulásának folyamatait és a kő tulajdonságait, továbbá huzamos hidrotermális behatásra bekövetkező bomlását. Kimerítően jellemzi a különböző tamponáló cementekből képződött kő pórusszerkezetét a cementek legfontosabb technológiai tulajdonságaival összefüggésben. A cementkövek szerkezeteit elektronmikroszkóppal készített felvételek mutatják be.

A könyv módszereket ismertet a fúrási cement és a cementtej összetételeinek kiszámítására a megkívánt technológiai tulajdonságok elérése érdekében, továbbá példákat közöl a könnyített és duzzadó fúrási cementek racionális összetételeinek megtervezésére.

A könyvet a kőolaj- és földgázbányászati vállalatok mérnökei és technikusai, valamint a tudományos kutató intézetek tudományos munkatársai részére írták. A négy fejezetben ismertetett anyagot 63 táblázat, 93 ábra és fénykép, valamint 96 irodalmi hivatkozás egészíti ki.

A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi K.

Mit kell tudni a nemzetközi SI mértékegység-rendszerről és hazai bevezetéséről. Összeállította: *Bubics György*, OMKDK Budapest, 1978., 60 oldal, 5 ábra, 13 táblázat, 16,5×23,5 cm. Ára 15 Ft. ISBN 963 592 143 8

A tíz fejezetből álló kiadványt a Bányászati Kutató Intézet és az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ azzal a céllal adta ki, hogy egy olyan könnyen kezelhető segédlet álljon a kutatók, tervező- és fejlesztőmérnökök, oktatók, valamint az üzemi szakemberek rendelkezésére, amelynek segítségével nehézség nélkül tudják elsajátítani, ill. használni az SI mértékegység-rendszert.

Dr. *Martos Ferenc* és dr. *Lázár Péter* előszavát rövid bevezetés követi a kiadvány céljáról, majd a **Mi az SI mértékegység-rendszer?** c. fejezetben rövid történeti áttekintést olvashatunk a mértékegységrendszerről és az annak alapján kialakult többi mértékegységrendszerről, valamint azok és az SI rendszer közötti legfontosabb eltérésekről.

Az ezt követő **Az SI felépítése és hazai bevezetésének jogi szabályozása** c. fejezetben megismerkedhetünk a törvényes mértékegységek négy csoportjával, a nemzetközi mértékegységrendszer hét alapegységével, két kiegészítő egységével és származtatott egységeivel, pontosabban a származtatás s ezen belül a prefixumok használatának szabályaival.

A nemzetközi mértékegység-rendszer egységei c. fejezet a 8/1976. MT. sz. kormányrendelet 1. sz. mellékletében felsorolt 41 fizikai mennyiség SI mértékegységeinek meghatározásait és közülük 13-mal (hosszúság, terület, térfogat, tömeg, sűrűség, idő, sebesség, erő, nyomás, munka, energia, hőmennyiség; teljesítmény, termodinamikai hőmérséklet, elektromos ellenállás) kapcsolatban kiegészítéseket, magyarázatokat, megjegyzéseket tartalmaz.

Külön fejezet foglalkozik az **Egyéb tudnivalók**-kal, úgymint a mértékegységek írásával, a törvényes mértékegységtől független nagy számok nevének rövidítésével és az SI bevezetésének módjával.

A további részletek iránt érdeklődők a 11 tételes irodalomjegyzék alapján bővíthetik ismereteiket, míg a kiadványt csupán kézikönyvként használók segítségére a betűrendes **Tárgymutató**, a különböző átszámításokat megkönnyítő 13 táblázat és az 5 nomogram szolgál.

A kiadvány kereskedelmi forgalomba nem került. Beszerezni az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ terjesztési osztályától lehet.

Pantó Dénes

KÜLFÖLDI HÍREK

Szovjet—líbiai együttműködés a kőolajtermelésben

Két évre szóló kőolajtermelési együttműködési megállapodást kötött a líbiai *Adjeco* céggel a Szovjetunió. A megállapodás értelmében BU—125 típusú, 2,5 km mély fúrások készítésére alkalmas, *Uralmas* gyártmányú fúróberendezéseket, csöveket, gépjárműveket és emelőberendezéseket szállítanak Líbiába. A termelést teljes egészében szovjet erőkkel és eszközökkel valósítják meg: több mint száz szakembert irányítanak a Szovjetunióból a tervezett munkálatok helyszínére. A fúrási tevékenység megkezdését 1979 közepére tervezik. A kutatás helyét nem hozták nyilvánosságra, s azt sem, milyen formában és mennyit fizet a líbiai cég a szovjet szolgáltatásokért.

A két ország között egyébként kormányszintű elvi megállapodás jött létre a közelmúltban a kőolajipari együttműködés fejlesztéséről, s nemrég szovjet szakértői delegáció járt Tripoliban a lehetőségek tanulmányozása, illetve a szovjet ajánlattétel pontosítása céljából.

Világgazdaság 1978. aug. 23.

Szegesi K.

Szovjet—libiai olajtárgyalások

A szovjet—líbiai olajipari együttműködés fejlesztéséről kezdődtek tárgyalások 1978 októberében Moszkvában az arab ország állami kőolajvállalata és a Cvetmetpromexport külkereskedelmi vállalat között. A többi között azokról a líbiai kőolajipari beruházásokról tanácskoznak, melyek megvalósításában a Szovjetunió is részt vesz. Így középpontban áll az El-Brega és Misurata között megépítendő 600 kilométeres földgázvezeték terve. Az előkészítő munkálatokra vonatkozó szerződést már megkötötték a felek, s most a szovjet részvétel konkrét, formáit tisztázzák.

Szóba kerül egy másik vállalkozás is: összesen 33 új olajkút fúrására kaptak megbízást a közelmúltban szovjet vállalatok. A tervek szerint összesen 100 szakember utazik majd a Szovjetunióból Líbiába a feladat elvégzésére. A munkát teljes egészében szovjet berendezésekkel kívánják végrehajtani.

A moszkvai tárgyalásokon áttekintik annak a megállapodásnak a megvalósulását is, amelynek alapján szovjet intézetek készítik el Líbia földgáz-előfordulásainak térképét és a földgázkészletek feltárásának komplex programját, amely az ezredfordulóig terjedő időszakra szól.

Világgazdaság, 1978. okt. 14.

Szegesi K.

Olasz társaság kutatófúrása az Adrián

Az AGIP (ENI) állami olajtársaság 955 m vízmélység mellett kutatófúrást telepített az Adrián. Ez Európában az első olyan fúrás, amely a 200 m-es tengermélységet meghaladja. Az AGIP 6000 km²-es területre kapott koncessziót az olasz államtól. A vállalkozásban 25—25%-os részesedéssel a Phillips, a Getty és a Hispanoil társaságok vesznek részt. A fúrófedélzet bérleti díja naponként 125 000 dollár.

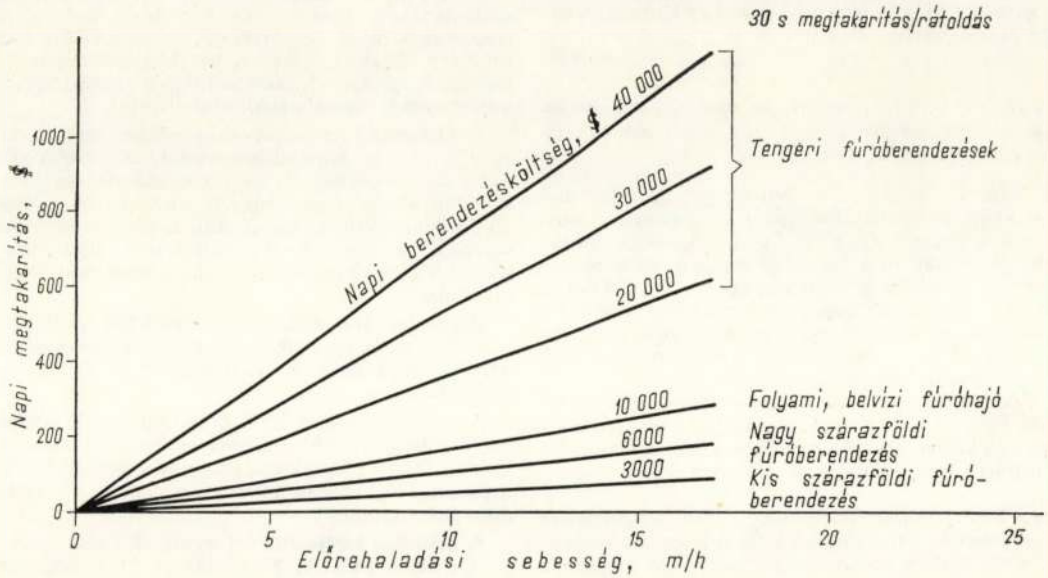
Erdöl-Dienst, 1978. 71. sz.

Szegesi K.

Iszapköltség- és időmegtakarítás kellyszelep alkalmazásával

Az automatikus kellyszelep a fúrás gazdaságosságát két tényező révén javíthatja. Alkalmazásával növekszik a fúró talpon töltött ideje és ezzel párhuzamosan csökken a költséges fúróiszapok elpocsékolása.

A közvetlenül a kelly alá helyezett szelep a szivattyúk leállításakor lezár és visszatartja a kelly iszaptartalmát, ami máskülönben a munkapadra folyna. A hagyományos fúrási műveletnél a fúrócsőben és a gyűrűs térben levő iszap között fajsúlykülönbség áll fenn és ez okozza azt, hogy a kelly feltöltődik a szétcsavarás befejezéséig.



1. ábra

A „nedves" kapcsolás körülbelül 30 másodperc időveszteséggel jár. Alsó szelep vagy gömbcsap alkalmazásával a munkapad tisztántartása elérhető, de a kézi működtetés miatt csak kevés időt takarítunk meg a 30 másodpercből. Ráadásul a gömbcsap kinyitásakor az iszap az egérlyukba folyik.

Az automatikus szelep (Drilco védjegy, Mud-Chek gyártmány) gazdasági hatásosságát a berendezésidő- és iszapköltség-megtakarítás igazolhatja. Az *1. ábra* a napi megtakarítás összegét mutatja a mechanikai sebesség függvényében, különböző típusú fúróberendezések esetében. Az ábra jól érzékelteti, hogy a szerszám még csekély mechanikai sebességgel dolgozó, kis teljesítményű szárazföldi berendezéseknél is hatásos.

A *2. ábra* a különböző fajsúlyú lignoszulfonátos és invert emulziós iszapok költségmegtakarításait ábrázolja a mechanikai sebesség függvényében. Például, egy nagy teljesítményű szárazföldi berendezés esetében — amely 1,2 kg/dm³ sűrűségű iszappal és 6 m/h előrehaladással dolgozik — a berendezésidőben 70 $, iszapköltségben 65 $ a napi megtakarítás, azaz összesen naponta 135 $ megtakarítás érhető el.

A szerszám alkalmazói egyéb előnyöket is említenek, amelyeket közvetlen költségmegtakarítással nehéz lenne jellemezni. Így pl.:

— a forgatóasztal körül nincs csúszkálás, a tisztaság következtében jóval nagyobb a biztonság,
— a berendezés környékén kisebb lesz a szennyezettség,
— miután a kapcsolás ideje lerövidül, kevesebb az esély a rátoldás közbeni csőmegszorulásra,
— fagypont alatti hőmérsékleten kevesebb lesz a megfagyott iszap a munkapadon,
— az aknából a csőfejszerelés megkezdése előtt kevesebb baritot kell eltávolítani.

Teljesítményjellemzők

Bármely fúrószárhoz csatolt elem legfőbb jellemzője a megbízhatóság és a működtetési költség. A szerszámok fel- és letétele, valamint a járulékos szivattyúzási veszteségek leronthatják a megnövekedett fúrási hatékonyságot.

A kellyszelep szivattyúzási vesztesége 50 cP viszkozitású és 2,0 kg/dm³ sűrűségű iszap esetében 0,77 bar, ami elhanyagolható. A szerszámot a Gulf Coast fúrási viszonyaira fejlesztették ki, és több mint 300 kút lefúrásánál használták sósvíz, édesvíz és olajbázisú iszapok alkalmazása mellett.

A Mud-Chek kellyszelep zárását spirálrugó biztosítja. A nyitás a differenciális nyomás hatására történik, megközelítően 17—18 bar állócsőnyomásnál.

Amikor a szivattyúkat leállítják, a szelep azonnal lezár. A szelep vagy teljesen nyitott, vagy teljesen zárt állapotba kerül működés közben, ugyanis a szelepműködés független a szerszámban fellépő nyomásveszteségtől. A szerszám különleges kialakításánál fogva alkalmas fordított áramlás és huzalos szerszámok átbocsátására.

A *3. ábrán* látható, hogy a fordított áramlás a sapkát és a sapkatartót a szelepülésről leemeli, és ezáltal lehetővé válik az áramlás és a nyomásközvetítés a kelly és az állócső felé, a szelep zárt helyzetében.

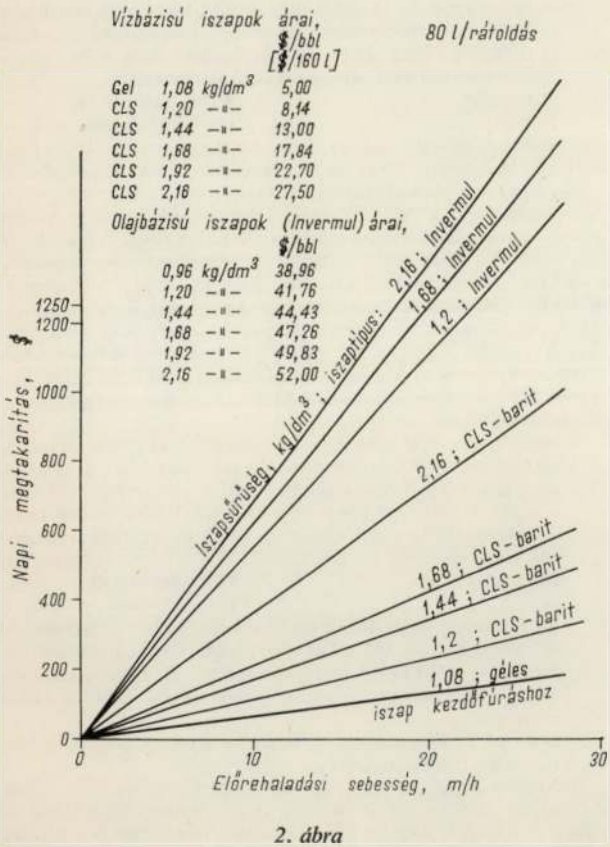
A szerszámnak ez az előnye igen hatásos, például belépett gázdugónál, ugyanis lehetőség van a fúrócsőnyomás leolvasására.

Fúrócső-megszoruláskor a kellyszelep törősapkás kiképzése módot ad huzalon leereszthető szerszámok használatára. Az uretán bevonatú, rideg alumíniumból készült sapka megfelelő szerszámmal áttörhető. Áttörés után egy 2 hüvelykes furat képződik.

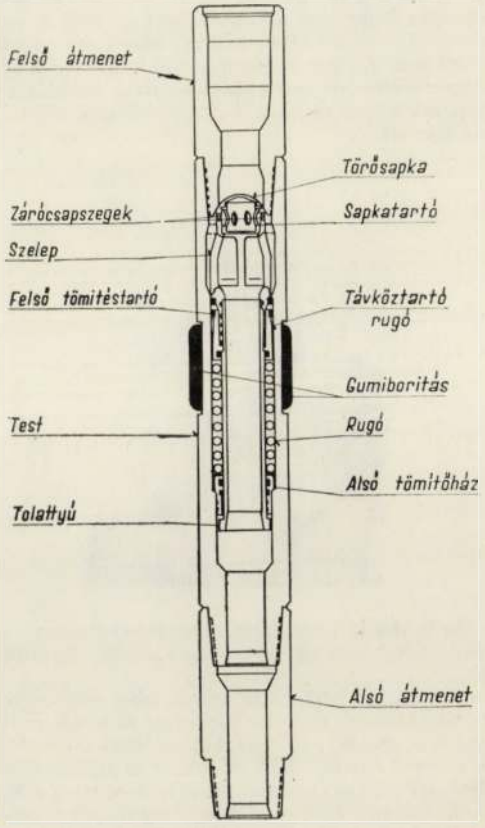
Öt Gulf Coast-kút esetében problémamentes áttörés után bocsátottak át huzalos szerszámokat. A csőbe esett alumíniumdarabkák egyik esetben sem okoztak fúvókaeldugulást.

A takarékosság és a biztonság iránti növekvő igény akkor jelentkezik, amikor az iszapköltség és a berendezésidő folyamatosan emelkedik, és több kiképzetlen fúrómunkás áll munkába.

Pál Zsolt
okl. olajmérnök
(OGIL, Budapest)



2. ábra



3. ábra

EGYESÜLETI HÍREK

Szoboravató ünnep az Öntödei Múzeumban

1978. szeptember 26-án a megemlékezés, a kegyelet és a hagyományos kohászszellem ünnepe volt Budapesten, a Bem utcai Öntödei Múzeumban. Tizenöt év után valóra vált a kohászati panteon első egysége

Péch Antal és *Kerpely Antal*

bronzszobraival.

A múzeum tervezői tizenöt évvel ezelőtt határozták el, hogy a múzeum parkjában neves magyar kohászoknak emlékét ércszobraik felállításával örökítik meg, létrehozva a kohászati panteont. A 45. nemzetközi öntőkongresszus alkalmából ezt a tervet az Öntészettörténeti és Múzeumi Szakcsoport önzetlen és lelkes tagjai a kohászati vállalatok segítségével végre megvalósították.

Dr. *Vörös Árpád* az Öntödei Szakosztály elnöke, egyesületünk nevében a 45. nemzetközi öntőkongresszus első programjaként megnyitotta a szoboravató ünnepséget. Örömmel jelentette, hogy most, amikor öt világrész harminckét országának öntőit üdvözölhetjük fővárosunkban, büszkén mutathatjuk meg nagyjaink panteonját olyan környezetben, amely ma még egyedülálló Európában. A szobrok felállításával leróhatjuk a kegyeletet és a megemlékezés adóját felejthetetlen nagy elődeink előtt, felidézhetjük emlékeiket és példaként állíthatjuk őket a ma műszaki nemzedéke elé.

Dr. *Vörös Árpád* megnyitója után *Herendi Rezső*, a Lenin Kohászati Művek műszaki igazgatója tartotta meg szoboravató beszédét.

Az ünnepi beszéd elhangzása után a fehér lepellel borított és a Nehézipari Műszaki Egyetem dunaújvárosi Kohó- és Fémipari Főiskolai Kar egyenruhás öntészhallgatóinak díszőrségével őrzött két szobrot *Herendi Rezső* leleplezte és átadta hivatásának.

A leleplezés után az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület részéről dr. *Nagy Zoltán* főtitkár és dr. *Vörös Árpád*, az Öntödei Szakosztály elnöke, Budapest II. kerület Tanácsa részéről *Kelli Lajosné* vb-elnökhelyettes és *Maróthy Géza* főmérnök, a Lenin Kohászati Művek részéről *Herendi Rezső* műszaki igazgató és *Szőnyi Gábor* főmetallurgus helyezett koszorút *Péch Antal* és *Kerpely Antal* szobrára.

Az ünnepi beszéd utolsó mondatainál megszólalt a bányász és a kohász himnusz, mely a szoborleleplezés és a koszorúzás alatt is szólva, tette még meghittebbé a felemelő ünnepséget.

Az ünnepségen megjelentek *Péch Antal* és *Kerpely Antal* hozzátartozói is. *Kosáryné Réz Lola, Péch Antal* unokája, levélben üdvözölte az ünnepséget.

A kohászati panteon valóra váltásán kívül az Öntészettörténeti és Múzeumi szakcsoport feladata volt, hogy az Öntödei Múzeum 1969-ben felépített állandó kiállítását újjárendezze, és véglegesen kialakítsa a szabadtéri kiállítást.

Szép példája volt a társadalmi összefogásnak a munkálatokban való részvétel és az áldozatok vállalása. Vállalatok, szocialista brigádok, tervezők, történészek és még sokan mások áldozatos munkájának eredménye, hogy az Öntödei Múzeum megfiatalodva, kiállítási anyagában gazdagodva, az öntészet múltját és jelenét még meggyőzőbben tudja bemutatni, mint eddig.

Kiszely Gyula

Az OMBKE elnökségének 1978. szeptember 20-i ülése

Az ülésen — ahol az elnökség 28 tagja vett részt, 9 tagja betegség és egyéb igazolt távollét miatt nem jelent meg —, a következő napirendek kerültek megtárgyalásra:

1. napirend. Tájékoztató az 1978. szeptember 18-i MTESZ Országos Elnöksége vb-üléséről.

Kreffly Gábor adott részletes tájékoztatást arról a vb-ülésről, melynek egyik napirendi pontjában egyesületünk elmúlt ötéves tevékenységéről kellett beszámolni. A 19 oldalas és további mellékletoldalakkal ellátott beszámolót 1978 augusztusában állították össze, hagyták jóvá egy titkári értekezleten és küldték meg a MTESZ illetékeseinek. Az anyagot tájékoztatás céljából a jelen elnökségi ülés tagjainak is megküldték.

A beszámoló tartalmával, egyesületi életünk értékelésével a vb tagjai egyetértettek. Dr. *Ajtay Miklós* és dr. *Horgos Gyula* elvtársak úgy zárták a vb-ülést, hogy a nagymultú és tekintélyes egyesület hírnevéhez és múltjához méltó volt a beszámoló és híven tükrözte társadalmi tevékenységünket.

Kreffly Gábor tájékoztatójához többen hozzászóltak és a beszámolót jónak, tartalmasnak és reálisnak ítélték.

Határozat: A beszámolót meg kell küldeni szakosztályaink és helyi csoportjain elnökeinek egy megfelelően szerkesztett kísérőlevéllel. Ebben fel kell kérni őket a beszámoló megismerésére és a tagsággal való ismertetésre.

Határidő: 1978. október 31.
Felelős: dr. *Nagy Zoltán*

2. napirend. Tájékoztató az 1978. szeptember 12-én megtartott MTESZ egyesületi főtitkári és területi titkári értekezletről.

Dr. *Nagy Zoltán* adott részletes tájékoztatást az értekezletről, mely elsősorban a MTESZ társadalmi munkájának a szélesítésével, valamint a pénzgazdálkodás kérdéseivel foglalkozott. Ismertette a pénzgazdálkodással kapcsolatos szigorításokat, a MTESZ vezetőinek azon felszólítását, hogy valamennyi egyesület bővítse pénzügyi forrásait, és vizsgálják felül mind a jogi tagdíjak, mind az egyéni tagdíjak összegét és beszedésének módját. Jelezte, hogy a megfogalmazott határozat értelmében az egyesületeket még külön-külön megkeresik a MTESZ gazdasági vezetői néhány részletkérdés és a MTESZ anyagi támogatásának tisztázása céljából.

Határozat: Az alapszabály-bizottság vizsgálja felül az egyéni tagdíjak helyzetét és tegyen javaslatot a tagdíjak egységesítésére, beszedésük biztosabb rendszerére, valamint a tagdíjak esetleges növelésére. A vizsgálatba be kell vonni a szakosztályok vezetőségeit, és velük egyeztetett javaslatot kell előterjeszteni.

Határidő: 1979. június 30.
Felelős: *Dudás József*

Az elnökség képviseletében — teljes felhatalmazással — dr. *Nagy Zoltán, Götz Tibor* és *Szabó Csaba* elvtársak tárgyaljanak a MTESZ illetékes vezetőivel a pénzgazdálkodással kapcsolatos részletekről, valamint a MTESZ támogatásáról.

3. napirend. Tájékoztató az 1978. szept. 30.—október 3. közötti 45. nemzetközi öntőkongresszus szervezéséről.

Dr. *Vörös Árpád,* a szervező bizottság főtitkára, az Öntödei Szakosztály elnöke adott átfogó tájékoztatást. Ismertette az eddigi előkészületeket, a jelentkezettek létszámát és belföldi-

külföldi megoszlását, a kiemelkedő megmozdulásokat, a kongresszus utáni szakmai túrákat és a nagyvonalú pénzügyi mérleget. Kitért ismertetőjében arra, hogy eddig 37 ország öntész szakemberei jelentkeztek; összesen mintegy 1200 fő résztvevővel számolnak. A 42 előadásból álló anyagot angol nyelven fogják megjelentetni.

Az elnökség megnyugtatónak találta a tájékoztatót és előre is köszönetet mondott a tárcák és a vállalatok nagylelkű segítségéért.

Határozat: Az elnökség úgy határozott, hogy 1978. november végéig célszerű megtartani a NŐK szervező bizottságának záróülését. Dr. *Vörös Árpád* az 1978 decemberében esedékes elnöki ülésen adjon átfogó jelentést a kongresszus lebonyolításáról.

Határidő: 1978. december
Felelős: dr. *Vörös Árpád*

4. napirend. Személyi változás az alapszabály-bizottság vezetésében. A bizottság munkatervének ismertetése.

Kreffly Gábor tájékoztatta az elnökséget arról, hogy dr. *Kovács Mihály* felmentését kérte — egészségi okok miatt — a bizottság vezetői funkciójából. Előzetes egyeztető tárgyalások után javasolja *Dudás József* okl. olajmérnök megválasztását a bizottság vezetőjévé.

Az elnökség *Kreffly Gábor* javaslatát egyhangúlag tudomásul vette, majd *Kreffly Gábor* felkérte *Dudás Józsefet*, hogy adjon rövid tájékoztatást a bizottság 1978—79. évi munkatervéről. A vázlatos munkatervhez néhány kiegészítő hozzászólás volt.

Határozat: Az alapszabály-bizottság, egy korábbi elnökségi határozat nyomán, kezdje meg az egyesület belső szervezetének finomításával kapcsolatos előkészítő munkáját. Vonja bele ebbe a szakosztályok elnökeit és titkárait, valamint az elnökségi bizottságok vezetőit. A bizottság vegye figyelembe az 1971—72. évben hasonló céllal megalakított elnökségi bizottság akkor megkezdett, de be nem fejezett munkájának részeredményeit is. A bizottság vezetője az 1979 III. negyedében esedékes elnökségi ülésen számoljon be az addig végzett munkáról és tegye meg javaslatait a szervezeti finomításokra.

Határidő: 1979 III. negyedév
Felelős: *Dudás József*

5. napirend. A megüresedett alelnöki tisztség betöltése.

Török Frigyes, a Fémkohászati Szakosztály elnökhelyettese adott tájékoztatást a *Soltész István* lemondásával megüresedett alelnöki tiszt betöltésével kapcsolatosan eddig végzett tárgyalásokról. Az elnökség türelmét kérte a név szerinti jelölés megtételére.

Határozat. A Fémkohászati Szakosztály vezetősége folytassa előkészítő munkáját, és az 1979. februárban esedékes elnökségi ülésen úgy tegyen név szerinti javaslatot, hogy azt az 1979 márciusában esedékes közgyűlés jóváhagyhassa.

Határidő: 1979. február
Felelős: *Török Frigyes*

6. napirend. Tájékoztató a könyvtár- és kiadványbizottság munkatervéről.

Az előző elnökségi ülésen megválasztott *Pantó Dénes* adott átfogó tájékoztatót a bizottság elképzeléseiről. A koncepció tartalmazta mind a könyvtár helyzetének és elhelyezésének későbbi vizsgálatát, mind az egyesület gondozásában megjelentetni szándékolt különböző kiadványok feltérképezésének és kiadásra való előkészítésének gondolatait.

Az előterjesztett koncepcióhoz többen hozzászóltak. Dr. *Nándory Gyula* és *Bányai Bálint* sürgősnek tartották a könyvtár helyének helyes megválasztását, mert jelenlegi elhelyezésében nehezen megközelíthető.

Határozat: A bizottság 1979. VI. 30-ig gondos vizsgálódások után terjesszen be javaslatot a könyvtár jobb elhelyezésére, részletekbe menően foglalkozzon az egyesület gondozásában megjelentetendő kiadványokkal és készítsen elő 1—2 anyagot úgy, hogy azok még ebben az ötéves tervidőszakban kiadhatók legyenek. A bizottság foglalkozzon a most megjelent „Öntészeti Műszaki Értelmező Szótár" nyomán szakmáink további hasonló kiadványainak sorozatszerű megjelentetésével is.

Határidő: 1979. június 30.
Felelős: *Pantó Dénes*

7. napirend. Egyebek.

Dr. *Tóth Miklós* alelnök bejelentette, hogy más fontos egyesületi megbízásai miatt kéri felmentését a környezetvédelmi és energetikai bizottság vezetése alól. Az elnökségi ülés úgy határozott, hogy a felmentést dr. *Tóth Miklós* részére megadja. Egyben felkérte dr. *Nagy Zoltánt* arra, hogy az 1978. decemberi elnökségi ülésre készítsen előterjesztést a bizottság újjáalakítására és kibővítésére, valamint a vezető személyére. *Kreffly Gábor* olyan előterjesztést tett, hogy dr. *Tóth Miklós* alelnökünk a jövőben az egyesületek elnökségei közötti kapcsolatok építésével foglalkozzék, mely kérdés az 1976-ban megfogalmazott középtávú munkatervünk egyik fontos témája. Az elnökség a javaslatot egyhangúlag elfogadta és felkérte dr. *Tóth Miklóst* e fontos teendők ellátására. Az elnökség célszerűnek tartja, ha dr. *Tóth Miklóst* ebben a munkában a szakosztályok elnökei és az elnökségi bizottságok vezetői személy szerint is támogatják.

Kreffly Gábor ismertette az elnökséggel, hogy 1978. november 13—18. között elnökségi delegáció utazik Lengyelországba, hogy ott tárgyalásokat folytasson a lengyel bányászati, kohászati és öntészeti társegyesületekkel. A megbeszéléseken a kapcsolat kiépítéséről, céltanulmányutak szervezéséről, egymás rendezvényeinek kölcsönös megismeréséről lesz szó.

Kreffly Gábor előterjesztette, hogy 1978. december közepén tartsunk évzáró elnökségi ülést, melyre hívjuk meg — szokásunk szerint — a tiszteleti tagokat is. A következő elnökségi ülés napirendjére javasolta felvenni az ifjúsági bizottság tájékoztatóját, a NŐK-ről adandó zárójelentést, az 1979—80. évi nagyrendezvényeink előterjesztését, a környezetvédelmi és energetikai bizottság átszervezésével foglalkozó előterjesztés megtárgyalását és a közeljövőben esedékes magyar—lengyel találkozóról szóló beszámoló megtartását.

Serfőző Iván tájékoztatást adott a szakosztályközi és rendezvénybizottság eddigi működéséről, elsősorban társadalmi tevékenységükről. Ismertette a selmeci utak szervezését, az elődeink sírjának ápolásával kapcsolatos gondokat, a rendezvények koordinálásának problémáit.

A tájékoztatót az elnökség köszönettel vette tudomásul és úgy határozott, hogy *Serfőző Iván* a szakosztályok titkáraival együttesen készítsen a sírok ápolására egy átfogó javaslatot és azt 1979 I. felében terjessze elő; az 1979—80. évi nagyrendezvényekről adjon tájékoztatást az 1978. decemberében esedékes elnökségi ülésén.

Kreffly Gábor megköszönte a nagy napirenddel és bőséges programmal lebonyolított elnökségi ülés résztvevőinek aktív közreműködését és az ülést bezárta.

Dr. *Nagy Zoltán* *Bándi József*

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

IV. szakmai ifjúsági napok

Az OMBKE budapesti csoportjának és az OKGT ifjúságpolitikai bizottságának közös rendezésében 1978. november 1—2-án tartották meg a IV. szakmai ifjúsági napokat.

1977—1978-ban az OKGT vállalatainál több mint 650 KIM, KIT, FMKT Szakma Ifjú Mestere pályamű került benyújtásra, amelyből a 110 legjobb munka vett részt ezen az iparági szintű rendezvényen.

Valamennyi pályamunkát elbírálták, majd a pontozásos bírálati anyagok alapján döntötték el a helyezések végső sorrendjét.

Az újszerűség és a legjobb minősítések alapján került sor az előadók kiválasztására, akik hat szekcióban mondták az igen érdekes és a továbbfejlődés szempontjából is jelentős előadásokat.

A szakmai ifjúsági napok rendezvénysorozatát november 1-én 11 órakor az OKGT új székházában *Hangyál János* KFVSZ-elnök előadásával nyitották meg.

Hangyál János előadásában hangsúlyozta, hogy az V. ötéves tervidőszak végére az energiafelhasználásban a szénhidrogéneknek el kell érni a 64% körüli részesedést. Ez a számadat lényegében egy nagyon széles körű szénhidrogén-ipari tevékenység végső eredményét kell, hogy tükrözze.

Nagy jelentőségű az OKGT szervezetén belül dolgozó fiatalok — akik a tröszt összes létszámának kb. 36%-át teszik — tevékenysége, és a velük foglalkozás alapvetően befolyásolja a tröszti feladatok megvalósítását.

Szekció	Beérkezett pályázat	Előadásra elfogadott	Elutasítva	Díjszám	Külön díj	Jutalom	Dicséret
Kutatás és fúrási	20	14	6	3	2	2	3
Termelési	10	10	—	2	—	2	4
Szállítási	18	15	3	1	1	2	4
Szolgáltatási	24	17	7	4	1	3	8
Feldolgozási	19	16	3	4	3	2	3
Közgazdasági	19	15	4	1	—	—	9
	110	87	23	15	7	11	31

Ismert, hogy a KISZ Központi Bizottsága 1974-ben felhívást intézett az „Alkotó Ifjúság" pályázat és kiállítás megrendezésére, meghatározva a pályázat célját, amely szerint mozgósítani kell a fiatalokat, hogy munkaköri feladataikon túl segítsék elő alkotásaikkal a népgazdasági terv célkitűzésének a megvalósítását és a technikai haladást.

E felhívás jegyében a mai alkalommal negyedszer rendezzük meg a szakmai ifjúsági napokat. A benyújtott pályázatok 44,6%-a (49 db) a bányászat, 29,9%-a (33 db) a gázipar és 25,5%-a (28 db) a feldolgozóipar szakterületéről érkezett. Meg kell említeni, hogy e három iparág körébe soroltuk azokat a konkrét gépészeti és egyéb jellegű pályamunkákat is, amelyek témájukat illetően az adott iparág valamelyikéhez kapcsolódnak. A pályázatok 83%-a műszaki és 17%-a közgazdasági témakört dolgoz fel.

Végezetül *Hangyál János* megállapította, hogy a fiatalok aktívan kapcsolódtak be az iparág előtt álló legfontosabb feladatok megoldásába. Köszönetet mondott a pályázók áldozatos munkájáért és kívánta, hogy a feladatok gyakorlati megvalósításában is kimagasló sikereket érjenek el.

A szekciókban elhangzott előadásokat követően a pályamunkákat díjazták, és a díjakat dr. *Bálint Valér* értékelésével és zárszavaival adták át az érdekelteknek.

A pályázatok szekciónkénti megoszlása:

Külön elismeréssel kell szólni a rendező bizottság tagjainak: dr. *Süveges Károly, Tassonyi Kadocsáné, Komlósi Zsoltné, Benkóczy Péterné* és *Orsós Andrásné* áldozatkész munkájáról, amelyért ezúton is köszönetet mondunk.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Ш. Лакатош, геофизик: **Коэффициент скина и продуктивность в случае водяных скважин** ..... **Стр. 65**

В статье на основе анализа изменения давления в призабойной зоне скважины рассматривается скин-эффект, который можно интерпретировать как показатель различия между пиезометрическими уровнями в призабойной зоне фактической и гидродинамически совершенной скважин.

Анализ охватывает вопросы связи между коэффициентами скина и продуктивности: если один из показателей известен, другой из него можно определять вычислением.

На основе теоретических исследований рекомендуется простой метод для определения коэффициента скина.

Д-р *Й. Андор, канд. хим.* наук—д-р *Я. Балаж*, химик—д-р *И. Декань*, канд. хим. наук—*Е. Молнар*, химик—д-р *Ф. Санто*, канд. хим. наук—д-р *Б. Варкони*, химик: **Опыт исследований по разработке и применению обратных эмульсионных буровых растворов в ВНР. Ч. II.** ..... **Стр. 69**

На основе бентонита из Мад с применением водного раствора хлорида цетила-пиридиния были получены в различной степени олеофилизированные продукты. Относительно степени олеофильности заключение сделали на основании результатов исследования по отстою и реологии суспенсий, приготовленных на основе дизельного топлива, а также адсорпционных измерений смеси жидкостей.

Исследовалось влияние степени олеофилизации, соотношение объемов фаз, а также количество и качество олеофильного бентонита на стабилизационные и реологические показатели эмульсий.

Было установлено между прочим, что бентониты, олеофилизированные в различной степени, могут стабилизировать эмульсии с одной стороны путем создания защитного слоя соответствующей стабильности на разделе фаз между эмульгированными каплями воды и дисперсной средой, а с другой стороны созданием когерентной пространственной структуры в дисперсной среде.

Д-р *М. Медьери*, инж.-нефтяник: **Интерпретация кривых восстановления давления с учетом дополнительного притока в скважину и практика измерений** ..... **Стр. 75**

В спецлитературе было указано и отечественной практикой доказано, что методы интерпретации КВД, разработанные с учетом дополнительного притока в скважину после ее закрытия, в ряде измерений не могут применяться. В статье анализируются отдельные методы интерпретации кривых и указываются причины их ограниченной применимости.

В отечественной практике все шире применяется на промыслах метод определения КВД с помощью подливки скважин для определения точных параметров пласта в скважинах, эксплуатируемых при большой величине депресии и притоках флюидов. В статье излагается опыт больше чем десятилетней промысловой практики.

Л. Белтеки, инженер: **Термальные скважины со склонностью к отложению солей и обеспечение их эксплуатации** ..... **Стр. 83**

В термальных скважинах Венгрии, особенно на их верхнем участке часто наблюдается вызывающее много осложнений явление выделения и отложения солей.

Выделение солей происходит с различной скоростью; в некоторых скважинах отложения необходимо удалять через каждые 8—10 суток, иначе вследствие сокращения диаметра выкидной линии дебит скважины совсем прекратится.

В отечественной практике применяются несколько методов для предупреждения и удаления отложения солей. Из них самой подходящей оказывается периодическая кислотная обработка во время работы скважины.

AUS DEM INHALT

Sch. Lakatos, Geophysiker: **Skinfaktor und Produktivität bei Wasserbohrungen** ..... **Seite 65**

Im Artikel wird auf Grund der Analyse der Druckänderung in der Bohrlochsohle der Skineffekt betrachtet, der als Unterschied zwischen den piezometrischen Niveaus in der Bohrlochsohle der tatsächlichen und der hydrodynamisch vollkommenen Bohrung interpretiert werden kann.

Die Analyse umfaßt die Fragen des Zusammenhangs zwischen Skinfaktor und Produktivität: wenn einer der Kennwerte bekannt ist, kann der andere durch Berechnung bestimmt werden.

Auf Grund theoretischer Untersuchungen wird eine einfache Methode zur Bestimmung des Skinfaktors empfohlen.

Dr. *J. Andor, Kand. chem.* Wiss.—Dr. *A. Balaz*, Chemiker—Dr. *I. Dekány*, Kand. chem. Wiss.—*E. Molnár*, Chemiker—Dr. *F. Szántó*, Kand. chem. Wiss.—Dr. *B. Várkonyi*, Chemiker: **Erfahrungen bei der Entwicklung und Anwendung von umgekehrten Emulsionsbohrspülungen in Ungarn. II. Teil** ..... **Seite 69**

Auf Bentonit aus Mád wurden unter Anwendung einer wäßrigen Lösung von Cetylpyridiniumchlorid in verschiedenem Grade oleophilisierte Produkte hergestellt. Die Schlußfolgerungen bezüglich des Grades der Oleophilität wurden auf Grund der Ergebnisse von Untersuchungen über Absetzen und Rheologie von Suspensionen, die auf Dieselölbasis hergestellt wurden, sowie von Adsorptionsmessungen an Flüssigkeitsgemischen gezogen.

Es wurde der Einfluß des Grades der Oleophilisierung, des Phasenvolumenverhältnisses, sowie der Menge und Qualität des oleophilen Bentonits auf die Stabilisierungs- und rheologischen Kennwerte der Emulsionen untersucht.

Es wurde festgestellt, daß Bentonite, die in verschiedenem Grade oleophilisiert sind, Emulsionen einerseits durch Bildung einer Schutzschicht, andererseits durch Bildung einer kohärenten Raumstruktur in der Dispersionsphase stabilisieren können.

Dr. *M. Medveri*, Erdölingenieur: **Interpretation von Druckaufbaukurven unter Berücksichtigung des zusätzlichen Zuflusses in die Bohrung und Messpraxis** ..... **Seite 75**

In der Fachliteratur wurde sowie in der ungarischen Praxis bewiesen, daß die Interpretationsmethoden von Druckaufbaukurven, die unter Berücksichtigung des zusätzlichen Zuflusses in die Bohrung nach dem Schließen entwickelt wurden, in einer Reihe von Messungen nicht angewendet werden können. Im Artikel werden einzelne Interpretationsmethoden von Druckaufbaukurven analysiert und die Gründe ihrer begrenzten Anwendbarkeit angegeben.

In der ungarischen Praxis wird immer häufiger die Methode der Bestimmung von Druckaufbaukurven durch Aufpumpen von Flüssigkeit in die Bohrung zur Bestimmung genauer Lagerstättenparameter in Bohrungen, die mit großer Depression und großen Zuflußmengen produzieren, angewendet. Im Artikel wird über Erfahrungen von mehr als zehn Jahren berichtet.

L. Beltéki, Ingenieur: **Thermalbohrungen mit Neigung zur Salzausscheidung und Sicherung ihrer Förderung** ..... **Seite 83**

In ungarischen Thermalbohrungen, besonders im oberen Teil der Bohrung, wird oft eine viele Komplikationen verursachende Salzausscheidung und -ablagerung beobachtet.

Die Salzausscheidung erfolgt mit verschiedener Geschwindigkeit; in einigen Bohrungen müssen die Ablagerungen alle 8—10 Tage entfernt werden, sonst kommt es infolge Verengung des Steigrohrdurchmessers zu einer Verringerung der Förderung.

In der ungarischen Praxis werden mehrere Methoden zur Verhinderung und Entfernung der Salzablagerungen angewendet. Die geeignetste ist die periodische Säurebehandlung während des Betriebes der Bohrung.

FROM THE CONTENTS

Sh. Lakatos, geophysicist: **Skin factor and productivity in water wells** ..... **Page 65**

The article analyses the change of pressure in the bottom hole zone of wells and discusses the skin effect which can be interpreted as a difference between the piezometric levels in the bottom hole zone of the actual and the hydrodynamically perfect well.

The analysis covers the relationship between the skin factor and productivity: if one of the characteristics is known, the other can be determined by calculation.

On the basis of theoretical investigations a simple method is recommended for the determination of the skin factor.

Dr. *J. Andor, Cand. Chem.* Sc.—Dr. *A. Balaz*, chemist—Dr. *I. Dekány*, Cand. Chem. Sc.—*E. Molnár*, chemist—Dr. *F. Szántó*, Cand. Chem. Sc.—Dr. *B. Várkonyi*, chemist: **Experiences in the development and application of inverted emulsion drilling muds in Hungary. Part II** ..... **Page 69**

Oleophilic products of various degrees were prepared from bentonite from Mád using aqueous solution of cetyl pyridinium chloride. Conclusions concerning the degree of oleophility were drawn on the basis of the results of investigations on settling and rheology of suspensions prepared on diesel oil basis and of adsorption measurements on liquid mixtures.

The influence of the degree of oleophilization, of the phase volume ratio, as well as of the amount and quality of the oleophilic bentonite on the stabilization and rheological characteristics of the emulsions was investigated.

It was established that bentonites oleophilized to various degrees can stabilize emulsions on the one hand by forming a protective layer, on the other hand by forming a coherent spatial structure in the dispersion phase.

Dr. *M. Medveri*, petroleum engineer: **Interpretation of pressure build-up curves with regard to additional inflow into the well and measuring practice** ..... **Page 75**

In the specialized literature as well as in Hungarian practice it was proved that the interpretation methods of pressure build-up curves developed with regard to additional inflow into the well after shut-in cannot be applied in a number of measurements. In the article individual interpretation methods of pressure build-up curves are analysed and the reasons of their limited applicability are given.

In Hungarian practice the method of determining pressure build-up curves by pumping liquid into the well for the determination of exact reservoir parameters in wells producing with great depression and large inflow rates is applied more and more frequently. The article reports on experiences of more than ten years.

L. Beltéki, engineer: **Thermal wells with tendency to salt deposition and ensuring their production** ..... **Page 83**

In Hungarian thermal wells, especially in the upper part of the well, salt deposition and scaling causing many complications is often observed.

Salt deposition occurs with various velocities; in some wells the deposits must be removed every 8—10 days, otherwise the production rate decreases as a consequence of the reduction of the diameter of the flow line.

In Hungarian practice several methods are applied for the prevention and removal of salt deposits. The most suitable is the periodic acid treatment during the operation of the well.

Dipl.-Geophysiker *Sándor Lakatos:* **Skin-Faktor und Sondeneffektivität bei Wassersonden** ..... S. 65

Aufgrund einer Analyse der Druckgestaltung um die Sonde wird der Skin-Faktor untersucht. Der Skin-Faktor kann auch als Kennwert der Differenz zwischen den sich um eine tatsächliche und eine vollkommene Sonde herausbildenden piezometrischen Horizonten ausgelegt werden. Die Analyse behandelt die Frage des Zusammenhangs zwischen dem Skin-Faktor und dem Effektivitätsfaktor: wenn einer der Kennwerte bekannt ist, kann der andere daraus errechnet werden.
Aufgrund theoretischer Untersuchungen kann eine einfache Methode zur Ermittlung des Skin-Faktors vorgeschlagen werden.

Dr.-Chem. *József Andor,* Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dr.-Chem. *János Balázs*—Dr.-Chem. *Imre Dékány,* Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dipl.-Chem. *Jenő Molnár*—Dr.-Chem. *Ferenc Szántó,* Kandidat der chemischen Wissenschaften—Dr.-Chem. *Bernát Várkonyi:* **Forschungstätigkeit zur Herstellung und Anwendung von Invert-Emulsionsspülungen in Ungarn — 2. Teil** ..... S. 69

Aus Máder Bentonit wurden Produkte hergestellt, die mit der wässrigen Lösung von Zetyl-Pyridin-Chlorid (CPCl) in verschiedenem Masse oleophyllisiert wurden. Auf das Mass der Oleophyllität wurde aufgrund der Sedimentations- und rheologischen Untersuchungen von Suspensionen im Gasölmedium, sowie aufgrund von Flüssigkeitsgemisch—Adsorptionsmessungen geschlossen.
Der Einfluss des Ausmasses der Oleophyllisierung, des Phasenvolumen-Verhältnisses, sowie der Menge und der Qualität des oleophyllen Bentonits auf die Stabilitäts- und rheologischen Kennwerte der Emulsionen wurde untersucht. Es wurde unter anderem festgestellt, dass die in verschiedenem Mass oleophyllisierten Bentonite die Emulsionen auf zweierlei Weise stabilisieren können: einerseits durch die Bildung einer Schutzschicht entsprechender Stabilität auf der Grenzfläche zwischen den emulgierten Wassertropfen und dem Dispersionsmittel, andererseits durch das Zustandebringen einer koherenten Raumstruktur im Dispersionsmittel.

Dr.-Ing. *Mihály Megyeri:* **Interpretation von durch Nachströmung gestörten Druckaufbaukurven und Praxis der Messungen** ..... S. 75

Die Fachliteratur hat darauf aufmerksam gemacht und die ungarische Praxis hat bewiesen, dass die Druckaufbau-Interpretationsmethoden, die unter Berücksichtigung der Nachströmung in die Sonde nach dem Schliessen des Bohrlochkopfs entwickelt wurden, bei einem Teil der Messungen nicht angewandt werden können. Der Beitrag analysiert die einzelnen Methoden und zeigt die Ursache ihrer beschränkten Anwendbarkeit.
Die einheimische Feldpraxis wendet die Druckaufbau-Messmethode mit Füllung für die Ermittlung der genauen Formationsparameter von mit hoher Depression produzierenden, Flüssigkeitsströmung gebenden Sonden immer mehr an. Erfahrungen aus der Feldpraxis von über 10 Jahren werden vorgeführt.

Dipl.-Ing. *Lajos Bélteky:* **Zu Salzausscheidung geneigte Thermalwassersonden und Sicherung ihrer Förderung** ...S. 83

In Ungarn bei den Thermalwassersonden ist eine häufige und viele Schwierigkeiten verursachende Erscheinung die bei dem oberen Abschnitt der Sonde auftretende Salzausscheidung, bzw. Salzablagerung, die infolge der Ausscheidung der in Wasser gelösten Mineralsalze entstehen.
Die Salzausscheidung geht mit verschiedener Geschwindigkeit vor sich. Es gibt Sonden, wobei der Ansatz jede 8—10 Tage entfernt werden soll, da der Durchmesser des Auslaufsrohrs so klein wird, das die Förderung der Sonde stehenbleibt.
Die einheimische Praxis wendet mehrerlei Methoden an, um die Salzablagerung zu verhindern, bzw. zu eliminieren. Darunter scheint die während des Betriebs, periodisch durchzuführende Salzsäurebehandlung für den Zweck am geeignetsten zu sein.

*

Sándor Lakatos, Geophysicist: **Skin effect and well efficiency in water wells** ..... p. 65

Based on an analysis of pressure change around the well, the skin effect is examined. It can be considered as the index of difference between the piezometric horizons around an actual and a perfect well.
The analysis includes the problem of connection between the skin and the efficiency factors: given one index, the other can be calculated from it.
On the basis of theoretical investigation, a simple method is suggested for determining the skin factor.

Dr. *József Andor,* Chemist, Candidate of Chemical Sciences — Dr. *János Balázs,* Chemist — Dr. *Imre Dékány,* Chemist, Candiadte of Chemical Sciences — *Jenő Molnár,* Chemist — Dr. *Ferenc Szántó,* Chemist, Candidate of Chemical Sciences — Dr. *Bernát Várkonyi,* Chemist: **Experience gained in research into preparing and using invert emulsion muds in Hungary — Part 2** ..... p. 69

Products oleophilized to various degrees by an aquaeous solution of cetyl-pyridine-chloride (CPCl) using Mád bentonite have been prepared. The degree of oleophility was concluded from investigations into the sedimentation and rheology of suspensions of gas-oil media as well as from liquid mixture adsorption measurements.
Effects of oleophilization degree, phase volume ratio as well as of the quality of the oleophilic bentonite on the stability and rheological characteristics of the emulsion were examined.
It has been stated among others that bentonites oleophilized to various degrees can stabilize emulsions in two ways; on the one hand by forming a protective layer of appropriate stability on the boundary surface between the emulsified water droplets and the dispersion medium, and by creating a coherent space structure in the dispersion medium on the other.

Dr. *Mihály Megyeri,* Petroleum Eng.: **Interpretation of pressure build-up curves disturbed by afterflow — Measuring practice** ..... p. 75

Hungarian practice has proved and literature has drawn the attention to the fact that the pressure build-up interpretation methods developed by taking into account afterflow into the well after having closed the well-head cannot be applied for certain measurements. The paper analyzes the individual methods and gives the reason for their limited applicability.
For an accurate determination of the formation parameters of wells yielding fluid inflow and producing by means of high depression, the pressure build-up measuring method by filling is used in an ever increasing number in Hungarien field practice. Production exprerience extending over more than ten years is outlined.

Lajos Bélteky, Eng.: **Thermal water wells inclined to salting and assuring their production** .....p. 83

A very frequent phenomenon giving rise to a number of difficulties with the Hungarian thermal water wells is the salting and/or salt sedimentation at the upper section of the wells originating as a result of separation of mineral salts dissolved in water.
The salting takes place at various rates. There are some wells where the deposits should be removed every 8—10 days, otherwise the outlet pipe becomes so narrow that production stops.
In the Hungarian practice, several methods are used to prevent salt sedimentation and/or to remove salt deposits. From among these methods, the treatment by hydrochloric acid performed under operating conditions or at some intervals seems to be the most suitable one.

A Központi Földtani Hivatal elnöke és a nehézipari miniszter 8/1978. (NIM É. 26.) KFH—NIM számú együttes utasítása a nagy és értékes ásványi nyersanyaglelőhelyek felderítésében részt vevők jutalmazásáról

A földtani kutatás eredményességének növelése érdekében — a munkaügyi miniszterrel és a pénzügyminiszterrel egyetértésben — a következőket rendeljük.

1. §

(1) Jutalomban kell részesíteni azokat a kutatókat (geológus, geofizikus, vegyész, matematikus, technikus stb.), akik nagy mennyiségű, különösen értékes ásványi nyersanyag lelőhelyének felderítésében érdemben részt vettek.

(2) Érdemi résztvevőnek azokat a kutatókat kell tekinteni, akik a kutatást végző vállalat bizonylataival (jelentés, munkanapló, prognózis, kutatási terv stb.) igazoltan, az ásványi nyersanyaglelőhely felderítéséhez az ásványvagyon-prognózist megalkották, a kutatási programot elkészítették, a kutatási adatokat kiértékelték, a kutatási jelentést megbízhatóan elkészítették, továbbá akik a kutatás munkáját ténylegesen irányították.

(3) Jutalomban részesíthető az a személy is, akinek előzetes publikációja, tanulmánya, vagy írásbeli bejelentése alapján nagy és értékes ásványi nyersanyaglelőhelyet derítettek fel.

2. §

(1) Az ásványi nyersanyaglelőhely akkor minősül nagynak és különösen értékesnek, ha mennyisége 5 millió tonna szénhidrogént, 100 millió tonna kőszenet, 250 millió tonna lignitet, 10 millió tonna bauxitot, 50 millió tonna színesércet elér, vagy meghalad, helybeni (in situ) potenciális népgazdasági értéke pedig mindegyik ásvány esetén legalább 2 milliárd forint.

(2) Az (1) bekezdésben nem említett egyéb ásványi nyersanyaglelőhelyet a KFH elnöke egyedi mérlegelés alapján nagy és különösen értékes előfordulásnak minősítheti, ha helybeni értéke az (1) bekezdésben meghatározott összeget eléri, vagy meghaladja.

3. §

A lelőhely felderítésére vonatkozó kutatási jelentés alapján az Országos Ásványvagyon Bizottság állapítja meg, hogy az megfelel-e a 2. §-ban meghatározott követelményeknek.

4. §

(1) A kifizethető jutalom teljes összege nem haladhatja meg a felderített ásványvagyon helybeni értékének egy ezrelékét, de legfeljebb 3 millió forintot, az egy főre eső része pedig 3000 Ft-nál kevesebb és 25 000 Ft-nál több nem lehet.

(2) A Központi Földtani Hivatal elnöke a felderítő kutatás megalapozását szolgáló, a lelőhelyre vonatkozó ásványvagyon-prognózis, kutatási programjavaslat tartalmi megítélése és minősítése alapján a Pénzügyminisztériummal egyetértésben állapítja meg a kifizethető összeget.

(3) A jutalmat az Országos Ásványvagyon Bizottság megállapítását követő 90 nap alatt a földtani kutatási keret terhére a Központi Földtani Hivatal fizeti ki. A jutalom összegével a költségvetési keretösszeg nem emelhető.

5. §

Az utasítás végrehajtásával kapcsolatos részletes eljárási szabályokat a mellékletként kiadott irányelvek tartalmazzák.

6. §

Ez az utasítás kihirdetésével lép hatályba.

Juhász Ádám s. k.,
nehézipari minisztériumi
államtitkár

Dr. *Fülöp József* s.k.,
a Központi Földtani Hivatal
elnöke

Melléklet

IRÁNYELVEK
a 8/1978. (NIM É. 26.) KFH—NIM számú együttes utasítás végrehajtásához

1. Az utasítás 2. § (1) bekezdésében meghatározott szénhidrogén fogalmához: 1 milliárd m^3 földgáz ipari vagyont, illetve 1 millió tonna kőolajipari vagyont kell 1 millió tonna szénhidrogénipari vagyonnak tekinteni.

2. Az utasítás 2. § (1) és (2) bekezdéséhez: a lelőhely helybeni értékének számítási módját, a műrevaló vagyon értelmezését (ipari vagyon, műrevaló kitermelhető vagyon) az OÁB 4663/1974. számú határozata alapján „A legfontosabb ásványi nyersanyagok műrevalósági újraminősítéséhez" készült szakmai módszertani előírás adja meg.

3. Az utasítás 3. §-ához: az előfordulást az OÁB a jelentés elfogadását dokumentáló határozatban a 2. § szerint is minősíti és javaslatot tesz a KFH elnökének a jutalmazásra.

4. A kutatás fázisokra történő tagolásának jelenlegi gyakorlata szerint a lelőhely felderítését, kőolajkutatásnál az ún. lehatároló kutatásról, más nyersanyagoknál az ún. előzetes kutatásról készített kutatási jelentés alapján kell befejezettnek tekinteni. Az OÁB a lelőhely nagy és különösen értékes mivoltát a felderítő kutatásról készített és elfogadott kutatási jelentés alapján is megállapíthatja.

5. A KFH elnöke a 2. és 3. §-okban foglaltak alapján a nagy és különösen értékes lelőhely felderítésében részt vett vállalattal közli a jutalmazási feltételeket és a jutalmazási összeget.

6. A KFH elnöke hivatalos lapjában magánszemélyek részére pályázatot hirdet a jutalom elnyerésére.

7. A fővállalkozó a kutatásban alvállalkozóként közreműködő vállalatokkal egyeztető tárgyaláson gondoskodik a jutalmazási összeg vállalatok közötti felosztásáról.

8. A jutalmazási összeg vállalatok közötti felosztásánál a jutalmazható személyek számát kell irányadónak tekinteni. Az esetenként jutalmazhatók összes létszáma a 100 főt lehetőleg ne haladja meg.

9. Az alvállalkozók javaslataikat a fővállalkozónak kötelesek megadni.

10. A jutalom személyenkénti odaítéléséről és kifizetéséről a kutatással megbízott fővállalkozó — aki alvállalkozói nevében köteles eljárni — javaslata alapján, valamint a magánszemély(ek) által benyújtott pályázat alapján a KFH elnöke dönt.

11. A jutalmazási javaslatok és pályázatok elbírálása KFH és NIM képviseletet biztosító bíráló bizottság közreműködésével történik.

12. Az 1. § (2) bekezdése szerint meghatározottak körén belül a prognózis-, programkészítők, kutatás eredményét kiértékelők részére előirányozható személyenkénti jutalom összege maximálisan 25 000 Ft, minimálisan 3000 Ft.

A kutatást ténylegesen irányítók körére a személyenkénti jutalom maximuma 5000 Ft, minimuma 3000 Ft.

13. A vállalatok javaslataikat a szakszervezet egyetértésével készítik el.

14. A vállalatok csak a javaslattétel időpontjában állományukban, vagy vállalatuktól közvetlenül nyugállományba vonult dolgozókra vonatkozóan készíthetnek javaslatot.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 97—128 oldal
BUDAPEST, 1979. ÁPRILIS HÓ
4

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

PLAVEC RIKARD	Egyhatású, hármas iker, dugattyús iszapszivattyúkkal szerzett üzemi tapasztalatok	97
CSÁKÓ DÉNES	Magyarország nagy inerttartalmú földgázkészletének hasznosítása	102
DORMÁN JÓZSEF	Az öblítőfolyadékok reológiai és hidraulikai jellemzőinek értékelése 1. r.	107
PÁPAY JÓZSEF	A szénhidrogén-termelő kutak körüli kőzetek hővezető képességének in situ meghatározása	113
MANFRED ENGSHUBER	Gázok föld alatti tárolása	119
BENCZE GÉZA	A mihályi szénsavüzem története az államosításig (1936—1949)	122
	Nekrológ	127
	MTESZ-hírek	127
	Egyesületi hírek	101, 106
	Szakosztályi hírek	121
	Könyvismertetés	127
	Külföldi hírek	112, 118, 126
	Hibaigazítás	127
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS	128

A SZÁM SZERZŐI:

BENCZE GÉZA dr., okl. muzeológus, tudományos munkatárs (OGIL, Olajipari Múzeum, Zalaegerszeg); CSÁKÓ DÉNES okl. olajmérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); DORMÁN JÓZSEF dr., okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); MANFRED ENGSHUBER dr., okl. mérnök, tanszékvezető egyetemi tanár (Bergakademie, Freiberg, NDK); PÁPAY JÓZSEF dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); PLAVEC RIKARD okl. mérnök, osztályvezető (INA—NAFTAPLIN, Zagreb, JSZSZK).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-293. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-752 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 4. szám 1979. április

Egyhatású, hármas iker, dugattyús iszapszivattyúkkal szerzett üzemi tapasztalatok

PLAVEC RIKARD

A kéthatású, kettős iker, dugattyús iszapszivattyúk helyett az újabb rotari fúróberendezéseknél mind szélesebb körben térnek át az egyhatású, hármas iker iszapszivattyúk alkalmazására. Az egyhatású, hármas iker és a kéthatású, kettős iker iszapszivattyúk üzemviszonyainak összehasonlítása az előbbieknek kedvez. A kisebb méretek, a kisebb tömeg előnyén kívül az egyhatású, hármas iker szivattyúk egyenletesebb szállításúak, vagyis mind a folyadékszállítás, mind a nyomás lüktetése lényegesen kisebb mértékű, s az egyes hengerbetét-átmérőkhöz az egyhatású szivattyúknál nagyobb megengedett nyomáshatárok tartoznak. Mindez, az üzemviszonyok szempontjából megnyilvánuló előny kedvez a nagynyomású szivattyúzást igénylő korszerű rotari fúrási technológiának, a nagy mélységű fúrások feladatának éppúgy, mint az „eróziós rotari fúrás" megvalósítási lehetőségeinek. Az összehasonlítást az INA-Naftaplin fúrási üzemeiben az egyhatású, hármas iker szivattyúkkal szerzett üzemi tapasztalatokra alapítja a szerző.

1. Bevezetés

A rotari fúróberendezéseket újabban a kéthatású, kettős iker (duplex) dugattyús iszapszivattyúk helyett egyhatású, hármas iker (triplex) iszapszivattyúkkal szállítják. Elsősorban a tengeri fúróberendezésekre jellemző az egyhatású, triplex szivattyúk használata, ahol is a berendezések 90%-át ilyen szivattyúkkal szerelik fel. Hasonló az eset a szárazföldi, nagy mélységkapacitású rotari berendezéseknél is, bár kissé tompítottabb mértékben.

A hetvenes évek közepétől az egyhatású, triplex iszapszivattyúk iránti igény olyannyira megnőtt, hogy az egyes gyárak a kéthatású, duplex szivattyúk rendszeres gyártását megszüntetik.

Az INA-Naftaplin fúróberendezéseinél már 17 egyhatású, triplex szivattyú dolgozik. Ezek 1000—1600 LE közti teljesítményűek. Az alábbiak e szivattyúállománnyal szerzett üzemi tapasztalatokról szólnak.

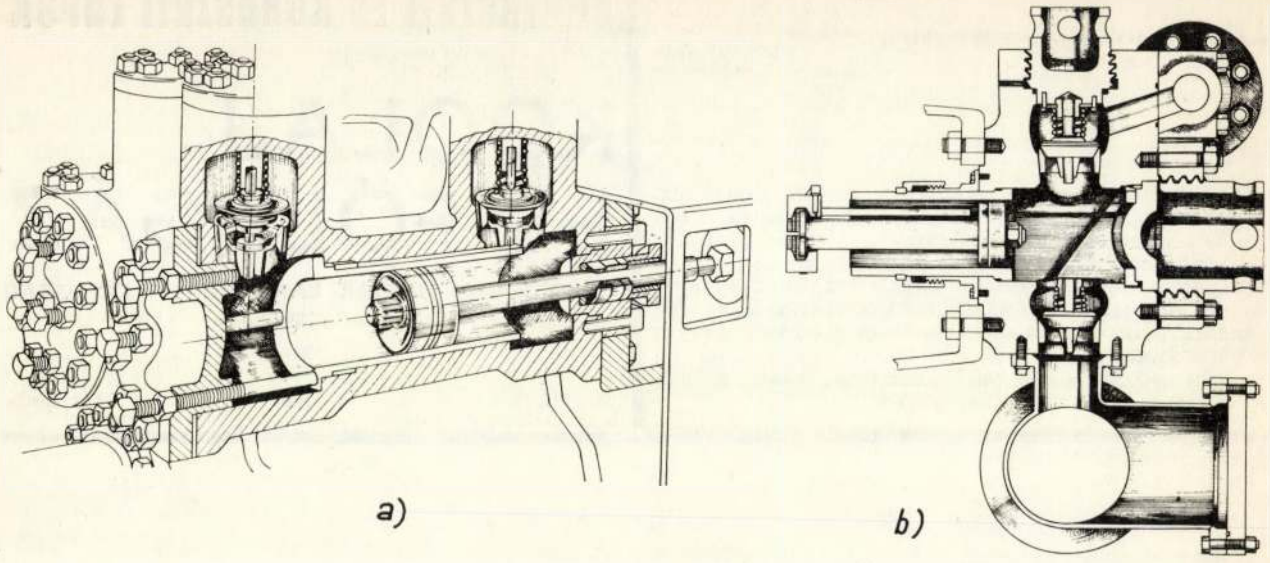
2. Az egyhatású, hármas iker és a kéthatású, kettős iker iszapszivattyú összehasonlítása

A két iszapszivattyú-típus között a fő szerkezeti különbség — mint azt az *1. ábrapár* szemlélteti — az, hogy az egyhatású, dugattyús szivattyú hengerének egyik oldala nyitott, ennek következtében nemcsak lényegesen egyszerűbb a kéthatásúnál (pl. elmarad a dugattyúrúd-tömítés), de a nyitott hengeroldal lehetővé teszi a henger, ill. a dugattyú hűtését és folyamatos mosását is *(2. ábra)*. A henger hűtése és mosása sokkal hosszabb dugattyú- és hengerélettartamot eredményez.

A lényeges különbségek a méretek, a teljesítményjellemzők, az egybeépítés lehetősége és az üzemi viselkedés szempontjából röviden a következőkben foglalhatók össze.

Méretek

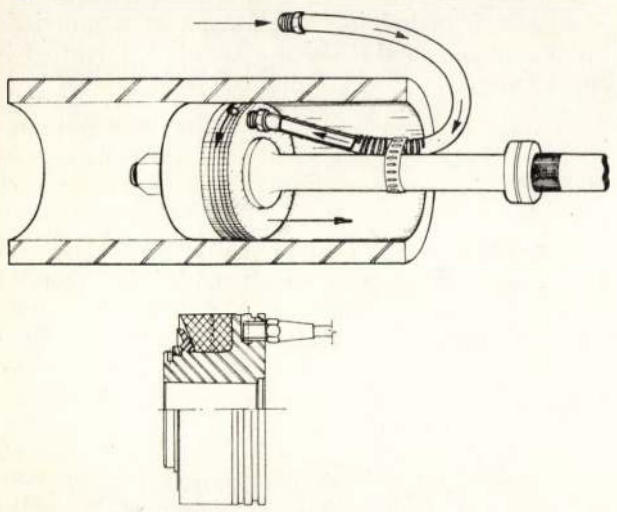
Az egyhatású, triplex szivattyúk lényegesen rövidebbek a kéthatású, duplex szivattyúknál, sőt valamivel alacsonyabbak is, de ugyanakkor szélesebbek *(1. táblázat)*. Mindezek következtében a tömegük 25—30%-kal kisebb, s ezért az egyhatású triplex szivattyúk mintegy 15—20%-kal olcsóbbak a kéthatású, duplex szivattyúknál. A triplex szivattyúk tehát könnyebben szállíthatók, bár a legnagyobb teljesítményű típusok szélessége eléri a közutakon megengedett legnagyobb szélességet. Az egyhatású, triplex szivattyúk helyszükséglete a fúróberendezésen kisebb, ami elsősorban a tengeri fúróberendezéseknél jelent előnyt.



1. ábra
A kéthatású, kettős iker, dugattyús iszapszivattyú (a) és az egyhatású, — rendszerint hármas iker — dugattyús iszapszivattyú (b) metszete

Teljesítményjellemzők (folyadékáram, nyomás)

Az egyhatású triplex iszapszivattyúk általában kisebb folyadékárammal, de nagyobb nyomáshatárig dolgoznak, mint az azonos teljesítményű, kéthatású, duplex szivattyúk. Két azonos teljesítményű, vagyis reálisan összehasonlítható egyhatású, triplex és kéthatású, duplex szivattyú közül a triplex szivattyúnak 130—160 lökete szükséges ahhoz, hogy elérje a duplex szivattyúval percenként 70-es löketszám mellett szállított folyadékáram 70%-át. Ennek a nagy löketszámnak természetesen negatív következményei is vannak (lásd később). Ugyanakkor az egyhatású, hármas iker iszapszivattyúk egyes hengerbetéteihez tartozó megengedett maximális üzemnyomás és egyben a szivattyúval megengedhető legnagyobb üzemnyomás is lényegesen nagyobb, mint a kéthatású, kettős iker szivatytyúkhoz tartozó nyomáshatárok. Ez az utóbbi előny egyrészt azt jelenti, hogy ugyanazon átmérőjű hengerbetéttel hosszabb szakaszokon át lehet fúrni hengerbetétcsere nélkül, másrészt azt, hogy a triplex iszapszivattyúk jobban kielégítik a korszerű jet-fúrás, a turbófúrás, sőt a turbó-jetfúrás követelményeit, és utat nyitnak az eróziós rotari fúrás felé is.



2. ábra
Az egyhatású, dugattyús iszapszivattyú hengere és dugattyúja hűtésének elvi vázlata, a dugattyú metszete

A folyadékszállítás (folyadékáram) változása

Ismeretes, hogy a forgattyús hajtóműves, dugattyús szivattyúk egy löketén belül a folyadék áramlási sebessége nem állandó, ingadozik v_{max} és v_{min} között. Ennek az egyenetlen szállításnak az a következménye, hogy a súrlódási veszteség is változik, ennek megfelelően a szivattyún — pontosabban a nyomóvezeték csatlakozó csonkján — fellépő nyomás is ingadozik.

A kéthatású, kettős iker és az egyhatású, hármas iker dugattyús szivattyúk reális összehasonlítása érdekében mindkettőnél az azonos szállításból, azaz a szállított folyadékáramból kell kiindulni. Pl. ha egy példaként kiválasztott $7^1/_4 \times 12''$-es triplex és egy $6^3/_4 \times 16''$-es duplex szivattyú azonos folyadékárammal dolgozik, s percenként 2900 l-t szállít, akkor a triplex szivattyú egy lökettel csak 53%-át szállítja a duplex szivattyú egy löketnyi szállításának. A triplex szivattyúnak ezért percenként 120 löketszámmal, a duplex szivattyúnak pedig 64 löketszámmal kell dolgoznia az azonos folyadékáram érdekében. Másként kifejezve, a triplex szivattyú főtengelye 1,88 fordulatot, azaz 360°+316°-ot tesz meg az alatt az idő alatt, míg a duplex szivattyú egy 360°-os fordulatot tesz meg *(3. ábra)*.

Számszerűen a dugattyúk sebességváltozásai százalékosan a következőképpen alakulnak:

	egyhatású triplex	kéthatású duplex
középérték fölött	6,64	26,72
középérték alatt	18,42	21,54
összesen	25,06	48,26

Egyhatású, hármas iker (F, FA) és kéthatású, iker (DC), dugattyús iszapszivattyúk jellemzőinek összehasonlító táblázata (Continental—EMSCO)

Összevethető szivattyúpárok	1		2		3		4		5		6	
Típus: Continental-EMSCO	FA	DC	FA	DC	F	DC	F	DC	F	DC	F	DC
Névleges teljesítmény, LE	1600	1650	1300	1350	1000	1000	800	700	500	550	350	375
Névleges hengerméretek, hüvelyk	7,5×12	7,5×18	7,5×12	7,5×18	6,75×10	7,5×18	6,75×9	7,5×16	6,75×12	7,5×16	6,75×7	7,5×16
Maximális löketszám, min^{-1}	130	70	130	70	150	70	160	75	175	75	175	80
Maximális megengedett üzemnyomás, bar	387	385	318	315	375	222	310	192	268	182	190	125
Legnagyobb száll. folyadékáram, l/min	3384	3251	3384	3251	2449	3354	2347	3244	2139	3282	2002	3126
Méretek:												
szélesség, cm	241	244	241	244	226	244	206	220	188	204	176	164
hosszúság, cm	473	620	473	620	412	615	396	561	366	508	353	447
magasság, cm	208	208	208	208	181	208	166	173	154	168	144	145
Tömeg, t	21,2	28,6	20,7	28,1	15,9	22,9	12,1	17,0	8,5	13,7	7,4	8,3

vagyis a duplex-triplex szivattyúk sebességváltozásának aránya $\frac{48,26}{25,06}=1,94$, tehát a kéthatású kettős iker dugattyús iszapszivattyú sebességváltozása az egyhatású hármas ikerének majdnem kétszerese.

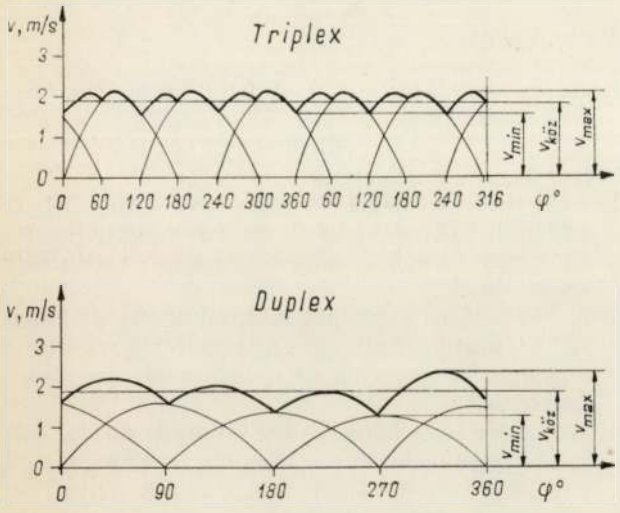
Míg a kéthatású, duplex szivattyúk üzemében egy teljes löket alatt a dugattyúk sebességének, illetve ennek megfelelően a nyomóvezetékben az áramlási sebességnek nyolc, s ezen belül két igen nagy szélső értéke van, addig az egyhatású, triplex szivattyúk 1,87 lökete alatt 22 kis amplitúdójú dugattyúsebesség-, illetve áramlásisebesség-csúcs ébred *(3. ábra)*.

Az áramlásisebesség-változás a szivattyúhoz csatlakozó nyomóvezeték-rendszerben (a felszíni nyomóvezetékben, a fúrócsőben, a fúró fúvókáiban és a gyűrűs térben) az ismert *Fanning*-féle áramlási ellenállásképlet szerint

$$p=\lambda\frac{l}{d}\varrho v^2.$$

Mivel azonban azonos öblítőiszapról van szó, a súrlódási ellenállás (λ), az öblítőiszap-sűrűség (ϱ), (γ), valamint azonos vezetékrendszerre a vezetékhossz (l) és az átmérő (d) állandó, ezért az áramlási ellenállásnak megfelelő szivattyúzási nyomás $p_{szív}=Kv^2$, szerint alakul, tehát csak v a változó, vagyis a szivattyú nyomása a szállításnak megfelelő áramlásisebesség-változás négyzetének mértékében alakul *(4. ábra)*.

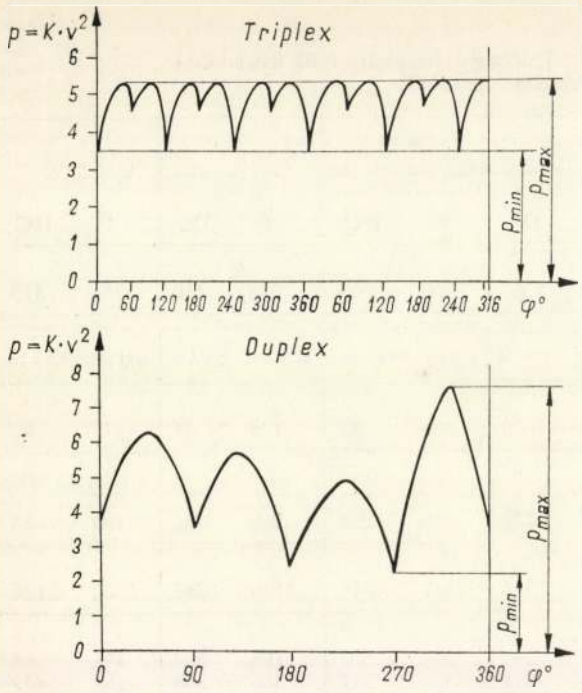
A duplex-triplex szivattyú keltette áramlási- (szállítási-) sebesség-változás aránya 1,94, ezért a duplex-triplex, tehát kéthatású, kettős iker és egyhatású hármas iker dugattyús iszapszivattyúk szivattyúzási-nyomás-változásának aránya 1,94, négyzete 3,76 lesz. A triplex és a duplex szivattyúk szállításisebesség-ingadozásának megadott %-os nagyságait és a nyomásingadozás négyzetes összefüggését figyelembe véve az egyhatású, hármas iker szivattyúk üzemében a változó nyomás hatására fellépő lüktetés csak 27%-a az azonos teljesítményű kéthatású, kettős iker szivatytyúban fellépő nyomáslüktetésnek.



3. ábra
Az egyhatású, hármas iker (triplex) és a kéthatású, kettős iker (duplex) dugattyús iszapszivattyú folyadékáramának (szállításának) lüktetése

Az egybeépítés lehetősége

A szivattyú és a hajtógép egybeépítésének, tehát az önálló (stand-by) szivattyúegység képzésének lehetősége mind a tervezők, mind pedig a felhasználó fúrótechnikusok szempontjából kedvező. Mivel a triplex szivattyú főtengelyének fordulatszáma majdnem kétszerese a duplex szivattyúénak (percenként 500, illetve



4. ábra
Az egyhatású, hármas iker (triplex) és a kéthatású, kettős iker (duplex), dugattyús iszapszivattyúk nyomásának lüktetése

300 körül), ez azt jelenti, hogy a hajtómotorral összeépített triplex szivattyúegységben a lánckerekek és tárcsák, a tengelyek közti távolság és a tengelyek átmérője kisebb lehet, és rövidebb lehet a hajtólánc is. Az egyhatású, triplex szivattyúból képzett szivattyúegység ennek következtében kisebb tömegű, olcsóbb lehet.

3. Üzemi tapasztalatok

A hengerbetétek és dugattyúk élettartama
a hengerek megfelelő feltöltésétől,
a szállított öblítőfolyadék homoktartalmától,
a dugattyú percenkénti löketszámától függ.

A hengerek (hengerbetétek) feltöltése az INA-Naftaplin fúróberendezéseinél dolgozó egyhatású, hármas iker szivattyúk üzemi tapasztalatai szerint 60 löketszám fölött feltöltő szivattyúk alkalmazása nélkül nem tökéletes. Ha a hengerek nincsenek tele — vagyis kavitáció lép fel — a dugattyú a hengerbetét falának részben száraz, részben nedves felületén súrlódik. A száraz felület súrlódási tényezője nagyobb, ami nagyobb mérvű kopáshoz, gyorsabb dugattyú-, ill. hengerelhasználódáshoz, gyakoribb cserék szükségességéhez vezet. Fokozott továbbá az elhasználódás azért is, mert bizonyos mértékű kopás a dugattyú és a hengerfal között már homokbelépési lehetőséget nyit meg, és ezzel a kopás rohamosan növekszik.

Az INA-Naftaplin fúrási üzemi tapasztalatai szerint feltöltő szivattyú nélkül és nagy löketszám mellett a henger és a dugattyú már 4 óra alatt is olyannyira elkopik, hogy cseréjük szükséges. Feltöltő szivattyú alkalmazásával a dugattyúk és hengerek élettartama 400—600 üzemórát ér el, sőt egyes esetekben 1000 üzemórás élettartam is előfordult. A tapasztalatok szerint a feltöltő centrifugális szivattyúknak a triplex szivattyúk maximális folyadékáramánál 20—40%-kal nagyobb folyadékáramot kell biztosítaniok. A feltöltő szivattyú legkedvezőbb üzemnyomása 2,0—2,5 bar. A triplex szivattyúkhoz rendszerint kis hűtőszivattyú is tartozik a hengerek és a dugattyúk hátsó, nyitott oldalának hűtésére és tisztítására.

A hengerbetétek rövid élettartamát elsősorban az öblítőfolyadék abrazív homoktartalma okozza. Ennek megfelelően a nagy teljesítményű, egyhatású, hármas iker szivattyúk kedvező üzeme megköveteli az öblítés felszíni rendszerében a komplex szilárdanyag-kiválasztást.

A percenkénti löketszámot az adott körülmények engedte legkisebb értéken célszerű tartani, vagyis az adott szivattyúzási — fúrási hidraulikai — feladatot a legkisebb löketszámmal ajánlatos megoldani. A kevesebb löket kisebb számú koptatóhatást, a kisebb dugattyúsebesség miatt kisebb súrlódást, kisebb súrlódási hőfejlődést jelent.

Az üzemi tapasztalatok szerint a szelepek és szelepülések élettartama főleg a percenkénti löketszámtól, a szivattyúzási nyomástól és a szelepek, szelepülések minőségétől függ. Minden löket szelepütközéssel jár a szelepüléseken, s az ütközések erőssége nő a löketszámmal; márpedig a triplex szivattyúk löketszáma nagyobb a duplex szivattyúkénál, tehát a szelepelhasználódás nagyobb. Ezért a triplex szivattyúk a legjobb szelepminőséget, konstrukciót igénylik.

Mivel az egyhatású szivattyúknál elmarad a dugattyúrúd-tömítés, a dugattyúrúd nem kopik, s ezzel elmarad a kéthatású szivattyúk egyik legnagyobb problémája. Gyakorlatilag nincs fogyasztás dugattyúrúdból és dugattyúrúd-tömítésből, és elmarad az ezek cseréjével kapcsolatos esetleges üzemszünet.

Természetesen a nagyobb löketszámú, gyorsjáratú, egyhatású szivattyúk csapágyai rövidebb élettartamúak, mint a kéthatásúaké (a csapágyak élettartama összfordulatszámban is kifejezhető!). Az INA-Naftaplinnél nincsenek adatok az összehasonlításra, de biztosra vehető, hogy az egyhatású, triplex szivattyúk csapágyai rövidebb élettartamúak, mint a kéthatású, duplex szivattyúké.

Következtetések

1. Az egyhatású, hármas iker dugattyús iszapszivatytyúk kisebb terjedelműek, könnyebbek és olcsóbbak, mint az azonos teljesítményű kéthatású, kettős iker dugattyús szivattyúk.
2. Az egyhatású, hármas iker szivattyú üzem közbeni szállítási (folyadékáram-) és nyomásingadozásai lényegesen kisebbek, mint a kéthatású, kettős iker szivattyúké.
3. Az egyhatású, dugattyús iszapszivattyúknál elmarad a dugattyúrúd kopása és ennek megfelelően a dugattyúrúd és a dugattyúrúd-tömítés cseréjének szükségessége.
4. Az egyhatású, hármas iker iszapszivattyúk bár kisebb folyadékáramot szállítanak, mint az azonos LE-teljesítményű, kéthatású, kettős iker szivattyúk, de az egyhatásúakkal kifejthető maximális nyomás lényegesen nagyobb. Az utóbbi szempont különösen előnyös a rotari jet-fúrás, a talpi hajtású hidromotorokkal való fúrás szempontjából.

5. Az egyhatású, hármas iker szivattyúkhoz a feltöltő és hűtő-mosó szivattyú alkalmazása elengedhetetlen.
6. Az egyhatású, triplex szivattyúknál a hengerbetétek és a dugattyúk élettartama általában rövidebb, mint a kéthatásúaknál.
7. Az egyhatású, hármas iker szivattyúk csapágyainak élettartama mindenképpen rövidebb, mint a kéthatású, kettős iker szivattyúké.

IRODALOM

[1] *Kennedy, J. L.:* „Triplex" a new family of mud pumps. Oil a. Gas J. *2* 77—9, 82 (1970).
[2] *Willke, H. L.:* Evolution of the triplex slush pump. New York, 1968.
[3] *Plavec, R.:* Kratka analiza hidrodinamickih procesa u isplacnoj sisaljki. Nafta (jug.) *9* (1957).
[4] *Plavec, R.:* Problemi usisa kod triplex sisaljki. Third Adriatic Symposium on Oil Well Drilling. Porec, 1977. 428—34.
[5] *Rizzone, M. L.:* How to get the most from your triplex mud pump. Drilling. Jan 107—9, 111—4. (1979)

EGYESÜLETI HÍREK

Évzáró elnökségi ülés 1978. december 14-én

Kreffly Gábor elnök megnyitója után dr. *Vörös Árpád,* az Öntödei Szakosztály elnöke, a 45. nemzetközi öntőkongresszus szervező bizottságának főtitkára adott részletes tájékoztatást a jól sikerült rendezvényről. Ismertette a külföldi és belföldi résztvevők számát, elhelyezésüket, a program sikeres lebonyolítását, külön kiemelve azt, hogy gyakorlatilag valamennyi tervezett program időben végrehajtásra került. E nemzetközi kongresszus rendezésében első ízben sikerült megoldani, hogy a résztvevők előzőleg megkapták a konferencia műszaki programjának (előadásainak) teljes anyagát. A szervező bizottság 1978. november 24-i záróülésén *Csépányi Sándor* miniszterhelyettes, a szervező bizottság elnöke, a rendezvény lebonyolítását példásan jónak találta. *Kreffly Gábor* elnök köszönetet mondott dr. *Vörös Árpádnak* és az előkészítő, valamint lebonyolító munkában részt vevő valamennyi aktivának, és jegyzőkönyvi dicséretben, továbbá jutalomban részesítette azokat az aktívákat, akik a szervezésben és rendezésben kiemelkedően dolgoztak. Az előzetes zárómérleg szerint a konferencia anyagi haszonnal is járt.

A nagy nemzetközi rendezvénynek sikeres lebonyolítása nemcsak egyesületünk tekintélyét növelte, hanem sok külföldi résztvevőn keresztül hazánk kedvező megítélését is szolgálta. Ezután az ifjúsági bizottság tevékenységéről írásban előterjesztett tájékoztatót az ifjúsági bizottság képviselője, *Solti Károlyné* egészítette ki. Az újjászervezett bizottság eddig elért eredményei biztatóak, és főleg társadalmi jellegű megmozdulásaik mutatnak haladást. Megnyugtató, hogy a MTESZ kereteiben működő ifjúsági bizottsági munkába is bekapcsolódtak, és sikerült megszervezni az „Alkotó Ifjúság" mozgalom keretében szakdolgozatok publikálását.

Az elnökség a tájékoztatást elfogadta és további sikeres tevékenységre kérte az ifjúsági bizottságot.

Serfőző Imre az OMBKE 1979—80. évi nagyrendezvényprogramját terjesztette elő. Ez 1979-re 17, míg 1980-ra 12 nagyrendezvényt tartalmaz.

Többen észrevételezték a szakosztályok egyenlőtlen részvételét a nagyrendezvényeken, és több rendezvény sűrű ismétlődését. 1-1 nagyrendezvény gondos előkészítése és lebonyolítása, a hazai mérnökök és technikusok továbbképzését szolgáló országos rendezvények rendszeres ismétlődése és tartalmának helyes meghatározása segítenék legjobban egyesületünk ilyen irányú törekvéseit. Az elhangzott észrevételek alapján dr. *Nagy Zoltán* vezetésével az 1979 I. havában esedékes titkári értekezlet pontosítja a tervezetet, majd megküldi azt a szakosztályok vezetőinek és a MTESZ illetékeseinek. E tervezettől kizárólag az elnökség jóváhagyásával lehet az 1979—80. években eltérni.

Energetikai és környezetvédelmi bizottság átszervezésére és munkájának megkezdésére írásban tett előterjesztést az elnökség észrevételezés nélkül egyhangúlag elfogadta.

Az újjászervezett elnökségi bizottság vezetőjét és helyettesét, dr. *Moharos Jenőt* és dr. *Sziklavári Jánost* az elnökségi ülésekre rendszeresen meghívják. Az egyes szakosztályok a bizottságban képviselőket jelölnek ki, és az 1979—80. évekre szóló munkatervet állítanak össze, majd az elnökség elé terjesztik, 1979. április 30-ig.

Kreffly Gábor tájékoztatót adott a lengyel társegyesületekkel folytatott tárgyalásokról. A lengyel és magyar bányász- és kohász-kapcsolatok régiek és az évek során megfelelően fejlődtek, kereteiket és tartalmukat azonban esetenként magas szintű tanácskozások alkalmával kell pontosítani. Továbbra is lehetőség nyílik a devizamentes csereutak lebonyolítására, egymás rendezvényein való részvételre, céltanulmányutak szervezésére. A csereüdültetéssel kapcsolatos lengyel terveket egyesületünk nem fogadhatja el, mert nem képes realizálni őket.

Hammer Ferenc, a Vaskohászati Szakosztály elnöke, előterjesztést tett a kohómérnökképzés helyzetének javítására. Dr. *Nádori Gyula,* dr. *Pilissy Lajos,* dr. *Vörös Árpád, Török Frigyes, Beke Imre* hozzászólásaiban sajnálatosnak tartotta, hogy a bánya- és kohómérnökök utánpótlása egyre nagyobb zökkenővel lehetséges csak, így nem a legjobb előképzettség birtokában levő jelöltek jelentkeznek ezekre a szakokra, ami előbb-utóbb kihat az utánpótlás minőségére is.

Az egyesület elnöke az előterjesztés birtokában lépéseket tesz illetékes állami szervek és vezetők felé, és felhívja figyelmüket a bánya- és kohómérnökképzés helyzetének súlyos voltára.

Dr. *Nagy Zoltán* bejelentette, hogy az 1979 elején esedékes közgyűlésre Székesfehérvárott kerül sor 1979. III. 9-én, a Technika Házában. A házigazda ezúttal a Fémkohászati Szakosztály lesz, melynek a székesfehérvári helyi csoport nyújt segítséget. Az elnökség nevében összeállítandó beszámoló — az általános tájékoztató részen túl — kiemelten kíván foglalkozni a helyi csoportok helyzetével és munkájával, valamint egyesületünk ipartörténeti és múzeumi tevékenységével. Ehhez a szakosztályok elnökeitől információs anyagot fogunk bekérni.

Török Frigyes, a Fémkohászati Szakosztály elnökhelyettese tájékoztatta az elnökséget arról, hogy megrekedtek a *Soltész István* lemondott alelnök pótlásával kapcsolatos előkészítő megbeszélések. A Fémkohászati Szakosztály vezetőségének álláspontja az, hogy a ciklusban még hátralevő időre ne válasszunk *Soltész István* megüresedett helyére alelnököt. Ezt az előterjesztést az elnökség észrevételezés nélkül elfogadta.

Az elnökségi ülés befejezéséül *Kreffly Gábor* összefoglalta az 1978. évi munkát. Úgy értékelte azt, hogy az év folyamán előrelépünk a szervezettebb társadalmi munka végzésében, teljesítettük a tervezett nagyrendezvények lebonyolítását, sikeresen bonyolítottuk le a kiemelten nagy rendezvényünket, a 45. nemzetközi öntőkongresszust. Számos kérdésben kerestünk meg előterjesztésekkel és javaslatokkal magas rangú állami vezetőket és egyesületünk tekintélyét tovább javította az is, hogy ezekre szinte minden esetben választ kaptunk. Tovább javult kapcsolatunk az egyetemmel, a vállalatokkal és a különböző intézetekkel. A takarékosság ellenére pénzügyi gazdálkodásunk kielégítő volt, aktívummal zárjuk az évet. Teljesíteni tudtuk nemzetközi kapcsolatok területén tervezett elképzeléseinket és utaztatásainkat. Tagságunk az év folyamán nőtt és már nagyon megközelíti a 9000-es létszámot. A MTESZ-szel szoros és jó kapcsolatot tartottunk. Segítettük egymást a bonyolult kérdések tisztázásában és megoldásában. Megköszönte az egyesület különböző szintű vezetőinek, aktivistáinak és egész tagságának az 1978. évben kifejtett társadalmi munkát és sok szerencsét, további jó munkát kívánt a közeledő új esztendőre.

Kassai Lajos

Magyarország nagy inerttartalmú földgázkészletének hasznosítása

CSÁKÓ DÉNES

A cikk vázolja a hazai viszonylatban jelentős, nagy inerttartalmú gázkészletek és a CO_2-gázkészletek szerepét a népgazdaság nyersanyagellátásában. Csoportosítottan mutatja be a készletek elhelyezkedését, és ismerteti azokat a megfontolásokat, amelyeket figyelembe kell venni. Tájékoztatót ad az egyes csoportok jelenlegi helyzetéről, a reálisan megvalósítható fejlesztési és hasznosítási lehetőségekről. Vizsgálja a számottevő CO_2-készletek felhasználásának problémáját, körvonalazva a fontosabb tennivalókat.

Az 1960 utáni intenzív hazai szénhidrogén-kutatás eredményeként jelentős mennyiségű, nehezen éghető és nem éghető földgázkészlet vált ismertté. Ennek aránya az összes feltárt és prognosztizált készlethez viszonyítva egyre növekvő [1, 6, 7]. Az *1. ábra* ezt a növekvő tendenciát érzékelteti. Jogos és időszerű volt tehát az a felsőbb szintű határozat, amely — e növekvő készlet figyelembevételével — az V. ötéves tervidőszakra jóváhagyott földgázprogram távlati (1980 utáni) célkitűzéseként már rögzíti: „Fokozott figyelmet igényel az egyre nagyobb készletű inertes gázok hasznosítási feltételeinek megteremtése..."

Mindezek figyelembevételével indokolt a hasznosítás műszaki-gazdasági feltételeit és lehetőségeit áttekinteni. A már meglevő készleteken túl ugyanis országunk szeizmikus és geológiai kutatási eredményei alapján végzett prognosztizálás is készletbővüléssel számol *(1. táblázat)*.

1. táblázat

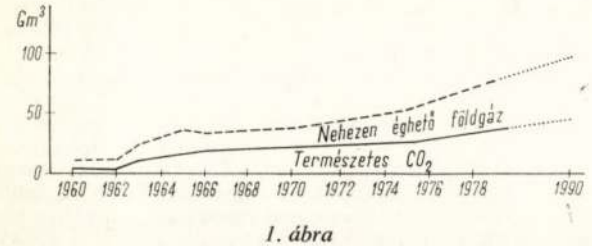
Megnevezés	Nagy inerttartalmú gáz %	CO_2-gáz %
1. Összes földtani készlet	100	100
Ebből prognosztizált	33,2	18,8
2. Összes ipari készlet	100	100
Ebből prognosztizált	37,8	15,4

Indokolt a későbbiekben többször előforduló fogalmak, kifejezések értelmezése:

— Nagy inerttartalmú (nehezen éghető) gázon a 2300—7000 kcal/gnm³ fűtőérték-tartományba eső földgázminőséget értjük. Az inerttartalomban a CO_2 vagy a N_2 dominálhat.

— CO_2-gázon a 2300 kcal/gnm³ fűtőérték alatti, azaz a 65—70 térfogatszázaléknál nagyobb CO_2-tartalmú földgáz értendő.

A nagy inerttartalmú gázkészlet kalóriaértéke népgazdaságilag jelentős, hiszen — 4000 kcal/gnm³ átlagos fűtőértéket feltételezve — ez 106—144 Pcal közötti energiamennyiségnek felel meg. Hasonlóan jelentős a népgazdaság számára CO_2-gázkészletünk, amely nemzetközileg is számottevő [4].



1. ábra
A nagy inerttartalmú földgáz- és a természetes CO_2-készlet alakulása Magyarországon

Ennek a gázkészletnek a hasznosítására az eltelt 15 évben számos elképzelés alakult ki, és több intézkedés történt. Mindezek ellenére az érdemi hasznosítás — néhány kivételtől eltekintve — még ma sem megoldott. A prognosztizálás fokozottabban hívja fel a figyelmet a téma fontosságára és az azzal való foglalkozás szükségességére.

A további vizsgálatokhoz a lelőhelyeket célszerű csoportosítani.

I. csoport: Jelenleg termelésben levő, hasznosított lelőhelyek;

II. csoport: Erőművi hasznosításra alkalmas — jelenleg nem hasznosított — lelőhelyek;

III. csoport: Nagy N_2-tartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet;

IV. csoport: Nagy CO_2-tartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet;

V. csoport: Jelenleg nem hasznosított CO_2-gázkészlet.

Az egyes csoportokkal kapcsolatos főbb jellemzőket a *2. táblázat* tünteti fel. A táblázathoz néhány, fontosnak ítélt megjegyzést fűzünk.

a) A nem hasznosítható kategóriába soroljuk

— azokat a lelőhelyeket, amelyeknek ipari készlete 100 Mgnm³ alatt van; a hasznosítás a kis készlet miatt nem gazdaságos;

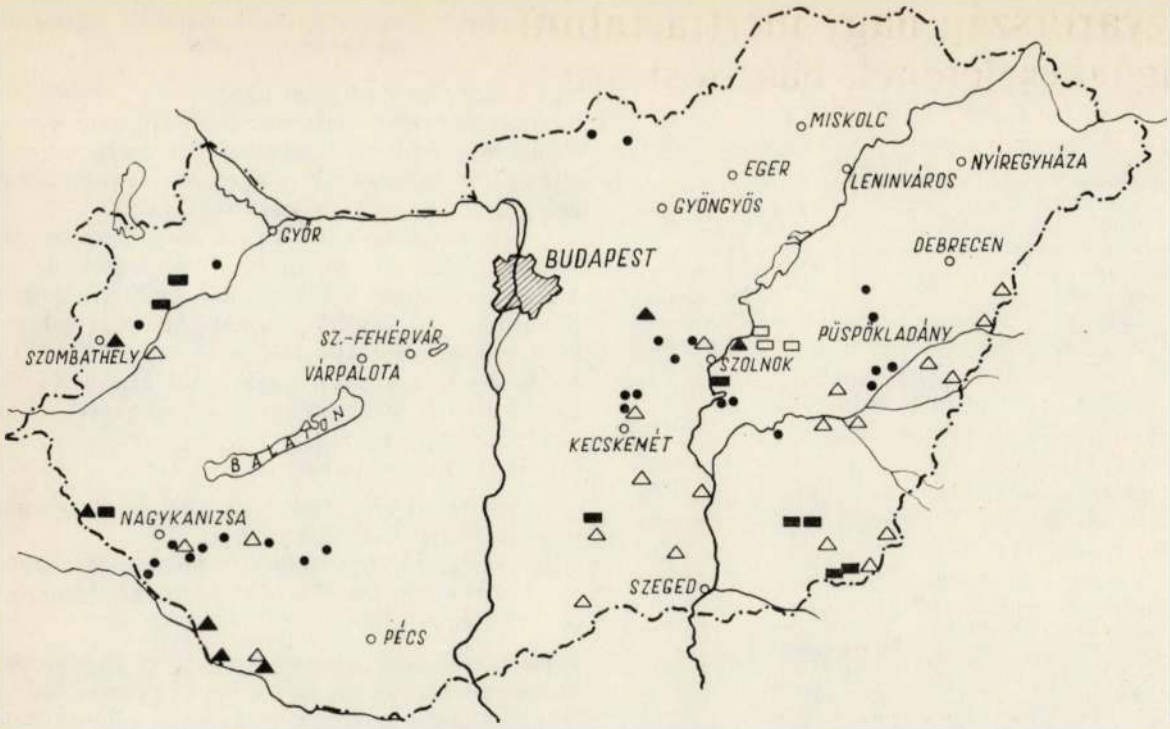
— a prognosztizált készletet, amelynek a nagyságrendjétől függ a hasznosítása. Itt a prognosztikus jelleg, a még nem biztos készlet- és minőségadatok mellett külön feltétel a meglevő, illetőleg a kialakítható rendszerekhez való kapcsolódás. A kutatások eredményeként megismert készletekből kiindulva külön gazdaságossági-műszaki célvizsgálattal kell majd a körzet hasznosításáról dönteni;

— a viszonylag kis készletű lelőhelyeket, amelyeknek hasznosítása a kis készlet miatt nem gazdaságos a meglevő ismeretek alapján. Mind a földtani, mind az ipari készletekben nagy a bizonytalanság; részletesebb vizsgálatot csak a kutatás lezárását követően célszerű és szükséges végezni.

2. táblázat

Csoport	A lelőhelyek száma	Ipari készlet Ggnm³	A felhasználás lehetősége* célfogyasztó	bekeverés	dúsítás	egyéb	Nem hasznosítható*
I.	9	21,3	4	5	—	—	—
II.	3	10,8	3	—	—	—	—
III.	6	3,3	—	5	—	—	1
IV.	21	13,8	—	3	12	—	6
V.	25	16,5	5	—	2	2	16

* A rovatok a lelőhelyek számát tüntetik fel.



■ Jelenleg termelésben levő, hasznositott lelőhelyek

□ Erőművi hasznositásra alkalmas — jelenleg nem hasznosított — lelőhelyek

▲ Nagy nitrogéntartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet

△ Nagy CO_2-tartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet

• Jelenleg nem hasznosított CO_2-gázkészlet

2. ábra
Magyarország szén-dioxid- és nagy inerttartalmú földgáz-előfordulásai

b) Az egyéb kategóriába vesszük azokat a lelőhelyeket, amelyek a hasznosítás jellege miatt a kiemelt (és egyértelmű) kategóriákba — célfogyasztó, bekeverés, dúsítás — nem sorolhatók be.

c) Jól látható, hogy az elkövetkezendő években a dúsításnak jelentős szerepet kell kapnia. A *2. ábrával* az ország térképén mutatjuk be az előfordulások területi megoszlását, földrajzi elhelyezkedését. Az ábra érzékelteti a területi eloszlás szempontjából különösen jelentős készleteket — amelyek alapvetően befolyásolják a felhasználók körét, lehetőségeit, illetve a felhasználás adottságait —, és jelölései megfelelnek az előzőek szerinti csoportbeosztásnak. Az ábra alapján levonható a következtetés: a lelőhelyek nagy száma, ezek egymástól való viszonylag jelentős távolsága, illetve a lelőhelyek készletének nagysága eleve korlátozza a koncentrált hasznosítás lehetőségét.

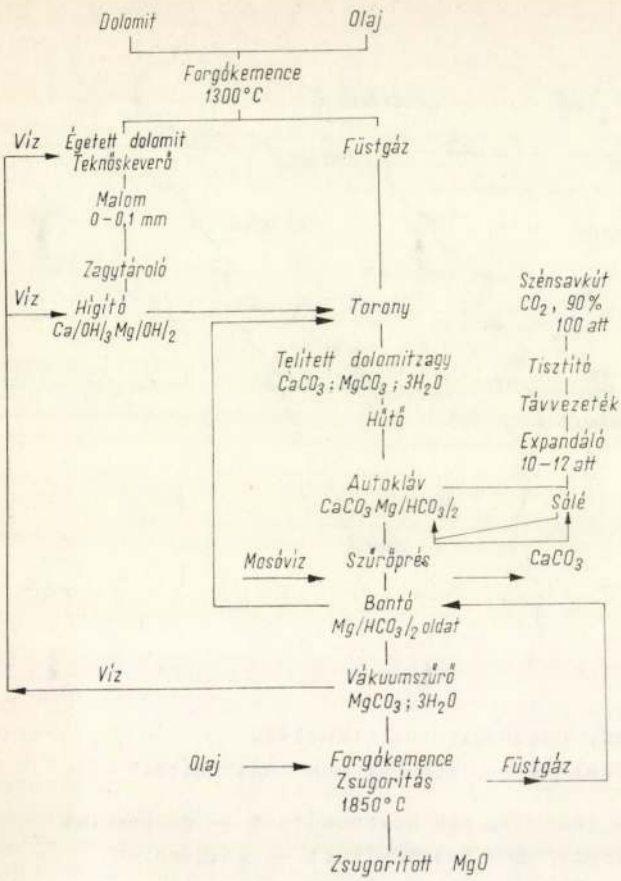
Figyelembe véve a készlet- és minőségadatokat, valamint a lehetséges termelési ütemeket és hasznosítási feltételeket a már ismertetett csoportbeosztás szerint, a felhasználás lehetőségeit az alábbiakban foglaljuk össze.

I. csoport: Jelenleg termelésben levő, hasznosított lelőhelyek

— Pusztaföldvár és Battonya térségének inertes gázait részben az orosházi üveggyár, mint célfogyasztó, részben a békési regionális rendszer fogyasztó köre megfelelő bekeveréssel hasznosítja. Természetesen szükséges ehhez megfelelő szintentartási tevékenység is. Külön hangsúlyozandó e területen az a komplex energiahasznosító rendszer, amely a 67 térfogatszázalék CO_2-tartalmú gázrendszerre épült ki. Ennek lényege: a kútfejen nagy nyomáson kiáramló gáz jelentős hányadát segédgázként veszi a rendszer igénybe; nyomásenergiáját (120 at-ról 16—25 at-ra csökkentve) a kőolaj kiemelésére használja fel. A gázhányad másik része — az olajkihozatal növelése céljából — kompresszorozással kerül a rétegbe besajtolásra (100—120 at szívó- és 160 at besajtoló nyomás). Mind az átforduló segédház, mind az áttörő kiszorító gáz alacsony nyomáson hőenergetikai célfogyasztóhoz, az orosházi üveggyárba kerül [8, 9].

— A tázlári inertes gázt a térség nagy kalóriájú gázának felhasználásával — bekeveréssel — hasznosítjuk az országos gáztávvezeték-rendszerben. A termelőkapacitás bővítése és szintentartása érdekében további intézkedések szükségesek.

— Répcelak—Mihályi CO_2-os gázkészletei — ismert fogyasztói kör kielégítésére — termelésben állnak. A termelés bővíthető. Ez a mindenkori igényektől függ.



3. ábra
A tiszavárkonyi kísérleti üzem folyamatábrája (Pattinson-eljárás)

— A Budafa-mélyszint CO_2-készleteit az olajkihozatalt növelő művelési technológiáknál lehet hasznosítani Bázakerettye, Lovászi és Nagylengyel térségében. Az egyre növekvő mennyiségű ún. átforduló, szénhidrogénekben feldúsult gáz felhasználása csak hatékony dúsító eljárással lehetséges, amelyet a VI. ötéves terv folyamán célszerű bevezetni. A dúsítás megfelelő technológiájával kapcsolatos részleteket a IV. csoportnál ismertetjük.

— A rákóczifalvi CO_2-os gázkészlet hasznosítására a KGM-hez tartozó Magnezitipari Művek végzett igen eredményes nagyüzemi kísérletsorozatot tiszavárkonyi üzemében [10]. A kísérletnél dolomitból, CO_2 felhasználásával, megfelelő hőenergia bevitelével jó minőségű és gazdaságosan előállítható magnezitet gyártottak *(3. ábra)* [10]. Hosszú távon (25—50 év) biztosítható e térségből egy létesítendő üzem ellátása, és megoldható a megfelelően előkészített CO_2 csőtávvezetékes szállítása is. Ez lehetővé tenné a Duna melleti üzemtelepítést, és megkönnyítené az üzem dolomitellátását (rövidebb vasúti szállítás, illetve vízi úton való szállítás).

Az e térségben kiépülő CO_2-előkészítő üzem lehetővé tenné a dél- és közép-alföldi kőolajlelőhelyeken az olajkihozatalt növelő művelési technológiához szükséges CO_2-igény kielégítését — csővezetéki szállítással.

II. csoport: Erőművi hasznosításra alkalmas — jelenleg nem hasznosított — lelőhelyek

A közép-magyarországi terület igen jelentős, nagy inerttartalmú ipari gázkészletei földrajzilag koncentráltan helyezkednek el, kedvező távolságra az ország legnagyobb erőműveitől: a Gagarin Hőerőműtől és a befejezéshez közeledő Tiszai Hőerőműtől.

Az érintett Nagykörű, Fegyvernek, Fegyvernek-K, Kisújszállás-K és Kisújszállás-Ny mezőktől közel azonos távolságra elhelyezkedő, említett erőművek ellátására — az OKGT és az MVMT szakembereivel folytatott konzultáció alapján — az OLAJTERV MSZ—3—7538 munkaszámon „A Gagarin Hőerőmű gázellátása. Költségbecslési tanulmányterv" címmel részletes vizsgálatot végzett [3].

A felhasználás alternatívái:

a) a THE II-ben értékes fűtőolaj vagy jól éghető importált földgáz kiváltása;
b) a Gagarin Hőerőműhöz többlet energiahordozó biztosítása, illetőleg a speciális tüzelőolaj-mennyiség kiváltása.

Bármelyik felhasználót vesszük is figyelembe, a vonatkozó beruházási költségek lényegesen nem változnak. Ismerve mind a kőolaj-, mind a földgázimport várható alakulását, ill. tendenciáját, célszerűnek látszik a THE II-ben való felhasználás.

III. csoport: Nagy N_2-tartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet

A nagy N_2-tartalom csökkentésére hatékony dúsítási technológiai eljárás nem ismert. A lelőhelyek gázának hasznosítása kizárólag bekeveréssel, esetleg célfogyasztóként kijelölt kazánüzemekben lehetséges.

IV. csoport: Nagy CO_2-tartalmú — jelenleg nem hasznosított — gázkészlet

— A Battonya-kelet és a Tótkomlós-kelet mezők készlete a békési regionális gázrendszer révén kerül hasznosításra. A létesítmények az V. ötéves tervidőszakban már részlegesen kiépülnek [8, 9].

— A Kiskunhalas-mező inertes gáza bekeveréssel, ill. dúsítással az országos gázttávezeték-rendszeren át értékesíthető. A létesítmények kiépítése folyik.

— A Mezőcsokonya lelőhely nagy inerttartalmú gáza a meglevő kaposvári gázellátó rendszeren át, ill. az országos gáztávvezeték-rendszer gázához keverve hasznosítható.

A mezők nagyobbik részét dúsító technológia alkalmazásával lehet az országos gáztávvezeték-rendszerbe kapcsolni és azok készletét hasznosítani [9].

V. csoport: Jelenleg nem hasznosított CO_2-gázkészlet

— Abony, Martfű, Nagykőrös térségének CO_2-os gázkészlete a rákóczifalvi mezőre kiépíthető komplex rendszeren át hasznosítható magnezitipari és kőolajipari célokra.

— Püspökladány gázkészlete megfelelő dúsítással a II. csoportnál részletesebben ismertetett erőművi rendszerhez kapcsolva hasznosítható.

— Ölbő esetében akár a Répcelakhoz való bekötéssel, akár a dél-zalai olajmezőkhöz kiépítendő csőtávvezetékkel érhető el a felhasználás.

A CO_2 komplex felhasználása

Az V. csoportban említett CO_2-készlet értékesítése — éppen speciális jellege miatt — külön figyelmet is érdemel. Ebből kiindulva a jelentősebb értékesítési lehetőségek a következők:

1. Meglevő adottságok — mint pl. a tankautós, palackos, patronos CO_2-értékesítés és -forgalmazás, a szárazjég-kereskedelem stb. — bővítése és fejlesztése természetes és kézenfekvő lehetőséget kínál.
2. A hazai felhasználói kör bővítése
   a) A mezőgazdasági felhasználás növelése.
   Több mint egy évtizedes hazai tapasztalat is mutatja, hogy jelentős termelés-, illetve eredménynövelést hoz létre a szén-dioxidos gáztrágyázás és a takarmányok egy részének szén-dioxidos tárolása. Ezek a módszerek eddig mégsem terjedtek el a lehetséges mértékben. Okát abban látjuk, hogy még nem sikerült megfelelő szinten kialakítani az együttműködést olyan mezőgazdasági szervekkel, amelyek irányító munkája elengedhetetlen a szén-dioxid-felhasználó technológiáknak a mezőgazdaságban való széles körű elterjesztéséhez.
   Javasoljuk, hogy megfelelő szervezéssel — a mezőgazdaságban már működő sokféle termesztési rendszer mellett — alakuljon egy olyan rendszer, amelynek központi célkitűzése a szén-dioxid felhasználásának a mezőgazdaságban való elterjesztése legyen. Neve lehetne pl. „szén-dioxidos növénytermesztési rendszer". Ez a termesztési rendszer célszerűen úgy hozandó létre, hogy exportjára is mód legyen.
   b) Őrlés a nagy nyomású CO_2 energiájának felhasználásával.
   A DKV és KKV magasabb áron értékesíthetné kéntermékét, ha azt megfelelően csomagolva, továbbá nem darabos, hanem őrölt, ill. továbbfeldolgozott formában vinné piacra. Például az 1% olajtartalmú kénport az Országos Gumiipari Vállalat importálja, ugyanakkor mi exportáljuk a darabos ként. Az ásványbányászat termékei között is vannak olyanok, amelyeket előnyösebben exportálhatnánk, ha finomabbra volnának őrölve.
   A kénnek a levegőn való őrlése tűz- és robbanásveszélyes művelet. Létezik azonban olyan malom — légsugármalom —, amely képes őrlésre hasznosítani a szén-dioxid nyomását. A szén-dioxid közegű őrlési technológia kiküszöböli a tűz- és robbanásveszélyt. A tiszavárkonyi lelőhely természetes nyomása és az ottani magnezitüzem 12 at nyomásigénye közti különbséget esetleg hasznosítani lehetne légsugármalmokban, melyeket egyrészt a kén, másrészt az ásványbányászat termékeinek őrlésére lehetne felhasználni.
   c) Hűtőenergetikai felhasználás.
   Mind a szokványos hűtőrendszereknél, mind az erőműveknél nagyon kedvezően alakulhat a felhasználás. Kiemelt jelentőségű lehet ez a kérdés a hazai erőműfejlesztési tevékenység tükrében.
   d) Gyógyászati felhasználás.
   Ismert, hogy már évtizedek óta sikerrel alkalmazzák a szén-dioxidos gőzfürdőt reuma és más betegségek gyógyítására. Ennek a gyógymódnak egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak, ugyanakkor elterjedtsége csak töredéke a hazai lehetőségeknek, sőt a szükségleteknek is. A kérdés komplex megoldására — gyógyászati és idegenforgalmi jelentőségére való tekintettel — számos érdekelt intézmény bevonásával lenne célszerű országos fejlesztést kidolgozni.
   Éppen a sokrétűségre való tekintettel — ez már nem lehet a hazai kőolaj- és földgázipar feladata — be kellene kapcsolni a feladat megoldásába az OMFB-t, az Országos Idegenforgalmi Tanácsot, az illetékes gyógyászati szervezeteket és intézeteket is. Jelentős szerepet játszhat e területen a Coopturist, a Szövorg és egyéb, szövetkezeti fejlesztési feladatok megoldását ellátó szervezet is.
   e) A szállítási távolság növelése.
   A hagyományos, szárazjég alakjában történő forgalmazás legfőbb akadálya a jelentős szublimációs veszteség, a jelenleg viszonylag drága szállítási technológia, amely természetesen összefügg a szublimációs veszteséggel is. Vizsgálni kell tehát a szárazjég korszerűbb csomagolástechnikájának hazai alkalmazhatóságát, valamint a repülőgép és hajó bevonását is a szállítás rendszerébe.
3. Az exportlehetőségek feltárása.
   A hazai felhasználói körből adódó burkolt export (pl. gyógyászat esetén az idegenforgalom) mértékén, valamint a már hagyományosan kialakult export piacok (szifonpatron) körén túl, további lehetőségek is adódhatnak. Ezekből néhány példát — csak figyelemfelhívás szempontjából — az alábbiakban említünk:

— szén-dioxidos növénytermesztési rendszerek komplex exportja;
— CO_2-igényes élelmiszeripari kooperáció (pl. hűsítő italok, hűtőberendezések stb.);
— csővezetékes CO_2-szállítás ipari célra, CO_2-os olajkihozatal-növelés stb.

Összefoglalás

A kérdés aktualitása a világ energiapiacának ismeretében elvitathatatlan, hiszen feltétlen olcsóbb a hazai nyersanyagok hasznosítása és az ehhez szükséges műszaki feltételek megteremtése, mint az energiahordozó-import.

Jelenleg hazai műszaki-technikai lehetőségeink és kellő ismerettel rendelkező szakemberállományunk megfelelő háttér ahhoz, hogy a kérdés napirenden szerepeljen. A különböző területeken végzett kutatási, műszaki fejlesztési tevékenységünk eredményeként hatékony technológiai eljárások, műveletek sorával ismerkedtünk meg. Ezek közül — a hazai viszonyokat figyelembe véve — az optimálisan alkalmazhatók ki-

választására ma már megfelelő tapasztalatunk van [4, 5, 11].

A hasznosítás kérdésének eldöntésénél lényeges szempont az időtényező, valamint a megfelelő kooperációs kapcsolatok kiépítése mind hazai, mind külföldi vonatkozásban. Figyelembe véve a lelőhelyek megkutatottsági szintjét, a hasznosításra vonatkozó döntésektől függően kell sorolni a készletek kutatásának lezárásához kapcsolódó további munkálatokat. Ezen kutatási tevékenységgel összhangban gondoskodni kell a felszíni termelőberendezések kiépítésének előkészítéséről mind a tervek, mind az anyagellátottság és a kivitelező kapacitás szempontjából. Érdemes kiemelt figyelmet fordítani a jelentős értékű CO_2-gázok felhasználására. Az ismertetett változatok közül a magnezitgyártás a legreálisabb, leggyorsabb és legkedvezőbb ipari méretű hasznosítás. Számításba véve, hogy a CO_2-készletek megkutatása is jelentős anyagi ráfordításokkal járt, ezek mielőbbi visszanyeréséhez meg kell teremteni a szükséges feltételeket. Természetesen ez már túlnő az iparág lehetőségein, és igen hatékony együttműködést kíván mind műszaki, mind kereskedelempolitikai területen egyaránt.

Különösen jelentős ez a kérdés, ha meggondoljuk, hogy nyersanyagban nem vagyunk gazdagok, és CO_2-ból, mint ipari nyersanyagból jelentős hazai készletünk van.

E rövid közleménynek nem célja, hogy részletekbe menően vizsgálja ezt a bonyolult kérdéskomplexumot. A szándék elsősorban a figyelem felkeltése. Utal azokra a lehetőségekre, amelyek műszakilag sok és érdekes problémát vetnek fel, és amelyek megoldása szükséges ahhoz, hogy a hasznosítási célkitűzések megvalósulhassanak.

Végezetül, külön köszönettel tartozom dr. Mihaletzky Vilmos kollégának, aki a CO_2-hasznosítás reális hazai kérdéseivel kapcsolatban igen értékes anyagot bocsátott rendelkezésre.

IRODALOM

[1] *Csákó D. és tsai:* Inerttartalmú földgázkészletek hasznosítása. Tanulmány. Bp., 1978. január hó.
[2] *Mihaletzky V.:* A CO_2-felhasználás lehetőségei. Vizsgálatelemzés. Bp., 1977.
[3] A Gagarin Hőerőmű gázellátása. OLAJTERV-tanulmány. Bp., 1975.
[4] *Csákó D.:* A magyar földgázbányászat fejlődése és fejlesztése, különös tekintettel a nemzetközi munkamegosztásra, kooperációra. Előadás. Moszkvai Vegyipari Vásár, 1977.
[5] *Csákó D.:* A magyar földgázbányászat fejlődése 1945—1975 között. Előadás az olaj- és gázkonferencián, Várna, 1976.
[6] *Csákó D.—Antal L.:* A hazai gáztermelés, gázelőkészítés és gáztárolás helyzete és várható fejlesztési irányai. OMBKE XVI. vándorgyűlés, Balatonfüred, 1977. szept. 24—27.
[7] *Hangyál J. —Csákó D.—Antal L.:* A földgázforrások elemzése. Előadás az ipargazdasági konferencián. Szeged, 1977. nov. 28—29.
[8] *Csákó D.—Miklós T.—Czibulka P.:* A békési regionális gázrendszer igény—forrás összhangjának vizsgálata az 1972—1980. időszakra. Tanulmány. Szolnok, 1972.
[9] *Pethő L.—Kurucz I.—Tura A.:* A békési regionális fogyasztók gázellátásának vizsgálata az 1978—1990 közötti időszakban. Tanulmány. Szolnok, 1978. március.
[10] *Cser A.:* Hazai szintetikus magnezit előállításának tapasztalatai. Gázkonferencia-előadás, Szeged, 1970.
[11] *Csernavölgyi L.:* A hazai nagy inerttartalmú földgázkészlet legcélszerűbb hasznosítási lehetőségének részletes elemzése. Tanulmány. Bp., 1977.

EGYESÜLETI HÍREK

Külföldi vendégelőadó Budapesten

Az egyesületünk meghívására október 9. és 13. között hazánkban tartózkodó leobeni professzorküldöttség egyik prominens tagja, dr. ing. *Manfred Lohrbach* Montanuniversität Mélyfúrási és Kőolajtermelési Tanszékének vezetője 1978. október 10-én az OMBKE budapesti szakcsoportja rendezésében tartott előadást **A szénhidrogén-bányászat tengeri perspektívái** címmel. Az előadást egyesületünk alelnöke, dr. *Alliquander Ödön* professzor nyitotta meg.

Lohrbach professzor előadásának bevezető részében a világ jelenleg ismert és reménybeli kőolajkészleteit elemezte. A pesszimista és optimista jóslatok, előrejelzések közül véleménye a középutat jelenti. Szerinte a jelenleg ismert kitermelhető készletek mennyisége 88 milliárd tonnára tehető. Az ezredforduló idején a nettó, vagyis kitermelhető tartalékok 155 milliárd tonna körül alakulnak. E két szám különbségéből adódó, még megtalálásra váró olajkincs legnagyobb része a tengeri talapzatokban halmozódott fel. Éppen ezzel magyarázható, hogy a tengeri kutatás és újabban a tengeri termelés is óriási fejlődésnek indult.

Jelenleg a világon az úszó tengeri fúróberendezés-állomány 402 egységből áll, s ezek kihasználtsági foka 90%-os. A tengeri kutató fúróberendezések jellegzetes típusai: talpra állíthatók, lemerülők, félig merülő fedélzetre szereltek, de mind több a „fúróhajó" is. Az előadó részletesen foglalkozott a növekvő vízmélységek okozta nehézségekkel; a hullámzás, az áramlás okozta problémákkal és az ezeket kiküszöbölő megoldásokkal.

Behatóan ismertette a fúróhajók tájolási és rögzítési kérdéseit. Az utóbbit illetően a hagyományos horgonyzási technikát mindinkább felváltja a dinamikus helybentartás. A fúróhajó helyzetét szatellitekhez rögzítik. Mind a pozicionális, mind a dinamikus helybentartás természetesen nagyon fejlett és pontos számítógépes technikát igényel. A dinamikus helybentartási technika eredményeképpen a fúróhajók és a félig merülő fedélzetek vízszintes kitérésének mértéke a vízmélység 1—6%-a alatt tartható.

A hallgatóság megismerkedhetett a tengeri termelőberendezések magas fejlettségi fokával. Számos diapozitív mutatta be a termelőberendezések víz alatti elrendezéseit.

Lohrbach professzor meggyőződése szerint az erőltetett termelési tevékenység ellenére a fokozódó szárazföldi, tengeri kutatás és a kialakuló fejlett kitermelési módszerek segítségével már biztosított a világ igényeit kielégítő szárazföldi és főleg tengeri kőolaj- és földgáztermelés.

A professzor előadását a tengeri kutatás és termelés körül adódó, igen változatos jogi problémák ismertetésével fejezte be.

Az előadás után a mintegy 40 fős hallgatóság és a professzor között kialakuló kötetlen beszélgetés azt fejezte ki, hogy a szárazföldi tevékenységet művelő hazai szakemberek nagy érdeklődéssel fogadták a számukra csak kevéssé ismert, de a mélyfúrási és a kőolajkitermelési technikát legnagyobb mértékben fejlesztő tengeri kutatás és termelés műszaki megoldásainak ismertetését. A résztvevők köszönetüket nemcsak az illusztris előadónak fejezték ki, hanem *Buda Ernő*nek is, aki igen hű és hozzáértő tolmácsolásával emelte az előadóülés színvonalát.

Budapest, 1978. október hó

Pál Zsolt
okl. olajmérnök
(OGIL, Budapest)

Az öblítőfolyadékok reológiai és hidraulikai jellemzőinek értékelése 1. r.

DORMÁN JÓZSEF

A legtöbb esetben a pszeudoplasztikus (Ostwald—de Waale-) modell alkalmas az öblítőfolyadékok reológiai viselkedésének leírására. Sok esetben azonban az általánosított pszeudoplasztikus (Robertson—Stiff-) modell alkalmazása szükséges.

Mindkét esetben elengedhetetlen az áramlási rendszer geometriájától függő tényező (geometriai tényező) figyelembevétele. A fenti reológiai modellekkel az áramlási ellenállás (nyomásveszteség) számításai pontosíthatók, s meghatározhatók a lamináris—turbulens átmenet jellemző paraméterei.

1. Bevezetés

Az öblítőfolyadékokkal szemben támasztott követelmények egyik legfontosabbika, hogy megfelelő reológiai tulajdonságúak legyenek. A reológiai paraméterek határozzák meg a furadékszállító képességet, befolyásolják a lyuktalpi hidraulikai viszonyokat. Ugyanakkor az öblítési rendszerben fellépő nyomásveszteség is e tulajdonságok függvénye. A hidraulikai program tervezéséhez vagy javításához szükséges ismerni a hidraulikus nyomásveszteség várható nagyságát, s ennek célszerű csökkentése általában a viszkozitás csökkentését követeli meg. A furadékkiszállítás viszont — bizonyos határon belül — nagyobb viszkozitást igényel. Ezt a kettős követelményt — az öblítőkör jellemző nyírásisebesség-tartományait tekintve — a nem-newtoni folyadékok képesek leginkább kielégíteni, amelyek viszkozitása növekvő nyírási sebességgel csökken, azaz „nyírásra híguló" jelleggel bírnak. Ez a gyakorlati szempontból kedvező tulajdonság azonban bonyolultabbá, nehézkesebbé teszi a nyomásveszteségek s az öblítőfolyadék reológiai paramétereivel összefüggő technológiai mutatók meghatározását.

A korszerű technológia egyik fontos jellemzője a nagyobb pontosságra való törekvés. Ugyanakkor azonban a fúrástechnológiai feladatok jellegükből fakadóan olyanok, hogy az egyszerűbb, de kielégítő pontosságú módszerek kerülhetnek előtérbe. Megfelelően elkészített diagramok vagy táblázatok segítségével ez a probléma megoldható. A ma már mindenütt rendelkezésre álló zsebkalkulátorokkal a bonyolultabb, de pontosabb eljárások is alkalmazhatók terepi viszonyok között.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az öblítőfolyadékok reológiai tulajdonságai hatványkitevős — *Ostwald—de Waale* reológiai modellel közelíthetők meg leginkább [1, 2].

$$\tau = K \cdot S^n, \tag{1}$$

ahol

τ a nyírási feszültség, N/cm²,

K konzisztenciaindex, az egységnyi nyírási sebességhez tartozó nyírási feszültség, N · s^n/cm²,

S a nyírási sebesség, s^{-1}.

A fenti modell két állandójának pontos meghatározása a reológiai értékelés alapja. Különböző geometriájú rendszerekben azonban az áramló pszeudoplasztikus folyadék áramlási profilja és ezzel a nyírási sebesség (sebességgradiens) jelentősen eltérő a newtoni folyadékoktól az n kitevőtől függően, sőt a rendszer geometriájának is függvénye. Ez a probléma azonban a geometriai tényező alkalmazásával megoldható.

2. Az öblítőfolyadékok reológiai tulajdonságainak meghatározása

Rotációs viszkoziméterrel nyert adatok elemzése

A reológiai tulajdonságok elemzésében kiindulópont a folyásgörbe, vagyis a nyírási feszültség—nyírási sebesség függvény felvétele. A fúrási gyakorlatban legelterjedtebb viszkozimétertípus a *Fann V—G.* (Model—35) rotációs viszkoziméter, amellyel hat különböző fordulatszámon— és ennek megfelelő nyírási sebességen — határozhatjuk meg a nyírási feszültséget, s ezek alapján szerkeszthetjük meg a folyásgörbét.

Fordulatszám min^{-1}	Nyírási sebesség a belső (álló) henger felületén, s^{-1}
Ω	S_b
600	1022
300	511
200	340,8
100	170,4
6	10,22
3	5,11

Szükséges azonban hangsúlyozni, hogy a fenti nyírásisebesség-értékek csak newtoni folyadékokra érvényesek. A leggyakrabban alkalmazott hatványkitevős *(Ostwald-)* modellt felhasználva ugyanis az

$$\omega = \left(\frac{n}{2K^N}\right) \cdot \left(\frac{T}{2\pi L}\right)^N \cdot \left[\left(\frac{1}{R_b^2}\right)^N - \left(\frac{1}{R_K^2}\right)^N\right] \tag{2}$$

összefüggés érvényes, ahol

ω a szögsebesség,

T a forgatónyomaték,

N a reciprok hatványkitevő: $\frac{1}{n}$,

R_b a belső (álló) henger sugara,

R_K a külső (forgó) henger sugara,

L a belső henger effektív hossza;

más alakban;

$$\ln T = n \ln \omega + \text{konst}, \tag{3}$$

ahol

$$n = \frac{d \cdot \ln T}{d \cdot \ln \omega}. \tag{4}$$

A fentiekből következik, hogy a nyírási feszültség a belső (álló) henger felületén:

$$\tau_b = \frac{T}{2 \cdot \pi \cdot R_b^2 \cdot L}. \tag{5}$$

A pszeudoplasztikus folyadékmodell egyenlete, mint láttuk:

$$\tau = K \cdot S^n,$$

így

$$S_{bn} = \frac{2 \cdot \omega}{n \cdot (1 - \varkappa^{2/n})}; \qquad (6)$$

$\varkappa$ a belső és külső henger átmérőinek hányadosa; $\varkappa = \frac{R_b}{R_K} = 0{,}9365$ a hagyományos $R_1 - B_1$ kombinációban.

Newtoni folyadékok esetén tehát $n = 1$, és

$$S_b = \frac{2 \cdot \omega}{1 - \varkappa^2}, \qquad (7)$$

amely különböző fordulatszámnál az ismertetett nyírási sebességeket adja, vagyis newtoni folyadékokra

$$S_b = 1{,}704 \cdot \Omega. \qquad (8)$$

Nem-newtoni folyadékok esetén azonban

$$S_{bn} = \frac{2 \cdot \omega}{n \cdot (1 - \varkappa^{2/n})} = \frac{2 \cdot \omega}{n \cdot (1 - \varkappa^{2/n})} \times$$

$$\times \frac{1 - \varkappa^2}{1 - \varkappa^2} = \frac{1 - \varkappa^2}{n \cdot (1 - \varkappa^{2/n})} \cdot \frac{2 \cdot \omega}{(1 - \varkappa^2)} = \alpha \cdot S_b, \qquad (9)$$

ahol

$$\alpha = \frac{1 - \varkappa^2}{n \cdot (1 - \varkappa^{2/n})}. \qquad (10)$$

Így például $n = 0{,}4$-nél $S_{bn} = 1{,}099 \cdot S_b$, azaz $\Omega = 300$-nál $S_{bn} = 561{,}6\ s^{-1}$ és nem $511\ s^{-1}$.

A kapillárviszkoziméterrel nyert adatok elemzése

A *Fann*-viszkoziméter csak korlátozott nyírási-sebesség-tartományban üzemel, ezért a reológiai tulajdonságok részletes elemzéséhez célszerű a folyásgörbe kapillárviszkoziméterrel való felvétele, illetve kiegészítése.

Ez esetben a csőbeli áramlás törvényszerűségei érvényesülnek. Állandósult csőbeli áramlásra a *Rabinowitsch—Mooney*-egyenletből [3] a

$$\tau_w = \frac{D \cdot \Delta P}{4L} = K' \cdot \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^{n'} = K' \cdot S_w^{n'} = K \cdot S_{wn}^{n'} \qquad (11)$$

összefüggés adódik, ahol

τ_w a fal melletti nyírási feszültség,
S_w a fal melletti nyírási sebesség newtoni folyadék esetén,
S_{wn} a fal melletti nyírási sebesség nem-newtoni folyadék esetén.

Ebben az általános esetben

$$n' = \frac{d \cdot \ln\left(\frac{D \Delta P}{4L}\right)}{d \cdot \ln\left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)}, \qquad (12)$$

illetve a nyírási sebesség

$$-\left(\frac{du}{dr}\right)_w = S_{wn} = \frac{3n' + 1}{4n'} \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right). \qquad (13)$$

A fenti összefüggések a nem-newtoni folyadékokra általánosan érvényesek, s a hatványkitevős modell érvényesülésének speciális esetében

$$n' = n;$$

$$K' = K \cdot \left(\frac{3n + 1}{4n}\right)^n;$$

$$S_w = \frac{8 \cdot v}{D} \quad \text{és} \quad S_{wn} = \frac{3n + 1}{4n} \cdot S_w.$$

Ennek alapján a kapillárviszkoziméterben

Q a térfogati áramlás sebessége,
D a kapilláris átmérője,
L az effektív kapillárishossz,
ΔP a lamináris áramlás nyomásvesztesége.

A folyadéksebesség

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2}; \qquad (15)$$

az erőegyensúly alapján

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \Delta P = DL \cdot \tau_w \cdot \tau, \qquad (16)$$

$$\tau_w = \frac{D \cdot \Delta P}{4L}. \qquad (17)$$

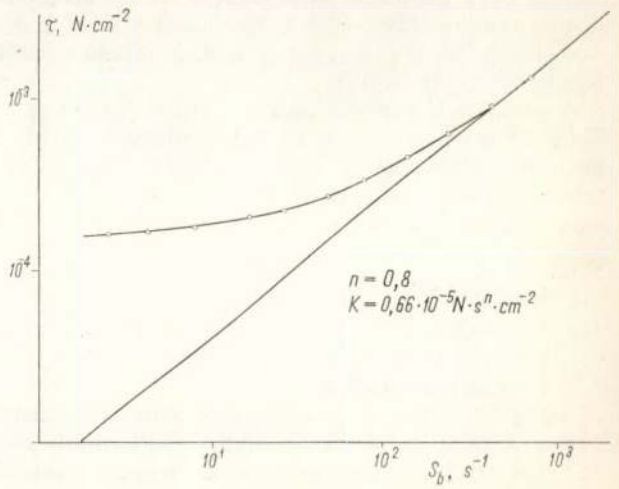
Az adatok meghatározásához és elemzéséhez tehát

1. meghatározzuk különböző v-nél τ_w-t,
2. τ_w-t ábrázoljuk $\frac{8 \cdot v}{D}$ függvényében és meghatározzuk n'-t,
3. a (13) egyenlet alapján számítjuk S_{wn}-t,
4. felvesszük a τ_w—S_{wn} függvényt.

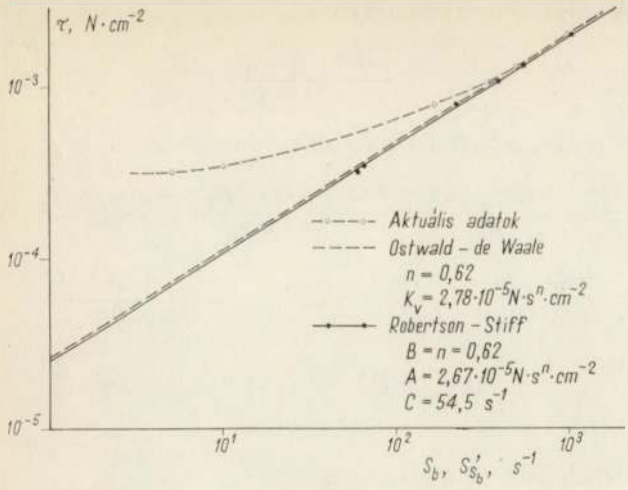
Különböző módon kapott adatok összevetése

A fenti mérési eredmények alapján tehát a pontos folyásgörbét rajzolhatjuk meg, amelyen a *Fann*-viszkoziméterrel és a kapillárviszkoziméterrel felvett adatoknak egybe kell esniök *(1. ábra)*.

A hatványkitevős reológiai modellel leírható folyadék folyásgörbéje log-log ábrázolásban egyenest ad, amelynek iránytangense n bármelyik értékelése szerint azonos, a tengelymetszetként adódó konzisztenciaindex azonban — mivel az egységnyi nyírási sebességhez tartozik —, csak az egzakt nyírási sebesség függ-



1. ábra



2. ábra

vényében ábrázolva adja a helyes értéket *(2. ábra)*. A számszerű adatokat az *1.* és *2. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

A rotációs (Fann-) viszkoziméterrel mért adatok értékelése

Ω min^{-1}	Θ font/100 láb^2	$\tau_b \cdot 10^{-5}$ N/cm^2	S_b s^{-1}	S_{bn} s^{-1}
600	64,0	327,0	1022	1089
300	45,0	229,9	511	545
200	37,0	189,1	340	362
100	26,0	132,9	170	181
6	6,5	33,2	10,2	10,9
3	4,5	23,0	5,1	5,5

$K_r = 1{,}017 \cdot 10^{-4}$ N·s^n·cm^{-2} $K = 9{,}85 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}

2. táblázat

A kapillárviszkoziméterrel mért adatok értékelése

$\tau_w \cdot 10^{-5}$ N/cm^3	S_w s^{-1}	S_{wn} s^{-1}
386	1228	1535
315	819	1024
270	600	751
234	451	564
170	237	296
95	75	94

$K' = 1{,}101 \cdot 10^{-4}$ N·s^n·cm^{-2} $K = 9{,}85 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}

Rotációs viszkoziméter esetében ugyanis a nyírási feszültség

$$\tau_b = 5{,}11 \cdot 10^{-5} \cdot \Theta \text{ N/cm}^2, \qquad (18)$$

ahol

Θ a *Fann*-leolvasás. Az angolszász és metrikus mértékegységek átszámítási tényezőjét (4,8) a *Fann*-állandóval (1,066) szorozni kell.

S ha ezt a (7) egyenlet szerinti nyírási sebesség függvényében ábrázoljuk (amely a jelenlegi általános gyakorlat);

$$\lg \tau_b = \lg K_r + n \cdot \lg S_b, \qquad (19)$$

ahol

$$K_r = K \cdot \alpha^n \quad \text{és} \quad S_b = \frac{2 \cdot \omega}{1 - \varkappa^2}.$$

Hasonlóan a kapillárviszkoziméternél:

$$\lg \tau_w = \lg K' + n \lg S_w, \qquad (20)$$

ahol

$$K' = \left(\frac{3n+1}{4n}\right)^n \cdot K \quad \text{és} \quad S_w = \frac{8v}{D}. \qquad (21)$$

Természetesen

$$S_{wn} = S_{bn} = \frac{3n+1}{4n} \cdot S_w = \alpha \cdot S_b = G_p \cdot S_w. \qquad (22)$$

Tehát az adatok közvetlen átültetése igen jelentős hibával járhat. Ezért minden esetben a *3. táblázatban*

3. táblázat

n	$\alpha = \frac{1-\varkappa^2}{n(1-\varkappa^{2/n})}$	$G_p = \frac{3n+1}{4n}$	$\left(\frac{G_p}{\alpha}\right)^n$
1,0	1,0000	1,0000	1,0000
0,9	1,0072	1,0278	1,0183
0,8	1,0162	1,0625	1,0362
0,7	1,0278	1,1071	1,0534
0,6	1,0435	1,1667	1,0693
0,5	1,0657	1,2500	1,0830
0,4	1,0995	1,3750	1,0936
0,3	1,1575	1,5833	1,0985
0,2	1,2788	2,0000	1,0936
0,1	1,6849	3,2500	1,0679

a geometriai tényezőre megadott (α, G_p) értékeket figyelembe kell venni. Hangsúlyozni kell, hogy a fenti adatok csak a hatványkitevős folyadékmodell érvényesülése esetén igazak, továbbá

$$S_w = \frac{8 \cdot v}{D}, \quad \text{illetve} \quad S_b = 1{,}704 \cdot \Omega$$

csak newtoni folyadékok esetén azonosak a nyírási sebességgel, bár dimenziójuk mindig s^{-1}.

3. A csőbeli áramlási (súrlódási) nyomásveszteség számítása

A reológiai adatok alapján a csőbeli nyomásveszteség tehát bármely áramlási sebességre pontosan számítható. Lamináris áramlás esetén:

$$\frac{D \cdot \Delta P}{4L} = \tau_w = K' \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^n = K \cdot G_p^n \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^n, \qquad (23)$$

ahol

$$G_p = \frac{3n+1}{4n}.$$

A kapillárviszkoziméterrel nyert adatok természetesen közvetlenül átültethetők.

Az általánosabb eset azonban az, amikor a reológiai adatokat rotációs viszkoziméterrel kaptuk. Ez esetben

$$\tau_b = K_r \cdot S_b^n = K_r \cdot (1{,}704 \cdot \Omega)^n = K \cdot \alpha^n \cdot S_b^n. \qquad (24)$$

A $\log \tau_b - \lg S_b$ függvényből K_r és n grafikusan meghatározható. Ezen adatok felhasználásával, s mivel

$$K = \frac{K_r}{\alpha^n} \qquad (25)$$

a (23) egyenlet az alábbi alakban írható:

$$\Delta P = \frac{4L}{D} \cdot \tau_w = \frac{4L}{D} \cdot K_r \cdot \left(\frac{G_p}{\alpha}\right)^n \cdot \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^n. \qquad (26)$$

Turbulens áramlás esetén

$$\frac{D \cdot \Delta P}{4L} = \tau_w = \frac{\varrho \cdot v^2}{2} \cdot f = \frac{\varrho \cdot D^2}{128} \cdot \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^2 \cdot f; \qquad (27)$$

$$\Delta P = \frac{\varrho \cdot DL}{32} \cdot \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^2 \cdot f. \qquad (28)$$

A súrlódási tényezőt (f) a *Reynolds*-szám alapján

$$N'_{Re} = \frac{D^n \cdot v^{2-n} \cdot \varrho}{8^{n-1} \cdot K'} = \frac{D^2 \cdot \varrho}{8K_r \cdot \left(\frac{G_p}{\alpha}\right)^n} \cdot \left(\frac{8 \cdot v}{D}\right)^{2-n} \qquad (29)$$

meghatározhatjuk a *Dodge—Metzner* diagramból [4].

4. A gyűrűs térbeli áramlási (súrlódási) nyomásveszteség számítása

Fúrástechnológiai szempontból talán a legfontosabb a gyűrűs térbeli lamináris áramlás jellemzőinek és nyomásveszteségének a meghatározása. E célra általában a párhuzamos lemezek közötti áramlás analógiájára a

$$\tau_{gy} = K_{gy} \cdot \left(\frac{12 \cdot v}{D_h}\right)^n \qquad (30)$$

összefüggést alkalmazzák (5), ahol

$$K_{gy} = K \cdot \left(\frac{2n+1}{3n}\right)^n, \qquad (31)$$

és

$$D_h = D_k - D_b \qquad (32)$$

a hidraulikus átmérő.

Következésképpen a gyűrűs térbeli nyírási sebesség nem-newtoni folyadékokra

$$S_{gyn} = \frac{2n+1}{3n} \cdot \frac{12 \cdot v}{D_h} = \frac{2n+1}{3n} \cdot S_{gy}. \qquad (33)$$

Ez az összefüggés azt mutatja, hogy a gyűrűs térbeli áramlás jellemzői csak a D_h mértékében függenek a gyűrűs tér geometriájától. Analitikus tanulmányában azonban *Fredrickson* és *Bird* kimutatta, hogy ez nincs így [6]. Ennek megfelelően a hatványkitevős modell integrált alakja [7]

$$\frac{Q}{R_K^3} = (1-\varkappa)^{N+2} \cdot \left(\frac{R \cdot \Delta P}{2K \cdot L}\right)^N \cdot \left(\frac{Y}{N+2}\right). \qquad (34)$$

Az összefüggésben $\varkappa = \frac{R_b}{R_K}$; $N = \frac{1}{n}$, Y viszont az n-től és $\varkappa$-tól függő tényező.

$$\tau_{gy} = (1-\lambda^2) \cdot \frac{R_K \cdot \Delta P}{2L}, \qquad (35)$$

ahol λ ugyancsak $\varkappa$-tól és n-től függ, s értékét Y-nal együtt [6] táblázatban adja meg.

A (35) egyenlet felírható mint

$$\ln \Delta P = n \cdot \ln Q + \text{konst}, \qquad (36)$$

vagyis

$$n = \frac{d \cdot \ln \Delta P}{d \cdot \ln Q}.$$

A (34)—(36) egyenletekből

$$S_{gyn} = \frac{(1-\lambda^2)^N \cdot (N+2)}{(1-\varkappa)^{N+2} \cdot Y} \cdot \frac{Q}{\pi \cdot R_K^3}. \qquad (37)$$

A (33) egyenlettel analóg alakra hozáshoz

$$\frac{Q}{R_K^3} = \frac{v(R_K^2 - R_b^2)}{R_K^3} = \frac{v(R_K - R_b) \cdot (R_K + R_b)}{(R_K - R_b)^3} \cdot (1-\varkappa)^3 =$$

$$= \frac{v(R_K - R_b)}{(R_K - R_b)^2} \cdot \frac{1+\varkappa}{1-\varkappa} \cdot (1-\varkappa)^3 = \frac{v \cdot (1+\varkappa) \cdot (1-\varkappa)^2}{R_K - R_b} =$$

$$= \frac{2v}{D_k - D_b} \cdot (1+\varkappa) \cdot (1-\varkappa)^2 = (1+\varkappa) \cdot (1-\varkappa)^2 \cdot \frac{2v}{D_h}. \qquad (38)$$

Behelyettesítve a (37) egyenletbe

$$S_{gy} = \frac{1}{6} \cdot \frac{(1-\lambda)^N \cdot (N+2) \cdot (1+\varkappa)}{(1-\varkappa)^N \cdot Y} \cdot \frac{12 \cdot v}{D_h} =$$

$$= G_{gy} \cdot \frac{12 \cdot v}{D_h}. \qquad (39)$$

Tehát a gyűrűs térbeli nyírási sebesség a fenti $-\varkappa$-tól és n-től függő — geometriai tényező segítségével pontosan meghatározható, s a nyomásveszteség számítása is pontosítható. A geometriai tényező G_{gy} értékeit a *4. táblázat* tartalmazza.

A fentiek alkalmazását és annak jelentőségét az alábbi példa szemlélteti.

A *Fann*-viszkoziméterrel meghatározott adatok

$\Theta_{600} = 51$, azaz $\tau_{600} = 5{,}11 \cdot 51 = 2{,}606 \cdot 10^{-3}$ N/cm²

$\Theta_{300} = 36$; $\tau_{300} = 5{,}11 \cdot 36 = 1{,}84 \cdot 10^{-3}$ N/cm²,

azaz $n = 0{,}5$ és így

$$S_{bn_{300}} = \frac{1-\varkappa^2}{n(1-\varkappa^{2/n})} \cdot 511 = 544{,}5\ \text{s}^{-1},$$

$$K = \tau_{300} \cdot S_{bn\,300}^{-n} = 7{,}885 \cdot 10^{-5}\ \text{Nscm}^{-2}.$$

12 1/4″-es fúrólyukban 5″-es fúrócső esetén

$$D_h = 18{,}42\ \text{cm}.$$

Különböző öblítési mennyiség mellett az alábbi paraméterek adódnak

Q 1/min	v_{gy} cm/s	S_{gyn} [(33) egy.]	S_{gyn} [(39) egy.]	$\tau_{gy} \cdot 10^{-5}$ [(30) egy]	$\tau_{gy} \cdot 10^{-5}$ [(35) egy.]	τ_{gy} %
2000	52,6	39,8	33,5	49,74	45,64	9,0
2250	59,2	44,8	37,7	52,78	48,41	9,0
2500	65,7	49,8	41,8	55,64	50,98	9,1
2750	72,3	54,8	46,0	58,37	53,48	9,1
3000	78,9	59,8	50,2	60,97	55,87	9,1
3250	85,5	64,8	54,5	63,47	58,21	9,0

Ugyanakkor, ha a *Fann*-adatokat egyszerűen S_b szerint értékeljük, akkor az eltérés 12,7%.

Nem lehet tehát ez esetben sem figyelmen kívül hagyni, hogy

$$S_{bn} = \alpha \cdot S_b \quad \text{és} \quad S_{gyn} = G_{gy} \cdot S_{gy}.$$

A geometriai tényező értéke a gyűrűs térbeli nyírási sebesség számításához

n \ K	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,0	0,844	0,869	0,891	0,911	0,930	0,948	0,966	0,984
0,95	0,853	0,879	0,902	0,923	0,943	0,963	0,981	0,992
0,90	0,863	0,899	0,935	0,946	0,956	0,978	0,999	1,019
0,85	0,877	0,915	0,949	0,963	0,974	0,997	1,019	1,040
0,80	0,893	0,933	0,968	0,988	0,996	1,019	1,041	1,063
0,75	0,908	0,947	0,982	1,003	1,020	1,044	1,067	1,091
0,70	0,925	0,966	1,002	1,024	1,043	1,069	1,094	1,120
0,65	0,942	0,983	1,020	1,048	1,073	1,100	1,127	1,154
0,60	0,958	0,998	1,037	1,074	1,108	1,138	1,167	1,198
0,55	0,997	1,040	1,083	1,118	1,149	1,181	1,212	1,245
0,50	1,036	1,080	1,121	1,161	1,196	1,231	1,266	1,302
0,45	1,096	1,110	1,151	1,207	1,256	1,294	1,331	1,370
0,40	1,138	1,174	1,232	1,285	1,332	1,373	1,415	1,463
0,35	1,201	1,270	1,330	1,381	1,426	1,473	1,522	1,572
0,30	1,293	1,366	1,414	1,488	1,554	1,607	1,666	1,719
0,25	1,430	1,511	1,587	1,658	1,728	1,798	1,870	1,936
0,20	1,628	1,727	1,819	1,907	1,992	2,077	2,166	2,240
0,167	1,827	1,943	2,052	2,160	2,352	2,459	2,466	2,569
0,143	2,027	2,158	2,287	2,406	2,528	2,635	2,756	2,872
0,10	2,624	2,808	2,998	3,156	3,394	3,482	3,676	3,831

A gyűrűs térbeli áramlási ellenállás számítása a (30) egyenletből kiindulva

$$\Delta P = \frac{4L}{D_h} \cdot \tau_{gy} = \frac{4L}{D_h} \cdot K_r \cdot \left(\frac{G_{gy}}{\alpha}\right)^n \cdot \left(\frac{12v}{D_h}\right)^n.$$

5. A lamináris—turbulens átmenet jellemzői

A fúrórúdban az áramlás általában turbulens, a gyűrűs térben azonban lamináris kell, hogy legyen. A lamináris—turbulens átmenet jellemzésére a kritikus *Reynolds*-szám szolgál. Mint ismeretes, ennek értéke newtoni folyadékok esetén 2100.

Newtoni és nem-newtoni folyadékok esetére egyaránt alkalmazható a *Ryan* és *Johnson* által bevezetett stabilitási paraméter [8].

Más elvi alapokon *Hanks* az előbbihez hasonló stabilitási paramétert (K_S) vezetett le, s megállapította, hogy az áramlás lamináris, ha $K_S < 404$. E levezetés [9] tükrében a kritikus nyírási feszültség csőben

$$\tau_{wc} = \Phi(n) \cdot \left(\frac{1+3n}{4n}\right)^2 \cdot \frac{\varrho \cdot D^2}{8(404)} \cdot S_{wc}^2, \qquad (40)$$

ahol

$$\Phi(n) = n \cdot \left(\frac{1}{2+n}\right)^{\frac{2+n}{1+n}}.$$

A gyűrűs térben pedig a párhuzamos lemezek közötti áramlás (33) analógiájára

$$\tau_{gyc} = \Phi(n) \cdot \left(\frac{1+2n}{3n}\right)^2 \cdot \frac{\varrho \cdot D_h^2}{12(404)} \cdot S_{gyc}^2. \qquad (41)$$

Továbbá, mivel

$$S_w = \frac{8 \cdot v}{D} \quad \text{és} \quad S_{gy} = \frac{12 \cdot v}{D_h},$$

$$\tau_{wc} = \Phi(n) \cdot \left(\frac{1+3n}{4n}\right)^2 \cdot \frac{8 \cdot v_c^2 \cdot \varrho}{404}, \qquad (42)$$

illetve

$$\tau_{gyc} = \Phi(n) \cdot \left(\frac{1+2n}{3n}\right)^2 \cdot \frac{12 \cdot v_c^2 \cdot \varrho}{404}. \qquad (43)$$

Másrészt azonban

$$\tau_{wc} = K' \cdot \left(\frac{8v_c}{D}\right)^n, \quad \text{illetve} \quad \tau_{gyc} = K_{gy} \cdot \left(\frac{12v_c}{D_h}\right)^n;$$

így behelyettesítve és átrendezve, a kritikus *Reynolds*-számok

$$N_{Re,wc} = \frac{D^n \cdot v_c^{2-n} \cdot \varrho}{8^{n-1} \cdot K'} = \frac{404}{\Phi(n)} \cdot \left(\frac{4n}{1+3n}\right)^2; \qquad (44)$$

$$N_{Re,gyc} = \frac{D_h \cdot v^{2-n} \cdot \varrho}{12^{n-1} \cdot K_{gy}} = \frac{404}{\Phi(n)} \cdot \left(\frac{3n}{1+2n}\right)^2. \qquad (45)$$

A fentiek alapján a kritikus áramlási sebességek

$$v_{wc} = \left(\frac{4n}{1+3n}\right) \cdot \left(\frac{404}{\Phi(n)} \cdot \frac{K \cdot 8^{n-1}}{D^n \cdot \varrho}\right)^{\frac{1}{2-n}}; \qquad (46)$$

$$v_{gyc} = \left(\frac{3n}{1+2n}\right) \cdot \left(\frac{404}{\Phi(n)} \cdot \frac{K \cdot 12^{n-1}}{D_h^n \cdot \varrho}\right)^{\frac{1}{2-n}}. \qquad (47)$$

Hasonlóan a kritikus nyírási sebességek

$$S_{wc} = \left(\frac{8 \cdot K}{D^2 \varrho} \cdot \frac{404}{\Phi(n)}\right)^{\frac{1}{2-n}} \qquad (48)$$

$$S_{gyc} = \left(\frac{12 \cdot K}{D_h^2 \cdot \varrho} \cdot \frac{404}{\Phi(n)}\right)^{\frac{1}{2-n}}. \qquad (49)$$

A (44) és (45) egyenlet alapján számítható kritikus *Reynolds*-számok

n	$N_{Re,wc}$	$N_{Re,gyc}$
1,0	2100	2100
0,9	2158	2120
0,8	2219	2135
0,7	2280	2139
0,6	2337	2129
0,5	2381	2093
0,4	2396	2013
0,3	2344	1860
0,2	2143	1575
0,1	1817	1041

Az öblítőfolyadékok reológiai tulajdonságai jól jellemezhetők a hatványkitevős *(Ostwald-)* modellel.

A reológiai paraméterek értékelése, a folyásgörbe felvétele azonban rendszerint hibás módon történik, ugyanis a kapott nyírásifeszültség-adatokat a newtoni folyadékok esetén érvényes nyírási sebesség függvényében ábrázolják. Mind a rotációs viszkoziméterek, mind a kapillárviszkoziméter esetén feltétlenül szükséges az adatok korrigálása.

A gyűrűs térbeli áramlás jellemzői nem függetlenek a gyűrűs tér geometriájától. A párhuzamos lemezek közötti áramlás analógiájának átültetése a gyűrűs térbeli áramlásra csak igen kis D_h-értékek mellett nyújt kielégítő pontosságot. Ezért célszerű a *Fredrickson* és *Bird* által javasolt módszert használni, amely a geometriai tényező bevezetésével könnyen alkalmazható, s a lehetséges hiba $<1\%$, míg az előző módszerrel 10—15% is lehet.

Különösen a gyűrűs térben fontos, hogy az áramlás lamináris legyen. A lamináris—turbulens átmenet paraméterei (τ_c, S_c, $N_{Re,c}$ v_c) a *Hanks* által bevezetett stabilitási paraméterből kiindulva meghatározhatók.

A közölt összefüggések lehetővé teszik a hidraulikai számítások gyors és pontos elvégzését, hidraulikai programok összeállítását, ellenőrzését és javítását.

IRODALOM

[1] *Moore, P. L.:* Annulus-loss estimates can be more precise. Oil and Gas J. *33* 111—3 (1973).
[2] *Fontenot, J. E.—Clark, R. K.:* An improved method for calculating swab/surge and circulating pressures in drilling well. SPE 4521, 1973.
[3] *Alliquander Ö.—Gilicz B.:* Kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei. Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, NIMDOK Bp., 1972.
[4] *Dodge, D. W.—Metzner, A. B.:* Turbulent flow of non-newtonian system. AIChE J. June 189 (1959).
[5] *Savins, J. G.:* Generalized newtonian (pseudoplastic) flow in stationary pipes and annuli. Trans. AIME 1958, 213 325.
[6] *Fredrickson, A. G.—Bird, R. B.:* Ind. and Eng. Chem. 347 (1958).
[7] *Lescarboura, J. A. et al.:* A generalized differentiation method for interpreting rheological data of time independent fluids. AIChE J. Jan. 169—73 (1967).
[8] *Ryan, N. W.—Johson, M. M.:* AIChE J. *5* 433 (1959).
[9] *Hanks, R. W.:* AIChE J. *1* 45 (1963).

KÜLFÖLDI HÍREK

Hollandia földgázkészlete

	Összes készlet		Biztos készlet 10^9m^3 15 °C-on		Valószínű készlet	
	1977. I. 1.	1978. I. 1.	1977. I. 1.	1978. I. 1.	1977. I. 1.	1978. I. 1.
Groningen	1770,9	1723,2	1567,1	1497,2	203,8	226,0
Egyéb	258,6	273,2	85,5	97,3	173,1	175,9
Onshore	2029,5	1996,4	1652,6	1594,5	376,9	401,9
Offshore	367,4	362,7	106,5	115,8	260,9	246,9
Összesen	2396,9	2359,1	1759,1	1710,3	637,8	648,8

Gas, 1978. jun.

Kassai Lajos

Földközi-tengeri gázvezeték

A fenti témában 1978. május 23—25-én az amszterdami európai kőolaj- és földgáz-konferencia egyik legérdekesebb előadását *G. Bonfiglioli* tartotta.

Az előadó ismertette Olaszország gázellátási helyzetét, kiemelve a szovjet és holland gázimport, valamint az észak-afrikai cseppfolyósgáz-import jelentőségét az ország energiaellátásában.

Ezt követően részletes tájékoztatás hangzott el az Algír—Tunisz—Olaszország épülő földgáztávvezetékről, amely a Szahara északi peremén fekvő, óriási készletű, már feltárt és üzemelő Hassi R'Mel gázmezőből indul ki. A vezeték az algériai területet 550, Tunézia területét 360, ezt követően a sziciliai tengerszorost 160—170 km hosszban keresztezi, miközben kb. 600 m mélységbe süllyed a tengerfenékre fektetve. Szicíliát elérve további 350 km-en át a szigeten halad, majd a Messinai-tengerszoros 300—400 m-es mélyére fektetve éri el Dél-Olaszországot. Innen Rómáig 720 km, majd Rómától északra 330 km után a meglevő rendszerbe csatlakozik.

Első ízben tenger alatti csővezeték-fektetésre a Messinai-szorosban került sor (1974-ben). Ekkor egy NA—320—410 átmérőjű vezetéket max. 360 m mélységbe fektettek le.

Rendkívül költséges kutató-elemző munkát végeztek a Tunisz—Szicília közötti, 160—170 m széles tengerszorosban történő fektetéshez. Vizsgálták ennek során nemcsak a tengerfenék- és tengeráramlási viszonyokat, hanem a különleges acél- és szigetelőanyag gyártásának és alkalmazhatóságának feltételeit, valamint a pontos, nyomvonalhelyes fektetés műszaki előfeltételeit és lehetőségeit.

A csővezetéket lábakra helyezték és ezzel sikeresen kiküszöbölték az egyenetlen tengerfenék okozta kritikus és veszélyes hajlítások és csőlengések káros hatásait.

A csőfektetés különleges hajóflottával történt. A fektető hajó mellett kísérő hajók biztosították a nyomvonalhelyes süllyesztést, míg a rögzítést és a szükséges áthidaló lábak beállítását tengeralattjáró segítségével végezték.

A tengerfenékre került 20—24 mm falvastagságú csövet kívülről a tengervíznek ellenálló polietilén bevonattal látták el, míg belülről epoxigyantával „bélelték ki", és Mg-anódos aktív katódvédelmet szereltek fel a rendszerre. A csővezeték nyomása 150—200 bar között változtatható.

A csővezeték karbantartói különleges hegesztő hajókkal rendelkeznek, amelyek a hibás csőszakaszt mind a víz alatt, mind a vízből kiemelve egyaránt meg tudják javítani.

Az új távvezeték a költséges cseppfolyósítás nélkül oldja meg az afrikai gáz Európába történő átszállítását, és hosszú távon biztosítja a növekvő olasz igények kielégítését.

Csákó Dénes
okl. olajmérnök,
okl. bányaipari gazdasági mérnök

A szénhidrogén-termelő kutak körüli kőzetek hővezető képességének in situ meghatározása

PÁPAY JÓZSEF

A tanulmány fluidumáramlással, mint hőforrással való hővezető képesség meghatározásának néhány gyakorlati szempontját ismerteti.

Rámutat a hőmérsékletet, a termogramot, valamint a kiértékelést befolyásoló hőutánáramlásra. Megoldást közöl stacioner, illetve kvázistacioner hőáramlás esetén a hővezető képesség meghatározásának módjára.

Részletesen ismerteti a béléscső falán átáramló hőmennyiség meghatározásának módszerét, értékeli a termikus jellemzőket.

A szénhidrogén-bányászatban igen fontos a kutakban áramló fluidum hőmérséklet-eloszlásának ismerete. A termelt vagy a besajtolt gáz, víz vagy akár kőolaj hőmérsékletének ismerete a kútszerkezet meghatározásának alapvető fontosságú paramétere. A termelőcsőben áramló fluidum hőmérséklete jelentősen befolyásolja a fluidum viszkozitását, fajtérfogatát és egyéb fizikai-kémiai paramétereit, és ezeken keresztül a szállíthatóságát.

A termelőcsőben a termelést akadályozó vagy megszüntető paraffin-, hidrátkiválás ugyancsak függ a hőmérséklettől.

A csővezetékben áramló fluidum hőmérsékletét annak fizikai-kémiai paraméterei, áramlási üteme és a vezetéket körülvevő rendszer termikus tulajdonságai határozzák meg.

E tanulmányban néhány olyan kérdést kívánok elemezni, amelyekkel a szakember gyakorta szembetalálhatja magát a nagymélységű kutak hőmérsékletviszonyainak elemzésénél és kiértékelésénél, annál is inkább, mert ezekkel a kérdésekkel a szakirodalom nem foglalkozik.

1. Hőutánáramlás

A szelvényezés során elemezni kell a termogramot befolyásoló tényezőket. Amennyiben mind méréstechnikailag, mind módszertanilag felkészültünk a meghatározásukra, akkor a kiértékelés eredményei is megbízhatók lesznek.

Ha a hőforrást fluidumáramlással, pl. termeléssel hozzuk létre, akkor a hőáram értéke az ellenőrzött fluidummozgás folytán megbízhatóan számítható.

A termoszelvényezés úgy is elvégezhető, hogy a kútlezáráskor mért hőmérséklet-változásból számítjuk az ismeretlen paramétereket. Amennyiben a kút folyadékot termel, és a kúttérfogatot teljes egészében feltölti, akkor a kútlezárást követően a talpon is hamarosan megszűnik a beáramlás.

Mivel az így elvégzett szelvényezés során a folyadékáramlást ismerjük, ezért a kiértékelés megbízhatósága garantált.

Ha a kutat a folyadék nem tölti ki, és ha a réteg-nyomás elegendően nagy, akkor a kútfejnél történő lezárás után is folyadék léphet be a kútba, amely a termogram módosulását okozhatja.

Gázkút vagy gázt és folyadékot termelő kút esetén a nyomáskiegyenlítődés, hőmérséklet-változás, valamint fluidumelrendeződés okozhat hőutánáramlást.

A kiértékelést befolyásoló hőutánáramlás a fluidummozgás megakadályozásával megszüntethető, pl. a talpon lezárjuk a kutat, vagy a vizsgálandó csőszakaszban akadályozzuk meg az áramlást.

Ha a fluidumáramlás a zárást követően nem szüntethető meg, akkor meg kell teremteni azokat a mérési lehetőségeket és el kell végezni azokat a méréseket, amelyek segítségével a hőáram értéke zárás után is számítható.

A termoszelvényezés előtt el kell dönteni azt, hogy milyen típusú mérést célszerű alkalmazni. Ha olyan kút méréséről van szó, amelynél várhatóan jelentős a hőutánáramlás és nincs lehetőség az értékének meghatározására, akkor pl. a kút termeltetése közben, amikor a fluidum mennyisége megbízhatóan mérhető, kell a hőmérsékletméréseket elvégezni.

A tanulmányunkban egy gázkút termoszelvényezése esetén kimutatjuk a hőutánáramlást, annak hatását, vázoljuk a kiértékelés módját.

A *Pf-203.* jelű kúton végzett mérések eredményeit az *1. ábra* szemlélteti. A termoszelvényezésről részletesen [1, 2] számol be.

Négy különböző hozammal 10—10,5 órán keresztül termeltettük a kutat; egy-egy termelési periódust 21—35 óráig tartó termelési szünet követett. Mind termelés közben, mind zárás után regisztráltuk a hőmérsékletet.

Az *1. ábrán* feltüntettük az elméleti termogramokat is, amit a termelés közben az ellenőrzött gázáramlás mellett mért hőmérsékletértékek segítségével meghatározott paraméterekkel számítottunk.

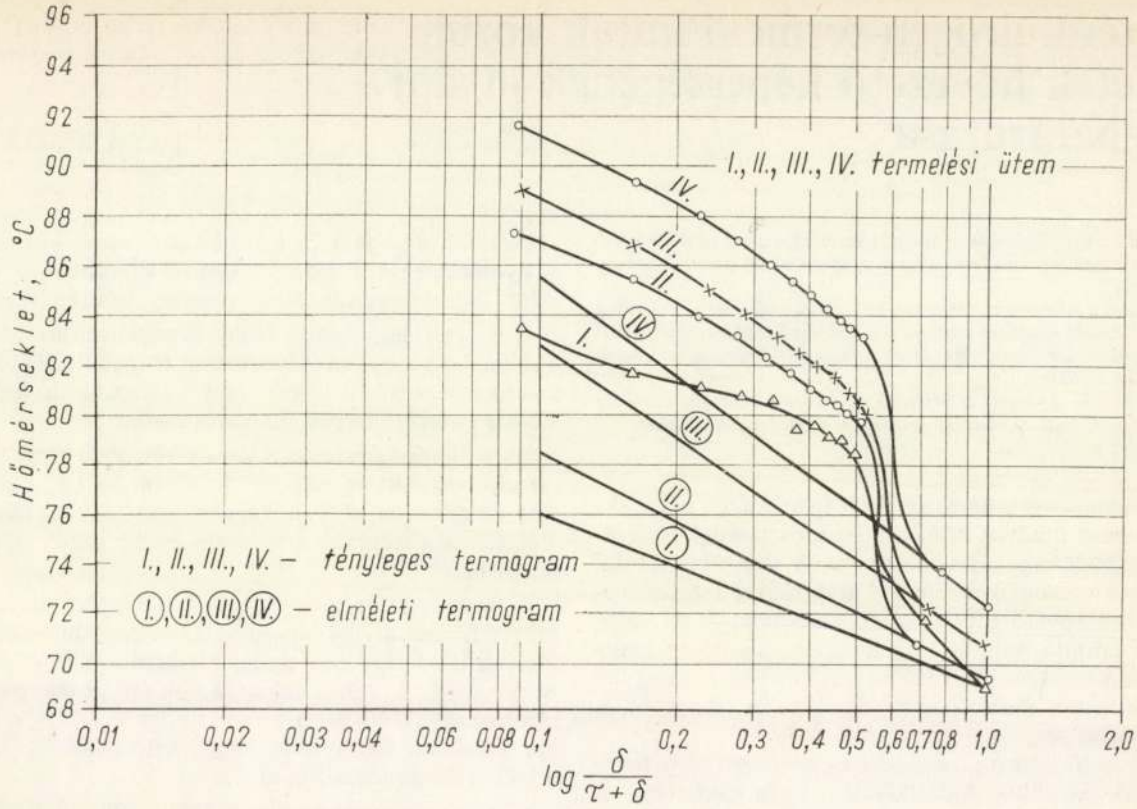
Látható, hogy az elméleti és a tényleges termogram a hőutánáramlás miatt lényegesen különbözik, és a zárás után mért hőmérsékletértékek a felvett koordinátarendszerben nem esnek egy egyenesre.

Összehasonlítva a *2. ábrán* bemutatjuk az iszappal feltöltött fúrólyukakban mért termogramokat. Megállapítható, hogy az öblítés megszűnte után a hőutánáramlás hamarosan megszűnik.

Az *1. ábrán* bemutatott termogramokat a következőkben kétféleképpen értékeljük: a zárást követő hőutánáramlást, amit nyomás- és hőmérsékletmérésből számítottunk, átlagoljuk, ill. tényleges értéket veszünk fel, ami időben változó, csökkenő ütemet jelent.

Kétütemű hőáramlás

Ha a termelést jellemző átlagos hőáramot Q_1 – 1-gyel, a zárást követő átlagos hőáramot Q_2 – 1-gyel jelöljük, akkor a zárás után a hőmérséklet-változást az alábbi



1. ábra
A hőmérséklet alakulása a kút lezárása után 800 m mélységben

összefüggés írja le [3, 4]:

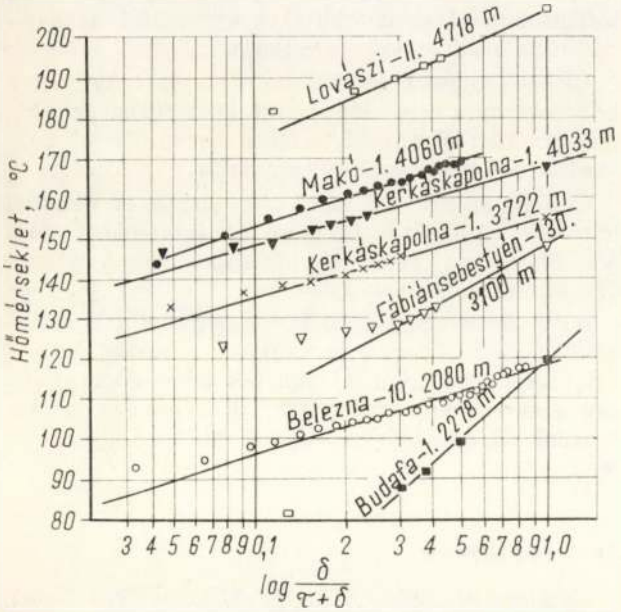
$$t_w - t_r = \frac{2{,}3Q_1}{4\pi hk}\left(\log\frac{\tau+\Delta\tau}{\Delta\tau}+\frac{Q_2}{Q_1}\log\Delta\tau\right)+$$

$$+\frac{2{,}3Q_2}{4\pi hk}\left(\log\frac{4k}{1{,}78r_w^2\varrho c}+0{,}87\,\mathrm{S}\right). \qquad (1)$$

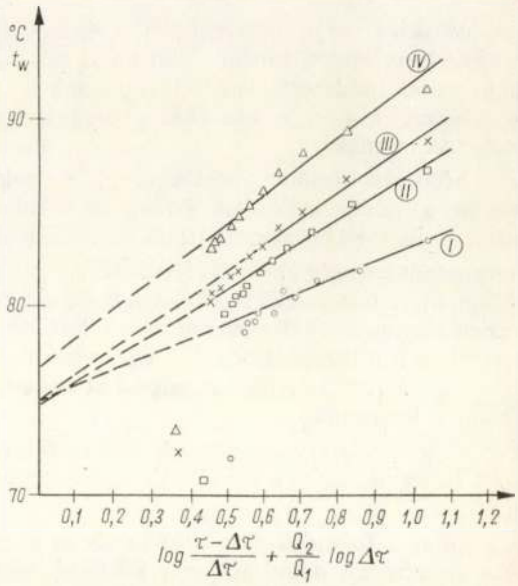
Ha a t_w-t ábrázoljuk $\log\frac{\tau+\Delta\tau}{\Delta\tau}+\frac{Q_2}{Q_1}\log\Delta\tau$ függvényében, akkor egyenest kapunk és az egyenes iránytangenséből k számítható, míg a b tengelymetszetből akár a kőzet fajlagos hőkapacitása (ϱc), akár a termikus szkin (S), attól függően, hogy melyik paramétert tekintjük ismeretlennek.

$$b = t_r+\frac{2{,}3Q_2}{4\pi hk}\left(\log\frac{4k}{1{,}78r_w^2\varrho c}+0{,}87\,\mathrm{S}\right), \qquad (2)$$

A *3. ábrán* tüntetjük fel a kétütemű hőforrással jel-



2. ábra
Fúrólyukban felvett termogramok



3. ábra
Termogramkiértékelés kétütemű hőáramlás figyelembevételével

lemzett termogramokat, és a számítások végeredményét az alábbiakban közöljük.

	Termogram			
	I	II	III	IV
Q_1 kcal/h	48,4	63,8	85,4	93,3
Q_2 kcal/h	12,5	13,2	14,8	15,0
k kcal/m h °C	1,10 (1,29)	0,93 (1,30)	1,24 (1,30)	1,1 (1,29)
S	2,4 (1,28)	1,65 (1,33)	1,63 (1,71)	1,5 (1,29)

Amint a táblázatból látható, a k-t és az S-t tekintettük ismeretlennek. A zárójelben azokat a számértékeket tüntettük fel, amelyeket a termelés közben felvett termogram alapján határoztunk meg, tehát amikor az áramló gáz mennyisége hozammméréssel ellenőrzött.

Több ütemű hőáramlás

A termoszelvényezés időszakát osszuk fel részintervallumokra és átlagoljuk a hőáram értékét:

Időintervallum: $\Delta\tau_1,\ \Delta\tau_2,\ \Delta\tau_3,\ \ldots,\ \Delta\tau_n$;
A hőáram átlagos értéke: $Q_1,\ Q_2,\ Q_3,\ \ldots,\ Q_n$.

Az első időintervallum végén (pl. a termelés végén) a hőmérséklet-változás és a hőáram hányadosa:

$$\frac{t_{w_1}-t_r}{Q}=\frac{2{,}3}{4\pi hk}\left(\log\Delta\tau_1\right)+\frac{2{,}3}{4\pi hk}\,\bar{S}. \qquad (3)$$

A második időintervallum végén:

$$\frac{t_{w_2}-t_r}{Q_1}=\frac{2{,}3}{4\pi hk}\left(\frac{Q_1}{Q_2}\log\frac{\Delta\tau_1+\Delta\tau_2}{\Delta\tau_2}+\right.$$

$$\left.+\log\Delta\tau_2\right)+\frac{2{,}3}{4\pi hk}\,\bar{S}. \qquad (4)$$

A harmadik időintervallum végén:

$$\frac{t_{w_3}-t_r}{Q_3}=\frac{2{,}3}{4\pi hk}\left(\frac{Q_1}{Q_2}\log\frac{\Delta\tau_1+\Delta\tau_2+\Delta\tau_3}{\Delta\tau_2+\Delta\tau_3}+\right.$$

$$\left.+\frac{Q_2}{Q_3}\log\frac{\Delta\tau_2+\Delta\tau_3}{\Delta\tau_3}+\log\Delta\tau_3\right)+\frac{2{,}3}{4\pi hk}\,\bar{S}. \qquad (5)$$

Az n időszak végén:

$$\frac{t_{w_n}-t_r}{Q_n}=\frac{2{,}3}{4\pi hk}\left(\frac{Q_1}{Q_n}\log\frac{\Delta\tau_1+\Delta\tau_2+\ldots+\Delta\tau_n}{\Delta\tau_2+\Delta\tau_3+\ldots+\Delta\tau_n}+\ldots\right.$$

$$\left.\ldots+\log\Delta\tau_n\right)+\frac{2{,}3}{4\pi hk}\,\bar{S}. \qquad (6)$$

Ha a bal oldalt ábrázoljuk a zárójelben levő kifejezés függvényében, akkor egyenest kapunk, amely iránytangensének ismeretében k számítható, míg a b tengelymetszet segítségével akár ϱc, akár S határozható meg:

$$b=\frac{2{,}3\,\bar{S}}{4\pi hk}=\frac{2{,}3}{4\pi hk}\left(\log\frac{4k}{1{,}78r_w^2\varrho c}+0{,}87\,S\right). \qquad (7)$$

Az alábbi táblázatban tüntetjük fel az említett gázkút esetében a számítással és méréssel meghatározott hőáramok értékét a kútlezárás után.

Termogram

τ, h	I	II	III	IV
1	25,1	27,2	29,6	32,0
2	23,0	24,5	26,0	27,9
3	21,8	23,2	24,5	26,1
4	20,8	22,2	23,5	25,1
5	20,0	21,3	22,7	24,1
6	19,2	20,5	21,8	23,2
7	18,2	19,6	20,9	22,2
8	17,4	18,6	19,9	21,1
9	16,3	17,6	18,9	20,0
10	14,6	16,2	15,8	18,8
11	11,0	14,0	12,6	17,2
15	3,0	4,1	5,4	6,9
25	0,1	0,2	0,3	0,4

A zárást megelőzően a hőáram értéke (Q_1) 48,4; 63,8; 85,4 és 93,3 kcal/h, míg a termelési időszak ($\Delta\tau_1$) 10; 10,5; 10,5 és 10,5 h volt.

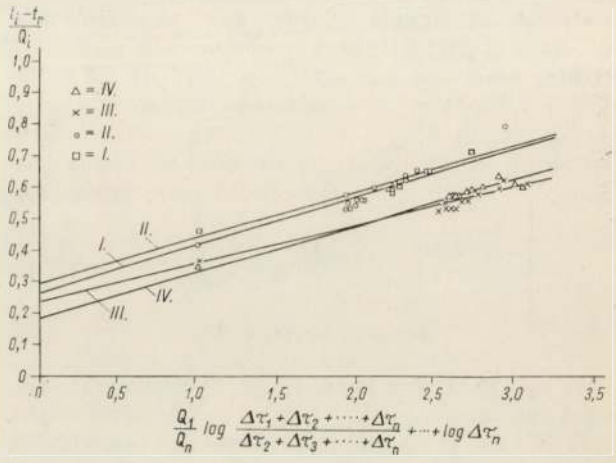
A termogramokat a *4. ábra* szemlélteti, míg az értékelésünk során kapott eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze.

	Termogram			
	I	II	III	IV
k kcal/ mh °C	1,17 (1,29)	1,26 (1,30)	1,51 (1,30)	1,25 (1,19)
S	1,43 (1,28)	1,76 (1,33)	1,63 (1,71)	0,92 (1,19)

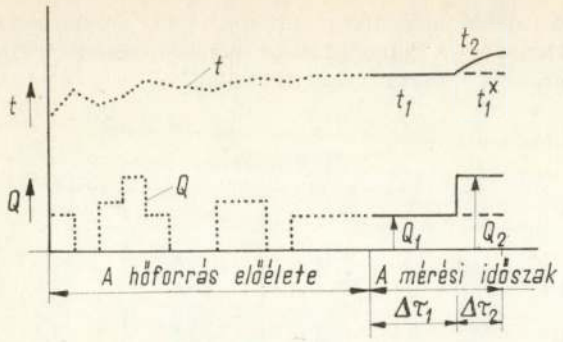
A zárójelben levő értékeket a termelés közben felvett termogramok értékelése alapján határoztuk meg.

2. Termoszelvényezés huzamos ideje üzemelő kutak esetén

A termoszelvényezést legkedvezőbb olyan kútban elvégezni, ahol a mérések megkezdése előtt a hőmér-



4. ábra
Termogramkiértékelés több ütemű hőáramlás figyelembevételével



5. ábra
Huzamos ideje termelő kút termoszelvénye

séklet-eloszlás azonos a geotermikus gradiens által meghatározott értékkel, tehát a kút már huzamosabb ideje nem működik, vagy még nem üzemelt.

Gyakran előfordul az, hogy a hőforrás már régóta működik és a termelési múltját nem ismerjük pontosan, ugyanakkor a hőmérséklet-változás közel zérus — a hőáramlás stacioner vagy kvázistacioner.

Ha ilyen kút esetén a termelés megszüntetésével akarjuk a kezdeti hőmérséklet-eloszlást létrehozni, akkor a termelési szünetnek legalább 3—4-szer hosszabbnak kell lennie az azt megelőző üzemeltetési időszaknál ahhoz, hogy az eredeti hőmérséklet-eloszlás, tehát a geotermikus gradiens által meghatározott, kialakuljon.

A csővezeték üzemének megszüntetésére az esetek többségében nincs mód és lehetőség, de okvetlenül nem is szükséges. Ebben az esetben a termoszelvényezés a következő módon történhet. A mérési időszakot két részre osztjuk, $\Delta\tau_1$ és $\Delta\tau_2$ időintervallumra, amikor is a biztonságos extrapoláció miatt $\Delta\tau_1 > \Delta\tau_2$ *(5. ábra)*. A $\Delta\tau_1$ időszakban a kút célszerűen ugyanazzal a hozammal termel, mint a megelőző időszakban. Mérjük a vizsgált mélységben, az idő függvényében az áramló fluidum $t_1 = t_1(\tau_1)$ hőmérsékletét,

$$0 \leqq \tau_1 \leqq \Delta\tau_1.$$

$\Delta\tau_1$ időszak végén a kút termelését megváltoztatjuk, megnöveljük, esetleg csökkentjük, de nem szükséges lezárni. Az áramló fluidum mennyiségének változására a hőáram értéke is megváltozik: Q_2.

Mérjük az áramló fluidum $t_2(\tau_2)$ hőmérsékletét. Az ábrán t_1^x-gyel jelöltük a t_1 hőmérséklet extrapolált értékét, amit úgy kapnánk meg méréssel, ha a $\Delta\tau_2$ időintervallumban is a hőforrás üteme Q_1 lenne. Megjegyezzük, hogy a t_1^x tartalmazza a termikus előélet során bekövetkezett valamennyi ütemváltás hatását. A $t_2 - t_1^x$ értékét a következő összefüggés adja:

$$t_2 - t_1^x = \frac{2{,}3(Q_2 - Q_1)}{4\pi hk}\left[\log\frac{4k\tau_2}{1{,}78 r_n^2 \varrho c} + 0{,}87\,\mathrm{S}\right]; \quad (8)$$

$$\Delta\tau_1 \leqq \tau_2 \leqq \Delta\tau_1 + \Delta\tau_2.$$

Ha $t_2 - t_1^x$ értéket $\log\tau_2$ függvényében ábrázoljuk, akkor egyenest kapunk. Az egyenes iránytangensének értékéből a kőzet hővezető képessége számítható. Ha k-t ismerjük, és a kútszerkezetből S-t számítjuk, akkor ϱc meghatározható.

Ha a kút termelési múltjának adataiból a hőáram értéke vagy átlagos értéke meghatározható, ill. becsülhető, akkor a kezdeti kőzethőmérséklet is számítható.

3. A csővezeték falán átáramló hőmennyiség meghatározása

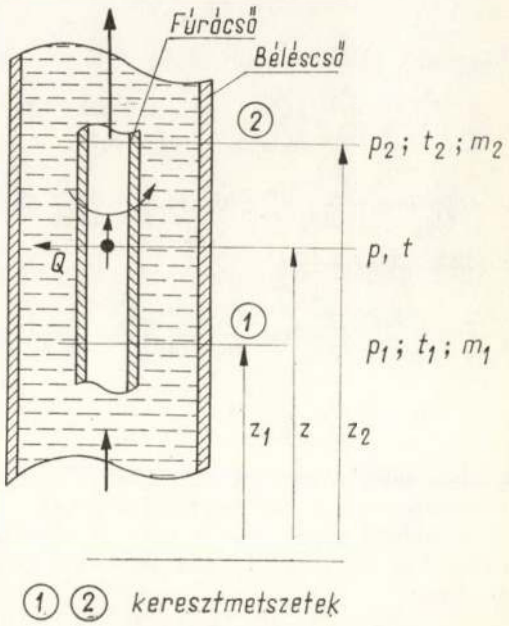
Az elemi csőszakasz falán átáramlott hő Q mennyiségének az értéke csak közvetve mérhető. Ez az érték a vizsgált csővezeték két végén mért nyomás, hőmérséklet és az átáramló fluidummennyiségek ismeretében számítható.

A hőáram, valamint a csővezeték átlagos hőmérséklete segítségével a csővezetéket körülvevő rendszer termikus tulajdonságai meghatározhatók: a kőzet hővezető képessége (k), a termikus szkin (S), a kőzet fajlagos hőkapacitása (ϱc).

A termikus jellemzők meghatározásához megfelelő pontosságú mérések és a folyamatot helyesen leíró matematikai módszerek szükségesek. A tárgyalt fejezetrészben részletezzük és bemutatjuk a csővezeték falán átáramlott hőmennyiség értékének meghatározási módszerét.

A vizsgált, függőleges helyzetű csőszakaszt a *6. ábra* szemlélteti. Tételezzük fel, hogy a csővezeték rotációs mozgást végez (pl. fúrócső), és írjuk fel a fúrócső 1. és 2. szelvénye közötti szakaszára a $\Delta\tau$ időszak között a termodinamika I. főtételét tranziens fluidumáramlás esetén:

$$\frac{\left[\left(H + \frac{Av^2}{2g} + Az\right)m\right]_1^{n+1/2} - \left[\left(H + \frac{Av^2}{2g} + Az\right)m\right]_2^{n+1/2} + F\left[\left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_1 - \left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_2\right]^{n+1/2} - Q^{n+1/2} + AL^{n+1/2} = \left[M\left(U + \frac{Av^2}{2g} + Az\right)\right]_{1-2}^{n+1} - \left[M\left(U + \frac{Av^2}{2g} + Az\right)\right]_{1-2}^{n}}{\Delta\tau}. \quad (9)$$



6. ábra
Elemi csőszakasz vázlata

Mivel $H=U+pV$ és $V=\frac{1}{p}$, valamint a csővezetékben több fázis is áramolhat (i), írhatjuk:

$$\sum_{i=1}^{i}\left\{\left[\left(H+\frac{Av^2}{2g}+Az\right)m\right]_1^{n+1/2}-\left[\left(H+\frac{Av^2}{2g}+Az\right)m\right]_2^{n+1/2}\right\}_i+\sum_{i=1}^{i}\left\{F\left[\left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_1-\left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_2\right]^{n+1/2}\right\}_i-Q^{n+1/2}+AL^{n+1/2}=$$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{m}\left\{\left[M\left(H-\frac{p}{\gamma}+\frac{Av^2}{2g}+Az\right)\right]_{1-2}^{n+1}\right.}{\Delta\tau}-\frac{\left.\left[M\left(H-\frac{p}{\gamma}+\frac{Av^2}{2g}+Az\right)\right]_{1-2}^{n}\right\}_i}{\Delta\tau}. \quad (10)$$

A megfelelő időpontokban és helyeken mért tömegáramok, nyomások és hőmérsékletek ismeretében a fenti egyenletben csak a $Q^{n+1/2}$ ismeretlen, ami számítható.

A gyakorlati áramlási viszonyoknál a kinetikus energiaváltozás elhanyagolható és rendszerint

$$(z_2-z_1)\,D\pi \gg \left[F_{\max}=\frac{D^2\pi}{n}\right] \quad \text{és}$$

$$\left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_1 \cong \left(\lambda\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}z}\right)_2,$$

így a (10) egyenlet az alábbi módon egyszerűsödik:

$$\sum_{i=1}^{i}\{[(H+Az)m]_1^{n+1/2}-[(H+Az)m]_2^{n+1/2}\}_i-Q^{n+1/2}+AL^{n+1/2}=$$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{i}\left\{\left[MH-\frac{p}{\gamma}+Az\right)\right]_{i-2}-\left[M\left(H-\frac{p}{\gamma}+Az\right)\right]_{1-2}^{n}\}_i}{\Delta\tau}. \quad (11)$$

Ha a rendszeren munkavégzés nincs, vagy munkát nem végeztünk vele, akkor a (9), (10) és (11) egyenletben $L=0$.

Ha a fluidumáramlás stacioner, akkor a (11) összefüggés a következő alakú lesz:

$$\sum_{i=1}^{i}\{[(H+Az)m]_1^{n+1/2}-[(H+Az)m]_2^{n+1/2}\}_i-Q^{n+1/2}+AL^{n+1/2}=0. \quad (12)$$

A fenti összefüggést más alakban, ha $L=0$, a [2, 3] (11) és a (12) képlete fejezi ki.

4. A kőzet termikus jellemzőinek meghatározhatósága

A csővezeték elemi szakaszának átlaghőmérsékletét az alábbi összefüggéssel számíthatjuk [4]:

$$t_w=t_r-\frac{Q}{4\pi hk}\left[E_i\left(-\frac{r_w^2\varrho c}{4k\tau}\right)+2\,\mathrm{S}\right]. \quad (13)$$

A fenti egyenlet közelítő formája:

$$t_w=t_r+\frac{2{,}3\,Q}{4\pi hk}\left[\log\frac{4k\tau}{1{,}78r_w^2\varrho c}+0{,}87\,\mathrm{S}\right]. \quad (14)$$

Megállapítható: $t_w=t_w(t_r,\ \varrho c,\ k,\ \mathrm{S},\ \tau)$.

A hőmérséklet-változás az idő függvényében:

$$\frac{\mathrm{d}t_w}{\mathrm{d}\tau}=\frac{Q}{4\pi hk}\frac{1}{\tau}e^{\frac{-r_w^2\varrho c}{4k\tau}}, \quad \text{ill.} \quad (15)$$

$$\frac{\mathrm{d}t_w}{\mathrm{d}\tau}=\frac{Q}{4\pi hk}\frac{1}{\tau}. \quad (16)$$

Ha a csővezeték átlaghőmérsékletét az εi függvénynyel fejezzük ki, akkor a hőmérséklet-változás a k, és ϱc és a τ, míg a közelítő formula esetén csupán a k és a τ függvénye.

Vezessük be a következő jelölést: $\varphi(\tau)=\frac{\mathrm{d}t_w}{\mathrm{d}\tau}$, és ezt a kifejezést helyettesítsük be a (15) összefüggésbe, kapjuk:

$$\varphi(\tau)=\frac{Q}{4\pi hk}e^{\frac{-r_w^2\varrho c}{4k\tau}}. \quad (17)$$

Képezzük mindkét oldal természetes logaritmusát:

$$\ln\varphi(\tau)=\ln\frac{Q}{4\pi hk}-\frac{r_w^2\varrho c}{4k\tau}. \quad (18)$$

Ha a mérési adatokat transzformáljuk és a $\ln\varphi(\tau);\frac{1}{\tau}$ koordináta-rendszerben ábrázoljuk, akkor egyenest kapunk, az egyenes iránytangense ismeretében ϱc, a tengelymetszet segítségével pedig a k értéke számítható. Meg kell jegyezni azt, hogy a $\frac{\mathrm{d}t_w}{\mathrm{d}\tau}$ a jelenlegi mérési lehetőségek között meglehetősen érzéketlen a ϱc változására, amit a következő táblázat is szemléltet:

ϱc	$\tau=1h$	$\tau=10h$
	$e^{\frac{-r_w^2\varrho c}{4k\tau}}$	$e^{\frac{-r_w^2\varrho c}{4k\tau}}$
300	0,92	1,0
600	0,85	0,995
1200	0,73	0,975

Emiatt joggal kijelenthetjük, hogy a kutak termoszelvényezése során a jelenleg alkalmazott mérési eszközökkel, egy termogrammal a k-n kívül csak még egy paraméter határozható meg, választásunktól függően.

Ha a hőforrás üteme a termoszelvényezés során Q_1-ről Q_2-re változik, ennek speciális esete az, amikor $Q_2=0$, akkor lehetőség van a fentiek mellett még a t_r meghatározására is.

Ha a csővezetéket körülvevő rendszer több paraméterét tekintjük ismeretlennek, akkor az egyértelmű megoldás miatt olyan összefüggéseket kell keresni,

amelyek lehetővé teszik a megfelelő egyenletek egymástól való függetlenségét, például úgy, hogy a kútban több egymástól független diagrammot veszünk fel.

Ennek másik technikai megoldását az ún. interferenciamérések jelentik, ahol is a hőforrástól adott, pl. a_i távolságra mérjük a hőmérséklet-változást:

$$t_{a_i} - t_r = -\frac{Q}{4\pi hk}\,\mathrm{ei}\left(-\frac{a_i^2 \varrho c}{4k\tau}\right).$$

Tehát a hőforrást jelentő kútban és az attól a_i távolságra felvett termogramok segítségével a rendszer termikus paraméterei tetszőleges számban meghatározhatók.

Az interferenciamérések lehetővé teszik a rendszer inhomogenitásának kvantitatív jellemzését is.

Az interferenciamérések speciális esetét az ún. termikus pulzációs vizsgálatok jelentik, amelyekkel az ún. hőmérsékletzajok kiszűrhetők. Ezt a méréstípust laboratóriumi körülmények között [9] alkalmazta.

Tekintettel arra, hogy gyakorlati körülmények között a csővezetékek falán átáramló hőmennyiség miatti hőmérséklet-változás néhány m-en, vagy néhány 10 m-ben érzékelhető, ezért a hőinterferencia módszerével történő paramétermeghatározásnak korlátai vannak, hacsak nem alkalmazzuk — ahol lehetséges — a [10] szerinti mérési megoldást.

Ezért nyugodtan kijelenthetjük, hogy a nagymélységű fúrt lyukak hőmérséklet-interferencián alapuló termoszelvényezése nem a ma rutinfeladata.

Szerencsés esetben elképzelhető, hogy olyan közel helyezkedik el két (vagy több) azonos vagy különböző céllal fúrt kút, hogy az interferenciamérés kivitelezhető.

Az interferenciaméréssel történő termoszelvényezésnél elsősorban a felszínhez közel, általában az 1 m mélységben fektetett csővezetékek körüli talaj (kőzet) termikus elemzésére nyílik tág lehetőség.

A fentiek ismeretében, a mérési lehetőségektől és körülményektől függően kell eldönteni azt, hogy hány és milyen típusú mérést kívánunk meghatározni és melyik paramétert tekintjük ismeretlennek és melyiket ismertnek.

Az egyes jellemzőket különböző pontossággal is ismertetjük: pl. a kútszerkezetből az S számítható, magminta alapján a laboratóriumban megmértük ϱc értékét vagy in situ mérésekből meghatározott k-hoz a kőzettípustól függően különböző táblázatok segítségével számítjuk a ϱc-t. A kiértékelés fontos adata a t_r. Elképzelhető, hogy értékét már a szelvényezés előtt meghatároztuk, vagy közelítőleg számítottuk, de az is lehetséges, hogy a termoszelvényezés feladata a t_r meghatározása.

JELÖLÉSEK

A	a mechanikai munka hőegyenértéke
F	a csővezeték, ill. fluidumfázisok keresztmetszete
g	nehézségi gyorsulás
h	a vizsgált csőszakasz hossza
H	entalpia
c	a kőzet fajhője
k	hővezető képesség
L	a rendszeren vagy az általa végzett mechanikus munka
M	az elemi csővezetékben levő fluidum mennyisége
m	az áramló fluidum mennyisége
n	az időintervallum kezdete
$n+1/2$	az időintervallum közepe
$n+1$	az időintervallum vége
p	nyomás
Q, Q_1, Q_2	hőáram
r_w	a termelőcső sugara
S	termikus szkinténye ző
t_r	réteghőmérséklet
t_w	termelőcső-hőmérséklet
U	belső energia
v	az áramló rendszer sebessége
Z	geodetikus magasság
δ	zárási idő
λ	az áramló fluidum hővezetési tényezője
ϱ	a kőzet fajsúlya
τ	idő
$\Delta\tau$	időintervallum
1, 2, 1—2	a csővezeték kezdete, vége és egésze

IRODALOM

[1] *Pápai J.:* A kőzetek hővezető-képességi tényezőjének meghatározása nagymélységű fúrt lyukak termoszelvényezésével. A Magyar Geofizikusok Egyesülete Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya rendezésében 1977. nov. 3-án tartott előadás.

[2] *Pápay J.:* Kőzetek hővezető képességének meghatározása fúrólyukban mért termikus tranziensek alapján. Magyar Geofizika XIX. évf. 5—6.

[3] *Pápay J.:* Kutak, vezetékek és azok rendszereinek termikus áramai. OMBKE XIV. vándorgyűlés Budapest, 1973. C—6 előadás.

[4] *Pápay J.:* Hő- és molekuláris diffúzió. Kőolaj és Földgáz *4* 97—107 (1974).

[5] *Benedek P.:* A kémiai technológiai számítások fiziko-kémiai alapjai. II. rész. Hő és munka. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.

[6] *Cseremenszkij, G.A.:* Prikladnaja geotermija. Nedra, Moszkva, 1977.

[7] *Dejcs, M. E.—Filippov, G.A.:* Gazodinamika dvuhfaznüh szred. Énergija, Moszkva, 1968.

[8] *Carslaw, H. S.—Jaeger, S. C.:* Conduction of heat in solids. Oxford, 1959.

[9] *Fairchild, J. W.—Woods, E. G.:* Pulse-testing method for measuring thermal properties of solids. SPE preprint 3596 (1971).

[10] *Egerer F.:* Fúrólyuk termikus stabilizálódási folyamata. Magyar Geofizika **12** *4* 194—7.

KÜLFÖLDI HÍREK

A Szovjetunió kőolajexportja az NDK-ba

A Szovjetunió 1979-ben 18,5 millió tonna kőolajat szállít az NDK-nak, 800 ezer tonnával többet, mint 1978-ban. A növekmény az NDK beruházási hozzájárulásának és az ellentételként szállított vegyipari berendezésnek köszönhető.

Világgazdaság, 1978. 175. sz.

Szegesi K.

Gázok föld alatti tárolása*

MANFRED ENGSHUBER

A föld alatti tárolókat porózus vagy nagy üregű kőzetekben alakítjuk ki. A pórusos gáztárolók fő feladata az évszakos fogyasztási ingadozások kiegyenlítése, míg az üreges gáztárolókat a rövid idejű, de nagy teljesítményű csúcsok kiegyenlítésére használjuk.

A felszíni berendezéseket aszerint alakítjuk ki, hogy milyen kölcsönhatások lépnek fel a tárolt közeg és a tárolókőzet között. A felszíni berendezések maximálisan 8 egységből állhatnak, amelyeket a diszpécser a megfelelő üzemvitelnek megfelelően csoportokká kapcsol össze.

A cseppfolyósított földgáz tárolására épített berendezések mind a teljesítmény, mind pedig az üzemvitel szempontjából egyenértékűek a föld alatti tárolókkal.

1. *A föld alatti tárolók osztályozása*

A gáztárolás egyik legjelentősebb módja már napjainkban is a föld alatti tárolás. E módszer jelentősége a jövőben csak növekszik.

Alapvetően két tárolótípust különböztetünk meg:

— a pórusos és az
— üreges tárolót.

A pórusos tároló lehet

— aquifer, ill.
— kimerült földgáz- és kőolajlelőhelyre telepített tároló,

míg az üreges tárolás legfontosabb módja

— a kavernában, ill.
— az elhagyott bányajáratokban való tárolás.

1974 végén 11 ország rendelkezett föld alatti gáztárolóval. Számuk ekkor 432-t tett ki és további 36 tároló állt építés alatt [1]. Döntő számban pórusos gáztárolót találunk közöttük, míg az üreges gáztárolás aránya mindössze 3%-ot tett ki. Ez az arány manapság is érvényes.

A tárolók 85%-a jelenleg az Amerikai Egyesült Államokban található. E gyors amerikai fejlődés alapja a nagy multú kőolaj- és földgázipar. Így a gáztárolók nagy része (kb. 310) kimerült szénhidrogén-lelőhelyre települt. A kimerült lelőhelyek szinte kínálják magukat a tárolásra. Ennek ellenére egy kimerült szénhidrogén-lelőhely valódi tárolóvá tételéhez jelentős beruházásra van szükség. Például a betáplálláshoz kompresszorokat kell építeni, a kutak számát növelni kell, hogy a szokványos gáztermelésnél lényegesen nagyobb termelési (és besajtolási) kapacitást biztosítani lehessen.

A vízzel eredetileg telített ún. aquifer tárolókat olyan mész- vagy homokkő rétegekben lehet kialakítani, amelyek gáztömörségét a rájuk rakódott agyagrétegek biztosítják. Geológiai felépítésüket, tárolóképességüket és üzemi jellegzetességüket tekintve erősen hasonlítanak a szénhidrogén-tárolókhoz, ezért általában azok az államok alkalmazzák ezt a tárolótípust, amelyekben vagy egyáltalán nincsenek szénhidrogén-tárolók, vagy amelyek tárolói még nem merültek ki.

Az üreges, vagyis a *kavernákban* való gáztárolás leginkább a kősórétegekhez kapcsolódik. Az üreges gáztárolás módszerének kidolgozásához sikerrel alkalmazhatók a káli- és a kősóiparban a sókimosás során gyűjtött tapasztalatok. Ennek ellenére a már kimosott és jelentős számú, kb. 100 m vagy ennél is nagyobb átmérőjű üregek nem alkalmasak a tárolásra, mert a mechanikai szilárdság szempontjából ez ideig kb. a 60 m-es üregátmérő még biztosnak tekinthető.

A kavernákban való gáztárolás előnye egyrészt, hogy a tároló anyagát képező só száraz, másrészt, hogy a sórétegek plasztikussága miatt a tárolónyomás a hidrosztatikus nyomás 1,8-szorosát teheti ki [2]. A pórusos tárolókkal szemben adódó kisebb geometriai térfogat okozta hátrány így részben kiegyenlítődik.

Elhagyott bányajáratokat föld alatti tárolóként csak kivételes esetben alkalmazunk. Az esetek többségében ugyanis olyan mélyművelésekkel állunk szemben, amelyekben a termelést már évtizedekkel ezelőtt beszüntették, és így a járatokat legtöbbször nem megfelelően konzerválták, így a falazat gáztömörsége csak ritkán kielégítő.

Az NDK az Amerikai Egyesült Államok mellett jelenleg az egyetlen ország, ahol mind a négy tárolótípus megtalálható [3].

2. *A tárolás feladata, a tárolók befogadóképessége és teljesítménye*

A föld alatti tárolók feladata a gázellátó rendszerben jelentkező terhelési ingadozások kiegyenlítése. Két tárolótípust: alap- és csúcsterhelési tárolót különböztetünk meg.

Az alapterhelési tárolók a szezonális igényeket elégítik ki. Tárolótérfogatuk ennek megfelelően nagy, és kivételi periódusuk több hétre vagy akár hónapra is kiterjedhet. A termelésbe állítási idő, azaz a teljes üzemi teljesítmény eléréséhez szükséges idő csak másodlagos szerepet játszik. Ezeknek a feltételeknek a pórusos gáztárolók felelnek meg leginkább. Kivételi teljesítményük az egyes tárolók adottságának megfelelően különböző, és a tárolókőzet áramlási ellenállásától függ.

A csúcsterhelések kiegyenlítését rövid kifejtési időre, de nagy teljesítményre kialakított tárolókkal oldjuk meg. Ilyen tárolókat alkalmazunk pl. rendkívül hidegek, üzemzavarok esetén, és gyakran hétvégeken is. E feladatnak a gyors üzembe helyezési lehetőség és az igen nagy termelési teljesítmény felel meg. Ezeket a feltételeket főleg azok az üreges tárolók elégítik ki, amelyek legkésőbb 1/2 óra leforgása alatt elérik a teljes üzemi teljesítményt, és amelyek kivételi térfogatáramának jóformán csak a csővezetékrendszer és a beépített szerelvények áramlási ellenállása szab határt. Az üreges tárolókat e tulajdonságuk alapján a pórusos tárolók kiegészítőjeként használjuk.

Az egyes tárolótípusok legfontosabb adata:

— a tárolótérfogat,
— a kivételi teljesítmény és
— a nyomásváltozási sebesség.

* A II. országos gáz- és olajkonferencián (Pécs, 1978. aug. 29—31.) elhangzott előadás.

A tárolási térfogat
pórusos tárolók esetében 30-tól 5000 millió nm^3-ig terjed, míg
üreges tárolók esetében a tárolható gázmennyiség maximálisan 140 millió nm^3-t, és
elhagyott bányajáratok esetében 40 millió nm^3-t tesz ki.

A kivételi teljesítmény
— *pórusos tárolók* esetében 30 000-től 200 000 nm^3/h-ig, míg
— *üreges tárolóknál* 50 000-től 420 000 nm^3/h-ig terjed.

A tárolók dinamikus magatartásának megítélése szempontjából oly fontos nyomásváltozási sebesség pórusos tárolók esetében kisebb 5kPa/h-nál, míg üreges tárolóknál 20-tól 50 kPa/h-ig terjed.

3. A tárolás során fellépő kölcsönhatások

A tárolt közegtől (földgáz, városi gáz) és a tároló típusától függően különböző fizikai-kémiai folyamatok játszódnak le a tárolóban. Mivel a betáplált gáz minőségét ezek a folyamatok megváltoztathatják, röviden tárgyaljuk a legfontosabb jelenségeket és a minőségromlással szemben alkalmazható módszereket.

A tárolt közeg és a tárolókőzet közötti kölcsönhatás

A pórusos tárolókban nagy az érintkezési felület a tárolt közeg és a tárolókőzet között. Ez igen kedvező feltétel reakciók kialakulásához. Jelentősek lehetnek pl. a mikrobiológiai, azaz a bakteorológiai folyamatok, amelyek másodlagos kén-hidrogén kialakulásához vezethetnek. Amennyiben a városi gázt nem méregtelenítjük, tehát nagy szén-monoxid-tartalmú gázt tárolunk, és a tárolókőzet nikkel- vagy vastartalmú, úgy fémkarbonilok keletkezhetnek. Mivel ezek a vegyületek mérgezőek, azonkívül a háztartási készülékek égőinek eltömődéséhez vezetnek, gázból való eltávolításuk elkerülhetetlen. Semlegesítésükhöz aktív szénnel töltött berendezéseket alkalmazunk, amelyek a beáramlási oldalon levegőinjekcióval dolgoznak.

A tárolt közeg és a tárolóvíz kölcsönhatása

A pórusos tárolókból kiáramló gáz vízgőzzel telített. E jelenség semlegesítésére szűrő- és gázszárító berendezéseket alkalmazunk. Földgáz tárolása során a nagy metántartalom miatt hidrátképződéssel is számolnunk kell. Főként a felszíni berendezések zárószerelvényei, csőívei után léphet fel hidrátképződés. Szabad víz jelenlétében, a pozitív hőmérsékleteken hidrát képződik, amely rövid időn belül a teljes csőátmérő eldugulásához vezethet. Üreges tárolók üzembe helyezése során a hidrátképződés addig nem zárható ki, amíg az üreg alján esetleg még meglevő sóréteget nem borítottuk le zárórétegggel, pl. polisztirol filmréteggel. Ha ez nem történt meg, akkor inhibíciós berendezést kell alkalmaznunk metanolbeporlasztással.

A tárolt közeg és a tárolóban található maradék gázok közötti kölcsönhatás

Ha a tárolandó gáz és az átalakítandó földgázlelőhely pórusaiban található maradék gáz minőségileg jelentősen eltér egymástól, az első üzemeltetési időszakban a gáz minősége nem lesz szabványszerű. E keverékgáz eltüzelésére célszerű a környéken található ipari fogyasztókat megnyerni.

Hasonlóak a körülmények azokban a tárolókban, amelyekben a tároló felméréséhez másfajta gázt használtak, mint a később üzemszerűen tárolásra kerülő gáz.

Joule—Thomson-jelenség

A tárolóból a kivétel izoentalpikus térfogatnövekedéssel jár együtt, amelyet a Joule—Thomson-hatásnak megfelelően lehűlés követ. Ennek mértéke

földgáz esetében $\mu_{EG} = 5$ μK/Pa,
városi gáz esetében $\mu_{SG} = 1{,}5$ μK/Pa.

A lehűlés kiegyenlítésére ezért a zárószerelvény elé több esetben hőcserélőt építenek be.

4. A felszíni berendezések felépítése, üzemi jellegzetessége

A felszíni berendezések a teljes kiépítési fokban nyolc egységből épülnek fel. Ezek az egységek üreges tárolás esetén a következők:

— szűrő- és leválasztóegység,
— térfogatáram-szabályozó,
— kompresszor,
— hőcserélő és
— inhibíciós berendezés.

Pórusos tárolók esetén ezen egységeket kiegészítjük
— gázszárítóval,
— nyomásszabályozóval és
— gáztisztító berendezéssel.

A tároló megfelelő irányításához szükségünk van a tároló és a felszíni egységek közötti összeköttetésre. A megfelelő üzemvitelhez ennek során a csővezeték zárószerelvényeit (tolózárait és zárócsapjait) a megfelelő állásba hozzuk (nyitott, ill. zárt állásba). Alapjában véve két üzemi állapotot különböztetünk meg: a *betáplálási és a termelési üzemállapotot*.

Mindkét üzemállapot több műszaki változattal valósítható meg, pl.
— kompresszorokkal való betáplálással és
— kompresszor nélküli kivétellel.

A tárolási folyamat automatikus irányításánál a következő tényezők irányadók [4].

— A föld alatti tárolók dinamikus állapotváltozása a bennük uralkodó kicsi nyomásváltozási sebesség miatt igen lassú [5]. Mivel a határértéknek tekinthető 300 kPa/h nyomásváltozási sebességet még üreges tárolás esetében sem érjük el, a tárolók dinamikus modellezésére nincs szükség [6].
— Az üzemvitel automatizálása során a porózus tárolókból való kivétel jelenti a legnagyobb feladatot, mivel ezek a tárolók igénylik a legbonyolultabb felépítésű felszíni rendszereket. Az automatizálási rendszer kiépítése során célszerű éppen ezért a termelési folyamat jellegzetességét és az adott műszaki igényeket szem előtt tartani.

5. A cseppfolyós gáz tárolása csúcsigények kielégítésére

A cseppfolyósított gáz tárolása új lehetőségeket jelent csúcsigények kielégítése terén.

A cseppfolyósítás során fellépő térfogatcsökkenés (metán esetében a csökkenési arány 1/600) igen kis térfogaton való tárolást tesz lehetővé. Az aktív gáz aránya e tárolási módnál rendkívül nagy (99%) a többi tárolótípushoz képest. Így pl. pórusos tárolók esetén az első feltöltési állapotra vonatkoztatott aktív gáz aránya mindössze 30—70%, üreges tárolók esetében maximálisan 50—75%. Cseppfolyósított gáz tárolásához egy tartályra, valamint egy párologtató berendezésre van szükségünk. A tárolási hőmérséklet –161 °C.

A csúcsigények kielégítésére épített tárolókat (peak loading) saját cseppfolyósító berendezés egészíti ki, amelyek teljesítménye a párologtató teljesítményének 5—20%-a. A tárolókapacitás 4 és 115 millió nm^3 között változik. A párologtatási teljesítményt úgy méretezik, hogy a kivételi periódus maximálisan egy hónap legyen.

A hálózattól távolabb fekvő, saját cseppfolyósító nélküli, ún. *szatellit* tárolók ellátására tartálykocsikat alkalmaznak. A nagyobb berendezések kapacitása a csúcsigények kielégítését szolgáló tárolók teljesítményét is eléri, míg a kisebb berendezések kb. 3 napos lefejtést tesznek lehetővé. Az ilyen kis teljesítményű berendezések igen hasznosnak bizonyultak üzemzavarok, valamint rendkívüli csúcsok kiegyenlítése esetén.

A kikötőkbe telepített legnagyobb tárolók teljesítménye manapság 300 millió nm^3-t is elér. Ez megfelel a pórusos gáztárolók teljesítményének. Az elpárologtatási teljesítmény is megközelíti a pórusos gáztárolók lefejtési paramétereit. A teljesítmény további növelésére több berendezés megfelelő párhuzamos kapcsolása kínálkozik műszaki megoldásként.

IRODALOM

[1] *International Gas Union:* Report of the Committee on production, treatment and underground storage of natural gas. Paper IGU/A—76. 13th World Gas Conference, London, 1976.

[2] *Holst, K. E.:* Gaskavernenspeicherbatterie im Steinsalz. Doktori értekezés. Bergakademie Freiberg, 1977.

[3] *Wittmann, H.:* Erhöhung der Effektivität und der Leistungsfähigkeit vorhandener Untergrundspeicher. Energietechnik *1* 35—40 (1975).

[4] *Wolf, J.:* Beitrag zur Theorie der automatisierten Steuerung untertägiger Gasspeicherprozesse. Jegyzetanyag.

[5] *Kretzmar, H. J.—Jesse, J.:* Mitteilungen des Brennstoffinstitutes Freiberg. *3* 6—18 (1974).

[6] *Görling, H.:* Erdgasspeicherung in Salzkavernen. Das Gas u. Wasserfach, Gas, Erdgas *6* 229—35 (1976).

[7] Anonym: LNG scorecard. Pipeline and Gas J. *13* 20—4 (1976).

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és a Drilco (Smith International Ltd.) cég szimpozionja

1978. október 19-én délelőtt 10 órakor az Angelika eszpresszóban került sor az előadássorozatra, melyen számos magyar szakember vett részt.

Tihanyi Gábor okl. bányamérnök, szakosztálytitkár megnyitó szavai után *Garry Rostamo*, a Drilco cég munkatársa megtartotta előadássorozatát az alábbi témákban:

1. Forgatórudak (típusai, gyártása, javítása),
2. „Mud-Chek Kelly Valve" alkalmazása, gazdaságossága,
3. Fúrócsövek (tulajdonságai, kifáradásának okai, vizsgálata),
4. Fúrócső-súlyosbító-átmenet, „Hevi-Wate" alkalmazása,
5. Súlyosbítók (csatlakozásai, kezelése, vizsgálata).

Az előadó ismertette a forgatórúd típusait, részletesen elemezte a gyártási technológia fontosságát a kovácsolástól a pontos megmunkáláson keresztül a befejező hőkezelésig. Felhívta a hallgatóság figyelmét arra, milyen nagy szerep hárul a karbantartásra a forgatórudak élettartamának megnövelésében, ismertette azokat a módszereket, amelyek alkalmasak kopott forgatórudak felújítására. Gyakori megoldásként említette a forgatórúd megfordítását; ez a megoldás kevés forgácsolómunka-befektetést, újból használható forgatórudat eredményez. Fontos szerepet tulajdonított a forgatórudak rendszeres vizsgálatának, mellyel megelőzhetők a súlyos műszaki balesetek. A forgatórudak kopását befolyásoló tényezők között a méretnek, a tűrésnek és az érintkezési szögnek szentelt nagyobb figyelmet, végezetül néhány kezelési alapszabályra hívta fel a magyar szakemberek figyelmét, nevezetesen, hogy tilos gépkulccsal a működő részen megfogni, hegeszteni, védőcső nélkül szállítani stb.

Előadásának következő részében az ún. „Mud-Chek Kelly Valve"-ról beszélt. Kiemelte ennek a visszacsapó szelepnek fontosságát a balesetvédelemben, valamint a gazdaságosság kérdésében. Tájékoztatta a hallgatóságot a szerszám műszaki paramétereiről (méret, nyitónyomás stb.).

A fúrószár további elemeivel kapcsolatosan bejelentette, hogy a cég új termékként fúrórudat is gyárt a korábbiaktól eltérően, amikor is csupán rudazatkapcsolókat állítottak elő.

Részletesen foglalkozott azzal az elemmel, amelynek feladata a semleges pont környékének változó igénybevételéből ébredő, számottevő feszültségek teherviselése. Ez az elem a súlyosbító és a fúrószár közötti átmenetet teremti meg, neve „Hevi-Wate", ami nem más, mint egy középen kapcsolóméretre felduzzasztott, vastag falú (d=1") fúrócső. A szerszám használatának előnye a függőleges kutakban is világosan látható, de ez az előny még fokozottabban jelentkezik 20°-nál nagyobb ferdeségű kutak esetében, ahol a terhelést a súlyosbítónál jóval hajlékonyabb „Hevi-Wate"-nek kell biztosítani. (A túl hosszú súlyosbító ugyanis a szerszám merevségét károsan növeli, fokozza a megszorulási veszélyt.)

Az előadás következő lényeges témája a súlyosbítóval kapcsolatos kérdések megvitatása volt. A súlyosbító méret- és hosszkalkulációjára bemutatott egy programot, melyben a választott fúróterheléshez néhány súlyosbítókombináció adódott, melyek közül egyéb fúrástechnológiai megoldások révén az optimálist ki lehet választani.

Végezetül ismertette azokat az eredményeket, melyek a különböző szerszámtörések elemzéséből adódtak. Statisztikailag kimutathatónak ítélte meg a tényt, miszerint a fúrórúdban a tool-joint közvetlen közelében (igen kevés esettől eltekintve sohasem a kapcsolóban), míg a súlyosbítók tekintetében magában a kapcsolóban következik be kifáradásos törés. Hangsúlyozta, hogy a forgatva hajlítás következtében periodikusan változó húzó-nyomó igénybevétel lép fel a szélső szálban, melynek következtében alakulnak ki az említett veszélyes zónák. A súlyosbítók esetében az apa- és anyakapcsolókat illetően a menetkifutástól számítva a második, ill. a harmadik menethelyen következnek be a szerszámtörések. Ennek elkerülése érdekében a cég megtervezte az ún. „kiegyensúlyozott kapcsolót", melyben olyan feszültségeloszlások alakulnak ki, hogy a menet a terhelés 40%-át, a vállak pedig a terhelés 60%-át viselik. Geometriailag ez azt jelenti, hogy az anyacsap falvastagsága 2,5-szöröse az apacsap falvastagságának. A fellépő káros igénybevételek tovább mérsékelhetők a keresztmetszet-változások számának és intenzitásának csökkentésével. Befejezésül ismertette a gyártott különleges súlyosbítótípusokat, majd néhány kezelési szabályt említett a súlyosbítókra vonatkozóan.

Az előadássorozatot élénk vita követte, majd a résztvevők hangulatos állófogadásra kaptak meghívást.

Bp., 1978. november hó

Bánhidi István
okl. olajmérnök

A mihályi szénsavüzem története az államosításig (1936—1949)

BENCZE GÉZA

Számos eredeti dokumentum alapján a cikk részletesen ismerteti a mihályi szénsavüzem történetét a Mihályi-1. jelű kúttal feltárt szén-dioxid gáz hasznosítására létesített szénsavüzem kísérleti üzembe helyezésétől, 1936-tól — a már folyamatosan és egyre nagyobb kapacitással termelő üzem államosításáig, 1949-ig.

Természetes szén-dioxid gáz szénsavként történő feldolgozására Magyarországon már a múlt század vége felé történtek sikeres kísérletek. (A továbbiakban a technikai szóhasználatban meghonosodott szénsav kifejezés szerepel a cseppfolyós, ill. a szárazjég, a szilárd szén-dioxid elnevezés helyett.) 1892-től működött az erdélyi Torján az Osztrák—Magyar Monarchia egyetlen ilyen jellegű gyára, amely Apor Károly báró tulajdonában volt [1]. A gyár a Torjai-büdösbarlangból másfél kilométeres ólomcső-vezetéken szállított 95%-os szén-dioxid gázból állított elő tisztítás után palackokba sűrített szénsavat. Ehhez hasonló üzemek működtek már korábban Németországban a Rajna völgyében [2], s minden bizonnyal ezek tapasztalatai alapján készült el a torjai üzem is.

A szikvízgyártás mellett a szén-dioxidból előállított szárazjeget hűtési céllal századunk 20-as éveitől kezdték el nagyobb mértékben használni. Különösen az élelmiszer- és a cukrászati ipar jelentkezett nagyobb és egyre növekvő igénnyel.

Hazánkban mélyfúrással először a 30-as években, szénhidrogén-kutatás közben tártak fel jelentős mennyiségű szén-dioxid gázt.

*

Az 1911 óta állami monopóliummá nyilvánított földgázkutatási jogot a Dunántúl egész területére, ötévi időtartamra 1933-ban a m. kir. pénzügyminiszter az *European Gas and Electric Company*-ra (EUROGASCO) ruházta. A megkötött *Egyezmény*ben és *Szerződés*ben foglaltak értelmében az EUROGASCO-nak legalább három kutatófúrást kellett lemélyítenie meghatározott területeken [3].

A geológiai és geofizikai felvételezési munkálatok megkezdése után a társaság a munka operatívabb irányítására Bécsből Budapestre helyezte át székhelyét, miközben pénzügyileg egyre inkább az amerikai mammutvállalat, a Standard Oil Co. of New Jersey befolyása alá került.

A Dunántúl geológiailag az ország egyik legfeltártabb, legismertebb területe volt, s Zalában már folytak is 1921—1923 között olajkutatási kísérletek [4]. A Hungarian Oil Syndicate Ltd. sikertelen, de jelentős műszaki teljesítményt eredményező fúrási tevékenysége előzte meg közvetlenül az EUROGASCO dunántúli tevékenységét.

Az előzetes, minden részletre kiterjedő geológiai és geofizikai vizsgálatok eredményeképpen került sor a társaság első fúrási pontjának kijelölésére a Sopron megyei Mihályi község határában. Telepítésének helyét meghatározták a kedvező mérési eredmények, de számításba jött az Egyezmény és Szerződés előírása és nem utolsósorban az a tény, hogy Mihályi nagyvárosok közelségében alkalmas hely lett volna — siker esetén — a gáz értékesítésére. A fúrás 1935. február 20-án kezdődött és 1935. július 26-án fejeződött be 1603,6 m mélységben. A munkálatok során többször észleltek gáznyomokat, de csak a fúrás befejezésével, július 23-án dugattyúzás után kezdett kiáramlani a gáz. A nem égő gáz döntő részben (95—96%-ban) szén-dioxidból és kevés, kitermelésre alkalmatlan mennyiségű olajból állt. A gáz- és olajminták elemzése, ill. a velük végzett kísérletek során megállapították, hogy a nyersgáz-elegyből az olaj kis mennyiségű aktív szénnel leválasztható és így tiszta szénsav állítható elő belőle (Magyar Olajipari Múzeum Archívuma, a továbbiakban: A. — Papp S. iratai. 16. d.).

A mihályi fúrás elkészülte után a vállalat a Somogy megyei Görgetegen, majd Inkén végzett fúrásai után kezdődtek meg 1936 nyarán Zalában az első budafapusztai fúrás munkálatai. Ezzel egyidőben a *Mihályi-1. jelű* kúton megkezdődtek a gáz gazdasági felhasználhatóságának megállapítására irányuló kísérletek. Néhány lelkes szakember csekély anyagi eszközökkel ekkortól kísérelte meg a hazai természetes szén-dioxid-előfordulás felhasználását. A több-kevesebb sikerrel végrehajtott vállalkozás ekkor még csak a nagy mennyiségű, különböző célú felhasználás távoli lehetőségeinek nyitott kapukat, de lerakta az alapjait egy új, sajátos szénhidrogén-felhasználó ágazatnak.

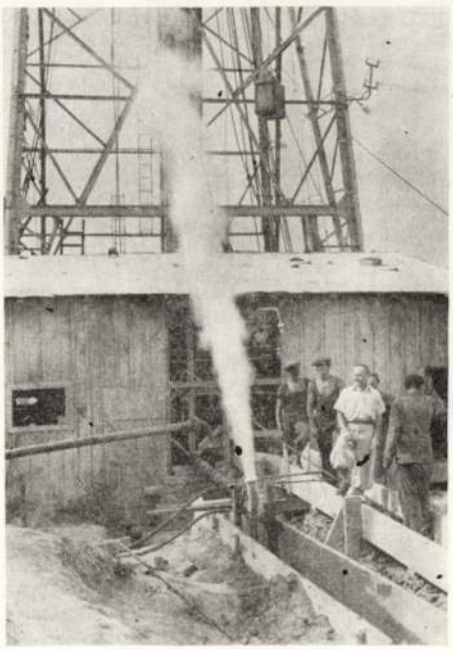
—

A kutat 1936. augusztus 14-én nyitották meg először, majd a többszöri gáztermeltetési időszak alatt kísérlet folyt a gázzal együtt termelt víz, iszap és homok, ill. olaj leválasztására. Október és december közötti zárva tartás ideje alatt két db 10″-es béléscsőből készült homokleválasztó szeparátort szereltek fel, majd az ezzel tisztított gázról december elejétől aktív szénnel próbálták leválasztani az olajat. *1936. december végén sikerült a még nem kész kísérleti berendezésen szárazjeget előállítani,* amely azonban az aktívszenes tisztítás tökéletlensége következtében a gázban maradt benzinelegyrészek miatt erősen benzinszagú maradt. (A. — EUROGASCO Weekly New Letters 1936—37.)

A mihályi gázkút mellett ez időben már kezdtek kibontakozni a leendő üzem körvonalai, annak ellenére, hogy a vállalat ekkor még nem tulajdonított a gáz értékesítésének komolyabb jelentőséget. Ténylegesen a koncesszió nem emlékezett meg az éghetetlen CO_2 gázról, de biztosítékképpen megvásárolták a kút körüli egy holdnyi területet, és így már a földtulajdonos jogán rendelkezhettek a rajta álló kúttal [5]. A telep vezetője először *Remenyik Lajos*, majd *Benedek Ferenc* bányamérnök volt, a még túlnyomórészt szerelési-építési munkákat pedig állandó és időszakos munkásokkal végeztették.

A kísérleti berendezés alkatrészeinek, szerelvényeinek beszerzéséhez csak 1937. április 3.—június 19. között 6240,— P összeget fordított az EUROGASCO. Ebben már benne volt a beszerzett hidraulikus prés és a kétcellás 200×200 mm belső méretű jégprés ára is, amellyel a majdan termelendő szénsavhavat szándékoztak tömbökbe sajtolni. (A. — Gyulay-iratok. VIII. 4.) Az üzemi épületként szolgáló féltetős faépítmény szállítási és építési munkáit kapuvári iparos végezte, míg a beszerzett anyagok felszerelését már az üzem saját munkásaival végeztette.

Az EUROGASCO különlegesnek ígérkező vállalkozása feltűnést keltett, s az üzem felszerelési és építési munkálatai során még áprilisban számos külföldi szakember tanulmányozta a felállítandó szárazjéggyár terveit, amelyet kisebb módosításokkal



1. ábra
A Mihályi-1. jelű fúrás a CO_2 gáz első megjelenésekor, 1935. júl. 23-án (a fehér ingben Gyulay Zoltán)

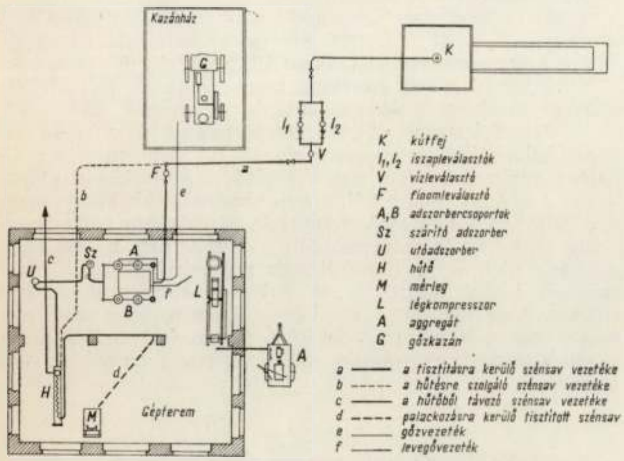
2. ábra
A mihályi üzem 1937 nyarán

az üzembe helyezéshez megfelelőnek is találtak. *A kísérleti üzem 1937. április közepére történt befejezése után közel egyhónapos üzembe helyezési munkálat után indulhatott meg a próbagyártás, majd május utolsó hetében a rendszeresnek ígérkező szárazjégtermelés.* Ennek sikerét elősegítette, hogy már a termelés megindulásakor jelentős nagyságú szállításra sikerült ideiglenes egyezményt kötniök a *„Hungaria" Containerforgalmi és Hűtőipari Rt*-gal. (Az 1937 márciusában alakult vállalkozás a Hangya Termelő-, Értékesítő-, és Fogyasztási Szövetkezet érdekkörébe tartozott, vasúti hűtő-szállítótartályok, hűtőberendezések gyártásával, forgalmazásával és bérbeadásával foglalkozott.) Már a májusi budapesti vásáron három szárazjéggel megtöltött konténert mutattak be, amelyektől az Angliába irányuló mezőgazdasági termékszállítások sikeres lebonyolítását várták.

Június első hetének termelése még csupán a konténerek kipróbálását célozta, de egy hónap múltán már elérték a heti 3000 kg-os termelést, öt hét alatt 11 tonna termelést produkálva. (A. — EUROGASCO Weekly News Letters 1936—37.) A Hungaria viszont jelentős gondokkal küszködött eléggé ki nem próbált konténerei tökéletlensége miatt, és nem bírta fokozni szárazjégigényét, noha az üzem előirányzott termelése — és tervezett eladása — 450 kg/nap körül mozgott, amit a szállítóvállalat eredeti igénye szerint napi 1000 kg fölé szándékoztak emelni, az üzemi munka növekvő tapasztalatai és a berendezés állandó tökéletesítése eredményeképpen.

A szárazjég előállítási módja leegyszerűsítve a következőképpen ment végbe: a kútból nagy nyomáson (33 °C mellett átlagban 80 bar) kiáramló és tisztítóberendezésen keresztülvezetett szén-dioxid gáz szűk nyílású fúvókán át a levegőre jutva, expanziója következtében lehűl, és −79 °C hőmérsékletű szénsavhóvá válik, amelyet hidraulikus sajtókban szilárd szénsavvá (szárazjéggé) tömörítenek.

A telep elrendezési vázlatán a gázáram útja végigkövethető a kúttól (az elrendezési rajz ugyan 1947-ben készült, azonban az üzem technológiai menetében és elrendezésében jelentős változás nem történt). A kutat elzáró tolózár-szerkezetből a nyers-



3. ábra
A mihályi szárazjég-üzem elrendezési vázlata

gáz 4″-es nagynyomású vezetéken áramlott, amelyet a tisztítóberendezések előtt 2″-esre szűkítettek le. A gáztisztítási folyamat két fázisban történt. Az elsőben a durva, mechanikai tisztítás ment végbe, amelynek során a kiáramló gáz által magával ragadott iszap és homok vált le. Erre a célra két párhuzamosan kapcsolt iszapleválasztó és az utánuk következő vízleválasztó berendezés szolgált. A mechanikai tisztítás után az 1″-esre szűkített vezeték két ½″-es ágra bomlik, amelyek közül az egyik a megtisztított nyersgázt a hűtőkondenzátorhoz, míg a másik a tisztított gázt a finomtisztítóhoz vezette.

A gáz először egy finomleválasztón keresztül haladva szabadult meg a még benne levő folyadékcseppektől, s innen került tovább a finomtisztítóba, az üzem legfontosabb és egyben legproblémásabb részébe. Ez lényegében két párhuzamosan kapcsolt és az üzemmenetnek megfelelően váltakozva üzemben tartott adszorbercsoportból és utóadszorberből állt, amelyeken keresztülhaladva szabadult meg a gáz az utolsó légnemű szennyező anyagaitól is. A két adszorbercsoport (az elrendezési vázlaton A és B betűkkel jelölve) a következő sorba kötött egységekből állt: egy kisebb, szilikagéllel töltött előadszorber, két aktív szénnel töltött főadszorber. Ez utóbbiak 3 m magas, 7″ külső átmérőjű, nagynyomású csőből készült edények, amelyeket 25 m vastag vaslemez köpeny vesz körül. A köpenybe gáz vagy nyers szénsavgáz vezethető az adszorberek melegítésére, ill. hűtésére; ennek célja a legjobb adszorbciófokot biztosító +33 °C-os hőmérséklet tartása. A két sor felváltva — telítés vagy regenerálás alatt — üzemelt.

Egy töltet aktív szén (kb. 120 kg) a tapasztalatok alapján kb. 1 óra folyamatos üzemmenetet tett lehetővé. Telítődése utáni regenerálásához az adszorbert — a köpenyébe vezetett gőzzel — felmelegítették, majd a rajta keresztül vezetett gőzzel mosatták át a szenet. A szennyeződés eltávolítása utána gőzölt szenet 5 bar nyomású meleg levegővel szárították ki, majd köpenyébe vezetett nyers szénsavgázzal a 33 °C-os üzemi hőmérsékletre hűtötték.

Az így tisztított gáz klórkalciummal töltött szárítón, (ennek töltetét — kb. 12 kg — három műszakonként cserélték), majd utóadszorberen haladt át és azt két egymás alá helyezett, sorba kapcsolt kondenzátorba vezették. Ezek köpenyében ellentétes irányban a vízleválasztás után egyik ágon elvezetett, a hűtést szolgáló nyers szénsavgáz áramlott. A kondenzátorokban a tiszta szénsavgáz kb. −15 °C-ra lehűlve cseppfolyósodott. Innen a szénsavat 1 mm átmérőjű fúvókán át a szabad levegőn expandáltatták −73 °C-os szénsavhóvá, és a fúvókák alá helyezett bádogtartályokban gyűjtötték össze. (A. — Gyulay-iratok. X. 5.)

Az összegyűjtött szénsavhavat hidraulikus sajtókkal 1,5—1,6 kg/dm³ fajsúlyú tömbökbe sajtolták. A négycellás prés mellett egy fele kapacitású tartalékpréssel is rendelkeztek, mivel a rendkívül hideg szárazjég és a nagy nyomáson történt préselés gyakorta a cellák törését okozta. A kész, 20×20×60 cm-es, 36—38 kg-os jégtömböket csomagolópapírba csomagolva, faforgáccsal töltött, 85×65×45 cm-es belső méretű vasúti ládákban helyezték el, ládánként négy darabot, és így szállították a rendeltetési helyére — többnyire a Hungaria részére Kapuvárra.

A telep működésének kezdeti időszakában az alábbi gépegységek szolgálták a termelést (ez az üzem bővítéséig lényegében változatlan maradt): 1 db Hofherr—Schrantz gyártmányú, fekvőhengeres lokomobilkazán, 12 m² tűzfelülettel, 9 bar üzemi nyomással; 1 db Dávid és Kertész gyártmányú, állóhengeres, kisipari gőzkazán 3,8 m² tűzfelülettel, 7 bar üzemnyomással; 1 db Ganz háromfázisú elektromotor, amely Mihályiból kapta az áramot és előttéttengellyel hajtotta a kompresszort és a présszivattyút; 1 db turbókompresszor 20 m³/óra teljesítménnyel; 1 db présszivattyú 1,1—2,2 l/perc teljesítménnyel; 1 db négycellás hidraulikus sajtó 500 mm présasztal-emelkedéssel, 300 bar max. nyomásra; 1 db kétcellás hidraulikus sajtó 400 mm emelkedéssel, 300 bar nyomásra.

A gépek ekkor még a már említett deszkafészerben álltak, a tisztítóberendezéseket és az adszorbereket a szabadban helyezték el. A folyamatos működés állandó személyzetet igényelt, amely a kezdő — 1937. — évben üzemvezető mérnökből, teljes üzemnél három művezetőből és a szükséglet szerint 12—15 segédmunkásból állt.

*

1937-ben eléggé ingadozó teljesítménnyel működött az üzem, elsősorban a szárazjeget átvevő társaság váltakozó nagyságú igénye következtében. Az éves eladás 25 000 kg mennyiség körül mozgott, ami majdnem megfelelt az éves 25 360 kg-os termelésnek. Az élelmiszeripari export mellett keresték a felhasználás más módjait is, mivel a vegyi elemzések alapján sikerült jó minő-

ségű szódavizet előállítaniok. Továbbra is probléma volt azonban a szárazjégben levő, 0,001%-ot kitevő szénhidrogénnyom (propán- és butánpárlat). Ennek ellenére sikeresnek volt mondható az első évi termelés, mivel a Mihályiból származó szárazjéggel jegelt angliai mezőgazdasági termékszállítások esetében egyszerűsödött a szállítás módja. Az élénk érdeklődéssel kísért zöldség- és gyümölcsszállítások a kezdeti időszakban nem voltak egyértelműen sikeresnek mondhatók a hűtés technológiájának kidolgozatlansága miatt. Az e téren jelentkező problémák (túlhűtés, a szagtalanítás megoldatlansága) mellett az egyéb szállítási gondokkal is küszködő Hungaria az 1938. évre igényelt 70 tonna szárazjégnek csupán a felét tudta átvenni. Az év eleje óta kényszerszünetekkel termelő üzem végül is már április közepén, a gyümölcsszezon kezdete előtt beszüntette a szárazjég gyártását.

*

Időközben az anyavállalat, az EUROGASCO tevékenységi területe már az ország délnyugati sarkába, Zala megyébe helyeződött át. 1938 nyarára már termeltek a *Budapuszta-1-2-3.* jelű olajtermelő kutak és megindult az intenzív fúrási, és termelési tevékenység. A vállalat élt azzal — az Egyezményben meghatározott — jogával, hogy pótszerződést kössön további tevékenysége biztosítására a magyar állammal. Ennek nyomán alakult meg — most már szinte kizárólag Standard-tőkével — a magyar társaság, amelyet 1938. július 18-án *Magyar—Amerikai Olajipari Részvénytársaság* (közkeletű rövidítéssel: MAORT) néven jegyeztek be a budapesti cégbíróságnál [3].

A növekvő kutatási és termelési tevékenység következtében a vállalat nem fordított különösebb gondot a mihályi üzemre. Egyedül az eladásokat szorgalmazták, remélve az üzembe fektetett pénzek maradéktalan visszanyerését. A Hungaria szárazjégvásárlási törekvését támogatták s örömmel fogadták, hogy 1939 elején annak üzletkörét a Hangya, az igen jelentős állami támogatást élvező szövetkezet vette át. A Hangya rögtön nagyobb igényekkel jelentkezett, és a korábbiakat jóval meghaladó — 90 tonnás — szárazjég-mennyiség átvételére kötött megállapodást. Kilogrammonként 30 filléres áron vette át a szárazjeget, s szállította Hegyeshalomra, nyugati mezőgazdasági exportárúja hűtésére.

A május végén indult szezon közepén a szövetkezet — fokozódó szállításai lebonyolítására — felvetette az üzem bővítését, s ígéretet tett a napi 3—4 tonna szárazjég átvételére. A bővítésre ekkor azonban még nem került sor, de a kapacitás jobb kihasználásával június közepén majdnem heti 12 tonnás eladást tudtak biztosítani.

A második világháború kitörését követően leállt az üzem, mivel legnagyobb vevője politikai nehézségekre hivatkozva nem igényelt több jeget.

1940-ben ismét szerződést kötöttek a Hangyával az előző évihez hasonló nagyságú szállításra, de most már a MAORT — bízva az üzem zökkenőmentes üzemelésében —, kártérítési igénnyel lépett fel arra az esetre, ha a Hangya az előző évihez hasonlóan, bármilyen okra hivatkozva felmondaná a szerződést. Az előrelátás most hasznára lett a vállalatnak, mivel vevője végül is csak 7422 kg jeget vett át, és így kártérítést fizetett az át nem vett mennyiség után.

A termelés tulajdonképpen csak a gyümölcsszezonban volt jelentősebb, az év nagyobbik részében az üzem zárva volt. Az itt gyártott szárazjéghez kg-onként kb. 40—50 m³ gázra volt szükség, amelynek jó része (98% körüli arányban) a tisztított gáz hűtésére szolgált. A kezdettől 1941-ig az alábbi termelési, gázfogyasztási és értékesítési mennyiségeket produkálta az üzem. (A. — Gyulay-iratok. XXX. 1.):

Év	Szárazjég, kg	Felhasznált gáz, m³	Bevétel, P
1937	25 360	722 760	7 608
1938	14 408	410 628	4 322
1939	87 377	2 490 000	25 339
1940	7 422	211 527	2 152
1941	61 476	1 752 066	24 590
	196 043	5 587 226	64 012

Az üzem a termelési időszakban zömmel három műszakban dolgozott. A gyártásnál a telepvezetőn — *Homolács Péter* művezető — és a telepőrön kívül sok esetben öt segédmunkást is foglalkoztattak. Egy 8 órás műszak alatt 16 db 40 kg-os jégtömböt bírtak előállítani, és így csak három műszak beállításával érték el az 1000 kg feletti napi termelést. A termelést lassította, hogy 120 q szárazjég előállítása után az aktív szenet cserélni kellett az adszorberekben.

1 kg szárazjég legyártásához az anyagfogyasztás a következőképpen alakult:

gáz — produktív (termelésre)	1723 m³
gáz — improduktív (hűtésre)	29,723 m³
aktív szén	0,0078 kg
klórkalcium	0,0037 kg
kazánszén	0,286 kg
villanyáram	0,02 kW

Emellett még beszámítható a csomagolópapír ára, gépkenőolajok és kisebb anyagbeszerzések, s így végül is az éves tiszta haszon alig érte el az összbevétel 10—15%-át annak ellenére, hogy a gáz ára ezek között nem szerepel.

A MAORT fontolóra vette a Hangya többszöri üzembővítési javaslatát, s amellett, hogy a következő 1941. évi termelést is kivihetőnek és hasznot hajtónak találta, elrendelte a bővítés kérdésének megvizsgálását. A jelentésben a szárazjéggyárat még mindig kezdeti stádiumban levő kísérleti üzemnek minősítették, és ebből, valamint a kereslet csökkenéséből arra a megállapításra jutottak, hogy az üzem teljes átépítését jelentő modernizálásnak nincsen alapja. Javításokra természetesen mód nyílik, sőt szükséges is a tökéletes szagtalanítás elérése érdekében. A kísérletek további folytatását találták szükségesnek, amelyek során javítani kell az aktív szén regenerálási módján, ill. kísérletezni a szárításhoz felhasználható szilikagéllel. A szagtalanítás (tisztítás) volt az üzem bővítésének, és egyáltalán jövőjének kulcsa, mivel ennek tökéletlensége folytán a mihályi szárazjég nem törhetett be a Szénsavértékesítő Rt. mögött kialakult, ún. *szénsavkartell* piacára, s így a hazai természetes szén-dioxid felhasználásának jelentékenyebb emelkedését sem érhették el.

Vevőpartnerként jelentkezett a Hangya mellett 1942-ben az IBUSZ, de mivel a fő vevő a szerződésben kért 90 tonna szárazjégről már a termelés megindítása előtt lemondott, a vállalat 1942-re — más gazdaságossági és munkaerőgondokat is mérlegelve —, nem helyezte üzembe a jéggyárat. Ennek ellenére az üzem tökéletesítését szükségesnek találták, és még ebben az évben elkészítették a MAORT kerettyei javítóműhelyében az új hűtőberendezést, amellyel a hűtésre felhasznált nyersgáz mennyiségét jelentős arányban szándékoztak csökkenteni a korábbiakhoz képest. A következő évben elkészült a fejlesztés keretén belül az üzem első szilárd téglaépülete, amely a termelőberendezések fölé került, felváltva a korábbi faépületet, de továbbra is kívül maradt a kazán, a szeparátorok, valamint maga a termelő kút.

A beruházások ellenére a vállalat nem tartotta — elsősorban vevő hiányában — hasznot hajtónak a gyár üzemeltetését, s azt az 1941. évi üzemleállás után 1942—1944 között zárva tartotta.

A második világháborút épségben vészelte át az üzem, s néhány héttel a felszabadulást követően a három évi szünet után újból megnyitották, kísérleti üzemmenettel. A kapuvári szovjet parancsnokság rendelte el a mihályi üzem kinyitását és vett is át kisebb mennyiségű szárazjeget. Legnagyobb vevője a 2. honvéd gyalogezred volt, mellette már csak néhány polgári vevő szerepelt kisebb tétellel.

A háború évei alatt kibővített üzemben július elejétől heti egynapi termeléssel — szerdai napon, egy műszakban 4—5 fővel —, a hagyományos szárazjeget állították elő. A szárazjeget a honvédséggel húsra cserélték, hogy az akkor Répcelakon dolgozó fúróberendezés személyzetét elláthassák élelemmel. (A. — Papp S. iratai. 44. d.). A szárazjég piaca a háború előttihez képest minimálisra csökkent; megszűnt az élelmiszerexport, a háború során eltűntek a speciális hűtővagonok. Ekkor jelentkeztek a MAORT-nál a háborúban viszonylag kis kárt szenvedett szikvizes kisiparosok a szódavíz gyártásához nélkülözhetetlen szénsavért, s megkezdődött — ekkor még a szárazjéggyártás mellett — az üzemnél saját palackkal jelentkező és a szállítást maguk végző vevők palackos szénsavval történő ellátása. A vállalat, látva az új és az üzem további termelését hosszú távon is biztosító lehetőséget, azonnal szorgalmazni kezdte a szódavíz gyártásához szükséges szénsavtermelésre való áttérést.

*

A századfordulót követő években sorra alakultak a szénsavgyártásra berendezkedett, vagy azt mellékesen is gyártó gyárak, s a négy legkorábbi és legjelentősebb üzem, az Egyesült Gép- és

Fémárugyárak Rt. (1896-ban alapították), a Favorit Szénsavgyár Rt. (1900), a Budapesti Szénsavgyár Rt. (1910) és a Dr. Wágner Jenő és Emil Szénsav- és Oxigéngyár Rt. (1912) már 1916-ban értékesítési és szállítási kartellba tömörült, létrehozva a Magyar Szénsavértékesítő Rt.-ot [6]. Mind a kartellba tömörült gyárak, mind a többi kisebb kapacitású üzem szénsavgyártási technológiája azonos volt: koksz elégetésével állították elő a szénsavat, minden termelt 1 kg szénsavhoz 2 kg kokszot felhasználva. Az ország jelentős energiahiánya és a nehezen importálható koksz fontos szerepet játszott a szénsavgyárak későbbi leállításában.

A MAORT mihályi üzeme a fokozódó szénsavtermelésre alapozva, a kartell dunántúli vevőkörét, elsősorban a szikvízgyártókat igyekezett elhódítani. A vállalat szénsavpalackokkal nem rendelkezett, és így a vevők által szállított palackokat töltötték meg az üzemben. Az üzem átállítása az új termékre gyorsan és egyszerűen ment végbe; egy töltőcsőnek és töltőcsonknak a kondenzátorra szerelésével: a kondenzátorból jövő szénsavgázt nem expandáltatták a levegőn hóvá, hanem a töltőcsövön keresztül közvetlenül a palackba töltötték. Változatlanul hagyták a korábbi tisztítóberendezés-sort, egyedül a hűtőberendezésen változtattak, biztonsági szelepek beiktatásával. Így a szükségnek megfelelően szakították meg a hűtőgáz állandó áramlását, a hűtőben keletkező szénsavhó erősebb mérvű, dugulást okozó képződésének elkerülése érdekében.

Amíg az 1945 júniusában megindult termelés a napi 700 kg-os mennyiséget nem lépte túl, a heti egynapos üzemmenet volt általános, csak a későbbi növekvő igényeknek megfelelően tértek át a heti ötnapos munkahétre. A gáz az üzemmenet előtti mennyiségben állt rendelkezésükre, a korábbihoz hasonló üzemi nyomással (70—72 bar).

A szénsavtermelés — akárcsak korábban a szárazjégé —, a tisztítóberendezés kapacitásától függött, mivel az egyik sor tisztítása idején a másik sor az aktív szenet regenerálta. Óránként 100 kg körüli szénsav termelésével szemben a regenerálás — az adszorber falának hűtésével együtt kb. 1 óra 40 percig tartott, s így kb. félórás termelési szünetet okozott az egyes termelés—töltési fázisok között. Napi egyműszakos termelésnél ez kb. 2 órás (200 kg szénsavnak megfelelő) kényszerszünetet jelentett.

Az akkori kettős tisztítóberendezés (A és B betűvel jelölve) termelési és regenerálási időciklusa egy műszakra számítva a következőképpen adódott — 1 óra időtartamot számítva a kb. 100 kg termelhető szénsav töltésére, a regenerálásnál berendezésenként 1 órát számítva az adszorberekben az aktív szén forró gőzzel való átmosására, ½ órát a forrólevegős szárítására, 0 órából kiindulva —.

Kezdés	Termelés	Idő, óra	Mosás	Szárítás, óra
1. A=0	+ 1	= 1	+ 1	+ ½ = 2½
B=1	+ 1	= 2	+ 1	+ ½ = 3½
2. A=2½	+ 1	= 3½	+ 1	+ ½ = 5
B=3½	+ 1	= 4½	+ 1	+ ½ = 6
3. A=5	+ 1	= 6	+ 1	+ ½ = 7½
B=6	+ 1	= 7	+ 1	+ ½ = 8½
4. A=7½	+ 1	= 8½	+ 1	+ ½ = 10
B=8½	+ 1	= 9½	+ 1	+ ½ = 11

Tehát a 8 órás termelést csak 10 vagy 11 órás nyújtott műszakkal lehetett elérni. Így az 1946. évi nagyobb termelés és a még emelkedőben levő igények mellett egy újabb tisztítóberendezés felszerelése vált időszerűvé, amellyel elérhették volna az üzemben a folyamatos termelést. Az üzem kapacitásának kibővítésére ekkor még nem került sor, csupán az értékesítés biztosabb lebonyolításához és a növekvő raktári készletek számára 1946 őszén a telep területén iroda és 20 m², alapterületű raktár építését kezdték meg. (A. — Papp S. iratai. 46. d.).

*

A szódavízgyártásra szolgáló szénsavtermelés a kezdettől fogva meglehetősen egyenletesen alakult, természetesen némiképpen idomulva a kereslet, ill. az eladás kezdetben akadozó, egyenetlen voltához. Ebben jelentősebb változás csak akkor állt be, amikor a MAORT szorgalmazni és megvalósítani kezdte saját palackállományának az üzleti érdek diktálta gyors növelését. Az eladás mindenkor kb. 10—20%-kal a termelt szénsav mennyisége alatt maradt, leszámítva a töltési, tisztátlansági stb. veszteséget, a belső felhasználást. Jól mutatja ezt az, hogy az 1945. évi 13 021 kg mennyiségű termelésből 10 500 kg palackozott szénsav került eladásra. A kezdő év még bizonytalan és kis volumenű termelése után a következő évek jelentős emelkedést hoztak. 1946-ban egyedül a május havi termelés már felülmúlta az egész előző évit, és ebben az egyetlen hónapban már közel 11 000 kg-ot adtak el.

A kezdeti időben a vállalat csak hozott palackokba töltötte a szénsavat, és ezek zömmel a szénsavkartell tulajdonát képezték, s a mihályi üzem forgalmának növekedésekor igyekeztek ezeket elvonni a nyugat-dunántúli vevőktől. Az országban forgalomban levő egyéb palackokból igyekezett a vállalat minél többet megszerezni, a forgalom és az eladás növekedésével egy időben. A palackok zöme (közel 70%-a) 10 kg-os töltési súlyú volt, mivel viszonylag gyors ürülésükkel a forgalom gazdaságosabban volt irányítható. A gyakorlat azt mutatta, hogy egy palack (kis vevőnél 10 kg-os, nagy vevőnél 20 kg-os) egy évben nyolcszor fordulhatott meg a töltőhely és a felhasználó között.

Kezdetben palackállományát a MAORT részben gyűjtés, részben pedig — petróleumért — csere útján szerezte be, és 1946 nyarán már 128 db 30 és 40 kg-os palack volt birtokában, ami egy alkalommal közel 4000 kg-os töltési súlyt jelentett. A palackok eredeti feliratát törölték, és a szürkére festett nyakrészre került piros, kék, fehér színnel az ismert vállalati embléma, *„MAORT szénsav"* felirattal.

A saját palackállomány még így is szinte jelentéktelen volta hátrányos volt a folytonos üzemmenetre, hasonlóan a hátrányos földrajzi elhelyezkedésből adódó szállítási problémákhoz. E hátrányok tompítása és a piaci pozíciók bővítése érdekében fokozottabb gondot fordítottak a szénsav mind tökéletesebb szagtalanítására, s ennek megnyugtatóbb megoldása után a legjelentősebb vevőkör, a szikvízgyártó kisiparosok és üzemek felé közeledtek. A szikvíziparosok több mint felét tömörítő Szikvíziparosok Országos Ipartársulatán keresztül kezdték meg a nagy budapesti fogyasztók kiszolgálását, s az 1945 őszi néhány vevőből 1946 márciusában 150, augusztusában pedig már 230 vevője volt a MAORT-szénsavnak. Az Ipartársulatban tömörült szikvíziparosok kb. 25%-át látták el palackos szénsavval, és ez az üzleti konkurrencia a szénsavkartell forgalmát már érzékenyen érintette, különösen Budapesten, ahol a havi 15 000 kg-nyi összforgalom $^1/_3$-át a mihályi üzem szolgáltatta.

A kartell a háborús károk és a palackhiány következtében csak kapacitása felét tudta kihasználni, s 1946 nyarán óránként kb. 500—550 kg szénsavat termelt, 10 működő üzemével. A mihályi üzem ekkor ennek kb. 20%-át szolgáltatta. A kartell üzletmenetében jelentős előny volt, hogy eladásait 12 körzeti lerakattal bonyolította le, előnyét fokozta rugalmasabb üzletvitele is, mivel a termelés, az árukiadás, a számlázás Budapesten történt. A mihályi üzem a postai forgalmat tekintve több napos távolságra volt budapesti központjától, ami főleg az infláció idején jelentős veszteségeket okozott. Az eladott szénsavra a MAORT nem kért ármegállapítást, hanem a szénsavkartell árait vette alapul. 10 kg szénsav árát egységesen 10 pengőnek véve, ez az infláció alatt a Mihályi—Budapest—Mihályi útvonalú árkorrigálásoknál a késés miatt a kartell árai alatt maradt. A forint-árra történt átállásig a pénz rohamos elértéktelenedése következtében igen gyors volt az áremelkedés, amelynek bizonytalansága miatt végül is július végén a termelést a forint megjelenéséig leállították.

Az augusztusi új árakon történt eladásoknál 3,65 Ft/kg adódott, és a termelés a nagy haszonkulcs következtében rendkívül rentábilis volt. Az 1947. évi hivatalos ármegállapítás 4,064 Ft/kg árat szabott meg, 12 fillérrel magasabbat a kartell árainál. A termelés fokozódó növekedésének, a piaci expanziónak tudható be, hogy korábban a kartellhez tartozó üzemek közül elsőnek a szikvízzel ugyancsak mellékesen foglalkozó Dreher Sörgyár kötött márciustól szeptemberig napi 500, a fennmaradó hónapokban napi 300 kg szénsav átvételére szerződést. A Szénsav Értékesítő Rt. hasonló nagyságú szállításról érdeklődött a MAORT-nál. A kartell közeledése a MAORT üzemének üzleti sikerét is jelezte, s tartottak további piaci előretörésétől, még ha a mihályi üzem elsősorban „csak" a Dunántúl és részben Budapest ellátására törekedett is.

Az üzem életében 1947 volt a nagy változás éve, amikor lényegében az igényeknek megfelelően egész évben folyamatosan termelt. Óránkénti optimális szénsavtermelése 5—7 fős dolgozó létszámmal egy műszakban, majd május 2-től nyújtott (12 órás) és május 17-től az év végéig három műszakkal naponta 2000 kg körül mozgott. Ezzel a termeléssel az adott berendezés teljesítménye szinte már nem volt tovább növelhető. Az országos igény mind jelentősebb kielégítése (a kartellnak ekkor már csak három működő gyára volt), de főként a szinte korlátlan eladási lehető-

ségek hatására — még a környező államokba irányuló export lehetősége is számításba került [7] — 1947 nyarán már küszöbön volt a lényegében havi 40 tonnás kapacitású üzem kibővítése. Kezdetben egy azonos szerkezeti felépítésű, de az eredeti kapacitás kétszeresét kitevő új üzemrész építésének lehetőségével is számoltak, de végül is a meglevő üzemet bővítették ki havi 80 tonnás termelésre. A bővítési, építési munkák az 1948-as esztendőn áthúzódtak, elsősorban az üzembe helyezési munkálatok elhúzódása következtében. 1948. október végére rendezkedtek be az új berendezésen való töltésre. *A bővítés kapcsán vetődött fel az üzemnek Répcelakra, a vasút mellé történő áttelepítése, a növekvő szállítási gondok megoldása érdekében.* A hazai szénsavgyárak leállítása után várhatóan bekövetkező monopolhelyzet eshetőségeire számolva felvetődött egy újabb bővítés lehetősége is.

1948 augusztusától az üzem szorgalmazni kezdte a szárazjégnek a kapacitásbővüléssel újra adódó termelési lehetőségét, és a régi termékből már ez évben 4 tonnát gyártottak is. Hasonlóan ebben az esztendőben kezdték először kísérleti jelleggel, majd szeptembertől eladásra is termelni a gyógyászati célokra szolgáló szénsavhavat. Dr. *Schwartz Pál* mihályi körorvos kísérletei alapján [8] — melyről a Rheuma fürdőorvosi és fizikotherápiás szakcsoport tudományos ülésszakán beszámolt —, szállítottak különböző gyógyintézeteknek szénsavhavat, 1948-ban 1500 kg mennyiségben. Maga a MAORT is felvetette egy 15 ágyas gyógyintézmény felállítását a bányász szakszervezettel együttesen, azonban az üzemi bizottság a tervet levette a napirendről.

A termelés nagyarányú bővítése — amely tovább folytatódott az 1949-ben megkezdett új párhuzamos szűrősor felállításával — az első félévben 1000 tonna feletti termelést eredményezett, amely több mint ötszöröse volt az elmúlt évinek [9], és jelentősen felülmúlt minden előirányzatot is. Az üzem bővítésével párhuzamosan nőtt a munkáslétszám, s választhattak 1949 áprilisában először önálló üzemi bizottságot. *Ekkor már a szénsavgyárak leállítása következtében a mihályi szénsavgyár fedezte az egész ország szénsavszükségletét.* Az üzemben a teljes kapacitás kihasználásával, minden korábbi termelt mennyiséget felülmúlva 2056 tonna szénsavat (az addigi összes termelés több mint kétszeresét) állítottak elő. (Magyar Vegyészeti Múzeum Adattára, 67. 52. 1. sz.) Az igények fokozottabb kielégítésére, valamint a szénsavgáz teljes szagtalanítására a fejlettebb technológiájú desztillációs tisztítóüzem építését kezdték meg, amelyet 1950-ben állítottak fel, már az államosítás után.

A MAORT-nak 1948 szeptemberében állami kezelésbe történt vételével az üzem helyzete a vállalaton belül változatlan maradt, és 69 fős dolgozói létszámával a vállalat létszámának 2%-át tette ki. A Magyar—Amerikai Olajipari Részvénytársaságnak az államosítással párhuzamosan történt átszervezésével 1949 legvégén a mihályi szénsavüzemet a Dunántúli Ásványolaj Központ felügyelete alá helyezték, és alapították meg önálló vállalatként a *Szénsavtermelő Nemzeti Vállalat*-ot, Mihályi székhellyel, természetes szénsav termelésére és értékesítésére.

IRODALOM

[1] *Nuricsán J.:* Folyós szénsav gyártása Torján. Természettudományi Közlöny 283. f. (1893).
[2] Természettudományi Közlöny 343. f. (1898).
[3] *Papp S.:* A Magyar—Amerikai Olajipari Részvénytársaság földiolaj- és földgázkutatásai a Dunántúlon. Bányászati és Kohászati L. *9* (1939).
[4] *Csath B.—Iharos M.:* Az 1921—23-ban lemélyített első budafapusztai mélyfúrás. Kőolaj és Földgáz *1* (1973).
[5] *Papp S.:* A magyarországi kőolaj- és földgázkutatások története az utóbbi 60 év alatt. (Kézirat).
[6] *Kallós J.:* (szerk.): Gazdasági, pénzügyi és tőzsdei kompasz 1941—1942. évre. Bp., 1941.
[7] Magyar Ipar **14** (1947).
[8] *Schwartz P.:* A Mihályi-i szénsav-hó az orvostudomány szolgálatában. Orvosok Lapja *13* (1948).
[9] *Németh A.:* A magyar kőolajbányászat történeti dokumentumgyűjteménye 1919-től 1949-ig. III. k.

KÜLFÖLDI HÍREK

Ausztria tíz éve importál földgázt a Szovjetunióból

Több mint tíz éve, 1968. június 1-én kötötte meg az ÖMV és a Szojuznefteékszport az első gázszállítási szerződést Ausztria részére, amely később közvetve az alapjává vált a további szovjet földgázszállítási szerződéseknek az NSZK-ba, Olaszországba és Franciaországba. Egyúttal lökést adott az egységes európai földgázvezeték-rendszer kiépítéséhez is.

Az osztrák gázgazdálkodás 1960-ban a hazai évi kb. 1,7 milliárd köbméter földgáztermeléssel indult meg, amely az ország nyersenergia-szükségletének kb. 10 százalékát fedezte. A növekedő gázkeresletet tekintetbe véve az ÖMV igyekezett külföldi energiaforrásokat keresni. Így 1967-ben sikerült Csehszlovákiával megállapodást kötni a csehszlovák előfordulásoknak az osztrák elosztóhálózatba való bekötéséről. E megállapodás keretében 1968. május 1-től 1970. december 31-ig kereken 129 millió köbméter földgázt szállítottak Csehszlovákiából Ausztriába. 1968-ban azután megkötötték az első hosszú lejáratú szerződést a Szojuznefteékszport és a ÖMV között, évi 1,5 milliárd köbméter földgáz szállítására Ausztriába, Csehszlovákián keresztül. Két további szállítási szerződés 1974-ben és 1975-ben megemelte a szállítandó mennyiséget 1978-tól évi 2,25 milliárd köbméterre, 1980-tól 2,5 milliárd köbméterre.

Egy, a nyugat-európai importáló konzorcium — Ruhrgas, ÖMV és Gaz de France — és a Szojuzgazékszport között létrejött szerződés szabályozza annak a földgáznak a szállítását, amelyet a konzorcium Iránban vásárolt. Ez a szovjet, majd csehszlovák gázvezetéken át érkezik. Az ezen szerződésből Ausztriát megillető mennyiség évi 1,8 milliárd köbméter. Az 1968. szeptember 1-én — a szerződés megkötése után három hónappal — megkezdett szállítás óta 1978. május 31-ig összesen 16,8 milliárd köbméter szovjet földgázt kapott az osztrák ÖMV. 1980-ban előreláthatólag 4,5 milliárd köbméter földgázt fog évente importálni az ÖMV.

1974-ben az ÖMV által épített Trans-Austria földgázvezeték megnyitásával lehetővé vált a földgázszállítás Olaszországba. Ezen a vezetéken folynak 1976-óta a Franciaországnak szánt földgázmennyiségek is, amelyeket egy olasz-francia cseremegállapodás értelmében a francia piacon értékesítenek. Ez év közepétől kezdve Baumgartentől a TAG vezeték egy szakaszán és egy csatlakozó vezetéken Jugoszláviába is szállítanak földgázt, amelyet jugoszláv vállalatok vásároltak a Szovjetuniótól.

A szovjet földgáznak közvetlenül Franciaországba történő szállítására az ÖMV jelenleg egy vezetékrendszert épít Baumgartentől az osztrák—NSZK határig. Ezt a Nyugat-Ausztria gázvezetéket (WAG) legkésőbb 1980. január elsején üzembe kell állítani.

Europe Oil-Telegram, 16. k. 80. sz. 1978. okt. 16.

Kassai Lajos

Rövid hírek Ausztriából, Hollandiából

Az országban 1977 végén összesen 5160 benzinkút működött, 61-gyel kevesebb, mint az előző évben. A benzinkutak száma Bécsben 570, Salzburgban 352 volt. 1977-ben egy-egy benzinkútnál havi átlagban 48 420 liter benzint értékesítettek.

Shell Erdöl-Informationen 1978. 8. sz.

Bécsben a tervezett 15 év helyett 8 év alatt befejezték a földgázra történő átállást. Ez alatt az idő alatt 764 ezer háztartást és üzemet — összesen másfél millió készüléket állítottak át háztartási gázról földgázra.

Világgazdaság, 1978. 186. sz.

Az osztrák kőolajipar 1977-ben 8665 dolgozót foglalkoztatott: 5500 fizikai munkást és 3115 adminisztratív alkalmazottat.

Erdöl-Dienst 1978. 70. sz.

*

A holland kormány 1978. aug. 25-i határozata szerint Eemshavenben cseppfolyós földgáz fogadására és tárolására telepet építenek. A cseppfolyós földgáz importja Algériából 1984-ben indul meg.

Erdöl-Dienst 1978. 70. sz.

Szegesi K.

HIESZ DÉNES
1913—1978

Hiesz Dénes okl. mérnök, a Vízkutató és Fúró Vállalat volt főmérnöke, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztálya vízfúrási szakcsoportjának 1966-tól 1974-ig elnöke, a *Zsigmondy Béla* Klub elnöke 1978. december 5-én hosszas betegség után elhunyt.

Hiesz Dénes 1913. március 30-án, Budapesten született. Budapesten a József Nádor Műszaki Egyetemen szerzett 1936-ban mérnöki oklevelet. 1938-tól a BSZKRT-nál vasútépítő és pályafenntartó mérnökként teljesített szolgálatot. Az 1940-es évek elején, főállása mellett, tanársegédként is működött a Műszaki Egyetemen a világhírnevet szerzett *Jáky József* professzor mellett. Közvetlenül a felszabadulás után is a BSZKRT-nál dolgozott, és nagy lendülettel vett részt a háborús károk megszüntetésében. 1949-ben a Mélyépítő és Mélyfúró Vállalat (később Mélyfúró Vállalat) megalakulásával a talajmechanikai csoportot, illetve osztályt, majd a Talaj- és Vízkutató Üzemvezetőséget szervezte meg és vezette. 1953-tól a Tokodi Mélyfúró Vállalat Budapesti Üzemvezetőségének az üzemvezetője, 1958-tól 1971. októberig az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat (VIKUV) főmérnöke, majd műszaki tanácsadója lett nyugdíjazásáig.

Hiesz Dénes szerény, de határozott magatartása, közvetlen, demokratikus, baráti kapcsolata beosztottjaival sem maradhat említés nélkül. Kiváló, előrelátó és sikeres szervező volt, akinek alapos műszaki, üzem- és közgazdasági ismeretei voltak. A mélyfúrási iparág hazai kialakításában többször vezető szerepe volt.

Cselekvő része volt a VIKUV szervezetének, profiljának és technológiájának kialakításában. Úttörő munkával vezette be — számos országot megelőzve — a magyar kútfúró ipar jelenleg is jellemző technológiáját, az iszapöblítéses rotari fúrás alkalmazását, és a vízadó szintek mélységbeli elhelyezkedésének megállapítására a geofizikai módszerek — a karotázsvizsgálat — széles körű használatát. A korszerű iszaptechnológia, a hosszú csőrakatú kútkiképzések, a palástcementezés bevezetése, a nagymélységű kútfúrásra (termálvíz-kutatásra) való áttérés, és emellett az egységes vállalati szervezet és szellem kialakítása döntő módon közrejátszott a VIKUV jó gazdasági eredményeinek elérésében. *Hiesz Dénes* működése alatt a VIKUV elnyerte a Minisztertanács és a SZOT Vándorzászlaját, valamint több ízben a Kiváló Vállalat címet.

Hiesz Dénes munkáját elismerték. Elnyerte a Szocialista Munka Érdemérmet, a Vízügy Kiváló Dolgozója (2 ízben), a Szakma Kiváló Dolgozója, a Nehézipar Kiváló Dolgozója, a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója érdemérmeket.

Hiesz Dénes hamvai visszatértek abba a földbe, amelyet kutatott. 1978. december 15-én a Farkasréti temetőben búcsúztunk tőle. A VIKUV és dolgozói, az egyesületünk, a *Zsigmondy Béla* Klub nevében *Budai László* mondott búcsúbeszédet és — a vízbányászok köszöntésével — utolsó jó szerencsét!

Angyalffy György
okl. mérnök

Előadás a metamorf tárolók értelmezéséről

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Mélyfúrási Geofizikai Szakosztálya 1978. november 30-án előadói ülést szervezett, melyen két előadás hangzott el. Az előadók *Markó László* (OGIL) és *Kiss Bertalan* (OKGT—NKFÜ) voltak. Mindkét előadás témája: a komplex litológiájú, metamorf tárolók értelmezése kútgeofizikai adatok alapján.

A feladat, melyet mind a két szerző eltérő módszerekkel oldott meg, újszerű a hazai mélyfúrási geofizikai gyakorlatban. Nehezen azonosítható akár az agyagos—homokkő tárolók, akár a repedezett tárolók értelmezésével, és sajnos a fúrt magokból sem nyerhetünk kielégítő információt. A felsorolt nehézségek ellenére meg kell birkóznunk a feladat megoldásával, mert a jövőben a reménybeli szénhidrogénkészletnek egyre nagyobb hányadát találhatjuk meg a komplex litológiájú metamorf tárolókban.

Komlósi Zsolt
(OGIL)

KÖNYVISMERTETÉS

SZUROVY GÉZA: **Kincs a homok alatt.** Gondolat, Bp., 1978. 393 p.

A Gondolat Könyvkiadó gondozásában a szerző a már korábban megjelent **Iraki tájak, iraki emberek** c. könyvének folytatásaként adta kézre új könyvét.

A könyv nem szakemberek részére készült, de feltétlen indokolt róla megemlékezni lapunkban, hiszen rendkívül színes olvasmányos formában, szinte észrevétlenül csepegteti olvasójába a szakmai ismereteket, kelti fel a szakma iránti érdeklődést és dokumentál maradandóan olyan eseményeket, pillanatokat, amelyek a magyar szakemberek, a magyar olajipar befolyását, ill. szerepét világítják meg a „kincses" arab kőolaj- és földgáziparban.

A szerző 12 évet töltött arab országokban és tevékeny szerepet vállalt az olajmérnökök, geológus- és geofizikusmérnökök oktatásának megszervezésében, amelynek jelentősége az arab olajipar számára felbecsülhetetlen, hiszen ez teszi lehetővé a saját szakember-utánpótlást, és az egyre nagyobb mértékű függetlenné válást.

A könyvben megismerkedhetünk a Perzsa- (Arab-) öböl országaival, Kuvaittal, Szaúd-Arábiával, Egyiptommal és Líbiával. Ez a megismerkedés az arab világ történelmének, földrajzának izgalmas bemutatásával együtt történik, szemléletesen ábrázolva e földrész olajgazdagságát és azokat az ellentmondásokat, amelyek a középkor és a XX. századi modern civilizáció egymás mellett éléséből adódnak. Mindezt hol tudományos-ismeretterjesztő, hol élményszerű színes leírásban kapja az olvasó. Átfogó betekintést nyújt ez az élményanyag azokról a törekvésekről is, amelyeket az olajban gazdag országok a távoli jövőre gondolva terveznek, amikor a véges olajkincsek forrása kiapad. Megismerhetjük az iszlám vallás „öt alappillérét", amelynek hatása oly alapvető és döntő az egész gazdag és szegény arab világra.

Csákó Dénes
okl. olajmérnök,
okl. bányaipari gazdasági mérnök

*

Hibaigazítás

Lapunk 1978. októberi számában megjelent ANTAL L.—CSÁKÓ D. cikkének 1. ábráján az ezer m^3 felírás helyett millió m^3 értendő.

A szerkesztő

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

Р. Плавец, инж.-механик: **Производственный опыт применения поршневых буровых триплекс-насосов одного действия** ..... **Стр. 97**

В новых буровых установках для вращательного бурения вместо поршневных дуплекс-насосов двойного действия все шире применяются триплекс-насосы одного действия. При сопоставлении условий работы триплекс-насосов одного действия и дуплекс-насосов двойного действия преимущество отдается первым. Наряду с преимуществом меньшего габарита и массы подача триплекс-насосов одного действия более равномерна, значит колебание подачи жидкости и давления значительно меньше, и при насосах одного действия к отдельным диаметрам втулок относятся более высокие величины (пределы) допустимого давления. Указанные преимущества в условиях работы идут в пользу современной технологии роторного бурения, требующей подачу жидкости на высоком давлении, выполнения задач сверхглубокого бурения, а также в пользу возможностей осуществления «эрозионного роторного бурения». Сопоставление основывается на производственный опыт применения триплекс-насосов одного действия на буровых ИНА-Нафтаплин в Югославии.

Д. Чако, инж.-нефтяник, инж.-экономист по горной промышленности: **Использование запасов природного газа с большим содержанием инертных в Венгрии** . . **Стр. 102**

Излагается роль в отечественных условиях значительных запасов природного газа с большим содержанием инертных и запасов газа CO_2 в снабжении народного хозяйства сырьём. Указывается расположение запасов в группированном порядке и приводятся учитываемые при этом рассуждения. Описывается теперешнее положение отдельных групп и реализуемые возможности в области развития и утилизации. Рассматривается проблема использования значительных запасов CO_2 и принимаемые основные меры.

Д-р Й. Дорман, химик: **Оценка реологических и гидравлических параметров промывочных жидкостей. Ч. I. Стр.** **107**

В большинстве случаев для описания реологического поведения промывочных жидкостей пригодится псевдопластическая модель (модель Оствальда—де Вале). Однако в ряде случаев необходимо применять обобщенную псевдопластическую модель (модель Робертсона—Стиффа).
В обоих счучаях неизбежным является учет коэффициента, зависящего от геометрии системы течения (геометрический коэффициент). При помощи вышеуказанных реологических моделей можно уточнять расчеты сопротивлений движению (потерь давления), далее можно определять характерные параметры перехода ламинарного течения в турбулентное.

Д-р Й. Папаи, инж.-нефтяник, канд тех. наук: **In-situ-определение теплопроводности прискважинной зоны нефтяных и газовых скважин** ..... **Стр. 113**

Приводятся некоторые практические моменты определения теплопроводности посредством движения флюида как источника тепла.
Указывается на влияние дополнительного притока тепла в скважину на температуру, термограмму, а также интерпретацию последней. Дается решение относительно способа определения теплопроводности при установившемся или квазиустановившемся потоке тепла.
Детально излагается способ определения количества потока тепла через стенки труб, оцениваются термические параметры.

М. Энгехубер, профессор с кафедрой: **Подземное хранение газов** ..... **Стр. 119**

Подземные хранилища газа создаются в пористых или кавернозных отложениях. Основная задача хранилищ, созданных в пористых породах заключается в уравнении колебаний в сезонном потреблении газа, в то время как хранилища в кавернозных породах используются для покрытия кратковременных, но высокомощных пиков потребления.
Наземное оборудование выполняется с учетом взаимодействия между хранимой средой и породами хранилища. Наземное оборудование может состоять максимально из 8 единиц, которые в соответсвии с режимом работы диспетчером могут быть соединены в группы.
Сооружения, созданные для хранения сжиженного природного газа как в отношении мощности, так и эксплуатации и режима работы равноценны подземным хранилищам.

Д-р *Г. Бенце,* музеевед: **История завода для обработки двуокиси углерода в с. Михайи до национализации (1936—1948)** ..... **Стр. 122**

В статье на основе ряда документов детально излагается история завода для обработки двуокиси углерода в с. Михайи, начиная с 1936 г., с времени опытной эксплуатации завода, сооруженного для использования запасов углекислого газа, открытых скважиной *Михай-1.* и кончая 1949 г., национализацией уже непрерывно и все возрастающей мощностью работающего завода.

*

Dipl.-Ing. *Rikard Plavec:* **Betriebserfahrungen mit den einzelnwirkenden Dreizwillingskolbenspülpumpen** .....**S. 97**

Statt der doppeltwirkenden Doppelzwillingskolbenspülpumpen werden bei den neuen Rotary-Bohranlagen immer mehr einzelnwirkende Dreizwillingekolbenspülpumpen angewandt. Die Betriebsbedingungen der obigen Pumpen vergleichend können bei den einzelnwirkenden Dreizwillingskolbenspülpumpen bessere Eigenschaften bestimmt werden. Ausser der Vorteile der kleineren Dimensionen, der kleineren Masse fördern die einzelnwirkenden Dreizwillingspumpen gleichmässiger, d. h. sowohl die Pulsation der Flüssigkeitsförderung wie auch die des Drucks kleiner sind und den einzelnen Zylindereinsatz-Durchmessern gehören bei den einzelnwirkenden Pumpen grössere zulässige Druckgrenzen. All diese vom Gesichtspunkt der Betriebsverhältnisse vorteilhaften Eigenschaften begünstigen die ein Hochdruckpumpen beanspruchende moderne Rotary-Bohrtechnologie, die Aufgaben der übertiefen Bohrungen, sowie die Möglichkeiten der Realisierung „des Rotary-Erosionsbohrens". Der Verfasser gründet den Vergleich auf die Betriebserfahrungen die in den Bohrbetrieben des INA-Naftaplin mit den einzelnwirkenden Dreizwillingspumpen gesammelt wurden.

Dipl.-Ing. *Dénes Csákó:* **Über die Benutzung des Erdgasvorrats mit hohem Inertgasgehalt in Ungarn** .....**S. 102**

Der Beitrag schildert die Rolle der in einheimischer Relation bedeutenden Erdgas- und CO_2-Vorräte mit hohem Inertgasgehalt bei der Rohmaterialversorgung der Volkswirtschaft. Die Placierung der Vorräte werden gruppiert vorgeführt. Die Überlegungen werden behandelt, die in Betracht genommen werden müssen. Die gegenwärtige Lage der einzelnen Gruppen wird mit den realisierbaren Entwicklungs- und Benutzungsmöglichkeiten vorgeführt. Die wichtigsten Aufgaben umreissend werden die Probleme des Einsatzes der beträchlichen CO_2-Vorräte untersucht.

Dr.-Chem. *József Dormán:* **Bewertung der rheologischen und hydraulischen Kennwerte von Spülungen — 1. Teil . . . S. 107**

Das pseudoplastische Modell ist in meisten Fällen für die Beschreibung des rheologischen Verhaltens von Spülungen geeignet. Dieses Modell wurde durch Ostwald und de Waale entwickelt. Oft muss aber das generalisierte pseudoplastische Modell von Robertson und Stiff angewandt werden.
In beiden Fällen ist die Berücksichtigung des von der Geometrie des Strömungsysstems abhängigen Faktors (des geometrischen Faktors) unentbehrlich. Mittels der obigen rheologischen Modelle können die Berechnungen des Strömungswiderstands (der Druckverlusts) präzisiert, und die charakteristischen Parameter des laminar-turbulenten Übergangs bestimmt werden.

Dr.-Ing. *József Pápay,* Kandidat der technischen Wissenschaften: **In-situ Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine um die kohlenwasserstoff-fördernden Sonden S. 113**

Der Beitrag behandelt einige praktische Gesichtspunkte der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit durch Flüssigkeitsströmung als eine Wärmequelle.
Es wird auf die die Temperatur, das Thermogramm sowie die Auswertung beeinflussende Wärmenachströmung hingewiesen. Eine Lösung wird für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit im Falle von stationären bzw., quasistationären Strömungen erläutert.
Die Methode der Bestimmung der durch die Wand der Futterrohre strömenden Wärmemenge wird ausführlich beschrieben und die thermischen Kennwerte werden bewertet.

Dr.-Ing. *Manfred Engshuber:* **Unterirdische Gasspeicherung ..... S. 119**

Die unterirdischen Gasspeicher werden in porösen oder in kavernösen Gesteinen herausgebildet. Die hauptsächliche Aufgabe der porösen Erdgasspeicher ist der Ausgleich der saisonmässigen Verbrauchsschwankungen, während die kavernösen Gasspeicher für den Ausgleich von kurzfristigen aber grossen Verbrauchsspitzen angewandt werden.
Die Obertagseinrichtungen werden gemäss den Wechselwirkungen zwischen dem gespeicherten Mittel und dem Speichergestein ausgestaltet. Die Obertagseinrichtungen können höchstens aus 8 Einheiten bestehen, die durch den Dispatscher entsprechend der Betriebsabwicklung in Gruppen verknüpft werden.
Die für die Speicherung von verflüssigtem Erdgas zustande gebrachten Einrichtungen sind mit den unterirdischen Speichern sowohl hinsichtlich der Leistung wie auch der Betriebsabwicklung gleichwertig.

Dr. *Géza Bencze,* Museolog: **Geschichte des CO_2-Betriebs von Mihályi bis zur Nationalisierung (1936—1949) .... S. 122**

Aufgrund von zahlreichen originalen Dokumenten wird die Geschichte des CO_2-Betriebs von Mihályi ausführlich beschrieben, u. zw. von der experiementellen Inbetriebssetzung des CO_2-Betriebs in 1936, der für die Benutzung des durch die Sonde *Mihályi-1* aufgeschlossenen CO_2-Gases angelegt wurde, bis zur Nationalisierung des kontinuierlich und mit einer immer grösseren Kapazität produzierenden Betriebs in 1949.

*

Rikard Plavec, Mechanical Eng: **Plant experience with single-action, triplex mud pumps ..... p. 97**

Instead of double-action, double twin piston mud pumps, the use of single-action, triple twin pumps is gaining ground to a great extent in the new rotary drilling rigs. The operating conditions of the single-action, triple twin mud pumps are more favourable than those of the double-action, double twin mud pumps. In addition to the smaller dimensions and to the smaller mass, the single-action, triple twin pumps deliver more uniformally, i. e. both the fluid delivery and the pressure pulses are of lesser degree and to the individual cylinder sleeve diameters belong, in case of single-action pumps, higher permissible pressure ranges. All these operational advantages are favourable for the up-to-date rotary drilling technology requiring high-pressure pumping, for solving problems connected to ultra-deep drilling, as well as for realizing the "erosion rotary drilling". The comparison is based upon plant experience gained at INA-Naftaplin, Jugoslavia with single-action, triple twin pumps.

Dénes Csákó, Petroleum Eng., Mining Economic Eng.: **Utilization of Hungary's high inert content natural gas reserves ..... p. 102**

The article outlines the role of the high inert content natural gas and CO_2 gas reserves important in domestic relations for the raw material supply of the people's economy. The use of the reserves are shown according to various groups and considerations that should be taken into account are discussed. The present situation of the individual groups, development and utilization possibilities that can be actually realized are described. Problems of utilizing the significant CO_2 reserves are investigated while giving a general idea of the most important tasks.

Dr. *József Dormán,* Chemist: **Evaluation of rheologic and hydraulic characteristics for drilling muds Part 1. ..... p. 107**

In most cases Ostwald—de Waale's pseudoplastic model is suitable to describe the rheologic behaviour of drilling muds. In many cases, however, the use of Robertson—Stiff's generalized pseudoplastic model is of necessity.
In both cases it is indispensable to take into account the factor depending on the geometry of the flow system (geometric factor). By using the above rheologic models, the calculations of flow resistance (pressure loss) can be rendered more accurate and the characteristic parameters of laminar-turbulent transition can be determined.

Dr. *József Pápay,* Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences: **In-situ determination of thermal conductivity of rocks around hydrocarbon producing wells ..... p. 113**

Some practical aspects of determining the thermal conductivity by fluid flow as a heat source are discussed.
Heat flow influencing the temperature, the thermogram as well as the evaluation is shown. A solution is given for the determination of thermal conductivity in case of steady and/or quasi-steady heat flows.
A method for determining the heat quantity flowing through the casing wall is described in detail. Thermal characteristics are evaluated.

Dr. *Manfred Engshuber,* Professor: **Underground gas storage ..... p. 119**

Reservoirs for underground gas storage are shaped in porous or in large-cavern rocks. The main purpose of the porous gas reservoirs is seasonal peak-shaving, while cavern-type gas reservoirs are used to equalize short-term, but high peaks.
Surface quipment are selected according to interactions between the medium stored and the reservoir rock. Surface equipment may contain maximum 8 units connected to each other into groups by the dispatcher according to the appropriate operation.
Equipment built for storing LNG are equivalent to those of underground gas reservoirs considering both performance and operation.

Dr. *Géza Bencze,* Museologist: **History of the Mihályi CO_2 Plant until the nationalization (1936—1949) ..... p. 122**

Based upon a number of original documents, the history of the Mihályi CO_2-Plant is described in detail. The period spanned is from putting the CO_2-Plant built for utilizing the CO_2 gas reserves developed by the *Mihályi-1* well into operation in 1936 till the nationalization of the Plant producing continuously and at an ever increasing capacity in 1949.

GÁZTECHNIKAI KUTATÓ ÉS VIZSGÁLÓ ÁLLOMÁS

KUTATÁS

FEJLESZTÉS

VIZSGÁLAT

Budapest XIII., Révész u. 27—31.

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 238.

Telefon: 491-520

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

OGIL könyvtár Budapest

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 129—160 oldal
BUDAPEST, 1979. MÁJUS HÓ
5

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

TÖRÖK JÁNOS — Összetétel-eloszlások szén-dioxid- és nitrogéntartalmú földgáztelepeken 129
DORMÁN JÓZSEF — Az öblítőfolyadékok reológiai és hidraulikai jellemzőinek értékelése 2. r. 135
KRAUSZ JÁNOS—LÁNYI BÉLA — A cseppfolyós földgáz biztonságos tárolása az Egyesült Államokban 139
BÉRCZI ISTVÁN—CSABA JÓZSEF—GOMBOS ZOLTÁN—MARKÓ LÁSZLÓ—POGÁNY LÁSZLÓ — A földtani kutatási zárójelentések készítésének feladatai és módszertani tapasztalatai az OGIL-nál 143
KISS LÁSZLÓNÉ—ÓNODI TIBOR — Adatfeldolgozás a kőolajkutatás és -fúrás területén 147
HOZNEK ISTVÁN — A szénhidrogén-fúrási szakterület személyi baleseti statisztikája a nemzetközi összehasonlítás tükrében 151
Nekrológ 157
Szakosztályi hírek 157
Egyetemi hírek 146
Hírek az üzemekből 150, 156, 159
Az iparág köréből 142, 146
Külföldi hírek 134, 138, 159
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 160

A SZÁM SZERZŐI:

BÉRCZI ISTVÁN dr., okl. geológus, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); CSABA JÓZSEF dr., okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); DORMÁN JÓZSEF dr., okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); GOMBOS ZOLTÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); HOZNEK ISTVÁN okl. bányamérnök (Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség, Budapest); KISS LÁSZLÓNÉ okl. bánya-geológus-mérnök, okl., mérnökközgazdász, csoportvezető (Kőolajkutató Vállalat, Szolnok); KRAUSZ JÁNOS okl. vegyészmérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); LÁNYI BÉLA okl. gépészmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); MARKÓ LÁSZLÓ okl. geofizikusmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); ÓNODI TIBOR okl. olajmérnök, okl. rendszerszervező, osztályvezető (Kőolajkutató Vállalat, Szolnok); POGÁNY LÁSZLÓ okl. vegyészmérnök, okl. mérnökközgazdász, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); TÖRÖK JÁNOS okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-1314 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 5. szám 1979. május

Összetétel-eloszlások szén-dioxid- és nitrogéntartalmú földgáztelepeken

TÖRÖK JÁNOS

A szerző vizsgálja az inerttartalmú földgázok összetételének változását egy telepen belül és módszert közöl ennek számítására. Az összetartozó szén-dioxid- és nitrogéntartalom alapján következtetést von le a rendszer jellegét illetően. Megállapítja, hogy a több telepes előfordulásokban a szén-dioxid koncentrációja az egymás alatt elhelyezkedő telepekben nőhet (normális eloszlás), vagy csökkenhet (anomális eloszlás), és e két lehetőség együtt is jelentkezhet (vegyes eloszlás). Az eloszlás eme típusainak kialakulását a vizes közegben bekövetkező migrációra és a forrás kimerülését követő vízmozgás hatására vezeti vissza.

A szén-dioxid- és nitrogéntartalmú, ún. inerttartalmú földgázok elterjedése a világon általánosnak tekinthető, és felhalmozódásaik gyakorisága — az eddigi ismeretek szerint —, nagyságrendileg összemérhető a tiszta szénhidrogén-rendszerekével. Ugyanakkor rá kell arra is mutatni, hogy nincs olyan kitüntetett szén-dioxid- vagy nitrogéntartalom, sem pedig ezen alkotóknak olyan koncentrációtartománya, aminek alapján az inerttartalmú típus egyértelműen elkülöníthető lenne. Általában ide sorolják azokat a rendszereket, amelyekben a szén-dioxid- és a nitrogén összesen 5—10 mól%-nál nagyobb koncentrációban van jelen, a megkülönböztetést műszaki-technológiai szempontokkal indokolva. Ezek a rendszerek azonban korántsem inertek, környezetükkel kölcsönhatásba lépnek, és ez a reakcióképesség elsősorban a szén-dioxidnál szembetűnő.

Megfigyelhető, hogy a földgázok ezen sajátos típusa a szénhidrogén-kutatás szempontjából reményteljes területeken, csaknem mindig kőolaj-, gáz-csapadék-, ill. földgáztelepek környezetében, nem ritkán cseppfolyós szénhidrogénfázissal asszociálódva, statisztikailag véletlenszerűen jelenik meg, elszigetelt előfordulásaik ritkák és összetartozó vonulataik gyakran felismerhetők. Megjelenésük és a tárolókőzet kora, minősége, valamint a medencealjzat között eddig összefüggést nem sikerült kimutatni általános érvénnyel. Érdekes viszont, hogy a tektonikailag zavart területeken, főleg pedig a különböző irányú zavargások metszéspontjában gyakoribb a nagyobb szén-dioxid-tartalmú rendszerek előfordulása. Míg egy telepen belül a szén-dioxid koncentrációja a mélység növekedésével nő, több telepes előfordulásokban a szén-dioxid koncentrációja a telepek mélységének függvényében igen különböző lehet.

Az inerttartalmú földgázok összetételének jellegzetességei, lokális és regionális kialakulásuk okai a szakirodalom „fehér foltjaként" jelentkeznek. Gyakori megjelenésük Magyarországon indokolta eloszlásuk vizsgálatát az ipari és szerves geokémiai kutatás kitűzött céljainak megfelelően.

Az alkalmazott munkahipotézis szerint — az in situ keletkezés lehetőségétől eltekintve —, az inerttartalmú földgázok megjelenése a vizes közegben történt migráció eredménye, ahol az összetételek eloszlását egy telepen belül döntően fizikai-kémiai okok, ugyanazon előfordulás különböző telepeiben pedig — a „forrás" azonossága esetén —, döntően áramlástani és fizikai-kémiai okok idézik elő.

A vizsgálat és a következtetések levonása a földtani kutatási jelentésekből, valamint a művelési tervekből származó tapasztalatok és kereken 2500 földgáz-összetétel értelmezésén alapult, mely összetételek 61 magyarországi előfordulás 142 telepére vonatkozó adatokat öleltek fel. A levont következtetések kialakítása, ill. alátámasztása elsősorban az OGIL laboratóriumaiban végzett kőzetfizikai-, áramlástani és a víz—gáz-rendszerekre vonatkozó pVT-mérések alapján történt. Mindezeket a hozzáférhető szakirodalom adatai egészítették ki.

Az inerttartalmú földgázok összetételének változása egy telepen belül

A jól ismert barométerformula vizsgálatából adódik, hogy a nyomás eloszlása valamely gázoszlopban a rendszer összetételének a mélységgel való változását tükrözi. A tapasztalattal összhangban álló elméleti megfontolásokból az adódik, hogy ha két gáz össze-

tétele azonos, bármely kiválasztott komponensének eloszlása egy gázoszlopon belül azonos és gyakorlatilag független a hőmérséklet-gradienstől, a mélységtől és a talpon uralkodó nyomástól, egyensúlyi állapotot feltételezve.

Amint egyetlen komponenst tartalmazó tiszta gázban a gravitációs elkülönülés a gázoszlop nyomásának eloszlásában nyilvánul meg, értelemszerűen ugyanúgy jut kifejezésre az összetétel eloszlása sokkomponensű rendszereknél a parciális nyomásokban. Ennek figyelembevételével

$$\ln \frac{y_i^0}{y_i} = \mu_i' \Delta h + \ln \frac{p}{p_0},$$

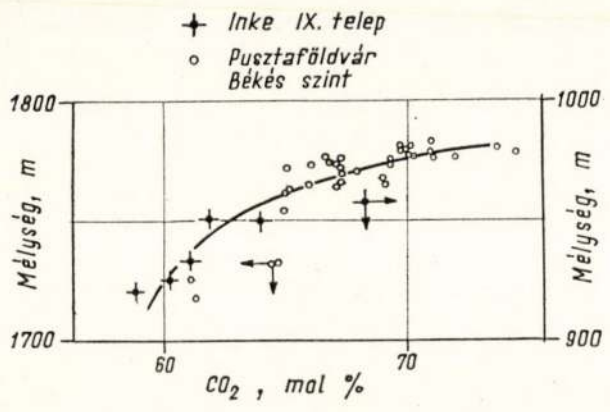
ahol y_i^0 és y_i a h_0 és h mélységben levő rendszerek i-edik komponensének móltörtje, μ_i' pedig egy anyagi minőségtől függő állandó. Tapasztalat szerint p/p_0 változása nem túl jelentős és gyakorlatilag független a hőmérséklet-gradiens értékétől, valamint a talpon uralkodó nyomástól. Mivel pedig a h és h_0 mélységekben a nyomás és így a parciális nyomások, tehát az összetételek kialakulása sem véletlenszerű, a közöttük levő kapcsolat alapján várható, hogy az i-edik komponens koncentrációjának változását

$$\ln [y_i] = f(h)_M$$

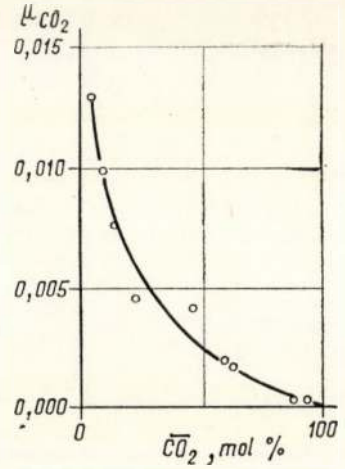
ábrázolásban olyan μ_i meredekségű egyenes fogja leírni, amely gyakorlatilag csak a gáz átlagos összetételétől függ.

Az *1. ábra* a Pusztaföldvár Békés szint és az Inke IX. telepre tünteti fel a szén-dioxid koncentrációjának adatait [1, 3, 4] a mélység függvényében. Az átlagos, de egymástól eltérő mélységekben a két gáz szén-dioxid-tartalma közelálló. Eltérőek viszont a nyomások és más a hőmérséklet is a két telepben. Az utóbbi nem csupán a mélység, hanem a hőmérséklet-gradiensek különbözőségéből is ered. A reciprok hőmérséklet-gradiens értéke a Pusztaföldvár Békés szintre 15 m/fok [5], az Inke IX. telepre pedig kereken 18 m/fok [3]. A mélység, a talpon uralkodó nyomás és a hőmérséklet különbözősége ellenére látható, hogy az elméleti megfontolásokból következő várakozásnak megfelelően, a szén-dioxid eloszlása gyakorlatilag azonosnak tekinthető.

A különböző szén-dioxid-tartalmú földgázokra meghatározott μ_{CO_2}-adatokat a *2. ábra* szemlélteti.



1. ábra
A szén-dioxid eloszlása az Inke IX. telep és a Pusztaföldvár Békés szint gázában



2. ábra
Összefüggés a szén-dioxid átlagos koncentrációja és μ_{CO_2} között

Eszerint

$$\mu_{CO_2} = 0{,}095 \lg \frac{100}{[\overline{CO_2}]},$$

ahol $[\overline{CO_2}]$ a gáz átlagos szén-dioxid-koncentrációja (mol%) a telep méterben kifejezett $\bar{h}$ közepes mélységében.

Nem kíván külön bizonyítást, hogy a gravitációs elkülönülés miatt bekövetkező $\Delta[CO_2]$- változás abszolút értékben azonos a többi alkotó koncentrációváltozásának $\Delta[y]$ összegével, vagyis

$$|\Delta[CO_2]| = |\Delta[y]|,$$

ahol

$$\Delta[y] = \sum_{i=1}^{n} \Delta[y_i]$$

és így az i-edik komponensre

$$\frac{\Delta[y_i]}{\varphi_i \Delta[CO_2]} = 1.$$

Itt φ_i azt fejezi ki, hogy az i-edik komponens milyen mértékben részesül $\Delta[CO_2]$ értékéből.

Azokra a komponensekre, amelyeknek mennyisége a földgázokban kicsiny és csak szűk tartományon belül változik, az összetételtől függetlennek tekintett φ_i használata természetesen csak kis abszolút hibát okoz. Más azonban a helyzet az alkotók fő tömegét képező metánnál, ahol tapasztalat szerint a nitrogén arányának növekedésével a metán, valamint a szén-dioxid átlagos koncentrációja közötti kapcsolat módosul. Ebből következik, hogy φ_i nem szigorúan független a gáz összetételétől, vagyis ugyanolyan $\Delta[CO_2]$ esetén az i-edik komponensre jutó változás ezen alkotó koncentrációjától is függ és ez a függés értelméből fakadóan lineáris. Az összetétel ilyen szerepe a fajlagos φ_i^* értékek bevezetésével vehető figyelembe, ahol a

$$\varphi_i^* = \frac{\varphi_i}{[y_i^0]}$$

kifejezésben $[y_i^0]$ a vonatkozási mélységben levő gáz i-edik komponensének koncentrációja a 100 mól%-nak tekintett szén-dioxidtól mentes frakcióban. A Puszta-

földvár Békés szint gázára vonatkozó elemzési adatok [1, 4] felhasználásával

$$\frac{\varphi_i}{[y_i]} = \varphi_i^* = -1{,}8 \cdot 10^{-2} + 4{,}3 \cdot 10^{-4} M_i,$$

ahol M_i az i-edik komponens molekulasúlya. A ténylegesen tapasztalt összetétel-adatokkal összehasonlítva a számítás eredményeit, jó egyezés tapasztalható.

Az *1. táblázat* a Kisújszállás Pl_1-IX. telepre vonatkozó adatok [7] felhasználásával a szén-dioxid és a gáz főbb alkotóinak koncentrációját foglalja össze. A számítás az „*A*" rendszerből kiindulva történt. Az eredményeket a mérések szórásának kiegyenlítéséből nyert „*B*" összetétellel összehasonlítva megállapítható, hogy az említett egyenletek együttes használata még kis szén-dioxid- és viszonylag tekintélyes nitrogéntartalomnál sem okoz olyan eltérést, ami meghaladná a mintavételekből és az elemzésekből adódó hibákat, ill. a koncentrációkban tapasztalható, abszolút értékben kifejezett különbségeket.

1. táblázat

A Kisújszállás Pl_1 IX. telepből származó „B" gázminta mért és az „A" jelű rendszer adataiból számított összetétele

Komponens	A	B	
	Összetétel, mól%		
	Mért	Mért	Számított
Szén-dioxid	3,00	6,28	6,20
Nitrogén	30,35	29,00	29,73
Metán	61,35	60,00	59,07
Etán	3,69	3,50	3,63
Propán	0,95	1,00	0,96
Bután+	0,66	0,22	0,41

Az átlagos összetétel és a rendszer jellege

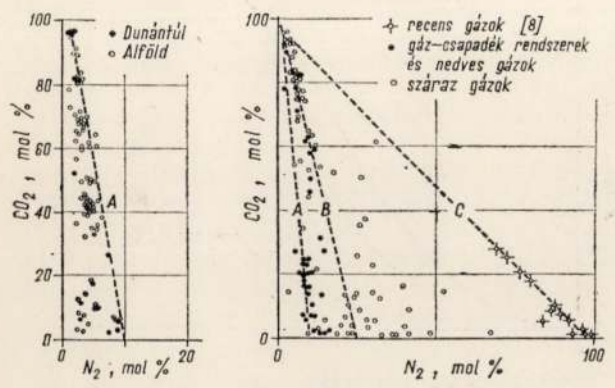
A *3. ábra* a szén-dioxid- és a nitrogéntartalom összefüggését tünteti fel különböző jellegű rendszerekben. Látható, hogy ebből olyan koncentrációhatárok kijelölése vált lehetővé, amelyek a jelleg előrejelzésére kb. 83%-os bizonyossággal alkalmazhatók. Megállapítható volt, hogy az

$$[N_2] < 0{,}10(100 - [CO_2])$$

határ a kőolajjal asszociálódott oldott- és sapkagázokra jellemző, ha pedig

$$[N_2] > 0{,}25(100 - [CO_2]),$$

akkor a rendszer a száraz gázok csoportjába sorolható. A nedves gázok és gáz-csapadék-rendszerek a fenti határok közé esnek.



3. ábra
A szén-dioxid és a nitrogén koncentrációjának határértékei kőolaj-rendszerekben (A), gáz-csapadék-rendszerekben és nedves gázokban (B), valamint száraz gázokban (C)

A nyert tapasztalatok a szakirodalommal ellentétben arra utalnak, hogy a földgázok szén-dioxidos és nitrogénes csoportja között van átmenet és ez a nedves gázoknál jelentkezik. A jelleg és az inerttartalom közötti összefüggés magyarázata a migráció, a felhalmozódás és a telepek pusztulása során fellépő komplex folyamatokban keresendő.

Az összetétel változásának típusai több telepes előfordulásokban

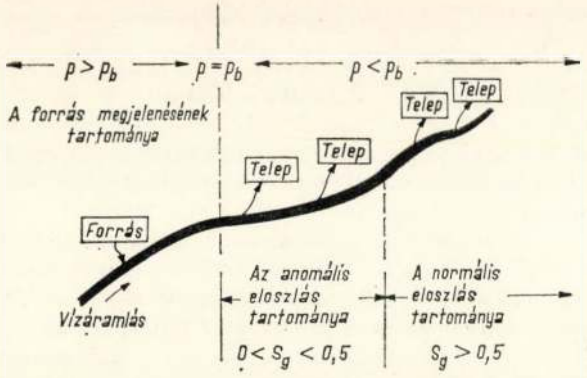
A magyarországi ismeretek és a szakirodalomban közölt példák rendszerezésével a több telepes előfordulásokban az inerttartalmú földgázok összetétel-változásának három fő típusát lehet megkülönböztetni. Eszerint a szén-dioxid koncentrációja a mélység növekedésével monoton nőhet (normális eloszlás), vagy csökkenhet (anomális eloszlás); ezek az esetek együtt is jelentkezhetnek, ill. a mélységgel látszólag ki sem mutatható az összefüggés (vegyes eloszlás). A bevezetett elnevezések önkényesek és csak arra utalnak, hogy a felsorolt típusok milyen viszonyban állnak a „tiszta" gravitációs elkülönülés által előidézett változás jellegével. Az okot gyakran genetikai különbözőségekkel magyarázzák. Ezt a lehetőséget sem kizárva úgy tűnik, hogy e típusok létrejöttét jóval általánosabb érvénnyel és döntő hatással azok a folyamatok idézik elő, amelyek a migráció kezdetétől a pusztulásig terjedő idő alatt hatnak.

A migráció folyamatának modellje

A modell megkísérli a migráció, a felhalmozódás és a pusztulás folyamatát egységében értelmezni, mely folyamatban a víz áramlásának elsődleges szerepét tételezi fel. A modell értelmében a vízzel való kölcsönhatásra vezethető vissza az összetétel és így az inerttartalom változása ez alatt az időszak alatt. A több telepes előfordulásokban felismert eloszlási típusok kialakulása szoros kapcsolatban áll a vízben oldott gáz felszabadulásával, a gázlioszolok és a vízzel telt pórusokban csatornává összefűződő buborékok kialakulásának körülményeivel. Ez döntően a „forrás" anyagi minőségétől, a víz minőségétől és áramlási sebességétől, a nyomástól és a hőmérséklettől, vagyis azoktól a tényezőktől függ, amelyek az egyensúlyt termodinamikai értelemben megszabják, ill. módosítják.

A modell elvi vázlatát a *4. ábra* szemlélteti.

Ha a víz áramlása során a nyomás a buborékpontnyomásnál kisebbé válik, gázbuborékok szabadulnak fel. Az egyensúlyi állandók értelmében ezekben a legillékonyabb alkotók koncentrációja megnő. Minél inkább csökken a nyomás, annál inkább növekszik a gázbuborékokban a vízben jól oldódó alkotók, tehát a szén-dioxid koncentrációja is. Ha a vándorlás valamely útvonalán ezekből felhalmozódás jöhet létre a szerkezeti adottságok miatt, szükségszerűen anomális



4. ábra
Migrációs modell

eloszlás alakul ki. A gázlioszolokra, ill. a relatív áteresztőképességekre vonatkozó vizsgálatok eredményeiből adódik, hogy egy kritikus szabadgáz-telítettség elérése után az összefűződő gázbuborékokból szabadgáz-csatornák alakulnak ki. Ezen belül már megvalósul a gravitációs elkülönülés, figyelembe véve az áramlás kis sebességét. Ha a további szerkezetek feltöltődése ilyen viszonyok között történik, a kialakuló telepek összetételére a normális eloszlás lesz jellemző.

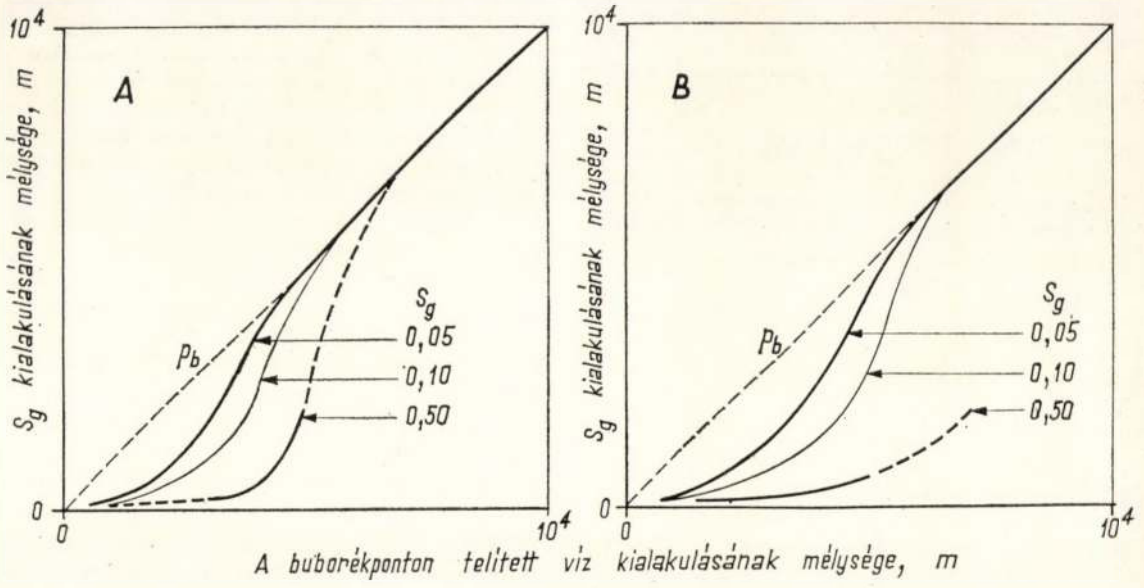
Felhalmozódásra alkalmas, és a vándorlásnak megfelelő útvonalon, vagy útvonalakon található kellő számú szerkezet esetében az eloszlás jellege a „forrás" mélységétől is függ. A „forrást" elhagyó víz telítettségét feltételezve, a laboratóriumi pVT-mérések [2, 6] adatainak felhasználásával szerkesztett *5. ábrából* az alábbi következtetések vonhatók le:

— nagy a valószínűsége annak, hogy a kb. 1000 méter felett levő „forrásból" műrevaló felhalmozódás nem jöhet létre;
— a mintegy 5000—6000 méter alatt található „forrásból" csak normális eloszlás alakul ki;
— a mélység két említett határa között található „forrásból" vegyes eloszlás jelentkezik, ami azonban a földtani viszonyoktól függően csak normális, vagy csak anomális eloszlás megjelenésére is korlátozódhat.

Az oldott gázt tartalmazó víz és a szabad gáz—víz kétfázisú rendszer áramlásának irányát a kőzet heterogenitása szabja meg. A repedezett mészkövekben a repedések irányítottságából adódik annak a megfigyelésnek egyik lehetséges magyarázata, hogy a szén-dioxidos földgázok előfordulásának gyakorisága a kőzetek ilyen típusánál a legnagyobb. Minél homogénebb az áteresztőképesség, annál nagyobb a diszperzió, és annál kisebb a valószínűsége a nagy készletű szén-dioxidos gáztelepek kialakulásának. A fentiekből következik, hogy a mélységi vizek összetétele és oldott gázának vizsgálata a migráció útvonalára felvilágosítással szolgálhat.

Nem kizárva az in situ keletkezés lehetőségét, de általában a „forrás" és a telepek elkülönült voltát feltételezve, érthetővé válik, hogy e rendszerek és a tárolókőzet minősége, valamint a telepek kora között gyakorlatilag sehol sem sikerült kapcsolatot kimutatni. Ismert viszont, hogy a szén-dioxidos földgázok telepei főként a tektonikailag zavart zónákban találhatók. A modellhez kapcsolódva ennek további oka a vándorlási útvonal, ill. útvonalak megnyitása mellett olyan helyi nyomás- és hőmérséklet-változás lehet, ami az oldhatósági viszonyokat jelentősen megváltoztatja.

A migráló gázok magukon viselik a „forrás" összetételének jellegzetes vonásait. Fokozott mértékben igaz ez akkor, ha a „forrás" megnyitását olyan hatások idézik elő, amelyek egyúttal a szabadgáz-csatornák kialakulásának is kedveznek. Ezért, ha valamely kőolajtelep volt a „forrás", a belőle elkülönülő gázok szükségszerűen gáz-csapadék-rendszereket, vagy nedves gázokat hozhatnak létre, ahol a „forráshoz" képest a szén-dioxid koncentrációja kisebb, a nitrogéntartalom pedig nagyobb. Ugyanilyen alapon gáz-csapadék-



5. ábra
Összefüggés a szén-dioxiddal (A) és 70 mól% szén-dioxidot tartalmazó földgázzal (B) buborékponton telített víz, valamint a különböző gáztelítettségek kialakulásának mélysége között 18 m/°C reciprok hőmérséklet-gradiens és hidrosztatikus nyomás esetén

rendszerekből, vagy nedves gázokból kiindulva, ezekhez viszonyítva kisebb szén-dioxid- és nagyobb nitrogéntartalmú száraz gázok telepeinek képződése várható. Nem szabadgáz-csatornákban történő áramlás esetén jelentősebb mennyiségű nitrogént és kisebb koncentrációjú szén-dioxidot tartalmazó száraz gázok képződésére nyílik lehetőség. A jelleg és az inerttartalom között felismert összefüggésnek ez a modellből következő egyik magyarázata.

A felhalmozódott készletek pusztulását a diffúzió mint állandóan ható tényező és a „forrás" kimerülését követő vízmozgás mint időszakosan ható tényező együttesen idézi elő. Megjegyzendő, hogy a „forrás" kimerülése nem szükségszerűen azonos annak teljes megsemmisülésével, hanem olyan körülményeket jelent, amikor belőle az anyagátadás hatása elhanyagolhatóvá válik.

Az utólagos vízmozgás eredményeként a telepekben főleg a szén-dioxid koncentrációja csökken. Ennek következtében megváltozhat a rendszer jellege: a száraz gázokból nedves gázok, esetleg gáz-csapadék-rendszerek alakulhatnak ki, mely folyamat együtt jár a nitrogéntartalom növekedésével. Mindez a jelleg és az inerttartalom között tapasztalt kapcsolat alakulásának a pusztulás irányából megvilágított lehetséges magyarázata.

Ha elegendő idő és „friss" víz korlátlan utánpótlása biztosított, e folyamatban a kialakult készletek gyakorlatilag teljesen elhasználódnak. Az egyes telepek pusztulását tehát a végső stádiumban iparilag nem hasznosítható mennyiségű és a környezethez képest nagyobb nitrogénkoncentrációjú, lényegében szén-dioxidtól mentes földgáz- és vízbeáramlás jelzi az olyan több telepes előfordulásoknál, ahol eleve inerttartalmú rendszerek találhatók. Ezt a megállapítást is gyakorlati tapasztalatok támasztják alá. A fenti következtetés a szakirodalomban található véleménnyel ellentétben azt jelenti, hogy a nitrogéntartalom jelentős értéke valamely szénhidrogén-rendszerben nem feltétlen a megőrződés kedvező viszonyaira jellemző.

A migráció kezdetétől a telepek pusztulásáig terjedő időszakot vizsgálva arra a következtetésre kell jutni, hogy a környezetbe jutó, veszteségnek számító szén-dioxid mennyisége a telepekben megismert készlet sokszorosa is lehet. Ezt a szempontot a „forrás" genetikájának szerves geokémiai vizsgálatánál figyelembe kell venni.

A laboratóriumi vizsgálatok eredményeiből egyértelműen következik, hogy az inerttartalmú rendszerekben a szén-dioxid koncentrációjának jelentős feldúsulása nem lehet a vízből való extrakció eredménye. Ugyanakkor az összetételek különbözősége kellő megalapozottsággal nem magyarázható az esetek többségében az in situ képződéssel, a más minőségű „alapanyag", ill. „forrás" és a környezeti hatások lokálisan eltérő voltának feltételezésével. A kialakított modell, — közelítő volta ellenére —, gyakorlati tapasztalatokkal alátámasztott magyarázatot képes adni az összetételek és a készletek alakulására, a migráció, a felhalmozódás és a pusztulás folyamatának egységes képbe történt illesztésével. Nem érinti azonban a modell a „forrás" eredetét, ezen belül pedig a szén-dioxid származásának kérdését, ami a fenti eredményekhez kapcsolódó további kutatás céljaként jelölhető meg.

Következtetések

1. A fentiek összegezéseként megállapítható, hogy a gravitációs elkülönülés a telepekben általános érvénnyel bekövetkező folyamat, melynek eredményeként az összetétel a mélység függvényében változik, és ezt a tényt figyelembe kell venni a mintavételek tervezésénél, valamint a komponensek arányainak, ezen belül a stabilis izotópok arányainak szerves geokémiai alkalmazásánál, a különböző rendszerek összehasonlításánál. Adott földgáz egyensúlyi állapotában

— bármely komponens koncentrációjának logaritmusa és a mélység között lineáris összefüggés áll fenn, amit a rendszer anyagi minősége, döntően pedig e komponens átlagos koncentrációja szab meg;
— bármely két kiválasztott komponens különböző mélységekben levő, összetartozó koncentrációinak kapcsolata lineáris, és a változás mértéke a rendszer összetételétől, ezen belül döntően a két komponens anyagi minőségétől függ.

A mintavételre vonatkozó megjegyzések kiegészítéseként a fentiekből következik, hogy a zárt kutakból vett minták csak véletlenszerű, igen szerencsés esetben jellemezhetik a rétegtartalmat. A gravitációs eloszlással kapcsolatos megfontolásokból adódik, hogy jelentősebb vastagságú vagy dőlésű rétegeknél — ha az átlagos mélységből minta nem vehető —, az eloszlás és az átlagos összetétel pontos meghatározásához legalább három, a telepnek mintegy 30—50 méterrel eltérő mélységű megnyitásából, állandósult beáramlási viszonyokon nyert minták elemzési adataira van szükség.

2. A rendszer jellege és az összetartozó szén-dioxid-, valamint nitrogéntartalom alapján a magyarországi adatok felhasználásával olyan koncentrációhatárok kijelölése vált lehetővé, amelyekkel a kőolajjal asszociálódott oldott- és sapkagázok, a gáz-csapadék-rendszerek és nedves gázok, továbbá a száraz gázok megkülönböztetésére van lehetőség.

A határok megállapításánál figyelembe vett adatokból úgy tűnik, hogy a jelleg előrejelzésének ez a módszere kb. 83%-os bizonyossággal alkalmazható.

3. Ugyanazon forrásból kialakuló előfordulás különböző telepeiben a szén-dioxid átlagos koncentrációja a mélység növekedésével nőhet (normális eloszlás), vagy csökkenhet (anomális eloszlás). A felszín felé irányuló vizes közegű migrációnál — megfelelő szerkezeti adottságok és azonos forrás esetén —, a mélység csökkenésével előbb anomális, majd normális, együttesen vegyes eloszlás jelenik meg, ahol

— az anomális eloszlás a vízben vándorló gázbuborékokból létrejövő felhalmozódásokra jellemző,
— a normális eloszlás pedig akkor alakulhat ki, ha a telepek feltöltődésének folyamatában a migráció szabadgáz-csatornákban valósult meg.

Nem tiszta szén-dioxidot tartalmazó forrásból kiinduló vizes közegű migrációnál az oldott gáz szén-dioxid-koncentrációja a forrásra jellemző értéket mindig meghaladja, az ebből felszabaduló és felhalmozódó gázé pedig meghaladhatja, miközben jellege a nagyobb nitrogéntartalmú „szárazabb" rendszerek irányába tolódik el.

4. A telepekben elsődlegesen felhalmozódott földgázok összetételét, jellegét és készletét a forrás kimerülését követő utólagos vízmozgás ugyanazon idő alatt annál jelentősebben változtatja meg, minél nagyobb a gázban a szén-dioxid koncentrációja. A pusztulás folyamatában

— az összetétel és így a több telepes előfordulásokban a szén-dioxid eloszlása is folyamatosan módosul, a jelleg pedig a „nedvesebb" rendszerek irányába változik;
— a végső időszakot iparilag nem hasznosítható mennyiségű, az eredeti összetételhez képest nagyobb nitrogén- és igen kis szén-dioxid-tartalmú, esetenként csapadékkal együtt termelt gáz- és vízbeáramlás jelzi.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt geológiai főosztálya vezetőinek és külön dr. Haáz Istvánnénak a téma felvetésében és támogatásában játszott szerepükért.

Köszönettel tartozom, dr. Bálint Valérnak (OLAJTERV), Fürcht Lipótnak (OGIL) és dr. Tóth Józsefnek (MTA), akik a téma kidolgozásának időszakában igen hasznos és sokoldalú kritikai észrevételeikkel nagy segítségemre voltak, dr. Dank Viktornak (OKGT), dr. Kókai Jánosnak (OGIL), dr. Somfai Attilának (NKFÜ) és dr. Völgyi Lászlónak (NKFÜ), akik nélkülözhetetlen segítséget nyújtottak az adatok összegyűjtésében, valamint a földtani képpel való egyeztetésük során.

Végül, de nem utolsósorban köszönetemet fejezem ki azoknak, akik az egyes részletkérdések tisztázásához saját kutatási eredményeiket rendelkezésemre bocsátották, ill. az ezekkel kapcsolatos eredmények megvitatásához lehetőséget adtak. Közülük külön meg kell említenem dr. Balázs Ádám (OGIL), továbbá dr. Bérczi István (OGIL), Koncz István (OGIL), dr. Mating Béla (NME), Paál Tibor (OGIL) és dr. Tóth János (NME) nevét.

JELÖLÉSEK

$[CO_2]$ a szén-dioxid koncentrációja a telep h mélységében, mól%;
$[CO_2^0]$ a szén-dioxid koncentrációja a telep $h_0 > h$ mélységében, mól%;
$\overline{[CO_2]}$ a szén-dioxid átlagos koncentrációja, mól%;
h a mélység valamely adott értéke, m;
h_0 a mélység viszonyítási értéke, m;
$\bar{h}$ a telep közepes mélysége, m;
M_i a gáz i-edik komponensének molekulasúlya;
$[N_2]$ a nitrogén koncentrációja, mól%;
p a nyomás valamely h mélységben, MPa
p_0 nyomás a h_0 vonatkozási mélységben, MPa
p_b buborékpontnyomás, MPa;
S_g szabadgáz-telítettség, tört;
y_i az i-edik komponens koncentrációja a telep h mélységében, móltört;
y_i^0 az i-edik komponens koncentrációja a telep h_0 mélységében, móltört;
$[y_i]$ az i-edik komponens koncentrációja a telep h mélységében, mól%;
$[y_i^0]$ az i-edik komponens koncentrációja a telep h_0 mélységében, mól%;
μ_i' az i-edik komponens eloszlását jellemző függvény állandójának egyik tagja;
μ_{CO_2}' a szén-dioxid eloszlását jellemző függvény állandójának egyik tagja;
φ_i^* a szén-dioxid- és az i-edik komponens koncentrációváltozását leíró függvény állandója fajlagos értékként kifejezve;
φ_i a szén-dioxid és az i-edik komponens koncentrációváltozását leíró függvény állandója egy rendszeren belüli érvénnyel;

IRODALOM

[1] *Augusztin J.—Dudás J.—Heinemann Z.—Tilesch L.:* A pusztaföldvári szénhidrogén-tároló művelési terve. OKGT Kőolaj- és földgázbányászati technológiai főosztály, Budapest, 1963. dec. 31.
[2] *Fürcht L.:* Szén-dioxidos földgázok oldhatósága vízben. OGIL-kézirat, Budapest, 1977.
[3] *Markó L.—Molnár J.:* Az inkei nagyszerkezet földtani feldolgozása, különös tekintettel a földtani földgázkészletek meghatározására. OKGT DKFÜ, Nagykanizsa, 1969. szept. 30.
[4] *Rácz D.:* Az OKGT Tudományos kutató és fejlesztési főosztály rétegfizikai osztályának 1963. évi jelentése I. Pusztaföldvár. Nagykanizsa, 1964. jan. 5.
[5] *Somfai A.:* A Kárpát-medence Nagyalföldjének magyarországi területén megismert szénhidrogén-tárolók fluidumának nyomásviszonyai, a nyomásérték kialakulásának földtani okai. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1976.
[6] *Török J.—Fürcht L.:* Víz/CO_2 rendszer PVT vizsgálata. OGIL M70-314-8. sz. témajelentés. Budapest, 1970. jún. 30.
[7] *Völgyi L.—Pap S.:* Kisújszállás (nyugati terület) lehatároló fázis földtani zárójelentése. OKGT NKFÜ, Szolnok, 1976. szept.
[8] *Weber, V. V.—Maximov, S. P.:* Early diagenetic generation of hydrocarbon gases and their variations dependent on initial organic composition. AAPG B. *2* 287—93 (1976).

KÜLFÖLDI HÍREK

Szovjet—török szénhidrogén-kutatás

1978. december 22-én háromtagú szovjet szakértő-küldöttség érkezett Ankarába, hogy török szakemberekkel együtt szénhidrogén-kutatásokat végezzen. A Szovjetunió és Törökország októberben, a két ország gazdasági vegyes bizottságának moszkvai ülésén határozta el az ilyen jellegű együttműködést.

Világgazdaság, 1978. 249. sz.

Mexikói kőolajexport Franciaországba

A francia kőolajipari cégek 1980-tól kezdve évente 5 millió t kőolajat importálnak Mexikóból. A 10 évre szóló megállapodást a francia iparügyi miniszter írta alá. A mexikói kőolajimport Franciaország kőolajszükségletét 5%-os mértékben fedezi.

Europe Oil-Telegram, 1978. 93. sz.

Szegesi K.

Az öblítőfolyadékok reológiai és hidraulikai jellemzőinek értékelése 2. r.

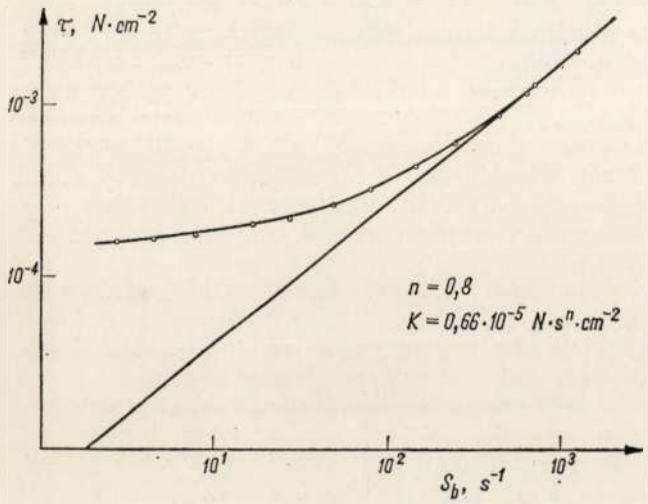
DORMÁN JÓZSEF

Az öblítőfolyadékok reológiai viselkedése legtöbb esetben leírható a pszeudoplasztikus modellel. Azokban a rendszerekben azonban, amelyekben a szerkezetképző erők jelentősek (polimer öblítőfolyadékok, flokkulált rendszerek), kis nyírásisebesség-tartományban a vártnál nagyobb nyírási feszültségek adódnak. Ez az eltérés főként nagyméretű gyűrűs tér esetén jelentősen befolyásolja a hidraulikai viszonyokat, a nyomásveszteség értékét. E rendszerek reológiai jellemzésére jól alkalmazható az általánosított pszeudoplasztikus (Robertson—Stiff-) modell, amelynek jellemzői a rotációs viszkoziméter 600, 300 és 6-os fordulatszámánál mért értékeiből határozhatók meg.

1. Bevezetés

Bár a pszeudoplasztikus *(Ostwald—de Waale-)* reológiai modell az esetek többségében jól leírja az öblítőfolyadékok viselkedését, különösen az utóbbi évtizedben előtérbe kerülő nem diszperzív polimer öblítőfolyadékoknál, s az ezekhez hasonló rendszerekben a kis nyírásisebesség-tartományban ($S < 120$—$150\,s^{-1}$) a vártnál nagyobb nyírásifeszültség-értékek adódnak. Az eltérés legfőbb oka valószínűleg az, hogy a rendszerben fellépő szerkezetképző (gélképző) erők a nyírási sebesség csökkenésével fokozódó mértékben ellenállnak a dinamikus nyíróerőnek, s ez a viszonylagos egyensúlyi helyzet a hatványkitevős összefüggéstől növekvő mértékű eltérést eredményez. Ezt mutatja az *1. ábra*, amelyen Rheotest—2 típusú rotációs viszkoziméterrel felvett adatokat rögzítettünk.

Miután a fenti viselkedést mutató rendszerek alkalmazása jelenleg főként a nagy átmérőjű (17½″, 12¼″) lyukszakaszok fúrásakor gyakoribb, ahol az aktuális, gyűrűs térbeli nyírási sebesség általában $100\,s^{-1}$ alatti, az eltérés figyelmen kívül hagyása igen jelentős hibával terheli az áramlási (súrlódási) ellenállásra vonatkozó számításokat. Márpedig ez a szabályozott nyomású fúrási technológiában egyáltalán nem elhanyagolható.



1. ábra
Tényleges reológiai adatok eltérése az Ostwald—de Waale-modelltől

A probléma megoldásában a plasztikus *(Bingham-)* folyadékmodell alkalmazása nem vezet eredményre, mert így viszont a ténylegesnél nagyobb nyomásveszteség-értékek adódnak.

A különböző megoldások közül a legnépszerűbb a folyáshatárral jellemzett hatványkitevős modell alkalmazása:

$$\tau = \tau_0 + K \cdot S^n. \tag{1}$$

Bár ez a reológiai modell jól megközelíti a tényleges viszonyokat, hátránya, hogy nem írható fel explicit összefüggés a folyadék áramlási sebessége és a nyírási sebesség között. Ezért általában a pszeudoplasztikus modellel számított nyírási sebességet veszik figyelembe, amely nyilvánvalóan pontatlansághoz vezet.

A reológiai értékelésekhez és a nyomásveszteségek számításához ezért is jelentős az új reológiai modell bevezetése.

2. Az általánosított pszeudoplasztikus (Robertson—Stiff-) modell

Az említett probléma megoldására *Robertson* és *Stiff* új reológiai modell bevezetését javasolta [1].

A lényegi különbség az előzőtől, hogy az állandó értékű tagot (az 1. egyenletben τ_0) a nyírási sebesség tartalmazza:

$$\tau = A(S+C)^B, \tag{2}$$

ahol

- A az új modell konzisztenciaindexe,
- B az n-nel analóg dimenzió nélküli hatványkitevő,
- $(S+C)$ az „effektív" nyírási sebesség, amelyben C konstans.

A modell állandóinak meghatározásához a szerzők javasolják, hogy a rendelkezésre álló viszkozimetriás adatokból regressziós analízissel határozzuk meg A és B értékét, s közlik a megfelelő összefüggést C számításához is.

Az áramló folyadék sebességprofiljának elemzésével levezetik a nyírási sebességre érvényes összefüggést, amely csőben:

$$S'_w = \frac{3B+1}{4B}\left(\frac{8 \cdot v}{D}\right) + \frac{C}{3B}, \tag{3}$$

illetve párhuzamos lemezek között:

$$S'_1 = \frac{2B+1}{3B}\left(\frac{12 \cdot v}{D_h}\right) + \frac{C}{2B}. \tag{4}$$

3. Az új reológiai modell alkalmazása

Mint ismeretes, az öblítőfolyadékok reológiai tulajdonságainak meghatározására a hat sebességfokozatú *Fann*-viszkozimétert alkalmazzák, de terepi viszonyok között leggyakrabban csak a két sebességfokozatú (600—300 min^{-1}) reométer áll rendelkezésre. Ez esetben is meghatározzák a 10 s-os gélerősséget (mozgási ellenállást). Igen nagy számú üzemi és laboratóriumi eredmény elemzése azt mutatja, hogy a 10 s-os gélerősség azonosnak vehető a 6 min^{-1}-nél mért nyírási feszültséggel. Másrészt kis nyírásisebesség-tartományban tér el a reológiai viselkedés leginkább az *Ostwald—de Waale*-modelltől.

A fentiekből kiindulva a *Robertson—Stiff*-modell alkalmazásához a következőképpen is eljárhatunk. Tételezzük fel, hogy a $B=n$, azaz az új $\tau-(S+C)$ függvényt a $\tau_{600}-\tau_{300}$ által meghatározott egyenes párhuzamos eltolásával kapjuk, azzal a követelménnyel, hogy a τ_{600} és τ_6 erre az egyenesre essen *2. ábra*. Következésképpen

$$\tau_{600} = A(S_{600}+C)^n \tag{5}$$

$$\tau_6 = A(S_6+C)^n. \tag{6}$$

Az (5—6) egyenletből

$$\left(\frac{\tau_{600}}{\tau_6}\right)^N = \frac{S_{600}+C}{S_6+C}, \tag{7}$$

ahol

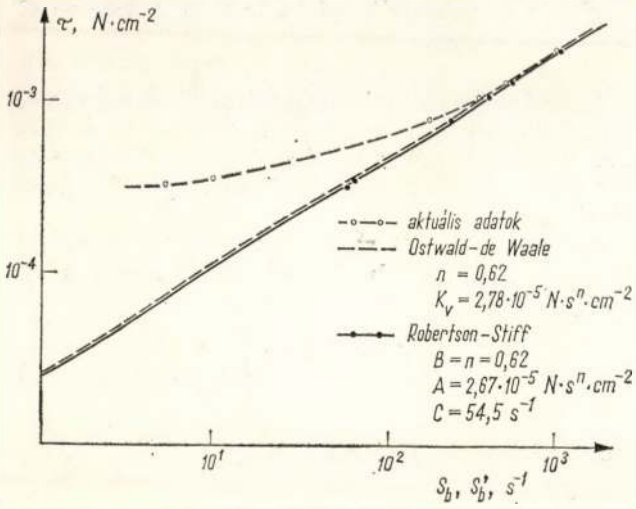
$$N = \frac{1}{n}.$$

A (7) egyenletet átrendezve

$$C = 1022\,\frac{1-0{,}01\left(\frac{\tau_{600}}{\tau_6}\right)^N}{\left(\frac{\tau_{600}}{\tau_6}\right)^N-1}. \tag{8}$$

Az (5) egyenletbe a (8)-at behelyettesítve

$$A^N = \frac{\tau_{600}^N}{S_{600}+C} = \frac{\tau_{600}^N}{0{,}99\,S_{600}}\left[1-\left(\frac{\tau_{600}}{\tau_6}\right)^{-N}\right]. \tag{9}$$



2. ábra
A Robertson—Stiff-modell érvényesülése

S mivel

$$K^N = \frac{\tau_{600}^N}{S_{600}}; \tag{10}$$

ily módon

$$A = K\left(1{,}01\left[1-\left(\frac{\tau_{600}}{\tau_6}\right)^{-N}\right]\right)^n. \tag{11}$$

Természetesen az n és K értékeket a τ_{600} és τ_{300} alapján számítjuk.

A fenti összefüggések alkalmazhatóságát mutatják az *1. táblázat* adatai, amelyben az összehasonlíthatóság

1. táblázat

Nyírásifeszültség-értékek

Egység: $10^{-5}\cdot Ncm^{-2}$

Ω, min^{-1}	Mért	*Ostwald—de Waale-* modell szerint	*Robertson—Stiff-* modell szerint	*Bingham-* modell szerint
600	204,4	204,4	202,4	204,4
300	132,9	132,9	135,4	132,9
200	107,3	103,2	108,8	108,8
100	79,2	66,9	76,6	85,3
6	35,8	11,8	35,3	62,8
3	30,7	7,7	33,2	62,3

$K_r = 2{,}78\cdot10^{-5}\ N\cdot s^n\cdot cm^2$ $\quad n = B = 0{,}62$ $\quad C = 54{,}5\ s^{-1}$

$A = 2{,}67\cdot10^{-5}\ N\cdot s^n\cdot cm^2$ $\quad N = 1{,}613$

érdekében az *Ostwald—de Waale-* és a *Bingham*-modell alapján számított paramétereket is feltüntettük.

Láthatóan a teljes nyírásisebesség-tartományban igen jó az egyezés a mért és a *Robertson—Stiff*-modell szerint számított nyírásifeszültség-értékek között.

Természetesen az A és C értéke mind számítással, mind az említett párhuzamos eltolás módszerével grafikusan meghatározható.

Ellenőriztük ezt a módszert oly módon is, hogy a kapott eredményeinket összehasonlítottuk az eredeti cikkben [1] közölt adatokkal. A *2. táblázat* adatai egyértelműen mutatják, hogy az egyezés igen jó.

4. Az „effektív" nyírási sebesség korrigálása

Mindenekelőtt hangsúlyozni kell, hogy az $(S+C)$ tag nem valódi nyírási sebesség, hanem az az „effektív" nyírási sebesség, amellyel az ismertetett módon meghatározott pszeudoplasztikus modell a mért adatoknak megfelelő nyírási feszültséget ad. A csőbeli „effektív" nyírási sebesség (S_w') a (3) egyenlettel leírható, a (4) egyenletnek a gyűrűs térbeli áramlási sebességre való alkalmazása azonban jelentős pontatlanságokhoz vezethet.

Mint láttuk, a gyűrűs térbeli nyírási sebesség (s hasonlóan az „effektív" nyírási sebesség is) a *Fredrickson—Bird*-megoldásból levezetett geometriai tényező alkalmazásával határozható meg pontosan.

A *Robertson—Stiff*-modell alkalmazásakor sem hanyagolható el a gyűrűs tér geometriájának hatása.

A pszeudoplasztikus (*Ostwald—de Waale-*) modell esetén láttuk, hogy $\varkappa \to 0$ határesetben

$$G_{gy} \to \frac{2}{3}\,\frac{3n+1}{4n}.$$

S_b s^{-1}	Nyírási feszültség 10^{-5}·Ncm^{-2}			Nyírási feszültség 10^{-5}·Ncm^{-2}			S_b s^{-1}
	Mért	A *Robertson—Stiff*-modell szerint	A (8, 11) egyenlet szerint	Mért	A *Robertson—Stiff*-modell szerint	A (8, 11) egyenlet szerint	
1022	347,5	350,0	346,8	930,0	930,0	930,0	1000
511	214,6	222,3	224,5	470,1	472,2	474,7	500
340,8	173,7	174,3	176,8	332,2	334,7	337,2	350
170,4	132,9	121,6	123,7	150,7	151,3	153,3	150
10,22	61,3	63,9	61,3	107,3	105,3	107,3	100
5,11	61,3	61,8	59,3	51,1	50,0	51,1	40
				23,0	23,0	23,0	10
				17,9	18,4	18,4	5
$n = B = 0{,}70$	$K_r = 2{,}73 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}			$n = B = 0{,}984$	$K = 1{,}04 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}		
$C = 82{,}4$ s^{-1}	$A = 2{,}57 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}			$C = 13{,}6$ s^{-1}	$A = 1{,}02 \cdot 10^{-5}$ N·s^n·cm^{-2}		

Következésképpen az általánosított pszeudoplasztikus (*Robertson—Stiff*-) modell esetén a (4) egyenletből kiindulva a gyűrűs térbeli nyírási sebesség ($n = B$)

$$S'_{gy} = G_{gy} \frac{12v}{D_h} + G^0_{gy} \frac{C}{2n}, \qquad (12)$$

ahol

G^0_{gy} a G_{gy} értéke, $n = 1$ esetén.

Értelemszerűen, ha $\varkappa \to 0$, úgy $G^0_{gy} \to \frac{2}{3}$, és

$$S'_{gy} \to S'_w = \frac{3n+1}{4n}\left(\frac{8v}{D}\right) + \frac{C}{3n}. \qquad (13)$$

Az aktuális nyomásveszteség-értékek tehát

a) csőben

$$\Delta p = \frac{4L}{D} A \left[\left(\frac{G_p}{\alpha}\right) \cdot \left(\frac{8v}{D}\right) + \frac{C}{3n}\right]^n, \qquad (14)$$

b) gyűrűs térben

$$\Delta p = \frac{4L}{D} A \left[\left(\frac{G_{gy}}{\alpha}\right) \cdot \left(\frac{12v}{D}\right) + G^0_{gy} \frac{C}{2n}\right]^n. \qquad (15)$$

A nagy átmérőjű lyukszakaszokban az aktuális nyírási sebesség igen kicsi, s ha a pszeudoplasztikus viselkedéstől az eltérés nagy (pl. nemdiszperzív polimer öblítőfolyadékok), igen jelentős lehet a különbség a különböző reológiai modellek alapján számított nyomásveszteségek között.

Ha pl. az *1. táblázatban* megadott reológiai adatokkal jellemezhető öblítőfolyadékot 17½″, illetve 12¼″ átmérőjű lyukszakaszokban, 5″-es fúrórúd gyűrűs terében vizsgáljuk, úgy 2800, illetve 2200 l·min^{-1} öblítési ütemet figyelembe véve a nyomásveszteségek az alábbiak:

D_h cm	Nyomásveszteség bar/1000 m		
	Ostwald—de Waale	*Robertson—Stiff*	*Bingham*
31,75	0,164	0,386	0,81
18,42	0,580	0,869	1,44

A különböző módon kapott nyomásveszteség jelentős eltérése is rámutat a megfelelő reológiai modell kiválasztásának és alkalmazásának szükségességére.

5. Egyéb paraméterek számítása

A közölt adatok, az üzemi és laboratóriumi mérési eredmények is azt mutatják, hogy 200 s^{-1} feletti nyírási sebességeknél a pszeudoplasztikus modell jól leírja a folyadék reológiai viselkedését.

Ezért a lamináris—turbulens átmenet jellemzésére szolgáló paramétereket kielégítő pontossággal meghatározhatjuk a $\tau_{600} - \tau_{300}$ értékek alapján számított n és K állandók felhasználásával.

Ugyanezeket az adatokat alkalmazhatjuk a turbulens áramlási viszonyok között fellépő nyomásveszteség számításához szükséges súrlódási tényező meghatározásához is.

A fentieket összefoglalva megállapítható, hogy az öblítőfolyadékok nagyobb részénél a pszeudoplasztikus (*Ostwald—de Waale*-) modell alkalmas a reológiai viselkedés leírására. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az áramlási profilt meghatározó n kitevőtől függően különböző geometriájú rendszerekben (rotációs viszkoziméter, cső, koncentrikus gyűrűs tér) a nyírási sebesség jelentősen eltér a legegyszerűbb, newtoni folyásra jellemzőtől.

Az ebből eredő hiba a jellemző geometriai tényezők bevezetésével kiküszöbölhető.

Azokban a rendszerekben azonban, amelyekben a szerkezetképző erők jelentősek, s képesek egyensúlyt tartani a dinamikus nyíróerővel (pl. polimer öblítőfolyadékok, flokkulált rendszerek), a kis nyírásisebesség-tartományban (kb. 150 s^{-1} alatt) a vártnál nagyobb nyírási feszültségek adódnak. Ez az eltérés főként nagyméretű gyűrűs tér esetén jelentősen befolyásolja a hidraulikai viszonyokat, a nyomásveszteség értékét.

E rendszerek reológiai viselkedésének jellemzésére sikerrel alkalmazható az általánosított pszeudoplasztikus (*Robertson—Stiff*-) modell, amely határesetként magában foglalja a pszeudoplasztikus (*Ostwald—de Waale*-), a plasztikus (*Bingham*-) és newtoni folyást is. A fúrási gyakorlatban, általános mérési technikát figyelembe véve, a rotációs viszkoziméter 600, 300 és 6-os fordulatszámánál meghatározott nyírásifeszültség-értékekből az általánosított pszeudoplasztikus modell jellemzői meghatározhatók. Ebben az esetben is szükséges azonban az „effektív" nyírási sebesség korrigálása a korábban ismertetett geometriai tényezők segítségével.

A lamináris—turbulens átmenet jellemzői a *Hanks* által bevezetett stabilitási paraméterből meghatároz-

hatók. Mivel az átmenetre jellemző kritikus nyírási sebesség rendszerint a folyásgörbe ama szakaszára esik, amely a pszeudoplasztikus modellel jól leírható, így a korábban közölt kritikus paraméterek számítási módja változatlan.

Mindenkor a *Fann* rotációs viszkoziméterrel (vagy kapilláris viszkoziméterrel) meghatározott reológiai adatok alapján (log-log függvénykép) kell eldönteni, hogy melyik reológiai modellt alkalmazzuk.

IRODALOM

[1] *Robertson, R. E.—Stiff, H. A.:* An improved mathematical model for relating shear stress to shear rate in drilling fluids and cement slurries. Soc. Petr. Eng. J. *1* 31—6 (1976).

KÜLFÖLDI HÍREK

Az USA fúróberendezés-exportja 1976—77-ben

Az USA 1976-ban összesen 254, 1977-ben pedig összesen 366 szénhidrogénfúrások mélyítésére alkalmas fúróberendezést exportált a világ különböző országaiba, 1976-ban kereken 68, 1977-ben pedig 78 millió dollár értékben. Legnagyobb vásárlóik voltak 1976-ban Szaúd-Arábia és Kanada (84, ill. 49), 1977-ben pedig Szingapúr és Kanada (194, ill. 56).

Bjull. Inosztr. Kommercs. Inf. 1978. 104. sz.

*

Szudánban 1500 km hosszú olajvezetéket építenek, amely az ország nyugati részén nemrég felfedezett *Al Mujallad*-mezőt köti majd össze a Vörös-tenger melléki Howeshed tartománnyal. Az olajvezeték építési költsége a becslések szerint 1,5 milliárd dollár.

Arab Oil 1978. szept.

*

Ausztria olajkútállományának megoszlása üzemmódok szerint 1973—1977-ben

	Felszálló	Mélyszivattyús	Gázliftes	Összesen
1973	103	899	312	1314
1974	114	896	317	1327
1975	95	907	314	1316
1976	89	899	322	1310
1977	62	895	345	1302

Erdoel Erdgas Zeitschrift, 1978. 10. sz.

*

Az NSZK 1978. évi kőolajimportja

Az NSZK 1978-ban 95,7 millió t kőolajat importált kereken 20 milliárd DM értékben, 2,5%-kal kevesebbet, mint 1977-ben. A mennyiséget tekintve az exportőrök sorrendjében az első helyen Irán (17 290 298 t), a második helyen Líbia (14 638 357), a harmadik helyen pedig Szaúd-Arábia (14 605 603 t) áll.

Europe Oil-Telegram, 1979. 11. sz.

*

Nagy-Britannia 1978. évi északi-tengeri olajtermelése

Nagy-Britannia az északi-tengeri olajmezőkön 1978-ban 52,8 millió t kőolajat termelt, tehát nem érte el az energiaügyi minisztérium részéről várt 55—65 millió t-t.

Europe Oil-Telegram, 1979. 12. sz.

A nyugatnémet kőolaj-feldolgozó ipar 1978. évi eredményei

Az NSZK kőolaj-finomítóiban 1978-ban összesen 98 701 454 t kőolajat dolgoztak fel (hazai kőolaj — 4 918 132 t, import kőolaj — 93 783 322 t). Az előállított késztermékek mennyisége 90 289 378 t volt. A kőolaj-feldolgozó kapacitásokat 63%-os mértékben használták ki.

Europe Oil-Telegram, 1979. 9. sz.

*

A világ kőolajtermelése 1978-ban

A Petroleum Economist becslése szerint 1978-ban a világon 3 055 700 e. t kőolajat termeltek (+0,2%). Ebből a mennyiségből 1 462 200 e. t az OPEC-országokból származott (47,9%)

Europe Oil-Telegram, 1979. 9. sz.

*

A Vajdaság 1978. évi kőolaj- és földgáztermelése

A vajdasági szénhidrogénmezőkön 1978-ban 1 140 833 t kőolajat és 1 milliárd 79 millió m^3 földgázt termeltek.

Világgazdaság, 1979. 22. sz.

*

Románia szénhidrogén-bányászati tervszámai 1979-re

A Román Szocialista Köztársaság 1979. évi népgazdasági terve 14 800 e. t kőolaj és 27 130 Mm^3 földgáz kitermelését írja elő.

DDR-Außenwirtschaft, 1979. 4. sz.

*

Rövid hírek Indiából

Új gázlelőhelyet fedeztek fel India partjainál, Bombaytól 120 km-re északkeletre. A próbafurások eredményei alapján a lelőhely kiaknázása gazdaságosnak tűnik.

*

India 1979-ben is, a tavalyi évhez hasonlóan, 1,5 millió kőolajat vásárol a Szovjetuniótól.

Világgazdaság, 1979. 3. sz.

Szegesi K.

A cseppfolyós földgáz biztonságos tárolása az Egyesült Államokban

KRAUSZ JÁNOS—
LÁNYI BÉLA

A cseppfolyós földgázt tároló berendezések biztonsága, környezetük védelme sok, fontos előírás betartását teszi szükségessé. Az amerikai irodalomban a közelmúltban szakcikk jelent meg, amely az ide vonatkozó előírásokkal, betartásuk mikéntjével foglalkozik. Körültekintő tervezéssel, kivitelezéssel és üzemeltetéssel a még oly veszélyes cseppfolyósföldgáz-tárolás problémája is megoldható. Különösen fontos ez sűrűn beépített, erősen iparosodott területen létesített tárolónál. — A cikk ennek a témakörnek néhány vonatkozását ismerteti.

A magyar kőolaj- és földgázipar várható fejlesztése magával hozza a cseppfolyós földgáz atmoszferikus nyomáson való tárolásának szükségességét, mivel így nagy mennyiség gazdaságos elhelyezése lehetséges, és a csúcsigényekhez megfelelő tartalék biztosítható. Az amerikai irodalomban a közelmúltban megjelent szakcikk felhívta a figyelmet a cseppfolyós földgáz tárolásával összefüggő biztonsági előírások fontosságára.

A társadalmi és gazdasági rendszer eltérő jellege természetesen nem teszi lehetővé az amerikai előírások változtatás nélküli átvételét. Megismerésük azonban jól szolgálhatja a kialakítandó hazai szabályozást.

A cseppfolyós földgáz tárolásának biztonsága alapvetően fontos mind a lakosság, mind az üzemeltetők szempontjából. A tárolóberendezések létesítése, telepítése és a berendezések, valamint a környezet biztonságát célzó intézkedések sora körültekintő megfontolást kíván. A tárolóberendezések számának és a bennük tárolt anyag mennyiségének növekedésével az üzemeltetők — és az engedélyező hatóság — mindjobban hangsúlyozzák a biztonság fontosságát. A legnagyobb problémát a beépített ipari területen vagy a sűrűn lakott környezetben telepített tároló okozza. Gondot jelent azonban az a tároló is, amely olyan környezetben létesült, ahol más ipari létesítmény, ill. nagyobb embercsoport biztonságát nem veszélyezteti. Egy ilyen tároló megsemmisülése is jelentős veszteséget okoz az üzemeltetőnek vagy a biztosító társaságnak.

A biztonsági intézkedések mértéke és a velük arányban álló költségek különbözőek attól függően, hogy egy káreset mit veszélyeztet a tárolóberendezés környezetében. A kívánt biztonság eléréséhez feltárják a káreset lehetséges okait és az ellenük való védekezés módszereit.

A legnagyobb veszélyt a nagy mennyiségű cseppfolyós földgáz kiömlése és az azt követő eseményláncolat jelenti. Például: egy erősebb légáramlat a keletkezett gyúlékony szénhidrogéngőz-felhőt tovább mozgatja; ez fokozza egy gyújtóforrással való találkozás valószínűségét; a keletkező tűztől hősugárzás jön létre stb. Mivel a szénhidrogéngőz-felhő nem mérgező, a tényleges veszélyt a tűz jelenti.

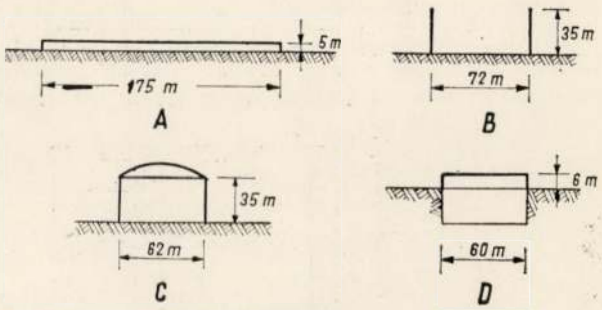
Az Egyesült Államokban többféle tárolási rendszert használnak a cseppfolyós földgáz különböző mennyiségeinek elhelyezésére. Mindegyik rendszert megfelelő biztonsággal tervezték. Ha a telepítés céljára szolgáló területen a népsűrűség nagy, és erősen iparosodott a környezet, különböző típusú, magasságú és jól záró védősánc (gát) megépítése ajánlatos.

Káreseti okok és hatásaik

Az Egyesült Államokban a cseppfolyós földgáz tárolásának veszélyforrását jelentheti a hibás konstrukció, a nem megfelelő kezelés, egy szomszédos tűz hatása, esetleg a szabotázs. Miután meghatározták a veszély lehetséges okait és azok kihatását, megvan a biztonság kívánt foka elérésének az alapja.

A két legnagyobb veszély a nagy mennyiségben tárolt cseppfolyós földgázra a tárolóberendezés felett kialakuló gyulladóképes gőzfelhő és egy lehetséges tűz hősugárzásának hatása. Az USA-ban, Franciaországban, Japánban és az Egyesült Királyságban lefolytatott vizsgálatok, amelyek cseppfolyós földgáz talajra való kiömlésével kapcsolatosak, adatokat szolgáltattak a gőzök áramlására és különböző hősugárzási számítások elvégzésére.

A legnagyobb jelentősége a cseppfolyós földgázt tároló berendezés belső tartályának van, mivel alacsony hőmérsékletnek és a cseppfolyós földgáz oszlopnyomásának van kitéve. Ha a belső tartály nem képes biztonságosan ellenállni ezeknek a hatásoknak, akkor a külső tartály vagy a védősánc (gát) látja el a védelmet. A belső tartály megsérülésekor a külső tartálynak vagy a védősáncnak kell elviselnie azt a hirtelen hatást, amely a cseppfolyós



1. ábra
A cseppfolyós földgáz lehetséges kiömlési feltételei
A — 175 m oldalhosszúság, négyzet alakú felfogótér, 5 m kiömlési magassággal;
B — 72 m átmérőjű tartály, 35 m kiömlési magassággal;
C — 62 m átmérőjű tartály, 35 m kiömlési magassággal;
D — 60 m átmérőjű tartály, 6 m kiömlési magassággal

földgáznak a belső tartályból való kiáramlásakor keletkezik (hirtelen lehűlés, ill. a folyadéktömeg mozgási energiája).

Veszélyforrások

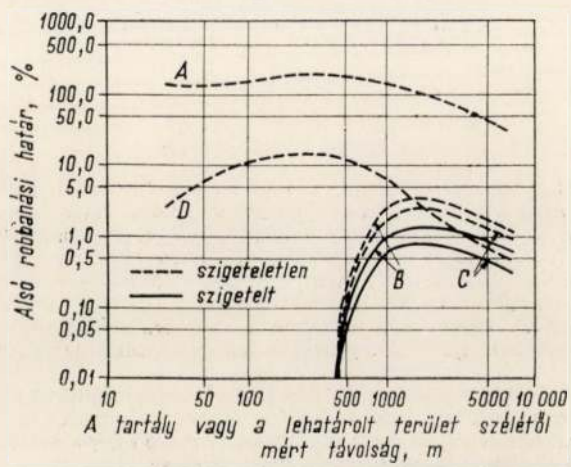
A veszélyforrások két kategóriába sorolhatók, úgymint: belső hibák és külső veszélyek. A gyakorlatban a belső meghibásodások csak ritkán eredményeznek nagyobb szerencsétlenséget.

A belső okok között szerepelnek: a gondatlanság, a gyártási hibák (szerelési vagy karbantartási), hegesztési hibák vagy pedig a karbantartó személyzet hiányos ellenőrzése. Egy másik lehetséges veszély a tartály belsejében az ellenőrző berendezés meghibásodásából vagy emberi mulasztásból keletkező túlnyomás. Ha a túlnyomást a biztonsági szelep nem képes levezetni, nagyobb katasztrófa is bekövetkezhet.

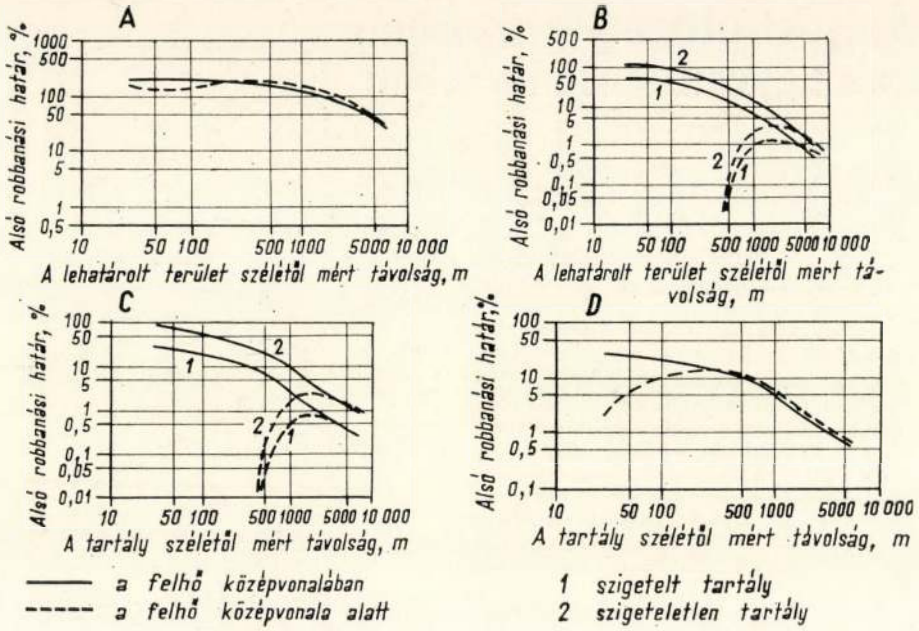
Külső veszélyforrás lehet például egy közeli robbanásból származó fémrepesz, amely behatol a tárolótartályba vagy egy közeli tűz hősugárzása, amely meggyengíti a tartály fémszerkezetét, és ezzel veszélyhelyzetet kelt.

A természeti csapásokra is fel kell készülni. Még a repülőgépszerencsétlenséget (a gép tartályra zuhanása) sem szabad figyelmen kívül hagyni, különösen repülőtér közelében való telepítéskor.

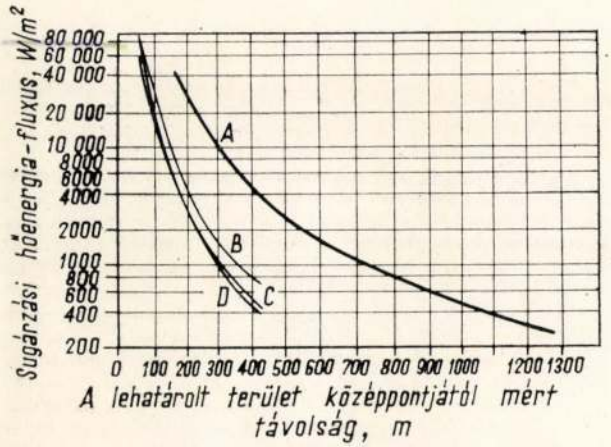
Ha csekély is a külső forrásból eredő baleset bekövetkezésének valószínűsége, azért ez a veszély fennáll. A külső veszély általában nehezebben hárítható el, mint bármely belső.



2. ábra
A gőzök áramlása és felhígulása a gőzfelhő középvonala alatt. A gőzkoncentráció alakulása a légkörbe való maximális kiáramlási sebességet tételez fel.



3. ábra
A gőzök áramlása és felhígulása a gőzfelhő középvonalában és a gőzfelhő középvonala alatt



4. ábra
A hősugárzási hőenergia felvétele
A sugárzási hőenergia-értékek vonatkozási alapja:
— az áthatolhatatlan lángnak a felületegységre ható hősugárzási fluxusa 142 000 W/m²,
— a környezeti hőmérséklet 18 °C;
— a relatív nedvesség 65%;
— a szélsebesség 48 km/h (a tűztől az objektum felé);
— a tárolótartályok kapacitása 100 000 m³

A kiömlés következményei

Nagyobb mértékű kiömlésnél két következményt kell vizsgálni. Az egyik a gyúlékony keverék terjedési távolsága. Ha a terjedés nagy, könnyen elérhet egy gyújtóforrást, amely tüzet eredményez. Az *1. ábra* néhány lehetséges kiömlési helyzetet mutat. A *2. ábra* a gőzök terjedésének függvényében adja a gőzfelhő koncentrációját az alsó robbanási határ százalékában kifejezve. Ez az érték a gőzfelhő középvonala alatt áll fenn, az *1. ábra* körülményeinek megfelelően nyitott felfogóteres és felfogótér nélküli tartályoknál.

A *3. ábra* a gőzök terjedésének függvényében mutatja az alsó robbanási határ százalékában kifejezett gőzkoncentrációt (az *1. ábra* szerinti helyzeteknél). A görbék a gőzfelhő középvonalában és a gőzfelhő középvonala alatt észlelt értékeket jelzik.

A kiömlés másik következménye a személyzet és a felszerelés veszélyeztetése az esetleges tűzből eredő hősugárzás által. A *4. ábra* a tárgyak befogadott sugárzási hőenergia-intenzitását mutatja (az *1. ábrának* megfelelő kiömlési körülmények mellett, 48 km/h szélsebesség esetén).

Az *5. ábra* adja a sugárzási hőenergia változását a lehatárolt terület középpontjából mért távolság függvényében (az *1. ábra* négy feltételénél). A kialakuló viszonyokat mindegyik feltételnél 0, 48 és 96 km/h szélsebességgel vettük figyelembe. A tartályok űrtartalma 100 000 m³.

A keletkező gőzök terjedése

Egy esetleges kiömlésnél keletkező gőzök mennyisége függ a kiömlött folyadék mennyiségétől, a folyadék által ért felület típusától és annak nagyságától (ha termőtalajra ömlött a folyadék, akkor a talaj nedvességtartalmától is). A gőzök terjedését a levegő hőmérséklete és páratartalma, valamint — kisebb mértékben — a szélsebesség is befolyásolja.

Röviddel a kiömlés után feltehetően egy pillanatnyi maximális gőzmennyiség alakul ki, amely az idő függvényében csökken mindaddig, amíg egy állandó állapotot el nem ér. A maximális gőzmennyiség függ a cseppfolyós földgázzal nedvesített anyagból — föld, acél, beton stb. — elvont hőmennyiség nagyságától, amely viszont annak függvénye, hogy a nedvesített felületek szigeteltek vagy szigeteletlenek.

Számolni kell még a környező levegő hőátadásával is. A cseppfolyós földgáz által a környezetéből felvett minden 511 watt hőenergia 1 kg cseppfolyós gázt képes elgőzölögtetni.

A gyúlékony gőzfelhő terjedési távolsága nemcsak a felvett hőmennyiség mértékétől, hanem a tárolási rendszer terjedelmétől és típusától, valamint a kiömléskor uralkodó időjárástól is függ.

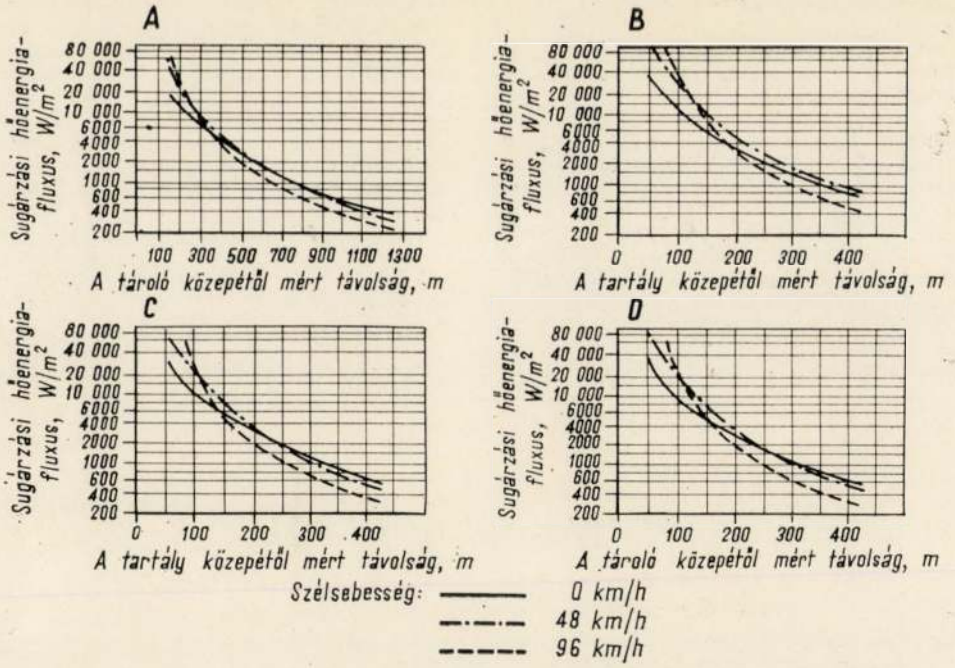
A légkörbe jutó gőzmennyiség nem szükségképpen a maximális mennyiséget jelenti. Gőzcsökkentő térfogat alkalmazásakor a kijutó gőzmennyiség kevesebb lesz a maximumnál. Másrészt ha a gőz a légtérben a védősánc (gát) tetején lép ki — amely nincs nagy magasságban —, a terepszinten való átrétegeződésnek csökken a jelentősége. (A magas védősánc tetejéről a gőzök nagyobb sebességgel ütköznek a terepszint közelében elhelyezkedő határrétegbe, és ezáltal gyorsabban felhígulnak) E két tényező csökkenti a gőzök terjedési távolságát és az alsó robbanási határt elérő elegy kialakulását.

Hősugárzás

A cseppfolyós földgáz égésekor a környezetében kialakuló hősugárzási veszély nagyságát különböző tényezők befolyásolják.

Mivel az ilyen típusú tűz turbulens és diffúziós lángokból áll, amelyek lényegében ugyanabból az éghető anyagból keletkeztek, a hősugárzást befolyásoló tényezők a következők lehetnek:

— a lángok magassága és alakja,



5. ábra

A tűzből eredő sugárzási hőenergia felvétele. (A lángmagasság a tárolótartály fölött: A — 177 m; B — 95 m; C — 86 m; D — 84 m)

— az adott objektumnak a lángoktól való távolsága,
— az objektumnak a lángokhoz viszonyított elhelyezkedése (a szél befolyását is figyelembe véve) és
— a légköri nedvesség.

Az ilyen típusú tűzből adódó hősugárzás nagysága kiszámítható az ismert adatokból, az elfogadott számítási módszerekkel.

Az objektumra való veszélyesség bemutatására az *1. táblázat* az általánosan elfogadott hősugárzási energia befogadásának értékeit adja meg, különböző szélsebességnél.

1. táblázat

Veszélyes hősugárzási szintek

Tárgy	Egyensúlyi hőmérséklet, °C	Hősugárzási szint*, W/m²		
		szélmentes érték	48 km/h szélben	96 km/h szélben
Személyek**	155	5,520	10,410	12,550
Gépi berendezés***	215	9,210	17,190	20,690
Gépek vagy szerkezetek festékrétege	255	12,240	22,330	26,810
Szerkezetek, acél, nem mozgó részek	320	18,850	32,800	39,110

* A számadatok a nyári (környezeti hőmérséklet 32 °C) és a téli (környezeti hőmérséklet 0 °C) átlagszinteket mutatják.
** A könnyen öltözött személy 8 s múlva fájdalmat érez, és 20 s-ig jelentkezik a felhólyagosodás.
*** A kenőolajok lobbanási hőmérsékletét (hozzávetőlegesen 215 °C) véve alapul.

A hősurgárzási értéket befolyásoló összes tényezőt és a gőzök szétterjedését figyelembe véve, egy magas és minimális átmérőjű felfogó fal a legmegfelelőbb az alacsony, nagy átmérőjű tartályokhoz. A felfogó fal által képzett körgyűrű kis átmérője csökkenti a folyadékfelületet és a gőzfejlődést. A kis átmérőjű, magas tartályok vagy tömör védősáncok magasabbra emelik a képződő lángokat, ezáltal a védőfalon túli területen csökkentik bármely objektum veszélyeztetettségét.

A megengedhető hősugárzási érték tervezési szintje a vonatkozó szakirodalomból határozható meg a legtöbb telepítési helyszínre. A gyakorlatban célszerű a hősugárzási veszélyzónát a megengedhető szintek alatt korlátozni.

A tárolótelepen belüli épületek és berendezések tervezésekor gondoskodni kell hősugárzás elleni védelmükről a tárolótartály helyének gondos kiválasztásával.

Veszélyelhárítás

A tervezőknek előre kell látni mind a belső hiba-, mind a külső veszélyforrásokat. A berendezések elhelyezését, ill. azoknak a környezettel való kapcsolatát figyelembe véve, a terv tartalmazhat — esetenként tartalmaz is — a tervezési előírások, szabályzatok által megkövetelteken túlmenő (túlbiztosításra törekvő) vonásokat.

Egy cseppfolyós földgázt tároló berendezés fokozott biztonsága a következőkből tevődik össze:

1. A hősugárzás és a gőzdiszperzió (gőzeloszlás) tanulmányozása.
2. Legalább két, egymástól független, mélyhűtést álló védőfal biztosítása. Szükséges, hogy a külső tartályfal vagy tömör, magas védősánc ellenálljon a közeli robbanásból vagy tűzből eredő nagyobb károsodásnak.
3. A berendezést úgy kell kialakítani, hogy a belső tartály meghibásodása (ezáltal tömítetlenné válása) vagy felrepedése esetén a külső fal vagy védősánc képes legyen felfogni a belső tartályban levő anyagot. Az alapul veendő legnagyobb katasztrófahelyzetet a térfogattartalom teljes kiégésében kell meghatározni (limitálni).
4. Meg kell teremteni a belső tartályfal külső veszélyek elleni védelmét, vagy pedig olyanra kell tervezni, hogy ellen tudjon állni ilyen veszélyeknek, illetve behatásoknak.
5. A telep és a tárolóberendezés tervezésekor figyelembe kell venni a „megfontolt feláldozás" szükségességét bármely tartályt és annak teljes tartalmát illetően, ha biztonságos és ellenőrizhető (kézben tartható) módszer alkalmazásával ezáltal elkerülhető egy ellenőrizhetetlen (nem kézben tartható) szituáció kifejlődésének lehetősége.
6. Megfelelő telepítéssel vagy egyéb védelem alkalmazásával meg kell előzni bármely tartály kigyulladását egy szomszédos tartály tüzéből eredően.
7. A belső tartályt és a külső védőfalat vagy védősáncot úgy kell tervezni, hogy az ellenálljon a természeti csapásoknak ott, ahol ezek előfordulása lehetséges.
8. Gondoskodni kell a tartálytető fölötti csőcsatlakozások legjobb műszaki tulajdonságairól. A tartályfenék és tartályfal csonkjait — ha megengedett — különlegesen megerősített kivitelben kell elkészíteni, és fel kell rájuk szerelni belső elzáró szerelvényeket. Konstrukciós kialakítással vagy karbantartó berendezések segítségével védeni kell mindenfajta károsodástól.

9. A csővezetékek mentén futó területsávot zárjuk le.

10. Gondoskodjunk vízről, vizes elárasztásról és habbal oltó tűzvédelmi rendszer létesítéséről. (Vizet ne vezessünk a cseppfolyósföldgáz-tartályba.)

11. A tárolási rendszer tervezésénél olyan megoldásokat alkalmazzunk, amelyek az összes lehetséges káresemény ellenőrizhetetlen, kézben tarthatatlan katasztrófává való fajulását megelőzik.

Mivel a cseppfolyós földgázt tároló rendszer belső tartályának valóságos terhelési próbájára (a nagy hideg és a folyadék hidrosztatikus nyomásának együttes hatása) csak az üzembe helyezéskor kerül sor, a tervezés során különleges gondot kell fordítani a tartály anyagának kiválasztására és a konstrukcióra.

A kivitelezésnél az összes hegesztési varratot, a szerelési munkát, a felhasznált anyagokat kiváló képesítésű személyekkel kell elvégeztetni, illetve ellenőriztetni. Ezzel a módszerrel bármely nagyobb gyártási vagy szerelési hiba — amely jelentős műszaki balesetet indíthat el — kiküszöbölhető. Kisebb hibából eredő tömítetlenség kismértékű szivárgást idézhet elő a szigetelt tér belsejében. Később azonban ez veszélyt jelenthet a szerkezetre vagy a környezetre.

Amint az a fentiekből látható, a cseppfolyós földgázt tároló rendszer sokkal szigorúbb tervezési, szerelési és ellenőrzési módszert követel meg, mint egy közönséges és szokványos szénhidrogén-tároló tartály.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Csehszlovák gázipari szakmai nap

1978. november 21-én, Budapesten került sor a cseh és hazai szakemberek eszmecseréjére, tapasztalataik kicserélésére.

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgatósága nevében *Újfalusi Elek*, a BKG műszaki fejlesztési osztályvezetője üdvözölte a megjelent gázipari szakembereket az OKGT és a Cseh Gázipari Vállalatok Konszernje (továbbiakban CPP) között megkötött gázipari műszaki-tudományos együttműködési munkaterv keretében megtartott előadássorozaton és konzultáción. A szakmai napon elhangzott előadások:

Miroslav Brokl mérnök, a CPP-vezérigazatóság műszaki fejlesztési főosztályának vezetője **A tudomány és technika fejlesztési irányvonalai 1990-ig** címmel tartott előadást. Bevezetőjében ismertette a csehszlovák gázipar erőforrásainak dinamikus alakulását. E fejlődéshez további tranzit gázvezetékek építését, egységes KGST gáztávvezeték-rendszer megvalósítását tervezik. Fokozott hangsúlyt kap a rendszer kiépítése során a teljes automatikus, számítógépes irányítás, és az elegendő kapacitású föld alatti gáztárolók létesítése, a földgáz-cseppfolyósítás széles körű bevezetése.

A középtávú gázipari elképzelésekhez kapcsolódnak a távlati, 15—20 éves időszak alapvető fejlesztési irányvonalai, melyek a következő részterületekre vonatkoznak:

1. A barnaszén-bázisra épült városigáz-termelésnél a barnaszén nyomás alatti gázosítási technológiájának kidolgozása.
2. Geofizikai kutatási eredmények felhasználásával meglevő lelőhelyeken föld alatti gáztárolók létesítése.
3. A gázvezetékek és kompresszorállomások zavartalan üzemelését és ellenőrzését biztosító módszerek kidolgozása.
4. A 0,3 MPa nagyságú gáznyomás elérése, és a gázvezetékek keskeny árokba való fektetési technológiájának megvalósítása.
5. A pb-elosztás területén a töltőállomások gépesítése és a raktárhálózat fejlesztése.
6. A korróziós károk mérséklése.
7. Az ipari, mezőgazdasági és kommunális fogyasztás növelése és fejlesztése a légnemű tüzelőanyagok gazdaságos felhasználása útján.
8. Az egész gépipar komplex irányítási rendszerének kifejlesztése a földgáz és a városi gáz zökkenőmentes és folyamatos felhasználása érdekében.

Az előadás a továbbiakban részletesen taglalta mindazokat a részfeladatokat, amelyek fejlesztése a CPP irányítása mellett folyik.

Petr Stiegler mérnök a prágai Plynoprojekt főmunkatársa **A csehszlovák gázvezetékek automatikus irányítási rendszerének kiépítése** címmel tartott előadása elsősorban a diszpécserközpontok tervezői és dolgozói részére nyújtott új ismereteket. Fontos feladatként jelölte meg az optimális irányítás megszervezését, mert jelenleg Csehszlovákia területén kb. 9500 km hosszú nagynyomású (max. 7,5 MPa) gázvezeték-hálózat működik, amely évente mintegy 8,1 milliárd m³ gázt szállít. A jövőben a tranzit gázvezetékek üzembe helyezésével elsősorban a mennyiség fog ugrásszerűen megnőni, várhatólag kb. 60 milliárd m³/év értékre.

Miroslav Stary mérnök az **Automatizált tudományos tájékoztatási rendszer a csehszlovák gáziparban** című előadásából megismerhettük a részben működő, részben még épülő háromlépcsős információs hálózatot. Az ipari információs központ Bechovicében (Tüzelőanyag-felhasználási Kutatóintézet) működik, a szakágazati Prágában (Plynoprojekt) és az alapfokú a cseh és szlovák gázipari vállalatoknál, egységes elvek alapján. Az információkat gépi olvasásra alkalmas formában, számítógépes memória tárolja, ahonnan azok megfelelő programok segítségével visszakeresheték.

Zdenek Machacek mérnök, a hazánkban is alkalmazott módszeréről tartott előadást **Új tapasztalatok és kutatási irányvonalak a kemény polietilénből készített csövek alkalmazásánál gázelosztó csővezetékek építése során** címmel.

Csehszlovákiában 1960-ban kezdődött meg az alapkutatás Bechovicében, majd a laboratóriumi kísérleti eredmények birtokában 1968-ban épült első alkalommal kísérleti gázelosztó vezeték. 1972 után, a kedvező eredményeket hozó kísérletsorozat befejeztével 1978-ig 319 km gázvezeték épült. Az alkalmazott KPE csövek a cseh ipar (Litvinovi Vegyipari Üzemek) termékei.

Milan Radomil főmunkatárs, a bechovicei Tüzelőanyag-felhasználási Kutatóintézetben kifejlesztett szigetelőcsatlakozásokat és a műanyag fóliákból készült szigetelések vizsgálóberendezését ismertette. A jelenleg alkalmazott ragasztott szigetelőcsatlakozások NÁ—150—900-ig (NNY64) és NÁ—150 alatti (NNY 3) méretben, különböző kialakításban készülnek. A ragasztáshoz jó húzószilárdságú (átl. 1 dm² felületnél 10 Mp) epoxigyantát alkalmaznak. A különlegesen kialakított csővégekkel a csatlakozások súlya valamennyi átmérőméretben átlag mintegy 60%-kal csökkent. A szabadalmaztatott típusok szerkezetileg egyszerűbbek, és a különféle vizsgálatok alkalmával kedvező eredményt adtak.

Zdenek Safka főmunkatárs, a HV—04 típusú földbe fektetett csővezeték szigetelési hibáinak keresésére integrált áramkörökből felépített, hordozható, 9 V-os elemről táplálható, és a terepi körülmények között jól alkalmazható vevőkészüléket szerkesztett. A szigetelési hiba kereséséhez két fő szükséges. A keresés során vagy egymás mögött, a csővezeték felett haladnak, vagy egyikük a csővezetékkel párhuzamosan, mintegy 6 m távolságban halad. A vevőkészülékkel dolgozó — hallással — a hangjel maximumát keresi, mely egyben a szigetelés meghibásodásának helye.

A szakmailag igen érdekes és tartalmas műszaki fejlesztési eredményeket, célokat ismertető előadásokat szakmai konzultáció követte.

A szervező bizottság nevében a témafelelős megköszönte mind az előadók, mind dr. *Oleg Logvinov* tolmács aktív közreműködését, valamint az ETE és a Fővárosi Gázművek segítségét.

Újfalusi Elek
okl. gépészmérnök, osztályvezető
(Budapesti Kőolajipari Gépgyár)

A földtani kutatási zárójelentések készítésének feladatai és módszertani tapasztalatai az OGIL-nál*

BÉRCZI ISTVÁN—
CSABA JÓZSEF—
GOMBOS ZOLTÁN—
MARKÓ LÁSZLÓ—
POGÁNY LÁSZLÓ

A szerzőkollektíva áttekintést nyújt a kutatási zárójelentések készítésével kapcsolatos földtani, geofizikai, fúrástechnológiai, műveléstervezési és közgazdasági feladatokról a szénhidrogénbányászat területén. Az elemzések bemutatják a zárójelentések készítése során az OGIL-ban jelentkező problémákat, műszaki és gazdasági motívumokat, valamint a szénhidrogénvagyon számbavételével kapcsolatos kérdéseket.

Bevezetés

A Központi Földtani Hivatal elnökének 7/1974. sz. utasítása — a nehézipari miniszterrel egyetértésben — szabályozta a szénhidrogének földtani kutatási eredményeit összefoglaló fázisjelentések elkészítésének rendjét.

A jelentések célja a földtani adatok, ismeretek és következtetések rögzítése a földtani modell és a kutatási koncepció továbbfejlesztése céljából; állásfoglalás a további kutatások célszerűsége és gazdaságossága tekintetében, végezetül, de nem utolsósorban kiindulási adatok megadása a további kutatásokhoz és művelési tervekhez. E sokirányú tevékenység eredményeképpen összeálló kép az ásványvagyon-gazdálkodás fontos dokumentuma, az új előfordulások első, geológiai-művelési-gazdasági szempontból összefüggő felmérése, amelynek főbb megállapításai mértékadóak és végigkísérik az előfordulást a kutatás és termelés folyamatában, egészen a felhagyásig. Másképpen fogalmazva, az elnöki utasításban előírt formát olyan tartalommal kell megtölteni, amely a kutatást követő tervezési és beruházási fázis felvetette valamennyi kérdésre megalapozott választ ad.

Az OGIL-ban készülő zárójelentések egyes fejezeteit a kérdéses szakterülettel foglalkozó osztályok készítik belső kooperációban. Az alábbi felsorolás mutatja az együttműködő osztályok munkáját:

— a földtani anyagfeldolgozó osztály végzi a rétegtani és részben a szerkezeti elemzést;
— a kútgeofizikai elméleti osztály készíti a lyukgeofizikai mérések értékelését és a kvantitatív geofizikai értelmezést;
— a fúrástechnológiai osztály adja a fúrási műszaki összefoglalást;
— a rezervoárgeológiai osztály készíti a kutatástörténeti összefoglalást, összeállítja a tárolómodellt, meghatározza a kezdeti földtani vagyont;
— a műveléstervezési, illetve a műveléselemzési osztály határozza meg a kitermelhető szénhidrogénvagyont;
— a közgazdasági elemző osztály adja a gazdasági értékelést;
— a fenti OGIL-osztályokon kívül, állandó külső közreműködőként a Geofizikai Kutatási Üzem adja a geofizikai előkutatások összefoglalását.

Földtani feladatok

A geológiai feladat, a földtani-teleptani modell kimunkálása rendkívül sokrétű, szerteágazó tevékenységet igényel. Ez valamennyi rendelkezésre álló (kőzettani-rétegtani, geofizikai-kőzetfizikai, termelésgeológiai-hidrogeológiai) információ kritikai figyelembevételét jelenti. A tevékenység a vizsgált területen végzett kőolajföldtani kutatás esszenciájának tekinthető, amelyben mindaz az ismeretanyag összesűrűsödik, amely a geofizikai-geokémiai előkutatástól kezdődően a fúrásos kutatáson keresztül a kísérleti termeltetés és termelés, valamint a gazdasági megfigyelés során akkumulálódik. Ez a tárgyszerű és megalapozott munkához elengedhetetlenül szükséges tény szubjektív oldalról, azaz a jelentéskészítő egyén oldaláról nézve azzal az előnnyel jár, hogy nagymértékben tágítja a szakmai látókört a kőolajgeológiához kapcsolódó határterületek irányába (felszíni és mélyfúrási geofizika, rezervoármechanika, fúrástechnológia, rétegfizika, termodinamika stb.). Másfelől a földtani modell, ill. a belőle következő főbb adatok (a tárolókőzet átlagparaméterei, a rétegnyomás alakulása, a telepek hidrogeológiai felépítése, a szénhidrogénvagyon értéke) a termelési elképzelések bázisát jelentik, és ily módon a termelés alakulása egyben állandó visszajelzést, kontrollt jelent, igazolva vagy megcáfolva, s korrekcióra utasítva a földtani-teleptani modellt. Nem kell külön hangsúlyozni, hogy milyen segítséget jelent ez a geológusok szakmai fejlődése, a tárgyszerű, racionális gondolkodásmód kialakítása szempontjából.

A kritikai adatfeldolgozás, értelmezés érzékeltetésére álljon itt néhány példa.

Az algyői szerkezet — és általában a Kárpát-medence pannóniai összletének — tagolása kőzettani alapon csak nagy vonalakban lehetséges. A teleptani rétegkorrelációkat főleg a geofizikai lyukszelvények alapján végezzük. Az alsó és felső pannon produktív szintek korrelációja, az egyes telepek, (homokkőcsoportok) rétegvizsgálatainak értelmezése, a telítettségi viszonyok és fázishatárok meghatározása után nyilvánvalóvá vált, hogy az alsó és felső pannon határ diszkordanciafelületként jelentkezik. Ez jelentős mértékben módosította a terület szerkezeti modelljét és az egyes telepek lehatárolását.

A dorozsmai kutatási terület felderítő fázisában a szeizmikus profilok és a földtani-rétegtani elemzés jól kimutatható, 470 m ugrómagasságú vetődést jeleztek a terület Ny-i szárnyán. Ugyanakkor a paleozoos—miocén kőolaj-halmaztelepet két eltérő fázishatárú és

* Az OGIL 10 éves fennállása alkalmából rendezett szimpozionon, 1977. szeptember 1-én elhangzott előadás alapján.

rétegnyomású részre osztó kisebb vetődést csak a részletes rezervoárgeológiai elemzéssel tudtuk kimutatni. Ez az elemzés döntően befolyásolja a további kutatást és a művelés lehetőségeit.

A kritikai értelmezés különösen a kőzetfizikai paraméterek vonatkozásában nagy fontosságú. A tároló rétegszakaszok paramétereinek (porozitásnak, áteresztőképességnek, víztelítettségnek) meghatározására szerencsés esetben többféle adat áll rendelkezésünkre. Porozitásadatokat szolgáltatnak a kőzetfizikai mérések, a kvantitatív geofizikai értelmezés. Áteresztőképességet kaphatunk kőzetfizikai mérésekből, hidrodinamikai mérésekből, ritkán — és csak bizonyos tárolókőzetek esetében — kvantitatív karotázsértelmezésből. Víztelítettség-adatok speciális kőzetfizikai mérésekből és a kvantitatív geofizikai értelmezés adataiból származhatnak. Probléma akkor merül fel, ha ezek az adatok egymásnak ellentmondóak. Ez esetben a kőzetanyag, a lyukgeofizikai szelvények, a szerkezeti helyzet, a rétegvizsgálati adatok alapján kell dönteni egyik vagy másik, vagy egy harmadik, egyikkel sem egyező, a fenti tényezők kialakította képbe azonban beillő becsült érték mellett.

A mezőhegyesi gázsapkás kőolaj-halmaztelep fázishatár-kijelölési problémája szintén jól mutatta az adatfelhasználás kritikai elemzésének szükségességét. A rétegvizsgálatok ugyanis két eltérő fázishatárral jellemezhető halmaztelepet valószínűsítettek a terület északnyugati részén, ami egyben szerkezeti vagy litológiai elkülönülést is jelenthet. Az eddigi termelési múlt elemzése azonban azt mutatta, hogy a magasabb helyzetben kimutatott gáz—olaj és víz—olaj határok már az 1967 óta folyó termelés következtében alakultak ki, tehát nem szerkezeti vagy litológiai elkülönülésről van szó.

Mélyfúrási geofizikai feladatok

Minthogy a mélyfúrási geofizika szerepe a földtani és tárolómérnöki adatok szerzésében az eszközök fejlődésével nő, a lyukszelvényezési és szelvényértelmezési tevékenység összefoglalása a zárójelentések szerves részét képezi.

A vonatkozó utasítások értelmében össze kell foglalni és kritikailag értékelni kell a szelvényező munkát a szénhidrogénrétegek kimutatása, a tárolóparaméterek meghatározása és egyéb geológiai-műszaki feladatok (rétegtani korreláció, litológiai tagolás, lyukferdeség, cementpalást stb.) megoldása szempontjából.

A kútgeofizikai elméleti osztály a zárójelentések geofizikai részének elkészítésén kívül elsősorban a rezervoárgeológiai feldolgozások és készletbecslések legfontosabb paramétereinek, a porozitás és a víztelítettség, valamint az effektív rétegvastagság kutanként és helyenként való meghatározásával járul leginkább hozzá e tevékenységhez. E munka volumenét és fejlődését jellemzi, hogy 1973-ban 50, 1974-ben 80, 1975-ben 370 és 1976-ban kb. 600 kút egy-egy telepre vonatkozó értelmezését végeztük el főleg az algyői területen. De részt vettünk más tárolótípusok, így pl. a Szeged-Móraváros repedezett kőolaj-halmaztelep feldolgozásában is.

A mennyiségi szelvényértelmezés terén mind az alapösszefüggések meghatározásában, mind az eredmények ellenőrzésében támaszkodunk a kőzetmagokon mért porozitás, permeabilitás, kapillárisnyomás-mérések stb. eredményeire. A területi „karotázskonstansok" és alapösszefüggések megállapításához különösen fontosak az osztály kőzetlaboratóriumában végzett geofizikai kőzetmérések.

A tárolófeldolgozás jelenlegi szintjén a magokon mért és a szelvényekből számított paramétereket együttesen használják fel, ezért követelmény, hogy azonos szinteken a megfelelő értékek összhangban legyenek. A tapasztalatok szerint a vastag, viszonylag homogén szakaszokon a porozitás- és a permeabilitásadatok jól egyeznek. Heterogén rétegsorokban azonban gyakran jelentős eltérések adódnak a magokon mért és a szelvények alapján számított értékek között. Ennek — egyebek között — legfőbb oka az, hogy a szelvények alapján értékelt kőzettérfogat nagyságrendekkel nagyobb, mint a laboratóriumi mintáké. Így a két forrásból származó adatok más-más térfogatot reprezentálnak. Ilyen szakaszokon a felhasznált paraméterek nagyobb bizonytalanságokat hordanak magukban.

A víztelítettség-meghatározás ellenőrzésének kérdése még nehezebb. A víztelítettség in situ meghatározásának egyetlen gyakorlati módszere szelvényeken alapszik. A magokon mért víztelítettség, ill. a kapillárisnyomás mérése nem mindig ad megbízható kontrollt a víztelítettség in situ értékére. Heterogén kőzetekben pedig a magok és szelvények által reprezentált térfogatok eltérése e paraméterekben fokozottan érvényesül.

Ilyen körülmények között a számított készletek megbízhatóságának a paraméterek relatív középhibájának figyelembevételével történő becslése gyakran nem végezhető el, vagy nagymértékben szubjektív megítélés tárgya.

Véleményünk szerint a magvizsgálatok fejlesztése mellett az ilyen munkák javítása szempontjából döntő a szelvények választékának és minőségének fejlesztése.

Fúrástechnológiai feladatok

„A kutatási terület fúrás-műszaki szelvénye" című fejezetben a meghatározott szempontok figyelembevételével, az adatok mennyiségétől függő részletességgel fúrásonként, majd általánosítva is foglalkozunk a lemélyített vagy lemélyíteni kívánt fúrásokkal.

Felsoroljuk a harántolt kőzeteket és fúrhatósági irányszámaikat, majd ezen adatok átlagértékeiből az egész kutatási területre litológiai komplexumonként kiszámítjuk a harántolt kőzetek fúrhatóságát. Itt az a nehézség merül fel, hogy régebben a harántolt kőzetek fúrhatóságára öt osztályt különböztettek meg. Az osztályba sorolás viszonylagos volt — a fúrási előrehaladást vették figyelembe —, és csak azt fejezte ki, hogy pl. a 2-es osztályba sorolt kőzet keményebb, mint az 1-es osztályba sorolt kőzet.

Újabban a fúrási rezsim paramétereit számító módszereinkben a harántolt kőzetek jellemzésére már nem a fúrhatósági irányszámokat, hanem a kőzetek fúrhatóságának és törőszilárdságának viszonyszámát adjuk meg.

Felmérjük és kiértékeljük az egész kutatott és feltárt területen a fúrások mélyítése során fellépett fúrási—műszaki nehézségeket. Ezek ismeretében esetenként földtani következtetések vonhatók le, amelyek a bonyolult földtani felépítésű tárolóknál különösen értékesek.

Ha a kutatott területen iszapveszteség fordult elő, meghatározzuk ennek szélső értékeit, mélységszakaszait. Felhívjuk a figyelmet arra a mélységszakaszra, ahol az iszapveszteség gyakorisága igen nagy, vagy éppen teljes iszapveszteség fordult elő.

A cementpalástok zárásának megbízhatóságára vonatkozó információk a fázishatárok, a telítettségi viszonyok meghatározásánál döntő rétegvizsgálati adatok értékeléséhez szolgáltatnak fontos adalékot.

A kutatási terület tényleges fúrástechnológiai adatait — a nagyobb áttekinthetőség érdekében — általában táblázatban foglaljuk össze.

A fúrók mechanikai sebességének kiszámításához nincs regisztrált, pontos méter-perc adatunk, csak a fúrómesteri napi jelentésből nyert, egy-egy fúrási mélységszakaszra fordított óraértékekkel tudunk számolni, ami a mai műszerezettség és technikai fejlettség figyelembevétele mellett pontatlan értékeket ad. Ma már módunkban van számítógépre kidolgozott program segítségével az optimális fúrástechnológiai paraméterek kiszámítására, ha a megfelelő alapadatok műszerrel regisztráltan pontosak és így híven tükrözik a valóságot.

A régebbi területekre vonatkozóan fúrómesteri napi jelentések raktározási és egyéb gondok miatt általában nem hozzáférhetők, elvesztek vagy megsemmisültek, ezért a mechanikai sebességet egyáltalán nincs módunkban számolni.

Foglalkozunk még azokkal a műszaki balesetekkel, amelyek az ásványvagyon-gazdálkodást és műszaki biztonságot befolyásolják.

A jelentés szöveges részét táblázatok és rajzmellékletek egészítik ki és teszik szemléletesebbé.

Műveléstervezési feladatok

A feltárt szénhidrogénvagyon gazdasági értékeléséhez és a népgazdasági tervezéshez már a kutatási zárójelentésben is nélkülözhetetlen az ipari vagyon előzetes meghatározása, a termelés közelítő előrejelzése.

A műveléstervezési feladatok e téren az alábbiak szerint csoportosíthatók:

1. A rétegfolyadék-paraméterek átlagos és jellemző értékeinek meghatározása.
2. A telepek várható működési rendszerének vizsgálata, az uralkodó kiszorítási mechanizmus megállapítása.
3. A kihozatal előzetes, ún. a priori értékének becslése.
4. A termelő kúthálózat — küttávolság, kútszám — közelítő tervezése.
5. Természetes rétegenergiák mellett az olaj-, gáz- és víztermelés, valamint a rétegnyomás előrejelzése.

A telepek természetes energián alapuló kiszorítási mechanizmusának vizsgálatához ismerni kell a szénhidrogénfázisok térfogatarányát, a víztest kiterjedését, jellemző kőzetparamétereit, a vízmozgás uralkodó irányát.

A működési rendszer helyes megítéléséhez segítségünkre vannak a környező előfordulásokon szerzett tapasztalatok, a geológiai korokhoz és kőzettípusokhoz, felépítésükhöz kötött analógiák. Az alkalmazandó eljárások a KFH elnöke által 1976. XI. hóban kiadott „Irányelvek"-ben is rögzítve vannak.

A művelés-előrejelzés kiindulási alapját a termelési ütem és a működési rendszer határozza meg. A termelési ütem függ a kutak kapacitásától, a kútszámtól és azok lemélyítési ütemétől, az ipari vagyontól. A termelvény megoszlását (olajtelepek esetén) döntően befolyásolja a már említett működési rendszer, az olajtároló rétegvastagság, a megcsapolási ütem, a kőzetkifejlődés és a perforációelhelyezés. A rétegnyomás alakulása szintén a működési rendszertől és a megcsapolás ütemétől függ.

Az előrejelzett kútszám és termelési számsor lehetővé teszi a művelésbe állításhoz szükséges kútfúrások és felszíni létesítmények beruházási költségeinek közelítő felmérését.

Az előkészített földtani kutatási zárójelentés, elsősorban a lehatároló fázis után, alapot nyújt a földtani kép és a tárolási viszonyok további pontosítását is eredményező próbatermeltetés tervezéséhez és a művelési folyamatok részletes vizsgálatához, az előzetes művelési terv elkészítéséhez.

Közgazdasági feladatok

A szénhidrogén- és a szén-dioxid-előfordulások különböző fázisszintű kutatásairól készítendő jelentések gazdasági feladatai a következők: a kutatási költségek felmérése, a geofizikai mérések részletességének és a fúrás hatékonyságának értékelése, valamint a szénhidrogéntelepek és a -vagyon megbízhatóságának gazdasági értékelése. A kutatások fázisszintű elhatárolásának elvi és gyakorlati nehézsége miatt csak a kutatások befejező fázisában készül gazdasági értékelés.

A kutatások részletessége és hatékonysága a naturális mutatók, ill. a kutatási költség alapján számítható, a meghatározás módszerei eddig nem változtak. A vagyon gazdasági értékelésének felfogása és metodikája azonban több tekintetben is módosult. Ismeretes hogy a két legfontosabb mutató, a vagyon műrevalósága és in situ értéke a költséghatárból és a reálköltségből számítható ki. A költséghatár és a reálköltség hányadosa a műrevalóság, a kettő különbsége pedig az in situ érték. A szénhidrogének költséghatára a bányatelepen, NIM—KFH, OÁB-szabályozás értelmében a következők szerint változott:

Ft/Gcal

Év	A költséghatár bázisa	Kőolaj	Földgáz
1966	Import villamos energia, fix	220	185
1968	Import szénhidrogén, minőségfüggvény	95	90
1970	Import szénhidrogén, minőségfüggvény	100	90
1976	Import szénhidrogén, minőségfüggvény	410	310

A költséghatár utolsó változása nagymértékben növelte a hazai szénhidrogének műrevalóságát és in situ értékét.

Egy ideig a reálköltséget a jelentésekben a kutatás és a termelés egész időtartamára, az ásványvagyongazdálkodás egyéb területein pedig csak a jövőbeli tevékenységre kellett számba venni. Ekkor az egyes előfordulások gazdasági mutatói között a jelentések-

ben és a művelési tervekben — azonos költséghatár mellett — igen nagy volt a különbség:

Számbavételi egység, előfordulás	Műrevalósági mutató		Hatékonyság*	
	Záró-jelentés	Művelési terv	Záró-jelentés	Művelési terv
Ásotthalom	3,0	12,6	2,8	25,0
Szank	4,2	17,2	3,8	88,5
Algyő	3,1	15,0	2,3	28,2

* Népgazdasági eredmény Ft/népgazdasági fejlesztési költség Ft.

Újabban a jövőbeli költségek számbavételén és néhány egyéb módszerbeli változáson alapuló egységes metodikát vezettünk be. Az értelmezési és metodikai nehézségek a természeti paraméteres reálköltségszámítással hidalhatók majd át. A reálköltség értelmezésének módosítása szintén növelte a hazai szénhidrogének in situ értékét és műrevalóságát. Nem műre való szénhidrogéntelepünk gyakorlatilag nincs.

A szénhidrogénvagyon gazdasági értékelésének még számos kérdése, többek között a lehetséges hiba nagyságának megítélése tisztázatlan. A hazai szénhidrogénvagyon mennyiségi és gazdasági számbavételének lehetséges hibáját — a gazdasági módszertani változásokat figyelmen kívül hagyva, a földtani- és iparivagyonbecslés és a közgazdasági értékelés együttes szintjén — kb. 65% valószínűség mellett ±40%-ra becsültük.

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

Oktatófilm a kőolajtermelésről

Az OKGT megbízásából az Idegenforgalmi- és Propaganda Vállalat (IPV) Stúdiójában készült a **Kőolajtermelés** c. film. Az 1977-ben készült film célja: a teljes kőolajtermelési folyamat szemléletes bemutatása.
A film rövid tartalma:

— A hazai kőolajtermelés megindítása, a kőolaj keletkezésének és felhalmozódásának, a kőolajcsapda szerkezetének bemutatása.
— Az ország legfontosabb kőolaj-felhalmozódási körzeteinek feltárás- és termelésbe állításának története.
— A felszálló termelési mechanizmus, a segédgázos termelés és kútszerkezeteiknek rajzos ismertetése, majd a mélyszivattyúzás és a dinamométeres — echométeres kútrendszer — ellenőrzésfolyamata.
— Az úgynevezett „felszíni" termelőberendezések építése és a korszerű csővezeték-fektetés.
— A paraffin okozta probléma ismertetése, a termelővezetékek különféle technológiával történő paraffintalanítása, részletesebben a korszerű golyóadagolásos automatizált rendszer.
— Korszerű tankállomási technológia teljes folyamata, ezen belül az automatizált szeparálás, a kapcsolódó automatikák és a mérőberendezések.
— A főgyűjtő technológiai folyamata, az emulzióbontás, a víztelenítés és a szennyvízkezelés komplex technológiai folyamata, majd a vízbesajtolás olajkihozatalt növelő hatása.
— A víztelenített kőolaj stabilizálási technológiája.
— Az olajlaboratóriumok munkájának, a korszerű centrifugálszivattyú-telepnek, a vasúti vagontöltő rendszereknek bemutatása.
— A képsorokat a kőolaj végállomása, a finomító képe zárja le.

A film rendező-operatőre ifj. *Török Vidor*, a forgatókönyv- é, szakértői feladatokat *Csákó Dénes* és *Marsalkó Gábor* látták es vágó *Czeilik Mária*.

A film magyar nyelvű kópiái az NKFV-nél (Szolnok), a KFV-nél (Nagykanizsa), a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, valamint a nagykanizsai Mélyfúró- és Kőolajbányászati Szakközépiskolában állnak rendelkezésre, valamint az OKGT-ben is fellelhető magyar, angol és orosz nyelvű kópia.

Csákó Dénes
okl. olajmérnök
okl. bányaipari gazdasági mérnök

EGYETEMI HÍREK

Mérnöktovábbképző tanfolyamok

A Mérnöktovábbképző Intézet programja és az OKGT továbbképzési tervei szerint meghirdetett három tanfolyam sikeres vizsgával zárult.

A 67. sz. **Földgázgyűjtés, előkészítés** c. tanfolyamon 1979. január 15—19. között 12 fő vett részt.

A 66. sz. **Kőolajtelepek művelésének hatékonyságát fokozó módszerek** c. tanfolyamnak 1979. január 22—26. között 22 résztvevője volt.

A 65. sz. **Szabályozott nyomású fúrás, kitörésvédelem** c. tanfolyam előadásait 18 résztvevő látogatta.

A tanfolyam anyagának minél jobb áttekintése érdekében szervezett kerekasztal-beszélgetés segített elmélyíteni az aktuális feladatok megértését.

Az 1978—79. oktatási év tavaszi félévében az alábbi tanfolyamokat szervezzük:

68. sz. tanfolyam: **Szénhidrogének távvezetéki szállítása. Gáz- és folyadékáram-mérés**

A kéthetes bentlakásos tanfolyamot 1979. április 9—14. és 16—21. között a Nehézipari Műszaki Egyetemen rendezzük meg.

A tanfolyamot az olajtermelési tanszék az áramlástani és hőerőgépek tanszékével közösen szervezi. A tanfolyam első hetében a szénhidrogén-távvezetékek tervezési és üzemeltetési kérdéseit, második felében a metrológiai kérdéseket, áramlásmérő műszereket, azok üzemeltetési kérdéseit tekintik át, laboratóriumi gyakorlattal és üzemlátogatással kiegészítve. Előzetesen jelentkezett 27 fő.

64. sz. tanfolyam: **A szénhidrogénvagyon meghatározásának kérdései**

A Nehézipari Műszaki Egyetemen az egyhetes bentlakásos tanfolyamot az olajtermelési tanszék rendezi.

A tanfolyam anyaga áttekintést nyújt a szénhidrogénvagyon meghatározásának módszereiről, ismertetést ad a felhasználható számítógépes programokról és a módszerek pontosságáról. Előzetesen jelentkezett 28 fő.

Megfelelő számú jelentkező esetén tervezzük a kitörésvédelem alapkérdéseivel foglalkozó tanfolyam ismételt megrendezését, bizonyos mértékben módosított tematikával.

A tanfolyamok iránt érdeklődők a vállalatok személyzeti osztályain a NME rektori hivatalának közvetítésével is jelentkezhetnek.

Dr. *Szepesi József*
egyetemi adjunktus
(Nehézipari Műszai Egyetem)

Adatfeldolgozás a kőolajkutatás és -fúrás területén

KISS LÁSZLÓNÉ—
ÓNODI TIBOR

A kutatási és fúrási tevékenységgel szemben támasztott mennyiségi, és főleg minőségi követelmények már az 1960-as évek végén szükségessé tették az új, számítástechnikát igénylő adattárolási és adatfeldolgozási módszerek kifejlesztését és bevezetését.

A fejlesztés két területen, a kutatás területén (geoműszaki adattár és földtani értelmezés) és fúrástechnikai területen (méretezési számítások, mérésadat-feldolgozás) folyik.

A fogyasztásban az energiahordozóknak a szénhidrogének javára történt eltolódása egyre nagyobb feladatokat ró a szénhidrogén-kutatással, -feltárással foglalkozó vállalatokra.

A mennyiségi, de főleg a minőségi követelmények szükségessé tették az egyes szakterületeken új, a munka hatékonyságát növelő módszerek, eszközök fejlesztését, bevezetését. Az alföldi szénhidrogén-kutatás és -feltárás területén a 60-as évek végén kezdődött meg ez a folyamat.

A földtani szervezetnél 1969 óta folyik intenzív számítástechnikai módszertani fejlesztés, amelynek célja:

1. korszerű adattárolás megteremtése az operatív, a kutatástervezés és a földtani értelmezési munkák kiszolgálására;
2. az egyes munkaterületeken korszerű munkaeszközöknek tekinthető földtani modellek kidolgozása.

A fejlesztést meghatározta, hogy az üzem csak bérszámítógéppel rendelkezett (ICL—1903/A típusú). A kormány egységes számítógépes programja, amely ESZR típusú gépekre épül és a helyi adottságok (az 1980-ban Szolnokon telepítendő számítóközpont R—22 típusú géppel) szükségessé tették a meglevő rendszerek átírását.

Az adattár hármas tagozódású: kútkönyvtár, peremlyukkártyatár és elektronikus adattár.

Alapvető a bizonylati jellegű kútkönyvtár, amely a fúrások összes adatát (geológiai, műszaki, analízisek stb.) kutankénti, időrendi sorrendben tartalmazza.

Erre épül a peremlyukkártyatár, amely egy-egy kút összes fontos adatát négy fajta kártyán tartalmazza, részben írott, részben a széleken lyukasztott formában. A lyukasztások segítségével rövid idő alatt nagy tömegű adat kereshető vissza.

Legkorszerűbb az elektronikus adattár, amely mágnesszalagon tárolja az adatokat. A felvételi és lekérdezési rendszer az ICL—1903/A típusú számítógépen üzemelő FIND—2 rendszerre épül. Az állandó kérdések előre programozottak, az esetenkénti lekérdezésekhez egyszerűen írható meg a szükséges program.

A lekérdezendő adatok mennyisége határozza meg az adattárak gazdaságosságát, vagyis azt, hogy esetenként melyiket használjuk.

A szakmai modellek fejlesztésénél elsődleges cél a legtöbb manuális munkát igénylő földtani értelmezés automatizálása volt. Természetesen ez nem jelenti a teljes munka gépesítését, hiszen a geológus szakértelme nem nélkülözhető.

A programok elkészítésével lehetőség nyílik az értelmezési munka egy-egy blokkjának automatizálására.

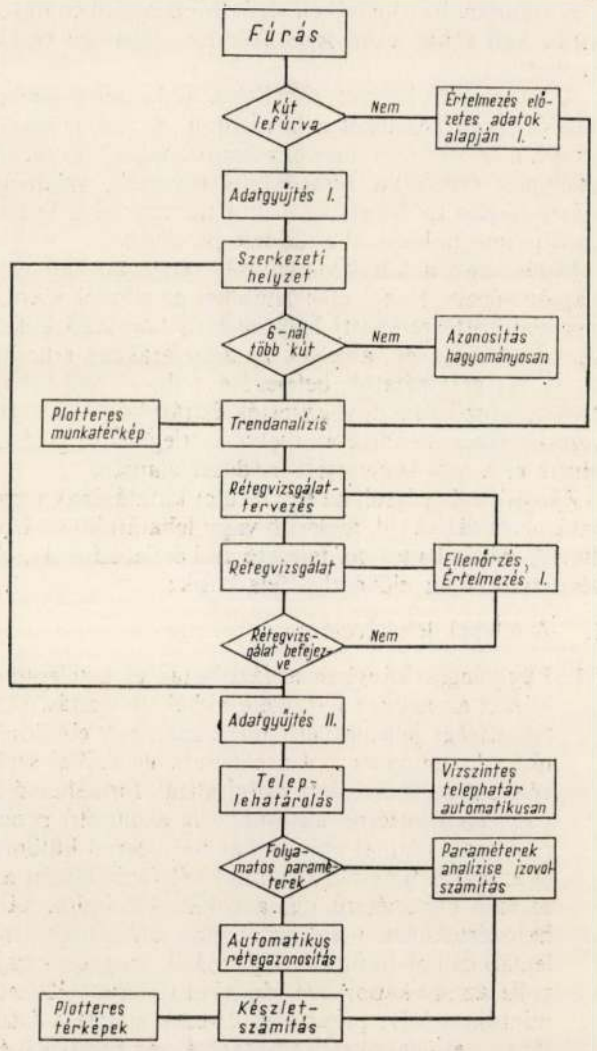
A programok kiszolgálásához szükséges adatok könnyen és gyorsan elérhetők az adattárakban.

Az üzem fő tevékenységéhez — fúrás és rétegvizsgálat — kapcsolódó földtani értelmező munka, illetve az azt kiszolgáló programok az *1. ábrán* láthatók.

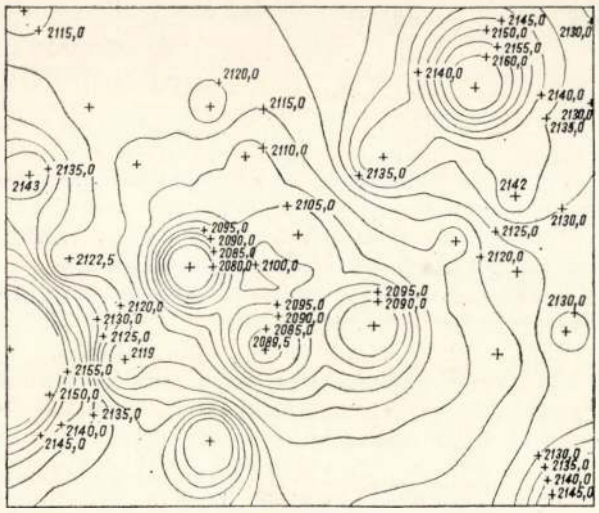
A kút fúrása közben a környezetéhez való azonosítás a feladat. A szerkezeti helyzetet kell tehát meghatározni, ami megfelelő számú kút — > 6 db — esetén trendanalízissel történik. A kút lefúrása után a végleges adatok birtokában a szerkezeti helyzet pontosítható.

A program az egyes jól azonosítható felületek tetejére, talpára, vastagságára stb. különböző fokszámú polinomot fektet (a legkisebb négyzetek elve alapján).

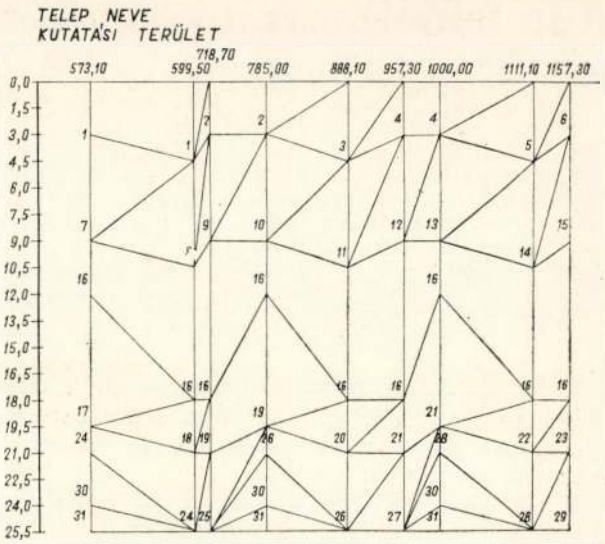
Az alkalmazott fokszám — 1—5-ig — a szerkezet nagyságától és bonyolultságától függ. A trendfelület a szerkezet tendenciális változásaira, a trend és a fúrásokban regisztrált tényleges értékek közötti eltérés a



1. ábra
A földtani értelmező munkát szolgáló programok



2. ábra
A kirajzolóval készített szintvonalas térkép



3. ábra
Területszelvény mentén ábrázolt paraméterek

helyi változásokra utal. Ez utóbbiak alapján meghatározhatók a szerkezeti zavarok, a vetők helye, elvetési magassága. A trendtérkép és a pontonkénti eltéréstérkép sornyomtatón készül.

A trendanalízis kiértékelésénél minden esetben figyelembe kell venni a tényleges földtani, teleptani viszonyokat is.

A szerkezeti helyzet tisztázása után szintvonalas munkatérkép készülhet a kirajzolón. A térképrajzoló program kétváltozós függvény szintvonalait rajzolja ki, amelynek értékei a fúrásokban ismertek, valamely más pontban az ismert adatokra támaszkodva kvázilineáris interpolációval adódnak (*2. ábra*).

Fúrás után a kút kivizsgálását rétegvizsgálati terv alapján végzik. Ennek elkészítéséhez az előzőek szerint megállapított szerkezeti helyzet és a környező kutak adatai szükségesek, amelyek az adattárakban érhetők el. A rétegvizsgálatok befejezése után — miközben azok jellemző adatait rögzítették és tárolták — a szerkezeti helyzet ellenőrzését, illetve esetleges korrigálását végzik el a már ismertetett módszer alapján.

Zárójelentés készül, ha egy terület kutatásának meghatározott fázisa (pl. felderítő vagy lehatároló) lezáródik. A zárójelentés fő fejezete a készletszámítás. A készletszámítást előkészítő feladatok:

1. A telepek lehatárolása.

1.1. Függőleges irányban a fázishatár és a teleptető között az azonos paraméterekkel (porozítás, víztelítettség) jellemezhető telepszakaszok elkülönítése. Amennyiben folyamatosan, geofizikai szelvényezéssel mért adatok digitalizált formában állnak rendelkezésre, automatikus azonosító program matematikai statisztikai módszerrel különíti el az egyes fúrásokban, majd két fúrás között az azonos paraméterű szakaszokat, kiszámítja várható értéküket, majd az azonos szakaszokra jellemző izovol-értékeket. Egy másik program kirajzolja az így kapott szelvényeket (*3. ábra*). Kőzetmintákon mért paraméterek (ezek eloszlása általában nem egyenletes egy szelvényen belül) a mérési adatok kiértékelésére két program áll rendelkezésre. Az első polinomot fektet a méréssorozatra; ennek az analóg szelvényekhez hasonló módon végzett azonosítása után a másik program kiszámolja az azonos szakaszokra jellemző paraméterek várható értékét és szórását.

1.2. A vízszintes irányú teleplehatárolást végző program két háromdimenziós felületet fektet a telep tetejére és talpára, és ezek metszésvonalának koordinátáit számítja ki.

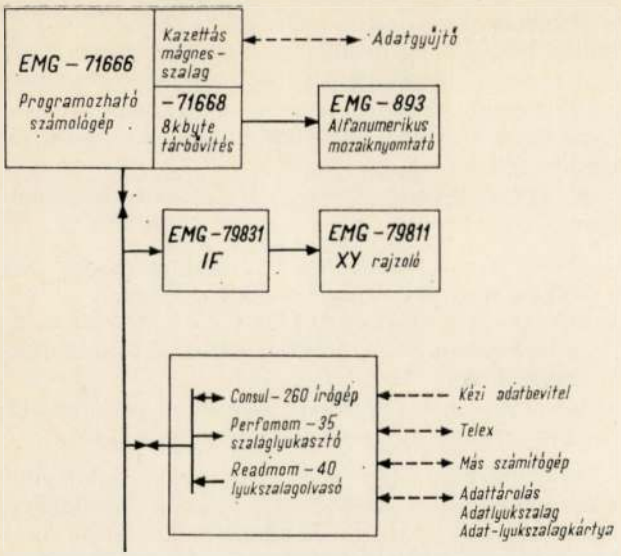
2. A hasznos kőzettérfogat számítása.

A vízszintes telephatár és a fúrások izovol-értékeinek ismeretében kiszámítható a hasznos kőzettérfogat, amelyet a számítás hibájával együtt egy kettős integrállal közelítő program ad meg. A készlet a teleptérfogati tényező ismeretében már egyszerűen számítható.

Az előzőekben ismertetett programokkal lényegében befejeződött az értelmezési terület fejlesztése. Kisebb változtatásokra sor kerülhet, de mindenkor figyelembe kell venni, hogy az ebből eredő hasznos egyenes arányban áll-e a fejlesztés növekvő költségeivel.

A műszaki szervezetnél a számítógépes munka két irányban fejlődött: szilárdsági méretezések végzése és a mért értékek feldolgozása.

A fúrások mélységének növelése és a technikai fejlődés a kutak technikai tervezésével szemben olyan új minőségi követelményeket támasztott, amelyek már a 60-as évek végén az akkor alkalmazott hagyományos számítási eljárások (logarléc, mechanikus számológépek, grafikus megoldások, táblázatok stb.) lehetőségeit kimerítette. Ugyanakkor a problémák megfogalmazása nem állt olyan szinten, hogy az ipartól szervezetileg különálló számítógépközpontokkal el lehetett volna végeztetni ezeket a munkákat. A műszaki tervezés jellege egyébként ma is olyan, hogy intuitív döntésektől kezdve, szakmán belül is vitatott megoldásokon át, bonyolult matematikai szimulációs problémákig minden előfordul egy fúrási terv elkészítésében. A számítóközpontok sem voltak felkészülve arra, hogy műszaki számításokkal foglalkozzanak a következő okok miatt:



4. ábra
Az EMG—666 típusú asztali számítógép és perifériái

— a befektetett szellemi munka mellett a gépidő-felhasználás elenyészően kicsi volt,
— gyakori az egyszer vagy éppen csak néhányszor felhasználásra kerülő program,
— a rendszeresen felhasználható programok nagy része azonnali hozzáférést igényel,
— a programok szakmai oldalról gyakori módosítást igényelnek,
— az operatív jellegű programok felhasználása esetében a fúrás helyzetét nehezíti az, hogy egymástól több száz kilométerre eső vándormunkahelyeket kell irányítani.

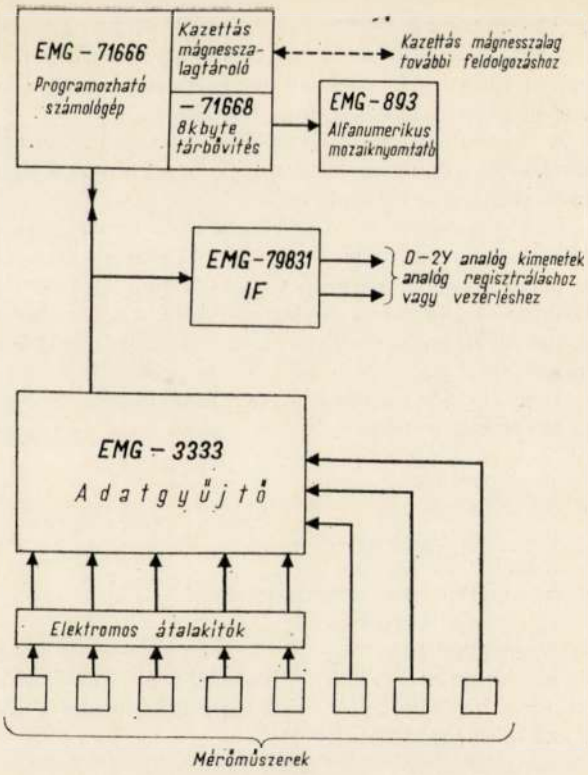
A hetvenes évek elején elterjedő programozható asztali kalkulátorok jelentették a megoldást. Bebizonyosodott, hogy a műszaki számítások túlnyomó része operatív módon elvégezhető, programozható asztali kalkulátorral, egyúttal a lyukszalaggal megteremthető a kapcsolat a nagyszámítógépek felé is. Így került sor egy EMG—666 típusú programozható asztali kalkulátorra épülő rendszer kiépítésére, melynek végleges konfigurációja a *4. ábrán* látható.

A programok és az adatok tárolhatók kazettás mágnesszalagon (100 kbyte/kazetta), lyukszalagon és lyukszalagkártyán.

Az EMG—666 gép nagyon egyszerűen programozható tetszőleges kódkonverzióra, mivel byte-ot decimális formába és viszont egy utasítással képes átalakítani, közben az így keletkezett számmal aritmetikai műveletet lehet végezni. Így viszonylag egyszerű programmal a rendszer alkalmas bármilyen kódrendszerbe lyukasztott adat feldolgozására és átalakítására. Jelenleg a telexkód lehetőségeit használjuk ki, így a gépek kimenete a jelenleg üzemelő postai vonalakon az üzemegységek és más intézmények felé történő azonnali továbbításra alkalmas.

A programok az NKFÜ-nél és az OGIL-ban készülnek. Az eddig elkészült programok a következők:

— Béléscső-méretezés, amely az ellenőrző számítás kigépelésén kívül a béléscsőszükséglet előrejelzését is gyors és operatív módon lehetővé teszi. A program a béléscsövet az érvényben levő biztonság-



5. ábra
Az EMG—666 típusú asztali számítógéphez illesztett EMG—3333 típusú adatgyűjtő rendszer

technikai szabályok szerint gazdasági optimumra méretezi. Adatbevitel után a számítás teljesen automatikus.
— Lyukszerkezet-tervezés. A rétegnyomások és repesztési nyomások figyelembevételével az optimális saruállások eldöntését teszi lehetővé.
— Hidraulikai programok (az öblítőkör ellenállása, furadékszállítás stb.).
— Béléscsőültetés.
— Fúrógazdaságossági számítások.
— Ferdefúrások koordinátáinak számítása.
— A *d* kitevő számítása és kirajzolása.

A mért adatok feldolgozása iránti igény a műszerezéssel párhuzamosan merült fel. A regisztrálóval ellátott műszerek elterjedésével együtt jelentkezett az a szándék, hogy a nagy tömegű regisztrátumokat úgy kellene felhasználni, hogy ezek rendszeres kiértékelése is megtörténjen. A gyakorlat azonban bebizonyította, hogy ez a technika kiválóan alkalmas a gyors helyszíni intuitív ellenőrzésre és kiértékelésre, de az utólagos, rendszeres és átfogó kiértékelés hagyományos technikával nem lehetséges, a modern matematikai eljárások sem alkalmazhatók. Az egyetlen lehetséges megoldás a gépi adathordozóra történő adatrögzítés.

Az üzemben kifejlesztett adatgyűjtő rendszer EMG—666 asztali számítógéphez illesztett EMG—3333 típusú adatgyűjtőre épül [1]. A rendszer (*5. ábra*) 60 csatorna mérési adatait képes kezelni, lyukszalagra, illetve kazettás mágnesszalagra rögzíteni és helyszíni adatfeldolgozásra is alkalmas. A jelenlegi kiépítésben a kirajzoló, illesztőegység felhasználásával, két analóg és egy digitális kimenettel, automatikai körök alapjeleibe beavatkozva, korlátozott nagyságú folyamat-

vezérlésre is alkalmas. Erre a lehetőségre gépészeti oldalról még nem készültek fel, de a lehetőség több helyen adott (pl. automatikus fúróutánengedő útján a terhelés szabályozása programozható).

A rendszer a mérési eredmények alapján mind egyszerű értéktúllépésre, mind mérési eredmények kombinációja alapján riasztani képes.

Első kísérletek a *d* kitevő helyszíni számítására és rajzolására irányultak. Az eddigi kísérletek igazolták a rendszer terepi üzemképességét. Néhány problémára azonban felhívták a figyelmet, amelyek alapján az adatgyűjtő rendszer elhelyezését, összeállítását tökéletesíthetjük.

Az adatgyűjtő rendszer a következő adatok automatikus mérésére képes:

— horogterhelés,
— állócső-nyomás,
— gyűrűstér-nyomás,
— asztalfordulatszám,
— horogelmozdulás (méter-jeladó),
— szivattyúlöketszám,
— iszapsűrűség,
— gázdetektor (az alsó robbanáshatár 10%-ánál riaszt, 20%-ánál automatikusan kikapcsolja a műszerek áramellátását),
— iszaphőmérséklet (kimenő, bemenő),
— asztalnyomaték (nem végleges),
— kulcsnyomaték.

Ha technológiai igény merül fel, a rendszer műszerekkel bármikor bővíthető, mert 60 elektromos kimenetű műszer kapcsolható rá egyidejűleg. A rendszer alkalmazását követően a korlátozott mértékű helyi feldolgozás helyett nagy tömegű, gépi adathordozón levő mérésadatunk lesz majd.

A gépi adatgyűjtés előnyei a hagyományossal szemben a következők:

— mind a gyűjtésnél, mind a feldolgozásnál csak minimális emberi munkára van szükség,
— szubjektív hibák kizártak,
— a leolvasások rövid idejűek, több mérés lehetséges egyidejűleg,
— új méréssorozat indításakor elmarad az a vonakodás, amit egy új nyomtatvány kitöltése vált ki.

Az eddigi üzemeltetés célja elsősorban az adatgyűjtő rendszer üzemképességének a kipróbálása volt terepi körülmények között, így az adatfeldolgozások is csak kísérleti jellegűek lehettek. (Elsősorban illesztések, a kódrendszer kompatibilitásának stb. igazolása.)

A továbbiakban az a célunk, hogy a méréssorozatokat eleve egy technológiai cél érdekében végezzük.

IRODALOM

[1] OKGT NKFÜ, Szolnok: Komplex fúrási műszerrendszer kezelési utasítása. Szolnok, 1977.
[2] NIM—IGÜSZI—SZÁMKI: Szerződéses munkák, 1970—1974.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Az NKFV 1978. évi fejlesztési tevékenysége

Vállalatunk az 1978. évi népgazdasági követelményeknek megfelelően teljesítette feladatait, amit a kőolajtermelési terv 102,1%-os, a földgáz-értékesítés 104,8%-os teljesítése mutat.

Meg kell említeni a 6,5 milliárdos SZKFL kiemelt nagyberuházás lezárását, mely az algyői szénhidrogénmező termelésbe állítását tette lehetővé.

Ezen túlmenően több új termelő objektum üzembe helyezése történt meg. Ezek közül külön ki kell emelni az OLAJTERV tervezte portábilis földgáz-előkészítő berendezéssort, mert ennek egységeiből állították össze az 1978-ban termelésbe állított Kisújszállás-kelet és Ebes gázmező felszíni termelőberendezéseit.

Említést érdemel a kardoskúti föld alatti gáztároló üzembe helyezése, ami a téli gázellátás biztonságát növeli.

Fontos intézkedés eredményeképpen bővült a termékválaszték is. A szegedi üzemben a kondenzátumok megfelelő szelektálásával izo- és normál bután előállítása vált lehetővé 95% tisztasággal. Eredményes kísérletek folytak a hajdúszoboszlói gázüzemben izopentán előállítására.

Elemeztük az algyői bázistelepek eddigi művelését, a termelési tapasztalatok alapján felülvizsgáltuk a művelési terveket és pontosítottuk a termelési lehetőségeket. Elkészítettük továbbá a Mezőhegyes, Battonya, Tótkomlós, Pusztaföldvár-Békés szint, Pusztaföldvár-Földvár alsó szint szénhidrogén-tárolók művelésének elemzését és előrejelzését, meghatároztuk a szükséges műszaki intézkedéseket. Ezek a vizsgálatok az „olajgenerál terv" előkészítését és a művelés további irányainak meghatározását tették lehetővé.

Elemeztük továbbá a hajdúszoboszlói mezőben megvalósítandó föld alatti gáztárolás gáztermelő és gázbesajtoló kútjain végzett vizsgálatok eredményeit. Megállapítottuk a tényleges és tervezett kútkapacitásokat és felmértük növekedésük lehetőségeit. Eredmény: az eredetileg tervezett 240 e. m³/d kútkapacitás elérheti a 300 e. m³/d értéket, ami a későbbi bővítésnél jelentős kútszám-megtakarítást tesz lehetővé, megfelelően elvégzett kútkiképzések esetén.

Feldolgoztuk a pusztaszőlősi mezőben megindult föld alatti gáztárolás első besajtolási ciklusának tapasztalatait és meghatároztuk a további teendőket.

Műveléselemzést készítettünk a Pusztaföldvár-mező Békés szintjének és a Battonya-mező Battonya szintjének gázsapkáira, meghatározva a további termelési lehetőségeket és feladatokat.

Művelési tervet készítettünk a Kisújszállás gázmezőre. Próbatermelési tervet készítettünk az Üllés-mélyszint gáz- és olajtároló telepekre.

A minél nagyobb szénhidrogén-kihozatal megvalósítása érdekében az alábbi műszaki fejlesztési feladatokkal foglalkoztunk az 1978-as esztendőben: polimerekkel és micellás oldattal történő kőolaj-kiszorítási eljárások kifejlesztése, adalékolt és száraz elégetéses kísérletek, polimeres kúttalpkezelési kísérletek Algyőn, nagy etántartalmú gázok alkalmazása az olajkihozatal növelésére, nagy inerttartalmú földgázt szeparáló kísérleti berendezés kifejlesztése, örvénykamrás földgáz-szeparálási kísérletek, portábilis automatikus olajmérő állomás kialakítása, és a vízkövesedés megakadályozására szolgáló kísérletek Pusztaföldváron.

Fejlesztési tevékenységünk a termelékenység és a szénhidrogén-kihozatal növelésére irányult. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az 1979. évi műszaki fejlesztési keretösszegek erőteljes csökkentése véleményünk szerint nem előrelátó intézkedés, mert jövőbeli feladataink megoldásának elengedhetetlen előfeltétele a ma intenzív műszaki fejlesztési tevékenysége.

Sasvári Ferenc
okl. gépészmérnök
(NKFV, Szolnok)

A szénhidrogén-fúrási szakterület személyi baleseti statisztikája a nemzetközi összehasonlítás tükrében

HOZNEK ISTVÁN

A szerző elemzi a szénhidrogénfúrás személyi baleseti helyzetét, a balesetek okát. Az elemzésen túl, külföldi statisztikai adatok birtokában adja a hazai szénhidrogénfúrás baleseti helyzetének nemzetközi összehasonlítását.

A tanulmány a vállalati egységeinknél (fúrási üzemeinknél) nyilvántartott mutatókon kívül a külföldön bevezetett fajlagos mutatókra is irányítja a figyelmet.

A személyi baleseti statisztika elemzése az alábbi célok teljesítését szolgálja:

a) ismertetni a baleseti mutatók alakulását, megállapítani a balesetek okát;

b) baleseti mutatóinkat egybevetni a külföldi statisztikai adatok mutatóival;

c) a leszűrt megállapítások alapján kijelölni a szükséges vállalati és hatósági intézkedések irányát.

A tanulmány e hármas elv szerint vizsgálja a szénhidrogén-bányászatnak — közelebbről a szénhidrogénfúrásnak — baleseti adatait, ugyanakkor felhívja a figyelmet a balesetek csökkentése érdekében szükséges tennivalókra.

Ismeretes, hogy a nemzetközi és a hazai munkavédelem az olajbányászati fúrási szakterület baleseti helyzetének jellemzésére a balesetek súlyosságát és a balesetek gyakoriságát használja fel. A vállalati és hatósági nyilvántartások, elemzések főleg e két fajlagos mutató alapján értékelik a munkavédelem helyzetét és jelölik ki a jövő feladatait. Ezeket a mutatókat használják fel mind a személyi, mind a műszaki baleseti helyzet jellemzésére.

A személyi balesetek súlyossági és gyakorisági mutatója a balesetek számának, illetve a balesetek következtében kiesett munkaidőnek létszámra, vagy ledolgozott munkaidőre vetített kapcsolatával (lásd a függelékben) fejezi ki a vizsgált szakterület baleseti helyzetét.

A hazai és nemzetközi személyi baleseti nyilvántartás és elemzési gyakorlat a fentiek mellett egyéb mutatókat is használ. A balesetek számát, okát és egyéb jellemzőit nyilvántartó statisztikák elemzése főleg a 3 napon túl gyógyuló — tehát a statisztikai nyilvántartásra kötelezett — balesetekre korlátozódik, bár a munkakiesést nem okozó és a 3 napon belül gyógyuló baleseteket is nyilvántartja.

A baleseti elemzés — alapvető céljának megfelelően — a balesetek száma és a bekövetkezés körülménye, a balesetek jellege alapján kutatja az előidéző okokat, hogy ebből a dolgozó ember veszélyeztetettségének fokára, az egyes munkahelyek és munkakörülmények veszélyességére és a munkaidő múlásának a kihatására való tekintettel vonjon le következtetéseket.

Sajnos, a balesetek bekövetkezésének sok olyan tényezője van, amelyek vállalati intézkedésekkel közvetlenül nem befolyásolhatók, vagy az okozatiság nehezen bizonyítható. Ezeknek mégis döntő hatásuk lehet a balesetek bekövetkezésére. Ilyen lehet pl. a dolgozók munkahelyen kívüli leterheltsége (fáradtság), fizikai és pszichikai diszpozíciója, időjárási vagy fiziológiai tényezők (pl. frontátvonulás, ill. a bioritmus változása), az egymást követő műszakváltások (rövidváltás), családi és egyéni problémák stb. Az ezekből adódó anomáliáktól eltekintve azonban a gondos elemzés olyan útmutatást biztosít a balesetek műszaki okának a felderítéséhez, ami a megelőzés érdekében kellő intézkedési alapokat ad.

A fentiek gyakorlati igazolása céljából az olajbányászat baleseti helyzetének elemzéséhez számba vettük az OKGT két fúrási vállalatának (KV és KFV) baleseti statisztikai adatait, valamint az ezzel kapcsolatos ipari tevékenység volumenét, a munkakörülményeket és változásokat.

Az 1971—1977. évi időszakban bekövetkezett üzemi balesetek száma összesen 5461 (tehát elegendő adat van a megfelelő következtetések levonására). A balesetek évenkénti száma 647 és 972 között változott (számított átlaga 776). Az összes 5461 balesetből 937 a 3 napon túl gyógyuló balesetek száma (a továbbiakban statisztikaköteles balesetek). Ezek évenkénti értéke 108 és 161 között változik (számított átlaga 134).

A statisztikaköteles balesetek elemzését a személyi sérülés kárán kívül a kiesett műszakokból származó gazdasági kár is szükségessé teszi: a vállalatokhoz benyújtott kártérítési igényekre — a vizsgált 7 év alatt — 3,06 millió Ft-ot fizettek ki. A kiesett munkanapok száma 7 év alatt összesen 35 291 (évenként 3557 és 7208 közt változott, éves átlagban 5040), ami közvetve további gazdasági hátrányt jelent a vállalatok számára.

Az OKGT éves baleseti statisztikai nyilvántartásában összesített adatok az *1. táblázat* szerinti csoportosításban rögzítik a bekövetkezett baleseteket. A táblázat adatai a vizsgált 7 éves időszak éves nyilvántartási adatainak összesített értékét képviselik.

A baleseti ok szerinti csoportosításból megállapítható, hogy a különböző tárgyak leeséséből vagy eldőléséből származott a legtöbb baleset (az összesnek 27%-a). Ezt követően a legnagyobb aránnyal az elcsúszás, elesés vagy leesés, ill. az egyéb, nem specifikált okból származó balesetek szerepelnek (20—21%). A százalékos érték sorrendjében: a mozgó jármű, a hegyes vagy éles tárgyak, a kéziszerszámok hibája, a munkagép, az égés stb. következik. A védőeszköz hiányából vagy hibájából származó balesetek száma minimális volt.

A baleseti statisztika szerint sérülési szempontból a veszélyeztetett testrészek csökkenő számú sorrendje a következő: kézfej, lábfej — az ujjakat is beleértve —, alsó végtag, törzs, fej, felső végtag, szem és egyéb testrész. A sérülések túlnyomó része tehát a kézfejet és a lábfejet éri (összesen 56%-ban). Ezen belül a kézsérülés aránya nagyobb (35,9%). Összehasonlításul: a rendelkezésre álló 1976. évi külföldi statisztika szerint a kéz- és törzssérülések foglalják el az első helyet (30,4, ill. 27,4%).

A balesetek munkakörönkénti megoszlása az alábbiak szerint alakult: betanított munkás, szakmunkás,

1. táblázat

A balesetekre jellemző főbb adatok összesítése — tevékenység szerinti bontás

Az 1971—1977. évi balesetek összesített számának (937) tevékenység szerinti megoszlása

Tárgyi okok		A sérült testrészek		Munkakör		A munkaidő kezdetétől számított idő		Szolgálati idő, év		A baleset helye	
Tárgyak leesése, eldőlése	254	bal kézfej	180	betanított munkás	345	3. óra	137	10 felett	270	fúró-berendezés	342
Csúszás, elesés, leesés	213	jobb kézfej	157			2. óra	114	0—0,5	133	lyukbef. berendezés	162
		bal lábfej	95								
Mozgó jármű	74	jobb lábfej	94			4. óra	114	0,5—1,0	85	közút	90
				szakmunkás	343	5. óra	106	5,0—10,0	76	udvar	89
Kéziszerszám hibája	56	alsó végtag	82			6. óra	98	4,5—5,0	71	műhely	78
Hegyes, éles tárgy	64	fej	72			7. óra	94	1,0—1,5	61	kútjavító berendezés	72
Munkagép	24	több testrész	62	segédmunkás	208	8. óra	88	1,5—2,0	49	irodaépület	10
Szilánk-lepattogzás	17	törzs	51			1. óra	85	2,0—2,5	48	külszerelés	6
		felső végtag	45	alkalmazott	31	9. óra	28	4,0—4,5	45	termelőkutak	3
Égés	16	szem	39			10. óra	17	2,5—3,0	38	távvezeték	1
A védőeszköz hibája, hiánya	3	borda	24								
Áramütés	0	halálos	11	ipari tanuló	10	11 óra felett	17	3,0—3,5	21	töltőállomás	0
		gerinc	6								
Egyéb	217	egyéb	19			11. óra	7			egyéb	84

segédmunkás, alkalmazott, ipari tanuló. Ez a sorrend a baleseti gyakoriság sorrendjét is megadja. A vizsgált időszakban a balesetek túlnyomórészt a betanított munkások (345) és a szakmunkások (343) körében voltak. Jelentős még a segédmunkásokat ért balesetek száma (208).

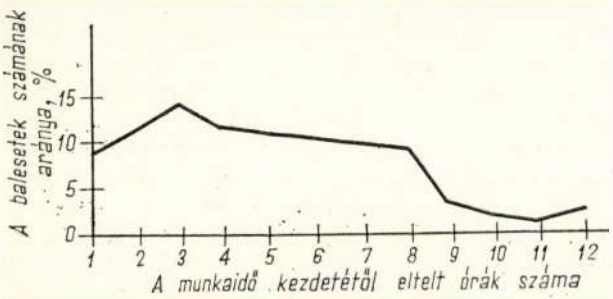
Meglepő képet mutat a műszakidő függvényében bekövetkezett balesetek számszerűségének vizsgálata *(1. ábra)*. A diagram szerint a legtöbb baleset a munkaidő első felében, pontosabban a második, harmadik és negyedik órában következett be, és a műszak második felében a balesetek száma fokozatosan visszatér az első óra értékének szintjéig. Az ábra világosan mutatja a dolgozók számára legveszélyesebb időpontot, amely a 7 éves átlagértékből, de az évenkénti adatok alakulásából egyaránt kitűnik: 7 év alatt három esetben a 3. órában, három esetben a 2. órában, és egy esetben az 5. órában volt legnagyobb a balesetek száma. Ez a jelenség a felügyeleti munka és a preventív intézkedések fontosságát igazolja.

Az alábbi függvényábra jellemzőinek a 8 órás munkaidőt meghaladó műszakra való értelmezése az adatok aránytalansága miatt helytelen. Ugyanis a vállalatok tevékenységére a 8 órán túli munka nem jellemző, így a balesetek száma és a túlmunkában foglalkoztatott dolgozók számának aránya a 8 órás műszak adataival nem azonos súlyú.

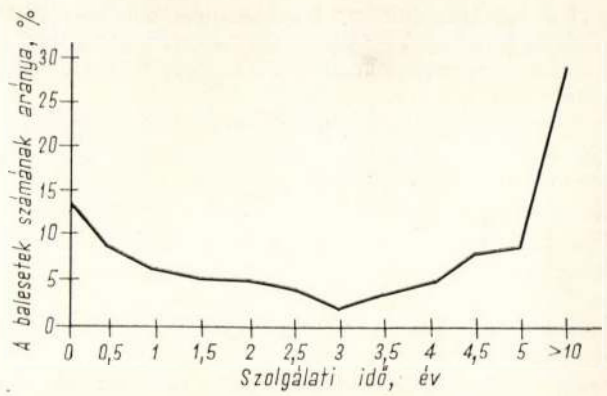
A balesetek számának megoszlását a vállalatnál eltöltött szolgálati idő szerint, féléves bontásban vizsgálva a *2. ábra* mutatja. Eszerint a balesetek gyakorisága a 3—3,5 éve munkában álló dolgozók közt a legkisebb. A legveszélyeztetettebb csoportot a féléves munkaviszonnyal rendelkezők képviselik. Ennek hatása a *2. ábra* alakulásán érzékelhető.

Az új felvételes (belépő) dolgozókra jellemző baleseti gyakoriság oka egyrészt a tapasztalatlanság, gyakorlatlanság, de meg kell említeni a baleseti oktatás felszínességét, esetleg hiányát is.

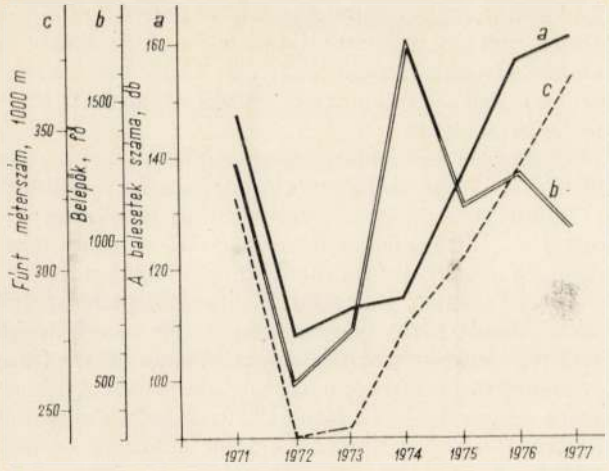
A továbbiakban vizsgáljuk meg a belépők száma és a balesetek száma közti kölcsönhatás törvényszerűségét, illetve a hipotézis valószínűségét.



1. ábra
A 3 napon túl gyógyuló üzemi balesetek megoszlása a munkaidő kezdetétől számított idő szerint (1971—1977. évi átlag)



2. ábra
A 3 napon túl gyógyuló üzemi balesetek megoszlása a munkába lépéstől számított idő szerint (1971—1977. évi átlag)



3. ábra
A 3 napon túl gyógyuló balesetek, a belépők száma és a fúrási méterteljesítés alakulása 1971—1977 között

A balesetek száma és a belépők száma közötti összefüggés egyértelműen kiderül a *3. ábra* görbeseregének lefutásából. A balesetek számát kifejező *a* görbe nagyjából követi a belépők számát képviselő *b* görbe lefutását. A két görbe 1974. évi jelentős eltérését a termelővállalatoktól átvett kútjavítók belépése eredményezte. A belépők számának növekedését nem követte a balesetek számának hasonló arányú növekedése; ez a görbesereg behatóbb, komplex elemzését teszi szükségessé.

Az évi méterteljesítés alakulása és a balesetek számát kifejező görbék között lényegében konvergencia van. Ez nem szükségképpen jelenti azt, hogy a tevékenység növekedésével fokozódik a baleseti veszély. A baleseti görbe alakulásának reálisabb értékeléséhez a belépők és kilépők számának alakulása és azoknak egymáshoz viszonyított aránya szolgálhat támpontként (lásd a *2. táblázatot*).

A fúróvállalatok 1971. évi összesített létszáma meglehetősen nagy mozgást mutatott. 1972-ben a fúrási tevékenység csökkenése mellett a létszámmozgás (fluktuáció) is csökkent. Ezen belül a belépők száma a kilépőknél kisebb volt; 1971-hez képest a balesetek száma is csökkent. Az 1973. évi méterteljesítés növekedése mellett továbbra is csekély maradt a létszámmozgás, és a belépők száma volt a kisebb; ugyanakkor a balesetek számában mutatkozó növekedés jelentéktelen.

1974-ben az új dolgozók számának gyors növekedése a kútjavító szervezetnek a termelővállalattól való átvételéből adódott. A méterteljesítés ekkor jelentősen növekedett. A belépők száma a kilépőkét jóval meghaladta, de a balesetek száma az év végén történt átvétel folytán csak jelentéktelenül növekedett. 1975-ben a belépők száma csökkent ugyan az 1974. évihez képest, de jóval meghaladta a kilépők számát, és itt érvényesült az előző évben átvett kútjavító szervezet által adott belépők okozta létszámnövekedés és a balesetek számának növekedése közti törvényszerűség. Ettől kezdve a méterteljesítés folyamatos növekedése mellett a belépők száma mindvégig meghaladta a kilépőkét, és ezzel párhuzamosan emelkedett a balesetek száma is.

2. táblázat

A vállalatok baleseti helyzetének komplex elemzéséhez szükséges adatok

Év	Fúrt méterszám (1000) m	A berendezések személyzetének létszámmozgása		A balesetek száma
		a belépők száma	a kilépők száma	
1971	325,5	1276	1232	147
1972	237,1	483	840	108
1973	244,9	694	823	112
1974	279,3	1705	662	115
1975	304,6	1111	720	137
1976	336,4	1252	1068	157
1977	369,9	1029	977	161

A *2. ábra* az új felvételes dolgozók fokozott veszélyeztetettsége mellett másra is rámutat: az új dolgozók baleseti gyakorisági görbéje folyamatosan csökken a 3,5 éves szolgálati idővel rendelkezők csoportjáig, majd onnan újra emelkedik. A görbe emelkedése folyamatos, majd kb. a 10 éves szolgálati idővel rendelkezőknél hirtelen megnő. Ez arra utal, hogy bizonyos munkaköri rutin megszerzése után a balesetek bekövetkezésének okai között a könnyelműség egyre nagyobb szerephez jut. A jelenség hasonló a bizonyos vezetési rutint megszerző gépjárművezetők fokozódó könnyelműségéhez. Ez arra kell intsen, hogy az ilyen okra visszavezethető baleset veszélyének tudatosítására a baleseti oktatás során az új felvételeseknél, a 4—5 évnél hosszabb ideje munkában álló fizikai dolgozóknál súlyt kell helyezni, de munkaköri ellenőrzésükre is nagyobb figyelmet kell fordítani.

A balesetek munkahely szerinti megoszlásának vizsgálatát az alábbi munkahelyekre végeztük el: berendezések, közút, udvar, műhely, irodaépület, külszerelés, egyéb.

Az egyes foglakozási körök és munkahelyek veszélyességének elemzése azt mutatja, hogy a balesetek túlnyomó többsége (504) a fúró- és lyukbefejező berendezéseknél történik (54%). Ezen belül a fúróberendezéseknél a legnagyobb a baleseti arány: a 342 baleset az összes balesetnek 36,7%-a.

Ez a számszerűség indokolttá teszi, hogy a részletesebb elemzés érdekében közelebbről vizsgáljuk meg a berendezések személyzetéhez tartozó dolgozók baleseti mutatóinak alakulását. Ennek a vizsgálatnak az elvégzéséhez azonban szükség van baleseti mutatóinknak a nemzetközi szakirodalomban közölt mutatókkal való összehasonlítására, hogy felmérhessük, világviszonylatban milyen helyet foglal el a hazai szénhidrogénfúrás munkavédelmi felkészültsége. Ebből meg lehet állapítani a hazai ipar baleseti helyzetét, a baleseti felkészültség milyenségét, és az esetleges tennivalókat.

A műszaki balesetekre a külföldi szakközlemények rendszeresen közölnek hasonló adatokat, így lehetőség kínálkozik mutatóink nemzetközi összehasonlítására. A személyi balesetek tekintetében azonban csak elvétve lehet olyan, megfelelő adatokat tartalmazó közleményeket találni, amelyek alapján lehetőség nyílik iparunk jelentésköteles baleseti statisztikai mutatóinak nemzetközi összehasonlítására.

A közvetlen egybevetést különböző tényezők teszik körülményessé. A külföldi szaklapokban megjelent statisztikákban pl. nem közlik, hogy a fajlagos mutatók milyen létszámra vonatkoznak, illetve a nyilvántartás milyen létszámvertikumot fog át (összlétszám,

a teljes fizikai állomány, vagy a berendezések személyzete?). Így a közölt, összesített „ledolgozott munkaórák" alapján — az összehasonlítás érdekében — közvetve lehet átlaglétszámot számítani, az alábbi összefüggések segítségével:

$$A = (ab+c)d,$$

ahol A = 2168 (az évi munkaórák száma)
a = 24 (a havi munkanapok száma)
b = 11 (a ledolgozott teljes hónapok száma)
c = 7 (a szabadság után maradó csonka hónap munkanapjai)
d = 8 (a napi munkaórák száma),

valamint

$$N = \frac{E}{A},$$

ahol N = a keresett létszám
E = a ledolgozott összes munkaórák száma.

Figyelembe véve a külföldi szaklapokban közölt „aktív berendezésállomány"-adatokat, a fenti összefüggés segítségével számított átlaglétszámmal egybevetve elfogadhatjuk azt a feltételezést, hogy a közölt külföldi (amerikai, francia) baleseti statisztika adatai a fúróberendezés-állomány létszámára vonatkoznak. (A kiindulási feltétel szerint a fúróberendezések átlaglétszáma 33 fő.)

Baleseti mutatóink nemzetközi összehasonlítását megnehezíti az a körülmény is, hogy a külföldi szakirodalom nem közöl rendszeres statisztikát a személyi balesetekről. A Forage című, negyedévenként kiadott francia szaklapban esetenként közzétettek olyan statisztikát, amelyben ismertetik az amerikai fúróvállalatok nemzetközi társulása (International Association of Drilling Companies, rövidítésben: IADC) nyilvántartásából vett adatokat (az 1971—1976. évi időszakra), valamint az ennek mintájára közölt 1963—1974. évi nyilvántartást a francia Commission de la Sécurité du Comité des Techniciens (biztonságtechnikai bizottság) adatszolgáltatásából.

A fenti bizonytalanságok kétségessé tehetik a külföldi adatokkal való egybevetés hitelességét. A számszerű adatok összehasonlításának eredménye, amint a továbbiakban kiderül, lényeges eltérést mutat az amerikai és hazai fajlagos mutatók között. Oka feltehetően a számítási alapadatok bizonytalanságából, különböző értelmezéséből származik. Ugyanakkor azonban a francia fajlagos mutatók — melyeket amerikai mintára vezettek be — a hazai szénhidrogén-fúrási mutatókkal értékben csaknem egyezőek. A közvetlen egybevetés itt tehát lehetséges.

Fentiekből megállapítható, hogy a hazai adatoknak a nemzetközi baleseti statisztikával való közvetlen összehasonlítása tehát nem minden vonatkozásban lehetséges. Az egyes mutatók egybevetéséből adódó értékelést, és az abból levont következtetést tehát óvatosan kell kezelnünk. Mindazonáltal a hazai szénhidrogénfúrás baleseti helyzetének a megítéléséhez némi támpontot nyújt ez az elemzés, melynek útján képet alkothatunk eddigi eredményeinkről és a ránk váró tennivalókról.

A külföldi szakirodalomban közölt statisztikai anyag baleseti nyilvántartásunktól sok tekintetben eltérő. A személyi sérülések specifikált nyilvántartásában az adatokat a dolgozók munkaviszonyának időtartama alapján csoportosítják.

Minthogy a nyilvántartás csoportosítása a mienktől eltérő — nálunk a balesetek súlyosságát érzékelteti a 3 napon belül, vagy 6 hónapon túl gyógyuló csoportosítás —, ilyen értelmű összehasonlításra nincs lehetőség. Az amerikai statisztikában nem közlik a halálos balesetek számát, valamint a munkaképtelenségből adódó kiesett munkanapok számát. Így a súlyossági mutató tekintetében az összehasonlításnál csak a francia adatokra támaszkodhatunk. A balesetek gyakoriságára az amerikai és a francia statisztikában egyaránt találunk összehasonlításra alkalmas adatokat és mutatókat.

A vállalati egységeink baleseti statisztikájában nyilvántartott súlyossági mutató, mely a műszaki balesetek analógiájára kifejezi az egy balesetre jutó kiesett napok számát, a francia statisztikai elemzésben nem használatos. Ezért az összehasonlítás érdekében, a közölt alapadatok felhasználásával számítással kellett annak a francia megfelelőjét meghatározni. Található azonban a francia adatszolgáltatásban olyan mutató, amellyel való egybevetés érdekében olyan mutatót kell képezni, amely a hazai baleseti statisztikában nincs nyilvántartva.

A hazai kőolajfúrás baleseti nyilvántartásában szereplő súlyossági mutató kedvezőbb a francia irodalomban közzétett adatokból számítható hasonló mutatónál. Ugyanez érvényes a hazai iparban használatos, a külfölditől eltérő másfajta súlyossági mutatóra, mely egy adott létszámra (1000 fő) vetített kiesett napok számát fejezi ki *(3. táblázat)*.

A francia statisztikában a súlyosság kifejezésére közzétett egyedüli mutató adja az 1000 munkaórára vetített kiesett munkanapok számát, melynek mintájára számítható mutatóink jóval kedvezőbbek *(4. táblázat)*.

A balesetek gyakoriságát kifejező, külföldön használt mutatók számítása is eltér a hazai gyakorlattól. A francia és amerikai statisztikában az egy balesetnek létszámra vetített gyakorisága valamennyi statisztikai mutató közül a legfontosabb; megadja az ipari dolgozók veszélyeztetettségi fokát. Ezáltal lemérhetjük, hogy a fúróberendezéseknél dolgozók közül minden hányadik embert ér baleset. Nálunk ehhez némileg hasonló mutató használatos, mely megadja az 1000 főre jutó balesetek számát *(5. táblázat)*.

3. táblázat

A hazai baleseti statisztikában nyilvántartott súlyossági mutatók összehasonlítása

Év	Kiesett napok száma / Balesetek száma		Kiesett napok száma / Létszám $\cdot 10^3$	
	magyar	francia	magyar	francia
1971	30,43	118,17	1867,2	6 096,3
1972	25,81	193,06	1241,9	12 194,6
1973	36,35	119,59	2011,1	6 663,4
1974	28,40	95,72	1607,5	6 768,9
1975	31,58	—	1472,0	—
1976	26,38	—	1813,3	—
1977	24,13	—	1752,5	—

4. táblázat

A francia statisztikában nyilvántartott súlyossági mutató

Év	$\frac{\text{Kiesett napok száma}}{\text{Összes munkaórák száma}} \cdot 10^3$	
	magyar	francia
1971	0,86	2,81
1972	0,57	5,62
1973	0,93	3,07
1974	0,74	3,12
1975	0,68	—
1976	0,84	—
1977	0,81	—

5. táblázat

A balesetek gyakoriságát kifejező külföldi (franc'a, amerikai) és hazai mutatók összehasonlítása

Év	$\frac{\text{Létszám}}{\text{Balesetek száma}} \cdot 10^3$			$\frac{\text{Balesetek száma}}{\text{Létszám}} \cdot 10^3$		
	magyar	francia	amerikai	magyar	francia	amerikai
1971	16,30	19,38	8,05	61,37	51,59	124,17
1972	20,78	15,83	6,90	48,11	63,17	145,02
1973	18,08	17,95	7,60	55,33	55,72	131,58
1974	17,67	14,14	7,89	56,60	70,71	126,70
1975	21,45	—	10,39	46,62	—	96,26
1976	14,55	—	10,07	68,73	—	99,31
1977	13,77	—	—	72,64	—	—

A fentihez hasonló módon számítható a francia statisztikában a halálos balesetekre nyilvántartott gyakorisági mutató *(6. táblázat)*.

6. táblázat

A francia baleseti statisztikában nyilvántartott, halálos balesetek gyakoriságát kifejező mutató

Év	Halálos balesetek száma		$\frac{\text{Halálos balesetek száma}}{\text{Létszám}}$	
	magyar	francia	magyar	francia
1971	—	5	—	1608,8
1972	1	13	769	643,2
1973	—	4	—	1516,5
1974	—	3	—	1965,7

Az 1972. évi mutató számunkra látszólag kedvezőtlen. Értékelése azonban részben a mindenkori létszámtól függ, másrészt attól, hogy milyen időszakra vonatkoztatva történt a számítás. Az 1971—1974. évi időszakra átfogóan ez a mutató nálunk csak 3281, az ennek megfelelő 1134,6 francia mutatóhoz képest.

A külföldi statisztikában a gyakoriság kifejezésére nyilvántartott másik mutató megadja a millió ledolgozott munkaórára vetített balesetek számát, melynek mintájára számítható mutatóink az amerikai adatoknál kedvezőbbek, ugyanakkor a francia mutatókkal majdnem azonos nagyságúak *(7. táblázat)*.

Fenti ábrázolásban a fúrási vállalati egységektől nyert adatok közé — az összehasonlítás lehetősége híján — nem számítottuk be a munkakiesés nélküli baleseteknek a számát.

A végzett elemzés alapján általánosságban elmondhatjuk, hogy baleseti mutatóink a rendelkezésre álló külföldi mutatókhoz képest többségükben kedvezőbbek. Meg kell állapítanunk azonban azt, hogy a fúró-

7. táblázat

A francia statisztikában nyilvántartott gyakorisági mutató

Év	$\frac{\text{Balesetek száma}}{\text{Összes munkaórák száma}} \cdot 10^6$		
	magyar	francia	amerikai
1971	28,31	23,80	57,28
1972	22,19	29,13	66,89
1973	25,52	25,70	60,69
1974	26,11	32,62	58,44
1975	21,50	—	44,40
1976	31,70	—	45,81
1977	31,70	—	45 81

berendezéseknél bekövetkezett balesetek száma statisztikánk szerint az utóbbi két évben (1976—1977-ben) jelentősen megnőtt. (Lásd a *8. táblázatot.*) A korábbi

8. táblázat

A külföldi és hazai baleseti statisztikából vett alapadatok

Év	Létszám	Ledolgozott munkaórák száma	A balesetek száma			A kiesett napok száma
			Munka kieséssel	Halálos	Összesen	
USA (138 IADC-vállalat)						
1971	—	30 501 517	—	—	1747	
1972	—	34 325 075	—	—	2296	—
1973	—	46 562 126	—	—	2826	—
1974	—	58 040 703	—	—	3392	—
1975	—	56 687 412	—	—	2517	—
1976	—	92 712 162	—	—	4247	—
Com. de la S. C. T.						
1971	—	17 439 432	410	5	415	49 039
1972	—	18 122 927	515	13	528	101 935
1973	—	13 152 135	334	4	338	40 420
1974	—	12 785 081	414	3	417	39 916
OKGT kőolajfúrási vállalatok						
1971	994	—	61	—	61	1856
1972	769	—	36	1	37	955
1973	723	—	40	—	40	1454
1974	795	—	45	—	45	1278
1975	858	—	40	—	40	1263
1976	873	—	60	—	60	1583
1977	881	—	64	—	64	1544

5 év átlagához (44,6%) viszonyítva ez a növekedés 34,5, ill. 43,5%. A kiesett műszakok száma tekintetében pedig a növekedési arány 16,3, ill. 13,4% (az 1975. évihez viszonyítva 25,3, ill. 22,3%). Ezért minden szervezeti (vállalati) és egyéni eszközt — központi intézkedések, az oktatások ellenőrzése, a munkavédelmi szabályok szigorú betartása és betartatása, munkavédelmi propaganda stb. — fel kell használnunk annak érdekében, hogy csökkenthessük a balesetek számát, és elérhessük fontosabb mutatóink további javulását.

FÜGGELÉK

Az áttekintés megkönnyítése érdekében az alábbi összefoglalás megadja a hazai és külföldi baleseti statisztikai nyilvántartásokban használatos fajlagos mutatók definícióját.

1 *Súlyossági mutatók*

$$a)\ \frac{\text{összes kiesett munkanapok száma}}{\text{ledolgozott munkaórák száma}} \cdot 10^3 =$$

= ezer ledolgozott munkaórára eső kiesett munkanapok száma (francia)

$$b)\ \frac{\text{összes kiesett munkanapok száma}}{\text{balesetek száma}} =$$

= egy balesetre eső kiesett munkanapok száma (magyar)

$$c)\ \frac{\text{összes kiesett munkanapok száma}}{\text{létszám}} \cdot 10^3 =$$

= ezer főre eső kiesett munkanapok száma (magyar)

2. *Gyakorisági mutatók*

$$a)\ \frac{\text{összes balesetek száma}}{\text{ledolgozott munkaórák}} \cdot 10^6 =$$

= egymillió ledolgozott munkaórára eső balesetek száma (francia)

$$b)\ \frac{\text{összes balesetek száma}}{\text{létszám}} \cdot 10^3 =$$

= ezer főre eső balesetek száma (magyar)

$$c)\ \frac{\text{létszám}}{\text{összes balesetek száma}} =$$

= egy baleset létszámra vetített gyakorisága, fő/baleset (francia, amerikai)

A *8. táblázat* tartalmazza a külföldi baleseti statisztikai nyilvántartásban közzétett adatokat, melyek a fajlagos mutatók számításához szolgáltak alapul. A külföldi nyilvántartás létszám helyett ledolgozott munkaórákat közöl.

Az amerikai statisztikában az éves adatok közti eltérés jóval nagyobb, mint a francia vagy a hazai adatoké. Feltehető, hogy az amerikai IADC szervezetben tömörült vállalatok (vállalkozók) száma, ill. magának a szervezetnek összetétele évenként változó.

Másrészt az irodalmi adatközlésből nem lehet megállapítani a ledolgozott műszakok óraszámát, ill. a ledolgozott munkaóráknak azzal a munkáslétszámmal való összefüggését, amelyre a baleseti statisztikai nyilvántartás kiterjed. Ilyenformán a baleseti nyilvántartás bizonnyal egy heterogén, évenként változó összetételű és létszámú ipari szakcsoport baleseti helyzetét regisztrálja, ami a ledolgozott munkaórák évenkénti nagyarányú változása alapján feltételezhető.

Innen adódik az amerikai fajlagos statisztikai mutatóknak a francia és magyar mutatóktól való nagyarányú eltérése. Ezért a nemzetközi összehasonlításból reális következtetés csak a francia statisztikai adatok felhasználásával vonható le.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A KFV 1978-ban megvalósított fejlesztései

A Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat 1978-ban is következetesen két fő irányban folytatta fejlesztési munkáit. Egyrészt az új szénhidrogén-termelő területek kutatását és termelésbe állítását szorgalmazta, másrészt a már termelő mezőkön a kihozatali tényezőt szándékozott növelni.

Az előkutatások végzése során Csesztregen, Zalakaroson, Kiskunmajsa-dél területen, Jászszentlászló és Somogyudvarhely térségében találtunk új szénhidrogéntelepeket. Reményteljesnek igérkezik a zsanai terület is.

Az 1978. évi fejlesztési munkák jelentős hányadát a korábban megismert szénhidrogéntelepek termelésbe állítása képezte. Így a vállalat legnagyobb feladata volt a „Kiskunhalasi Kőolaj- és Földgázipari Létesítmények" (KKFL) időarányos megvalósítása. Az itt folyó beruházási tevékenység legjelentősebb eseménye az 1978 áprilisában üzembe helyezett KM—1 mérőállomás befejezése volt. Ezzel indult meg ennek az új olajmezőnek a próbatermeltetése.

Kiskunhalas város gázellátását szintén a KKFL-program keretén belül oldottuk meg. A várost ellátó gázvezetéket és gázátadó állomást 1978 októberében helyeztük üzembe.

A Kiskunhalason folyó fejlesztés mellett az egyik legfontosabb feladat a pusztaedericsi föld alatti gáztároló beruházási munkáinak befejezése volt.

Az új mezők kutatásán és termelésbe állításán kívül a KFV tovább folytatta a régi mezők kihozatali tényezőinek növelésére irányuló fejlesztési és kutatási munkáit. A budafai mező Felső-Lispe K—2. lencsében korábban végzett CO_2-os művelési kísérlet igen jó eredményei alapján indult meg az a következetes másodlagos művelési program, amely a Budafa-nyugat, Kiscsehi, Lovászi-kelet és -nyugat másodlagos művelésre való átállítása után a badafai mező Zala-Mura-Kerettye sorozatainak CO_2-os másodlagos művelését is tervbe vette.

A másodlagos művelési eljárások kutatása terén is folytattuk az eddig megkezdett munkákat. A nagylengyeli repedezett tárolóban gázsapkás kísérlet megindítását terveztük. Nagy erőfeszítéseket tettünk a kísérlethez szükséges munkálatok befejezésére, és így 1978 áprilisára meg is tudtuk kezdeni a CO_2-gáz besajtolását. A szén-dioxid-szállító vezeték kétszeri felhasadása miatt azonban a kísérletet meg kellett szakítani.

Kiemelten kezeltük a mélyszivattyúzás fejlesztését. Üzemi kísérletekkel igazoltuk, hogy a gyártáshoz szükséges anyagok minőségének javításával mintegy 30%-os élettartam-növekedést lehet elérni. Ugyancsak üzemi vizsgálatokat kezdtünk a rudazat-mélyszivattyúk alkalmazhatóságának eldöntésére.

A fúrástechnológiai műszaki fejlesztés terén említést érdemelnek a káliumhumátos öblítőfolyadékok alkalmazásával kapcsolatos üzemi kísérletek, továbbá a különleges cementekkel (kis fajsúlyú pécsi filterpernye-cement, és magas hőmérsékleten alkalmazható aluminátcement) végzett üzemi próbák. Az üzemi kísérleteket 1979-ben tovább folytatjuk.

A geofizikai tevékenységet érintő műszaki fejlesztési munkák közül az egyik legjelentősebb a kombinált szondák fejlesztése volt. Kísérleti méréseket végeztünk Gulf Coast és természetes gamma szondákkal. Az üzemi kísérletek eredményei alapján további módosításokat végeztünk. Elkészültek a mikrolaterologlyukbőségmérő szondák kísérleti darabjai is. Az üzemi próbákra 1979-ben kerül sor.

Bacsinszky Tibor
okl. gépészmérnök
(KFV, Nagykanizsa)

NEKROLÓG

Bencze László
1915—1979

A betegség feltartóztathatatlanul haladt előre, amelynek végén ott volt a halál. Élete 64. évében, 1979. január 7-én meghalt *Bencze László*, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt nyugalmazott vezérigazgató-helyettese, a Gázipari Igazgatóság vezetője. Alkotó, dolgos életét már nem követheti az idősebb kor derűs, megérdemelt pihenése.

1915-ben Erdélyben született, egy Krassó—Szörény megyei faluban. Középiskoláit Nagyváradon, egyetemi tanulmányait Temesvárott végezte. 1941-ben szerzett bányamérnöki oklevelet.

Szakmai pályafutását 1942-ben katonai behívó szakította meg. Néhány hét szolgálat után azonban a román hadseregből Magyarországra szökött és szakmai képesítésének megfelelően a Magyar—Amerikai Olajipari Rt.-nél helyezkedett el mérnökgyakornoki beosztásban. A felszabadulás után Bázakerettyén tevékenykedett, kezdetben termelési mérnökként, majd vezető mérnökként. Az államosítás után a Dunántúli Ásványolaj Központban dolgozott. 1952-től a Magyar—Szovjet Olajipari Rt. dunántúli (Nagykanizsa) üzemének, 1954-től pedig a Budafai Kőolajtermelő Vállalatnak főmérnöke volt.

Egyre nagyobb felelősséggel járó feladatokat bíztak rá. 1956 elején Budapestre került a Vegyipari és Energiaügyi Minisztérium Kőolajipari Igazgatóságára, csoportvezető főmérnöki beosztásba. 1957 februárjában az akkor alakult Kőolajipari Tröszt, majd 1959-ben annak jogutódja, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) vezérigazgató-helyettese lett. Itt dolgozott nyugdíjba vonulásáig. Utolsó beosztása vezérigazgató-helyettes, a Gázipari Igazgatóság vezetője.

Aktív, fáradhatatlan ember, szervező, kezdeményező egyéniség volt. Nevéhez szorosan kapcsolódik a hazai földgázkincs gyors hasznosításának előkészítése, megindítása, a gázipar földgázra alapozott fejlesztése. Vezetése alatt alakult az ország gáztávvezeték-hálózata és kezdődött meg annak telemechanizálása. Irányításával váltak a kis vidéki gázszolgáltatók egységes elvek alapján működő, szervezett és jól felszerelt gázszolgáltató vállalatokká.

Kimagasló érdemeket szerzett a Földgázfelhasználás Központi Fejlesztési Programjának kidolgozásában és annak sikeres végrehajtásában.

Alkotókészsége és szakmaszeretete a tudományos társadalmi munkában is megnyilvánult. Az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület elnökségének és intéző bizottságának tagja, a gázszakosztály vezetője volt.

A Nemzetközi Gázunió Tanácsában Magyarországot képviselte. Az idegen nyelvek ismerete, kiváló szakmai felkészültsége, politikai és diplomáciai készsége, őszinte közvetlen emberi tulajdonságával párosult.

Számos miniszteri és kormánykitüntetést kapott. Közöttük két alkalommal szerepelt a Munka Érdemrend arany fokozata. Elnyerte a Bányászati Szolgálati Érdemérem arany fokozatát. Utolsó rangos kitüntetése az *Eötvös Loránd*-díj volt.

Társadalmi tudományos tényekedését az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület *Szikla Géza*-díjának arany fokozatával és a MTESZ-díjjal ismerték el. A nemzetközi gázipari együttműködés érdekében kifejtett gyümölcsöző tevékenységéért beteggágyánál adták át a csehszlovák gázipar kitüntetését.

Búcsúzunk *Bencze Lászlótól*, a magyar gázipar kiemelkedő egyéniségétől, a szeretetreméltó embertől. Munkájának eredményeiben emléke tovább él.

J. T.-né

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

III. gázos vitaülés

1978. november 27—28-án Kecskeméten került megrendezésre az OMBKE KFVSZ budapesti csoportjának és a KFV szakcsoportjainak szervezésében a III. gázos vitaülés.

A megelőző vitaülések (Szolnok és Siófok) kialakult hagyományainak megfelelően a rendezvény céljául a bányászati gáziparban dolgozó szakemberek kötetlen eszmecseréjét, az ipar szempontjából lényeges, új műszaki, technikai és gazdasági eredmények ismertetését tűztük ki.

A rendezvény helye a technikailag kitűnően felszerelt, esztétikailag rendkívül impozáns, kellemes környezetet biztosító kecskeméti Technika Háza volt.

A plenáris ülés elnökségében helyet foglalt *Szőcs Miklós* tervhivatali főtanácsos, *Trombitás István*, a KFV igazgatója, *Falk Miklós*, a KFV Szanki Üzemének vezetője és *Csákó Dénes*, a budapesti szakcsoport titkára.

Trombitás István igazgató' szakcsoportelnök megnyitó szavai után hangzott el *Szőcs Miklós* **A szénhidrogén-bányászat feladata a VI. ötéves tervben** c. plenáris előadása:

Tisztelt vitaülés, kedves kollégák!

Az előadás keretében 4 fő kérdéscsoportól szeretnék tájékoztatást adni, kiemelve és hangsúlyozva azokat a kérdéseket, amelyek Önöket a legközelebbről érintik.

Néhány szót gazdaságunk objektív helyzetéről, mint a VI. ötéves tervidőszak kiinduló feltételéről.

Ismeretes, hogy a párt XI. kongresszusának vonatkozó határozatai alapján megkezdődött a magyar gazdaság alkalmazkodása az 1974. év után kialakult új világgazdasági változásokhoz. Ez egyre inkább sürgető feladattá vált, figyelembe véve a részünkre kedvezőtlen világgazdasági helyzetből adódó kihatásokat, amelyek az 1974 utáni időszakban a külkereskedelmi cserearányok romlását eredményezték, és végső soron a népgazdaság egyensúlyát negatívan befolyásolták.

Gondjainkat növelték belső gazdálkodási hibáink is, nevezetesen, hogy közepes munkavégzés esetén is lehetett állami támogatással növelni a beruházásokat és a személyi jövedelmeket. Kedvezőtlen tendenciaként jelentkezett az is, hogy a fejlesztést túlnyomóan tőkés gép- és anyagimportra alapozták.

A gazdaságpolitikai változás az 1979. évi népgazdasági tervben megkezdődik.

Az 1979—1985 közötti gazdaságpolitikai koncepció ennek jegyében kerül kialakításra, fő feladatként a gazdasági egyensúly helyreállítását írva elő. Ennek kell alárendelni a gazdasági növekedést, a beruházási, valamint az életszínvonal-politikát is. A jövedelemhez jutás új követelményeket állít a vállalatok elé. A gazdasági növekedés ütemének mérséklése lehetőséget ad a termelési struktúra korszerűsítésére, az export növelésére és az import csökkentésére.

A VI. ötéves terv kialakításánál számolnunk kell a KGST-országok energia- és nyersanyagkínálata, a külföldi hitelfeltételek és munkaerő korlátaival. Ilyen kiinduló feltételek mérsékeltebb gazdasági növekedést indokolnak. Az eddigieknél kisebb lehet a nemzeti jövedelem, és a belföldi felhasználás (beruházás + fogyasztás).

Ezek az általános kiinduló feltételek határozzák meg energiagazdálkodásunk jövőbeni feladatait is.

1968—1978 között tüzelőanyag-felhasználásunk 50%-kal bővült, a villamosenergia-felhasználás megkétszereződött. A hazai szénhidrogén-fogyasztás elérte az évi 8 millió tonnát. Ennek alapján és a magyar—szovjet energetikai együttműködés eredményeként megvalósult a hatékony energiastruktúra.

Energiaellátásunk külső és belső feltételei időközben lényegesen megváltoztak. A leglényegesebb külső hatás az energiaimport-árak közel ötszörös növekedése (az 1973. évi árakhoz viszonyítva). Emellett jelentősen megnövekedtek az energetikai beruházások költségei is.

Mindezek aktuálissá tették energiapolitikánk felülvizsgálatát és ebből adódóan annak megújítását.

Az összes energetikai beruházásunkat felül kell vizsgálni, csak a rendkívül indokoltak megvalósításával célszerű foglalkozni. Ezek esetében is minimálisra csökkentve a járulékos beruházási igényeket.

A jövőben az energiahordozó-árakat — főleg a villamos energiáét — közelíteni kell a tőkés világpiaci árakhoz. 1980 után az ország fűtőanyagigényének növekedési ütemét 3—3,2%-ban, a villamos energia növekedési ütemét max. 5,6—6%-ban lehet terveznünk.

Ez a feltételezett igénynövekedési ütem a VI. ötéves tervben kb. 45 Pcal forrásnövekmény biztosítását indokolja —, amelyből 3—4 Pcal-t az új eocén szénbányákból, 3—4 Pcal-t a hazai szénhidrogén-termelés növekedéséből, mintegy 6—8 Pcal-t a Szovjetunióból származó villamosenergia-import növekményből, valamint 10—15 Pcal-t a hasadóanyag-felhasználású atomerőműből és további kb. 20 Pcal-t (kb. 2 M tonna) a szénhidrogén-import növekedéséből fedeznek.

A beruházási politika lehetőségeinek ismerete feltétlen szükséges ahhoz, hogy a szénhidrogénipar számára reálisan megítélhetők legyenek azok az intézkedések, amelyek az elkövetkezendő időszakban jellemzik a beruházást. Már az előzőek alapján egyértelmű, hogy a mérsékeltebb gazdasági növekedés és ennél alacsonyabb belföldi felhasználási ütem szerényebb beruházást tesz lehetővé a termelőágazatok számára is.

A termelőágazatok beruházásainak kialakításánál figyelembe kell venni, hogy a szénbányászat, a villamosenergia-ipar, és a kohászat már megkezdett beruházásai a lehetséges beruházási növekmény jelentős hányadát igénybe veszik, és így az összes többi ágazatban szerényebb a fejlesztés lehetősége. Ez fogja az OKGT lehetőségeit is meghatározni. Az OKGT-n belül a bányászati ágazat megközelítőleg az V. ötéves tervben megvalósuló szinten fejleszthet. A kőolaj-feldolgozás, a kereskedelem és a vezetékes szállítás, valamint a gázelosztás területén még kisebbek a beruházási lehetőségek. Ez a beruházási koncepció annál is inkább reális, mert az OKGT az elmúlt tervidőszakban kiemelten és igen dinamikusan fejlesztett, amelynek eredményeként állóeszköz-állománya magas szintre fejlődött.

A kőolaj- és földgázbányászat területén a szintentartás fog jelentős beruházást igényelni, folytatva az ehhez szükséges kutatást és új mezők termelésbe állítását.

Végezetül néhány gondolatot a szénhidrogénipar aktuális konkrét problémáiról, feladatairól és lehetőségeiről.

Hatékonyabb munka esetén a 200 ezer m/év kutatófúrás elegendő a termelés szintentartásához. Ezen belül az előkutatási tevékenység fokozásával, illetve korszerűsítésével az effektivitást kell növelni és törekedni kell arra, hogy a szénhidrogénkészlet mértéke ne csökkenjen.

Kiemelt fontosságú feladat a kis mezők fokozott ütemű termelésbe állítása, korszerű és egyre nagyobb volumenű gáztermék-termelési szerkezet kialakítása. Fontos feladat a nagy inerttartalmú gázkészletek mielőbbi termelésbe állítása — különös tekintettel a közép-magyarországi lelőhelyekre, ahonnan már 1981-től az évi kb. 500 millió gnm³ 4000 kcal/gnm³ átlag fűtőértékű földgáz kitermelését és erőművi (THE II) hasznosítását lehet figyelembe venni.

A földgázfelhasználás központi fejlesztési programja előreláthatólag 1980-ban lezárul. További jelentős forrásnövekménynyel már nem számolhatunk, az alaprendszerek kiépültek.

Figyelmet kell fordítani a Budapesti Körvezeték II., valamint a Kiskunhalas—Baja—Pécs távvezeték építésére és az új termelő mezők távvezetéki bekötésére.

Biztosítani kell a VI. ötéves tervidőszakban is a gazdaságilag leghatékonyabb gázfelhasználások — a lakossági felhasználás — további bővítését. Az új tervidőszakban forrásnövekmény alakulásától függetlenül is további 150 ezer lakás bekapcsolásáról kell gondoskodni. Ugyanakkor következetesen és igen szigorúan be kell tartanunk a jövőben azt a lakossági energiaellátási alapkoncepciót, amely szerint házgyári lakásokba főzésre gáz nem adható. A vidéki 100 ezer új fogyasztó kiválasztásánál alapelv, hogy:

— a legkisebb fajlagos elosztóhálózati költségeket igényelje, azaz

— nagy hősűrűségű területek jöhetnek csak számításba,

— csak meglevő nagynyomású távvezetékekhez közeli települések kapcsolhatók be.

A fentieket összefoglalva elmondható, hogy a magyar bányászatban a kőolaj- és földgázbányászati lehetőség volt és lesz a jövőben is a leggazdaságosabb. Így a szénhidrogéniparon belül a bányászat fejlesztése a jövőben is alapvető.

A gázipar gazdaságos tevékenységet folytat, eszközállománya jó, szakember-ellátottsága és azok képzettségi színvonala kitűnő. Az itt dolgozó szakemberektől olyan műszaki-gazdasági variánsok kidolgozását várják el, amelyek alapján az iparág tevékenységét optimalizálni lehet.

A plenáris nyitó előadást vita követte, amelynek során az etán- és etilénygyártás, a gáztranzitálás, az inertgáz-hasznosítás, az Adria kőolajvezeték és a kőolaj-feldolgozó ipar kapacitásával, valamint a bányászati termelés szintentartásával összefüggő, tőkés relációjú import lehetőségeivel kapcsolatos kérdésekre kaptunk választ.

A plenáris ülés *Trombitás István* igazgató zárszavával ért véget. A plenáris ülést követően került sor a vitaülés előadásainak meghallgatására, melynek során a vitavezetést *Csákó Dénes* szakcsoporttitkár látta el.

A vitaülésen elhangzott előadások:

Gombos Z.—dr. *Kőszegi Tamásné—Voll L.* (OGIL): **Az éghető kevertgáz termelés művelési lehetőségei a répcelaki mezőben.** — *Miklós T.* (NKFV): **A hajdúszoboszlói föld alatti gáztároló tervezése és kialakítása.** — *Bencsik I.—Kun M.* (NKFÜ): **Gáztermelő és gázbesajtoló kutak kiképzése.** — *Szabó I.* (NKFV): **A hajdúszoboszlói gáztároló kutak kiképzése, és az elvégzett vizsgálatok eredményei.** — *Borbély Pálné—Tóth A.* (OLAJTERV): **Korszerű kompresszortelepek a szénhidrogén-bányászatban.** — *Kígyós J.* (NKFV): **Portábilis gázelőkészítő berendezések beruházási és első próbaüzemi tapasztalatai.** — *Fekete Lászlóné—Lovonyák K.* (KFV): **CO_2-os gáz távvezetéki szállításra történő előkészítése.** — *Beliczay L.—Németh Gy.* (OLAJTERV): **A kriogén eljárások terjedése a gáztermelésben, és a hazai alkalmazás lehetőségei.** — *Borissza J.* (GOV): **A hazai cseppfolyós gáztermékek és a csővezetéki szállítás műszaki gyakorlata.** — *Balikó S.* (OLAJTERV): **Kompresszor hűtőkörének kiválasztása.** — *Szerényi B.—Nagy Péterné—Vaskó Éva—Farkas B.—Kriston J.* (GOV): **Körzetszerelői koncepció kialakítása a GOV-nál.** — *Udvardy G.—Lencz M.—Horváth O.* (KFV): **Föld alatti gáztárolás Pusztaedericsen.** — *Benkóczy P.* (GOV): **A budapesti nagynyomású gázkörvezeték-rendszer 1978—79. téli időszakban várható üzemviszonyai.** — *Várhegyi P.* (OKGT): **Az országos telemechanikai rendszer.** — *Bodnár Á.* (MÁFKI)—*Kovács J.* (OKGT): **A földgáz szagosítása.** — *Mika Gy.—Kiss G.—Béres Deák L.* (OLAJTERV): **Gázátadó állomások energetikai vizsgálata.** — *Erhardt J.—Bihari B.* (GOV): **Nagy teljesítményű gázátadó állomások üzemeltetési tapasztalatai.** — *Gulyás T.* (NKFV): **Kezeletlen gázok üzemviteli problémái.**

Az egyes előadásokat és vitájukat követően a vitavezető összefoglalta azok eredményeit, amelyek alapján az OKGT vezetés elé számos javaslat került.

A sikeres rendezvényért külön köszönetünket kell kifejezni a siófoki szakcsoportnak a segítségért, dr. *Dallos Ferencné, Fehér László* (KFV), valamint *Marsalkó Gábor, Kovács János* (OKGT) áldozatkész munkájáért.

Csákó Dénes
szakcsoporttitkár

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Az NKFÜ 1978. évi műszaki tevékenységéről

Fúrási tevékenység

Az 1978-as év egyik legszebb és legeredményesebb munkája a *Derecske-I.* jelű fúrás mélyítése volt. Jelentős baleset nélkül, a korábbi nagymélységű fúrásoktól eltérően gyors ütemben mélyült.

A vállalat fúróberendezéseinél a legfontosabb naturális mutató, a méter/berendezés/év, tovább javult az 1977. évi 15 357,39 m-rel szemben 15 588,06 m-re. Sajnálatos, hogy a mechanikai sebesség tovább romlott (1977-ben 6,14 m/h, 1978-ban 5,82 m/h). Kétségtelenül ez a kutatófúrások átlagmélységének növekedésével (2649,58 m-ről 2720,93 m-re nőtt) magyarázható, de ennek az évek óta tartó tendenciának mérsékelésére technológiai lehetőségek is vannak.

Évek óta monoton nő a rotációs idő: 1975-ben 27,64%, 1976-ban 30,49%, 1977-ben 33,07%, 1978-ban 35,02%.

Az év folyamán két kitörés következett be, továbbá az NKFÜ mentőcsapata, a KFV-vel közösen segítséget nyújtott a Bulgáriában történt kitörés felszámolásához. A korábbi években gyakori, több hónapig tartó súlyos műszaki balesetek száma és az egy mentésre fordított idő jelentősen csökkent, de a mentésre és a rétegnehézségek felszámolására fordított összes idő azonos szinten maradt.

A lyukbefejező berendezések az év folyamán 465 db rétegvizsgálatot végeztek. Jelentős javulás következett be az elmúlt évhez képest az egy rétegvizsgálatra fordított idő és az átszerelési idő tekintetében.

A lyukbefejező tevékenység végzésekor előforduló műszaki balesetek számának és a mentések idejének növekedése mindenképpen felhívja a figyelmet a rossz minőségű (használt) termelőcsövek selejtezésének és a 4½ hüvelykes béléscsőben végzendő pakkeres műveletek csökkentésének szükségességére.

A béléscső és cementpalást-javítási idő több mint kétszeresére nőtt. Ez a tény a béléscsőrakatok cementezése során előforduló technológiai és kivitelezési hiányosságokra hívja fel a figyelmet.

A műszaki fejlesztés területén jelentős eredményeket értünk el. A lyukbefejező berendezések iszaprendszerének korszerűsítése, a betonkeverő telep és a baritkeverő rendszer kialakítása, a berendezéseknél használható pneumatikus emelővillák üzembe helyezése, a több mérőhelyes pneumatikus szintmérők kialakítása, a műszerkabinok számítástechnikai eszközökkel történő felszerelése, a *Tarnabodi-II.* jelű kísérleti geofizikai kút létrehozása, és a DA—2205 kőzetsűrűség-mérő rendszer elkészítése volt a legeredményesebb fejlesztésünk.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(KV, Szolnok)

A Geofizikai Kutató Vállalat 1978. évi műszaki tevékenysége

A GKV-nak (1978-ban még GKÜ) az elmúlt évben 12 szeizmikus, 2 gravitációs és 2 geoelektromos kutatócsoportja dolgozott az ország területén. A 13. szeizmikus kutatócsoport szeptember óta Irakban mért.

Szeizmikus kutatás

A szeizmikus csoportok hagyományos technikával dolgoztak, egy csoport pedig vibrátoros (vibroseis) rutinméréseket végzett.

Valamennyi szeizmikus kutatócsoport kizárólag digitális jelrögzítést alkalmazott.

A kutatási területek sajátosságaihoz rugalmasan alkalmazkodó mérési metodika nagyobb része már 24-szeres fedéssel készült. A nagyobb fedésszám lehetővé tette, hogy a számítógépes feldolgozás során a korábbinál hatékonyabban alkalmazzuk azokat a programokat, amelyek nagy adattömegek statisztikájából adnak pontosabb eredményt. A fedésszám-növekedés javította az időszelvények általános minőségét is, azaz megnövekedett a lehatolási mélység, több helyen sikerült kiemelni a gyengén reflektáló horizontokat.

A bonyolult tektonikai problémák jobb megoldását szolgáló hullámegyenletes migráció, valamint a közvetlen olaj- és gázkutatásra alkalmas amplitúdófeldolgozási programok rutinkísérleti alkalmazását is megkezdtük.

Intenzív elméleti és gyakorlati kutatásokat folytattunk a szeizmikus jelalak-meghatározás, az alacsonyfrekvenciás statikus korrekciók meghatározása és az inverz szűrés tökéletesítése terén.

Az év végére az OGIL elkészítette a szeizmokarotázs mérésekre alkalmas akusztikus szondát. Az új szondától a szeizmokarotázs mérések pontosságának és részletességének növekedését várjuk.

Gravitációs és mágneses kutatás

1978-ban tovább folytattuk a szabályos négyzetes rácshálózatban végzett nagy pontosságú méréseket s ezek számítógépes feldolgozását.

A Kisalföld déli peremén a felszín közeli vulkanikus összletek elterjedésének, valamint a mágneses variációk térbeli változásának vizsgálatára protonprecessziós magnetométerrel speciális kísérleti méréseket folytattunk. A kapott eredmények lehetővé teszik a további rutinmérések paramétereinek jó meghatározását.

Geoelektromos mérések

Az év folyamán új MTDR—2 típusú (USA) digitális magnetotellurikus műszerrel végeztük a terepi méréseket, valamint az év végén átvettük a magyar gyártmányú DEF—1 (MÁELGI), ugyancsak digitális jelrögzítésű frekvenciaszondázó műszert.

Ezzel a geoelektromos mérések analóg korszaka befejeződött.

Az év folyamán jelentős erőfeszítéseket tettünk az új műszerek terepi regisztrátumainak számítógépes feldolgozására. Az új geoelektromos programrendszert két lépcsőben hoztuk létre. Első lépcsőben az MTA nagy teljesítményű CDC—3300-as gépen végeztük el a kísérleti vizsgálatokat, majd a következő lépcsőben a már kipróbált és ellenőrzött fortran programokból teljes rendszert készítettünk saját TIOPS számítógépünkre. Ezzel lehetővé vált, hogy a geoelektromos MT-mérések adatfeldolgozása a szeizmikáéhoz hasonlóan üzemszerűen végezhető el.

Az új terepi digitális felvevőberendezések teljesítőképességének megismeréséhez kísérleti méréseket is végeztünk.

A GKV 1978-ban, hasonlóan a korábbi évekhez, figyelmet fordított arra, hogy rutinméréseit magas műszaki színvonalon hajtsa végre s ugyanakkor megteremtse a továbbfejlődéshez szükséges alapokat is.

Rádler Béla
igazgatóhelyettes

KÜLFÖLDI HÍREK

10. kőolaj-világkongresszus Bukarestben
1979. szeptember 9—14.

23 szekcióban 115 előadás, 4 kerekasztal-beszélgetésen 16 előadás, továbbá 10 szakterület fejlődését áttekintő előadás és 13 speciális témával foglalkozó előadás hangzik el.

Hazánk 3 szekcióban egy-egy előadással szerepel, és a Rezervoármérnöki tudomány fejlődése szekció vitavezetőjének egyik helyettese tagtársunk, dr. *Doleschall Sándor*, a Központi Fizikai Kutató Intézet igazgatója.

Kassai Lajos

Я. Тэрэк, химик: **Распределение составов в залежах природного газа, содержащих углекислый газ и азот** ..... **Стр. 129**

Автором рассматривается изменение состава природных газов с содержанием инертных в пределах одной залежи и приводится метод для его расчета. На основе содержания углекислого газа и азота делается заключение относительно характера системы. Устанавливается, что концентрация CO_2 на месторождениях с несколькими залежами, расположенными одна под другой может увеличиваться (нормальное распределение), или уменьшаться (аномальное распределение), и эти явления могут встречаться совместно (смешанное распределение). Формирование указанных типов распределения можно сводить к миграции в зоне воды и движению последней после истощения питания.

Д-р *Й. Дорман*, химик: **Оценка реологических и гидравлических параметров промывочных жидкостей. Ч. II.** ..... **Стр. 135**

Реологическое поведение промывочных жидкостей в большинстве случаев может описываться псевдопластической моделью. Однако в системах, обладающих значительными структурообразовающими силами (полимерные промывочные жидкости, флоккулированные сиситемы), в диапазоне низких скоростей сдвига получаются более высокие напряжения сдвига, чем это ожидается. Это отклонение, особенно при большом размере кольцевого пространства, оказывает значительное влияние на гидравлические условия и величину потерь давления. Для реологической характеризации таких систем хорошо можно использовать обобщенную псевдопластическую модель *Робертсона—Стиффа*, показатели которой могут определяться из величин напряжения сдвига, отсчитываемых при числах оборотов 600, 300 и 6 ротационного вискозиметра.

Я. Краус, инж.-химик—*Б. Лани*, инж.-механик: **Безопасное хранение сжиженного природного газа в США** ..... **Стр. 139**

Безопасность и защита окружности сооружения для хранения сжиженного природного газа потребует соблюдения ряда важных правил. Недавно в американской литературе была опубликована статья, рассматривающая соответствующие правила и условия их соблюдения. Проблема так и опасного хранения сжиженного природного газа может быть решена осмотрительным проектированием, выполнением сооружения и эксплуатацией, особенно в случае хранителя сжиженного природного газа, сооружаемого в густо застроенных, высоко индустриализированных районах.
В статье излагаются некоторые моменты указанного круга темы.

Д-р *И. Берци*, геолог—д-р *Й. Чаба*, инж.-нефтяник — *З. Гомбош*, инж.-нефтяник—*Л. Марко*, геофизик—*Л. Погань*, инж.-химик, инж.-экономист: **Методический опыт и задачи по составлению заключительных отчетов о геологоразведочных работах** в ОГИЛ . **Стр. 143**

Рассматриваются вопросы геологии, геофизики, технологии бурения, проектирования разработки и экономики, связанные с составлением заключительных отчетов о геологоразведочных работах в области нефтегазовой промышленности. В анализах показываются проблемы, возникающие в ОГИЛ при составлении заключительных отчетов, технические и экономические моменты, далее вопросы, связанные с учетом запасов углеводородов.

Ласлоне Киш, горный геолог, инженер-экономист—*Т. Ономди*, инженер-нефтяник, проектировщик систем управления: **Обработка данных в области разведки и бурения на нефть** ..... **Стр. 147**

В связи с количественными, но главным образом качественными требованиями к разведочным и буровым работам уже к концу 1960 годов стало необходимым развитие и внедрение новых методов хранения и обработки данных, требующих вычислительную технику.
Развитие происходит по двум направлениям, в области разведки (геотехнический массив и геологическая интерпретация, и в области техники бурения (расчёты бурильных и обсадных труб, обработка данных измерений).

И. Хознек: горный инженер: **Статистика по производственному личному травматизму в области бурения на нефть и газ в зеркале международного сопоставления** ..... **Стр. 151**

Автором анализируется положение личного травматизма в области бурения на нефть и газ, а также причины несчастных случаев. Наряду с анализом приводится международное сопоставление производственного травматизма в области буровых работ на нефть и газ со статистическими данными, опубликованными в иностранной спецлитературе.
Наряду с показателями производственных единиц (буровых предприятий) в статье направляется внимание специалистов и на удельные показатели, внедренные за рубежом.

*

Dipl.-Chem. *János Török:* **Zusammensetzungsverteilungen in kohlendioxyd- und stickstoffhaltigen Erdgaslagerstätten** ..... **S. 129**

Der Verfasser untersucht die Änderungen der Zusammensetzung inerthaltiger Erdgase innerhalb einer Lagersätte und schlägt eine Methode für ihre Berechnung vor. Aufgrund des zusammengehörigen Kohlendioxyd- und Stickstoffgehalts wird auf den Charakter des System gefolgert. Es wird festgestellt, dass die Konzentration des Kohlendioxyds im Falle von Vorkommen in mehreren Lagerstätten in den untereinanderliegenden Lagerstätten zunehmen (normale Verteilung) oder abnehmen kann (abnorme Verteilung). Diese beide Möglichkeiten können auch gemeinsam auftreten (gemischte Verteilung). Die Ausgestaltung dieser Verteilungstypen ist auf eine im wässrigen Mittel eintreffende Migration und auf eine Wirkung der Wasserbewegung nach Erschöpfung der Quelle zurückzuführen.

Dr.-Chem. *József Dormán:* **Bewertung der rheologischen und hydraulischen Kennwerte von Spülungen** — 2. Teil... **S. 135**

Das rheologische Verhalten von Spülungen kann in meisten Fällen mit dem pseudoplastischen Modell beschrieben werden. In Systemen aber, wo die strukturbildenden Kräfte bedeutend sind (Polymer-Spülungen, Flockungssysteme), treten im Bereich kleiner Schergeschwindigkeiten höhere Scherspannungen auf als die erwarteten. Besonders im Falle eines grossen Ringraums beeinflusst diese Abweichung die hydraulischen Verhältnisse und die Werte des Druckverlustes beträchtlich. Für die rheologische Charakterisierung dieser Systeme kann das

*Robertson—Stiff*sche generalisierte pseudoplastische Modell erfolgreich angewandt werden, deren Kennziffern aus den Scherspannungswerten bestimmt werden können, die bei Drehzahlen von 600, 300 und 6 des Rotationsviskosimeters gemessen wurden.

Dip.-Ing. *János Krausz*—Dipl.-Ing. *Béla Lányi:* **Sichere Speicherung verflüssigter Erdgase in den Vereinigten Staaten**..... S. 139

Die Sicherheit von Speichereinrichtungen für verflüssigte Erdgase und der damit verbundene Umweltschutz erfordert die Einhaltung von vielen wichtigen Vorschriften. In der amerikanischen Fachliteratur ist in der jüngsten Vergangenheit ein Artikel erschienen, der sich mit den diesbezüglichen Vorschriften und mit der Einhaltung derselben beschäftigt. Durch umsichtige Planung, Ausführung und Betrieb kann das Problem der äusserst gefährlichen Speicherung von verflüssigten Erdgasen gelöst werden, besonders auch bei Speichereinrichtungen, die sich auf dicht bebauten, stark industrialisirten Gebieten befinden. Der Beitrag behandelt einige Beziehungen dieses Problemekreises.

Dr.-Geol. *István Bérczi*—Dr.-Ing. *József Csaba*—Dipl.-Ing. *Zoltán Gombos*—Dipl.-Geophysiker *László Markó*—Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *László Pogány:* **Aufgaben und methodische Erfarungen der Erarbeitung von geologischen Erkundungsschlussberichten im OGIL** ..... S. 143

Das Authorenkollektiv gibt einen Überblick über die mit der Erarbeitung von Erkundungsschlussberichten verbundenen geologischen, bohrtechnologischen, Abbauprojektierungs- und ökonomischen Aufgaben auf dem Gebiet des Kohlenwasserstoff-Bergbaus. Die Analysen führen die im Laufe der Erarbeitung von Schlussberichten im OGIL auftretenden Probleme, die technischen und ökonomischen Motive, sowie die mit der Einschätzung des Kohlenwasserstoff-Vorrats verbundenen Fragen vor.

Frau Dipl.-Geol., Dipl.-Ökonom Judit *Kiss*—Dipl.-Ing. *Tibor Ónodi,* Systemorganisateur: **Datenverarbeitung auf dem Gebiet der Erdölschürfung und des Bohrens**..... S. 147

Die an die Schürf- und Bohrtätigkeit gestellten quantitativen und hauptsächlich qualitativen Anforderungen haben schon Ende der Sechzigerjahren die Entwicklung und Einleitung neuer, Berechnungstechnik beanspruchender Datenspeicherungs- und Datenverarbeitungsmethoden notwendig gemacht.
Die Entwicklung geht auf zwei Gebieten vor sich: auf dem Gebiet der Schürfung (geotechnischer Datenspeicher, geologische Interpretation) und der Bohrtechnik (Dimensionierungsberechnungen, Verarbeitung der Messwerte).

Dipl.-Ing. *István Hoznek:* **Unfallstatistik auf dem Fachgebiet Kohlenwasserstoffbohren, verglichen mit internationalen Angaben** ..... S. 151

Der Verfasser analysiert die Lage der Unfälle auf dem Gebiet des Kohlenwasserstoffbohrens und die Ursachen derselben. Überdies wird die Lage der Unfälle beim Kohlenwasserstoffbohren in Ungarn im Besitz von ausländischen statistischen Daten mit dem internationalen Stand verglichen.
Der Beitrag macht neben den bei den Betriebseinheiten (Bohrbetrieben) registrierten Kennwerten auch auf die im Ausland eingeführten aufmerksam.

*

János Török, Chemist: **Composition distributions in natural gas reservoirs containing carbon dioxide and nitrogen** ... p. 129

Changes of the composition of inert-content natural gases within a single reservoir are investigated and a method is suggested for calculating them. On the basis of the interdependent carbon dioxide and nitrogen contents, a conclusion is drawn regarding the character of the system. The author claims that in multi-layer reservoirs, the carbon dioxide concentration may increase (normal distribution) or diminish (anomalous distribution) in pays situated below each other. These two possibilities may also appear together (mixed distribution). The evolution of these distribution types is attributed to migration taking place in aqueous media and to the effect of water movement following the depletion of the source.

Dr. *József Dormán,* Chemist: **Evaluation of rheologic and hydraulic characteristics of drilling muds Part 2** ..... P. 135

The rheologic behaviour of drilling muds can be described by the pseudoplastic model in most cases. In systems, however, where structure building forces are of importance (polymer muds, flocculated systems), shear stresses higher than expected occur in the range of low shear speeds. This deviation, especially in case of a large annulus, has a significant influence on hydraulic conditions and on pressure loss values. For characterizing these systems, *Robertson—Stiff*'s generalized pseudoplastic model can well be applied. The characteristics of this model can be determined from shear stress values measured at 600, 300 and 6 rpm rotary viscosimeter values.

János Krausz, Chemical Eng.—*Béla Lányi,* Mechanical Eng.: **Safe storage of LNG in the USA** ..... p. 139

The safety of LNG storing facilities necessitates the observance of a number of regulations including those for environment protection. In recent past, an article was published in American literature dealing with the pertaining regulations and with the way of their observance. By careful planning, effectuation and operation, even the problem of highly dangerous LNG storage can be solved, even when using storage facilities built in highly industrialized regions covered with many buildings.

Dr. *István Bérczi,* Geologist—Dr. *József Csaba,* Petroleum Eng.—*Zoltán Gombos,* Petroleum Eng.—*László Markó,* Geophysicist—*László Pogány,* Chemical Eng., Economist: **Tasks and methodological experience of geological exploration closing reports at OGIL (Research Laboratory for Oil and Gas Industry) Hungary** ..... p. 143

The co-authors give a survey of geological, geophysical, drilling technology, exploitation planning and economic problems connected with exploration closing reports in the hydrocarbon industry field. The analyses demonstrate the problems arising at OGIL when making closing reports as well as technical and economic incentives, finally questions related to the evaluation of hydrocarbon reserves.

Mrs. *Judit Kiss,* Mining Geologist, Economist—*Tibor Ónodi,* Petroleum Eng., System Analyst: **Data processing in the field of petroleum exploration and drilling**..... p. 147

Quantitative and primarily qualitative requirements of exploration and drilling activity necessitated the development and introduction of new data storage and data processing methods calling for computation techniques at the end of the sixties already.
Development is in progress in two fields, i. e. exploration (geotechnical data store and geological interpretation) and drilling techniques (dimension calculations, processing of measuring data).

István Hoznek, Mining Eng.: **Accident statistics in the field of oil and gas drilling in Hungary as compared with international data** ..... p. 151

The author analyzes the accident situation in the field of hydrocarbon drilling, and the causes of accidents. In addition to this, the accident situation of the Hungarian hydrocarbon drilling industry is compared with the international accident situation on the basis of foreign statistical data.
Besides the indices registered at company units (drilling plants), attention is also drawn to specific indices introduced in foreign countries.

"V/O VNESHTECHNIKA"

A KÜLFÖLDI MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS CSERÉKET LEBONYOLÍTÓ ÖSSZ-SZÖVETSÉGI EGYESÜLÉS

segítséget nyújt a szovjet és külföldi tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező intézeteknek, iparvállalatoknak és cégeknek a műszaki-tudományos együttműködés megvalósításával kapcsolatos kereskedelmi, szállítmányozási és jogi kérdésekben az alábbi témakörökben:

— közös, illetve egyedi megrendelésre elkészített tudományos, kutató, tervező-szerkesztő és technológiai-tervező munkák kivitelezése;

— szovjet és külföldi cégek részére műszaki dokumentáció készítése és átadása, valamint tudományos berendezések, kísérleti minták, termékek és anyagok megrendelés szerinti kivitelezése;

— műszaki-tudományos szakvélemények kidolgoztatása, berendezések és anyagok vizsgálata, konzultációk lebonyolítása.

"V/O VNESHTECHNIKA"

Cím: Moszkva, Starokoniushenny per., 6
Telex: 7918 GARANT, telefon: 202-02-60
Távirat: Moszkva Vneshtechnika
Leányvállalat: Kijev, N. Botanicheskaja ul., 2
Telefon: 24-51-44, távirat: Kijev Vneshtechnika

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 161—192 oldal BUDAPEST, 1979. JÚNIUS HÓ 6

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

	Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 67. közgyűlése	161
BARABÁS LÁSZLÓ	Rudazatos mélyszivattyús berendezés üzemi paramétereinek meghatározása	181
RUZICSKA GYÖRGY	Nem mozgalom — rendszer! DH-munkarendszer az OKGT területén	185
	Egyetemi hírek	192
	Az iparág köréből	190
	Könyvismertetés	180
	Külföldi hírek	184, 192
	ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS	B-3

A SZÁM SZERZŐI:

BARABÁS LÁSZLÓ okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Gellénháza); RUZICSKA GYÖRGY okl. gépészmérnök, osztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-2079 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 6. szám 1979. június

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 67. közgyűlése

(Székesfehérvár, 1979. március 9.)

Az egyesületi alapszabály 11. §-ának (1) bekezdése szerint az 1979. évi rendes közgyűlést az elnökség 1979. március 9-én 10 órára, a székesfehérvári Technika Házába az alábbi napirend megtárgyalására hívta össze:

1. Elnöki megnyitó

   Tartja: *Kreffly Gábor* okl. bányamérnök, az OMBKE elnöke.

2. A magyar alumíniumipar fejlesztési lehetőségei 1980 után.

   Előadó: Dr. *Dózsa Lajos* okl. közgazda, a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatója.

3. *Széki János*-emlékbeszéd

   Tartja: Dr. *Horváth Zoltán* okl. kohómérnök, tszv. egyetemi tanár.

4. Főtitkári beszámoló

   Tartja: Dr. *Nagy Zoltán* okl. kohómérnök, az OMBKE főtitkára.

5. Az ellenőrző bizottság jelentése

   Előterjeszti: *Bándi József*, az OMBKE ellenőrző bizottságának elnöke.

6. Hozzászólások, indítványok

7. Az egyesületi emlékérmek átadása.

A bányász- és kohászhimnusz eléneklése után *Kreffly Gábor* elnök emelkedett szólásra.

Kreffly Gábor elnöki megnyitója

Tisztelettel és szeretettel köszöntöm az OMBKE 67. közgyűlésének küldötteit, soraikban tiszteleti tagjainkat, *Czottner Sándor* nyugalmazott minisztert, egyesületünk volt elnökét, *Bocsánczy Jánost*, *Óvári Antalt*, egyesületünk volt főtitkárait.

Tisztelettel köszöntöm a közgyűlés elnökségében helyet foglaló *Takács Imre* elvtársat, az MSZMP Fejér megyei bizottságának első titkárát; dr. *Horgos Gyula* elvtársat, nyugalmazott kohó- és gépipari minisztert, a MTESZ ügyvezető elnökét; *Závodi Imre* elvtársat, a Fejér megyei Tanács V. B. elnökét; *Seres József* elvtársat, a székesfehérvári Városi Tanács V. B. elnökét; *Papp István* elvtársat, a MTESZ Fejér megyei szervezetének elnökét; dr. *Dózsa Lajos* elvtársat, a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgatóját; *Juhász József* elvtársat, a Székesfehérvári Könnyűfémmű igazgatóját.

Felkérem az egyesület elnökségének tagjai közül *Török Frigyest* és *Kassai Lajost*, egyesületünk tagjait, hogy a közgyűlés jegyzőkönyvét majd hitelesíteni szíveskedjenek. Kérem, hogy a közgyűlés ezt nyílt szavazással szavazza meg, ha egyetért vele. Jelentem a közgyűlésnek, hogy 285 résztvevőnk van, a szavazati joggal rendelkezők közül 268-an vannak jelen, ez az összesnek 74%-a, közgyűlésünk tehát határozatképes.

Az elnökség úgy döntött, hogy 67. közgyűlésünket Fejér megyében, Székesfehérváron tartjuk. A közgyűlés előkészítésében és szervezésében az egyesület fémkohászati szakosztálya, annak székesfehérvári helyi csoportja és a Székesfehérvári Könnyűfémmű vesz részt.

Egyesületünk legfontosabb feladata, hogy a maga sajátos eszközeivel elősegítse a bányászat és kohászat tudományos, műszaki és gazdasági fejlődését, ezekben az iparágakban a szakmaszeretet fejlesztését, a szakmai összetartozás erősítését. Meggyőződésem, hogy köz-

A közgyűlés elnöksége

gyűlésünk munkája hozzá fog járulni ahhoz, hogy ezek a célkitűzések itt Székesfehérváron és Fejér megyében is sikeresen megvalósuljanak.

A megyében, a ma több mint százezer lakosú, ezer éve alapított Székesfehérváron jelentős bányászat és kohászat fejlődött ki, ezeknek az iparágaknak tiszteletre méltó hagyományai vannak itt, és ehhez fejlődő, tevékeny egyesületi munka járul.

A magyar bauxitbányászat 1926-ban kezdődött Gánton. A hatalmas Eszterházy-birtokba ékelődő Gánt jelképpé vált az országban, a megyében és a jövőt célozta. Olyan területen vetette meg a lábát a munkásság, majd a munkásmozgalom, amely terület hagyományosan a magyar nagybirtokrendszer egyik erőssége volt. Ebből következett, hogy a környék földbirtokosai annak idején ezer akadályt támasztottak Balás Jenő bányamérnök elé, aki 1920-ban kutatta és megtalálta a gánti bauxitelőfordulást és arra zártkutatmányt kért. 1925-ben Nemes Vilmos bányamérnök vezetésével indult a bányaüzem, amely 1926-ban — a bodajki vasút megépülése után — kezdett termelni. A Fejér megyei Bauxitbányák ma az ország bauxittermelésének egyharmadát adják. A korszerű bányák alumínium hidraulikus támokkal és süvegekkel biztosított fejtéseiben távirányításos CAVO és JOY rakodógépek dolgoznak, kísérletek folynak a Secoma fúrókocsi elterjesztésére, gumiszalagok szállítják a kitermelt bauxitot, a személyszállítást, az anyagmozgatást modern gépek végzik. Az aktívvíznívó-süllyesztés során kiemelt karsztvíz többek között eljut Székesfehérvárra is.

A szénbányászat a két világháború között indult meg Fejér megyében. Balinka, Csordakút, az épülő Nagyegyháza, Márkushegy, Mány a Bicskei Erőmű célbányái lesznek, emellett jelentős lakossági szénigényt fognak kielégíteni, s egyben több ezer bányásznak nyújtanak majd korszerű, egészséges munkahelyet, ahol a magas fokú gépesítéssel a mainál négyszer-ötször magasabb összüzemi teljesítmény elérését tervezzük.

Világszínvonalon is élenjáró az üvegipari és öntödei célokra felhasznált homok termelése és flotálása Fehérvárcsurgón.

1941-ben épült a mai Székesfehérvári Könnyűfémmű első üzeme, a hengermű. Fejlődését a hazai bauxitbányászaton, timföldgyártáson kívül a magyar—lengyel (1960), majd a magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény (1962) biztosította. Ma 100 e.t/év kapacitásával az ország alumínium félgyártmány termelésének 90%-át adja. A jelenleg folyó fejlesztés célja a választék bővítése és az évi 160—170 e.t termelés elérése. A műnek jelentős szerepe van abban, hogy hazánkban a fajlagos alumíniumfelhasználás számottevően növekedett: az 1960. évi 4,2 kg/főről 1977-re, 13,2 kg/főre nőtt a „magyar ezüst" felhasználása.

A székesfehérvári Nehézfémöntödében az ország nehézfémöntvényeinek több mint 40%-át állítják elő.

A megyében van a Dunai Vasmű, hazánk legnagyobb vaskohászati gyára, amelyet 1950-ben kezdtek építeni. Ma itt készül az ország acéltermékeinek túlnyomó része: a durva acéllemez 65, a finom acéllemez 90, a hegesztett acélcső 60%-a.

Dunaújvárosban van a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Kara és Székesfehérváron a soproni Erdészeti és Faipari Egyetem Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kara.

Egyesületünknek négy helyi csoportja tevékenykedik a megyében: a kincsesbányai, a dunaújvárosi, a székesfehérvári könnyűfémművi és a Csepel nehézfémöntödei csoportja. Valamennyi csoport, az itt dolgozó egyesületi tagok becsülettel helytállnak munkahelyeiken, s emellett még arra is van erejük, hogy egyesületi feladatokat vállaljanak, egyesületi életet éljenek, hogy többet tegyenek, mint amit a kötelesség parancsol.

Az egyesület fémkohászati szakosztályának székesfehérvári csoportja 1955-ben 15 fővel alakult. Öt éven keresztül *Lomniczy Dezső*, néhai szeretett főtitkárunk volt a csoport elnöke. Most 200 tagja van a csoportnak, amely jövőre lesz 25 éves, és amely olyan rangos konferenciákat szervezett, mint az 1972-es és 1978-as alumínium-konferenciák és a könnyűszerkezetes konferencia. Külön köszönet a csoportnak a bányász—kohász hagyományok ápolásáért, a nyugdíjasok és ötödéves kohászhallgatók meghívásáért és azért, hogy kezdeményezői voltak az egyesület Fejér megyében működő csoportjai jobb együttműködésének.

Befejezésül azokra a tiszteleti tagjainkra, idős tagtársainkra szeretnék emlékezni, emlékeztetni, akik magas koruk, egészségi állapotuk miatt már nem tudnak részt venni közgyűlésünkön, s ezt a tényt levélben is bejelentették. Nem lehet meghatottság nélkül olvasni ezeket a leveleket. Minden mondatukból kicsendül az egyesülethez való ragaszkodás, az egyesület munkája és célkitűzései iránti változatlan érdeklődés, nem ritkán egy-egy bölcs tanács az ismert problémák megoldásához. Erről a helyről is tisztelettel köszöntöm őket, és közgyűlésünk nevében is jó egészséget, boldog éveket kívánok nekik.

Közgyűlésünket ezzel megnyitom.

*

A tapssal fogadott elnöki megnyitó után *Kreffly Gábor* elnök *Seres József* elvtársnak, a székesfehérvári Városi Tanács Végrehajtó Bizottsága elnökének adta meg a szót.

Seres József elvtárs üdvözlő beszéde

Kedves Elvtársak!

A Magyar Szocialista Munkáspárt Fejér megyei és Városi Bizottságai, Fejér megye és Székesfehérvár tanácsai nevében igen meleg szeretettel és tisztelettel köszöntöm az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 67. közgyűlésének minden résztvevőjét.

A tanácskozásnak, a közgyűlésnek is meghatározott feladata van. Emellett mód van arra is, hogy megismerjék a tanácskozás helyszínét, megismerkedjenek azzal a környezettel, ahol a tanácskozás folyik, így mód van arra, hogy betekintést nyerjenek Székesfehérvár életébe is. Ez a betekintés, azok számára különösen, akik nem túl gyakran fordulnak meg Székesfehérváron, minden bizonnyal sok újat, látványosat is nyújthat. Szeretnénk, ha a tanácskozás mellett ezzel is megismerkednének, és habár rövid az idő, amit itt töltenek el nálunk, minél több jó benyomást szereznének az itteni munkáról, munkánkról. Szeretnék a megismerkedéshez néhány gondolattal hozzájárulni úgy, hogy szóljak arról, ami ma Székesfehérvárra legjobban jellemző.

Székesfehérvár arculata nagymértékben és gyorsan formálódik. Aki 5—10 éves távlatban tér vissza hozzánk, látványosnak tarthatja mindazt, ami ez időszak alatt történt nálunk. Ennek a változásnak, haladásnak, megújulásnak természetesen megvannak a meghatározó feltételei. Elsősorban azok a gazdasági tényezők, amelyek Székesfehérvár életében meghatározóak. Szeretnék utalni azokra a meghatározó nagyüzemekre, amelyeknek a tevékenysége a megye határain túl is jelentős, a VIDEOTON, a Könnyűfémmű, az IKARUS és azoknak a középüzemeknek a sorára, amelyeknek a termelése, tevékenysége szintén jelentős. Ezeknek az üzemeknek tevékenysége a maguk tevékenységében is és azon túl is jelentős a számunkra, hisz nagymértékben segítik Székesfehérvár formálását.

A foglalkoztatottak ebből következően Székesfehérváron nagyobbrészt az iparban és a nagyiparban dolgoznak, az itt élő lakosságnak mintegy 60%-a. Székesfehérvárra jellemző a gyors létszámnövekedés is. Hozzá kell tennünk, mint több nagy városunk esetében, itt is ez a növekedés nem kiegyensúlyozott, gyorsabb ütemű annál, mint ami a város fejlődése számára egészséges lenne. Célunk, törekvésünk kiegyenlítettebb népességszaporodást biztosítani a beáramlás megfelelő visszafogásával. Közismert, hogy Székesfehérvár igazgatási központ, iskolaváros, több tízezer itt tanuló diákkal. Nagyon örömteli a számunkra, hogy ebből is következően Székesfehérvár fiatal város is, hiszen 30%-on felüli a fiatalok aránya a város lakosságán belül. Mindez hat a városfejlesztésre is, a város gyors ütemű naturális növekedésére is. Igyekszünk ezt úgy megoldani, hogy a város esztétikus legyen, jól lakható legyen, az emberek jól érezzék itt magukat, úgy, hogy ez a város a szocialista életmód formálásának a külső feltételeit is maximálisan biztosítani tudja. A várost a mában a jövőnek szeretnénk formálni úgy, hogy megtartjuk, őrizzük mindazt, ami a város történelmében az 1000 év alatt értékként felhalmozódott. Mint a legtöbb városnál, nálunk is sajátos, egyedi jellege is van az itteni munkának, életnek. Ezek közül számunkra lényeges, meghatározó, hogy a hosszú történelmi múltjából adódó történelmi emlékeket igyekszünk felújítva megőrizni. Így alakult ki sajátosan Székesfehérvárnak ez a városszerkezete, a középen a történelmi városmaggal, egy szép új, nagy lakótelepgyűrűt építünk körülötte. Olyan program ez, amely végrehajtásának a vége felé járunk, a következő évtized közepéig Székesfehérvár így megújulva ad otthont az itt lakók és dolgozók számára.

Kedves Elvtársak! A mi munkánkhoz nagy segítséget, támogatást nyújtottak eddig is, és biztosak vagyunk benne, hogy ezután is nyújtanak majd azok a tudományos egyesületek, szervezetek, amelyek itt tevékenykednek és azok az alkalmi összejövetelek is, amelyek itt zajlanak városunkban. Az utóbbi években több olyan tudományos tanácskozás volt nálunk, amely bizonyította mindezt. Merjük remélni, hogy az önök megtisztelő részvétele városunkban elsősorban a szakma számára hozzájárul városunk fejlődéséhez. Ehhez a munkához, közgyűlésükhöz szeretnék jó munkát, eredményes tevékenységet kívánni, és azt, hogy érezzék jól magukat itt Székesfehérváron.

*

A napirendnek megfelelően ezután került sor dr. *Dózsa Lajos* előadására.

A nagy érdeklődést kiváltott előadás után *Kreffly Gábor* elnök dr. *Horváth Zoltán*nak adta meg a szót, aki dr. *Széki János* születésének 100. évfordulójáról emlékezett meg.

Dr. Horváth Zoltán emlékbeszéde

Tisztelt Közgyűlés!

Nekünk, utódoknak megtisztelő kötelességünk, hogy nevezetes évfordulókon még rohanó korunkban is megálljunk, emlékezzünk, tanulságokat vonjunk le, ezeket megszívleljük és az utókornak átadjuk. A magyar bányászok, kohászok és erdészek számára ilyen nevezetes időpont 1979. március 30., ugyanis 100 évvel ezelőtt született volt tanárunk, atyai jó barátunk: dr. *Széki János*, aki 39 évig vezette a fémkohászattani tanszéket és 36 évig volt az Ifjúsági Segélyző Egylet elnöke; generációkat nevelt, tanított és segített.

Széki János a Pest megyei Szadán született. Részben itt, részben Domonyban nevelkedett. Aszódon és Pozsonyban járt gimnáziumba. Érettségi után 1898-ban Pesten a József Műegyetemre iratkozott be gépészmérnök-hallgatónak. Tanulmányait azonban anyagi okok miatt félbe kellett szakítania. Ezeket 1899-ben Selmecbányán, könnyebb anyagi viszonyok között, egy ösztöndíj birtokában folytathatta. 1904-ben szerzett fémkohómérnöki oklevelet. Ezután a pénzügyminisztérium Zalatnára nevezte ki mérnökké, ahol fémkészlettel, réz-, ólom- és nemesfém-kohászattal, valamint kénsavgyártással foglalkozott.

Pályázat után innen nevezték ki 1913 decemberében a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola Faller Károly halála miatt megüresedett fémkohászattani tanszékére rendkívüli főiskolai tanárrá. *Széki János* élete ettől az időponttól kezdve egészen 1952-ben bekövetkezett haláláig szorosan a tanszékhez, a főiskolá-

hoz, az egyetemhez, a magyar bányászathoz és kohászathoz, a bányász, kohász és erdész ifjúsághoz kötődött. 1918-ban lett rendes főiskolai tanár, 1934-ben műegyetemi nyilvános rendes tanár. 1923/24-ben a közben Sopronba költözött főiskola kohómérnöki osztályának, majd a főiskolának a József Nádor Műegyetemhez való csatolása után, 1936/37-ben a Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kar dékáni tisztségét is betöltötte.

Széki János életművének méltatásánál feltétlenül figyelembe kell venni azt, hogy tanszékvezetői működésének elején zajlott le az I. világháború, 1919-ben az átköltözés után Sopronban az oktatást és kutatást a Selmecen maradt értékek nélkül, új környezetben, kezdetben ideiglenes körülmények között kellett megindítani és folytatni. Sopronban élte végig a II. világháborút, az utána következő újjáépítést és tanácsaival tevékenyen részt vett a Miskolcra költözés előkészületeiben.

Tanári működésére nemcsak az volt jellemző, hogy iparkodott hallgatóinak és munkatársainak igen széles körű, elmélyült, állandóan bővülő és korszerűsödő tudásának kincsestárából a lehető legtöbbet átadni, hanem az is, hogy környezetét saját életének példájával, egyszerűségével, közvetlenségével, mindennapi intézkedéseivel szerénységre, becsületességre, a haza és a szakma szeretetére, egymás megbecsülésére és segítségére nevelte.

Előadásai közérthetőek, mégis — vagy talán ezért — színvonalasak voltak. Nagy súlyt helyezett az ipari gyakorlattal szoros kapcsolatban álló fejezetek részletes, logikus tárgyalására. A fontosabb anyagrészeket sokszor ismételgette, rekapitulálgatta. Szóban és írásban nagyon pontosan fogalmazott. Előadásaira és gyakorlataira mindig lelkiismeretesen készült. Az éjfél igen sokszor a szakkönyvek közt találta. Az újtól és a haladótól sohasem idegenkedett, sőt ennek mindig a leglelkesebb hívei közé tartozott. Így pl. 68 éves korában kezdett oroszul tanulni, és már 70 éves volt, amikor a termodinamikával kezdett intenzívebben foglalkozni.

Közvetlenségéért, segítőkészségéért beosztottjai és hallgatói nagyon szerették. Bármilyen problémával nyugodtan lehetett hozzá fordulni. Mindig, időt és fáradságot nem kímélve segített. Sohasem volt dogmatikus. Mindig lehetett vele vitatkozni, és a megfelelő bizonyítékokkal alátámasztott ellenérveket készséggel elismerte. Mindent elkövetett, hogy a vele érintkezőket nevelje és szakmai fejlődésüket elősegítse. Gondolkozásmódja, minden cselekedete alapvetően humánus, demokratikus volt. Ez elsősorban a Ifjúsági Segélyző Egyletben folytatott elnöki tevékenységében, a hallgatókkal, munkatársaival való kapcsolatában nyilvánult meg.

Értékes egyetemi tanári és nevelő munkája mellett mint tudós is sokat alkotott.

Az I. világháború alatt a magyarországi fémkohókból távozó kohófüst SO_2-tartalmának elemi kénre való feldolgozását javasolta, ugyanabban az időben a rézgálicnak cinkgáliccal való helyettesítését ajánlotta. A por alakú félkoksznak darabos házi tüzelőszerré való átalakításával kapcsolatban részben dr. *Romwalter Alfréd*dal közösen végzett laboratóriumi kísérletei és elgondolásai, valamint magyar, osztrák, német és jugoszláv szabadalmai Dorogon, a szénlepárló üzemben

A közgyűlés résztvevői

valósultak meg. Az általa szerkesztett és róla elnevezett kemencében 1933-tól 1945-ig termelték a kokszbriketteket. A régi recski érc gazdaságos kohósításával majdnem 40 évig foglalkozott. *Dr. Romwalter Alfréd*dal együtt tisztázta az enargit összetételét, együtt foglalkoztak a hazai, vasban dús bauxitok feldolgozásának problémájával. *Széki János* megírta a magyar fémkohászat fejlődésének a történetét. Igen sokat kísérletezett a csucsomi, aranyban dús antimonszínpor kohósításával.

Németországban, Magdeburgban a II. világháború alatt félüzemi méretekben sikeresen kipróbált eljárására szabadalmi igényt jelentett be. Ez a munkája olyan feltűnést és nemzetközi elismerést váltott ki, hogy a háború után őt kérték fel a Gmelin's Handbuch antimonkötetének a megírására. Sajnos, betegsége miatt a megtisztelő felkérésnek nem tudott eleget tenni.

*Széki János*t szoros kapcsolatok fűzték az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülethez. Zalatnán való tartózkodásának utolsó 3 éve alatt ő volt az OMBKE Zalatna és vidéke osztályának titkára. 1927-ben *Széki János*sal való beszélgetés után *György Albert* bányamérnök tollából, *z. Zorkóczy Samu* akkori egyesületi elnök támogatásával drámai hangú felhívás jelent meg a Bányászati és Kohászati Lapokban, kivonatosan az Erdészeti Lapokban, amelyekben az olvasható, hogy a selmeci ifjúsági segélyző egyleti vagyon elvesztése, az I. világháborút követő infláció miatt a Bánya- és Erdőmérnöki Főiskola ifjúsága nyomorúságos anyagi helyzetbe került, ezért az ország bányászait, kohászait és erdészeit közadakozásra hívta fel. Ennek eredményeképpen néhány éven belül több 10 000 pengő gyűlt össze, ebből 54 katasztrális hold földet vásároltak, ezt bérbe adták, és az ifjúságot a bérleti díjból segélyezték.

Széki János az adományokról és a pénzügyek állásáról 1927 és 1944 között a Bányászati és Kohászati Lapokban 61, az Erdészeti Lapokban pedig 39 helyen számolt be.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület *Széki János* halála után *Vati József* festőművésszel megfesttette arcképét, és most a jubileum megrendezésével kapcsolatban készséggel sietett az egyetem és a tanszék segítségére.

Széki János emberségével, szakmaszeretetével, alkotó életével kitűnt kortársai közül. Kohómérnök-nemzedékeket nevelt, oktatott; bányászok, kohászok és erdészek százait segítette; a dorogi félkoksz-brikett előállítására alkalmas *Széki*-féle kemence megtervezésével, az építésben és üzemeltetésben való közreműködéssel maradandót alkotott. Érdemei méltó elismeréséül a Tudományos Minősítő Bizottság 1952-ben a műszaki tudományok doktorának minősítette, az Elnöki Tanács még ugyanebben az évben a Népköztársasági Érdemérem 5. fokozatával tüntette ki. Méltán őrzi emlékét az egyetemen egy bronz-, egy kő- és egy gipszszobor, két bronz dombormű, egy *Vati*-festmény, egy rézkarc a *Domanovszky*-féle gobelin egy részlete, a székesfehérvári Alumíniumipari Múzeumban egy *Basilides*-rajz, a várpalotai Vegyészeti Múzeumban a dorogi szénlepárló több tárgyi emléke, a családnál egy bronzszobor, egy *Basilides*-rajz, egy *Kató*-, egy *Sterbenz*-festmény, és méltán őrzi nevét az ALUTERV—FKI-ben dolgozó *Széki János* szocialista brigád, az utókor hálás emlékezete, és méltán emlékezik meg most születésének 100. évfordulójáról az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület idei közgyűlése.

*

A nagy tetszést aratott emlékbeszéd után *Kreffly Gábor* elnök 30 perces szünetet jelentett be, majd ezután felkérte dr. *Nagy Zoltán* főtitkárt beszámolójának megtartására.

Dr. Nagy Zoltán főtitkári beszámolója

Tisztelt Közgyűlés!

Az 1976. márciusi tisztújító közgyűlés óta tartó ciklusban eddig két közgyűlést tartottunk. Az 1977. márciusi miskolci közgyűlésen az egyesületi munkáról adott átfogó tájékoztatás mellett kiemelten foglalkoztunk a középtávú munkaprogrammal és a cselekvési programmal, vizsgáltuk a bánya- és kohómérnökképzés helyzetét. Az 1978. márciusi szegedi közgyűlésen az egyesületi tevékenység elemzése mellett mélyebben foglalkoztunk az elnökségi bizottságok munkájával, valamint a 110 éves szaklapjaink aktuális kérdéseivel.

Elnökségünk azt tartotta célszerűnek, hogy a mai beszámoló a szokásos áttekintés után bővebben foglalkozzon a helyi csoportokon belül folyó társadalmi munkával és az egyesület történelemápoló tevékenységével.

Ezt megelőzően azonban engedtessék meg, hogy egyesületünk megőrzött hagyományainak megfelelően megemlékezzünk azokról a tagtársainkról, akik a múlt évi közgyűlés óta távoztak el körünkből:
Bakacsi Gyula technikus, *Bánky Kálmán* bányamérnök, *Bánsági Görgy* technikus, *Bartha Bertalan* ny. igazgató, *Bencze László* bányamérnök, *Burró Béla* bányamérnök, *Buzási János* ny. főmérnök, *Csores Ferenc* kohómérnök, *Endrődi Zoltán* vegyész, *Gajdos Vilmos* kohómérnök, *Galgóczy László* egyetemi hallgató, *Garay László* kohómérnök, *Gyenes László* vegyésztechnikus, dr. *Hajtó Nándor* kohómérnök, *Haraszti László* bányamérnök, *Hibbey Barna* bányamérnök, *Hiesz Dénes* mérnök, *Horváth László* vegyészmérnök, dr. *Hunvári György* közgazdász, *Inokai János* ny. igazgató, *Jancsó Tibor* vegyészmérnök, *Karvaly József* bányamérnök, *Komáromi Lajos* bányamérnök, *Laurencsits Gábor* kohómérnök, *Lázár Béla* bányamérnök, *Lázár István* osztályvezető, *Lenger Károly* bányamester, *Maglódi László* üzemvezető, dr. *Nahoczky Alfonz* kohómérnök, *Nagy Tibor* erdőmérnök, *Nagyfejeő László* bányamérnök, *Omaszta Lajos* bányagépészmérnök, *Pintér Attila* technikus, *Réthy Sándor* gépésztechnikus, *Réti Ferenc* bányamérnök, *Rudas Ferenc* kohásztechnikus, *Schváb Ferencné* osztályvezető, *Somorjai József* üzemvezető, *Szajkó József* igazgató, *Szedlák László* technikus, *Sziklai István* kohómérnök, *Szilárd József* gépészmérnök, *Szuromi Ferenc* aknász, *Takácsy Miklós* ny. igazgató, *Ulbert István* osztályvezető, *Végh József* technikus, *Végső Endréné* könyvelő, *Vogel Gyula* igazgató, *Zahorecz János* bányamérnök, *Zambó Pál* kohómérnök.

Emlékezzünk rájuk néma felállással! (A megemlékezés perceit a bányászhimnusz dallamára készült harangjáték tette a szokottnál is ünnepélyesebbé.)

Tisztelt Közgyűlés!

Az 1978. évi feladatok összeállításakor biztos támaszaink voltak egyesületünk középtávú munkaprogramja és a cselekvési program, melyeket az MSZMP XI. kongresszusának állásfoglalásait, az V. ötéves tervtörvényt, az időszerű központi bizottsági és kormányhatározatokat, valamint a MTESZ és egyesületi közgyűléseinek határozatait figyelembe véve állítottuk össze.

Az egyesületi munka időszerű kérdései

A szakosztályok és a helyi csoportok munkájának aktivitásában és fejlődésében realizálódtak a megfogalmazott célok.

Szakosztályaink a sokszínű és szerteágazó munka közepette elsősorban az érdekelt iparágak termelési és fejlesztési céljaira figyelnek, megvalósításukat igyekeznek alátámasztani az egyesületi társadalmi munka sokszínű eszközeivel. Az iparágak támaszkodnak tagságunkra és a jó és gyümölcsöző kapcsolatok eredménye a sok hasznos pályázat, a lapok és a rendezvények támogatása, az iparágak és vállalatok vezetőinek egyesületi fórumainkon való gyakori szereplése.

A jogi tagvállalatok és az egyesület kapcsolatát tovább fejlesztettük, és a jövőben is hangsúlyozzuk azokat a tényezőket, amelyekben segítséget adhatunk a különböző vállalati feladatok megoldásához. Elérendő feladatnak látnánk, hogy a társadalmi tudományos munka politikailag és gazdaságilag segítőjévé váljon a vállalati termelési munkának. E célok segítésére vettük tervbe a NIM-mel és a KGM-mel együttműködési szerződések megkötését.

Az egyesületünkbe tömörült szakemberek műszaki információit bővítő rendezvényekből, előadásokból bőségesen jutott a múlt évre is. A bányászat területén kiemelkedett a bányászatban dolgozó értelmiség problémáit vizsgáló ankét, valamint a II. bányászati anyagmozgatási konferencia. A bányászati szakosztály négy alkalommal tartott színvonalas külföldi gyártmányismertető napokat. A kőolaj-, földgáz- és vízszak-

A főtitkár beszámolóját tartja

osztály ifjúsági szakmai napjai jelentettek sikert, és sokan látogatták a négy külföldi gyártmányismertető előadást. A vaskohászati szakosztály ívkemence-ankétja, VI. hengerészkonferenciája, munka- és bérgazdálkodási ankétja, valamint etalon szemináriuma jelentettek mozgalmas rendezvényeket. Ők három alkalommal rendeztek külföldi cégek bevonásával gyártmányismertetőt. A fémkohászati szakosztály színvonalasan rendezte meg az alumíniumkonferenciát és sikeres volt a III. fémkohászati napok, valamint az ICSOBA-kongresszuson való részvételük.

Az öntödei szakosztály a soproni műszaki ankétot, a csepeli fejlesztési konferenciát és a szakmai ifjúsági napokat rendezte sikeresen, és kiemelkedő nagyrendezvényük volt — melyet egyesületi nagyrendezvényként kezeltünk —, a 45. nemzetközi öntőkongresszus, mely Budapesten került lebonyolításra igen nagy szakmai és erkölcsi eredménnyel, pozitív nemzetközi visszhanggal. Ez a kiemelkedő nemzetközi nagyrendezvényünk megérdemli, hogy a legjellemzőbb adatait is megemlítsük. 35 országból 1065 résztvevő volt jelen, ebből 805 volt külföldi. 38 előadás hangzott el jól szervezve, magas színvonalon. Az öntőkongresszusok történetében először sikerült megoldani, hogy az előadások nyomdai technikával előállítva, időben kerültek kiadásra. A kongresszus méreteire jellemző az is, hogy 8 millió Ft körül volt a költségvetése.

Köszönet illeti a sikeres előkészítésért és rendezésért az öntész szakembereket, egyesületünk aktíváit, és külön köszönet illeti a rendezést anyagilag is messzemenően támogató vállalatokat és intézményeket.

Nemcsak a hazánkban rendezett konferenciák voltak sikeresek, hanem eredményes volt előadásokkal, korreferátumokkal és hozzászólásokkal együtt szakembereink külföldi szereplése is. A szokásos számú volt a szocialista országok rendezvényein részt vett szakemberek száma, és valamelyest nőtt a nem szocialista országok rendezvényeire küldött előadók és résztvevők száma.

Tagságunk létszáma — ha szerény mértékben is — de tovább nőtt, és 8768 tagunkkal a MTESZ legnagyobb egyesületei közé tartozunk.

A MTESZ-szel az elmúlt évek során kedvező együttműködést alakítottunk ki. Gondjaink megoldását közösen keressük. A MTESZ vezetőivel folytatott gyakori megbeszélések és egyeztető tárgyalások hasznosak voltak. Az eredményes munkakapcsolat kialakítását az elvtársias személyi tapasztalatok is elősegítették. A MTESZ-ben hozott határozatok egyesületi életünk számára iránymutatást adtak; a különböző információk pedig koordinálták munkánkat, összhangot teremtve a MTESZ és a tagegyesületek célkitűzései között.

Egyesületünk helyi csoportjainak tevékenysége

Ennek a rendkívül fontos kérdésnek a tárgyalásakor érdemes rövid történeti visszapillantást tenni.

Az 1892-ben megalakult Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület vezetőinek szinte első tevékenysége volt a helyi csoportok, vagy ahogy azokat akkor nevezték, a vidéki osztályok megalapítása. Ezek közül az első már 1893-ban megalakult Körmöcbányán. Rövidesen Salgótarjánban, Budapesten, Iglón, Ózdon és Pécsett alakultak osztályok, melyek mozgékonysága, sokrétű munkája jelentette már akkor is az egyesületi élet legfőbb vonását. Ezek az osztályok a bányászati és kohászati szakoktatás átszervezésével, és fejlesztésével, a hagyományok ápolásával, az akkor iparosodó Magyarország iparfejlesztési kérdéseivel és a magyar szakmai nyelv ápolásával foglalkoztak.

1910 körül egyesületünk már 11 vidéki osztállyal működött.

A 20-as és 30-as években a gazdasági nehézségek éreztették a hatásukat az egyesület fejlődésében is, és a vidéki osztályok száma csekély mértékben nőtt.

Mind az egyesület, mind a helyi csoportok életében fordulatot jelentett a felszabadulás, majd a bányák és kohászati gyárak államosítása. Az egyesület fokozatosan bekapcsolódott a jelentősebb termelési, szervezési és műszaki fejlesztési problémák megoldásába. Érdekes, hogy a budapesti tagok hamarabb kapcsolódtak be az egyesületi munkába és az iparfejlesztési feladatok támogatásába, a vidéki bánya- és kohóipari telepeken az egyesületi élet újraélesztése nehezebben sikerült.

Újabb fejlődést jelentett az 1949-es év, amikor az egyesület szervezeti felépítése is megváltozott és előbb kettő, majd négy, végül öt szakosztály alakult. Ettől az időponttól kezdve a szakosztályok kebelében működnek a bánya- és kohóipari telepeken helyi csoportjaink. Ekkor már egy éve tagegyesülete voltunk a MTESZ-nek, és a társadalmi munka kiszélesítésében onnan is hasznos segítséget kaptunk.

A korábban minden alkalommal Budapesten megtartott közgyűlések sorozata után 1959-ben rendezte egyesületünk első vidéki választmányi ülését Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem alapításának 10 éves évfordulója alkalmából. Ettől kezdve választmányi üléseinket szinte kivétel nélkül, majd az évente megtartott közgyűléseinket is olyan vidéki nagyvárosokban rendezzük, ahol jelentős helyi csoportjaink munkája.

Jelenleg 49 helyi csoporttal rendelkezik egyesületünk. Ezek hatásos és hasznos működése nélkül ma egyesületi élet alig képzelhető el. Ezt azért is fontos megjegyezni, mert egyesületünk működésének tudományos és ipari háttere mindig a bánya- és kohómérnökképzéssel foglalkozó felsőoktatási intézmény,

valamint a magyar bánya- és kohóipari vállalatok és telepek voltak. Ezek vezetői régi tagjaink, magukénak érzik az egyesületet, és ha idejük engedi, szívesen részt vesznek az egyesületi munkában. Sok gazdasági vezető, egyetemi tanár tart előadásokat, vezet szakmai vitákat, nyújtja be dolgozatait szaklapjainkban való leközlésre. Magas beosztású gazdasági és állami vezetők tagjai egyesületünk elnökségének, vezetnek szakosztályt és helyi csoportot.

A bányászati szakosztály helyi csoportjai

A bányászati szakosztály 15 helyi csoportja közül tíz szénbányász, három érc- és ásványbányász, kettő pedig bauxitbányász szakembereket tömörít magába.

A csoportok a következők:

borsodi csoport (elnök: *Monos János*, titkár: *Jesse Árpád*); dorogi csoport (elnök: *Kroszner László*, titkár: *Kmety István*); kincsesbányai csoport (elnök: *Iski Károly*, titkár: *Vicze Tibor*); közép-dunántúli csoport (elnök: *Hidasi István*, titkár: *Jármai Ervin*); mátrai csoport (elnök: dr. *Gyurkó László*, titkár: *Fodor Gyula*); mátraaljai csoport (elnök: *Goda Miklós*, titkár: *Szabó Imre*); mecseki csoport (elnök: *Garamvölgyi János*, titkár: dr. *Radó Aladár*); mecsekaljai csoport: (elnök *Mátrai Árpád*, titkár *Sallay Árpád*); nógrádi csoport (elnök: *Sült Tibor*, titkár: *Jambrich Gyula*); oroszlányi csoport (elnök: *Varga Albert*, titkár: *Kovács János*); rudabányai csoport (elnök: *Bics István*, titkár: *Blitzer György*); tapolcai csoport (elnök: *Kanizsai József*, titkár: *Gyarmathy Dénes*); tatabányai csoport (elnök: dr. *Gál István*, titkár: *Vér László*); várpalotai csoport (elnök: *Martinkó Mátyás*, titkár: *Böle Károly*) és a Magyar Szénbányászati Tröszt csoportja (elnök: *Seregi János*, titkár: *Bács Péter*).

A különböző bányászati alágazatokat képviselő csoportok között jó és szoros a kapcsolat.

A csoportok közötti legjellemzőbb együttműködési forma a kölcsönös tapasztalatcserét szolgáló tanulmányutak és közös rendezvények szervezése. A legtöbb látogatót a műszaki fejlesztésben és termelésben is élen járó, ipari háttérrel rendelkező csoportok fogadják.

A helyi csoportok tevékenységéről a bányászati szakosztály vezetősége rendszeresen kap tájékoztatást. A szakosztály nagyrendezvényeinek több mint 2/3-át a helyi csoportok rendezik, és jó a kapcsolatuk a MTESZ megyei szervezeteivel, valamint a szakmai területükhöz közel eső társegyesületekkel.

A kőolaj-, földgáz- és vízszakosztály helyi csoportjai

Igazolja a helyi csoportok fontosságát az is, hogy pl. a kőolaj-, földgáz- és vízszakosztály az 1941-ben megalakult dunántúli olajvidéki osztályból fejlődött ki. A vidéki osztály, vagy mai megjelöléssel helyi csoport olyan jól működött, hogy képes volt ez az osztály 1949-ben szakosztállyá alakulni.

A kőolaj- és földgázbányászat kiterjesztésével sorban alakultak a szakosztály helyi csoportjai, melyeknek száma jelenleg hat. Ezek a következők:

alföldi termelési csoport (elnök: *Pápa Aladár*, titkár: *Ősz Árpádné*); alföldi fúrási csoport (elnök: dr. *Vándorfi Róbert*, titkár: *Ősz Árpád*); budapesti csoport (elnök: dr. *Bálint Valér*, titkár: *Csákó Dénes*); gellénházai csoport (elnök: *Trombitás István*, titkár: *Dallos Ferencné*); nagykanizsai csoport (elnök: *Varga József*, titkár: *Schall István*); siófoki csoport (elnök: *Zábrák Sándor*, titkár: *Darás István*).

Az olaj-, földgáz- és vízbányász szakembereket tömörítő szakosztály és helyi csoportjai élen járnak az aktuális termelési, fejlesztési és gazdasági kérdések megoldásában. Eredményes az ifjúsági munkájuk, hasznosak szakmai vetélkedőik, és dicséretesen segítették valahányan legfiatalabb szaklapunknak, a BKL Kőolaj és Földgáznak a tartalmi fejlődését. Jó a helyi csoportok mozgósítása a rendszeresen megtartott vándorgyűlésekre, melyek nemzetközi rangot értek el, és jelentős társadalmi eseményei ennek a nagyon fontos ágazatnak.

A vaskohászati szakosztály helyi csoportjai

A szakosztály keretében a következő helyi csoportok működnek:

csepeli csoport (elnök: *Komjáthy László*, titkár: *Gruber Imre*); a December 4. Drótművek csoportja (elnök: dr. *Imre Ferenc*, titkár: *Gorondi István*); diósgyőri csoport (elnök: dr. *Szeppelfeld Sándor*, titkár: *Dutkó Lajos*); dunaújvárosi csoport (elnök: dr. *Szabó Ferenc*, titkár: *Pálvölgyi Henrik*); KGYV- (Kohászati Gyárépítő Vállalat) csoport (elnök: *Farkas Sándor*, titkár: *Lantos István*); KOGÉPTERV- (Kohó- és Gépipari Tervező Vállalat) csoport (elnök: *Baranyai Róbert*, titkár: *Kézdi Árpád*); ózdi csoport (elnök: *Pohl László*, titkár: *Máthé László*); salgótarjáni csoport (elnök: *Hopka László*, titkár: *Liptai Péter*).

Mind a szakosztály, mind a helyi csoportok egyik legfontosabb feladata a vaskohászati iparág vonatkozó állami termelési és fejlesztési célkitűzéseinek sokrétű támogatása. A helyi csoportok aktívak szakmai klubnapok és ankétok szervezésében. Szinte minden esetben vidéken kerülnek lebonyolításra a vaskohászati szakosztály szakcsoportjainak rendezvényei, és minden esetben egy-egy helyi csoport a házigazdája a szakosztály országos és nemzetközi rendezvényeinek. A helyi csoportok belföldi és külföldi csoportos tanulmányutakat szerveznek a fejlett technológiák és gyártó berendezések megismerésére. Hasznosak a jónevű külföldi cégek által tartott gyártmányismertető előadások, melyek egy részét a helyi csoportok rendezik.

A szakosztály vezetősége rendszeresen beszámoltatja a csoportokat és koordinálja tevékenységüket.

A fémkohászati szakosztály helyi csoportjai

A szakosztály szakmai területe rendkívül szerteágazó. Tagjai a vas kivételével valamennyi iparilag hasznosítható fémmel és ritkafémmel foglalkozó szakemberek.

A szakosztályon belül a következő hét helyi csoport működik:

ajkai csoport (elnök: dr. *Tóth Béla*, titkárok: *Pais Zoltán* és *Salakta István*); almásfüzitői csoport (elnök: dr. *Mátyási József*, titkár: *Tóth Ferenc*); csepeli csoport (elnök: *Krakler László*, titkár: *Bross Sándorné*); inotai csoport (elnök: *Szina Gábor*, titkár: *Gál János*);

mosonmagyaróvári csoport (elnök: *Gerezdes János,* titkár: *Leitner László*); székesfehérvári csoport (elnök: *Egerszegi János,* titkár: *Csömöz Ferenc*); tatabányai csoport (elnök: *Üveges József,* titkár *Szabó László*).

A helyi csoportok aktívan kapcsolódnak mind a szakosztály, mind a szakmai csoportok munkájához, vándorelőadásaik igen látogatottak. Szívesen foglalkoznak ipargazdasági, fejlesztési, minőségjavítási kérdésekkel, jó a kapcsolatuk az ipari felhasználókkal, ankétokon, kerekasztal-konferenciákon vitatják meg az alumíniumgyártmányok, a színesfém-gyártmányok és a ritkafémek sokrétű felhasználási lehetőségeit.

Mind a szakosztálynak, mind a helyi csoportoknak jó a kapcsolatuk a Magyar Alumíniumipari Trösszttel, és a hozzá tartozó fejlesztő-, tervező- és kutatóintézetekkel.

Az öntödei szakosztály helyi csoportjai

A szakosztályban végzett műszaki-tudományos egyesületi munka jelentős része a helyi csoportokban folyik. Ezek a következők:

apci csoport (elnök: *Vitányi Pál,* titkár: *Fogarasi Béla*); borsodnádasdi csoport (elnök: *Vasas István,* titkár: *Imre László*); csepeli csoport (elnök: *Csire István,* titkár: *Dudás Gyula*); debreceni csoport (elnök: *Bene Imre,* titkár: *Szutor Sándor*); győri csoport (elnök; *Lőrincz Mihály,* titkár: *Szij Zoltán*); kecskeméti csoport (elnök: *Záray Géza,* titkár: *Halász István*); kisvárdai csoport (elnök: *Boross Sándor,* titkár: *Bódi Kálmán*); mosonmagyaróvári csoport (elnök: *Dohovits József,* titkár: *Ferencz István*); Öntödei Vállalat-csoport (elnök: *Bartha Zoltán,* titkár: *Csermák Pál*); sátoraljaújhelyi csoport (elnök: *Szabó János*, titkár: *Mattyasovszky Miklós,*); soproni csoport (elnök: *Nagyzsadányi Endre,* titkár: *Mühl Nándor*); szegedi csoport (elnök: *Bódi László,* titkár: *Baka Ernő*); székesfehérvári csoport (elnök: *Bognár Sándor,* titkár: *Szombatfalvy Rudolf*). A vaskohászati szakosztály tagjaival dolgoznak együtt a KGYV-, a KOGÉPTERV- és a diósgyőri csoportokban.

Helyi csoportjaik önálló munkaterveket dolgoznak ki, és azokban a legnagyobb figyelmet a bázisvállalat termelését elősegítő munkára fordítják. Nagyon céltudatosan törekednek arra, hogy a helyi csoport munkája váljon a vállalati munka részévé. Rendszeresen bevonják a fiatal szakembereket a helyi csoportok munkájába, és sokan pártolják a szakirodalmi és muzeológiai munkát. Az öntödei szakosztály és illetékes helyi csoportjai szinte minden alkalommal jelen vannak a különböző megyei műszaki hetek rendezvényein. Jó az együttműködésük különböző külföldi öntödékkel. Jelentős a helyi csoportok különböző szintű szakoktatási tevékenysége is.

Tisztelt Közgyűlés!

A szakosztályok kereteiben működő helyi csoportokról adott rövid elemzést ki kell egészítenem néhány átfogó gondolattal.

Az elnökség és a szakosztályok vezetőségei egybehangzóan arra a megállapításra jutottak, hogy azokban a helyi csoportokban a legjobb az egyesületi munka, ahol a bánya, a gyár, vagy az intézmény gazdasági és politikai vezetői személyesen tudnak részt venni legalább a legfontosabb eseményeken. A személyes megjelenés rendkívüli mozgósító erőt jelent.

Köszönjük érdeklődésüket, támogatásukat és nagyon örülünk annak, hogy a bányászat és kohászat különböző szintű gazdasági és politikai vezetői támaszkodnak az egyesületre, annak helyi csoportjaira és tagságára.

Az egyesület célja és az elnökség törekvése az, hogy a magyar bányász és kohász szakembereknek ez a társadalmi fóruma és benne a helyi csoportok töltsék be azt a szerepet, amely nehéz és fontos iparágainkra hárul a népgazdasági tervek teljesítésében, melyre a szakmai tudás fokozatosan növekvő társadalmi jelentősége kötelez, és amelyet a szocializmust építő társadalmunk elvár tőlünk.

Az egyesület történelemápoló tevékenysége

Egyesületünk alapszabályának a célokat és tevékenységet meghatározó fejezetében az egyik pont [2. §. (2) f)] így szól:

„szorgalmazza a bányászat és a kohászat technikatörténeti és szakoktatási tevékenységét, valamint az egyesületi életre vonatkozó emlékek és dokumentumok felkutatását, közkinccsé tételét és megőrzését, ilyen célú gyűjtemények és múzeumok alapítását, valamint fejlesztésüket..."

Az 1976-ban készített középtávú munkaprogramunk egyik pontja rögzíti a következőket:

„A műszaki kultúra fejlesztése érdekében támogatni kell a szakma múzeumainak tevékenységét, a technikatörténeti kutatómunkát, és szorgalmazni kell a tudománytörténeti és ipartörténeti munkák kiadását."

Ezek a törekvések és célkitűzések nem újkeletűek, szakmáink és egyesületünk nagyjai a múltban is súlyt helyeztek a történelmi adatok gyűjtésére, az emlékek megőrzésére. Közülük talán csak kettőre — talán a legnagyobbakra — hivatkozom.

Péch Antal mélyenszántó szakirodalmi művei közül „A selmeci bányavállalatok története" és az „Alsó-Magyarország bányaművelésének története", továbbá *Kerpely Antal* „Adatok a vas történetéhez Magyarországon a XIX. század elejéig" című munkái meggyőzően igazolják, hogy a műszaki ismeretek legmagasabb szintű művelése mellett a szakmai múlt igen gyakran példát és tanulságot mutató felderítése is szerves tartozéka az iparágazatok korszerű, lelkes és hivatástudattól áthatott művelésének.

Vessünk ezek után egy hosszabb pillantást szakmáink keretében a történelem ápolásának jelenleg tapasztalható helyzetére, amikor is itt a felszabadulás óta eltelt 34 esztendőre gondolok. Ebben az időszakban, különösen a második felében tapasztalható, hogy egyre gyorsuló ütemben növekszik nemcsak a bányászat és kohászat területén, de az egész közéletben a múlt iránti érdeklődés. Ezt igazolják már a kisebb helységekben is egyre szaporodó helytörténeti bizottságok, és a munkájuk nyomán megjelenő publikációk, a mind több helyen beinduló feltárások, a műemlékek helyreállítása, a szaporodó történelmi gyűjtemények és múzeumok.

A szakosztályok feldolgozása szerint a szakterületükön megindult, vagy folyamatban levő, esetleg már eredményes történelmi munka főbb jellemzői a következők:

— Az egyesületünk által gondozott minden szakágazatban számos múzeum és múzeum jellegű gyűjtemény létesült, s ez örvendetes.
— Ezeket a gyűjteményeket általában az iparvállalatok tartják fenn és gondozzák, de előfordul jelentős állami támogatás is.
— A gyűjtemények egy része a tárgyi emlékek gyűjtésén kívül a vállalat történetének adatait, a munkásmozgalmi események emlékeit is magában foglalja.
— A gyűjtemények kapcsolata a helyi csoportokkal, vagy magukkal a szakosztályokkal eléggé különböző, gyakran szoros és intenzív, máskor lazább, vagy hiányos.
— Erősen feltételezhető, hogy a nem mindenütt rendezett központi koordináció hiányában az emlékek gyűjtésében átfedések vannak, vagyis többen is gyűjtenek azonos emlékeket, s nem minden begyűjtött emlék jut a legmegfelelőbb helyre.
— A gyűjtemények gondozóinak, kezelőinek kétségtelenül lelkes ügybuzgalma mellett a szakmai — muzeológiai — felkészültsége nem mindig a legmegfelelőbb, és a szakértői támogatás sokszor még javíthatná a tevékenységet. Van több eset, amikor a speciális múzeumi szakismeretek is magas szinten vannak jelen.
— A történelmi monográfiák szakszerűsége a kiváló és közepes szint közé esik. Néhány ilyen mű kiadása pedig akadozik.

De hadd soroljam fel a nyilvántartott, figyelemre méltó gyűjtőhelyeinket az alábbi hármas tagozódásban:

Országos gyűjtőkörű múzeumok:

Központi Bányászati Múzeum, Sopron
Központi Kohászati Múzeum, Miskolc-Lillafüred
Érc- és Ásványbányászati Múzeum, Rudabánya
Öntödei Múzeum, Budapest
Olajipari Múzeum, Zalaegerszeg
Alumíniumipari Múzeum, Székesfehérvár

Üzemi gyűjtemények és szaktörténeti gyűjtemények:

Bauxitbányászati Múzeum, Gánt
Bányászati Múzeum, Ajka
Munkásmozgalmi és Ipartörténeti Múzeum, Tatabánya
Kohászati Gyártörténeti Múzeum, Ózd
Csepel Vas- és Fémművek Munkásmozgalmi és Gyártörténeti Múzeuma, Budapest
Pécsi Bányászati Gyűjtemény
Salgótarjáni Föld alatti Bányamúzeum.
Zsigmondy Vilmos-emlékszoba, Visegrád

Ipartörténeti emlékművek:

Újmassán,
Telkibányán,
Rudabányácskán,
Recsken,
Nagybörzsönyön és
Brennbergbányán.

Szervezés alatt van:

a Dunai Vasmű gyártörténeti gyűjteménye, valamint az oroszlányi szénbányászati gyűjtemény.

Mint látható, nem is vagyunk szegények múzeumokban és gyűjteményekben.

Csak elismeréssel lehet szólni az országos gyűjtőkörű szakmai múzeumainkról, melyek vezetése, szakszemélyzete valóban magas színvonalon végzi munkáját. A kisebb gyűjteményeket is kétségtelenül ügyszerető, szorgalmas kollégák kezdeményezték, létesítették és fejlesztik most is.

Már említettem, hogy ezeknek a múzeumoknak és gyűjteményeknek fűződése az egyesület helyi csoportjaihoz, szakosztályaihoz nem egyformán szoros, sőt néha inkább kissé laza. A bányászati és öntödei szakosztályok intenzíven együttműködnek múzeumaikkal, történeti tevékenységük oroszlánrésze éppen a múzeumok működésének figyelemmel kísérésére terjed ki. Lazább a többi szakosztály kapcsolata az illetékes szakmai gyűjteményekkel. A helyi csoportok általában figyelemmel kísérik a gyűjtemények kialakítását, fejlesztését.

A jelenlegi helyzetkép vázlatos ismertetése után rátérek az alapszabályunkban és terveinkben kitűzött történelmi céljaink és munkálkodásunk továbbvitelének és továbbfejlesztésének, vagyis az e téren kifejtendő tevékenységünk további javításának felvázolására.

Első és legfontosabb teendő egyesületünk történelmi és muzeológiai bizottságának átszervezése. A ma is meglevő és működő bizottság érdemeit nem kívánjuk kisebbíteni, de a ma már igen kiterjedt s az előbbiekben röviden összefoglalt múzeumi hálózat szakszerű áttekintése, egységes szempontok szerint kialakított szakmai tanácsokkal való ellátása, a múzeumokra vonatkozó szabályrendeletek betartásának ellenőrzése, az emlékek gyűjtésén kívül még további fontos történelemápoló tevékenység, mint a levéltári és könyvtári kutatás és eredményeinek publikálása előadások és szakcikkek formájában, nagyjaink emlékének ébren tartása és még néhány teendő a bizottságtól az eddiginél szélesebb körű, átfogóbb, főleg pedig mind az öt szakmai ágazatunk területére azonos intenzitással kiterjedő szervező és ellenőrző munkát igényel.

Ennek az elnökségi bizottságnak támaszkodnia kell a szakosztályok kisebb létszámú történelmi munkabizottságaira, ez utóbbiaknak pedig a helyi és szakcsoportok történelmi felelőseire, a múzeumok és gyűjtemények vezetőire.

Ébren tartandó és megoldandó feladatok még:
elhalt nagyjaink fellelhető sírjainak gondozása,
szaklapjainkban történelmi cikkek rendszeres megjelentetése,
a szokásos kerek számú évfordulókon elődeinkről, de nevezetesebb műszaki létesítményeinkről való megemlékezés, és így tovább.

A nem elszunnyadt, legfeljebb nem eléggé rendszerezett történelmi tevékenységünk felfrissítése nem jelenti azt, hogy ezt a munkálkodást immár egyesületi működésünk központi kérdésévé kívánjuk tenni. Erről nincs szó. Alapszabályunkban és cselekvési programunkban pontosan körvonalazottak azok az elsőrendű feladatok, amelyekkel iparágazataink jelenét és jövő

továbbfejlesztését, tagságunk korszerű, tudományos és műszaki felkészültségét kívánjuk előbbre vinni.

De emellett a múlt ápolása, felderítése, a belőle levonható tanulságok leszűrése mindig is kedvelt és hasznos tevékenységnek számított egyesületünk életében.

Historia est magistra vitae! A történelem az élet tanítómestere — mondották régen, s ez a tanítás ma sem évült el.

Tisztelt Közgyűlés!

A beszámoló nem törekedhetett teljességre, inkább az volt a cél, hogy az egyesületi általános jellegű tájékoztatás mellett felhívja a figyelmet a helyi csoportok fontos tevékenységére és nagy múltú egyesületünk kötelezettségeire a szakmai történelem ápolásában.

Az egyesület műszaki-tudományos társadalmi tevékenysége csakis az aktív tagtársak önzetlen munkájával volt eddig is elérhető és azzal lesz fenntartható. Köszönet illeti azokat a mérnököket, közgazdászokat, technikusokat, művezetőket és a rokon szakmák művelőit, akik az egyesületet magukénak érzik.

Kérem a közgyűlést, fogadja el az elnökség nevében elmondott beszámolót.

*

A főtitkári beszámoló után *Bándi József,* az ellenőrző bizottság elnöke olvasta fel a bizottság jelentését.

Az ellenőrző bizottság jelentése

Tisztelt Közgyűlés!

Az ellenőrző bizottság február 13-i ülésén megvizsgálta és értékelte az 1978. évi költségvetés tényszámait.

Az ellenőrző bizottság az 1978. évi tényszámokat elemezve a gazdálkodást szabályosnak és eredményesnek minősítette.

A tényszámok szerint az 1978. évi záróeredményben — az 1979. évre áthúzódó bevételek és kiadások betudásával

13 598 800 Ft bevétellel szemben
12 851 800 Ft kiadás szerepel.

Ezt összevetve az 1977. évi záróadatokkal, az 1978. évi bevétel 40,7%-kal, a kiadás 38,2%-kal több az előző évinél.

Az 1977. évhez képest mutatkozó jelentős bevételi és kiadási eltéréseket a nemzetközi öntőkongresszus pénzügyi forgalma indokolja.

Észrevételek az 1978. évi gazdálkodással kapcsolatban:

A tagdíjbevételi előirányzattal szemben 179 200 Ft lemaradás mutatkozik, főleg a jogi tagdíjak befizetésének elmaradása miatt.

A külföldi kiküldetések költségeinél 162 200 Ft többletkiadás mutatkozik az előirányzottal szemben. Az ellenőrző bizottság felhívja a szakosztályok vezetőségének figyelmét, hogy nagyobb figyelmet fordítsanak és ellenőrzést gyakoroljanak a külföldi kiküldetések forintköltségeinek alakulására.

Az egyesület költségvetésében az egyik legjelentősebb kiadási tétel az egyesületi lapok kiadásának költsége, amely az 1978. évben meghaladta az 1,7 millió Ft-ot.

Az előző évekkel szemben a nagyrendezvények pénzügyi forgalma nagyságrendileg megnőtt. A nagyrendezvények 1978. évi bevétele 5 805 600 Ft-ot, kiadása 4 739 500 Ft-ot tett ki. A szakosztályok közül a nagyrendezvények rovaton az öntödei szakosztály 4 293 200 Ft bevételt, 3 290 500 Ft kiadást ért el, amelyben legnagyobb mértékben az öntőkongresszus szerepel.

A különböző nemzetközi rendezvények külföldi résztvevőinek devizabefizetései 1 712 500 devizaforint bevételt eredményeztek.

A külföldi előadások és gyártmányismertetők 591 500 devizaforint bevételt eredményeztek.

Az érvényben levő pénzügyi szabályozások a devizaforint-bevétel 13%-át visszajuttatják az egyesületnek, a szakosztályok külföldi utazásai devizafedezetének biztosítására.

Az ilyen devizabevételt növelő rendezvények szorgalmazása tehát nemcsak egyesületi, hanem elsőrendű népgazdasági érdek is.

A kiadási tételek vizsgálatánál igen megnyugtató a személyi jellegű költségek előirányzatával szemben mutatkozó megtakarítás, így az „alkalmi munkadíjak"-nál, a reprezentációnál, az alkalmazottak bérénél.

A működési költségeknél is 123 000 Ft-ot meghaladó megtakarítás mutatkozik.

Ezek a megtakarítások a tervvel szembeni takarékos gazdálkodásra utalnak.

Nem ilyen egyértelműen pozitív a pályadíjaknál mutatkozó 165 000 Ft, a belföldi tanulmányútnál mutatkozó 28 500 Ft megtakarítás. A széles körű tagságot érintő tevékenységeknél jelentkező megtakarítás bizonyos irányú aktivitás hiányára utal.

Összefoglalva megállapítható, hogy az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 1978. évi költségvetésének teljesítése, illetve pénzgazdálkodása tervszerűen, a pénzügyi fegyelem betartásával és az állami rendeletek maradéktalan teljesítése mellett került végrehajtásra.

Az ellenőrző bizottság a költségvetés elszámolását szabályszerűnek és a takarékos gazdálkodás elveinek megfelelőnek tartja, ezért azt a közgyűlésnek elfogadásra ajánlja.

*

Következő napirendi pontként a hozzászólások, indítványok következtek.

Kreffly Gábor elnök indítványa

Engedje meg az igen tisztelt közgyűlés, hogy a hozzászólások megnyitása előtt szaklapjainkkal kapcsolatban én adjak tájékoztatást és terjesszek elő indítványt. Alapszabályunk kötelességünkké teszi, hogy gondoskodjunk az 1868-ban alapított Bányászati és Kohászati Lapok egyenes folytatását képező szaklapjaink kiadásáról, és azt is, hogy a lapok kiadásáról, a szerkesztők munkájáról kötelesek vagyunk jelentést tenni a közgyűlésnek. A négy egyesületi szaklap, a BÁNYÁSZAT,

a KOHÁSZAT, az ÖNTÖDE, valamint a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ havonta, különböző terjedelemben, 10 350 példányban jelenik meg. Lapjaink ráfizetésesek. A ráfizetés 1978-ban 600 000 forint volt, pedig ebben az évben a MTESZ három lapunk kiadását 439 ezer forinttal támogatta. Tudni kell azt is, hogy az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt magára vállalta a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ lap kiadásának minden költségét. Az ellenőrző bizottság most meghallgatott jelentése azt tartalmazza, hogy 1978-ban kigazdálkodtuk a szaklapokkal kapcsolatos ráfizetést. 1979 januárjában a kormány határozatot hozott arról, hogy a papírár emelése, a nyomdai költségek növekedése miatt 1979. február 1-től a nyomdatermékek árát átlagosan 40%-kal meg kell emelni. Egyesületi szaklapjainkat a rendelkezés várhatóan ennél is súlyosabban érinti. Három lapunknál a költségnövekedés 100%-os, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ lapnál 33%-os lesz. Gondjainkat növeli, hogy a jövőben a MTESZ laptámogatása is felülvizsgálatra kerül.

Az elnökség megállapította, hogy a rendelkezés kapcsán a lapok kiadásának többletköltsége évente mintegy 2 400 000 forintot fog kitenni. Ezt az egyesület önmaga, külön intézkedés nélkül nem tudja kigazdálkodni. Abból kiindulva, hogy szaklapjaink megjelentetése az egyesület tagjainak érdeke mellett döntően a bányászati és kohászati iparágak érdeke, az a véleményünk, hogy a költségtöbblet előteremtését a bányászatot és kohászatot felügyelő minisztériumok, az ezen iparágakat irányító trösztök és országos vállalatok, valamint az egyesület tagsága arányos megosztásban kell, hogy vállalják. Az elnökség lépéseket tett és fog tenni a minisztériumi, trösztí laptámogatások realizálására.

Alapszabályunk szerint az elnökség hatáskörébe tartozik a tagdíjak megállapítása. Elhatároztuk, hogy 1979. július 1-gyel megemeljük tagdíjainkat. Indokoltnak tartjuk a tagdíjemelést az egyesület költségeinek megemelkedése, az egyesületi szolgáltatások mennyiségi és minőségi fejlesztése miatt, de kényszerítve is vagyunk a tagdíjemelésre, mert a lapköltségek jelentős mértékben növekednek. Úgy látjuk, hogy a költségmegoszlás reális mértéke az lesz, ha a többletköltségek egyharmadát a tagság, kétharmadát a minisztériumok, trösztök vállalják. Erre fogunk törekedni. Természetes, hogy a vázolt intézkedésekkel egyidejűleg vizsgáljuk lapjaink terjedelmét, a megjelenési gyakoriság csökkentését, hirdetések megjelentetését. Általában minden olyan intézkedést megteszünk, amely a lapokkal kapcsolatos bevételeket növeli, a kiadásokat csökkenti.

Az elnökség ma még nincs abban a helyzetben, hogy konkrét intézkedésekről beszámolhasson. Különösen nem tud eredményekről számot adni. A legjelentősebb intézkedések 1979. május—június hónapokban lesznek kiadhatók. Ez az időpont a 67. és a 68. közgyűlés fele idejére esik. Ezért az elnökség nevében és megbízásából azt kérem az igen tisztelt közgyűléstől, hogy hatalmazza fel az elnökséget, hogy a 68. közgyűlésig adott esetben eltérhessen az egyesület alapszabályának a szaklapokra és a tagdíjra vonatkozó rendelkezéseitől. Biztosítani tudom a közgyűlést arról, hogyha egyáltalán szükség lesz eltérésre, az minimális lesz, és az is az egyesület egészének érdekében fog történni. Ezek előrebocsátása után a következő határozati javaslatot terjesztem elő, amelyet kérek, hogy a közgyűlés vitassa meg és szavazzon meg. A javaslat így hangzik:

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 67. közgyűlése az elnök előterjesztésére úgy határozott, hogy felhatalmazza az elnökséget, hogy az alapszabálynak a szaklapokra és a tagdíjra vonatkozó rendelkezéseitől a 68. közgyűlésig eltérjen. Kötelezi az elnököt, hogy a tett, különösen az alapszabályi rendelkezésektől eltérő intézkedésekről tegyen jelentést a 68. közgyűlésnek. Szükség szerint a 68. közgyűlésnek javasolja az alapszabály módosítását.

Ennyi az indítvány. Tisztelettel kérem a közgyűlést, vitassa meg az előterjesztést, a vita után pedig szavazza meg.

Hozzászólások

Podányi Tibor okl. bányamérnök, az országos Érc- és Ásványbányák műszaki igazgatóhelyettese:

Tisztelt Elnökség, tisztelt Közgyűlés!

Közgyűlésünknek a napirendjét ismerve a meghívóból arra készültem, hogy a lapokkal kapcsolatosan hozzászólást teszek. Az elnökség, ill. az elnök elvtárs részben megelőzött, de hozzászólásomat azért szeretném elmondani.

Lapjainkról vallott véleményemet egyesületünk több fórumán és több alkalommal is hangoztattam. Történelmileg egybetartozó szakmáink, a bányász és kohász hivatás, a társadalom, a gazdaság és a technika fejlődése során egyre jobban szakosodva, egyre több külső szakmával bővülve, egyre távolabb kerülnek egymástól. Összefogó kapocs a közös — de már egy idegen szakterülettel megosztott — egyetemen kívül, valóban csak egy van: egyesületünk. Az egyesület működési területe az öt szakosztályra tagozódáson túlmenően e kis országban is szétszórt üzemekhez kapcsolódik. A szakosztályokon belül a tagság összekapcsolásának legfőbb eszköze, az egyesületi élet legfőbb hordozója a minden hónapban, minden tagunk kezébe jutó egyesületi lap, mely hírt ad a szakma hazai és gyakran külföldi fejlődéséről, a szaktudomány eredményeiről és célkitűzéseiről, az alma mater munkájának fontosabb mozzanatairól, és nem utolsósorban a szakosztályon belüli életről, sőt közös egyesületünk legfőbb eseményeiről. Lapjaink az egyedüli rendszeres, az állandó kapocs, mely minden tagunkat egyesületünkhöz fűzi. Az egyesület egészét érintő rendezvények — mint ez a közgyűlés is — éppen az örvendetesen nagy létszámunk miatt csak a tisztségviselőket kapcsolja — de időben elég ritkán — össze.

Lapjaink összetartó szerepén még sokat javíthatnánk nemcsak az egyesületi hírrovat rendszerességével, színvonalával, teljesebbé tételével, hanem szakosztályközi kapcsolataink bővítésével. Erre vonatkozik első javaslatom.

A Bányászati és Kohászati Lapok közös törzsének négy ága: a BÁNYÁSZAT, a KOHÁSZAT, az ÖNTÖDE, a KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ rendszeresen adjon rövidített tájékoztatást olvasóinak a testvérlapokról, amelyek tanulságosak lehetnek, vagy érdeklődésre tarthatnak számot olvasóik táborában. De nem ártana

a testvérlapok cikkcímeinek, esetleg a legfontosabbak összefoglalóinak leközlése sem, különösen akkor, ha szakmailag még érintik is az olvasókat. Egyes közös érdeklődésű cikkek, pl. történeti, nyelvművelő stb. párhuzamosan jelenhetnének meg. E javaslat megvalósítása alig jelent többletmunkát, legfeljebb a lapterjedelemből von el valamit, de meggyőződésem, hogy a közös egyesületbe tartozás tudatának erősítését ez a néhány oldal megérné.

Lapjaink elsőrendű feladata azonban szakmáink fejlődésének elősegítése. Meggyőződésem, hogy *Péch Antal*nak, lapjaink alapítójának 111 év előtti célkitűzései a szakmai ismeretek óriási iramú fejlődése, terebélyesedése mellett is folyamatosan megvalósulnak. Ezért nemcsak a szerkesztő bizottságok és főszerkesztők, de a szakosztály-vezetőségek is felelősséget éreznek. A bányászati szakosztály például nemcsak évről évre értékeli, miként felel meg lapunk hivatásának, hanem időszakonkénti célkitűzéseket is meghatároz. Így 1961-ben és 1968-ban alapvető irányelveket állított föl, amelyek azóta is érvényesek, és megvalósulásuk ellenőrzése visszatérő gyakorlat.

Legutóbb egy évvel ezelőtt a szakosztály-vezetőség helyzetelemzést végzett, melyből hozzáfűzések nélkül csak néhány számadatot emelnék ki. A terjedelem 73%-a műszaki, 13%-a egyéb (oktatás, történet, munkaügy stb.) témájú, 14%-a egyesületi híradás. A gyakorlati cikkek aránya 53%, az elméletieké 47%. 6 oldalnál rövidebb a cikkek 73%-a, és csak 6%-a hosszabb 10 oldalnál. A cikkírók 49%-a az iparban, 51%-a kutató, tervező, oktató és irányító munkakörben dolgozik. Tudományos fokozattal a szerzők 35%-a rendelkezik, vidéken dolgozik 64%-uk.

A BKL BÁNYÁSZAT e néhány adata alapján, a távlatilag kijelölt úton haladva a szakma fejlődésének szolgálatába széles területről bevonta a bányászegyesületi tagságot, egyben közlési lehetőséget is teremtett a haladás munkásainak. Bizonyára így van ez a testvérlapoknál is.

Az sem közömbös szempont, hogy bányászatunkról és kohászatunkról egyedül lapjaink adnak rendszeres, szakmai híradást a világnak, több száz példányban jutva el a legkülönbözőbb országokba.

Mindezzel lapjaink egyesületi és szakmai jelentőségét kívántam kidomborítani azzal az igénnyel, hogy az elért színvonaluk és eredményeik tartása elengedhetetlen kötelességünk szakmáink múltjával és jövőjével szemben.

Mindnyájan tudjuk a sajtótermékek árának emelkedését. Közismert a dotációk csökkentésének irányzata is. Most tájékozódtam bizonyos számszerűségekről elnök elvtársnak a hozzászólásából, ehhez a témakörhöz kapcsolódna második javaslatom.

Az egyesület elnöksége ne járuljon hozzá olyan megoldáshoz, amely a jelentkező többletterheket a lapszámok, vagy a terjedelem csökkentésével próbálná kiegyenlíteni. Ennek mind az egyesület, mind a szakmai munka és fejlődés kárát vallaná. A közgyűlés hozzon erre vonatkozóan olyan határozatot, hogy a többletköltségeket lapjaink elért színvonalának fenntartására, sőt fejlesztésére az egyesületi tagság vállalja. A jelenlegi havi 12 Ft-os egyesületi tagdíj, amelyért még a lapokat is kapjuk, ma már mosolyogni való összeg. Egy doboz valamire való cigaretta ára is több ennél.

110 évvel ezelőtt Péch Antal anyagi eszközök nélkül, pusztán a szaktársak támogatására számítva indította el lapjaink elődjét. Még az egyesület összefogó ereje sem állt mögötte. Vallom, hogy a ma bánya- és kohómérnökei sem kevésbé áldozatkészek a múlt századi, tiszteletreméltó elődöknél. A jelenlegi tagdíj két-háromszorosát is biztosan megajánlják egyesületük és lapjaik, szakmáik érdekében.

A megoldás részleteivel nem kell foglalkoznom. Ezt az elnökség illetékesei majd kimunkálják. Gondolatként csak annyit említenék, hogy az eddigi általános, bevált gyakorlatunk az egyetemi hallgatók és nyugdíjasaink kedvezményeinek fenntartása mellett határozza meg az elnökség a szükséges tagdíjemelés mértékét — természetesen a jogi tagságra is kiterjedően —, esetleg a szakmailag kevéssé képzett tagjaink számára adjon olyan lehetőséget is, hogy a jelenlegi, vagy mérsékeltebb tagdíj mellett a lapok juttatása nélkül is dolgozhassanak az egyesületünkben. Elképzelhető módszer a hirdetések fokozása, egyes konferenciák kiadványainak költségelőirányzatából egy-egy lapszám konferenciaanyagként való megjelentetése is.

Mindezek megfontolandó, körültekintést, tapintatot kívánó részletek. De kérem a közgyűlést, hogy javaslatom elvi részével értsen egyet. Döntsünk úgy, hogy lapjaink növekvő terheit mi, egyesületi tagok, elődeink példáját követve vállaljuk szakmáink, egyesületünk szeretetéről hitet téve.

Vörös Árpád okl. kohómérnök, az OMBKE öntödei szakosztályának elnöke:

Tisztelt Közgyűlés, kedves Elvtársak!

A 67. közgyűlés főtitkári beszámolója véleményem szerint két nagyon fontos és aktuális témát választott. A kettő között azt hiszem, még a kapcsolat is fellelhető azoknak az adatoknak és megállapításoknak az alapján, amelyek a beszámolóban elhangzottak. Büszkék voltunk egyesületünk múltjára, és bármilyen problémánk adódik, hivatkozunk is erre. A lapokkal kapcsolatos eddigi viták, illetve beszélgetések is ezt tükrözték, és az előttem elhangzott hozzászólás is.

Rendkívül aktuálisnak tartom a helyi csoportokkal való foglalkozást és egyetértek azzal, mint ahogy már az előkészítés időszakában is egyetértett szakosztályunk vezetősége is azzal, hogy a főtitkári beszámoló evvel a témával foglalkozzon, hiszen az egyesületi munka továbbfejlesztésének, az eredmények javításának egyik legfontosabb eszköze ez. Múltunkkal, egyesületünk múltjával igazolta ezt főtitkárunk, de azt hiszem, hogy a jelenleg előttünk álló feladatok még inkább indokolttá teszik a helyi csoportokkal való foglalkozás eredményeinek összegezését. Erre vállalkozott ez a főtitkári beszámoló is, és ehhez csatlakozva szeretném azt elmondani, hogy mi a véleményünk a helyi csoportokban végzett munkáról.

Sokszor keressük a kifejezést, hogyan minősítsük, hogyan értékeljük a helyi csoportokban végzett munkát. Hogy az segíti-e a vállalati vagy intézményi munkát, vagy része annak. Ez véleményem szerint nemcsak nyelvi, kifejezésbeli problémát jelent, hanem az egész munkának az értelmezéséből fakad. Éppen ezért szükségesnek tartanám azt, hogyha azokat a gazdag tapasztalatokat, amelyekkel rendelkezünk a helyi csoportok

munkájában, egyesületünk elnöksége összegezné. Az egyes csoportok módszerei nemcsak az egyesületi tagság, a helyi csoport vezetői számára, hanem a vállalati vezetők számára is hasznosítható módszerek. Sokszor ugyanis a támogatás hiányának nem az az akadálya, nem az az oka, hogy nem akarják és nem ismerik el ezt a munkát, hanem az, hogy egy új vállalati vezetés, vagy akár a helyi csoportvezetés nem biztos, hogy rendelkezik ezekkel az ismeretekkel és azoknak a módszereknek az ismeretével, amellyel ezt a munkát jól lehet végezni és be lehet építeni a vállalati munkába. Én amellett vagyok, hogy ezt a munkát a vállalati munka részének kell tekinteni és ezzel egyáltalán nem csökkentjük, hanem fokozzuk az egyesületi munka rangját. Olyan feladatokkal kell foglalkozni, olyan feladatokat kell ezen érteni — amikor azt mondjuk, hogy a sajátos eszközeinkkel dolgozunk —, amelyekkel más vállalati szervek vagy személyek nem foglalkoznak, viszont a helyi csoportok igen. Megoldást találnak és ez része a vállalatnál elvégzett munkának és természetesen az eredménynek is. Ha aztán ez a közös értékelés megvalósul, tehát a munka része és egyben az eredmény részese is ez a munka, akkor nyilvánvaló, hogy az összhang megteremtése a csoportok és a vállalatok vezetése között sokkal egyszerűbb és sokkal természetesebb.

Figyelmébe ajánlom tehát egyesületünk elnökségének, hogy a helyi csoportmunka irányításával, annak módszereivel foglalkozó szakosztályközi értékelő munkát végeztesse el, rögzítsék ezeket, hogy átadható legyen a különböző eredményességgel dolgozó helyi csoportok vezetőinek és a vállalati vezetőknek is. Meglevő helyi csoportjainknál ne csak a bázisvállalat vezetőinek, hanem azoknak a vállalati vezetőknek is, amely vállalatoknál a jövőben tervezünk helyi csoportokat szervezni. Ez azt hiszem egybevág a Műszaki és Természettudományi Egyesületek országos elnöksége végrehajtó bizottságának e témában hozott határozataival, illetve az eddig végzett munkájával és célkitűzéseivel is. Egyesületünk múltja és annak tapasztalatai azt hiszem, hogy feladatunkká is teszi az ilyen munka elvégzését. Saját vállalati tapasztalataim ezt alátámasztják és azt hiszem, hogy helyi csoportunk is szívesen venne részt ilyen értékelő munka elvégzésében.

Néhány észrevétellel az elnökünk által megtett javaslattal egyetértek, elfogadásra, határozatra emelésre javaslom.

Intézkedésekre van szükség. Végleges javaslatot itt tenni nem lehetett. Sokat vitatkoztunk már a lappal kapcsolatban nemcsak gazdasági kérdésekről és azt hiszem helyes — ahogy el is hangzott a viták során —, hogy ez amivel most kell foglalkoznunk, nemcsak gazdasági kérdés. Nem egyetlen eseményről van szó, hanem úgy kell azt tekintenünk, mint a jelen és a jövő realitását. És nemcsak gazdaságossággal, hanem a lap tartalmával, színvonalával is kell egyszer foglalkoznunk, amikor a kiadási költségek szóba kerülnek.

Azt javaslom a tisztelt elnökségnek, hogy amikor a lap kérdésében intézkedéseket tesz és esetleg határozatot készít elő a következő közgyűlésünkre, akkor ezt a kérdést egyrészt tekintse az egyesületi általános gazdálkodási problémák részének, mert ezek a gondok nemcsak a lapkiadásra vonatkoznak — amivel most szemben állunk —, hanem az egyesületi rendezvények többségét is érintik; másrészt pedig egyetértek avval, hogy egyesületünk múltját vegyük figyelembe, amikor a lap kérdésében döntenünk kell, de mindenképpen a jelenlegi realitások és a jövőben várható és már felismerhető tendenciák figyelembevételével. A kiadási költségeket úgy kezeljük, mint gazdasági kérdéseket, és ne ezen a kérdésen mérjük le akár egyesületi munkánk hatékonyságát, vagy az egyesületünkhöz való tartozásunkat vagy kötődésünket. Nekem az a véleményem, hogy ezen kívül sok minden más is köt az egyesülethez, hogy mást ne mondjak, talán az aktív egyesületi munka mozgósító ereje is ilyen. A lapoknak megvan a saját szerepe az egyesületen belül, és azon kívül is, és az, hogy azon kívül is van szerepe, az megint csak az egyesületi munka dicsőségére válik. Egyet lehet érteni azzal, hogy a felmerült problémák megoldását ne csak az egyesületen belül, hanem egyesületünk kapcsolataiban, az egyes ágazatok irányításával és vezetésével közösen keressük. Több a lapunk, mint egy egyesületen belüli lap. Olyan szakmai tartalma van, amit nemcsak az egyesületi tagok kísérnek figyelemmel, hanem azok is, akik esetleg nem egyesületi tagok, és ezt nemcsak szakmai szempontból, hanem egyéb más szempontokból is megteszik.

Hasonlóságot látok a lap sorsa, célja és szerepe, valamint a helyi csoportok között is. Amikor keressük a helyi csoportok munkájának javítási lehetőségeit, akkor lényegében kitárulkozik az egyesület, kapcsolatot épít vállalatokkal. Ugyanezt teszi a lap is. A lap az egyesületnek a kapcsolatok bővítését is jelenti, dokumentálja az elvégzett vagy elvégzendő munkát, úgyhogy azt hiszem, hogy helyes az elnökünk határozati javaslata. Én csatlakozom ennek meghozatalához. Nagyon sok előkészítő munka vár még ránk ebben a kérdésben, amit azt hiszem minden szakosztálynak kötelessége vállalni.

Vicze Tibor okl. bányamérnök, az OMBKE kincsesbányai csoportjának titkára:

Tisztelt Közgyűlés!

A VI. ötéves terv népgazdasági és tröszti szintű célkitűzései jelentős feladatokat rónak a Fejér megyei Bauxitbánya Vállalat kollektívájára, valamint a kollektíva keretében működő egyesületi csoportra, a bányászati szakosztály kincsesbányai csoportjára is. A csoport cselekvési programjában lerögzítette, hogy a soron következő társadalmi és gazdasági célok fokozott erőfeszítést kívánnak mindannyiunktól. A fejlett szocialista társadalom építése új, nagyobb követelmények teljesítését követeli egész értelmiségünktől, így a csoport tevékenységében részt vevő mérnököktől, technikusoktól, közgazdászoktól. A tagság részéről megnyilvánuló aktivitás, érdeklődés, a hivatás iránti odaadás, a közügyek iránti elkötelezettség kell, hogy minél jobban segítse társadalmi, gazdasági céljainak megvalósítását.

A népgazdaság hatékonyságának növelésén belül a csoport feladata az alumíniumipar keretében a bauxitbányászat világszínvonala 1984-ben való elérésének elősegítése. A több mint 20 éve működő csoportunk létszáma 133 fő, a vállalat műszaki állományú dolgozóinak 80%-a. A taglétszámban a fiatal műszakiak, illetve technikusok aránya jó. A jövőbeli szervezeti bővítést elsősorban közgazdasági végzettségű dolgo-

zókból tervezzük. A csoport munkájába bevontuk az Országos Érc- és Ásványbányák, az Aknamélyítő Vállalat és a Bányahatóság Kincsesbánya térségében lakó, illetve dolgozó szakembereit.

Csoportunknak az előbbiekben megfogalmazott általános célokon túlmenően, az eddigi eredményeket fokozva további konkrét feladatai vannak a műszaki fejlesztés, a műszaki és fizikai dolgozók továbbképzése, a szervezeti élet és a szervezeti munka fejlesztése terén, a hagyományok ápolása, valamint a társegyesületek és a nemzetközi kapcsolatok fejlesztése terén. A helyi csoport tagjai tartósan és rendszeresen jelentős részt vállalnak a vállalati, sőt a bauxitbányászati műszaki fejlesztési tevékenységből. Ennek eredményeként az egykori kézi lapátolástól a 100%-os gépi rakodási arányig jutottunk el, a rakodást a legkorszerűbb sűrített levegős és nagy teljesítményű dízelrakodók végzik. A kézi csillézést a munkahelyi és a gyűjtő szállításban egyaránt a teljesen gépesített gumiszalagos szállítórendszerrel építettük ki a külszínig. A fabiztosítás helyett kamrafejtéseinkben ma már uralkodóvá váltak a könnyű súlyú, de nagy biztonságot nyújtó alumínium biztosítószerkezetek. Az aktívvízszint-süllyesztés következetes alkalmazásával a bauxittelepek mentesek a víztől, így lehetőség nyílott az általános gépesítésre, mechanizálásra. A bauxitfúrás fejlesztése jelenleg is folyik. A kísérleteket a legkorszerűbb és egyúttal gazdasági és munkavédelmi előnyöket is nyújtó hidraulikus fúrással végezzük. A fejtési fogásmélység terén a 3—3,2 m elérése, ennek realizálása ma is tart. Feltárási munkák során a 2,5—3 m-es fogásmélységet fúrókocsis fúrással és a robbantástechnika fejlesztésével megvalósítottuk. A gépek alkalmazásának alapvető feltétele a koncentrált fejtésmód kialakítása volt. Ez szükségessé tette a bányatérségek, kereszteződések méreteinek megnövelését. A bauxit föld alatti szállítása a külszíni központból irányított, ipari televízióval ellenőrzött szállítószalag-rendszerrel történik. Az egyéb anyag szállítását konténerizált függősínen és mobil szállítóeszközökkel végezzük. A közelmúltban helyeztük üzembe az első föld alatti dízel-járművet rendszeres személy- és teherszállítás céljára. A hagyományos acél biztosítószerkezetek mellett egyre nagyobb mértékben, a termelőhelyek 90%-án alkalmazzuk az alumínium főgerendákat és azok összekapcsolására alkalmas kapcsoló szerkezeteket nagyon kedvező eredménnyel. Ezzel teremtettük meg a nagy teljesítményű gépek föld alatti alkalmazásának feltételeit. Célkitűzés a hatékonyság és a termelékenység növelése. A termelékenység és a komplex hatékonyság növelésére 1976-ban hosszú távú, 1984-ig szóló fejlesztési programot dolgoztunk ki. Az élőmunka-hatékonysági program időarányos része megvalósult.

1978-ban a Nehézipari Minisztérium szervezésében kollektívánk két ízben is házigazdája volt az úgynevezett ágazati tapasztalatcseréknek. Egyik program az önjáró, gumikerekes rakodó-szállító gépek, másik pedig az anyagmozgatás területe volt. A tapasztalatcseréken több bányászati vállalat képviselője vett részt. Ezeken más vállalatoknál a mi szakembereink is értékes tapasztalatok birtokába jutottak.

Fejlesztéseinket következetesen jelenleg is folytatjuk. Célunk a világszínvonal megközelítése, elérése. A csoporti munka során a tagság igényének megfelelően nagy súlyt helyezünk a központi rendezvények látogatására, a kisebb csoportos tanulmányutakra, a társcsoportok rendezvényein való részvételre, amelyekre az azonos érdeklődési körű szaktársainkat delegáljuk. Természetesen a rendezvények látogatásán túlmenően saját szervezésben is tartunk olyan közérdeklődésre számot tartó előadásokat, rendezvényeket, amelyek tagtársainkat aktivizálják és erősítik a csoport kollektív szellemét. A rendszeresen megtartott rendezvényeken elhangzó előadások, ankétok témái kapcsolódnak a vállalat tevékenységével összefüggő műszaki és közgazdasági kérdésekkel, valamint vezetési, szervezési, munkapszichológiai feladatokkal, problémákkal. Az előadások, úti beszámolók színvonalát meghívott külső előadókkal emeljük. A vállalat anyagi támogatással biztosítja tagtársaink rendezvényeken, konferenciákon, ankétokon és más egyesületi, illetve más tagegyesületi rendezvényeken való részvételét. Évente több alkalommal tanulmányi kirándulást szervez a csoport. Vállalatunknál évek óta szervezünk a fizikai és műszaki dolgozók képzését és továbbképzését is biztosító tanfolyamokat, ahol a csoport tagjai rendszeresen tartanak előadásokat.

Az egyesületi célkitűzésnek megfelelően foglalkozunk a fiatal egyesületi tagok aktivizálásával. Bevonjuk őket a rendezvények megtartásába, valamint biztosítjuk szakmai látókörük bővítését, tapasztalatok gyűjtését szolgáló tanulmányutakon való részvételüket. Ifjúságpolitikai munkánk alapját az 1971-ben történt széles körű felmérés képezte. Elbeszélgettünk a fiatalokkal terveikről, elképzeléseikről. A csoport tagjaiból alakult meg vállalatunknál az úgynevezett konzultációs csoport, amelynek feladata a tanulni vágyók felkészítése, a továbbtanulók segítése. A KISZ-szel közösen szamai vetélkedőket szervezünk, aktívan szervezzük és továbbfejlesztjük az Alkotó Ifjúság mozgalmat.

Jelentős része van csoportunk tagjainak is a gánti bányamúzeum létrehozásában. 1976-ban a Fejér megyei bauxitbányászat 50. évfordulójára hoztuk létre Gánton, az egykori bagolyhegyi bányaüzem területén a múzeumtárlót. Ezt az állandó kiállítást minden évben gazdagítjuk a közben összegyűjtött anyagból.

Nagy figyelemmel vagyunk a csoport közösségi szellemének kialakítására is. Rendezvényeink után baráti összejöveteleket tartunk, ahol a csoport tagjai között meglevő jó kapcsolatot még tovább mélyítjük. Továbbfejlesztettük és fejlesztjük kapcsolatainkat a társegyesületekkel és csoportokkal. Az OMBKE vidéki csoportjaival a kapcsolatainkat tovább mélyítjük. Jó kapcsolat alakult ki az OMBKE fémkohászati szakosztályának székesfehérvári csoportjával, melynek keretében több alkalommal rendeztünk közös összejöveteleket a bányász—kohász barátság elmélyítésére. A vázolt fejlődés kötelez bennünket az elért színvonal tartására, sőt emelésére.

Befejezésül szeretnék foglalkozni az OMBKE vezetősége és a bányászati szakosztály vezetősége és a helyi csoport kapcsolatával. Köszönetet mondunk azért, hogy a helyi csoport és vállalatunk tevékenységének megismerésére több alkalommal voltak nálunk az egyesület elnökei, főtitkárai, a bányászati szakosztály elnökei és titkárai, ha kimondottan nem is csak egyesületi megbízatásukból. Szólnunk kell arról is, hogy rendezvényeinken tagtársaink nemtetszésüket

nyilvánították lapunk késve, a lap dátumozásához képest több hónappal később történő megjelenéséről. Úgy érezzük, hogy ezen a téren nem tettünk meg mindent annak érdekében, hogy lapunk konkrét segítséget tudjon adni a gyakorló bányaműszakiak mindennapi munkájához, és hogy a magyar bányászat műszaki fejlesztésének hasznos fóruma legyen.

Tisztelt Közgyűlés! A kincsesbányai csoport tevékenységével a népgazdaság, a MAT és a vállalat munkáját szeretné továbbra is eredményesen támogatni, és a bányász—kohász együvétartozás hagyományával rendelkező egyesületünk munkáját segíteni.

Molnár László okl. bányamérnök, okl. bányaipari gazdasági mérnök, a Központi Bányászati Múzeum igazgatója:

Igen tisztelt Közgyűlés! Tisztelt Elnökség!

Iparágaink hagyományainak ismerete, a technológiák kialakulásának folyamata olyan szellemi-kulturális produktum, mely tulajdonképpen a történelem folyamán létrejött értékek továbbélése a jelennel való állandó korrelációban. Ezért örömmel kell üdvözölni, hogy egyesületünk közgyűlése napirendre tűzte a bányászat és a kohászat történetének ápolását: az ipartörténetírást és a múzeumok ügyét.

A bányászat és kohászat az 1950-es évek közepéig nem rendelkezett múzeummal. Az egykori felvidéki és erdélyi gazdag helytörténeti gyűjteményeket 1918-ig nem központosítottuk országos múzeumba — amint azt például a közlekedés és a mezőgazdaság megtette —, és ezzel 50 éves behozhatatlan előnyre tett szert a muzeológia terén. A két világháború között is kevés intézkedés történt az értékek megmentésére. A felszabadulás utáni első évtizednek is fogyatékossága volt, hogy az egyre nagyobb méretekben kibontakozó bányászatunk és kohászatunk fejlődésének a dokumentumait alig örökítette meg.

A Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1954. évi 4. számú — a műszaki emlékek védelméről szóló — rendelete alapján az MTA bányászati főbizottsága 1955 februárjában határozta el a bányászat emlékeinek megóvását és a gyűjtés megszervezését, a dokumentumok feldolgozására és bemutatására Központi Bányászati Múzeum létesítését Sopronban. A Városi Tanács — tanújelét adva az iparág iránti megbecsülésének — az Eszterházy-palotában adott helyet a múzeumnak.

A Központi Bányászati Múzeum három évi előkészület után 1957. október 13-án nyitotta meg kapuit *Faller Jenő* vezetésével, és 420 m² kiállítási területen mutatta be a bányászat műszaki történetét.

A bányászati és kohászati muzeológia hatásos támogatást kapott az 1960-as években a hagyományok ápolására hozott törvényekben, rendeletekben, hiszen tudjuk, hogy a bányatörvény 54. §-a kiemelten foglalkozik az emlékek megőrzésével.

1965 után létesültek azok a múzeumok és gyűjtemények, amelyeket főtitkárunk a beszámolójában felsorolt. Időrendi sorrendben a bányászatban: Rudabányán, Salgótarjánban, Ajkán, Zalaeregerszegen, Brennbergbányán, Várpalotán, Pécsett és Gánton; előkészítés alatt állnak: Tatabányán, Oroszlányban és Tapolcán; a kohászatban — a még 1952-ben Diósgyőrben alakult Központi Kohászati Múzeum után — Budapesten, Ózdon, Székesfehérvárott és Csepelen, és alakulóban van Dunaújvárosban.

A múzeumokról részletes adatgyűjtést kértünk, amit a kollégáktól megkaptunk. Ezekről a Bányászati és Kohászati Lapok hasábjain részletes cikkekben fogunk beszámolni.

A bányászati és kohászati területeken működő múzeumok létesítése nemcsak jogszabályok kérdése volt, hanem — a legtöbb esetben a hivatalos szabályozást megelőzve — a bányászok és kohászok szakma iránti szeretete, érdeklődése és az iparágak, vállalatok vezetőinek támogatása révén létrehozott intézkedések, gyűjtések és létesítések sorozata. A múzeumokat létrehozó munkákban az egyesületünk csoportjai mnden esetben jelentős részt vállaltak.

A 14 bányászati és kohászati múzeumot és gyűjteményt az 1978. évi statisztikai adatok szerint összesen 260 ezren látogatták. Általában a múzeumok látogatói 25 és 50 ezer között voltak az év folyamán, az emlékhelyeken 7 és 17 ezer között volt a látogatók száma. Az év folyamán a múzeumok összesen 30 kiállítást rendeztek, 55 ismeretterjesztő előadást tartottak, számos szocialista birgádfoglalkozást rendeztek, pályázatok kiírásával mind hozzájárultak a közművelődéshez és annak fontos tényezői voltak.

A múzeumok és gyűjtemények a bányászatban 12 130, a kohászatban 6800 tárggyal rendelkeznek, a könyvek száma a bányászatban 12 000, a kohászatban 8500 kötet, a dokumentáció iratfolyóméterben számolva 51 m-t tesz ki a bányászati múzeumokban, a 21 m-t összesen a kohászatiakban. A fényképek szám 11 000 a bányászatban és 35 000 a kohászatban. A főállású munkatársak száma a bányászatban 34, a kohászatban 18. A részmunkaidősök száma a bányászatban 28, a kohászatban 24.

A bányászati és kohászati múzeumok rendezvényei és kiállításai — csaknem kivétel nélkül — közös rendezvények voltak az OMBKE csoportjaival, illetve azok történeti szakcsoportjaival. Így a muzeológia eredményei a csoportok aktív közreműködését is jelentik.

A hazai bányászati és kohászati muzeológiai tevékenység színvonalának megítélése a szomszédos és egyéb európai államokkal összehasonlítva már nem mutat számunkra kedvező képet. Több példát lehet felhozni, ahol ez a tevékenység ma még jóval meghaladja a jelenlegi magyarországi méreteket.

A szomszédos Szlovákiában számos kiadvány foglalkozik elsősorban a Garam környéki középkori bányák, bányavárosok történetével. Selmecbányán és Pozsonyban 8—10 éve nagy lendületet vettek a bányászattörténeti kutatások, a selmecbányai múzeum személyzete 70 főből áll.

Az NDK-ban csak a freibergi egyetemen folyó bányászattörténeti munkásságot említjük. A Forschungshefte D sorozat már a 92. kötetnél tart. A műveknek mintegy fele a bányászat és kohászat múltjából foglalkozik.

Az NSZK-ban az iparvállalatok — elsősorban a Westfalia cég — hatalmas anyagi támogatása mellett a bochumi Deutsches Bergbau Museum 100 főnyi személyzete az egész világ bányászatának múltjára kiterjedő kutatásokat folytat.

Bulgáriában 1975 decemberében tartották a „Balkán

államok első bányászattörténeti szimpozionját". Egy hét alatt 62 előadó, közülük 40 külföldi foglalkozott a trák és római idők bányászatával, továbbá a közép- és újkorral 1850-ig. Az előadók fele bányász és geológus, a fele történész volt.

Múlt év szeptemberében nemzetközi ipartörténeti konferencia volt Freibergben, melyen 14 ország 110 kutatója vett részt. Az elhangzott 74 előadásból egy volt magyar témájú, melyet a bauxitbányászat történetéről a Központi Bányászati Múzeum munkatársai tartottak.

A konferenciák és a külföldről ideérkező hírek méreteiből tapasztalhatjuk, hogy rendkívül nagy érdeklődés nyilvánul meg világszerte a bányászat és kohászat múltjának felkutatása iránt.

A továbbiakban a muzeológia terén nálunk az erők koncentrálására, a társadalomtudományokkal foglalkozók bevonására kell törekednünk, és törekednünk kell az egyesületi tagok aktivizálására.

Tisztelt Közgyűlés!

Néhány mondattal hadd számoljak be a soproni Központi Bányászati Múzeum helyrehozataláról. Nagy örömmel számolhatok be arról, hogy a Központi Bányászati Múzeum — ahol az épület elhasználódása következtében 1971 óta szünetelt a kiállítási tevékenység és amely 5 éven át műemléki kutatásnak volt alávetve —, a bányászati vállalatok áldozatkészsége révén rekonstrukciós műemléki építkezésbe kezdett és ez befejeződött. Az építkezés feltárta a volt Eszterházy-palota értékes középkori részleteit is. A helyreállítás a több építészeti periódusból a XVIII. század közepén kialakult alaprajzhoz alkalmazkodott. Az épület korábbi 1000 m² területe a középkori pincerész feltárásával és a stílusban illő emeletráépítéssel 1500 m²-re növekedett. Az igen szépen kivitelezett barokk palotát elláttuk a korszerű muzeológiának megfelelő kiszolgáló létesítményekkel: restaurátor- és modellkészítő műhellyel, fotólaboratóriummal, könyvtárral, adattárral, olvasóval, tudományos kutató- és vendégszobákkal, ahol egyszerre hét személyt tudunk bármilyen hosszú ideig a tudományos munka érdekében vendégül látni. Jelenleg — a hazánkban csak néhány helyen, összesen tudomásom szerint hat helyen felfedezett — barokk falfestések restaurálási munkái folynak. A belső berendezés iparművészek tervei alapján kerül kivitelezésre. Az állandó kiállítás 17 teremben, összesen 800 m²-en 1980 tavaszán nyílik meg. A múzeum szakszemélyzete az utóbbi két évben a Bányászati Kutató Intézet és a Soproni Városi Tanács segítsége révén hét lakáshoz jutott, és ezzel letelepedéshez jutottak bánya-kohómérnökök, egyetemet végzett muzeológusok. Jelenleg azon az úton haladunk, hogy három munkatársunk fog komplex képesítést szerezni, tehát a műszaki egyetem mellé az Eötvös Loránd Tudományegyetem történész szakát fogják elvégezni.

A Központi Bányászati Múzeum Sopronban annak a belvárosnak a szívében helyezkedik el, amely az évi 850 ezer látogatójával a budai várnegyed után hazánk második leglátogatottabb idegenforgalmi körzete. A nagyobb bányászati berendezések skanzenje céljából rendelkezésünkre bocsátották a már most is évi 280 ezer látogatóval bíró fertőrákosi kőfejtő — látványosságnak is egyedülálló — 1000 m²-es nagytermét, melynek berendezéséhez 1980 végén fogunk hozzá.

A Központi Bányászati Múzeum műemléki helyreállításáért köszönet illeti a magyar bányász- és kohásztársadalmat.

Köszönöm a tisztelt közgyűlésnek, hogy muzeológiai helyzetünk ismertetésére módot nyújtott. Kérjük az elnökség, a helyi csoportok, a történeti bizottság és a tagság további segítő támogatását. A muzeológia területén dolgozókra megtisztelő, megnyugtató, elkövetkezendő munkánkhoz erőt adó, hogy ez a fórum foglalkozott helyzetünkkel, fejlődésünkkel és problémáinkkal.

Dr. *Szabó László* okl. bányamérnök, minisztériumi tanácsos:

Igen tisztelt Közgyűlés, magas Prezídium!

Az értékes és magvas főtitkári beszámolóhoz néhány gondolatot legyen szabad hozzáfűznöm, a bányászati szakosztály vezetőségi tagjaként.

Csak két témával foglalkozom. Az egyik a helyi csoportok és a VI. ötéves terv kapcsolata, a másik téma a „bányászattörténet és a szakosztály".

Minden társadalmi szervezet, egyesület léte, szükségessége attól függ, mennyire él együtt az adott kor haladó társadalompolitikai és gazdaságpolitikai problémáival, céljaival, mennyire követi az élet adottságait és műszaki egyesületnél mennyire képes élharcosává válni a tudományos, műszaki fejlődésnek.

Nyilvánvaló, hogy a hatékony egyesületi élet a tagok aktivitásának függvénye, és a tagság közreműködése nélkül elérhetetlen minden cél. Ebből az alapgondolatból kiindulva nyugodt lelkiismerettel jelenthetem ki, hogy egyesületünk és ezen belül a bányászati szakosztály tagjainak tevékenységén keresztül szerves része népgazdaságunknak, együtt él, együtt tevékenykedik a műszaki, gazdasági feladatok megoldásában.

Minden helyi csoport egy-egy bányászati vállalatra támaszkodik, s a szakosztály helyi csoportjainak tagjai egyben az adott bányavállalat szakemberei is. Kézenfekvő, hogy az adott bányavállalat műszaki-gazdasági problémáival foglalkozó kollégák, mint egyesületi tagok a helyi csoporton belül elsősorban ugyanezekkel a problémákkal foglalkoznak. Mivel az egyesületben nem annyira kötött a diszciplináris fegyelem, szabadabban szárnyalhat az alkotói elképzelés, kötetlenebb viták során alakulhatnak ki a legjobb megoldások.

A jövőre csak biztos alapozás után lehet tervet kovácsolni. A bányászati szakosztály a főtitkári beszámolóban említett nagyrendezvények és egyéb rendezvények gazdája volt. Ezeknek értékelése nem feladatom, de meg kell említeni, hogy a kiemelt rendezvényeken kívül még számos kisebb jelentőségű, de témájában nagy érdeklődést kiváltó rendezvény volt. Több mint 60 kisebb-nagyobb ülésről, előadásról tudunk a helyi csoportok rendezésében, ahol az aktuális feladatokat ismertették. Az ilyen rendezvényeken a jelenlevők száma 20 és 90 fő között változott. Ha az átlagos részvételi számot 40 főre becsüljük, akkor is több mint 2400 fő, ami a szakosztályi taglétszámnak mintegy fele, foglalkozott ezekkel a műszaki problémákkal.

1978-ban közel 200 tagtársunk tollából jelent meg rövidebb-hosszabb írásmű, beleértve a híreket is, ami a tagság aktivitását mutatja. 1979-re a 4 nagyrendezvé-

nyen, a 4 szakosztályi rendezvényen kívül 110 szakmai előadás szerepel a helyi csoportok elképzeléseiben.

A szakosztály vezetősége szoros kapcsolatban van a helyi csoportokkal és a munkabizottságokkal. A kapcsolat már az elképzelések kialakításában érvényesül azáltal, hogy a cselekvési program teljesítésére ösztönöz, anélkül, hogy diktatórikusan befolyásolná a helyi csoportok éves tervét. Természetesen ahol pénzügyi vagy időpont-egyeztetés szükséges, ott a szakosztály-vezetőség koordinál.

A munkavégzés során a kapcsolat állandósul egyrészt azzal, hogy a szakosztály vezetőségébe tartoznak a helyi csoportok és a munkabizottságok titkárai, másrészt minden vezetőségi ülés egyik fő napirendi témája valamelyik helyi csoport beszámolójának megvitatása. A szakosztály-vezetőség és a helyi csoportok kapcsolata élő és korrekt.

Az eddig vázolt tényadatok és tervek garanciát jelentenek arra, hogy a szakosztály tagjai és ezzel maga a szakosztály a VI. ötéves terv feladatainak megvalósításában a bányászat területén jelentősen fog tevékenykedni, és a népgazdaságban a bányászat céljainak teljesítéséhez nagymértékben hozzájárul.

A másik téma a bányászattörténet és a szakosztály.

A bányászat jellegéből és múltjából adódik az, hogy a hagyományokhoz való ragaszkodás, a múlt megbecsülése éppen a bányászok között a legerősebb. Ezt nem is kell bizonyítani. Természetes, hogy a szakosztály lelkesen, bányász szívvel foglalkozik bányászatunk történetével, amit nagyon sok tény igazol, ill. az előttem szóló ismertetett. Mégis néhány dologra utalni kell. A középtávú cselekvési programban a szakosztály-vezetőség tételesen előirányozta a bányászati történelemmel és bányászati múzeumokkal foglalkozó munkákat. Több helyi csoportnál igen eredményesen működnek ún. történeti munkabizottságok. Ezeknek a munkabizottságoknak, a helyi csoportok tagjai lelkesedésének és természetesen a vállalatok anyagi és erkölcsi áldozatkészségének köszönhető, hogy a Központi Bányászati Múzeumon túlmenően, nyolc helyi bányászati múzeum, illetve történeti gyűjtemény létrehozása történt, ami elősegíti a bányászat írásos és tárgyi emlékeinek megőrzését.

Egyesületünk elnöksége az 1977. évi bányásznapon öt múzeumi dolgozót jutalmazott, amit e helyről is megköszönünk.

A jeles évfordulók megünneplésében a szakosztály vezetősége, de elsősorban a történeti bizottság vesz részt. Nemcsak a szervezésben, lebonyolításban, hanem segít a lapunk által a publikálásban is. Ilyen volt pl. a felszabadulásunk 25. évfordulója alkalmából végzett jelentős egyesülettörténeti feltáró munka, vagy a szénbányászat 25. évfordulójával kapcsolatos ünnepség rendezése Brennbergbányán.

Ilyen jellegű rendezvényekről, ünnepségekről a BKL BÁNYÁSZAT részletesen tájékoztat. Sőt lapunkban rendszeres rovat foglalkozik a történeti visszapillantással, több bányászattörténeti cikk és hír jelenik meg évente.

Tisztelt Közgyűlés, magas Prezídium!

Befejezésül legyen szabad biztosítanom a közgyűlés résztvevőit arról, hogy a bányászati szakosztály vezetősége mélyen átérzi a rá háruló felelősséget, és legjobb tudása szerint segíti a vidéki csoportokat, munkabizottságokat. A vezetőség minden erejével és tudásával egyénenként és közösségben is azon fáradozik és fog fáradozni a jövőben, hogy a népgazdaságban ránk háruló műszaki-gazdasági feladatok teljesítését, a bányászat céljainak elérését elősegítse.

Dr. *Tardy Pál* okl. kohómérnök:

Tisztelt Közgyűlés!

Eredeti hozzászólásomat alaposan lerövidítve, egész röviden szeretnék foglalkozni a vaskohászati szakosztály keretében működő helyi csoportokkal. A helyi csoportok szakmai klubnapjaikat, előadásaik témáját áttekintve jellemző, hogy a helyi feladatok, aktuális problémák megvitatása mellett távlati feladatokkal, országos gondot jelentő problémákkal is foglalkoznak. Az elmúlt két évben különösen nagy volt az ilyen rendezvényeknek a száma. Nagyrendezvényeink szervezéséből a hagyományokhoz híven mindig kiveszik részüket, ezt főtitkárunk a beszámolójában említette is. Az elmúlt években szokássá vált, hogy évente egy-két vezetőségi ülésünket helyi csoportnál, valamelyik vállalatnál vidéken tartjuk, ahol a helyi csoport beszámolója mellett tájékoztatást kapunk az adott vállalat, az anyavállalat terveiről, feladatairól, célkitűzéseiről, arról, hogy mit várnak a helyi csoporttól, milyen segítséget kérnek az egyesületünktől. 1978-ban pl. a Kohászati Gyárépítő Vállalat tápiószelei gyáregységénél volt a vezetőségi ülésünk, ahol az egyesületi program mellett alkalmunk volt megtekinteni a hazai nehézacélszerkezet-fejlesztés legfontosabb bázisát.

Érdemes még kiemelni, hogy helyi csoportjaink klubélete, a kötetlen baráti összejövetelek, a kollegiális kapcsolatok, ezek ápolása véleményünk szerint lényegesen jobbnak tekinthető a vidéki helyi csoportoknál, mint pl. budapesti tagságunknál.

A közvetlen szakmai jellegű munka mellett egész röviden két olyan dologról szeretnék beszélni, amit a többi szakosztálynak is figyelmébe ajánlok. Az egyik az, hogy az elmúlt évben kiemelten foglalkoztunk a hazai kohómérnök-képzés problémáival, különös tekintettel a kohómérnöknek jelentkező fiatalok alacsony számára és alacsony tudásszintjére. Ezzel kapcsolatban egy kerekasztal-konferenciát rendeztünk az egyetemi osztállyal együttműködve a miskolci egyetemen, amelyen az egyetemi bevezető előadás mellett felszólalt a Kohó- és Gépipari Minisztérium, illetőleg a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés személyzeti és oktatási főosztályának a képviselője, illetőleg a szakosztály oktatási bizottsági tagja is. A kerekasztal-konferencia igen élénk vitát váltott ki. Hozzá kell tenni, hogy a szakosztály több vezetőségi ülésen is foglalkozott ezzel a témával, és a hozzászólások nagy száma alapján látható volt, hogy ezt a témát mindenki magáénak érzi, hiszen tulajdonképpen az elkövetkezendő évek vaskohászatának vagy kohászatának a színvonaláról is szó van. A kerekasztal-konferencián elhangzottakat egy szerkesztő bizottság ajánlásokban foglalta össze, amelyet az elnökség a decemberi ülésén jóváhagyott, majd megfelelő formában felterjesztettük a Kohó- és Gépipari Minisztérium, illetőleg a Nehézipari Minisztérium, valamint a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés illetékes főosztályaihoz, illetőleg vezérigazgatójához.

Úgy gondolom, hogy érdemes lenne, bár a helyzetet nem ismerem, esetleg a bányamérnökképzést is hasonló szempontok szerint megvizsgálni.

A másik téma, amit ezzel kapcsolatban mondani szeretnék, hogy 1978-ban indult meg az a mozgalom, ami azután végül is 1979 januárjában csúcsosodott ki, aminek eredményeképpen megalakítottuk a beruházó és fővállalkozói szakcsoportot. Ismeretesek azok az óriási beruházások, amelyek jelenleg a vaskohászatban folynak, és felismerve az ezzel kapcsolatos feladatok fontosságát és azt, hogy a szakosztálynak, az egyesületnek ebben igen nagy segítséget kell nyújtania az iparvállalatoknak, szakosztályunk elhatározta, hogy ezt a munkát szervezettebb formában kívánja a továbbiakban támogatni. Hiszen ilyen jellegű támogatást, miután most elsősorban metallurgiai beruházásokról van szó, a nyersvasgyártó és acélgyártó szakcsoport eddig is végzett, a kimondottan tervező-beruházói jellegű munka azonban a szakosztályon belül még nem volt megszervezve. Úgy érzem ez is egy olyan témakör lehet, amivel esetleg más szakosztályoknak is érdemes foglalkozni.

Az elmúlt év eredményeit áttekintve úgy érzem, hogy jó alapot teremtettünk arra, hogy ezt az évet is eredményesen tudjuk végigdolgozni, ezzel kapcsolatban kidolgoztuk munkatervünket, 1979. évi nagyrendezvényeink tematikájánál ezeket a feladatokat vettük figyelembe és úgy érzem, hogy az elkövetkezendő évben, sőt években is az egyik legfontosabb feladatunknak kell tekinteni a VI. ötéves terv vaskohászatra eső feladatainak teljesítésében való közreműködést, illetőleg először az előző, V. ötéves tervperiódus sikeres lezárását, majd a következő tervperiódus előkészítését és teljesítését. Ehhez kérjük a vaskohászok, de az egész egyesület támogatását is.

Kmety István okl. bányamérnök, az OMBKE dorogi csoportjának titkára:

Tisztelt Közgyűlés!

A főtitkári beszámoló a helyi csoportok munkájának elemzésével is foglalkozott, természetesen nem mehetett el nagyobb mélységig, ezért én a magam részéről a dorogi helyi csoport életéről szeretnék vázlatosan néhány mondatot elmondani.

A dorogi helyi csoport 1921-ben alakult, mint önálló csoport 1953-ban kezdte meg működését. A taglétszám 1953-ban 52 fő, 1978-ban 191 fő volt. A csoport mindenkori vezetősége általában az éves programok összeállításánál a tagság műszaki műveltségének emelését, a dorogi szénbányászat emlékeinek összegyűjtését, a bányászati szakosztály többi csoportjaival való bányászbarátság ápolását, a kollektív szellem kialakítását tartja szem előtt.

A munkatervek előadásokat, klubdélutánokat, tapasztalatcseréket, tanulmányi kirándulásokat és különböző baráti összejöveteleket tartalmaznak. Amint a főtitkári beszámolóban is hallottuk, a dorogi helyi csoport tagsága sokat tett a bányavízvédelem, a korszerű bányabiztosítások kialakítása és a bányászattörténet terén. Csoportunk is részese volt annak a Magyar Szénbányászati Tröszt és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület bányászati szakosztálya által kiírt karsztvízpályázatnak, amelynek igen szép eredményei voltak. Helyi csoportunk tagságából mintegy 20 fő dolgozta ki mindenre kiterjedő részletességgel azokat a dokumentációkat, amelyeket a pályázók munkájának megsegítésére osztottunk ki. Az előbbieken túl, több dorogi mérnök, üzemmérnök, technikus indult a pályázaton, és örömmel jelenthetem a küldöttközgyűlésnek, hogy a dorogi csoport tagjai által készített pályamunkákat a bíráló bizottság második és harmadik helyre tartotta érdemesnek.

A Lencsehegy II. beruházási program készítése közben a tervezők sok gondolatot vettek át a dorogiak által készített pályamunkákból.

A korszerű vágatbiztosítás terén jelentős eredményeket értünk el, elsősorban a lőttbetonozással. Ma már nyugodt szívvel állíthatjuk, hogy a márkushegyi beruházási munkák 9 hónapos időnyeresége részben ennek az új biztosítási eljárásnak köszönhető. Természetesen nem szabad megfeledkeznünk az oroszlányi műszakiak és fizikaiak igen kiváló munkájáról. Tájékoztatásul legyen szabad annyit megjegyeznem, hogy 1977-ben 100 m volt a havi átlagos előrehaladás a márkushegyi lejtős aknában, de nem volt ritkaság a 140 m/hónap előrehaladás se. Ma az országban több mint 6 km bányavágat van lőttbetonnal biztosítva. Egyesületünk helyi csoportjának tagjai a korszerű biztosítás elterjesztése érdekében több helyi csoportnál tartottak ismertető előadásokat.

Nem hiányozhat a kiegészítésemből annak megemlítése, hogy helyi csoportunk igen meleg, baráti kapcsolatokat tart fenn a tatabányai, az oroszlányi, a kincsesbányai helyi csoportokkal, valamint az Országos Erdészeti Egyesület visegrádi csoportjával.

Végezetül legyen szabad a bányászati történethez is egy-két megjegyzést fűznöm.

A dorogi csoport keretén belül már hagyományai vannak a bányászati történettel való foglalkozásnak. Az alapokat *Székely Lajos* okl. bányamérnök, Kossuth-díjas fektette le az esztergomi szénmedencéről írt monográfiájában. Ő buzdított bennünket arra, hogy becsüljük meg a bányászattörténet írásos és tárgyi emlékeit. Ezért a helyi csoport kebelén belül történeti munkabizottság alakult. A munkabizottság rendszeresen ülésezik és gyűjti azokat az írásos és tárgyi emlékeket, amelyek a dorogi bányászkodás megismerését elmélyítik. Különösen fontossá vált ez a munka napjainkban, ugyanis 1981-ben ünnepelhetjük a dorogi bányászkodás 200. évfordulóját. 1781-ben *Rücksuss Antal* kapott szénkutatásra engedélyt és ezzel kezdetét vette a dorogi szénmedencében a sok dicsőséget és sok balszerencsét is megért bányászkodás. A jubileumi rendezvények méltó megszervezésére külön bizottság alakult. A bizottságnak munkásmozgalmi, szakmai, kulturális, irodalmi szakértői vannak. Ezuton is kérem az igen tisztelt közgyűlés azon tagjait, akiknek a birtokában a dorogi bányászkodásra vonatkozó írásos vagy tárgyi emlékek vannak, azt közöljék a helyi csoportunk vezetőségével, ugyanis egy kiállítást szeretnénk 1981-ben szervezni, és ez alkalomra lehetőleg minél több tárgyi emléket kívánunk összegyűjteni.

E helyről is szeretnénk kinyilvánítani azon óhajunkat, hogy nagyon megtisztelő lenne, ha az 1981. évi bányásznap Dorogon lenne. Remélem, hogy felettes szerveink e kívánságunkkal egyet fognak érteni.

Most csak annyit szeretnék az egyesületünk elnökének a lapokkal kapcsolatos javaslatához hozzáfűzni,

hogy a magam részéről is és a csoportunk vezetősége részéről is egyetértünk azzal, hogy a Bányászati és Kohászati Lapoknak ebben a terjedelemben és ezen a színvonalon kell megjelennie. Helyesnek tartjuk az elnökség elképzeléseit a tagdíj megemelését és a költségek fedezését illetően. *Podányi Tibor* kollégának a megjegyzéséhez szeretnék csak egy gondolatot hozzáfűzni, hogy szerintem ne osszuk meg a tagságot szakmailag kevésbé művelt, művelt és műveltebb tagokra. Tulajdonképpen jelenleg egyedül a Bányászati és Kohászati Lapok BÁNYÁSZAT című kiadványa az, amelyik a kapcsolatot tartja közöttünk, és amelyből mindenki értesülhet az egyesület munkájáról és természetesen nem utolsósorban a műszaki haladásról.

*

Kreffly Gábor elnök ezek után megköszönte a hozzászólásokat és az elnökség nevében ígéretet tett arra, hogy a bennük foglaltakat az elnökség legközelebbi ülésén meg fogja vitatni. Ezt követően a résztvevők egyhangú szavazással fogadták el mind a főtitkári beszámolóban foglaltakat, mind az ellenőrző bizottság jelentését.

A lapokra vonatkozó határozati javaslattal kapcsolatban elhangzott hozzászólásokra *Kreffly Gábor* elnök az alábbi választ adta:

Itt, ezen a közgyűlésen nincs mód arra, hogy konkrétan döntsünk a tagdíjemelés mértékéről, de nincs is erre szükség. Nincs erre szükség, de nem is tudom, hogy mit szavaztatnánk meg a közgyűléssel. Jelenleg a lapok költsége még nem tisztázódott, és a további MTESZ-támogatásról várhatólag csak május végén lesz döntés. Ezeken túlmenően azt sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy egyesületünk taglétszámának kb. a fele, mintegy 4000—4500 fő technikus és pályakezdő fiatal. Olyan pályakezdő fiatal, aki lakást törleszt, bútort törleszt, GYES-en van a felesége, szóval aki számára egy olyan tagdíj, ami a lapkiadás teljes többletköltségéből ráesne, sok lenne. Nem akarjuk sem a technikus tagtársainkat, sem a pályakezdő fiatalokat olyan választás elé állítani, hogy a túlzottan magas tagdíj miatt azt fontolgassák, hogy kilépjenek-e egyesületünkből, vagy sem.

Ezért arra kérem a közgyűlést, hogy adjon felhatalmazást az elnökségnek mind az általam előterjesztett indítvány, mind a *Podányi Tibor* tagtársunk által előterjesztett kiegészítő javaslat ismételt megtárgyalására, hogy az elnökség a 68. közgyűlésig legjobb lelkiismerete alapján, az egyesület érdekeit messzemenően figyelembe véve rendezze a lapkiadással és a tagdíjjal kapcsolatos kérdéseket.

Válaszának elmondása után *Kreffly Gábor* elnök szavazásra tette fel a határozati javaslatot, amelyet a jelenlevők egyhangúlag elfogadtak.

Kitüntetések

Az elnökség javaslatát *Éles László* kohómérnök, az érembizottság vezetője olvasta fel.

Az érmeket és az azokhoz tartozó okmányokat *Kreffly Gábor*, egyesületünk elnöke nyújtotta át a kitüntetetteknek.

Tisztelt Közgyűlés! Kedves Tagtársak! Kedves Vendégeink!

Egyesületünk elnöksége a szakosztály-vezetőségek javaslata alapján a 67. közgyűlés alkalmával a kiváló egyesületi, szakmai és tudományos munkájuk elismeréseként emlékérem kitüntetésben részesíti a következő tagtársainkat:

a *Mikoviny Sámuel*-emlékérmet adományozza dr. **Horváth Zoltán** okl. kohómérnök tagtársunknak, a Nehézipari Műszaki Egyetem tanszékvezető egyetemi tanárának,

Murvay László tagtársunknak, a rudabányai Érc- és Ásványbányászati Múzeum igazgatójának.

A *Christoph Traugott Delius*-emlékérmet adományozza dr. **Bocsánczy János** okl. bányamérnök tagtársunknak, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányagéptani Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárának.

A *Wahlner Aladár*-emlékérmet adományozza dr. **Simon Kálmán** okl. bányamérnök, okl. külkereskedelmi közgazdászmérnök tagtársunknak, a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet vezérigazgatójának.

A *Debreczeni Márton*-emlékérmet adományozza **Vicze Tibor** okl. bányamérnök tagtársunknak, a Fejér megyei Bauxitbányák termelési osztálya vezetőjének.

A *Soltz Vilmos*-emlékérmet adományozza dr. **Fuchs Erik** okl. kohómérnök tagtársunknak, a Vasipari Kutató Intézet tudományos osztályvezetőjének.

A *Kerpely Antal*-emlékérmet **Pohl László** okl. kohómérnök tagtársunknak, az Ózdi Kohászati Üzemek termelési főmérnökének.

A *z. Zorkóczy Samu*-emlékéremmel tünteti ki **Csömöz Ferenc** okl. kohómérnök tagtársunkat, a Székesfehérvári Könnyűfémmű osztályvezetőjét, valamint **Pintér András** okl. kohómérnök tagtársunkat, a Kohó- és Gépipari Tervező Vállalat kohászati főszaktanácsadóját.

A *Zsigmondy Vilmos*-emlékérmet adományozza dr. **Szabó György** okl. bányamérnök tagtársunknak, az OKGT fúrási főosztálya műszaki tanácsadójának.

1961-ben végezte el az egyetemet. Ettől kezdve a hazai mélyfúrási iparban dolgozott egészen 1977-ig, Tripoliba történő kiküldetéséig. Hamar jónevű, megbecsült fúrómérnök vált belőle. Az OKGT fúrási főosztályára történt áthelyezése után a nemzetközi fúrási szakirodalom egyik legjobb hazai ismerőjévé vált. Szakmájába vágó témakörben egyetemi doktorátust szerzett és több mint 10 publikációja jelent meg a szaklapokban.

Egyesületünknek 1961 óta tagja. 1972-től a kőolaj-, földgáz-, és vízszakosztály titkára. Az egyesületi munkát nagy kedvvel és hozzáértéssel végezte. Működése alatt a szakosztály munkája megerősödött és kibővült.

Jelenleg a Tripoli Egyetemen mélyfúrási ismereteket oktat, és külföldi munkájával hozzájárul a hazai mélyfúrási szakma nemzetközi elismeréséhez.

A *Szentkirályi Zsigmond*-emlékérmet adományozza **Csath Béla** okl. bányamérnök tagtársunknak, a Vízkutató és Fúró Vállalat termelési előadó mérnökének.

Bányamérnöki diplomáját 1950-ben szerezte meg Sopronban. Pályafutását az abban az időben egyre jobban fellendülő olajiparban kezdte. Később sem fordított hátat a fúrási iparnak, hanem annak más területével: a vízbányászattal kezdett foglalkozni.

1960 óta tagja egyesületünknek. Egyesületi életünket két nagy területen igyekszik bővíteni: a vízbányászok mind szélesebb körének bekapcsolásával, és a hazai mélyfúrási iparunk múltjának kutatásával.

Egyesületi tevékenységének ideje alatt bővült ki a kőolaj- és földgázszakosztály a vízbányászati szakcsoporttal, amely egyúttal munkájának eredményét is jelentette. A magyar kútfúrás iparrá fejlesztőjének, Zsigmondy Béla életének és munkásságának lelkes kutatója.

Nagy szorgalommal és hozzáértéssel foglalkozik a hazai hévízkutatás múltjával és publikálja eredményeit.

A *Péch Antal*-emlékéremmel tünteti ki dr. **Schippert László** okl. kohómérnök tagtársunkat, az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet tudományos főosztályvezetőjét, és

Szy Géza okl. kohómérnök tagtársunkat, az Ipari Szerelvény- és Gépgyár műszaki-gazdasági tanácsadóját.

Tisztelt Közgyűlés! Kedves Tagtársaink!

Alapszabályunk előírásai szerint ez évben is közgyűlésünkön üdvözöljük a jubileumi 40 évet elért tagtársainkat. Megköszönjük nekik eddigi munkásságukat, az egyesületünkhöz való ragaszkodásukat és további aktív részvételt és munkát kívánunk mindnyájuknak.

A *z. Zorkóczy Samu*-emlékérem bronzfokozatát kapják ez évben a 40 éves folyamatos tagságot elért következő tagtársaink:

BÁNYAI BÁLINT okl. bányamérnök,

BUBICS GYÖRGY okl. bányamérnök,

dr. HUSZ NÁNDOR okl. bányamérnök,

MÁTRAY LÁSZLÓ okl. kohómérnök,

TETTAMANTI TIBOR, okl. bányamérnök.

*

A közgyűlés résztvevői hosszas ünneplésben részesítették a kitüntetetteket, majd *Kreffly Gábor* elnök az alábbi szavakkal zárta be a 67. küldöttközgyűlést:

Tisztelt Közgyűlés!

Mindenekelőtt sok szeretettel gratulálok kitüntetettjeinknek. Közgyűlésünk végéhez értünk. Szeretném megköszönni a MTESZ székesfehérvári szervezetének, hogy ebben az igazán szép és modern épületben, székházukban tarthattuk meg 67. közgyűlésünket. Köszönöm a fémkohászati szakosztálynak, a Könnyűfémmű és a székesfehérvári helyi csoport vezetőinek, aktíváinak a példás rendezést. Megköszönöm az előadóknak, hogy oly sokat fáradoztak előadásaik összeállításával, főtitkárunknak, ellenőrző bizottságunk vezetőjének beszámolóikat. Külön szeretném megköszönni dr. *Dózsa Lajos*nak, a MAT vezérigazgatójának igen érdekes előadását és dr. *Horváth Zoltán* professzor úrnak a *Széki János*-emlékbeszédet. Végül köszönöm a közgyűlés aktív munkáját és azt, hogy ezekhez a nagy felelősséget jelentő kérdésekhez olyan sokan hozzászóltak, olyan pozitív javaslatokat tettek. Most pedig szeretettel meghívom küldöttközgyűlésünk résztvevőit a közös ebédre, és ezzel küldöttközgyűlésünket bezárom.

*

A küldöttközgyűlés résztvevői a Velence étteremben elfogyasztott ebéd után tetszésük szerint vagy a székesfehérvári Alumíniumipari Múzeumot vagy a Könnyűfémművet tekintették meg.

P—s.

KÖNYVISMERTETÉS

MAR'ENKO, JU. I.: **Kőolaj- és gáztartalmú karbonátos kőzetek** *(Neftegazonoszt' karbonatnüh porod)*. Moszkva, Nedra, 1978. 240 p.

A könyv ismerteti azokat az alapkörülményeket, amelyek között a karbonátos kőzetek szénhidrogéneket tartalmazhatnak. Bemutatja a litogenezisnek és egyes szakaszainak szerepét a szénhidrogének képződésének folyamatában. Felhívja a figyelmet a karbonátos kőzetek üledékes kőzetképződési szakaszának sajátosságaira, mivel a karbonátos kőzetek ebben a vonatkozásban lényegesen különböznek a szárazföldi kőzetektől. A szakaszosságszemlélet alapján vizsgálja a karbonátos kőzetek szénhidrogén-tárolásával kapcsolatos problémák megoldása szempontjából fontosabb tényezők szerepét. Ilyen tényezők: a karbonátos tárolók és képződési sajátosságaik, a karbonátos üledékekben kialakult szénhidrogéntelepek fedőkőzetei, karbonátos földtani testek és keletkezésük, a karbonátos rétegsorokban elhelyezkedő szénhidrogén-anyakőzetek és szénhidrogénképző formációk, a szénhidrogének vándorlása, a karbonátos kőzetekben kialakuló csapdák és bennük a kőolaj és a gáz felhalmozódása.

A szénhidrogén-tárolás főbb tényezőinek elemzése alapján tisztázni lehetett azokat a törvényszerűségeket, amelyek szerint egy-egy szénhidrogén-medencén belül a karbonátos kőzetekben a kőolaj és a gáz eloszlása végbemegy. A könyv ismerteti a szénhidrogén-medencék főbb típusait, és bemutatja, milyen fontos jelentősége van tanulmányozásuknak a kőzet- és szénhidrogénképződési folyamatok megértése szempontjából.

A szerző a könyvet azoknak a geológusoknak és szénhidrogénbányászati szakembereknek szánta, akik a karbonátos kőzetekben kialakult szénhidrogén-telepek litológiájának, megismerésének és feltárásának kérdéseivel foglalkoznak. A tíz fejezetből álló anyagot 23 táblázat, 41 ábra és 180 tételes irodalmi hivatkozás egészíti ki.

A könyv Budapesten, a Szovjet Tudomány és Kultúra Házának műszaki könyvtárában található.

Szegesi K.

Rudazatos mélyszivattyús berendezés üzemi paramétereinek meghatározása

BARABÁS LÁSZLÓ

A tanulmány számítási eljárást ismertet a mélyszivattyú-rudazat terhelésének meghatározására. A módszer a legnagyobb jelentőséget a dimenzió nélküli rudazatnyúlásnak tulajdonítja. Az eljárás lehetővé teszi mélyszivattyú-berendezések üzemének tervezésekor a műszakilag és gazdaságilag optimális változat kiválasztását.

A simarúd terhelésének számítására számtalan eljárást dolgoztak ki. Az összes befolyásoló tényezőt figyelembe vevő összefüggések azonban bonyolultak. Ezért minden módszernél bizonyos fokú egyszerűsítés vált szükségessé. A számított és mért üzemjellemzők összehasonlítása jól mutatja a különböző szimulálások korlátait. Minden számítási módszernek az a célja, hogy a rudazatos mélyszivattyús berendezés terhelését jól jellemezze a simarúd útja mentén. Szükséges ez a üzemviszonyok megértéséhez és az üzem közbeni ellenőrzéshez.

Az API RP 11L számítási eljárása

Korszerű számítási eljárást közöl az API RP 11L [1]. A számítás a vizsgálatok során nyert adatok korrelációján alapszik. A mélyszivattyús berendezést elektronikus analóg számítógépen modellezték, amely a fontosabb mechanikai viszonyokat pontosan leírta [2]. Egyes független paraméterek alapulvételével meghatározták a függő paramétereket. A független változók módosítása mellett számos mérést végeztek, és az így kapott paramétereket regisztrálták. Az eredmények egyszerűbb feldolgozása érdekében a változókat dimenzió nélküli csoportokba foglalták, és a korrelációs függvényeket a független és a függő, dimenzió nélküli csoportok között határozták meg.

A szimulálást hagyományos geometriai felépítésű mélyszivattyús berendezésre alapozták. Ennek megfelelően az alábbi feltételeket fogadták el:

1. a löket felénél a hajtórúd keresztgerendán levő csapja és a közlőmű lassú járatú tengelye egyazon függőlegesen van;
2. az ellensúly a forgatókaron helyezkedik el;
3. a berendezés hajtóegysége olyan motor, amelynél a szlip értéke átlagos;
4. a súrlódási hatások elhanyagolhatók.

Az analóg modell elkészítésénél lehorgonyzott termelőcsövet tételeztek fel. Mivel számos kútban a termelőcső nincs lehorgonyozva, tehát nyúlása is van, ezt korrekcióval veszik figyelembe.

Az analóg modell kidolgozásakor nem tudtak minden szempontot figyelembe venni. A rendkívüli üzemviszonyokra tekintettel kell lenni, mivel ezek a számítási pontosságot csökkenthetik. Ilyenek lehetnek

— a ferde vagy görbe lyuk,
— a nagy viszkozitású folyadék,
— a túlzott homoktermelés,
— a túlzott gáztermelés,
— és az az eset, amikor a kút felszállva is termel.

A módszer ellenőrzése során azt találták, hogy a mért, illetve számított értékek jól egyeznek, tehát a megoldás a korábbi számítási eljárásoknál pontosabb üzemjellemzőket eredményez. Ennek egyik előidézője az, hogy az API-módszer az eddigiekkel ellentétben számol a rudazat tömegének a hossz mentén való megoszlásával. Ezenkívül a rudazatban fellépő gerjesztett hullámok hatását is figyelembe veszi. A számításhoz szükséges adatok:

L a beépítési mélység,
L_d a dinamikus nívó,
d a dugattyúátmérő,
d_t a termelőcső-átmérő,
d_r a rudazatátmérők,
n a löketszám,
s a simarúd lökethossza,
γ_{rel} a relatív folyadékfajsúly,
E a rugalmassági állandó,
G_r a száraz rudazat folyómétersúlya.

Ezeken kívül ismerni kell a rudazat felépítését és azt, hogy a termelőcső lehorgonyzott-e vagy szabadon függő. A számítások során a képletekben a paraméterek SI-mértékegységben szerepelnek, kivéve a hozamot és a löketszámot, amelyeknek m^3/nap, ill. 1/min az egysége. Ezeknek az adatoknak ismeretében meghatározhatók a következők:

A dugattyúra ható differenciális folyadékterhelés:

$$F_l = 7{,}69 \cdot 10^3 \gamma_{rel} d^2 L_d.$$

A rudazat rugóállandója egylépcsős rudazat esetén:

$$k_r = \frac{EA_r}{L},$$

ahol A_r a rudazat fémes keresztmetszete.

Több lépcsős rudazat esetén a rugóállandó számítása:

$$\frac{1}{k_r} = \frac{1}{E}\left(\frac{L_1}{A_{r1}} + \frac{L_2}{A_{r2}} + \ldots\right),$$

ahol L_1, L_2 ... a rudazatszakaszok hossza,
A_{r1}, A_{r2} ... a rudazatszakaszok keresztmetszete.

A lehorgonyzatlan termelőcső rugóállandója:

$$k_t = \frac{EA_t}{L},$$

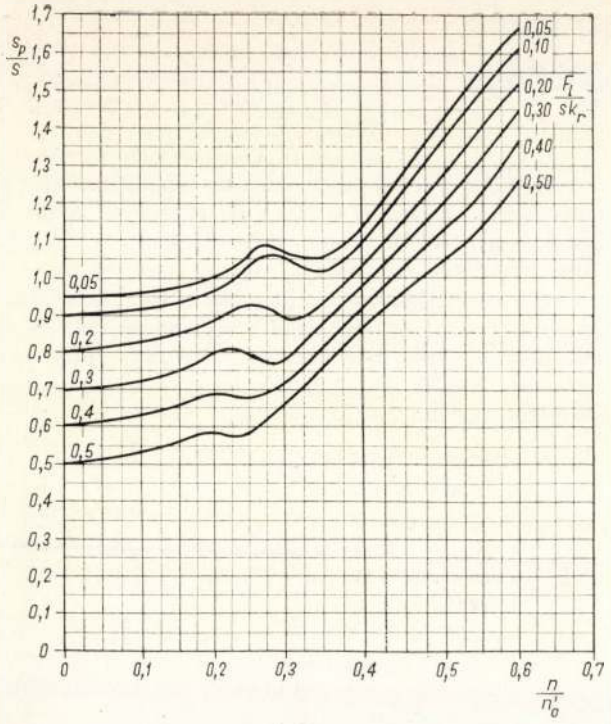
ahol A_t a termelőcső fémes keresztmetszete.

A fenti számított adatok felhasználásával megadható a számítási módszer két független, dimenzió nélküli paramétere.

Az egyik dimenzió nélküli paraméter az F_l/sk_r, amely azt a rudazatnyúlást adja simarúd-lökethosszban kifejezve, amelyet a sztatikus folyadékterhelés okoz.

A másik paraméter az n/n_0, amely a löketszám és a rudazat szabadlengési frekvenciájának hányadosa.

Az impulzus a hang terjedési sebességével halad



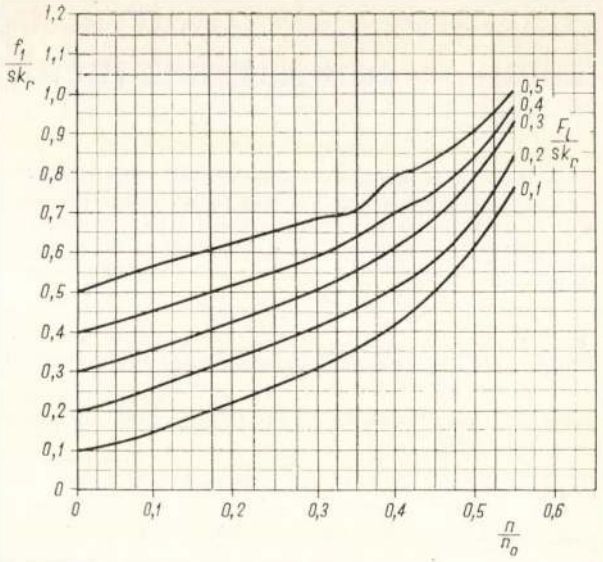
1. ábra

végig a rudazaton. Ezt 5000 m/s-nak feltételezve, a szabadlengés frekvenciája a következőképpen kapható:

egylépcsős rudazatra $n_0 = \frac{75\,000}{L}$,

több lépcsős rudazatra $n_0' = \frac{75\,000 f}{L}$.

Az f frekvenciatényező a rudazat felépítésétől függ, egylépcsős rudazatra $f=1$, több lépcsősre ennél nagyobb. Értéke az API RP 11L-ben közölt diagramokból olvasható le az aktuális rudazat-összeállítástól függően.



3. ábra

E független dimenzió nélküli paraméterek ismeretében a függő dimenzió nélküli változók diagramokból határozhatók meg. Ezek a következők:

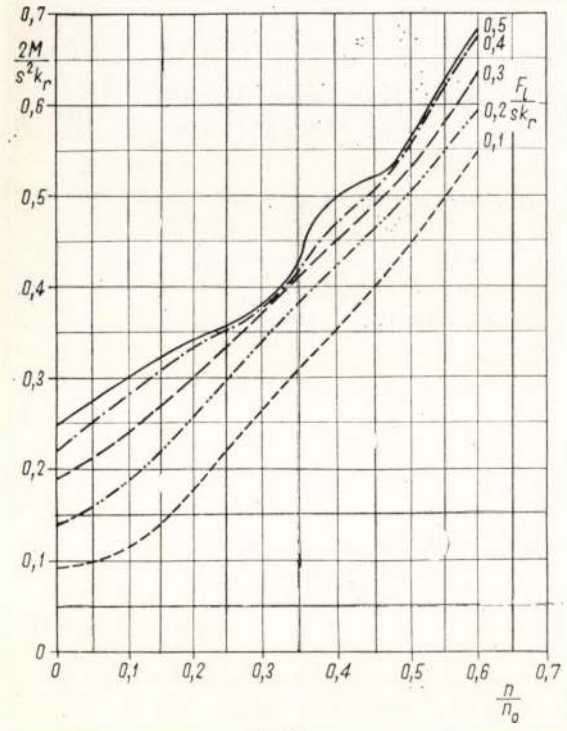
s_p/s a tényleges dugattyúút *(1. ábra)*,

$2M/sk_r$ a maximális nyomaték *(2. ábra)*,

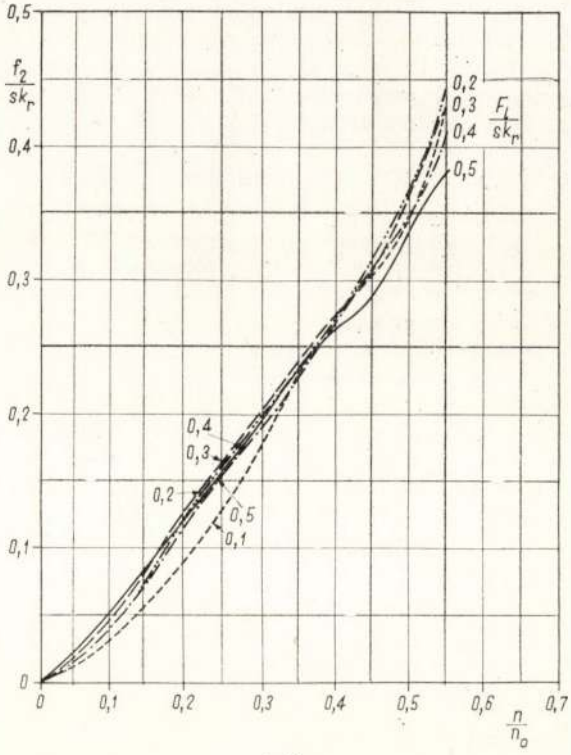
f_1/sk_r a maximális simarúd-terhelés *(3. ábra)*,

f_2/sk_r a minimális simarúd-terhelés *(4. ábra)*,

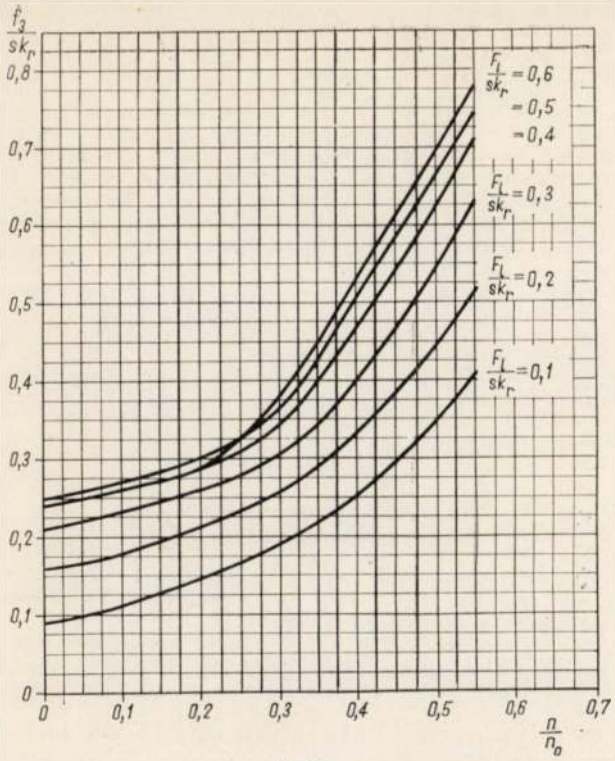
f_3/sk_r a simarúd-teljesítmény *(5. ábra)*.



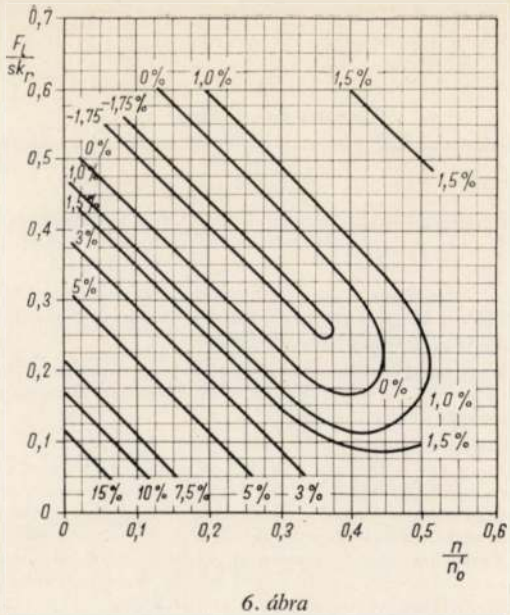
2. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Az üzemjellemzők számítása

A függő dimenzió nélküli paraméterek alapján már számíthatók a mélyszivattyúzás következő üzemjellemzői:

A tényleges dugattyúút:

$$s_p = \left(\frac{s_p}{s} s\right) - \left(F_l \frac{1}{k_t}\right).$$

(Lehorgonyzott termelőcsőre $1/k_t = 0$.)

Az elméleti folyadékszállítás:

$$q = 1{,}13 \cdot 10^3 s_p n d^2.$$

A maximális simarúd-terhelés:

$$F_{\max} = F_{rt} + \left(\frac{f_1}{sk_r} sk_r\right).$$

A minimális simarúd-terhelés:

$$F_{\min} = F_{rt} - \left(\frac{f_2}{sk_r} sk_r\right).$$

A terhelések számításakor F_{rt} a „nedves" rudazatsúly; számítása az F_r „száraz" rudazatsúly alapján:

$$F_{rt} = F_r(1 - 0{,}128\gamma_{rel}).$$

A maximális forgatónyomaték:

$$M_{\max} = \frac{2M}{s^2 k_r} sk_r \frac{s}{2} M_a.$$

A simarúd-teljesítmény:

$$P = 1{,}65 \cdot 10^2 \frac{f_3}{sk_r} sk_r sn.$$

A szükséges ellensúly:

$$F = 1{,}06\left(F_{rt} + \frac{1}{2} F_l\right).$$

A maximális hajtómű-nyomaték számításakor az M_a korrekciós tényezőt kell használni, mivel minden nyomatékértéket csak az

$$\frac{F_{rt}}{sk_r} = 0{,}3$$

értékre határoztak meg a *2. ábrán*. Ha értéke ettől eltér, akkor a korrigálás módja a következő. A *6. ábrán* F_l/sk_r és n/n_0' függvényében leolvasunk egy százalékos értéket, Z-t. Ennek ismeretében a korrekciós tényező

$$M_a = \frac{Z}{10}\left(\frac{F_{rt}}{sk_r} - 0{,}3\right) + 1.$$

Összefoglalás

A fenti számítási eljárás a legnagyobb jelentőséget a dimenzió nélküli rudazatnyúlásnak tulajdonítja. Ebben viszont csak a sztatikus folyadékterhelést veszi figyelembe, más jellegű terhelések hatásait nem említi.

Azokban a mezőkben, ahol a kutak gyűjtővezetékre termelnek, és a folyadék viszkozitása is elég nagy (pl. Nagylengyel), a vezetéknyomás és a súrlódás jelentős terhelésnövekedést eredményez. Mindezeket figyelembe véve, és kibővítve a korrelációs függvények körét az alacsony dinamikus nívójú és beépítésű kutakra is, a módszer kiterjeszthető és alkalmassá tehető több típusú rendszerre.

E szempontok figyelembevételével a nagylengyeli mező kútjaira végzett számítások jól egyeznek a tényleges üzemjellemzőkkel [3].

A számítási eljárás célja, hogy a mélyszivattyú-berendezés tervezésekor műszakilag és gazdaságilag egyaránt optimális választási lehetőségünk legyen.

IRODALOM

[1] Recommended practice for design calculations for sucker rod pumping systems, API RP 11L, second ed., March 1972.
[2] Elekctric analog study of sucker-rod pumping systems. API Drilling and Production Practice 1968, 232—49.
[3] *Barabás L.*: A nagylengyeli mélyszivattyús termelés sajátosságai és számítási eljárása kutak termelőberendezéseinek tervezéséhez. Diplomaterv, 1974.

A geotermikus energia és alkalmazásának gyakorlati szempontjai Franciaországban

Az új energiaforrások tárgyában rendezett konferencián két érdeklődésre számot tartható előadás hangzott el a geotermikus energia hasznosításáról.

Az első összefoglalás ismertetés volt a geotermikus energia felhasználásának helyzetéről, a második az egyik megvalósítás tapasztalatairól számolt be részletesen.

Általános megállapítás volt, hogy bár a geotermikus energia hasznosítása jelentős beruházást igényel, mégis az eddigi tapasztalatok alapján reális a jövője.

A kísérleti hasznosítás a jelentős tárolóval rendelkező, a dogger háromszöget is magában foglaló Párizsi-medencében volt, amely az utóbbi időben folytatott kőolajkutatás eredményeképpen jól ismert. A 60—70 °C hőmérsékletű termálvíz különböző sókat tartalmaz, azért hőtartalmának egy hőcserélőn keresztül való hasznosítása után vissza kellett sajtolni kellő távolságban telepített visszanyomó kúton át a tárolóba. Kettős (termelő és besajtoló) kútkiképzés mintegy 1800 m mélységben 7—8 millió F.

Más kevésbé ismert területeken, mint Limogne, Bresse, Rhonevidék nagyobb mélységeinél 10—12 millió F.

A fosszilis energiafajtákkal való összehasonlítás alapján megállapították, hogy a geotermikus energia ezekkel versenyképes.

Az első három telepen a hasznosítás régi és újabb lakásokban gyenge szigeteléssel és padlófűtéssel valósult meg. Ezek tapasztalatai alapján rendszeres kutatás kezdődött és elméleti alapon munkamódszert dolgoztak ki.

A geotermikusenergia-hasznosítás komoly beruházást igényel, amelyhez még hozzájön a geológiai kockázat. Ennek ellenére 1985-ig 300 000—500 000 lakás geotermális vízfűtését tervezik. Ehhez állami támogatást és ösztönzést adnak, mert magáncsoportok részére nem eléggé vonzó.

A Geotermikus Energia Bizottság hitellehetősége 1975-ben még igen kicsi volt, 1976-ban és 1977-ben már érezhetően és 1978-ban jelentősen növekedett.

A segítés alapelve lehetővé tesz 2—3 éves fizetési haladékot, 6—7 évi részletfizetést, amely 10 éves finanszírozásnak felel meg névleges kamattal. A geológiai kockázatot is figyelembe veszik az árajánlati ár 80%-áig. Geológiai sikertelenség esetén minden visszafizetést törölnek.

Nem lehetséges a kutak hozamát, a víz hőmérsékletét, a visszasajtolás nyomását előre kellő pontossággal meghatározni. Az első kísérletek kis hozamokat eredményeztek, rétegkezeléssel növelték a beáramlást. A felhasználás fejlődését különböző szivattyúk és hozzá szükséges szerelvények kifejlesztésével tervezik.

A HLM számos lakótelep tulajdonosa és ügyintézője a Párizs környéki geotermikusenergia-hasznosításban a GEB hozzájárulásával szerepet vállalt. A TOTAL C. F. D. csoport Villeneuve-La-Garenne-ben szerzett tapasztalatait ismerteti. A geotermikus energia hasznosítását feladatkörükbe esőnek érezték, hiszen vannak geológusaik, fúrósaik, hőtechnikusaik és fűtésüzemeltetőik is. A geotermikus energia mellett kiegészítő csúcsenergia szükséges, erre az olaj jól használható, és azt ők osztják szét. 1975-ben Párizs ÉNy-i peremkerületében, Villeneuve-La-Garenne-ben kezdték meg a geotermikus fűtést. Ez a hasznosítási kísérlet felszínre hozta mindazokat a nehézségeket, amelyekkel új energiák, különösen a geotermikus energia alkalmazásánál találkoznak.

Az 1700 m körüli mélységben települt dogger réteg eléréséhez harántolni kellett a 600—800 m közötti Albien réteget, amely Párizst ivóvízzel látja el. Hogy megvédjék ezt a vizet a termálvíz korrodeáló hatásától és a baktériumos fertőzéstől, üvegszálas béléscsövet használtak irányított ferdefúrásban, a világon először. Az 54 °C hőmérsékletű vizet adó kutak 50 m³/h-s hozamát 300 m-ben beépített speciális szivattyúval 160 m³/h-ra növelték.

A gazdasági probléma kettős volt: egyrészt a tulajdonosok és a bérlők elfogadták ugyan az új energia használatát, de csak azzal a feltétellel, hogy ugyanannyit vagy inkább kevesebbet fizetnek érte, mint az előzőért, másrészt a vállalkozóknak, tekintve a nagy beruházási költséget, hosszú időtartamú (15) év szerződést kellett elérniök.

Az előzetes terv szerint a vállalkozást gazdaságosnak ítélték meg, azonban mivel a kutak hozama és a víz hőmérséklete nem érte el a tervezettet, és a visszasajtoláshoz 16 bar helyett 48 bar nyomásra volt szükség, és az állami hozzájárulás majdnem fele lett, mint a tervezett, a kísérleti vállalkozás több milliós veszteséggel járt. E kísérleti beruházás évi 2700 t olajmegtakarítást eredményez, azért az importmegtakarítás miatt az állami támogatás növelése indokolt. Adókkal, illetve szubvenciókkal az állam határozza meg vagy írja elő a különféle energiák árát, így egyedül ő dönthet a geotermikusenergia-felhasználás sorsáról.

Petrole et Techniques, 1978. ápr.

Kassai Lajos

*

Újabb sikeres rétegrepesztés a miocén homokkő rétegben

Jugoszláviában, az INA-Naftá-hoz tartozó petesházai mezőn a *Pg-1.* kútban 2846—2851 m mélységben a miocén gáztartó homokkövet sikeresen megrepesztették.

5 m³ 12%-os HCl- és 3%-os HF-oldattal rétegkezelést végeztek, majd 85 m³ alkoholbázisú géllel 12 t homokot nyomtak be. Számításuk szerint 7 mm széles, 660 m hosszú repedés keletkezett.

A kút termelése a kezelés előtt 1200 nm³/d gáz volt, amely a savazás után 8000 nm³/d-ra nőtt.

A repesztés után 16 napi termelést követően a termelés az alábbi:

Fúvókaátm. mm	Kútfejnyomás bar	Gázhozam nm³/h
2,5	200	900
3,5	180	1400
5	135	1950

A hozam fenntartása céljából a kutat kis depresszióval működtetik.

Szabó József
okl. mérnök
(INA-Nafta, Lendava)

*

Csökkentik a benzin ólomtartalmát Nagy-Britanniában

A brit kormány határozata szerint 1981. január 1-től a benzin ólomtartalmát a jelenlegi literenkénti 0,45 g-ról 0,4 g-ra kell csökkenteni. A természetvédelmi szakemberek véleménye szerint a literenkénti ólomtartalmat — az NSZK-hoz hasonlóan — 0,15 g-ra kellene csökkenteni.

Europe Oil-Telegram, 1979. 9. sz.

Szegesi K.

*

Az NSZK legmélyebb földgázkutató fúrása

A Bajor-Alpok területén, Lenggries és Garmisch-Partenkirchen között a *Vorderriß-1.* jelű fúrást 6468 m talpmélységben befejezték. Habár a fúrás gáztelepet nem tárt fel, a földtani viszonyok arra utalnak, hogy az Alpok alatt földgáztelepek jelenlétére lehet számítani. A fúrás más vonatkozásban is rekordnak számít, ugyanis 30 millió DM-ba került.

Europe Oil-Telegram, 1978. 96. sz.

Szegesi K.

Nem mozgalom — rendszer! DH-munkarendszer az OKGT területén

RUZICSKA GYÖRGY

A szerző a DH-munkarendszer szervezési metodikájával foglalkozik. Ismerteti a nehézipar területén ezzel kapcsolatosan kialakult koncepciót, a gyakorlati megvalósítás feltételeit és lépcsőit, majd a munkarendszernek az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt területén való meghonosítása során szerzett tapasztalatokat, valamint a továbbfejlesztés fő irányvonalát és feladatait.

Az MSZMP KB 1978. december 6-i ülése a népgazdaság fejlődésének kulcskérdéseként helyezte előtérbe a termelés minőségi és hatékonysági tényezőit.

1978. XII. 15-én ülést tartott a Szakszervezetek Országos Tanácsa, amely konkrétan foglalkozott többek között azzal, hogy a jövőben minden erőt összpontosítani kell a hibák felszámolására, a minőségi munkavégzés kialakítására. Ahhoz azonban, hogy a magasabb minőségi színvonal valóban érvényesüljön, egyre fokozottabb mértékben kell felhasználnunk azokat a korszerű módszereket, amelyek a vezetés valamennyi szintjén képesek eredményesen segíteni az előzőekben kitűzött célok elérését.

Napjaink égető gazdasági kérdéseinek megoldásához különösen jó eszköz a DH-munkarendszer, melynek konkrét formában való megszervezésével és bevezetésével koncentrált támadást indíthatunk a hibák ellen.

Az OKGT vállalatai 1973-tól foglalkoznak a DH-munkarendszer gyakorlati meghonosításával. Elsőként a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár és a Zalai Kőolajipari Vállalat, majd a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat, a Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem, a Geofizikai Kutatási Üzem és az Ásványolajforgalmi Vállalat alakította ki a DH-munkarendszer szűkebb értelmezésben vett formáját, az ún. *DH-javaslattevő metodikát*. Ennek lényege, hogy a vállalatok dolgozói, illetve különböző szintű vezetői a vállalat bármely munkafolyamatában észlelt hibák megszüntetésére javaslatot nyújtanak be, amelyeket előre meghatározott időpontokban összehívott vállalati (üzemi, üzemegységi) DH-bizottság értékel. Az elfogadott javaslatokat 100—500,— Ft-ig terjedő összeggel jutalmazzák, azonnal beváltható ún. DH-csekk vagy egyéb formában. Ezzel egyidejűleg díszes kivitelű levélben köszöni meg a vállalat a dolgozónak a munkavégzés minőségének megjavítására vagy ésszerűsítésére tett javaslatát. Az elutasított javaslatokat is természetesen megfelelő módon köszönő levél formájában visszajelzik.

Amennyiben a DH-javaslat a bizottság értékelése szerint megfelel az újítási rendeletben előírt kritériumoknak, a javaslatot újításként kezelik. Azokat az újításokat pedig, amelyek nem felelnek meg az előírt kritériumoknak, de a vállalat szempontjából hasznosak, DH-javaslatként kezelik.

A javaslattevő metodika előnye: szemléletet formált pozitív irányban, s ezzel a munka jobb, hatékonyabb végzésére ösztönzött.

— Hátrányai: csak javaslatok érkeztek, hibajelzések kevésbé;
— megkerülte a hierarchiát, emiatt vezetési szinteket hagyott ki;
— a DH-javaslatok azonnal a felső vezetési szintre kerültek, így sok olyan problémával foglalkoztak felső szinten, aminek megoldása nem is oda tartozott;
— a DH-munkarendszer szűkebb körű értelmezéséhez vezetett.

Az előzőek alapján elmondható, hogy a gyakorlatban meghonosodott DH javaslattevő metodika hátrányai ellenére nagymértékben elősegítette a hibafeltárás társadalmasítását, a dolgozók tulajdonosi szemléletének további erősödését. Hiányzott azonban e hasznos tevékenységből három lényeges tényező, a folyamatosság, a rendszerjelleg és a kényszerpálya.

1975 után ennek ellenére több OKGT-vállalat kezdte meg a DH-munkarendszer előzőekben vázolt formájának meghonosítását, és 1977. június 1-ig mindenütt döntöttek a munkarendszer bevezetéséről.

A DH-munkarendszer elterjesztésére vonatkozó határozatok végrehajtása érdekében dr. *Bán Ákos* vezérigazgató trösztі munkaverseny- és DH-bizottságot hozott létre, melynek elnöke a műszaki vezérigazgató-helyettes. Ezzel egyidejűleg a DH-munkarendszer kialakításának irányításával, szervezésével, koordinálá-

1. táblázat

A beérkezett hibajelzések száma és megoszlása

Vállalat	Hibajelzések száma, db	Elért gazdasági eredmény eFt
NKFV	572	6 764,7
ÉGÁZ	62	1 010,0
ZKV	65	148,8
DGK	44	825,0
Összesen	743	8 748,5 eFt

2. táblázat

Az egyes vezetési szintekre beérkezett hibajelzések száma

Vállalat	NKFV	ÉGÁZ	ZKV	DKG	Összesen
I. vezetési szint (csop. vez., művezető stb.)	252	34	38	16	340
II. vezetési szint (főov., üzemegys. vez. stb.)	298	23	25	24	370
III. vezetési szint (ig. h., igazgató)	22	5	2	4	33
Összesen	572	62	65	44	743
Ebből trösztі szintre továbbított hibajelzés (szakig., vezérig. h.)	2	—	2	2	6

3. táblázat

A beérkezett hibajelzések jelleg szerint csoportosítva (%)

Vállalat	NKFV	ÉGÁZ	ZKV	DKG
Technológiai	31	23	30	49
Biztonságtechnikai (környezetvédelmi)	20	29	28	4
Tervezési	19	25	12	—
Munkaszervezési	27	16	21	24
Egyéb	3	7	9	23

sával kapcsolatos feladatok ellátását az OKGT szervezési főosztályának hatáskörébe utalta.

Az OKGT munkaverseny- és DH-bizottsága a munkarendszernek a tröszt egész területén történő fokozatos, tervszerű előkészítése, bevezetése és eredményes működtetése érdekében intézkedési tervet dolgozott ki. Ennek szellemében

1. központi DH-irányelveket és konkrét munkaprogramot adtunk ki a tröszti-központ által meghatározott célkitűzések alapján az V. ötéves terv hátralevő időszakára és a VI. ötéves terv első évére a tröszt-központban működő szakigazgatóságok vezetői és egyes funkcionális főosztályok vezetői részére, valamint a munkarendszert alkalmazó vállalatok oktatási, hibafeltárási, érdekeltségi stb. munkáinak folyamatos segítésére.
   A feladatok kijelölésénél figyelembe vettük, hogy a DH-munkarendszer bevezetésében az OKGT keretében működő gazdasági egységek egymástól eltérő fejlettségi szintet értek el. Ennek következtében az elkövetkező évek feladatait differenciáltan, az eddig elért fejlettségi színvonalnak megfelelően határoztuk meg. A központi irányítás és a DH-munkarendszer egységes fejlesztése szükségessé tette a szakigazgatóságok közvetlen bevonását e tevékenység irányításába, koordinálásába és ellenőrzésébe.
   A program célja:

— az V. ötéves tervidőszak hátralevő évei alatt a tröszt keretében működő vállalatok dolgozó kollektíváiban egységes értelmezés alapján *tudatosodjanak a DH-munkarendszer* alapelvei és alkalmazásának célszerűsége. Kidolgozásra kerüljenek a hibafeltárás és -elhárítás módszerei, a DH-munka értékelési rendszere, az erkölcsi és anyagi érdekeltségi módszerek;

— az egyes vállalatoknál már alkalmazásba vett módszerek, tevékenységek köre szélesedjen és eredményei a többi gazdasági egységnél is bevezetésre kerüljenek.

   Ennek alapján tovább folytattuk és rendszeresebbé, szervezettebbé tettük a vállalatok felső- és középszintű vezetőinek DH-oktatását.

2. Propagandamunkánk hatékonyságának növelése érdekében OKGT-emblémával ellátott DH-plakátokat készíttettünk, melyeket minden vállalat részére nagy példányszámban megküldtünk. Ezek egyikét bemutatjuk. (Lásd a borító hátlapját!)
   Ezzel egyidejűleg felhívtuk azoknak a vállalatoknak a figyelmét — ahol erre a célra megfelelő technikai eszközökkel rendelkeznek —, hogy fejtsenek ki nagyobb propagandatevékenységet saját területükön DH-híradók, plakátok, a DH-munkarendszert ismertető, valamint egyéb tájékoztató kiadványok kiadásával, a vállalati, üzemi lapokon keresztül pedig rendszeresen közöljék a DH-tapasztalatokat.

1977-ben a NIM DH szaktanácsadó szolgálata a NIM Vállalatfelügyeleti főosztály felkérésére értékelte a tárcához tartozó trösztök, országos vállalatok DH-tevékenységét és megállapította, hogy az OKGT munkaverseny- és DH-bizottság által 1977-ben hozott konkrét intézkedései és döntései alapján végzett DH-tevékenység eredményeként a tárcához tartozó trösztök, országos vállalatok közül az OKGT területén történt a legnagyobb előrelépés. Ugyanakkor kezdeményezték, hogy az OKGT területén elterjedt, a figyelem felkeltését segítő DH javaslattevő metodikát kell hogy váltsa az egész vállalatot átfogó, a *folyamatokra épített hibainformációs rendszer,* amely már alkalmas a minőségi munkavégzés kialakítására és meghonosítására. Ennek megfelelően az előttünk álló feladat a következő:

a) ki kell dolgozni a DH-munkarendszer szervezési metodikáját, és ezt meg kell valósítani a tröszti szervezet keretei között;

b) a folyamatos hibafeltárási (veszteségforrás-feltárási) tevékenységet kényszerpályára kell terelni, és folyamatosan működő rendszerként kell fenntartani.

A kérdés az volt, hogyan fogjunk hozzá, hogy *egységes rendszer* alakuljon ki a tröszt egész területén.

Mindnyájunk előtt ismert, hogy a DH-munkarendszer szervezése *teljesen új tevékenységi terület,* mivel feladata a társadalmi erőforrások felhasználásával, a minőségre és hatékonyságra orientált tevékenységek koordinálása, összefogása és eredményességük számbavétele. Bár ezek a tevékenységek a vállalatokon belül szétszórtan léteznek, funkcionális irányításukra a vezetés jelenleg nem rendelkezik sem megfelelő rendszerrel, sem céltudatosan kialakított módszerekkel.

A NIM DH szaktanácsadó szolgálatnál olyan koncepció született, hogy a *DH-munkarendszer* olyan, a vállalati folyamatokra ráépülő *segédrendszer* megteremtését igényli, amely szorosan illeszkedve a meglevő hierarchikus szervezetekhez, képes ellátni a *minőség irányításának* funkcióját, ugyanakkor megvalósításának *költsége minimális,* mivel a szervezett együttműködésre támaszkodva szervezése nem igényel semmilyen többletlétszámot.

Ennek szellemében kezdtünk el foglalkozni a DH-munkarendszer szervezési metodikájának kialakításával és gyakorlati megvalósításával a tröszti szervezet keretei között.

A tröszti szintű DH-munkarendszer minőségbiztosítási rendszerig való kiépítése több szakaszból áll. Első lépcsőben a tröszt szervezési főosztálya a NIM DH szaktanácsadó szolgálattal együttműködve kidolgozta, és az OKGT munkaverseny- és DH-bizottsága vezérigazgatói jóváhagyással kísérleti jelleggel 1978. augusztus 1-vel beindította a tröszti szintű hibainformációs, — hibafeltáró és -elhárító — rendszert és működési rendjét vertikális irányban azoknak a vállalatoknak a közreműködésével, amelyeknek már bizonyos

tapasztalatuk volt ezen a területen (DKG, ZKV, NKFV, ÉGÁZ), valamint a tröszt-központ teljes apparátusának bevonásával. *A DH hibainformációs rendszert a DH-munkarendszer alappillérének tekintjük.*

A DH hibainformációs rendszer működésbe hozásakor a vállalati hierarchiára épülő egységes DH hibajelző és -elhárító lapot előre meghatározott kényszerpályán indítottuk. A rendszer működtetése során, bármely időpontban észlelt hibajelzés arra az adott, vagy felsőbb vezetési szintre juttatható, melynek hatáskörében a jelzett hiba oka (veszteségforrás) megszüntethető és ezzel egyidejűleg a hiba észlelőjének a visszajelzés, valamint az erkölcsi és anyagi megbecsülés biztosítható.

A rendszer sikeres beindítása érdekében a következőket tettük:

— egyrészt a vállalati törvény szellemében, visszacsatolásos jelleggel, széles körű együttműködéssel alakítottuk ki az alkalmazandó speciális módszereket és a végrehajtandó programokat,

— másrészt a célirányos elméleti felkészítés szempontjainak megfelelően valamennyi vezetési és végrehajtási szint részére kialakítottuk és folyamatosan működtetjük az elméleti és gyakorlati oktatás formáit.

Ezzel egyidejűleg:

— meghatároztuk és következetesen ellenőrizzük a rendszer kialakításának és bevezetésének lépcsőit;

— kidolgoztuk az alkalmazandó vállalati, illetve tröszti szintű DH hibainformációs rendszer ügyviteli és működési szabályzatát;

— meghatároztuk a tröszt-központ dolgozóinak előzőekkel kapcsolatban elvégzendő feladatait;

— kidolgoztuk és valamennyi OKGT-vállalat részére megküldtük a DH erkölcsi és anyagi ösztönzési rendszerét az egységes elvek és módszerek alkalmazása céljából;

meghatároztuk, hogy a tröszti szintű hibainformációs rendszer működtetése során szerzett tapasztalatokat az OKGT munkaverseny- és DH-bizottsága rendszeresen értékeli és a tapasztalatok ismeretében kiterjeszti a rendszer alkalmazását a tröszt egész területére.

A rendszerrel szemben a következő korlátozó követelményeket kellett támasztani:

1. nem veheti át a vállalat rendszerében működő egyetlen tevékenység vagy folyamat szerepét sem (beleértve a mozgalmi tevékenységet is);
2. kényszerpályán működő rendszerként szorosan a meglevő vállalati hierarchiához és munkafolyamataihoz kell illeszkednie;
3. nem azonosulhat egyetlen funkcionális tevékenységgel sem.

Az előzőek figyelembevételével dolgoztuk ki és hoztuk működésbe a tröszti szintű hibainformációs rendszert, és elterjesztése érdekében a tröszt többi vállalatánál való beindításának megfelelő előkészítését jelenleg folyamatosan végezzük.

A tröszti szintű DH hibainformációs rendszer

— bevezetése és folyamatos működtetése 1978-ban az előzőekben ismertetett vállalatok területén indult be, majd a tröszt valamennyi vállalatánál folyamatosan megvalósul 1979-ben;

— az eddig alkalmazott veszteségfeltáró tevékenységek közé a vállalati (tröszti) munkarendbe beépülve olyan új vonást visz, melynek keretében a hibák (veszteségek) és a rejtett tartalékok feltárásának folyamatossága és társadalmasítása történik és honosodik meg;

— az üzemi-munkahelyi demokrácia további széles körű kibontakoztatását segíti elő, mivel mindenkit bevon a hibák feltárásába és a hiba okának megszüntetésébe;

— a rendszer kiépítése teljesen összhangban van a vállalati törvénnyel, a vállalatok önállóságát erősíti;

— elősegíti a tulajdonosi szemlélet szélesebb körű kibontakozását;

— a rendszert a legnagyobb segítés elve alapján dolgoztuk ki a vállalati problémák megoldására, meghonosításában aktív tevékenységet folytatunk;

— a rendszer nyitott, ha más vállalatnak kell hibajelzést adni vagy onnan fogadni.

1978. szeptember 18-án a NIM DH szaktanácsadó szolgálata által az OKGT-ben megrendezett trösztök, országos vállalatok, egyesülések DH-titkárainak tanácskozása megvitatta — az OKGT-nél alkalmazott DH-modell gyakorlati tapasztalatai alapján — a DH-munkarendszernek a tárca területén egységesen alkalmazandó fejlesztési irányát. Ez a koncepció a következőket rögzítette:

„... A DH-munkarendszernek, mint a vezetés eszközének elő kell segítenie a központi és tárcaszintű gazdaságpolitikai célkitűzések megvalósítását, a korszerű módszerek elterjesztését és alapvetően — a vele szorosan összefüggő — minőségbiztosítási rendszer létrehozását. Ezért a tárca területén a folyamatos hibainformációs rendszer bevezetésének ütemét meg kell gyorsítani. A rendszer tárcaszintű egységesítése érdekében, *módszertani alapként az OKGT modellje szolgál.* A bevezetés folyamatában az ellenőrzést és a metodikai segítségnyújtást a NIM DH szaktanácsadó szolgálat végzi..."

A NIM 1979. évi gazdálkodási irányelveinek megfelelő fejezete a tárcához tartozó valamennyi vállalat részére előírja ennek a rendszernek teljes kiépítését az egységes elvek és módszerek alkalmazása alapján.

A DH hibainformációs rendszer, valamint a munka- és üzemszervezés közötti kapcsolat

A jövőben a munka- és üzemszervezési tevékenység egy részét a rendszer által feltárt hibák *okainak* megszüntetésére lehet irányítani. Ezzel még megalapozottabbá és konkrétabbá válik a munka- és üzemszervezés. Ugyancsak konkrétabbá és megalapozottabbá lehet tenni a középtávú szervezésfejlesztési tervek kialakítását.

A DH hibainformációs rendszer és a szocialista munkaverseny közötti kapcsolat

A DH-munkarendszert a hatékonyság növelése egyik tényezőjeként tartja számon a szocialista munkaverseny továbbfejlesztéséről szóló KB-határozat. A DH-munkarendszer és a szocialista brigádmozgalom 3-as jelszava szoros összefüggést mutat.

A szocialista brigádok közösségei teremtik meg a DH hibainformációs rendszer megvalósításához és alkalmazásához szükséges tömegbázist. Ugyanis a szocialista brigádok tevékenységén keresztül valósul meg

— a brigádtagok munkája során elkövetett hibák kiküszöbölése;
— működési területük belső hibainformációs rendszerének tudatos alkalmazása;
— a DH-oktatás különböző formáiba való bekapcsolódásukkal az emberek tudatos cselekvésének megnyerése.

A DH hibainformációs rendszer és az üzemi demokrácia közötti kapcsolat

A DH hibainformációs rendszer az üzemi demokrácia megvalósítását és kiszélesítését is jól elősegíti mint segédrendszer. A hibainformációs rendszer meghonosítása a vállalatok tevékenységébe olyan új vonást visz, amellyel eddig a vállalati munkarendben nem rendelkeztek. Azzal, hogy a rendszer mindenkit bevon a hibák (veszteségek) feltárásába és a hibák okainak megszüntetésébe, a *hibafeltárás és -elhárítás* társadalmasítását végzi el, honosítja meg.

A DH és az újítás közötti kapcsolat

Tapasztalataink szerint igen sok hasznos kezdeményezést, ésszerűsítést az emberek az újítás hosszú átfutási ideje miatt DH-javaslatként adnak be azért, mert köztudott, hogy a DH-javaslatok elbírálása és jutalmazása rövid időn belül megtörténik.

A gyakorlatban eddig kialakult DH-munkarendszer azt az elvet követi, hogy azokat a DH-javaslatokat, amelyek megfelelnek az újítási rendeletben előírt követelményeknek, újításként kezelik. Azokat az újításként beadott ésszerűsítéseket pedig, amelyek nem felelnek meg az újítás kritériumának, DH-javaslatként kezelik és jutalmazzák.

Az OKGT területén a DH-munkarendszer első lépcsőjébe bevont dolgozók száma szakigazgatósági bontásban 1978. XII. 31-én

Bányászati Igazgatóság	7 560 fő
Gázipari Igazgatóság	1 370 fő
Kőolaj-feldolgozási Igazgatóság	1 682 fő
Beruházási Igazgatóság	1 854 fő
OKGT összesen	12 466 fő

A DH hibainformációs rendszer előkészítésének és bevezetésének tröszti szintű tapasztalatai

— a munkarendszer aktivizálta dolgozóinkat a hibajelzések, javaslatok beadására;
— az üzemi demokrácia kiszélesítését jelentette;
— a dolgozók nemcsak konkrét DH-javaslatokra, hanem konkrét hibajelzésekre is kapnak jutalmat;
— az alkalmazás során bebizonyosodott, hogy nem növelte az adminisztrációt, inkább kis mértékben csökkentette;
— gyors intézkedéseket kényszerít ki valamennyi vezetőtől,
— a dolgozók a felvetett problémák gyors megoldását tapasztalják.

Negatív tapasztalatok:

— sokan még mindig mozgalomnak tekintik a DH-t, és sikerre vitelét csak a szakszervezet és a szocialista brigádok feladatának tekintik;
— rövid volt a rendszer előkészítésére és beindítására adott idő;
— a kezdeti időszakban sokan az adminisztráció növekedésétől tartottak;
— bonyolultnak találták a DH ügyviteli szabályzatot addig, amíg meg nem értették, ezeket a problémákat meggyőzéssel — egyszerű módon ismertetve, hogy mi a teendő — áthidaltuk;
— az ösztönzési rendszer központi ajánlását később tudták alkalmazni, mint ahogy a hibajelző rendszert indították.

Az 1979-ben elvégzendő feladatok

1. A hibainformációs rendszer sikeres beindítása érdekében első lépésben valamennyi vállalatnál oktatást kell tartani. Az oktatási sorozat lebonyolítására pontos ütemtervet készítünk, melyet a tröszt körlevélben a vállalatok részére megküld. Az ütemtervet azért kell betartani, hogy az egyes vállalatoknál az oktatási napok ne ütközzenek.
   Az oktatást minden szinten végre kell hajtani és a felsőszintű, illetve magasabb beosztású vezetőknél kell kezdeni.
   Ezen vezetők tájékoztatására a kijelölt oktatási napra a tröszt jelöl ki előadókat. A közép- és alsószintű vezetők, valamint a dolgozók oktatását a vállalatnak kell lebonyolítania.
   Az oktatáson ismertetni kell:
   — a hibainformációs rendszer lényegét és célját, a megvalósítás módját;
   — az egyes vezetési szintek feladatát;
   — a rendszerben részt vevők szerepét, jogokat és kötelességeket,
   — a DH érdekeltségi, ösztönzési rendszerét.

A DH általános elveivel csak ott célszerű foglalkozni, ahol még DH-oktatás egyáltalán nem volt.

2. Minden vállalatnak el kell készíteni a részére átadott mintaanyag alapján a vállalati DH ügyviteli szabályzatot, melyet egy hónapon belül meg kell küldeni a tröszt szervezési főosztályára véleményezésre, az egységes rendszer kialakítása céljából.
   Ebbe a tröszti rendszerhez való kapcsolódásokat is be kell építeni mind vertikális, mind horizontális irányban.
3. A vállalati szintű DH hibainformációs rendszer működésének beindítását a mintaanyagban előírt lépcsők figyelembevételével kell előkészíteni.

4. A tröszti szintű DH hibainformációs rendszert 1980. I. 1-től kezdődően a tröszt egész területén működtetni kell mind horizontális, mind vertikális irányban.

Várható eredmények tröszti szinten:

— az OKGT-központ és -vállalatok közötti emberi és munkakapcsolatok, valamint a munkahelyi és vállalati légkör javulásán keresztül a technológia és a gazdálkodás hatékonyságának mérhető növekedése,
— minőségi munkavégzés kialakulása, a minőségi tényezők érvényesítése.

A tröszti DH-munkarendszer kísérleti szakaszába bevont vállalatok rövid idő alatt mintegy 9 mFt eredménynövekedést értek el a munkarendszer alkalmazásával. A teljes körű eredmény ennek többszörösére tehető.

A DH-munkarendszer nem csodaszer, nem is új dolog, csupán az eddig alkalmazott veszteségfeltárási tevékenységek sorába, a vállalati munkarendbe beépülve *egy új vonást visz, a hibák és rejtett tartalékok feltárásának folyamatosságát és társadalmasítását végzi el, honosítja meg.*

A DH-munkarendszer sikeresebb előkészítését és működtetését mind a vállalatok, mind az OKGT-központban az alábbiak biztosításával látjuk:

— a rendszer beindításának előkészítésére több időt kell biztosítani;
— az előkészítés ideje alatt fokozni kell a rendszer beindítására előírt lépcsők végrehajtására irányuló ellenőrzéseket;
— a szervezett és széles körben történő oktatás és felvilágosítás rendkívül fontos a rendszer sikeres előkészítése és beindítása érdekében mind a vállalatok, mind az OKGT-központ területén;
— az oktatásra megfelelő hely- és szakismerettel rendelkező személyt kell felkérni, ill. azzal megbízni;
— a vertikális rendszer kialakításával egyidejűleg a horizontális — vállalatok közötti hibainformációs — rendszert is létre kell hozni.

Ezeket a feladatokat 1979-ben az OKGT egész területén megoldják.

A DH-munkarendszer bevezetése új vezetési koncepció, új vezetési stílus meghonosítását jelenti a tröszt egész területén.

A DH nem a problémák megoldására vállalkozik, hanem felismertetésükre és láthatóvá tételükre helyezi a hangsúlyt.

Sajátos információrendszerén keresztül, a hatékonyság szempontjából megközelítve, gyorsan képes a minőségi információk olyan széles skáláját biztosítani, amelyhez korábban csak igen nagy munkabefektetés árán jutottunk hozzá. Végső soron a DH-munkarendszer a szervezési tevékenység társadalmasítását is elősegíti.

A tröszti szintű hibainformációs rendszerben egységes DH hibajelző és -elhárító lap kerül forgalomba. A lapot az általunk kiadott anyagban található minta alapján kell minden vállalatnak saját maga számára megrendelni az NKFV nyomdájában.

Gyakorlati tapasztalatunk, hogy a DH-munkarendszer — első lépcsőben a hibainformációs rendszer — bevezetése és megvalósítása azonban csak akkor lehet eredményes, ha

— egyrészt a döntésre hivatott vezetők ezzel egyetértenek,
— másrészt az embereket széles körben felvilágosítják a rendszer lényegéről és céljáról, a megvalósítás módjáról, a rendszerben betöltendő szerepükről, jogokról és kötelességekről, anyagi, erkölcsi érdekeltségükről. EZ AZ OKTATÁS EGYIK LÉNYEGES FELADATA ÉS CÉLJA!

Éppen ezért rendkívül fontos a bevezetés megfelelő előkészítése. Ezen áll vagy bukik az egész rendszer elfogadtatása és meghonosítása. A nem jó előkészítés kudarchoz vezethet.

Szocialista viszonyok között a DH nem lehet vállalás kérdése. A minőségi munkára való törekvés egyaránt követelmény mind a vezetőkkel, mind a beosztottakkal szemben.

Előzőek figyelembevételével munkánk során mindnyájunknak a bevezetés megfelelő előkészítésére, a DH-munkarendszer — ezen belül kiemelten a hibainformációs rendszer — szervezési metodikájának kialakítására és széles körű megismertetésére, elfogadtatására — mint legfontosabb tevékenységére — kell fektetnünk a fő hangsúlyt.

Az 1979. évi feladatok végrehajtását mind az OKGT munkaverseny- és DH-bizottsága, mind a tröszt szervezési főosztálya folyamatosan ellenőrizni fogja. Természetesen a munka zavartalan elvégzése és a hibainformációs rendszer sikeres előkészítése és beindítása érdekében minden segítséget megadunk.

IRODALOM

[1] *Juran—Cryna:* A minőség tervezése és elemzése. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1976. 1.10., 1.12., 2.8., 9.5. és 9.8. fejezet.

[2] A nehézipari miniszter, a Vegyipari, Vasas, Fém- és Villamosenergia-ipari, a Helyiipari és Városgazdasági Dolgozók Szakszervezete elnökségének, valamint az Ipari Szövetkezetek Országos Tanácsának 103/I./1975./NIM. É. 23/számú „Irányelvei" a DH-munkarendszer elterjesztésére a nehézipari ágazatban.

[3] *Juhász Á.:* A DH-munkarendszer előkészítése során szerzett tapasztalatok a nehéziparban. (A nehézipari vállalatok DH-tapasztalatcseréje — NIM IGÜSZI, 1976.). A nehézipari szolgáltató vállalatok tapasztalatcseréje. NIM IGÜSZI, Bp., 1977.

[4] *Dózsa L.:* Üzem- és munkaszervezés. Kossuth Könyvkiadó, Bp., 1975.

[5] *Losonczi—Szőcs:* A „Dolgozz Hibátlanul" munkarendszer módszertana. NIM IGÜSZI, Bp., 1974.

[6] *Domán—Bóna—Sándor—Zagyva:* A DH-munkarendszer alkalmazásának a tapasztalatai. „Szocialista vállalat" 2261. sz. téma, Eger, 1975. Kézirat.

[7] Közlemény az MSZMP KB 1977. december 1-i üléséről. Népszabadság, 1977. december 3.

[8] *Cserháti—Radványi:* Az EGYT Gyógyszervegyészeti Gyár DH-munkarendszere. NIM IGÜSZI, Bp., 1977.

[9] *Szövérffy—Radványi:* Mi is valójában a DH? Munkaügyi Szemle, 22. évf. 78/11. sz.

[10] IRÁNYELVEK a tárca közvetlen felügyelete és a gazdasági ágazati irányítás körébe tartozó vállalatok (szövetkezetek) 1979. évi gazdálkodásához. NIM-kiadvány, 52. old.

[11] *Ruzicska Gy.:* Az OKGT tapasztalatai a DH-munkarendszerrel kapcsolatban. A nehézipari szolgáltató vállalatok DH-tapasztalatcseréje. NIM IGÜSZI, 1977.

[12] *Flanek T.:* Varázserejű kartonlapok, Dolgozz Hibátlanul — OKGT módon. Népszava, 1979. február 2.

[13] *Ruzicska Gy.:* A DH-munkarendszer alkalmazása — és ami mögötte meghúzódik. I.—II. r. Vezetéstudomány, X. évf. 2—3 (1979).

AZ IPARÁG KÖRÉBŐL

A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) 1978. évi fontosabb kutatási eredményei

Az OGIL 1978. évi tevékenységének alapját továbbra is a szénhidrogén-kutatás középtávú célprogramjának sikeres megvalósítása, új eljárások, módszerek, eszközök kifejlesztése és a termelés hatékonyságának növelését célzó műveléstervezési munka képezte.

Geológiai kutatás

A geológiai kutatómunkák és a geofizikai értelmezés, valamint módszerfejlesztés szorosan kapcsolódtak az olajbányászat kutatási és termelési tevékenységéhez. Ezen belül foglalkoztunk valamennyi hazai szénhidrogén-kutató fúrás kőzetmagmintáinak földtani anyagvizsgálatával, és több területre elkészítettük a fáziszáró kutatási jelentést.

A pannon medence üledékösszletének litosztratigráfiai taglalásában kapott eredményeink az üledékképződés és a szénhidrogének keletkezési, migrációs és csapdázódási feltételeinek, valamint geokémiai értelmezhetőségének megismeréséhez vihetnek közelebb.

Elkészítettük a *Szilvágy-D* és *Inke* terület kutatási zárójelentését, továbbá folytattuk a hazai szemcsés tárolókőzetek főbb paraméterei közötti kapcsolatok vizsgálatát.

Elkészítettük a *Demjén-K* területen a föld alatti elégetésre kijelölt mezőrész rezervoárgeológiai feldolgozását, és megkezdtük az algyői *Szőreg I.* telep, valamint a *Ferencszállás—Cherestur N.* magyar—román közös művelésű mező feldolgozását.

A kutatási területek tárolókőzeteire vonatkozó rétegkezelési metodikák kidolgozásának laboratóriumi munkáin kívül foglalkoztunk a Szolnokon létesítendő rétegserkentő kutató- és operatív bázis kialakításával.

A kútgeofizikai kiértékelő és módszerfejlesztő munkák szorosan kapcsolódtak a rezervoárgeológiai feladatokhoz, és a szelvényértelmezés módszertani és számítástechnikai továbbfejlesztését célozták. Elkészült a *Szőreg I.* telep, a sarkadkeresztúri előfordulás és a magyar—román határ menti közös telepek geofizikai kiértékelése. A módszertani munkák közül említjük az alaphegységi tárolótípusokra kidolgozott értelmezési eljárás kidolgozását és számítógépi megvalósítását. Aktívan részt vettünk a KGST keretében működő geofizikai számítógépes KOC munkájában: tesztelési munkák, programozás és koncepcionális tervezés vonatkozásában.

Geofizikai műszerfejlesztés

Akusztikus műszerfejlesztés: elkészítettünk 3 db fúrólyukkompenzált akusztikus felszíni műszert, 1 db fúrólyukkompenzált akusztikus szondaműszert, amely 230 °C maximális hőmérsékletig használható. Elkészítettük az egy éren működő ultraszonikus szelvényező berendezés tanulmánytervét. A GAMMA szíriai bérmunkavégzéséhez 2 komplett akusztikus szelvényező berendezést készítettünk el.

Ellenállás-szelvényező műszerfejlesztés: elkészítettük az IC áramkörös, 7 eres laterológ és konvencionális ellenállás-szelvényező berendezést terepi kísérleti mérésekre, több alkalommal végeztünk kísérleti mérést, melynek alapján 1979-ben megtörténhet az ipari bevezetés. Laboratóriumi és terepi vizsgálatokat végeztünk a kis érszámú laterológ berendezéssel, valamint laboratóriumi és hőfokvizsgálatokat végeztünk a több csatornás laterológ berendezéssel.

SZU—MNK együttműködés: az együttműködés keretében hőállóvá tettük az áramlás- és folyadékösszetétel-mérő (RVT— 36) műszer és az indukciós folyadékellenállás-mérő (RISZT—42) műszer lyukelektronikáit, valamint több alkalommal terepi kísérleti mérésen vettünk részt. A felszíni és a lyukműszerek deszkamodelljei és rajzai elkészültek, a laboratóriumi kísérleti méréseket is elvégeztük. 1 db komplett akusztikus szelvényező berendezést (1 felszíni, 2 lyukműszer) szállítottunk az együttműködésben részt vevő szovjet intézetnek, amely azzal eredményes terepi méréseket végzett. Kísérleti eszközök: Elkészítettünk 3 db kitörésvédelmi szimulátort.

Fúrástechnológia

A nagymélységű fúrások tervezésére vonatkozó tanulmányban elkészítettük a földtani és műszaki alapadatok összefoglalását és a tervező programok rendszerét. A programcsomag tartalmazza a kútszerkezet-tervezést, a béléscsőrakatok méretezését és ültetését, a kútfejszerelvények és kitörésvédelem alapvető számításait, a fúrórúd méretezését, a fúrási rendszer paramétereit, az iszap, a hidraulika, a cementezés, valamint a mélyfúrás költségeit stb. számító részprogramokat.

A szabályozott nyomású fúrásmód fejlesztése és bevezetése terén folytattuk az előző években megkezdett munkát. A nagynyomású rétegek előrejelzési módszereinek fejlesztésében jó eredményt szolgáltatott a fúrási sebesség, a módosított *d* kitevő, az agyagtartalom és a furadéksűrűség mérésein alapuló 4 változós polinom számítógépes vizsgálata, mellyel az előrejelzési kísérletek során az *Álmosd-6., En-É-2.* és *En-É-4.* jelű fúrásoknál elfogadható relatív hibával sikerült meghatározni a rétegnyomást (NKFÜ-vel közösen). Ugyancsak perspektivikusnak igérkezik a tömörödött zónák kimutatására kidolgozott és kísérleteknél alkalmazott új furadékvizsgálati módszer.

A mélyfúrási technológia fejlesztése c. téma keretében a KFV kiskunmajsai üzemegységénél és az NKFÜ dél-alföldi üzemegységénél voltak optimalizációs üzemi kísérletek. A 6 fúrás 8½ hüvelykes szakaszának optimalizált fúrási rendszerrel végzett mélyítésénél közel félmillió Ft megtakarítás mutatható ki.

Az irányított ferdefúrások számítógépes programjait kiegészítettük a racionális célhely-megközelítés számítási programjával, amely a lyuklefutás irányításának optimalizálását szolgálja. Kialakítottunk egy új megoldású tájoló eszközt, amely hazailag lényegesen olcsóbban készíthető el, mint az eddigi külföldi beszerzés költsége. Így várhatóan ez több millió Ft-os nyugati importmegtakarítást jelent. Az év folyamán 14 db irányított ferdefúrás mélyítésénél — az NKFÜ szakembereivel eredményes együttműködésben — sikerült a szegedi fúrások időfelhasználását a megelőző 100 nap feletti értékről átlagban 77 napra csökkenteni.

Az OKGT részére készülő FUR—LAB gyártási előkészületi munkáit elkezdtük. Az előkészítésbe több külső vállalatot vontunk be, amelyekkel közösen elkészítettük a fúrási mérőműszeregység és a számítógépes adatgyűjtő egység terveit, a feladatanalízist és elkezdtük a felhasználói programok kidolgozását.

Iszap- és cementkutatás

A kutatómunka során jelentős eredménynek tartjuk a nagy hő- és elektrolittűrő magnézium-oxid—magnézium-klorid alapú, inhibitáló hatású öblítőfolyadékok laboratóriumi előállítását, és ezen iszaptípus filtrációs paramétereinek javítását saját fejlesztésű hő- és elektrolittűrő polimerrel.

Jelentős előrelépést jelent a külföldi alapanyagok kiválasztását célzó kísérleteinknél a hazai gyártmányú, részlegesen hidrolizált poli(akril-amidok) használatára végzett kutatómunkánk eredménye is, melynek során olyan receptúrákat dolgoztunk ki, melyek az üzemi gyakorlat számára is felhasználhatók lesznek.

Az invert emulziós öblítőiszapok továbbfejlesztése is biztató eredményeket adott; egy részüket már két üzemi kísérletnél eredményesen alkalmaztuk.

Kutatómunkánk eredménye a káliumos öblítőiszap széles körű hatékony alkalmazásának megvalósulása is.

A nagymélységű fúrások cementezési feladatainak megoldására hazai kohósalak alapú cementező anyagot állítottunk elő és próbáltunk ki. Hasonló eredményes munka folyt a pernye alapú cementezőanyag alkalmazása vonalán is.

Az alapanyagokhoz kevert kötéslassító vegyületek alkalmazása egyre szélesebb körben bizonyítja a kutatómunka hatékonyságát. A kalciumglükonát felhasználása a fenti célra az eddig használt borkősavat teljes mértékben helyettesíti. A röntgenvizsgálatok eredményei a termokorróziós jelenségek megismerésében és gátlásában hatékonyan segítik az alap- és adalékanyag-kutatást.

A rétegrepesztő folyadékok kutatása területén 1978-ban három, hazai alapanyagokból álló repesztőfolyadék-típust hoztunk létre. Az ún. hagyományos és a módosított SYN—CM folyadékokkal 1978-ban 19 esetben végeztünk üzemi kísérletet. Az általunk kidolgozott folyadékok minden esetben betöltötték feladataikat, a repesztési műveletek eredményes kivitelezésre kerültek.

A SAN—CM repesztő folyadékokkal végezték el a *Sándorfalva-1.* jelű kúton 3814—3830 m-ben, 170—180 °C réteghőmérsékleten az ország eddigi legnagyobb mélységű eredményes repesztéseit is.

Művelés tervezés és -elemzés

Elvégeztük a sarkadkeresztúri paleozoos, talpi olajszegélyes, gáz-csapadék tároló művelési kérdéseinek vizsgálatát.

A művelési tervtanulmányban vizsgáltuk a telep rendszerétől függően a kőolaj és gáz együttes termelésének lehetőségét.

Az Alsópannon—13/b művelési tervében meghatároztuk a nagy gázsapkás kőolajtelep optimális művelési rendszerét.

A Szeged 2. telep művelési tervében elemeztük a szegedi ún. csúszóüzem bázisául szolgáló, olajszegéllyel rendelkező gáz-csapadék telep művelési kérdéseit. Megállapítottuk a telep energiarendszerét, valószínűsítettük a készleteket. Javaslatot tettünk az erőltetett megcsapolás bevezetésére, és programot dolgoztunk ki a fázishatárok tisztázására a további kihozatalnövelés lehetőségének céljából.

Az általunk készített művelési tervek egy része új mezők, telepek (Kaszaper-D, Szeged 3., Csongrád-D-2, Kiskunhalas-ÉK és -D-i terület) termelésbe állítását, a beruházási tevékenység megindulását szolgálja, más része (Pusztaapáti, Kelebia-ÉK, Kelebia-D mező, Nagylengyel mező, VII. blokk) a termelés-előrejelzést pontosítja.

Jelentős a Demjén-K mezőre készített termikus művelési tervtanulmányunk, mely a folyamatban levő kisüzemi kísérletek kiértékeléséből adódó tapasztalatokat, s a szakirodalom eddigi eredményeit figyelembe véve ennek az eljárásnak széles körű kiterjesztését tervezi Demjén-K mezőben.

A Maros gáz-csapadék telepek és a deszki szint rétegtartalmának felülvizsgálata c. tanulmányban elemeztük a telepek művelése okozta rétegnyomás-csökkenés miatti kondenzációs és vaporizációs jelenségeket, valamint előrejeleztük a kútáramból leválasztható termékmennyiségeket.

Részt vettünk az Algyő mezőben lefolytatott polimeres kisüzemi kísérlet előkészítésében, lebonyolításában és kiértékelésében, valamint az MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium bevonásával, — amely a számítógépi futtatásokat végzi —, készítjük a több telepre kiterjedő polimeres művelési tervet.

Részt vettünk az Algyő mezőben tervezett micellás üzemi kísérlet előkészítésében és lefolytatásában, amely mintegy alapul szolgál az eljárás üzemi bevezethetőségének megítélésében.

A kőolajtermelés, -tárolás, -előkészítés és -szállítás 1978—1990 között c. tanulmány keretében felmértük azokat a kőolajtelepeket, amelyek leművelésére harmadlagos eljárásként a micellás, a polimeres felületaktív anyagos, lúgos, termikus és a nagy etántartalmú közeggel végzett kiszorítás alkalmazható. Ezekre a telepekre megadtuk a művelés programját és egyúttal a gazdasági jellemzőket.

Olajipari vállalatok bevonásával országos szinten mértük fel a jelenleg ismert valamennyi harmadlagos művelési eljárás magyarországi alkalmazhatóságának lehetőségét. Továbbá felmértük mind a művelés alatt álló, mind pedig a közeljövőben termelésbe állítandó kőolajtelepek termelésekor szükséges műszaki intézkedések idő szerinti ütemezését.

Feladataink az előzőeken kívül szorosan kapcsolódnak a magyar—román határ menti mezők műveléséhez. E területen a konzultációkon, megbeszéléseken kívül jelentős adatszolgáltató tevékenységet végeztünk és elemzést készítettünk az iparvezetés részére. Ezek eredményeként *Ferencszállás—Cherestur Nord* mezőkben sikerült a közös művelést érintő kérdésekben megállapodni. Megállapítottuk, hogy a korábban elfogadott földtani készletek magasabbak a ténylegesnél, ezért új földtani feldolgozás szükséges, melyhez intézkedési programot készítettünk.

A *Ferencszállás—Kiszombor—Pordeanu*-mezőt illetően kimutattuk a román fél által készített művelési terv és kiegészítéseink ellentmondásait.

Rétegfizikai kutatás

A kőzetfizikai paraméterek meghatározása terén vizsgálati metodikát dolgoztunk ki a kettős porozitású tárolók mátrixában a kezdeti víztelítettség meghatározására.

A korszerű másod- és harmadlagos kőolajtermelési eljárások kutatásában egyrészről jelentős laboratóriumi technikai eszközfejlesztést hajtottunk végre: vizsgálatainkat kiterjesztettük a heterogén modellrendszerre, másrészről konkrét technológiai vizsgálatokat végeztünk az olajkihozatal fokozása érdekében.

A különböző felületaktív anyagok kombinációival vizsgáltuk a hagyományos CO_2-os elárasztás hatékonyságának növelési lehetőségét. Megállapítottuk, hogy felületaktív anyagos kombinációval a többletolaj a CO_2-hoz viszonyítva több mint a duplájára növelhető.

A Szeged 1. rétegben tervezett mikroemulziós kisüzemi kísérlet technológiájának kidolgozásához végeztünk méréseket. A vizsgálat kiterjedt az optimális folyadék-összetétel meghatározására is.

Termodinamikai kutatás

Az operatív tevékenység során öt kutatási területről származó 16 minta pVT-vizsgálatát végeztük el, és ezenkívül kielégítettük a csehszlovák testvérvállalat és a GOV által támasztott mintavételi és mérési igényt is.

Kutatási munkáink során vizsgáltuk a nagylengyeli kőolajból és szén-dioxidból, illetve szén-dioxidos földgázból álló rendszerekben a fázisviszonyok és a térfogati jellemzők, valamint a viszkozitás alakulását. Meghatároztuk a fenti rendszerekre jellemző egyensúlyi állandókat is. Tanulmányoztuk az etánnal mesterségesen dúsított földgázból és kőolajból álló egy rendszer térfogati viselkedését és a viszkozitás alakulását.

Eszköz- és kútvizsgálat-fejlesztés

Elvégeztük a meglevő hazai pakkerkonstrukciók kiegészítő szerelvényeinek fejlesztését. A gyakorlatban 1978-ban az átlagos kútkiképzési igények kielégítése csak hazai pakkerrel volt megvalósítható. A nyugati import iránti igény töredékére csökkent.

Megkezdődött a korszerű kavicságyas homokszűrő szerelvények hazai változatának üzemi alkalmazása.

Jelentős eredmények születtek a mélyszivattyúzással kapcsolatos komplex vizsgálatok során.

A rutinszerű olaj- és gázkútvizsgálatok a tárolóparaméterek meghatározásán kívül elősegítették az interferenciavizsgálatok módszertani fejlesztését is.

Jelentős munkát fordítottunk a magyar—román közös mező kútjainak vizsgálatára, a tárolóviszonyok tisztázására. Eredményes volt a nagy érzékenységű nyomásmérő műszerek fejlesztésére és a mérési metodika kiterjesztésére irányuló tevékenység.

A korábbi karbonátos magvizsgálati módszert átdolgoztuk és alkalmaztuk a metamorf eredetű, repedezett tárolók maganyagának vizsgálatához. Ilyen módon a kiskunhalasi és sarkadkeresztúri területek maganyagának másodlagostárolótér-vizsgálatait kezdtük meg. A módszer már az első vizsgálatok során is új szempontok figyelembevételét tette lehetővé a tárolóképesség meghatározásához.

Termokémiai kutatás

A termokémiai kísérletek során folytattuk az adalékolt elégetéses eljárás továbbfejlesztésére irányuló laboratóriumi kutatómunkát, és új kutatási irányok előkísérleteinek elvégzésére került sor. Így intenzív elméleti kutatást folytattunk az égő front előtti zónák telítettségviszonyainak tisztázására, valamint alacsony hőmérsékletű oxidációs front létrehozásának vizsgálatára.

A *Demjén-K* tárolóban két éve megindított üzemi kísérletet egyértelmű eredményességgel tovább folytattuk, és 1978 végén, az OKGT jóváhagyásával a kísérlet kibővítésére került sor. Hatékony közvetlen együttműködést, közös kutatómunkát végeztünk a VNIINeft' testvérintézményünk szakembereivel.

Vegyészeti kutatás

A fejlesztő-kutató munkák alapvetően az olajtermelés kihozatali mutatójának javítására, a földgáztermelés és -szállítás biztonságossá tételére, valamint a prognosztikus szénhidrogénkészletek becslésének tudományos megalapozására irányultak.

Az olajkihozatal növelésére 1979-ben Algyőn mezőbeli üzemi kísérletet végzünk, és ennek előkészítésére kidolgoztuk a hazai petróleumszulfonátból előállítható kiszorító folyadék kedvező összetételét és előállítási technológiáját. Ezen túlmenően megállapítottuk a létesítendő szulfonátgyártó üzem termékeinek kémiai és fizikai-kémiai jellemzőit.

A gáztermelés és -szállítás biztonságának növelésére az inhibitoros korrózióvédelem és a korrózióellenőrzés módszereit tökéletesítettük. Az üzemi szakemberekkel együttműködve kedvező eredményt értünk el a szocialista import révén beszerzett inhibitorok üzemi kísérleteivel, valamint a korrózió és erózió méré-

sére szolgáló üzemellenőrző eszközök fejlesztésében. Tökéletesítettük az országos távvezeték-hálózat korróziós állapotának ellenőrzésére szolgáló módszereket.

A prognosztikus szénhidrogénkészletek becslésének megalapozására a térfogatgenetikai becsléshez szükséges vizsgálati módszereket fejlesztettük. A preneogén összletek prognosztikája érdekében pontosítottuk a szerves anyag átalakultsági fokának meghatározására szolgáló módszereket és megállapítottuk korrelálhatóságukat.

Közgazdasági elemzés

Közgazdasági értékelést és módszerfejlesztést végeztünk a mélyfúrásos kutatási témák, a geológiai zárójelentések és a műveléstervezés területén.

Az ásványvagyon-gazdálkodási feladatok keretében értékeltük az 1978. január 1-i ásványvagyont és az 1977. évi szénhidrogén-kutatás gazdaságosságát, az inerttartalmú hazai földgáz- és szén-dioxid-vagyont, valamint javaslatot dolgoztunk ki a tröszti bányatermékek 1980—1985. évi évi költséghatárára. Kidolgoztuk továbbá az 1978—1979. évi költségnormatívákat az időbeli és területi kutatási költségtervezéshez, és közel 400 egyedi fúrás műszaki és gazdasági adatainak számítógépes elemzése alapján javaslatot tettünk a normatívák továbbfejlesztésére. Az „országos és tröszti földgázmodell" segítségével bányászati, szállítási és szolgáltatási fejlesztési alternatívákat hasonlítottunk össze, földgázár-konstrukciós javaslatot tettünk, és megkezdtük a földgázmodell egyeztetését az országos energiakoordinációs modellel.

Nemzetközi kapcsolatokat (NDK, RSZK és JSZSZK) felhasználva összehasonlító elemzéseket készítettünk a hazai szénhidrogén-bányászat termelékenységét, hatékonyságát és eredményességét illetően, valamint a világszínvonal megítélésére.

Dr. *Rácz Dániel*
igazgató

EGYETEMI HÍREK

Vegyipari rendszerbiztonsági szakmérnökképzés

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem vegyipari gépek tanszéke az 1979. évtől kezdődően tervezi speciális szakterületen a képzés, ill. a szakmai továbbképzés megkezdését.

A rohamosan fejlődő vegyiparban, a kőolaj- és földgáziparban és az ezekkel rokon iparágakban egyre növekvő számban jelennek meg különféle veszélyes üzemű technológiai rendszerek és nyomástartó berendezések. Ezekre fokozott tűz- és robbanásveszély, maró és mérgező anyagok jelenléte jellemző. Az élet- és vagyonvédelem érdekében az ilyen rendszerekhez műszaki felkészültségű üzemeltetők és tervezők kellenek.

Rendkívül gondos és körültekintő intézkedéseket igényel a karbantartás, a javítás és a hibaelhárítás is.

A levelező formában tervezett képzés 4 féléves. A hallgatók félévenként 3×1 hetes bentlakásos konzultáció keretében előadássorozaton vesznek részt, és sikeres államvizsga után szakmérnöki oklevelet kapnak. Az oklevél a 4/1974. (VI. 2.) NIM számú rendelet 3. sz. melléklete III. fejezetében foglaltaknak megfelelően „nyomástartó edény vizsgáló"-i minősítést is ad, ha a jelölt fakultatív módon a NYEBSZ-ből, mint kiegészítő államvizsga-tárgyból is sikeres vizsgát tesz.

Szakmérnökképzésre jelentkezhetnek azok az okleveles gépészmérnökök, akik mérnöki munkakört látnak el, és legalább 2 éves gyakorlatuk van. Felvételi vizsga nincs, jelentkezés a Tü 821 számú (nyomtatványellátó boltokban beszerezhető) űrlapon történik, amelyet a miskolci NME tanulmányi osztályának kell megküldeni.

Vizsgaköteles tantárgyak: matematika és számítástechnika, műszaki megbízhatóság, áramlástan, égés- és robbanáselmélet, vegyipari gépek és műveletek, veszélyanalízis, nyomástartó berendezések és karbantartásuk, biztonságtechnikai vizsgálatok, rendszervédelem, biztonságtechnikai jog és igazgatás.

Fakultatív tárgyak: veszélyes vegyipari eljárások, veszélyes kőolaj- és gázipari eljárások, veszélyes gyógyszeripari eljárások.

Fakultatív kiegészítő államvizsgai tantárgy a Nyomástartó Edények Biztonsági Szabályzata (NYEBSZ).

A kőolaj- és gáziparban dolgozó szakemberek részére a szakmérnökképzés igen aktuális és nagy jelentőségű; igénybevételével a napi operatív munka ésszerű biztonsági színvonala jelentősen emelhető.

Csákó Dénes
okl. olajmérnök
okl. bányaipari gazdasági mérnök

KÜLFÖLDI HÍREK

Az NSZK föld alatti gáztárolóinak anyagforgalma

10^6 m³

Tárolóhely	A tárolt anyag	Besajtolás		Kivétel		Készlet	1977 végén
Reitbrook	Finomítói gáz		15,3		15,1		26,0
Engelbostel	Városi gáz			5,3		122,0	
Eschenfelden	Városi gáz	53,7	53,7	54,5	59,8	108,4	230,4
Reitbrook	Földgáz	153,3		163,1		186,0	
Engelbostel	Földgáz	66,1		63,7		56,8	
Hähnlein	Földgáz	79,3		57,6		177,7	
Stockstadt	Földgáz	45,8		49,1		138,4	
Bierwang	Földgáz	216,7		5,3		662,6	
Pliening	Földgáz	26,5		31,2		70,7	
Wolfersberg	Földgáz	224,2		157,2		478,4	
Kiel (kaverna)	Földgáz	4,8		4,3		4,1	
Huntorf (kaverna)	Földgáz	47,8		15,1		89,6	
Krumhörn (kaverna)	Földgáz	90,1				90,1	
Epe (kaverna)	Földgáz	104,3	1058,9	42,9	589,5	80,0	2034,3
			1127,9		664,4		2290,7

Gas Wärme International, 1978. 12. sz.

Szegesi K.

Szovjet—kanadai fúrástechnológiai műszaki és kereskedelmi fejlesztési együttműködés

A szovjet és a kanadai fúrási szakemberek először 1973 novemberében találkoztak és megállapodtak, hogy mindegyikük a másikat érdeklő speciális fúrási vizsgálatot mutat be a másik országában. A szovjetek a turbodrillt és alkalmazását mutatták be, a kanadaiak a nagyobb vastagságú fagyott zónák átfúrására alkalmazott technológiájukat.

E kölcsönös információcsere eredményeképpen 1974. áprilisban e két témakörben együttműködési szerződést kötöttek a technológiák és az eszközök eladását illetően.

Kanada 16 olajtársasága az együttműködés vitelére létrehozta a CDRA-irodát.

A CDRA a Szovjetuniótól vásárolt egy, a kanadai viszonyokra megfelelőnek ítélt típusú fúróturbinát. A turbina üzemi alkalmazását a szovjet szakemberek Kanadában bemutatták. A kanadai viszonyok között másfél évig kutatásokat és kísérleteket folytattak. Az új, az itteni célra tervezett fúróturbina a kanadai fúrásoknál jelentős költségcsökkenést ígér.

A Szovjetunió saját sarkövi kutatásaihoz megfelelő fúróberendezést és hozzá tartozó szerelvényeket vásárolt Kanadától. A fúrószakemberekből álló 40 tagú csoport a fagyott zónák átfúrását és az ilyen területen lemélyített kutak befejezési technológiáját gyakorlatban mutatta be.

A 3200 t súlyú fúrófelszerelést a Vozej—100. jelű sarkövi fúráshoz 21 000 km-es útvonalon vonaton, hajón és gépkocsin 8-, illetve 10-szeres átrakással juttatták el. A kanadaiak a fúrást 1977. július 28-án kezdték, a 300 m-es fagyott zónát zavartalanul átfúrták, és a fúrást 1978. márciusban 4600 m-ben befejezték.

Az együttműködés a kanadai olajipari vállalatok részére megnyitotta a kereskedelmet a Szovjetunióba. A kanadai vállalatok 60 kiküldött mérnöke és technikusa a szovjet fúrási technológiában kedvező tapasztalatot szerzett. Megállapították, hogy számos itt alkalmazott újítás Kanadában fúrási költségcsökkentést és teljesítménynövekedést eredményez. A szovjetek a zord területeken a fúróberendezés légpárnás szállításában jelentős eredményeket értek el. A tornyot, a közlőművet a motorokkal, a fúrócsöveket szánkón egy traktorral vontatják légpárnán, a többi szerelvényt szintén egy légpárnán. Ez az eljárás jól alkalmazható lesz a Beaufort-tenger szigetei közötti szállításban. A mélyfúrásokon a hosszú és nehéz béléscsőoszlop helyett két-három részre osztott béléscsövezést és cementezést alkalmaznak. Ez kisebb teljesítményű berendezés használatát teszi lehetővé nagyobb mélységekben és a fúrási költség is kisebb. Nagyon hasznosnak ítélik meg a nehézolajat tartalmazó tárolók vízszintes fúrással való feltárását fúróturbinával. Ezt a fúrási, illetve kútbefejezési technológiát a szovjetek hosszú, fáradságos munkával fejlesztették ki.

Kedvezően alakul a kereskedelmi együttműködés is.

A kanadai vállalatok a szovjet—kanadai együttműködés alakulását hasznosnak és jövőbeli kilátásait eredményesnek ítélik.

Journal of Canadian Petroleum Technology, 1978. júl.—szept.

Kassai Lajos

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Л. Барабаш, инж.-нефтяник: **Определение параметров работы штанговой глубиннонасосной установки...** Стр. 181

В статье приводится метод расчета для определения нагрузки штанг глубинного насоса. В данном методе самое большое значение отдается безразмерному растяжению штанг. Применение данного метода расчета дает возможность для выбора технически и экономически оптимального варианта при проектировании режима работы глубиннонасосных установок.

Дь. Рузичка, инж.-механик, инж.-экономист, проектировщик системы управления: **Не движение, а система! Система бездефектного труда в Тресте нефтяной и газовой промышленности Венгрии** ..... Стр. 185

Излагается разработка методики организации СБТ. Описывается концепция, формировавшаяся в связи с этим в тяжелой промышленности, условия и ступени практического осуществления, далее приводится опыт внедрения СБТ в Тресте нефтяной и газовой промышленности и на его предприятиях, а также основное направление и задачи развития этой системы.

*

Dipl.-Ing. *László Barabás:* **Bestimmung der Betriebsparameter von Gestängepumpen-Einrichtungen** ..... S. 181

Der Beitrag beschreibt ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Belastung des Pumpengestänges. Diese Methode legt der dimensionslosen Gestängeausdehnung die grösste Wichtigkeit bei. Das Verfahren ermöglicht bei der Planung des Betriebs von Gestängepumpen-Einrichtungen eine technisch und wirtschaftlich optimale variante zu wählen.

AUS DEM INHALT

Dipl.-Ing., Dipl.-Ökonom *György Ruzicska,* Systemplaner: **Keine Bewegung, sondern ein System — Das Arbeitssystem Arbeite Tadellos (AT) auf dem Gebiet des Ungarischen Erdöl- und Erdgastrusts** ..... S. 185

Der Verfasser beschäftigt sich mit der Ausgestaltung der Organisationsmethodik des Arbeitssystems AT. Die Konzeption, die sich in diesem Zusammenhang auf dem Gebiet der Schwerindustrie entwickelt hat, die Bedingungen einer praktischen Realisierung und ihre Phasen werden erläutert. Die Erfahrungen bei der Akklimatisierung dieses Arbeitssystems auf dem Gebiet des Ungarischen Erdöl- und Erdgastrusts, sowie die wichtigsten Richtlinien und Aufgaben der Weiterentwicklung werden besprochen.

*

László Barabás, Petroleum Eng.: **Determination of operational parameters for sucker rod pump units** ..... p. 181

A calculation method for determining sucker rod loads is described. Greatest importance is attached to dimensionless sucker rod elongation. The method enables the technically and economically optimal variant to be chosen when planning sucker rod pump unit operation.

György Ruzicska, Mechanical Eng., Economist, System Organizer: **A system, not a campaign — The Work Faultlessly (WF) system in the Field of the Hungarian Oil and Gas Trust** ..... p. 185

The development of organizing methodics of the WF system of working is dealt with. The conception evolved in connection with this in the field of heavy industries, conditions and phases of practical realization are discussed. Experience gained when introducing this system in the domain of the Hungarian Oil and Gas Trust as well as the main direction lines and tasks of further development are outlined.

AUS DEM INHALT

FROM THE CONTENTS

OKGT

ÁLLJ!

NE LEPLEZD
A
HIBÁKAT

MINDENT HIBA NÉLKÜL!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 193—224 oldal
BUDAPEST, 1979. JÚLIUS HÓ
7

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

RJABCSENKO, V. I. — A fúrólyukfal stabilitása 193
DORMÁN JÓZSEF — A furadékkiszállítást befolyásoló tényezők értékelése 196
PÁPAY JÓZSEF—HEVESI SÁNDORNÉ — A gázzal való vízkiszorítás folyamatának elemzése 201
ZOLTÁN GYŐZŐ — Föld alatti gáztároló állapotváltozásának energiaértéke víznedves tárolóban 207
MEGYERI MIHÁLY—SZITTÁR ANTAL—TÓTH BÉLA — A repedezett-kavernás tárolóban a tárolótér meghatározása pulzációs vizsgálatokkal 212
BALLA LÁSZLÓ — Termelészimuláció és paramétermeghatározás hévízkutakkal kapcsolatban 218
Külföldi hírek 200, 206, 222
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 224

A SZÁM SZERZŐI:

BALLA LÁSZLÓ okl. olajmérnök, tudományos segédmunkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriuma, Miskolc); DORMÁN JÓZSEF dr., okl. vegyész, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Szolnok); HEVESI SÁNDORNÉ okl. matematikus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); MEGYERI MIHÁLY dr., okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); PÁPAY JÓZSEF dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); RJABCSENKO, V. I. okl. olajmérnök, osztályvezető (VNIIKrneft', Krasznodar); SZITTÁR ANTAL okl. olajmérnök, főosztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Gellénháza); TÓTH BÉLA okl. olajmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); ZOLTÁN GYŐZŐ dr., okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tudományos osztályvezető (MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriuma, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-2609 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZAT EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 7. szám 1979. július

A fúrólyukfal stabilitása*

RJABCSENKO, V. I.

A fúrólyukfal omlása leggyakoribb a túlnyomásos agyagokból álló szakaszokon. Ezért a szerző a túlnyomásos rétegek előrejelzési és észlelési módjainak összefoglalásából kiindulva vázolja a fúrólyukfal omlását előidéző okokat, azok szovjetunióbeli kutatásának helyzetét, és útmutatást nyújt a lyukfal omlásának megelőzésére alkalmas öblítőiszapok sűrűségének és típusának kiválasztására.

1. Bevezetés

A kőolaj- és gázkutak fúrása során fellépő üzemzavarok felszámolására fordított mentési időszükségletben a megbomlott lyukfal stabilitásának helyreállítására fordított idő jelentős részarányt képvisel.

A fúrás folyamán a kőzetomlások és kiöblösödések nagy része az agyagos kőzetek (agyagok, agyagpalák és argillitek) átfúrásakor jelentkezik. A fúrólyukszelvény szűkülése pedig — egészen az elzáródásig — igen gyakran azt eredményezi, hogy a homogén üledékek szakaszán alkalmazott biztonsági és termelési béléscsőoszlopok behorpadnak.

Bár a második esetben a stabilitás megbomlásának mechanizmusa alapjában véve tisztázott, s főleg a sók képlékeny folyásával kapcsolatos, ugyanakkor az első esetben olyan nagyszámú tényező játszhat közre a lyukfal stabilitásának megbomlásában (mint például az agyagok ásványos összetétele, nedvességtartalmuk, a porozitásuk, a pórusvíz fémsókkal való telítettsége, a kőzetben levő fluidum nyomása, a kationcsere, a természetes repedezettség stb.), hogy a sokféle ok igen megnehezíti az üzemzavarok keletkezésére gyakorolt hatásuk tisztázását. Az utóbbi években mind szélesebb körben elterjedt az agyagos kőzetek stabilitásának megbomlását előidéző okoknak közvetett ismérvekre alapított visszavezetése, éspedig matematikai elemzési módszerek segítségével.

A fúrás tervezési stádiumában ez az előrejelzés az alapja a fúrólyukszerkezet és a fúróiszap-sűrűség kiválasztásának. A fúrás folyamán, az azzal egyidőben végzett operatív jelzés és előrejelzés lehetővé teszi a fúrást megelőző előrejelzés pontosítását.

A legutóbbi (kb. 15—20 évvel ezelőtti) időkig a potenciálisan instabil kőzetek értékelését nyújtó alapvető információkat a fúrás folyamán kapott adatok képezték. Ezek az értékelési módszerek azonban nagy eszköz- és időráfordításokat igényeltek, és gyakran csak utólagos értékelést jelentettek. Ezért már 1965-től megkezdték a lyukfal omlásának előrejelzési lehetőségeit vizsgálni. Ez a feladat mind aktuálisabbá vált egyrészt a fúrási műveletek területi és mélységi növekedésével, másrészt a kiegyensúlyozott nyomású fúrás módszerének terjedése miatt is.

Az elemzés azt mutatta, hogy a fúrás közben fellépő lyukfalomlás főleg a vastag majkopi üledékekben fordul elő, amelyek fiatalkori, nagy víztartalmú agyagok, és kőzetnyomás-gradiensük egyes esetekben eléri a 0,2 bar/m nagyságot. Ugyanakkor azonban a hasonló agyagokban, amelyek a mélységgel normálisan konszolidáltak, vagyis amelyeknek pórusnyomása egyenlő a hidrosztatikus nyomással, vagy ahhoz közelálló nagyságú, a fúrás komplikációk nélkül folyik. Íly módon a potenciálisan instabil agyagok fúrással egyidejű előrejelzése a pórusnyomás nagyságának jelzésére, előrejelzésére irányult.

Megállapítást nyert, hogy az agyagokban a túlnyomásosság fennállása fizikai és kémiai tulajdonságaiknak mérhető változásához vezet. Ezek a tulajdonságok: a fajlagos ellenállás és a villamos vezetőképesség, a sűrűség és a porozitás, a szeizmikus és az akusztikai hullámok áthaladási ideje, a hő- és a hőmérséklet-vezető képesség, a szelektív adszorbciós képesség, a montmorillonit ásványok tartalma stb.

* Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának XVII., Balatonfüreden, 1977. szeptember 24—27. között rendezett vándorgyűlésén elhangzott előadás. *(A szerkesztő.)*

2. A fúrólyukfal omlásának okai és az omlás megelőzése

A fent említettekből kiindulva, a fúrólyuk falát alkotó kőzetek instabilitásának okaival és az omlás megelőzésével foglalkozó elemzések, kutatások főbb szakaszai az alábbiak:

1. Elemzés, kutatás a fúrólyuk tervezési stádiumában;
2. Elemzés, kutatás a fúrólyuk fúrása során;
3. Laboratóriumi és analitikai kutatások.

A fúrás tervezési stádiumában a lyukfalakat alkotó kőzetekben az instabil állapotra hajlamos szakaszok előrejelzéséhez kiinduló információként felhasználják a szeizmikus kutatás adatait, és a fúrólyukak közelében végzett, előző fúrásokból nyert ismereteket. A visszavert szeizmikus hullámok vagy a hullám áthaladási-sebesség-görbéinek elemzése lehetővé teszi a túlnyomásos zónák előrejelzését kb. 150 m települési mélység és 0,02 bar/m kőzetnyomás-gradiens szerinti pontossággal. A közelben levő területekre vonatkozó információ egyidejű felhasználása lehetővé teszi az előrejelzés megbízhatóságának növelését is.

A fúrás tényleges folyamata során a nagy pórusnyomású zónák jelzésére és előrejelzésére kidolgozott módszerek három csoportra oszthatók.

a) Az agyagsűrűség közvetlen mérésén alapuló módszerek és az ismert képletek alapján a pórusnyomás kiszámítása;
b) az agyagsűrűség közvetett meghatározásán alapuló módszerek, a geofizikai fúrólyukszelvényezés különböző módszerei által kapott adatok ilyen célú kiértékelése és a szelvények alapján a pórusnyomás kiszámítása;
c) közvetlenül a fúrás folyamán kapott adatok felhasználásán alapuló módszerek.

Az agyagsűrűség közvetlen mérésére a fúrási gyakorlatban az alábbi módszereket használják fel:

a) Az agyagsűrűség meghatározása a kőzetdarabnak a korábbiakban megadott sűrűségű folyadékhengerbe való bemerülési mélysége alapján;
b) különböző sűrűségű (1,6-tól 2,8 g/cm³-ig) folyadékkal telt edényekben az „úszás" vagy „lemerülés" meghatározása;
c) precíziós mérlegeken való lemérés, a kőzetdarab térfogatának előzetes vagy utólagos meghatározásával.

A túlnyomásosságot meghatározó módszerek második csoportja lényegében a mélyfúrási geofizikai szelvények különböző módszereit foglalja magában. Mindegyik módszernek azonban sajátságos hibái vannak; a tapasztalat azt mutatta, hogy a túlnyomásos agyagok települési zónáinak megbízható meghatározása és a hitelesség növelése érdekében párhuzamosan kell alkalmazni a formáció fizikai jellemzőit, és a rendellenességek meghatározására alkalmas különböző szelvényezési módszereket.

A mérési eredmények interpretálására a legelőnyösebbek az akusztikai szelvényezés felhasználásával kapott adatok. A szelvényt azonban erősen befolyásolják a fúrólyukviszonyok: a nagyméretű kavernák jelenléte, a vízérzékeny agyagok hidratációjának foka, mésztartalmuk. Ugyanakkor az elektromos vezetőképesség görbéi nem annyira észrevehetően függnek az említett tényezőktől. Éppen ezért például e két módszer jól kiegészítheti egymást.

A sűrűségszelvényezés felhasználásával nyert adatokra ugyanazok a tényezők hatnak, mint az akusztikai szelvényezésre, ezenkívül hat a kőzet természetes radioaktivitása is.

A mikroszonda vagy kis mélységben a kőzetek vezetőképességét (ellenállását) meghatározó egyéb berendezések nyújtotta információk észrevehetően a fúrólyukviszonyoktól függnek.

A komplikált agyagformációk túlnyomásosságának előrejelzési gyakorlata főleg a kőzetek fajlagos ellenállásának (vezetőképességének) mérési adataira támaszkodik. Más módszerek (akusztikai, sűrűség-, neutron-szelvényezési módok) felhasználásánál kapott eredményeket az elektromos ellenállásmérés eredményei alapján kell helyesbíteni. Olyan esetekben, amikor az elektromos mérések különböző fajtáinak adatai nem egyeznek, akkor azokat nem célszerű alkalmazni.

Széles körben használják az elektromos fúrólyukszelvényezést egyidejűleg furadékvizsgálattal. Ez lehetővé teszi a tiszta agyagok települési zónáinak pontos meghatározását, elválasztva ezeket azoktól a meszes vagy sós agyagoktól, amelyeknek jelenléte az agyagok normálisan tömörült zónájában a sűrűségváltozási szelvény megszerkesztésében hibákhoz vezetnek.

A túlnyomásos formációk kimutatására a harmadik módszercsoportot a fúrás folyamán kapott adatok közvetlen felhasználása képezi. Ilyen adatok a következők: a cirkuláló fúróiszap hőmérséklete, az abban levő gáz- vagy klórion-tartalom, a fúrás sebessége, az öblítőfolyadék agyagtartalma és a harántolt agyagokból képződött iszap összetétele.

A fúrólyukból kifolyó öblítőiszap hőmérsékletének folyamatos regisztrálása lehetővé teszi — annak változása alapján — a túlnyomásosság meghatározását, a túlnyomásos zárókőzetek elérésének pontos jelzését. Ez a hőmérséklet ugrásszerű növekedésével rögzíthető. E módszer alkalmazásának nehézségei azzal függnek össze, hogy a fúrólyukból kifolyó öblítőiszap hőmérséklet-változására számos külső, kevésbé befolyásolható tényező is hatást gyakorol. Ezek az alábbiak lehetnek: a környező kőzet hőmérséklete, különböző adalékok alkalmazása, az öblítés áramlási sebességének változása, a fúrólyuk átmérőjének változása, a fúrószár forgása az öblítés alatt stb. A hőmérséklet-változások és e tényezők közötti összefüggés meghatározása céljából e változásról teljes képet kell kapnunk.

Az agyagsűrűségnek a mélységgel való törvényszerű változása a fúrás sebességének változásában hasonló törvényszerűséget eredményez. A túlnyomásos zónákban az agyagok sűrűségének csökkenése elősegíti a fúrási sebesség hirtelen megnövekedését.

Az ilyen törvényszerűség azonban számos más tényezőtől is függ, nevezetesen a fúróterheléstől, a fúró fordulatszámától, a fúró típusától, a fúróiszap sűrűségétől stb. A mechanikai sebességértékeknek az összehasonlító feltételekhez való alkalmazása céljából fel kell használni az ún. *d* kitevőt. A fúrási sebesség változásával kapcsolatos adatokat feldolgozva ez lehetővé teszi a túlnyomásos agyagok kijelölését mind viszonylag kis, mind pedig a nagy mélységekben.

Az öblítőiszap gáztartalmának ellenőrzése igen fontos kiegészítő információ a fúrás folyamán kapott egyéb információk értelmezéséhez. Az agyagok átfúrása során a gáz jelenléte a fúróiszapban a túlnyomásos zónába való behatolásról tanúskodik.

A lyukba szivattyúzott és kifolyó öblítőiszapban a klóriontartalom mérését a túlnyomásosság jelzésére eddig nem alkalmazták széles körben, mivel az eredmények megbízhatósága csak kb. 50%-osnak bizonyult.

Az agyagok összetételének tanulmányozása azt mutatja, hogy a túlnyomásos formációkban a montmorillonittartalom növekszik, ami úgyszintén felhasználható a potenciálisan instabil agyagok indikátoraként. Az iszapban a különböző vegyi reagensek azonban megnehezítik a montmorillonittartalom legelőnyösebb meghatározásának alkalmazását, nevezetesen a metilénkék adszorbcióját. Az agyagösszetétel meghatározásának más módszerei is igen nehézkesek; az elemzéshez precíziós készülékek szükségesek, ezért a fúrás durva üzemviszonyai között aligha alkalmazhatók.

A fúrólyukfal omlásának tisztázására és megelőzésére irányuló laboratóriumi és analitikai kutatások során az utóbbi években nagy gondot fordítottak mind a fúrás folyamán, mind pedig a fúrólyukak biztosítása (béléscsövezés, cementezése) során bekövetkező rétegomlások előrejelzését és megállapítását célzó különböző matematikai elemzési módszerekre. Az egyik ilyen módszer lényege, hogy figyelembe véve a kőzetomlás irányítható és nem irányítható tényezőit, azok nagy számának egyidejű hatását, diagnosztikai táblázatokat állítottak össze. A Szovjetunió Olajipari Minisztériumához tartozó két egyesülésnél kidolgozott ilyen diagnosztikai táblázatban 20 tényező szerepel, vagyis ezek együttes hatását lehet értékelni. A módszer hibája az igen nagy mennyiségű statisztikai anyag szükségessége, ami a módszer felhasználását új területeken korlátozza, egyedi kutatófúrásokhoz pedig kizárja.

A kőolaj- és a gázkutak fúrásának gyakorlata azt mutatja, hogy a fúrólyuk körüli zónában a kőzetek stabil állapotát megzavaró egyik lényeges tényező az idő. A kőzeteknek meghatározott idő eltelte után hirtelen bekövetkező rideg törése gyakran súlyos komplikációkhoz, üzemzavarokhoz vezet. Éppen ezért a béléscsövezetlen fúrólyukfal stabil állapotú idejének meghatározása, valamint az omlás megelőzésére irányuló intézkedések kidolgozása aktuális feladat.

A kőzet állékonyságának teljes megszűnését okozó folyamatok természete időben különböző. Ezek a folyamatok a folytonossági hiányok, a mikropórusok és repedések felhalmozódási folyamatának tekinthetők. Amikor e zavarok elérik a veszélyes szintet, akkor bekövetkezik az omlás.

Ebből az elgondolásból kiindulva a kidolgozott számítási módszerekhez azonban a kőzetek számos fizikai-mechanikai tulajdonságának ismerete szükséges, ezért ehhez még széles körű laboratóriumi kutatást kell végezni.

A fúrólyuk által feltárt kőzetek stabil állapotának megbomlásából eredő üzemzavarok megelőzésére irányuló intézkedések kidolgozása során igen fontos tényező — az öblítőiszapok sűrűségének és inhibitáló képességének helyes kiválasztása.

A Szovjetunió déli részén a geológiailag legbonyolultabb területekre telepített fúrólyukak furadékának széles körű kiértékelése alapján az az egyértelmű következtetés vonható le, hogy az agyagos formációk harántolásakor az öblítőiszap sűrűségének fontos szerepe van. Az e területen végzett több éves fúrási gyakorlat azt mutatta, hogy az iszap sűrűsége különösen döntő jelentőségű a túlnyomásos agyagok üzemzavarmentes fúrása során. A túlnyomásos agyagok átfúrásakor az iszap sűrűségének közel kell lennie a kőzetnyomás-gradiens ekvivalens értékéhez. Ez különösen fontos akkor, ha az ilyen agyagformációk vastagsága meghaladja a 100—150 m-t.

A gyakorlati tapasztalatok azt is mutatják, hogy az omlások megelőzésére egyedül az iszap sűrűségének növelése még nem elegendő; ezzel a tényezővel egyenlő értékű az iszapok típusának és vegyszeres kezelésének helyes megválasztása.

Tapasztalatok szerint a jó inhibitáló tulajdonságú iszapféleségek alkalmazása és az öblítőfolyadék sűrűségének jelentős csökkenésére irányuló kísérletek sem biztosították a kívánt hatást, bár a kőzetinstabilitás beállásának ideje kitolódott, az omlások intenzitása pedig valamivel csökkent.

Erre például szolgálhat a Szovjetunió déli területein végzett fúrásoknál a mész-bitumen, a kalcium-klorid, a meszes, a gipszes és egyéb más, erősen inhibitált öblítőiszapfélék, valamint az olajbázisú iszapok alkalmazása.

A Szovjetunióban jelenleg kutatásokat folytatnak az agyagok természetes nedvességtartalmával és a kőzet fémsókkal való telítettségével kapcsolatos jellemzők célszerű egyeztetésére.

A széles körű elméleti és kísérleti kutatási munka eredményei azt mutatták, hogy a fúrólyukkal feltárt kőzetek stabilitása és az ozmotikus jelenségek között kapcsolat van, és értékelésük nagyon is indokolt. Bár e kérdést minőségileg mélyrehatóan tanulmányozták, a gyakorlati alkalmazáshoz szükséges mennyiségi értékelés az egységes módszertani megközelítés hiánya miatt nehézségekkel jár. E feladat megoldása az adott esetben sokkal megalapozottabb lehetőséget nyújt a potenciálisan instabil kőzetek átfúrására alkalmas iszap paramétereinek, és vegyi kezelési módjának kiválasztására.

Következtetések

Összegezve az elmondottakat megállapítható, hogy a fúrólyuk falát képező kőzetek stabilitásának kérdéseit célzó kutatások során már kidolgozták a fúrás folyamán omlásokra hajlamos túlnyomásos zónák előrejelzésének módszereit. Ezeknek az információknak helyes felhasználása lehetővé teszi mind a tervezéskor, mind pedig a tényleges fúrás folyamán az omlás megelőzésére alkalmas intézkedések megtételét.

A furadékkiszállítást befolyásoló tényezők értékelése

DORMÁN JÓZSEF

A fúrási technológia egyik legfontosabb kérdése, hogy mennyi az az optimális gyűrűs térbeli sebesség, és melyek azok a reológiai tulajdonságok, amelyekkel kielégítő lyuktisztítás és minimális gyűrűs térbeli áramlási ellenállás érhető el.

A rázószitán kiválasztott furadékszemcsék méretének, valamint az öblítőfolyadék tulajdonságainak ismeretében kielégítő pontossággal számítható a kőzetrészecskék süllyedési sebessége, s ily módon meghatározható a lyuktisztítási tényező.

Az öblítőfolyadék reológiai tulajdonságainak és a gyűrűs térbeli folyadéksebességnek kombinálásával megtalálható az az optimum, amikor jó furadékkiszállítás mellett a gyűrűs térbeli nyomásveszteség is minimális.

Bevezetés

Az öblítőfolyadék számos feladata közül az egyik legfontosabb, hogy a lyuktalpról elsodort kőzetrészecskéket felszínre szállítsa. Nem kielégítő lyuktisztítás esetén a furadékszemcsék felhalmozódnak, az öblítési szünetben visszaülepednek és a fúrószerszám megszorulását okozzák. Ez a tény szükségszerűvé teszi a furadékkiszállítás — mint a fúrási hidraulika egyik részkérdése — tényezőinek vizsgálatát.

A lyuktalpról eltávolított részecske effektív emelkedési sebessége a gyűrűs térben azonosnak vehető az öblítőfolyadék átlagos áramlási sebességének és a részecske ülepedési (süllyedési) sebességének különbségével.

Számos közlemény foglalkozik nyugvó folyadékokban a szilárd részecskék ülepedési sebességét befolyásoló tényezők pontosabb megismerésével. E tanulmányokban közzétett adatok többnyire gömb alakú részecskék newtoni folyadékban végbemenő ülepedésére vonatkoznak.

A fúrási viszonyok között azonban szabálytalan alakú kőzetszemcséknek áramló, nem newtoni folyadékokban végbemenő mozgását kell leírni, illetve kielégítő pontossággal meghatározni. A gyűrűs térbeli áramlási viszonyok egyébként is meglehetősen bonyolultak. Az áramlási profil a reológiai tulajdonságoknak [1], valamint a gyűrűs tér geometriájának [2] is függvénye, amelyet a fúrórúd rotációja tovább torzít [3]. Ez az utóbbi tényező a centrifugális hatás révén a részecskéket radiális irányú mozgásra is kényszeríti. Kérdéses az is, hogy az ülepedési (süllyedési) sebességet jelentősen befolyásoló reológiai tulajdonságok közül az áramló folyadék aktuális viszkozitása az adott pontban [5], vagy a süllyedő részecske felületén, annak mozgásából eredő „effektív" viszkozitás [6] a meghatározó. A széles körű laboratóriumi és terepi vizsgálatok eredményeiből levont következtetések sem egybevágóak. Kézenfekvő, hogy a szilárd részecskék süllyedési sebességének függeni kell az áramlás típusától, de míg egyes szerzők szerint e szempontból a lamináris áramlás előnyös [7, 8] — a turbulenshez képest —, addig mások éppen az ellenkező következtetésre jutottak [9, 10]. Az újabb vizsgálatok megerősítették azt az álláspontot, állapotot, amely szerint a gyűrűs térbeli — egyéb szempontból is kívánatos — lamináris áramlás kedvezőbb feltételeket teremt a furadékkiszállításhoz [11, 12], s hasonlóképpen előnyös a furadékszemcsék lamináris vagy átmeneti tartományban történő süllyedése is.

További probléma e kérdésben, hogy a furadék aszimmetrikus test, s az ebből eredő süllyedés közbeni orientációs tendencia jelentősen befolyásolja a süllyedési sebességet [13]. A gyűrűs térbeli áramlási profil, a változó sebességű folyadékszálak által a részecskére kifejtett forgatónyomaték a stabil orientáció ellen hat [5]. Következésképpen, a fúrólyukban uralkodó dinamikus viszonyok esetében a részecske aszimmetrikus felépítéséből eredő hatást jellemző alaki korrekciós tényező (shape factor) alkalmazásától eltekinthetünk.

Aligha vitatható, hogy csakis a furadékszemcsék süllyedési sebességének megbízható ismeretében határozható meg a gyűrűs térbeli optimális áramlási sebesség, amely az áramlási ellenállás nagysága és az áramlás típusa szempontjából is döntő tényező. A fúrások optimális hidraulikai programjainak kidolgozásához tehát olyan, viszonylag egyszerű eljárás szükséges, amely a furadék süllyedési sebességére, a fenti körülményeket is figyelembe véve, kielégítő pontosságú eredményeket szolgáltat.

Az ülepedési (süllyedési) sebességet befolyásoló tényezők

Mindenekelőtt abból kell kiindulni, hogy a részecskeülepedés általános törvényszerűségei a gyűrűs térbeli viszonyokra is érvényesek. Ennek megfelelően a süllyedési sebességet döntően a részecske sűrűsége, mérete, alakja, valamint a folyadék sűrűsége és reológiai tulajdonságai határozzák meg.

Az ülepedési folyamatra is jellemző a lamináris, átmeneti és turbulens tartomány, amelyek a vonatkozó *Reynolds*-számokkal jellemezhetők:

lamináris: $N_{Re} < 1{,}0$;
átmeneti: $1{,}0 < N_{Re} < 100$;
turbulens: $N_{Re} > 100$,

ahol

$$N_{Re} = \frac{D_r \cdot U \cdot \varrho}{\mu}. \qquad (1)$$

Ez a *Reynolds*-szám newtoni folyadékokra érvényes, míg a nem newtoni folyadékokra *Skelland* [4] az

$$N_{Re} = \frac{D_r^n \cdot U^{2-n} \cdot \varrho}{K} \qquad (2)$$

alakot javasolja.

A lamináris és átmeneti tartományban a süllyedési sebességet a viszkózus erők határozzák meg, s a *Reynolds*-számtól függő súrlódási tényező [12]:

$$C_D = \frac{4}{3} \frac{g(\varrho_r - \varrho) \cdot D_r}{U^2 \cdot \varrho}. \qquad (3)$$

A súrlódási tényező függése a *Reynolds*-számtól a lamináris tartományban:

$$C_D = \frac{24}{N_{Re}}, \tag{4}$$

illetve az átmeneti tartományban [14]:

$$C_D = \frac{18{,}5}{(N_{Re})^{2/3}}. \tag{5}$$

A turbulens tartományban a súrlódási tényező független a *Reynolds*-számtól, szabálytalan (pl. korong alakú) részecskére [6]

$$C_D = 1{,}12, \tag{6}$$

így a süllyedési sebesség:

$$U = 3{,}42\sqrt{\frac{D_r(\varrho_r - \varrho)}{\varrho}}. \tag{7}$$

A gyűrűs térbeli furadékkiszállítási viszonyokra az átmeneti tartomány jellemzői alkalmazhatók leginkább.

Ha a folyadék nem áramlik, akkor a süllyedési sebesség meghatározása viszonylag egyszerű.

Ansley [15] kimutatta, hogy amikor gömb alakú részecskék plasztikus *(Bingham-)* folyadékban süllyednek, akkor a súrlódási tényező a *Reynolds*-számhoz hasonló „dinamikus paraméter"-rel jól korrelálható:

$$A = \frac{\varrho \cdot U^2}{\eta \cdot \frac{U}{D} + \frac{7 \cdot \pi}{24} \cdot \tau_y}, \tag{8}$$

és

$$C_D \frac{k_1}{a} \approx \frac{36}{A}, \quad \text{ha} \quad N_{Re} > 100. \tag{9}$$

A (3) egyenletbe helyettesítve és átrendezve az

$$U = \frac{D_r^2 \cdot g(\varrho_r - \varrho)}{k_2 \cdot \eta} - \frac{0{,}92 \cdot D_r \cdot \tau_y}{\eta} \tag{10}$$

összefüggést kapjuk, amely $\tau_y = 0$ esetén a newtoni folyadékokra érvényes alakra egyszerűsödik.

A nem newtoni folyadékokra vonatkozó általános összefüggéseket vezetett le *Walker* [6] a süllyedő részecske által keltett, illetve a felületén jelentkező nyíróerő alapján:

$$\tau_r = 2{,}17\sqrt{(\varrho_r - \varrho) \cdot D_r}. \tag{11}$$

Így a részecske süllyedési sebessége:

$$U = 0{,}1376 \cdot \tau_r \sqrt{\frac{D_r \cdot S}{\varrho}}, \tag{12}$$

míg a lamináris-turbulens átmenetre jellemző nyírási sebesség:

$$S_c = \frac{51{,}7 \cdot C^*}{D_r \cdot \sqrt{\varrho}}. \tag{13}$$

A kísérleti eredmények mindkét módszerrel viszonylag jól leírhatók, a (10) egyenlet esetében célszerű a τ_y és η értékeket [16] szerint neghatározni, illetve értelmezni. Kérdés azonban, hogy ezek az összefüggések érvényesek-e áramló folyadék esetén is. Ennek ellenőrzésére alkalmasak a fúrási körülményeket megvalósító feltételek mellett végzett kísérletek [10, 11] adatai.

Mindkét tanulmány szerint a süllyedési sebesség a folyadék áramlási sebességének is függvénye. Nyilvánvaló tehát, hogy az előbbiekben ismertetett módszerek nem, vagy korlátozottan alkalmazhatók áramló folyadék esetén.

Szilárd részecskék süllyedési sebessége áramló folyadékban

Áramló, nem newtoni folyadék esetén a gyűrűs tér keresztmetszetében változó viszkozitásviszonyok figyelembevétele jó eredményekkel biztató, de bonyolult, nehézkes eljárás.

Következésképpen, szükséges egy olyan, viszonylag egyszerű, a tényleges gyűrűs térbeli viszonyokat is magába foglaló megoldás, amely egyúttal kielégítő pontosságot nyújt. A gyűrűs térbeli reológiai viszonyok jellemzésére leginkább a fal melletti nyírási sebeség, illetve viszkozitás alkalmazható. Célszerű tehát a megoldást erre a paraméterre alapozni. A (3) és (5) egyenletből:

$$\frac{1}{(C_D)^3} = \frac{N_{Re}^2}{(18{,}5)^3} = \left(\frac{3U^2 \cdot \varrho}{4g(\varrho_r - \varrho)D_r}\right)^3. \tag{14}$$

A *Reynolds*-számot behelyettesítve és az egyenletet átrendezve:

$$U = \left[\left(\frac{4}{3 \cdot 18{,}5}\right)^3 \cdot \frac{g^3 \cdot D_r^5(\varrho_r - \varrho)^3}{\varrho \cdot \mu_e^2}\right]^{1/4}. \tag{15}$$

A pszeudoplasztikus folyadékmodell esetén

$$\mu_e = K \cdot S^{n-1}, \tag{16}$$

így a süllyedési sebesség

$$U = 0{,}771\left(\frac{D_r^5 \cdot (\varrho_r - \varrho)^3}{\varrho \cdot K^2} \cdot S^{2-2n}\right)^{1/4}. \tag{17}$$

A gyűrűs térbeli nyírási sebesség meghatározható az

$$S = G_{gy}\frac{12v_{gy}}{D_h} \tag{18}$$

összefüggéssel [17].

A pszeudoplasztikus *(Ostwald—de Waale-)* folyadékmodell hatványkitevőjének csökkenő értékével az áramlási profil ellaposodik, amely kedvezőbb feltételeket teremt a furadékkiszállításhoz. Ez megegyezik azzal a korábbi felismeréssel, hogy — pl. a *Bingham*-modellt alkalmazva — a folyási határ (YP) — plasztikus viszkozitás (PV) arány növelése nagymértékben megnöveli az öblítőfolyadék furadékkiszállító képességét. Ezt támasztják alá az irodalmi adatok is [1, 6, 10]. *Sze-Foo Chien* korrekciós tényező alkalmazását javasolja az n kitevő, illetve a YP/PV arány értékétől függően, abból kiindulva, hogy a gyűrűs térnek az e tényezőktől függő részében az öblítőfolyadék sebessége nagyobb, mint a részecske süllyedési sebessége [18].

Sifferman és munkatársai, valamint *Zeidler* adatainak elemzésekor a (17) egyenlettel számolva a mértnél nagyobb süllyedési sebességek adódnak.

Kétségtelen tény, hogy a gyűrűs térbeli „laposabb" sebességprofil csökkenti a részecskék effektív süllyedési sebességét. Az ehhez tartozó korrekciót a [18]-hoz hasonlóan levezethetjük abból kiindulva, hogy az n kitevő csökkenésével a gyűrűs tér mind nagyobb há-

nyadában lesz az öblítőfolyadék sebessége azonos vagy nagyobb, mint az átlagos sebesség. Ez nyilvánvalóan elősegíti a furadékkiszállítást, bár nem vehető figyelembe az a hatás, amely a fal melletti zónában az aszimmetrikus részecskék süllyedését befolyásolja.

A gyűrűs térbeli sebességprofil egyenletéből levezethető, hogy a gyűrűs tér keresztmetszetében ama területek hányadosa, amelyekben az öblítőfolyadék áramlási sebessége nagyobb, illetve kisebb, mint az átlagos áramlási sebesség:

$$\bar{A} = \frac{1-\bar{X}_D}{\bar{X}_D} = \left(\frac{2n+1}{n}\right)^{\frac{n}{n+1}} - 1. \qquad (19)$$

Miután a (17) egyenlet newtoni folyadékokra érvényesnek tekinthető, a (19) egyenlet alapján megadható korrekciós tényezőt bevezetve, a szilárd részecskék süllyedési sebessége a gyűrűs térben áramló pszeudoplasztikus folyadékban:

$$U = 1{,}053\left[\left(\frac{2n+1}{n}\right)^{\frac{n}{n+1}} - 1\right]\left[\frac{D_r^5 \cdot (\varrho_r - \varrho)^3}{\varrho \cdot K^2} \cdot S^{2-2n}\right]^{1/4}, \qquad (20)$$

amely newtoni folyadékok esetén az

$$U = 0{,}771\left(\frac{D_r^5 \cdot (\varrho_r - \varrho)^3}{\varrho \cdot \mu^2}\right)^{1/4} \qquad (21)$$

alakra egyszerűsödik.

Ismeretes továbbá, hogy a fúrórúd rotációja is javítja a furadékkiszállítást; ezt a hatást azonban a számításokban figyelmen kívül hagytuk, ahogyan jelenleg nem vesszük figyelembe a reológiai tulajdonságok hőmérsékletfüggésének ellentétes hatását sem. A (20) egyenlet alkalmazhatóságát a süllyedési sebesség meghatározására irodalmi adatok [10, 11] elemzése alapján igazolhatjuk. Meg kell azonban jegyezni, hogy az egyenletben a részecske méretét (D_r) nem valamely jellemzőnek tartott mérettel, hanem az ekvivalens gömbátmérővel kell helyettesíteni:

$$D_r = \sqrt{\frac{6}{\pi} \cdot V_t}. \qquad (22)$$

Zeidler [10] 0,2064 m belső átmérőjű béléscső és 0,1143 m külső átmérőjű fúrórúd közötti gyűrűs térben vizsgálta különböző méretű kőzetrészecskék süllyedési sebességét az öblítőfolyadék reológiai tulajdonságai és a gyűrűs térbeli áramlási sebesség függvényében.

1. táblázat

v_{gy} m/s	S s^{-1}	μ_e mPa·s	$U_{mért}$ m/s	$U_{számított}$ m/s
0,136	19,7	71,5	0,053	0,056
0,204	29,5	58,3	0,060	0,058
0,272	39,3	50,4	0,065	0,064
0,408	59,0	41,0	0,073	0,074
0,544	78,7	35,5	0,079	0,080
0,680	98,3	31,7	0,084	0,084
0,816	118,0	28,9	0,089	0,088
0,953	137,8	26,7	0,093	0,092

Megjegyzés: ASTM No. 8. frakció, C2 jelű öblítőfolyadék

2. táblázat

	ASTM No.		
	8.	6.	4.
$U_{mért}$, m/s	0,065	0,102	0,137
$U_{számított}$, m/s	0,068	0,105	0,142

3. táblázat

Öblítőfolyadék	No. 1. $\tau = 2{,}52 \cdot S^{0{,}381}$	No. 2. $\tau = 0{,}87 \cdot S^{0{,}485}$	No. 3. $\tau = 0{,}213 \cdot S^{0{,}585}$
v_{gy}, m/s	0,102	0,153	0,254
$U_{mért}$, m/s	0,014	0,050	0,094
$U_{számított}$, m/s	0,021	0,047	0,085

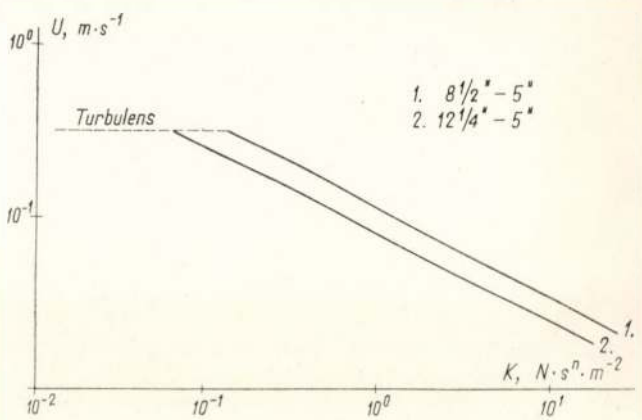
A közölt adatok egyértelműen mutatják, hogy határozott összefüggés áll fenn a fal melletti viszkozitás és a részecskék süllyedési sebessége között. Ugyanakkor az adatok elemzése alátámasztja azt is, hogy a (20) egyenlet alkalmas a süllyedési sebesség meghatározására. Ilyen adatsort tartalmaz az *1. táblázat*. Az eredmények egyezése az eddig ismert módszerek pontosságát tekintve egyértelműen jónak mondható. A különböző méretű részecskék esetében is hasonló az alkalmazott számítások pontossága *(2. táblázat)*.

E problémakör még részletesebb elemzését valósították meg *Sifferman* és munkatársai [11]. Az általuk közölt adatoknak a (20) egyenlet szerinti értékelése tükrében az öblítőfolyadék reológiai tulajdonságainak hatását a *3. táblázat* eredményei mutatják.

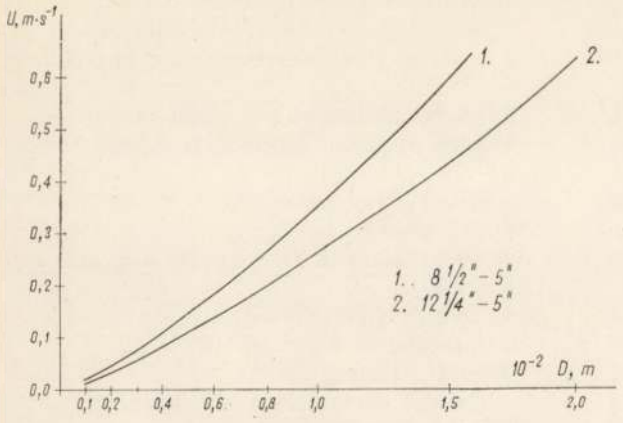
A különböző méretű részecskék süllyedési sebessége ugyancsak jól számítható, s hasonlóképpen az öblítőfolyadék sűrűségének, valamint a gyűrűs tér geometriájának hatása is megfelelően érvényesül.

A (20) egyenlet alkalmazása tehát jó lehetőséget nyújt arra, hogy az egyes tényezők hatását külön-külön is, analitikusan tanulmányozhassuk. A reológiai paraméterek közül elsősorban a konzisztenciatényező (K) értéke a jelentős, s ezt mutatják az *1. ábra* adatai, amelyeket az alábbi feltételek mellett kaptunk:

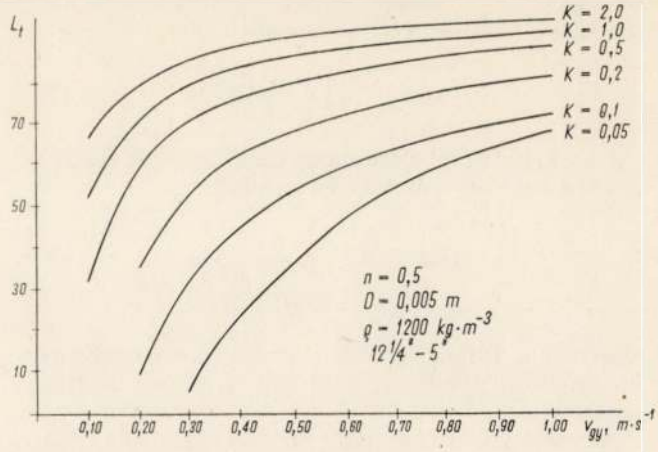
Lyuk-, ill. fúrórúdméret, hüvelyk	$12\,^1/_4$—5	$8\,^1/_2$—5
Folyadékáram, $m^3 \cdot s^{-1}$	0,0417	0,025
D_r, m	0,005	0,005
n	0,5	0,5
ϱ_r, $kg \cdot m^{-3}$	2600	2600
ϱ, $kg \cdot m^{-3}$	1200	1200
K, $N \cdot s^n \cdot m^{-2}$	0,5	0,5



1. ábra



2. ábra



4. ábra

Láthatóan, ha a konzisztenciatényező értéke nagyobb, mint 0,5—1,0 $N \cdot s^n \cdot m^{-2}$ — a gyűrűs térbeli áramlási sebességet is figyelembe véve —, már kielégítő lyuktisztítás érhető el.

Igen fontos — bár nem szabályozható — tényező a süllyedési sebesség értékében a furadék mérete *(2. ábra)*.

A rázószitán kiválasztott furadékszemcsék ekvivalens átmérőjének meghatározása szolgáltatja az egyik legfontosabb alapadatot a számításokhoz.

Természetesen az öblítőfolyadék sűrűségének növekedésével is csökken a részecskék effektív süllyedési sebessége *(3. ábra)*, azonban e paraméter szabályozása más követelmények függvénye.

A furadékkiszállítás hatékonyságának jellemzésére a lyuktisztítási tényezőt alkalmazzuk:

$$L_t = \frac{v_{gy} - U}{v_{gy}} \cdot 100, \qquad (23)$$

amely tehát a furadékszemcse effektív emelkedési sebességének és a gyűrűs térbeli átlagos áramlási sebességnek a hányadosa.

A *4—5. ábra* mutatja különböző gyűrűs térbeli áramlási sebesség mellett a reológiai tulajdonságok és részecskeméret hatását a lyuktisztítási tényező értékére.

Logikusan tehát a furadék gyűrűs térbeli emelkedési sebességét — s ezen keresztül a lyuktisztítási tényező értékét — kétféle módon változtathatjuk: vagy a reológiai tulajdonságok módosításával, vagy az öblítőfolyadék áramlási sebességének változtatásával. Ha az öblítőfolyadék furadékkiszállító képessége csökken, vagy a fúrási sebesség nő, növekszik a furadék koncentrációja a gyűrűs térben. Egy kritikus érték elérése után a furadékszemcsék gyakori ütközése, kölcsönhatása miatt a gyűrűs térbeli emelkedési sebesség drasztikusan csökken, s az ezt követő furadékfelhalmozódás a legtöbb esetben a fúrószerszám megszorulásához vezet.

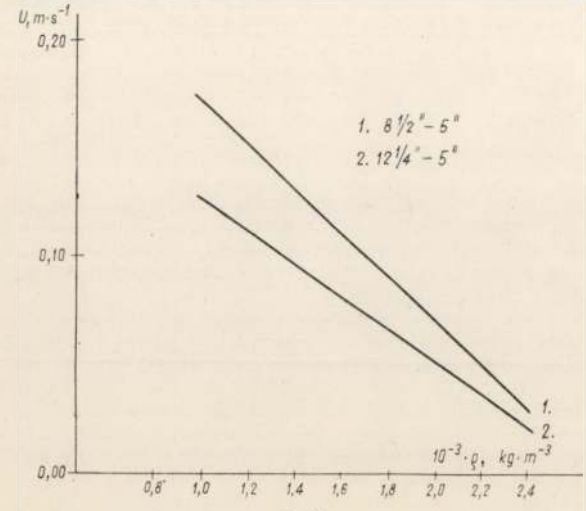
Fokozottan fennáll ez a veszély a lyukfal megbomlása esetén, következésképpen a márgaomlási problémák jelentkezését követő szerszámszorulások legvalószínűbb oka a fenti jelenség. Ezért az öblítőfolyadék furadékkiszállító képességét növelni kell. A kritikus furadékkoncentráció 4—6 tf%-ra tehető [7, 15].

A fúrás során időegység alatt az öblítőfolyadékba kerülő furadék mennyisége:

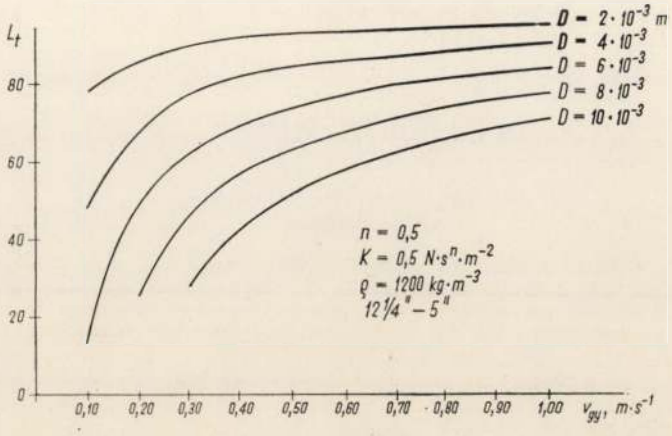
$$B = 2{,}18 \cdot 10^{-4} v_f \cdot D^2, \qquad (24)$$

illetve koncentrációja:

$$C = \frac{B}{Q_e}, \qquad (25)$$



3. ábra



5. ábra

ahol Q_e a furadék gyűrűs térbeli effektív emelkedési sebességével ekvivalens folyadékáram:

$$Q_e = (v_{gy} - U)\frac{D^2 - d^2}{4} \cdot \pi. \qquad (26)$$

Ha a kritikus furadékkoncentrációt 4%-nak vesszük, akkor a kritikus lyuktisztítási tényező:

$$(L_t)_c = 0{,}7\frac{v_f}{v_{gy}\left[1 - \frac{d^2}{D}\right]}, \qquad (27)$$

amelynél a furadékkiszállító rendszer egyensúlyának biztosítására mindenkor nagyobb L_t értéket kell tartani.

A szabályozott nyomású fúrási technológia alkalmazásának azonban kulcskérdése a gyűrűs térbeli áramlási ellenállás nagysága. Márpedig mind a reológiai paraméterek, mind az áramlási sebesség a nyomásveszteséget is befolyásolja.

$$\Delta p = \frac{4L}{D_h} \cdot \tau_{gy} = \frac{4L}{D_h} \cdot K \cdot S^n. \qquad (28)$$

Behelyettesítve:

$$U = 1{,}053\left[\left(\frac{2n+1}{n}\right)^{\frac{n}{n+1}} - 1\right]\left[\frac{D_r^5(\varrho_r - \varrho)^3}{\varrho}\left(\frac{4L \cdot S}{D_h \cdot \Delta p}\right)^2\right]^{1/4}, \qquad (29)$$

Az összefüggés alapján meghatározható az a gyűrűs térbeli optimális sebesség, amely kielégítő furadékszállítást és minimális áramlási ellenállást eredményez.

JELÖLÉSEK

A	a (7) egyenlettel meghatározott „dinamikus paraméter"
$\bar{A}$	a gyűrűs tér átlagosnál nagyobb, illetve kisebb áramlási sebességű területeinek aránya
B	a fúrt kőzet mennyisége, m^3/h
C	furadékkoncentráció, a gyűrűs térben, m^3/m^3
C^*	dimenzionális tényező (13. egyenlet)
C_D	súrlódási együttható
D, D_h, d	a lyuk, a gyűrűs tér, ill. a fúrórúd (külső) átmérője, m
D_r	ekvivalens részecskeátmérő, m
K	konzisztenciaindex, $N \cdot s^n \cdot m^{-2}$
L	a gyűrűs tér hossza, m
L_t	lyuktisztítási index
n	a pszeudoplasztikus modell hatványkitevője
Q_e	ekvivalens folyadékáram, $m^3 \cdot s^{-1}$
Δp	nyomásveszteség a gyűrűs térben, bar
S	a fal melletti nyírási sebesség a gyűrűs térben, s^{-1}
U	a furadék süllyedési sebessége, $m \cdot s^{-1}$
v_{gy}	átlagos áramlási sebesség a gyűrűs térben, $m \cdot s^{-1}$
V_t	a részecske térfogata, m^3
v_f	fúrási sebesség, $m \cdot h^{-1}$
μ_e	az öblítőfolyadék viszkozitása a gyűrűs térben, $Pa \cdot s$
ϱ	az öblítőfolyadék sűrűsége, $kg \cdot m^{-3}$
ϱ_r	a részecske sűrűsége, $kg \cdot m^{-3}$
τ	nyírási feszültség, Pa
η	a folyadék dinamikai viszkozitása, $Pa \cdot s$
τ_y	*Bingham*-féle folyási határ, Pa
k_1, k_2	állandók

IRODALOM

[1] *Walker, R. E.:* Drilling fluid rheology. Drilling Feb. 43—5, 48—9, 58 (1971).
[2] *Fredrickson, A. G.—Bird, R. B.:* Ind. and Eng. Chem. 347 (1958).
[3] *Savins, J. G.—Wallick, G. C.:* AIChEJ *2* 357 (1966).
[4] *Skelland, A. H. P.:* Non-newtonian flow and heat transfer. Wiley and Sons N. Y., 1967.
[5] *Gilicz B.:* Gyűrűs térbeli viszkozitásviszonyok vizsgálata — különös tekintettel a fúrótörmelék kiszállítási feltételeinek közelítő meghatározására. OGIL-témajelentés, 1976.
[6] *Walker, R. E.—Mayes, T. M.:* Design of mud for carrying capacity. J. Petr. Technology July 893—900 (1975).
[7] *Pigott, R. J. S.:* Mud flow in drilling. Drilling and Prod. Practice API, 1941. 91—103.
[8] *Hall, H. M.—Thompson, H.—Nuss, F.:* Ability of drilling mud to lift bit cuttings. Trans. AIME 1950, **189** 35—46.
[9] *Williams, C. E.—Bruce, G. H.:* Carrying capacity of drilling muds. Trans. AIME 1951, **192** 111—20.
[10] *Zeidler, U.:* An experimental analysis of the transport of drilled particles. Soc. Petr. Eng. J. Febr. 39—48 (1972).
[11] *Sifferman, T. R.* et al.: Drill cutting transport in full scale vertical annuli. SPE preprint 4514, 1973.
[12] *Hopkin, E. A.:* Factors affecting cuttings removal during rotary drilling. J. Petr. Technology June 807—14 (1967).
[13] *Heiss, J. F.—Coull, J.:* The effect of orientation and shape on the settling velocity of non isometric particles in viscous medium. Chem. Eng. Prog. *3* 133 (1952).
[14] *Slattery, J. C.—Bird, R. B.:* Non-newtonian flow past a sphere. Chem. Eng. Sci. 231—41 (1961).
[15] *Ansley, R.—Smith, T. N.:* Motion of spherical particles in Bingham plastic. AICHEJ *6* 1193—6 (1967).
[16] *Taylor, R.—Smalling, D.:* A new and practical application of annular hydraulics. SPE preprint 4518, 1973.
[17] *Dormán J.:* Az öblítőfolyadékok reológiai és hidraulikai jellemzőinek értékelése. Kőolaj és Földgáz *4* (1979).
[18] *Sze-Foo Chien:* Annular velocity for rotary drilling operations. Int. J. Rock Mech. Min. Sci *9* 403—16 (1972).

KÜLFÖLDI HÍREK

Polimerek felhasználása vízkizárásra a Szovjetunióban

A Braguna-mező kútjaiban sikeresen alkalmaztak termoplasztikus polimereket vízkizárásra, polietilént (PND), iparilag oldott polimert (PPP), benzinben oldott polimert (PBP) és polipropilént (PP). Ezek olvadási hőmérséklete: PND 120—125 °C, PPP 115—120 °C, PBP 100 °C, PP 160—170 °C.

Ezek a polimerek: magas hőmérsékleten jól oldódnak folyékony szénhidrogénekben, így olajban is, viszont savakkal és vízzel szemben közömbösek.

A Braguna-mezőben a produktív rétegeket kavernás repedezett mészkő és repedezett márga alkotja 4180—4700 m mélységben. A réteghőmérséklet 160—170 °C, a rétegnyomás pedig a kezelés idején valamivel kisebb volt a hidrosztatikus nyomásnál.

A telep 4 kútjában, a 40., 48., 61. és 43. számú kutakban alkalmazták a polimeres kezelést.

A 61. kút kivételével a termelés kezdetén minden kút vízmentes olajat termelt kb. 1000 t/d hozammal. A termelés folyamán a termelvény fokozatosan elvizesedett, a polimeres kezelést megelőző időszakban 21—57%-os víztartalommal 240—300 t/d olajat termeltek a kutak. A mélységi termodinamikai vizsgálatok azt állapították meg, hogy a termelvény elvizesedésének oka a felső rétegekből történő vízbeáramlás lehet, melyet a rétegzárás tökéletlensége tesz lehetővé.

(Folytatás a 211. oldalon)

A gázzal való vízkiszorítás folyamatának elemzése

PÁPAY JÓZSEF—
HEVESI SÁNDORNÉ

A szerzők egy kétdimenziós numerikus modell segítségével vizsgálják a gázzal való vízkiszorítást. A kiszorítási folyamatot befolyásoló tényezők közül elemzik a besajtolási ütem, a gravitáció, az anizotrópiatényező, az impermeabilitás, a relatív áteresztőképesség és a kapilláris erő hatását.

A technológus a föld alatti gáztárolók létesítése és üzemeltetése során elkerülhetetlenül szembe találja magát a gáz—víz együttáramlás kérdéskomplexumával.

A gáztárolók sok esetben olyan geológiai szerkezetben kerülnek telepítésre, ahol a létesítést megelőzően a pórusteret víz töltötte ki, illetve a tárolótérnek kiválasztott térfogatot veszi körül a vele hidrodinamikai kapcsolatban levő víztároló.

Tekintettel arra, hogy hazánkban most van napirenden a föld alatti gáztárolók létesítése, ezért minden olyan elemzés, amely a technológiai folyamatot vizsgálja, hasznos útmutatást adhat a témakörrel foglalkozóknak.

E rövid tanulmányban egy hipotetikus aquifer tároló esetén vizsgáljuk a gázzal végzett vízkiszorítás folyamatát az általunk kidolgozott kétdimenziós, kétfázisú numerikus modellel.

A tároló sematikus, nem léptékhelyes axonometrikus vázlatát az *1. ábra* szemlélteti. A diagramon feltüntettük a tárolóelemek geometriai méreteit is. A réteg vastagsága 20 m, a területe pedig 1000×1080 m^2.

A gázt az aszimmetrikus geológiai szerkezet legmagasabb pontján sajtolják be.

A tároló porozitása 0,3, permeabilitása 0,2 Darcy. A besajtolás megkezdésekor a legfelső elem gáztelítettsége 0,5 volt, a tároló kezdeti nyomáseloszlását az elemméretek középpontjának mélysége határozta meg annak figyelembevételével, hogy a legfelső elem átlagnyomása 200 bar.

A vizsgált tárolórészt határoló síkokon keresztül fluidumátáramlás nem lehetséges.

A gázzal való vízkiszorítás vizsgálata során elemeztük a besajtolási ütem, a gravitáció, az anizotrópiatényező, az impermeabilitás, a relatív áteresztőképesség és a kapilláris erő hatását.

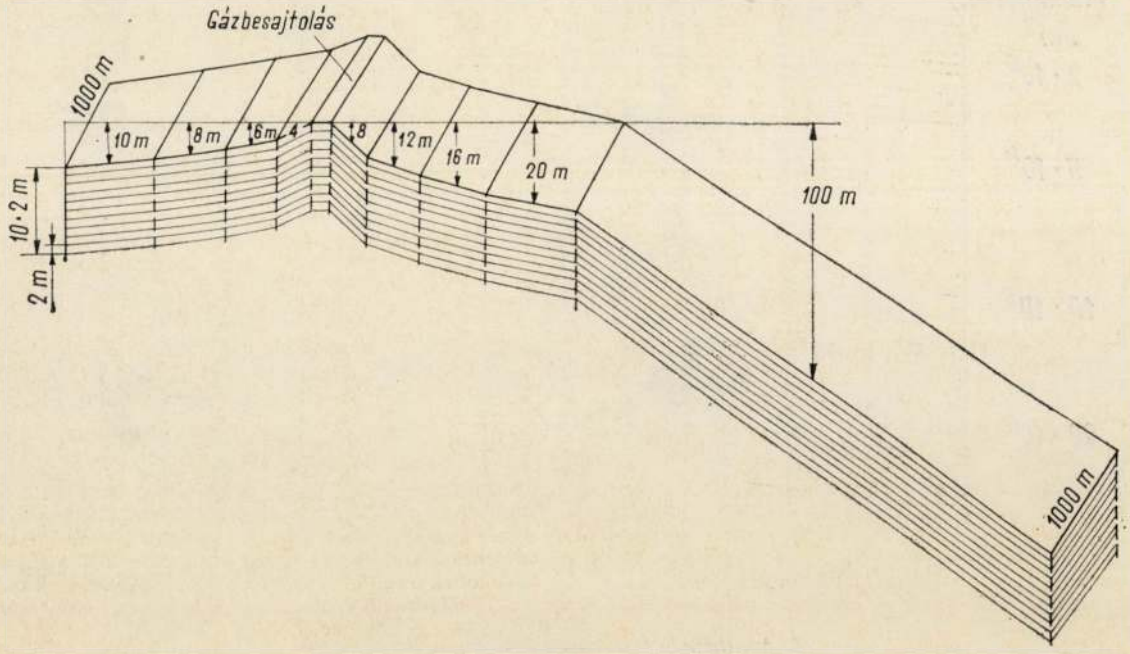
A besajtolási ütem hatásának vizsgálata

A számítási eredményeket a *2. ábra* szemlélteti, ha a földgáz besajtolási üteme 0,01, 0,1, 0,5 és $1 \cdot 10^6$ nm^3/d. A gáztelítettség alakulását 2, 5, 10 és $28 \cdot 10^6$ nm^3 besajtolt gáz kumulatív mennyiségénél ábrázoltuk.

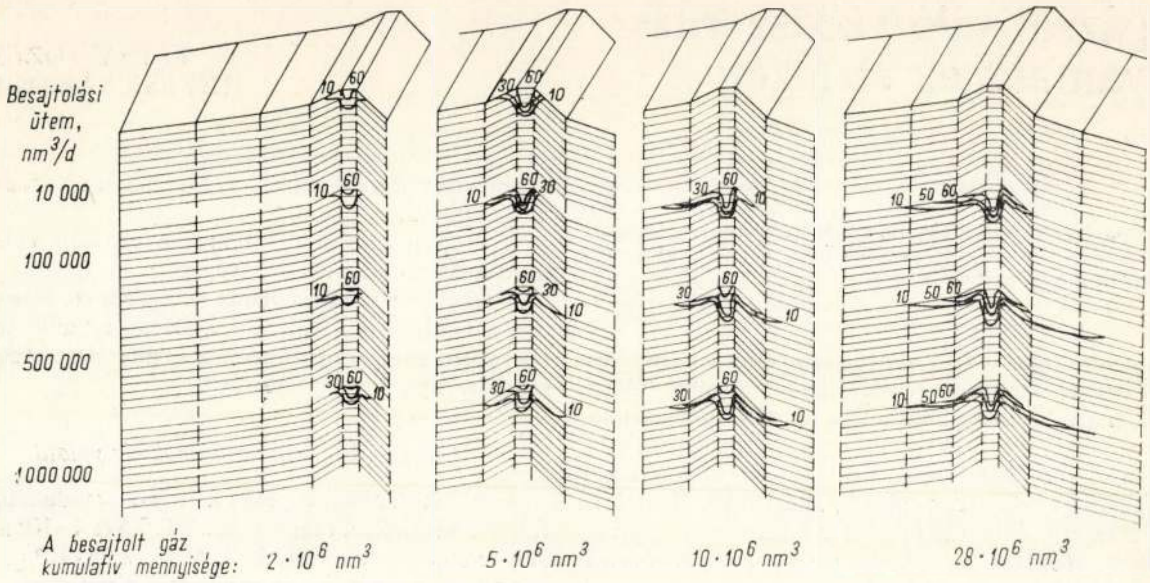
Az ábra alapján megállapítható, hogy a „gázbuborék" a tároló legmagasabb részén helyezkedik el, és alakja a besajtolási ütemtől függ.

Ha a besajtolási ütem egy bizonyos határ alatt van, akkor a besajtolás tengelyvonalának két oldalára rajzolt izotelítettségek kb. azonos magasságban metszik a rétegtetőt, tehát a gázburborék két „szárnya" azonos geodetikus magasságban van. Nagyobb besajtolási ütemnél a gázburborék elferdül. A ferdülés irányát az határozza meg, hogy a kút tengelyvonalától számítva melyik oldalon helyezkedik el a víz és kőzet alkotta rugalmas rendszer nagyobb térfogatú része. A gáz nagy besajtolási ütemnél, a gravitációs erő ellenére is, ebbe az irányba áramlik.

Kb. $0{,}1 \cdot 10^6$ nm^3/d besajtolási ütemig a gázburborék szárnyai azonos geodetikus magasságban vannak. $0{,}5 \cdot 10^6$ nm^3/d besajtolási ütem felett pedig a nagyobb kőzettömeg irányába húzódik a gáz, és a mélyebb szerkezeti helyzetben található meg.



1. ábra



2. ábra
A besajtolási ütem és a gáztelítettség összefüggése

A gravitációs erő hatásának vizsgálata

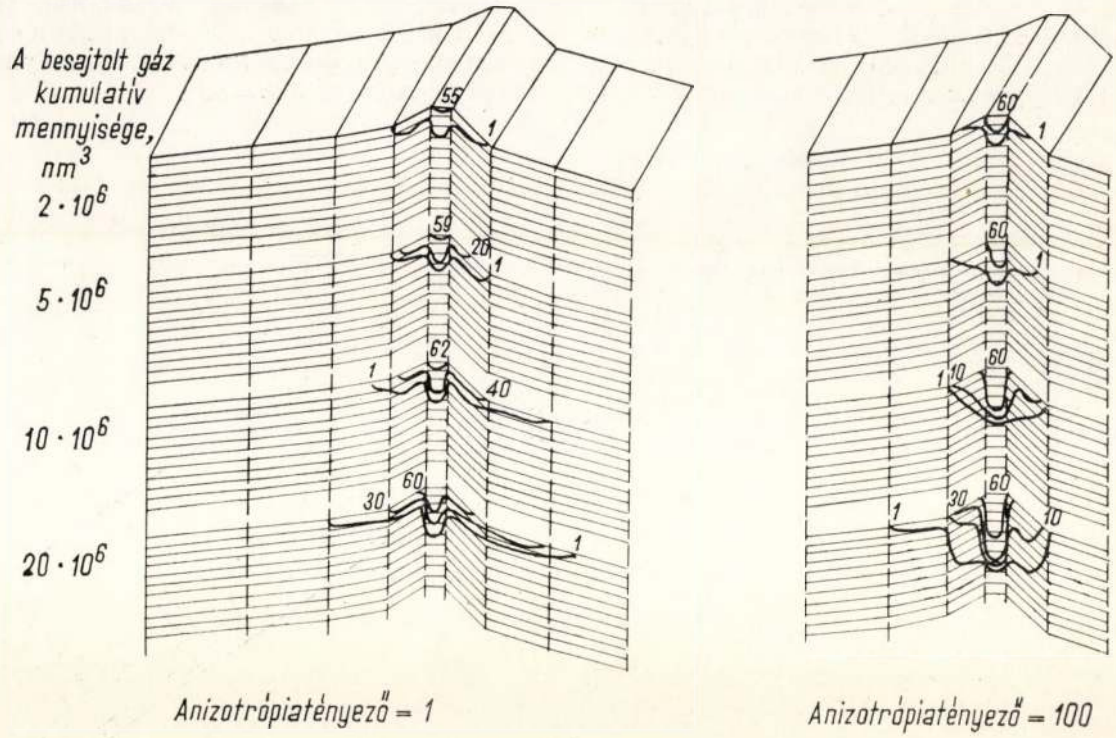
A gázt a legfelső elembe sajtolják. Ha a numerikus modellben a gravitációs erő hatásától eltekintenénk, akkor a gáz csak azután kezdene a legfelső elem melletti szomszédos elembe átáramolni, miután a besajtolás oszlopában a réteg talpát elérte. Ennek ellenére a mellékelt ábrasor egyik folyamatánál sem következett ez be, holott a gáztelítettség a legfelső „rétegsorban" már több elemben elért egy meghatározott értéket.

A gravitációs és viszkózus erő nagyságának viszonya határozza meg főként a gázbuborék alakját. Alakjának megítélésénél emlékeztetni kell a numerikus diszperzióra és az x és y irányban eltérő léptékre.

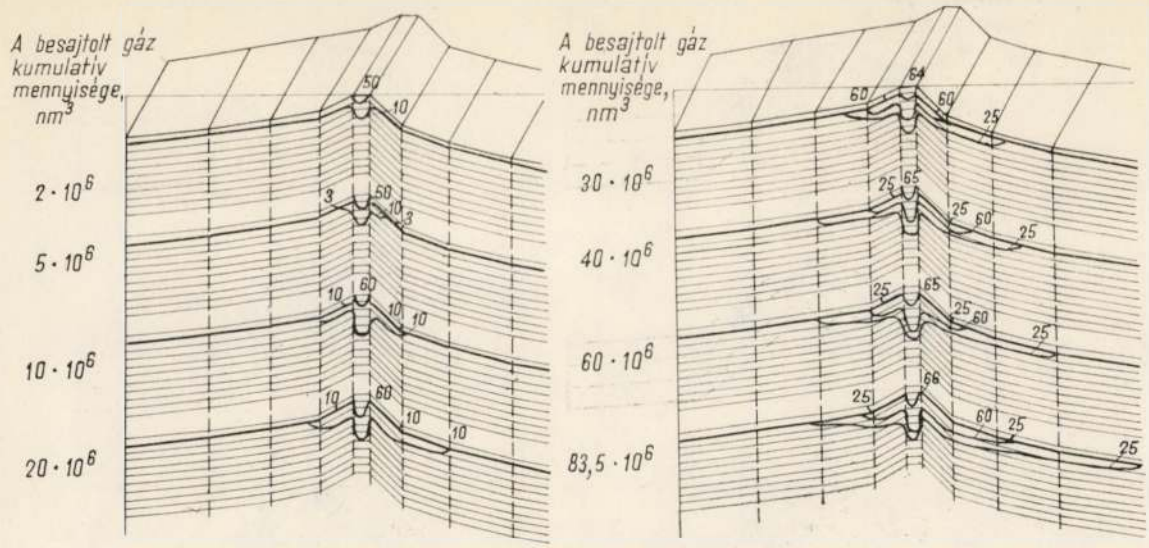
Az anizotrópia tényezőjének hatása

A besajtolt gáz különböző kumulatív mennyiségeinél a gáztelítettség-értékeket a *3. ábra* szemlélteti, ha a besajtolási ütem 10^6 nm³/d, és ha a vízszintes és függőleges áteresztőképesség aránya 1, illetve 100.

A diagramok összehasonlításából megállapítható,



3. ábra
A gáztelítettség és az anizotrópiatényező összefüggése
(Besajtolási ütem 10^6 nm³/d)



4. ábra
A heterogenitás hatása a gáztelítettség alakulására

hogy az anizotrópia lényegesen befolyásolja a gázbuborék alakját. Az anizotrópiatényező növekedésével a vízkiszorítás folyamata megváltozik azáltal, hogy a gravitáció szerepe kisebb, és így a gáz x és y koordináták irányában való kiterjedése egyenletesebb.

A szemléletes ábrázolás kedvéért az 1%-os gáztelítettséget is berajzoltuk, holott ez az érték csak a diszperzió miatt van. Az 1%-os telítettséghez tartozó kontúrvonal a gáztelítettség további hatására végbemenő növekedésének irányát szemlélteti.

A heterogenitás hatása

A számítási eredményeket a *4. ábra* szemlélteti különböző kumulatív besajtolásnál, ha a besajtolási ütem 10^6 nm³/d. Vizsgálatainkkal olyan telepet modelleztünk, amelyet egy impermeabilis betelepülés kettéosztja. Az átnemeresztő betelepülés a telephatárig tart, és a telepet egy felső 2 m és egy alsó 18 m vastagságú rétegre választja szét.

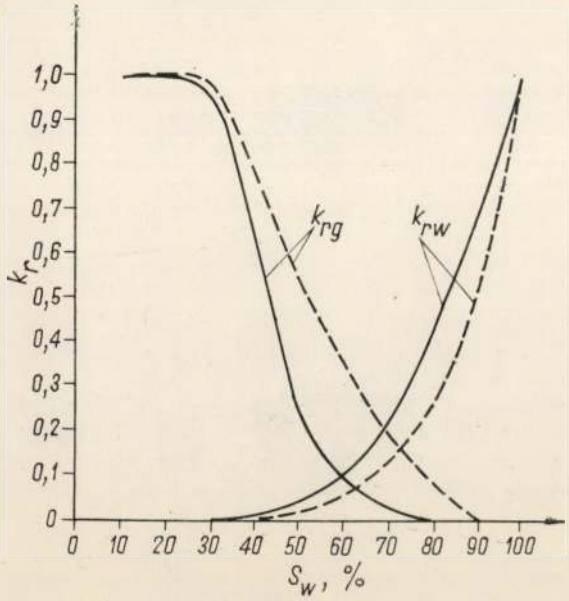
A rétegek csupán egy kutat reprezentáló oszlopon függenek össze.

A felső rétegnek, mint gáztárolónak, alig lehet szerepe, ha csak a besajtolási időszakot tekintjük.

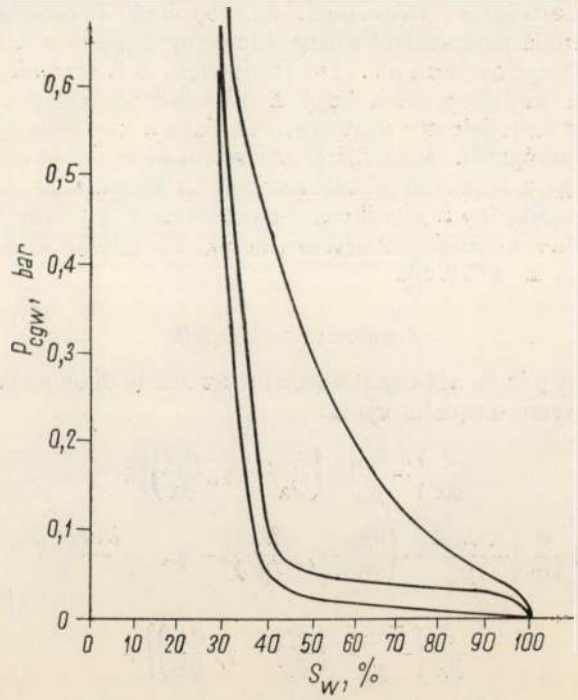
A relatív áteresztőképesség hatása

Az összehasonlító elemzésnél két típusú relatív áteresztőképességi görbét vizsgáltunk — *5a) ábra.* Az azonos módon rajzolt görbék azt a k_r-párt jelölik, amelyeket egy-egy számításnál felhasználtunk — *5b) ábra.*

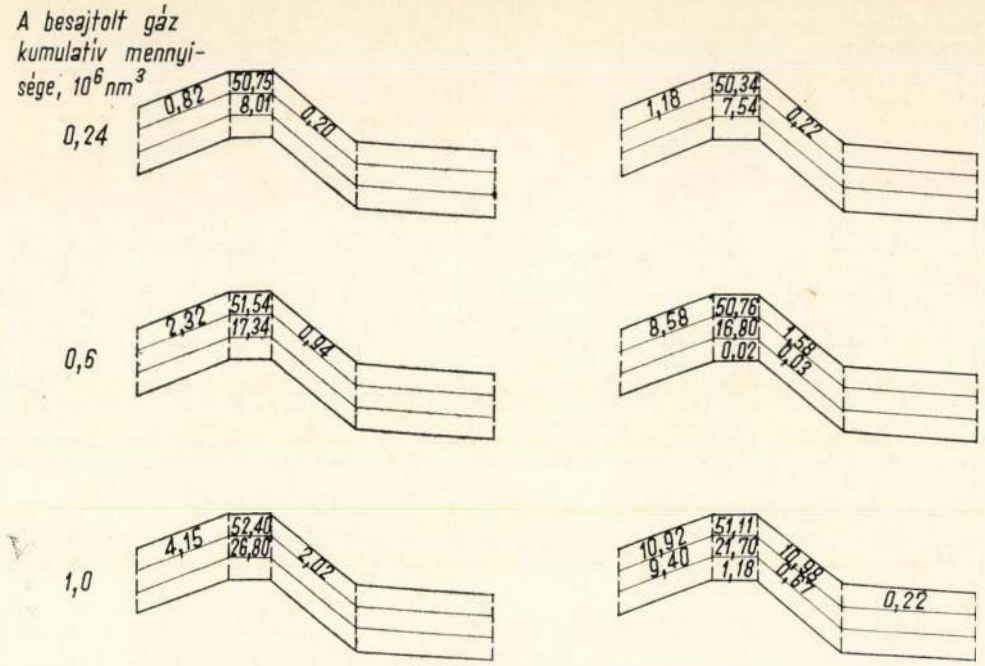
A szaggatott vonallal jelölt K_{rg} és K_{rw} esetén a gáz



5a ábra
Áteresztőképesség-görbék



5b ábra
Kapillárisgörbék



6. ábra
A relatív áteresztőképesség és a gáztelítettség összefüggése
(Besajtolási ütem 10^6 nm^3/d)

könnyebben, a víz nehezebben áramlik, mint a folytonos vonallal jelölt esetben. A számítások eredményeit három különböző időpontban a *6. ábra* szemlélteti.

A számítógépi idő csökkentése céljából csak a kiszorítási folyamat kezdetét modelleztük. Ezekből az eredményekből is látható, hogy a kiszorító front alakja és a telítettségeloszlás nagymértékben függ a relatív áteresztőképesség-telítettség függvénytől.

A kapillaritás hatása

A kiszorítási folyamat elemzésénél három típusú kapillárisgörbét elemeztünk. Az *5b) ábrán* feltüntetett kapillárisnyomás-telítettség függvény hatását a telítettségeloszlásra a *7. ábra* szemlélteti. A *7. ábra* alapján megállapítható, hogy a gáztelítettség eloszlása, bár nem jelentős mértékben, de függ a kapilláris erő nagyságától. A kapilláris erő növekedése azt jelenti, hogy a kiszorító gázzal szemben az ellenállás is növekszik, így a gáztelítettség-eloszlás az x és y koordináta-rendszerben is egyenletesebb, és a gravitáció hatása mérséklődik.

A matematikai modell

A gáz és víz együttáramlását az alábbi differenciálegyenlet-rendszer írja le:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{KK_{rw}b_w}{\mu_w}\left(\frac{\partial p_w}{\partial x}-\gamma_w\frac{\partial D}{\partial x}\right)\right]+$$

$$+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{KK_{rw}b_w}{\mu_w}\cdot\left(\frac{\partial p_w}{\partial y}-\gamma_w\frac{\partial D}{\partial y}\right)\right]-q_{vw}=\frac{\partial(\Phi b_w S_w)}{\partial t}, \tag{1a}$$

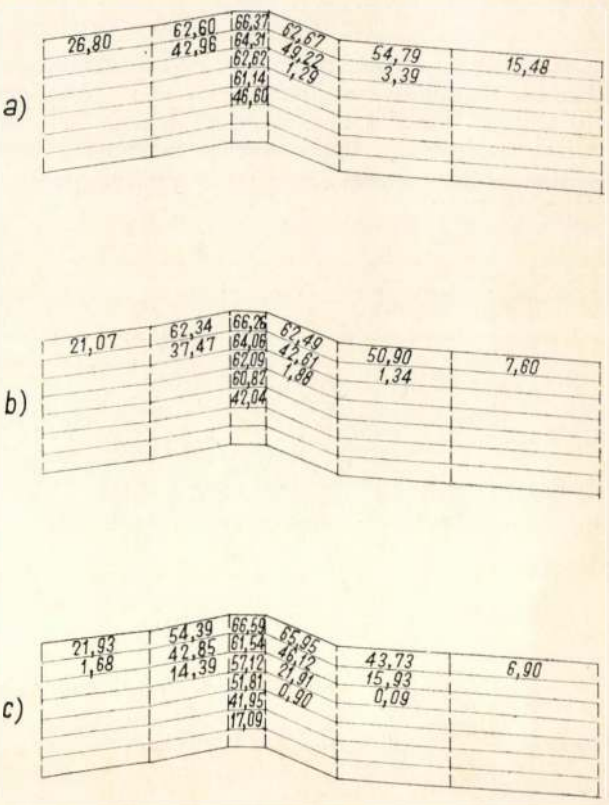
$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{KK_{rg}b_g}{\mu_g}\left(\frac{\partial p_g}{\partial x}-\gamma_g\frac{\partial D}{\partial x}\right)\right]+$$

$$+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{KK_{rg}b_g}{\mu_g}\left(\frac{\partial p_g}{\partial y}-\gamma_g\frac{\partial D}{\partial y}\right)\right]-q_{vg}=\frac{\partial(\Phi b_g S_g)}{\partial t}. \tag{1b}$$

A két differenciálegyenletben négy ismeretlen van, (p_w, p_g, S_w, S_g), tehát még két egyenletre van szükségünk a megoldásához:

$$S_w+S_g=1; \tag{2}$$

$$p_g-p_w=p_{cgv}(S_w). \tag{3}$$



7. ábra
A kapillaritás és a gáztelítettség összefüggése
(Besajtolási ütem 10^6 nm^3/d; a besajtolt gáz kum. mennyisége $31 \cdot 10^6$ nm^3)

Az alábbi helyettesítéssel

$$p_w = \int_{p_a}^{p_w} \frac{dp}{\gamma_w} - D; \quad p_g = \int_{p_a}^{p_g} \frac{dp}{\gamma_g} - D$$

az (1a) és (1b) egyenletrendszer a következőképpen írható le:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{KK_{rw}b_w}{\mu_w}\gamma_w\frac{\partial p_w}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{KK_{rw}b_w}{\mu_w}\gamma_w\frac{\partial p_w}{\partial y}\right]-q_{vw}=$$

$$=\frac{\partial(\Phi b_w S_w)}{\partial t}, \tag{4a}$$

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{KK_{rg}b_g}{\mu_g}\gamma_g\frac{\partial p_g}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{KK_{rg}b_g}{\mu_g}\gamma_g\frac{\partial p_g}{\partial y}\right]-q_{vg}=$$

$$=\frac{\partial(\Phi b_g S_g)}{\partial t}. \tag{4b}$$

Ha

$$K_w = \frac{KK_{rw}b_w\gamma_w}{\mu_w}; \quad K_g = \frac{KK_{rg}b_g\gamma_g}{\mu_g} \quad \text{jelölést}$$

alkalmazzuk, a (4a) és (4b) egyenletrendszer az alábbi:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[K_w\frac{\partial p_w}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[K_w\frac{\partial p_w}{\partial y}\right]-q_{vw}=\frac{\partial(\Phi b_w S_w)}{\partial t} \tag{5a}$$

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[K_g\frac{\partial p_g}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[K_g\frac{\partial p_g}{\partial y}\right]-q_{vg}=\frac{\partial(\Phi b_g S_g)}{\partial t}. \tag{5b}$$

Az (5a) és (5b) differenciálegyenlet-rendszert differenciaegyenlet-rendszerré átalakítva, és azt a sok elemből felépített tárolóra felírva, kapjuk:

$$K^*_{w_{i+1/2,j}}(p_{w_{i+1,j}}-p_{w_{i,j}})_{n+1}-$$
$$-K^*_{w_{i-1/2,j}}(p_{w_{i,j}}-p_{w_{i-1,j}})_{n+1}+$$
$$+K^*_{w_{i,j+1/2}}(p_{w_{i,j+1}}-p_{w_{i,j}})_{n+1}-$$
$$-K^*_{w_{i,j-1/2}}(p_{w_{i,j}}-p_{w_{i,j-1}})_{n+1}-q_w=V_i\frac{\Delta_t(\Phi b_w S_w)}{\Delta t}, \tag{6a}$$

$$K^*_{g_{i+1/2,j}}(p_{g_{i+1,j}}-p_{g_{i,j}})_{n+1}-$$
$$-K^*_{g_{i-1/2,j}}(p_{g_{i,j}}-p_{g_{i-1,j}})_{n+1}+$$
$$+K^*_{g_{i,j+1/2}}(p_{g_{i,j+1}}-p_{g_{i,j}})_{n+1}-$$
$$-K^*_{g_{i,j-1/2}}(p_{g_{i,j}}-p_{g_{i,j-1}})_{n+1}-q_g=V_i\frac{\Delta_t(\Phi b_g S_g)}{\Delta t}, \tag{6b}$$

ahol az egyes paraméterek jelenléte az alábbi:

$$K^*_{w_{i+1/2,j}}=\frac{KK_{rw}b_w\gamma_w}{\mu_w}\Delta y_i\Delta z_i\frac{1}{l_{i+1/2}};$$

$$K^*_{g_{i+1/2,j}}=\frac{KK_{rg}b_g\gamma_g}{\mu_g}\Delta y_i\Delta z_i\frac{1}{l_{i+1/2}};$$

$$K^*_{w_{i-1/2,j}}=\frac{KK_{rw}b_w\gamma_w}{\mu_w}\Delta y_i\Delta z_i\frac{1}{l_{i-1/2}};$$

$$K^*_{g_{i-1/2,j}}=\frac{KK_{rg}b_g\gamma_g}{\mu_g}\Delta y_i\Delta z_i\frac{1}{l_{i-1/2}};$$

$$K^*_{w_{i,j+1/2}}=\frac{KK_{rw}b_w\gamma_w}{\mu_w}\Delta x_i\Delta z_i\frac{1}{l_{j+1/2}};$$

$$K^*_{g_{i,j+1/2}}=\frac{KK_{rg}b_g\gamma_g}{\mu_g}\Delta x_i\Delta z_i\frac{1}{l_{j+1/2}};$$

$$K^*_{w_{i,j-1/2}}=\frac{KK_{rw}b_w\gamma_w}{\mu_w}\Delta x_i\Delta z_i\frac{1}{l_{j-1/2}};$$

$$K^*_{g_{i,j-1/2}}=\frac{KK_{rg}b_g\gamma_g}{\mu_g}\Delta x_i\Delta z_i\frac{1}{l_{j-1/2}};$$

$$V_i = x_i y_i z_i.$$

A (6a) és (6b) egyenletrendszer bal oldala a következő módon írható fel:

$$V_i\frac{\Delta_t(\Phi b_w S_w)}{\Delta t}=$$

$$=\frac{V_i}{\Delta t}[(\Phi b_w)_{n+1}(\Delta_t S_w)+S_{w_n}\Phi_{n+1}(\Delta_t b_w)+S_{w_b}b_{w_n}(\Delta_t\Phi)],$$

$$V_i\frac{\Delta_t(\Phi b_g S_g)}{\Delta t}=$$

$$=\frac{V_i}{\Delta t}[(\Phi b_g)_{n+1}(\Delta_t S_g)+S_{g_n}\Phi_{n+1}(\Delta_t b_g)+S_{g_n}b_{g_n}(\Delta_t\Phi)].$$

Átalakítva

$$-\Delta_t S_g=\Delta_t S_w=-S'_g[\gamma_g\Delta_t p_g-\gamma_w\Delta_t p_w]$$

$$\Delta_t b_w=b'_w\Delta_t p_w; \quad \Delta_t b_g=b'_g\Delta_t p_g$$

$$\Delta_t\Phi=\Phi_b c_f\gamma_w\Delta_t p_w$$

és alkalmazva a következő jelöléseket

$$S'_g=\frac{S_{g_{n+1}}-S_{g_n}}{p_{cgw_{n+1}}-p_{cwg_n}}, \quad b'_g=\frac{b_{g_{n+1}}-b_{g_n}}{p_{g_{n+1}}-p_{g_n}},$$

$$b'_w=\frac{b_{w_{n+1}}-b_{w_n}}{p_{w_{n+1}}-p_{w_n}},$$

a (6a) és (6b) egyenletrendszer bal oldala a következő:

$$\Delta_t(\Phi b_w S_w)=-(\Phi b_w)_{n+1}S'_g\gamma_g\Delta_t p_g+$$
$$+[(\Phi b_w)_{n+1}\gamma_w S'_g+S_{w_n}\Phi_{n+1}b'_w+S_{w_n}b_{w_n}\Phi_b c_g\gamma_w]\Delta_t p_w,$$
$$\Delta_t(\Phi b_g S_g)=[S_{g_n}\Phi_{n+1}b'_g+(\Phi b_g)_{n+1}S'_g\gamma_g]\Delta_t p_g+$$
$$+[-(\Phi b_g)_{n+1}\gamma_w S'_g+S_{g_n}b_{g_n}\Phi_b c_f\gamma_w]\Delta_t p_w.$$

A differenciaegyenlet-rendszerhez még az alábbi határ $-\frac{\partial p}{\partial x}=0$ és $\frac{\partial p}{\partial y}=0$, és a kezdeti feltétel járul, ahol $t=0$ időpontban a telítettség és a nyomáseloszlás ismert.

A fenti átalakításokkal a (6a) és (6b) egyenletrendszerben csupán a fázisnyomások ismeretlenek, amit *Gauss*-eliminációval oldunk meg. A fázisnyomások ismeretében a telítettségeloszlás számítható.

JELÖLÉSEK

b_g; b_w a gáz és víz teleptérfogati tényezőjének reciproka

c_f a kőzet kompresszibilitása

D az elem középpontjának egy viszonyító síktól való távolsága

i, j	futóindex x, illetve y irányban
K	a kőzet abszolút áteresztőképessége
K_{rg}, K_{rw}	a gázra, illetve vízre vonatkozó relatív áteresztőképesség
l	az elemek középpontjainak távolsága
$n; n+1$	index, amely azt jelöli, hogy a vizsgált paraméter értékét az időlépés elején vagy végén számoljuk
p_a	referencianyomás
p_{cgw}	kapillárisnyomás
$q_g, q_w,$ ill. $q_{vg},$ q_{vw}	a gáz és víz termelésüteme; a „v" jelöli azt, hogy a termelési ütem térfogatnagyságra vonatkozik
S_g, S_w	gáz- és víztelítettség
x, y	helykoordináták
V_i	elemtérfogat
Δ_t	operátor, időre vonatkoztatva
t	időlépés
$\Delta x_i, \Delta y_i$	az adott elem hosszúsága, ill. magassága x, ill. y irányban
γ_g, γ_w	a gáz és víz fajsúlya
Φ, Φ_b	az aktuális, ill. a kezdeti nyomáshoz tartozó porozitás
μ_g, μ_w	a gáz és víz viszkozitása

IRODALOM

[1] *Coats, K. H.—Terhurne, M. H.:* Comparison of alternating direction explicit and implicit procedures in two-dimensional flow calculation. Soc. Petr. Eng. J. Dec. 350—62 (1966).

[2] *Coats, K. H.—Richardson, S. G.:* Calculation of water displacement by gas in development of aquifer storage. Soc. Petr. Eng. J. June 105—12 (1967).

[3] *Coats, K. H.:* An analysis for simulating reservoirt performance under pressure maintanence by gas and/or water-injection. Soc. Petr Eng. J. Dec. 331—40 (1968).

KÜLFÖLDI HÍREK

Felgyorsuló kutatás az Egyesült Államok geotermikus területein

Két évtized nagy ígéretei, de kevés eredménye után az Egyesült Államok geotermikus ipara végre mozgásba lendült.

A San Francisco északi részén levő Geysers-mezőt leszámítva a geotermikus energia támogatóinak — legnagyobbrészt olajtársaságoknak — kevés örömük volt az általuk finanszírozott tervek megvalósulásában, amely tervek a geotermikus energia elektromos energiává történő átalakítását irányozták elő.

A geotermikus fejlesztés fordulópontját az 1973-as arab olajembargó, valamint az olajáremelés jelentette.

A geotermikus energiát hasznosító technológiának meg kell oldania a korrózió és a vízkövesedés problémáját. A fejlesztés az elmúlt években kezdődött meg és felkészültek az üzemi kísérletek lefolytatására is. Jelenleg főleg Kaliforniában, de más nyugati államokban is, a hasznosítás olyan üzemi megvalósításokban realizálódik, amelyeknek támogatói az olajtársaságok és egyéb geotermikusenergia-termelők. Az üzemi kísérletek jelenleg még nem nagy arányúak, de a következő évtizedekben jelentős szerepet játszhatnak az Egyesült Államok energiagondjainak megoldásában.

A geotermikus energia felhasználási lehetőségei

Carel Otte-nak, az Union olajtársaság (Kalifornia) geotermikus osztálya vezetőjének számításai szerint 20 éven belül a geotermikus energiából származó villamos energia teljesítménye eléri a 20 000 MW-ot. A 20 000 MW-os cél elérése érdekében a geotermikusenergia-iparnak 1978-ban 11 milliárd $-t kell befektetnie. Ez azt jelenti, hogy 1200 kutató- és 8000 feltárófúrást kell mélyíteni. Ha a kutak átlagköltsége 825 000 $, az összesen 7,6 milliárd $. A kúthálózat kiépítéséhez várhatóan további 4 milliárd $-ra van szükség.

A fent említett célok elérésére az alábbi fejlesztések elengedhetetlenek:

— az iparnak meg kell oldania a Kaliforniában levő Imperial Valley sósvíz-tárolóiban a korróziót és a vízkövesedést okozó problémákat,

— az állami és szövetségi engedélyező szerveknek bürokráciamentesen, rugalmasan kell a szükséges fejlesztéseket támogatni, hogy nagy késések ne fordulhassanak elő.

Otte úgy véli, a program sikeres teljesülése esetén a fejlesztett energia egyenértékű lesz 700 000 barrel/nap olajfelhasználással, ami évenként 3,8 milliárd $ megtakarítást jelent az USA-nak.

A geotermikusenergia-program végrehajtói

Kalifornia három vezető elektromos társasága, valamint két fő olajtársaság és két geotermikus társaság közül a Pacific Gas and Electric Co. (San Francisco) a Geysers termelési jogának megvásárlója, míg a dél-kaliforniai Edison és a San Diego Gas and Electric Co. a DK-kaliforniai Imperial Valley új üzemi kivitelezéseire fekteti a fő hangsúlyt.

Az olajtársaságok közül a Union és a Standard (Kalif.) és a geotermikus cégek, a Magma Power (Los Angeles) és a Republic Geothermal (Kalif.) foglalkozik a geotermikus energia hasznosításával.

A tevékenység központja az Imperial Valley néhány ismert — de nem teljesen körülhatárolt — geotermikus mezején van Niland, Heber, El Centro és Brawley városok közelében. Az egyetlen nem kaliforniai beruházás helyszíne Új-Mexikó, gazdái az Union és a Public Service olajtársaság.

A Magma Power cégé a megtiszteltetés, hogy 1979 első felétől elsőként lehet az USA geotermikus erőművének üzemeltetője. Az energia egy föld alatti tároló forró vizéből származik.

A 11 MW-os demonstrációs erőmű (Kelet-Mesa-mező), El Centrótól 15 mérföldre) készültségi foka 95%-os, és a környék farmerjeit látja el majd villamos energiával. Az erőmű a szabadalmazott Magmamax technológiával fog működni.

A 9,5 millió $-os beruházást a Magma önerőből valósította meg. Ha az üzem sikeresnek bizonyul, a Magma egy 50 MW-os erőművet is létesít. A jövőbeli fúrásokból a területen összesen 200 MW teljesítményt várnak.

Az első demonstrációs üzem céljaira a 360 m vastag termelő zóna eléréséhez a Magma kb. 2000 m mélyre 4 termelő- és 3 benyomókutat fúrt.

A Magmamax rendszerben forró sósvizet szivattyúznak nyomás alatti hőcserélőkön keresztül. A sókiválást megakadályozzák. A forró vízzel izobutánt melegítenek 150 °C-ra vagy e fölé.

A 35 bar nyomásra expandált izobutánt ezután áramfejlesztő turbinán keresztül vezetik át. Az izobután zárt körben kerül felhasználásra, a sósvizet pedig visszanyomják. A rendszerből csak vízgőz távozik.

A rendszert gondosan felülvizsgálták, hogy a nyomás alatt, zárt térben levő sósvíz ne okozzon korróziót és lerakódást.

A Magma szerint az eljárás viszonylag alacsony hőmérsékletű 150—200 °C tárolók esetében használható. Magasabb hőmérsékleteken a sósvíz pillanatszerűen elgőzölög. A Kelet-Mesa tároló hőmérséklete 180 °C.

Az Edison cég Heber, Niland és Brawley melletti üzemi kísérleteket jelentett be. Ha minden a terv szerint halad, az üzemi próbák 1980 és 1982 között kezdődnek. A cég összes beruházása a megvalósulás után viszonylag kis teljesítménnyel fog működni, később azonban a teljesítménybővítésre lehetőség lesz.

A kaliforniai Standard leányvállalatai, az Edison és a Chevron Resources bejelentették, hogy 2 mérföldre Heber városától forró sósvízzel működő, 50 MW-os erőművet létesítenek.

A Chevron a sósvizet részben gőz-, részben folyadékállapotban szállítja az Edison számára. A nagynyomású gőz az egyik áramfejlesztő generátort szolgálja, míg a folyadék egy szeparátoron keresztül áramlik át, hogy alacsony nyomású gőzzé alakulva

(Folytatás a 217. oldalon)

Föld alatti gáztároló állapotváltozásának energiaértéke víznedves tárolóban

ZOLTÁN GYŐZŐ

A tanulmány bevezetés a föld alatti gáztárolás teljes energiamérlegének felállításához. A fizikai folyamat energiaigényét összetevőire bontja, hogy azok egymáshoz mérhetők és reálisabban értékelhetők legyenek. Ezen túlmenően a tárolt energia is összemérhető az állapotváltozás energiaértékével, s rajta keresztül a vállalkozás gazdasági oldala mutatkozik meg. Az elméleti összefüggések útján nyert számszerű értékek eligazodni segítenek ennek a technikai-gazdasági vállalkozásnak megítélésében, bemutatják a vele szemben támasztott igények racionális voltát, s előremutatnak a gáztárolás teljes energiamérlegének felállítását illetően, amikor a tároló nem egy konstans gáztömegének állapotában beálló változás energiaoldala mutatkozik meg, hanem a besajtoló rendszerrel szemben támasztott munkaigény jut kifejezésre, mint a tárolórendszer állapotában beálló változás teljes energiaigénye.

A föld alatti gáztároló ciklikus üzeme és a tárolókapacitás közötti összefüggés vizsgálatakor a tárolókapacitás közvetlen megfigyelése helyett a kapillárisnyomásban tükröződő határfelületi tulajdonságok változását figyeltük meg a gáztelítettség függvényében, és indirekt módon ezek a megfigyelések adtak lehetőséget a tárolókapacitás változásának értékelésére [1, 2, 3]. Amikor a föld alatti gáztároló állapotában beálló változás energiamérlegének felállítását megkíséreljük, akkor sem a tárolótér nagyságát és a tárolt gáz mennyiségét figyeljük és mérjük, hanem a folyamat fizikai jelenségére vonatkozó mindenkor érvényes alaptörvények felhasználásával felírható mennyiségtani összefüggéseket alkalmazzuk s használjuk fel a számszerű adatok meghatározásához. Ez a lépés a laboratóriumi körülményekből adódik, és e körülmények bonyolultságát ismerve a legcélszerűbbnek ígérkezik. A gáztárolás jelenségének vizsgálata laboratóriumi tárolóban, bármilyen nagyra választhatjuk is annak méretét, a valósághoz viszonyítva mikrojelenség, melynek részletei, ha csak kis hibával figyelhetők is meg, e hibatényezők torzítva éreztetik hatásukat, ha megfigyeléseinket valóságos tárolóra vetítjük át. Azoknak az összetevőknek a megfigyelése mutatkozik célszerűnek, amelyek értéke a legkisebb hibával határozható meg, s e mért értékeket alkalmas fizikai-mennyiségtani összefüggésekre építve, választ adhatunk alapkérdésünkre: miként viszonylanak egymáshoz a tároló állapotváltozását kísérő energiatartalom-változás résztényezői, továbbá milyen viszonyban áll a technikai művelet energiaigénye a tárolt energiával. A kérdés első része a technikai megvalósítás megkívánta ismeret, a második rész pedig a megvalósítás gazdasági oldalára utal: a tárolt energia ára energiaértékben kifejezve.

A rendszer — a vízzel telített pórustér s a besajtolandó gáz — állapotjelzőinek minden értéke egy-egy energiaállapotot határoz meg, melyben beálló változás az állapotjelzők pillanatnyi értékein keresztül követhető. Célszerűen, a gáznak a pórustérbe való belépését megelőző pillanatban a

$$p_g V_g = nZRT \qquad (1)$$

összefüggés fejezi ki a gáz energiaállapotát, ezt az állapotot egy kapillárisnyomást mérő elrendezésbe képzelve a V_g gáztérfogaton a félig áteresztő lemez feletti és a hozzá csatlakozó teljes gáztér értendő. A vízfázis oldaláról jelentkező ellenállás legyőzésével a kiszoruló víz helyét a pórustérben gáz foglalja el. Könnyű belátni, hogy a kiszorítás folytonosságában a gázfázis állapota állandóan változik, s ha szigorúan izotermikus a folyamat, akkor csak a gáz nyomása és térfogata mutat változást. Ezt az egyszerűbb s a valóságot is jól közelítő esetet feltételezve, a gáz állapotában beállt változást a

$$\mathrm{d}[p_g V_g] = \mathrm{d}[nZRT] \qquad (2)$$

egyenlőség írja le, melyből — figyelembe véve V_g-nek az (1) egyenletből nyerhető értékét, továbbá figyelembe véve az egyenlőség egyes tagjainak a „rendszercentrikus" szemléletből adódó előjelét, a megoldandó differenciálegyenletünk a következő:

$$-p_g \,\mathrm{d}V_g = +nRTZ \,\mathrm{d}\ln p_g - nRT \,\mathrm{d}Z, \qquad (3)$$

s a megoldás:

$$-\int_{V_{g_1}}^{V_g} p_g \,\mathrm{d}V_g = nRT \int_{\ln p_{g_1}}^{\ln p_g} Z \,\mathrm{d}\ln p_g - nRT \int_{Z_1}^{Z} \mathrm{d}Z. \qquad (4)$$

A megoldás határfeltételei a rendszer állapotjelzőivel adottak *(1. ábra)*, illetve a kezdeti állapothoz tartozó p_{g_1}, V_{g_1} és Z_1 ismeretében bármely i-edik állapotra vonatkozóan kiszámíthatók:

$$\frac{p_{g_1} V_{g_1}}{Z_1} = \frac{p_{g_i} V_{g_i}}{Z_i}$$

s innen

$$p_{g_i} = \frac{p_{g_1} V_{g_1}}{Z_1 V_{g_i}} Z_i \simeq \frac{p_{g_1} V_{g_1}}{Z_1 V_{g_i}} Z_{i-1}.$$

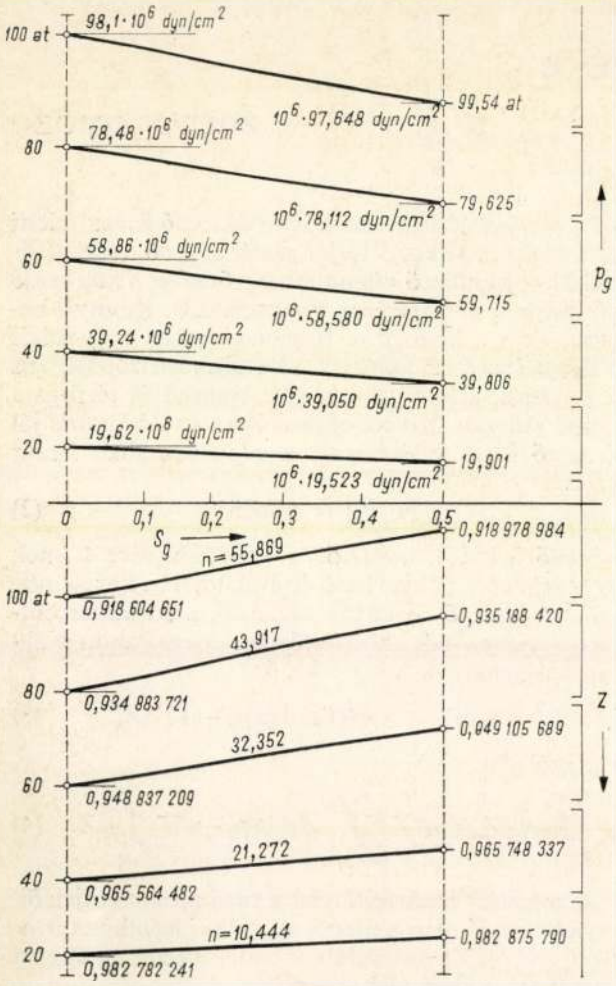
A Z-ben való közelítés azért válik szükségessé, mert a sűrítési tényező a gáz összetételén keresztül az üzemi nyomás és az üzemi hőmérséklet függvénye, így — a hőmérséklet konstans volta esetén — az i-edik állapotban p_{g_i} és Z_i kölcsönösen függenek egymástól, s p_{g_i} értéke csak a Z_{i-1}-en keresztül közelíthető meg. A közelítés okozta pontatlanság figyelmen kívül hagyható, mert Z értékeinek lehetséges változása a nyomásváltozás tartományában olyannyira kicsiny, hogy csak az elvi hűség kedvéért voltunk rá tekintettel. V_{g_i} értéke pedig a pórustér nedvesítő fázisbeli telítettségével adott, mert

$$1 - S_{w_i} = S_{g_i}$$

és

$$V_{g_i} = V_p S_{g_i}.$$

Most már minden szükséges tényező ismert a (4) egyenlőség megoldásához. Ez egyenlőséget illetően könnyen belátható: ha p_g csak differenciális értékkel nagyobb, mint a fizikai jelenségben a vele szemben megnyilvánuló ellenállás, mely áll a pórusteret telítő víz közvetítette rétegnyomásból és a mindig jelenlevő s a nedvesítő fázis telítettségétől függő kapilláris-



1. ábra
A laboratóriumi kísérleti tárolórendszer állapotjelzői, mint az alkalmazott megoldás határfeltételei

nyomásból, a kiszorítás folyamata már végbemegy, a csak differenciális értékkel nagyobb gáznyomás kiszorítja a pórustér víztartalmát. Az is belátható, hogy a gáz nyomása ekkor a legnagyobb, mert minden egyensúlyi állapotra igaz, hogy

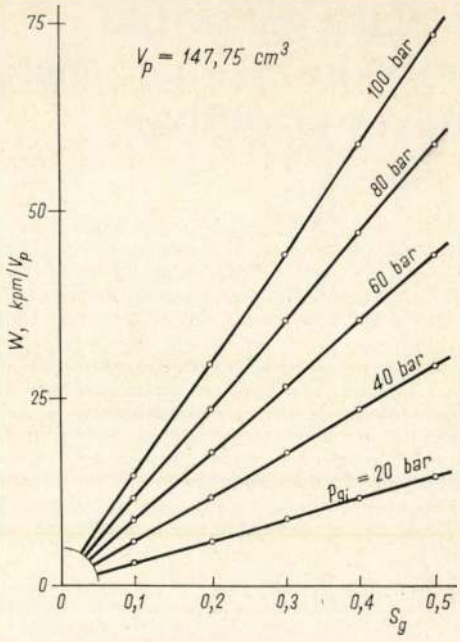
$$p_g = p_w + p_c. \tag{5}$$

p_g-nek ezt az értékét figyelembe véve, a (4) egyenletünkből

$$-\int_{V_{g_1}}^{V_g} p_g \, dV_g = -\int_{V_{g_1}}^{V_g} (p_w + P_c) \, dV_g. \tag{6}$$

Eszerint az energiatartalom-változás meghatározásánál elkerülhető a víz kiszorításához szükséges energiának alakzatfüggése [2]. A kiszoruló víz ellenállása valóban alakzatfüggő lehet, s ez az alakzatfüggés az adott geológiai szerkezet ismeretében volna csak — bonyolult mennyiségtani megfogalmazáson keresztül — megközelíthető. De ez az alakzatfüggés megmérhetően válik konkrét ellenállási tényezővé a rétegnyomás értékében, mely valóban függhet a geológiai alakzattól, de ha értéke megmért és ismert, az ellenállás alakzattól való függése számszerűvé válik a mért rétegnyomásban.

(4) egyenlőségünk a laboratóriumi kísérleti rendszer energiaállapotának változását írja le *(2. ábra)* a



2. ábra
A laboratóriumi tárolórendszer energiaállapotának változása a telepállapot függvényében

megoldás határfeltételei között. Az eredményül kapott értékek nehézség nélkül számíthatók át tetszés szerinti méretű tárolóra, mert

$$\int_{V_{g_1}}^{V_g} p_g \, dV_g = V_p \int_{S_{g_1}}^{S_g} p_g \, dS_g,$$

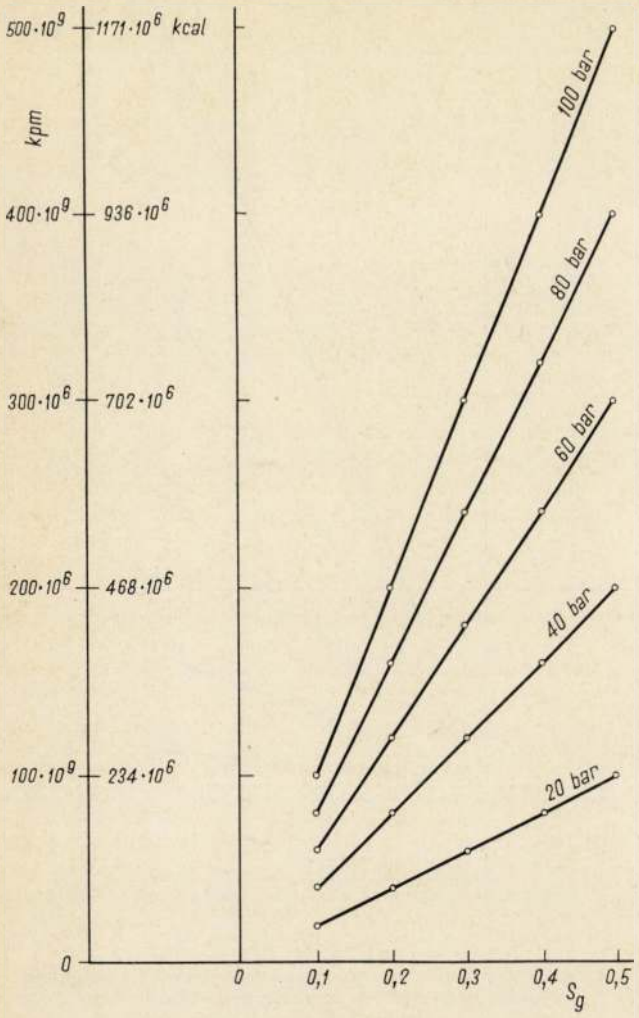
és innen

$$\int_{S_{g_1}}^{S_g} p_g \, dS_g = \frac{1}{V_p} \int_{V_{g_1}}^{V_g} p_g \, dV_g.$$

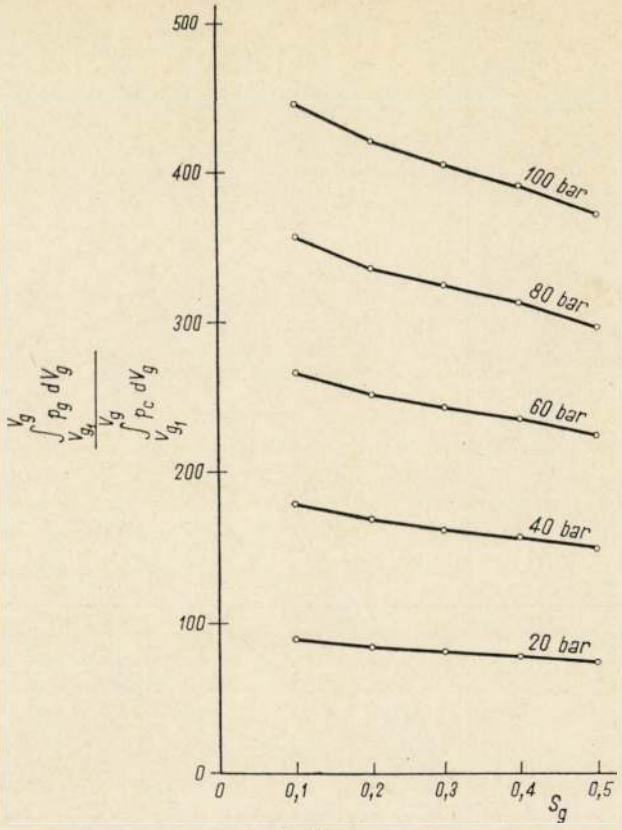
Ez utóbbi összefüggés egységnyi pórustérfogatot illető energiatartalom-változást ír le, melyet — figyelemmel a határfeltételekre! — tárolóméretű pórustérre vonatkozó értékeléshez használhatunk fel *(3. ábra)*.

Úgy véljük, tételes következtetések megtétele helyett célszerűbb a tanulmányban érintett kérdéseket a figyelem érdeklődési körébe állítani, elsőként a témakör tanulmányát indító [1] alapkérdést: a kapilláris erők legyőzésére fordítandó energiát valóban nagynak tekintjük-e, illetve ilyen mértékű „holt energia" mellett a föld alatti gáztárolás energetikai szempontból még rentábilis-e? A kérdésre a választ a *4. ábrán* találjuk, melyből kitűnik, hogy a telepellenállást képviselő rétegnyomás növekedésével a tárolás összes energiájában beálló változás többször százszorosa a határfelületi tulajdonságokban rejlő energiának. Az a tény, hogy a gáztelítettség növekedésével e két energiafajta hányadosa érezhetően csökken, abból a körülményből adódik, miszerint a pórustér gáztartalmának növekedésével a kapilláris ellenállás gyorsabban nő, mint a pórustérbeli változás teljes energiaigénye.

Számottevő jelenségre hívja fel a figyelmet az *5. ábra*, amely a gáz-m³-ben kifejezett tárolt energiának s a hozzá tartozó, a tároló energiaállapot-változásának ugyancsak gáz-m³-ben adott viszonyát tünteti fel. A telepállapottól függően ez a viszonyszám igen kedvezően



3. ábra
10^6 m^3 pórusterű tárolórendszer energiaállapotának változása a laboratóriumi rendszer adataiból számítottan



4. ábra
A gáztároló állapotváltozása energiaértékének és a határfelületi tulajdonságok energiájának viszonya a telepállapot függvényében

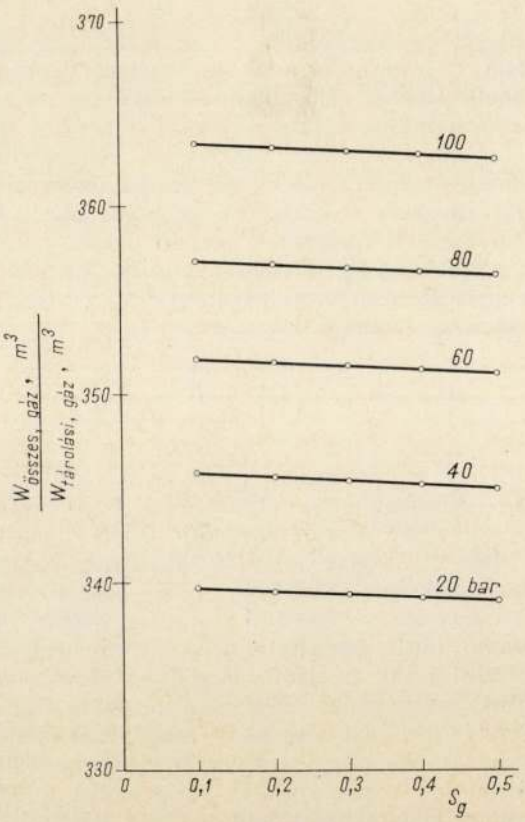
alakul a föld alatti gáztárolás, mint ökonómiai vállalkozás javára.

A szemléltetés teljesebbé tétele kedvéért mutatjuk meg a *6. ábrát,* amely egy 10^6 pórustérfogatú tároló normál m^3-ben kifejezett tárolókapacitását mutatja változó telepállapot mellett.

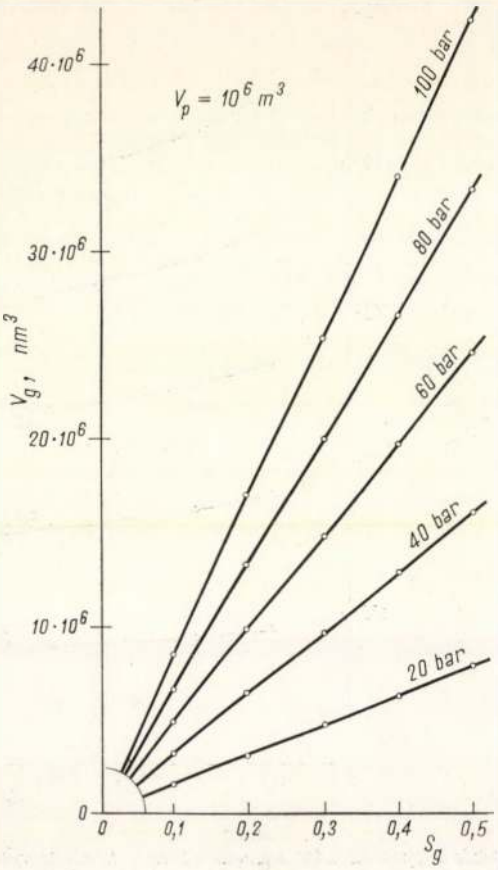
A föld alatti gáztárolás témakörét illetően — annak befejezéseként — a szerző egy helyreigazítással tartozik. Korábban szó szerint a következő íródott [2]: „... ha teljességre törekszünk, nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt a tényt sem, hogy a földgáz különbözik a tökéletes gázoktól, s így még az az egyszerű tény is energiát igényel, hogy sűrítés közben változik a gáz molekuláinak, mint anyagi részecskéknek egymáshoz való viszonya."

Amikor ennek az ún. belső energiatartalom-változásnak a mértékét meghatároztuk, meglepődve láttuk, hogy az még a legkisebb rétegellenállás — legkisebb rétegnyomás — mellett is nagyobb, mint az a munka, amit az expandáló gáz a kapillárisnyomással szemben végez *(7. ábra)*. Ez utóbbi meghatározásánál az eljárás alapelve a

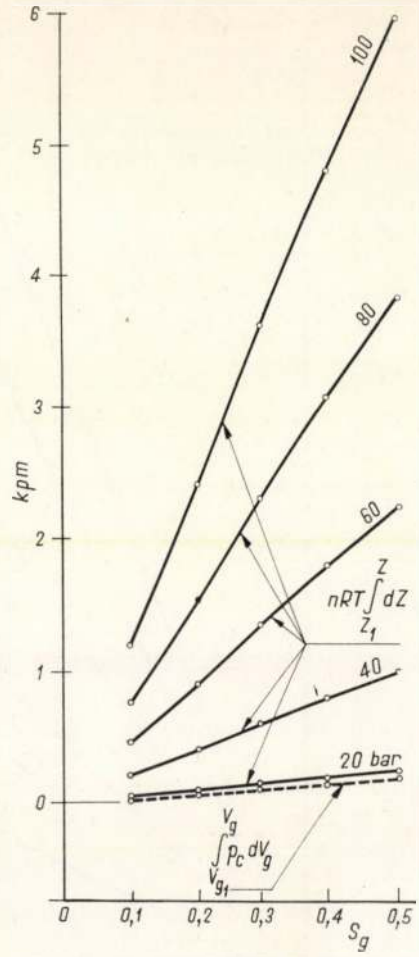
$$W = -\int_{V_{g_1}}^{V_g} P_c(V_g)\,\mathrm{d}V_g$$



5. ábra
A tárolt energiának és a tároló energiaállapot-változásának viszonya gáz-m^3-ben, a telepállapot függvényében



6. ábra
Tárolókapacitás normál m³-ben, a telepállapot függvényében, $V_p = 10^6$ m³ pórustérfogatú tárolóban



7. ábra
A „belső energiatartalom" változása a telepállapot, a kapillárisnyomás munkája és a gáztelítettség függvényében

összefüggésben tükröződik. Ez az összefüggés több módosított formája csak a laboratóriumban adott mérési lehetőségekhez való alkalmazkodást segítette, de ezek a módosítások tartalmukban mind ugyanazt fejezik ki: a gáz térfogatának változásával szemben ható kapillárisnyomások s a hozzájuk tartozó differenciális térfogatváltozások szorzatainak integrálja adja a kapillárisnyomással szemben végzendő munka értékét, míg a gáztérfogat V_{g_1}-ről V_g-re változik. Alkalmazva az (5) egyenlőségben látott helyettesítést — egyszerűbb alakban írva — kapjuk:

$$W = -\left[\int_{V_{g_1}}^{V_g} p_g\,dV_g - \int_{V_{g_1}}^{V_g} p_w\,dV_g\right].$$

S mert ez utóbbi összefüggések egyike sem tartalmazza — látszólag — az m tömegű gáz belső energiájának változását jelentő tényezőt, első gondolatunk nem lehet más, mint hogy a kapillárisnyomással szemben szükséges számított munka nem a valódi értéke a ténylegesen végzendő munkának, hanem sokkal kisebb annál, mert ha ennek a belső energiatartalom-változásnak az előbbivel arányos részét a számítotthoz hozzáadjuk, lényegesen nagyobb értékek jelentkezhetnek, mint amit eddig megismerni véltünk. Azonban: amikor a kapillárisnyomással szemben végzendő munkát nem a korábbi [1, 2] módon, hanem a gáztömeg állapotában beálló változás oldaláról közelítettük, megmutatkozott — (4) egyenlőség! —, hogy a mért kapillárisnyomással szemben szükséges munka ezt az ún. belső energiatartalom-változást is magában foglalja. Következésképpen a korábbi tárgyalásainkban szereplő

$$\int_{V_{g_1}}^{V_g} P_c\,dV_g$$

kifejezésen keresztül a kapillárisnyomás munkájának valódi értékét nyerjük.

JELÖLÉSEK

n	mólszám
p	nyomás
P_c	kapillárisnyomás
R	gázállandó
S	telítettség
T	hőmérséklet
V	térfogat
V_p	pórustérfogat
Z	sűrítési tényező
W	munka, energia

Indexben

g	gáz
i	kezdeti, tetszőleges
w	víz

IRODALOM

[1] *Zoltán Gy.:* Föld alatti gáztárolók ciklikus üzemeltetése során jelentkező $P_e(S)$-hatások laboratóriumi vizsgálata. Összefoglaló jelentés, 1977.

[2] *Zoltán Gy.:* Fázishatárfelület-változások energiaigénye a föld alatti gáztárolásban. Kőolaj és Földgáz 6 (1978).

[3] *Zoltán Gy.:* Fázishatárfelület-változások energiaigényének elvi ellenőrzése. Kőolaj és Földgáz 1 (1979).

(Folytatás a 200. oldalról)

1. táblázat

A kút jele	A béléscső		A termelőcső		Kúttalp-szerkezet	Nyitott rétegszakasz
	átmérője mm	lebocsátási mélysége m	átmérője mm	lebocsátási mélysége m		m
40	168	4206	114	4101—4282	Nyitott talp	4282—4285
48	168	4176	114	3648—4320	Szűrő	4286—4320
61	219×168×127	4387	89	4217—4527	Szűrő	4485—4520
43	168	4367	114	4226—4530	Nyitott telep	4530—4551

A polimer típusa	Izoláló anyagmennyiség a nyitott rétegszakasz 1 m-ére vonatkoztatva kg	Az áthajtó folyadék típusa	Az áthajtó folyadék mennyisége m^3	Utólagosan kitermelt olaj t	Víztermelés-csökkenés m^3	A hatás időtartama nap
PPP	400	víz, olaj	30	69 256	62 057	560, a hatás folytatódik
PPP PBP	20,5	olaj	30	13 857	6 319	283
PPP PND PP	48,5	víz, olaj	28,5	25 969	39 436	302, a hatás folytatódik
PPP PP	43	víz, olaj	27	—	375	5

Ezek a vizsgálatok nem adnak választ arra, hogy a víz honnan, illetve hol lép be a produktív zónába.

Adatok hiányában a hagyományos vízkizárási módszerek alkalmazása, cementdugó-elhelyezés, cementtej nyomás alatti besajtolása nem lehetséges, mert ezek gyakran a produktív réteg áteresztőképességének irreverzibilis csökkenését okozzák, s maguk a munkálatok is igen körülményesek.

A polimeres kezelés technológiai folyamata magába foglalja a polimerből és folyadékhordozóból álló oldat elkészítését, az oldat besajtolását a kutakba és vízzel vagy olajjal való benyomását a rétegbe. Az oldatot speciális tartályokban folyamatos keveréssel készítik.

A polimerek idő előtti oldódásának megakadályozására a kezelés előtt a kút körzetében a réteget lehűtik olaj vagy víz besajtolásával.

A kezelés után azonnal, folyamatosan termelésbe állították a kutakat, az optimális hozamra való fokozatos beállással (kivéve a 43. kutat).

Az esetek többségében a kezelés után jelentős víztartalomcsökkenés következett be, egyidejűleg az olajhozam növekedett.

A 43. kút kivételével minden kútba megfigyelhető volt a vízbeáramlás fokozatos csökkenése. A víz kizárására a réteghőmérsékletnél alacsonyabb oldódási hőmérsékletű polimereket használtak fel.

A polimeroldat tényleges viszkozitása nagy, 10^5—10^6 cP, és már viszonylag kis nyomásgradiensek mellett kialakul a vízzáró gát a rétegben.

A 40. kútban 24 hónapnál hosszabb ideig sikerült a vizet ezzel a kezeléssel teljesen kizárni, s az olajhozam majdnem kétszeresére nőtt.

Mindezt a nagy mennyiségű polimer besajtolásával érték el, és a polimer idő előtt oldódását úgy akadályozták meg, hogy a rétegbe vízzel nyomták azt be.

A 48. kútban csak részleges volt a vízkizárás, mert a besajtolt polimer mennyisége nem volt elegendő, és besajtoló folyadékul olajat használtak, amely elősegítette a polimer részleges oldódását.

A 61. kútban a kezelés eredményeképpen a termelvény víztartalma 20—30%-ra csökkent, és a kút időnként tiszta olajat is adott. Ezt az okozta, hogy a vízzel telített zónában a polimer oldat nem egyenletesen, hanem különálló adagokban mozog a kúttalp felé.

A vízbeáramlás megszűnik abban a pillanatban, amikor az egymást követő polimeradagok elérik a kúttalpat, s a vízbelépés helyét befedik.

A 43. kutat a kezelés után 20 órával állították üzembe. A kút az első 5 napban 162 t/d vízmentes olajat termelt, majd fokozatosan elvizesedett, és 20 nap múlva elérte a kezelés előtti víztartalmat.

A kezelés rövid ideig tartó hatását az okozhatta, hogy nem elegendő mennyiségű polimert sajtoltak be. A döntő ok a vízzáró gát nem kielégítő stabilitása és a polimer kihordása a rétegből, a kút termeltetése közben.

A 40., 48., 61., 43. kutakban alkalmazott kezelés eredményeiből megállapítható, hogy tartós szelektív vízkizárást lehet elérni poliolefinekkel vagy nagyobb hőmérsékleten ezek oldatával.

A polimerekkel végzett vízkizárás költségei kisebbek, a többi alkalmazható módszer (cementdugó-elhelyezés, nyomás alatti cementtej-besajtolás) költségeinél.

Ebben a négy kútban a polimerrel elért vízkizárás 110 ezer t olaj kitermelését tette lehetővé, s a vízkiemelést kb. 100 ezer m^3-rel csökkentette.

A táblázat a kutak technológiai állapotára vonatkozó adatokat, és a polimeres kezelés lényeges paramétereit tartalmazza.

Neftepromüszlovoe Delo, 1978. márc.

Solt Katalin
okl. vegyészmérnök
(OGIL, Budapest)

A repedezett-kavernás tárolóban a tárolótér meghatározása pulzációs vizsgálatokkal

MEGYERI MIHÁLY—
SZITTÁR ANTAL—
TÓTH BÉLA

A tanulmány ismerteti a Magyarországon kifejlesztett $1 \cdot 10^{-2}$ bar érzékenységű nyomásmérő alkalmazásával szerzett tapasztalatokat. Egy repedezett és részben kavernás dolomit blokkon végzett pulzációs interferenciamérések alapján mutatja be a porozitásszámítás módját.

Bevezetés

A pulzációs vizsgálatok — amelyek speciális interferenciamérések — adnak adatokat két kút közötti tárolótér átlagos porozitására és áteresztőképességére, ha a rétegvastagság, az összenyomhatóság és a viszkozitás ismert.

Magyarországon 1976-tól vált lehetővé a pulzációs vizsgálatok üzemszerű alkalmazása, mert ettől kezdve áll rendelkezésünkre a 10^{-5} bar érzékenységű nyomásmérő eszköz, amely 250 bar kútfejnyomásig használható.

A kőolaj- és földgázbányászati gyakorlatban elsősorban a nem homokkő típusú tárolók porozitásának meghatározása járt nehézséggel. Ez az oka annak, hogy a tanulmány megírásának időpontjáig vizsgált 46 kútpár közül 39 kútpárt repedezett, kavernás tárolóknál jelöltek ki.

A kísérleti mérések igazolták a pulzációs interferenciavizsgálatok alkalmazhatóságát; 13 kútpáron eltérő időben és eltérő zavarkeltési körülmények között végzett vizsgálat a meghatározott rétegparaméterek reprodukálhatóságát igazolta.

A mérések értelmezéséhez a *Brigham*-módszert és az alapzajt figyelembe vevő különböző számítógépi módszereket használtuk [3, 6, 7].

A pulzációs vizsgálatok többségére a nagylengyeli repedezett-kavernás, nagy viszkozitású olajat tartalmazó (elvizesedett) tárolónál került sor olyan telepréseken, ahol kihozatalnövelő eljárások alkalmazását tervezik.

Példaként a *Nl-441.* jelű kút közelében lefolytatott vizsgálatok értelmezését ismertetjük. Az *Nl-441.* jelű kút repedezett és részben kavernás dolomitot harántol egy vetővel és márgafedővel zárt blokkon, ahol kihozatalnövelő módszer bevezetését tervezik.

A mérési tevékenység előkészítése, a mérőműszerek paraméterei

A mérés előfeltétele olyan pozitív kútfejnyomású megfigyelőkút, amely gázmentes, szerkezeti viszkozitás nélküli folyadékkal van feltöltve. Ha a kút hőmérséklet-eloszlása stacioner, akkor a kútfejnyomás időbeli változása azonos a talpnyomás változásával.

A kútelőkészítés technikáját mezőnként és tárolónként változó feltételek szabják meg. Számításba kell venni a tároló fluidumának viszkozitását, dermedéspontját, fajsúlyát, gáztelítettségét.

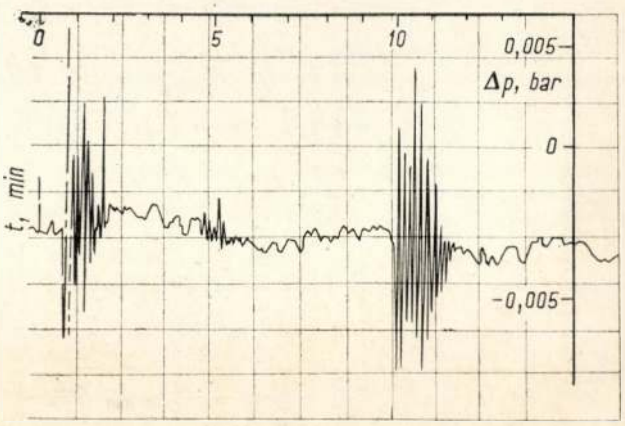
A Nagylengyel-mezőben kijelölt megfigyelőkutakon például a termelés hosszú idő óta szünetelt, így a kutakban a geotermikus gradiensnek megfelelő stacioner hőmérséklet-eloszlás adott volt. A 30 bar körüli pozitív kútfejnyomást a kút folyadékának könnyűolajjal való lecserélésével hoztuk létre. A teljes küttérfogat lecserélésére a negatív víznívó fölött elhelyezkedő, változó magasságú dermedőolaj-oszlop eltávolítása miatt volt szükség. Ezt a felszíni hőmérsékleten dermedő olajat általában mélyen a rétegbe sajtoltuk vissza.

Telítetlen olaj alkalmazása általában biztosítja, hogy a mérés időtartama alatt a kútban csak folyadékfázis van.

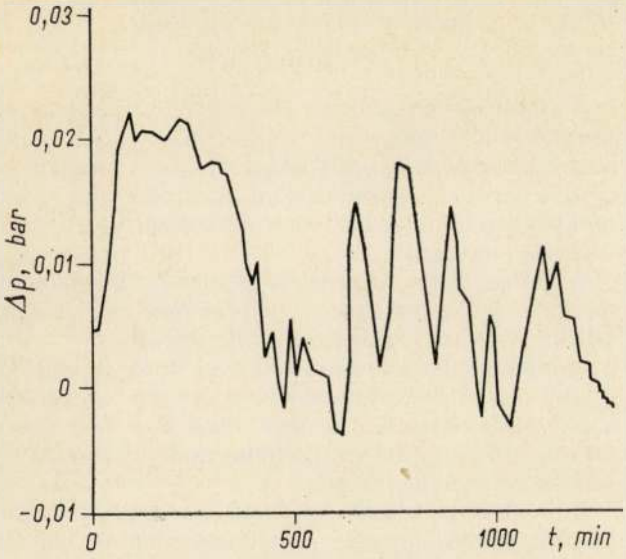
A méréseket ANALCONT nyomáskülönbség-távadókkal végeztük. Jelenlegi felszereltségünk 0,1—250 bar kútfejnyomás-tartományban 10^{-5} bar, azaz 0,1 mm H_2O érzékenységű méréseket tesz lehetővé. Jellemző a mérési technológia hatékonyságára az érzékenységellenőrző vizsgálatnak az *1. ábrán* látható eredménye. A regisztrátumon látható, hogy a mérés során a 0,5. percben 3,5 l, a 4,6. percben 0,8 l, a 10. percben 3,6 l folyadékot engedtünk le mindhárom esetben 30 s alatt a mintegy 45 m^3 térfogatú kútból. Az így gerjesztett csillapodó nyomáshullámzást a műszer több mint 1 percig képes követni. A néhány másodperces periódusidejű hullámjelenséget a kútfej és a küttalp között hangsebességgel oda-vissza verődő nyomáshullám okozza. A gerjesztések között látható $\approx 0{,}001$ bar, azaz 10 mm H_2O amplitúdójú változások a küttal megnyitott 2600 m mélységben levő tároló nyomásváltozásai.

Célszerű a mérések megkezdése előtt a telep stacioner vagy kvázistacioner áramlási állapota alatt legalább 24 órán át mérni azt a „nyugalmi" nyomásváltozást, amelyből becsülhető a „tárolózaj" és a pulzálás hatásának várható aránya.

A *2. ábrán* szemléltetésül a *Nl-67.* jelű kúton a környező kutak hozamának megváltoztatása nélkül mért nyomásváltozást mutatjuk be.



1. ábra
Érzékenységi vizsgálat a Nl-378. jelű kúton

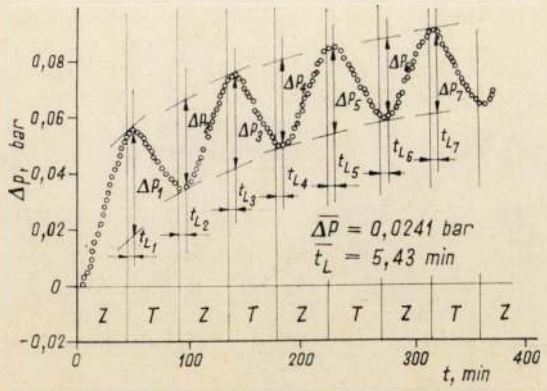


2. ábra
A Nl-67. jelű kúton tranziens hatás keltése nélkül mért nyomásváltozás

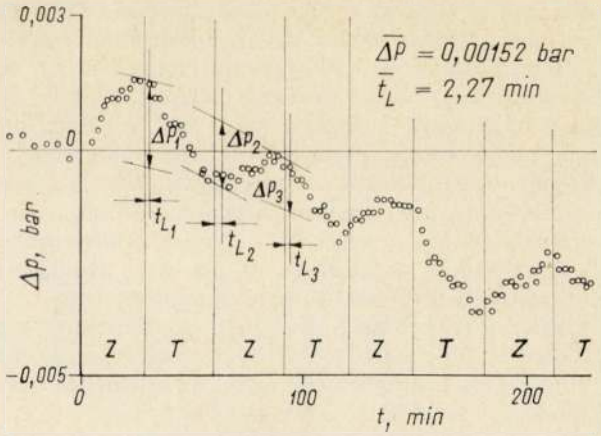
A pulzációs vizsgálatok értelmezési módszerei és eredményei

A mérések kivitelezésének tervezéséhez a kutak termeltetési, besajtolási és geológiai adataiból becsült tárolóparamétereket használtuk fel. A rétegparaméterek alapján a *Brigham* által javasolt módszerrel [3] határoztuk meg a szükséges ciklusidőket, és becsültük a várható nyomásváltozásokat. Az aggregátorral való besajtolást termelőberendezések hiánya vagy termeltetéssel létrehozott, megfelelően nem mérhető nyomásváltozás esetén választottuk.

A *3. ábrán* a *Nl-93.* jelű mélyszivattyús kút periodikus zárásának és termeltetésének hatására a *Nl-380.* jelű kúton mért nyomásváltozások láthatók. Az ábrán feltüntettük az átlagos amplitúdó és a késési idő értékeit is. A diagram egyértelműen értékelhető *Brigham* érintőszerkesztéses módszerével. Az értékelhetőségben alapvető szerepe van az amplitúdók viszonylag nagy értékének, amely majdnem azonos a *2. ábrán* látható, 24 óra alatt tapasztalt „tárolózaj"-nyomásváltozás szélső értékeinek különbségével.



3. ábra
A Nl-380. és -93. jelű kutak között 1975. IX. 13-án mért pulzációs nyomásváltozás



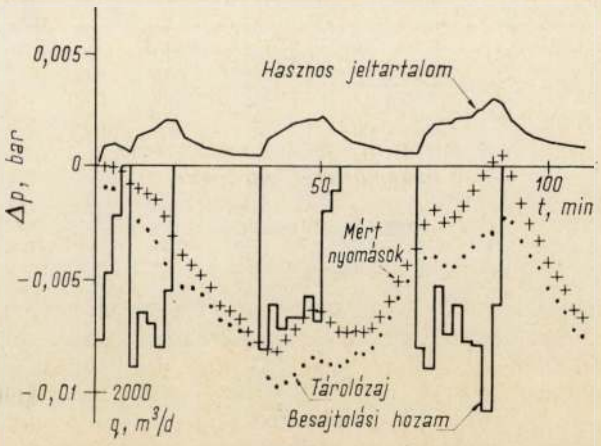
4. ábra
A Nl-118. és -59. jelű kutak között 1976. VI. 24-én mért pulzációs nyomásváltozás

A *4. ábra* mérési eredménye az egy nagyságrenddel kisebb átlagos amplitúdó miatt már korántsem mutat olyan egyértelmű képet. A szuperponálódó alapzaj és a pulzáció hatása révén keletkező eredőgörbe-alak még éppen értelmezhető a [3] módszerrel, de az eredmények megbízhatósága jóval kisebb az előzőeknél.

Az *5. ábrán* pedig már fel sem fedezhető közvetlenül a mérési eredményekben a pulzáció hatása. A zavarszűréses értelmezés szerint [6] az amplitúdó értéke a *4. ábra* mérési eredményével azonos nagyságrendű, azonban a tárolózaj mérés alatti változása ötszöröse a hasznos jeltartalomének. Az ábrán feltüntettük az értelmezés végeredménye alapján számítható hasznos jeltartalmat és tárolózajt is.

Az értelmezhetőség körének bővítése érdekében kidolgozott hatékony zavarszűréses értelmezési módszer [6] segítségével az *5. ábra* mérési eredménye megbízhatóan értelmezhető. Az értelmezési módszer lényege, hogy kihasználva a pulzációs mérések periodicitását, megfelelő matematikai szűrési módszerekkel elérhető, hogy ha a mérési eredményekben a hasznos jel nagyobb a mérőeszköz érzékenységénél, akkor az egyértelműen elkülöníthető bármilyen más zavaró jelenségtől, és felhasználható a tároló paramétereinek meghatározására. A módszert [6] részletesen ismerteti.

Eddigi tapasztalataink alapján nagy valószínűséggel mondhatjuk, hogy a Nagylengyel-mezőben a tárolózaj,



5. ábra
A Nl-378. és -351. jelű kutak között 1977. IV. 12-én végzett pulzációs vizsgálat értékelése zavarszűréssel

valamint a Hold és a Nap tömegvonzása között összefüggés tapasztalható. Olyan időszakban ugyanis, amikor a Nap és a Hold gyakorlatilag egyidőben kelt és nyugodott, nappal csökkent telepnyomást és gyakori ugrásszerű nyomásváltozásokat tapasztaltunk, este pedig megnövekedett és szinte változásmentes telepnyomást mértünk. Feltételezzük, hogy a tömegvonzás hatására létrejövő kéregfeszültségek mikroelmozdulásokat okoznak a repedésrendszerekben. A folyadékkal gázmentesen töltött réteg nyomása az ilyen csekély térfogatváltozásokra azonnal reagál.

Az erős zavaró hatások ellenére a megismételt vizsgálatokból ugyanazokat az eredményeket nyertük, ami mind a mérési technológia, mind az értelmezési módszerek reprodukálhatóságát igazolja.

A mérési eredmények alapján sok esetben más geológiai jellegű megállapításokra is mód nyílt. Például két, vetőhöz közel elhelyezkedő pulzáló kút mérése alapján tapasztaltuk az áteresztő vetők hatását a mérési eredményekre. Abból, hogy a megfigyelőkúttal átellenes oldalon levő pulzáló kútról egyértelműen beérkezett a nyomásváltozás hatása a megfigyelőkútra, megállapítható a vető áteresztő volta.

Repedezett-kavernás tárolókban tapasztaltuk, hogy különböző periódusidőkkel végzett pulzációs vizsgálatokból számított rétegparaméterek bizonyos esetekben nem egyeztek meg. Ezt a jelenséget a tároló inhomogenitásának tulajdonítottuk.

A jövőben a függőleges irányú pulzációs mérések bevezetését, a földkéreg-dilatáció jelenségének a tárolótérfogat meghatározására való felhasználhatóságának vizsgálatát, a heterogenitások kvantitatív meghatározásának megkísérlését, a pulzációs vizsgálatoknak a gáztelepekre való kiterjesztését tervezzük.

A Nl-441. jelű paraméterkúttal harántolt blokk tárolóterének komplex értelmezése

A pulzációs vizsgálatok többségére a nagylengyeli repedezett-kavernás, nagy viszkozitású olajat tartalmazó, elvizesedett tárolóknál került sor. A vizsgálatok célja a tárolótér pontosabb megismerése volt olyan blokkokban, ahol a másodlagos művelési program üzemi kísérleteit tervezzük.

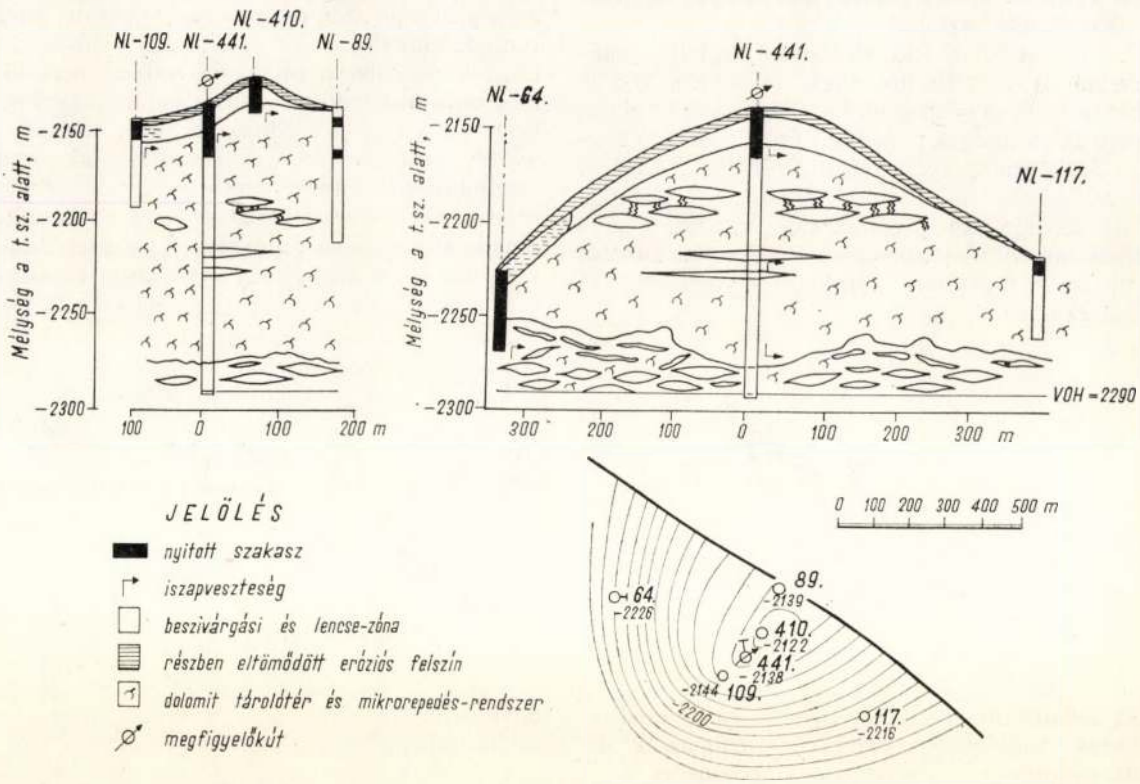
A tanulmány készítésének időpontjáig a nagylengyeli tárolóban 7 kútcsoportot vizsgáltunk meg, és 31 kútpár közötti tárolótér paramétereit ismertük meg.

Pulzációs interferenciamérést végeztünk a legjelentősebb másodlagos művelési kísérlet tervezett helyén, a déli triász blokkban is, ahol előkészítés alatt van a szén-dioxid besajtolásával létrehozandó gázsapka kialakítására irányuló kísérlet.

A blokk tárolókőzete repedezett, karsztosodás útján kavernás oldási üregeket tartalmazó dolomit. A tároló művelése aktív talpivíz-kiszorítással folyt, jó hatásfokkal. A cikk készítésének időpontjában a blokk átlagosan 94% víztartalommal termelt.

A Nagylengyel tároló művelése során bevezették [1] a „dinamikus hézagosság" fogalmát (Φ_{din}), amelyen a kitermelt olaj és a tárolókőzet térfogatának arányát értjük. A déli triász blokk átlagos dinamikus hézagossága az 1978. I. 1-i állapotnak megfelelően 1,079%. Ehhez 475,8 ezer m³ olajtermelés tartozik.

1976 elején mélyítették a *Nl-441.* jelű kutat, amelyet a nagy nyomású, korrozív gáz besajtolására alkalmasnak képeztek ki. A kút fúrása alkalmat adott a produktív szakasz maggal történő átfúrása révén a blokk kőzetfizikai paramétereinek megismerésére [4]. A kút



6. ábra
A déli triász blokk tárolóterének szemléltetése és szintvonalas tetőtérképe

1. táblázat

A pulzációs vizsgálatok értékelésének és értelmezésének adatai a nagylengyeli mező déli triász blokk tárolórendszerére

	1. Figyelő-zavaró kút *Nl-441., -64.*	2. Figyelő-zavaró kút *Nl-441., -410.*	3. Figyelő-zavaró kút *Nl-441., -89.*	4. Figyelő-zavaró kút *Nl-441., -117.*	5. Figyelő-zavaró kút *Nl-441., -109.*
Pulzálási művelet:	besajt.-zárás	zárás-termelés	termelés-zárás	besajt.-zárás	zárás-termelés
q, m³/d	890	170	22	884	186
Ciklusidő, min	10	5	20	10 és 20	5
Δp átlagos amplitúdó, bar	0,0058	0,00325	0,00044	—	0,0133
t_L késési idő, min	0,7	0,2	5,2	—	0,1
r kúttávolság, m	476	76	195	294	83
f_0, %	0	11	4	0	9
$T=\frac{kh}{\mu}$ folyadékvezető-képesség, mD·m/cp	$164 \cdot 10^4$	$20{,}6 \cdot 10^4$	$7{,}87 \cdot 10^4$		$29{,}1 \cdot 10^4$
$S=h\Phi \cdot c_t$ tárolóképesség, m/bar	$3{,}60 \cdot 10^{-4}$	$9{,}81 \cdot 10^{-4}$	$6{,}50 \cdot 10^{-4}$	A kutak között hidrodinamikai kapcsolat volt kimutatható	$2{,}93 \cdot 10^{-4}$
Tárolóképességi adatok:					
h, m	48	32	33		18
c_t, bar^{-1}	$3{,}40 \cdot 10^{-4}$	$3{,}23 \cdot 10^{-4}$	$3{,}31 \cdot 10^{-4}$		$3{,}38 \cdot 10^{-4}$
Φ, %	2,21	9,49	5,95		4,81
Folyadékvezető-képes. adatok:					
μ, cP	0,244	0,244	0,244		0,244
k, D	8,33	1,57	0,58		3,94

egyben a pulzációs vizsgálatokhoz a megfigyelőkút funkcióját is ellátta. A kutak elrendezése és a vázlatos földtani metszet a *6. ábrán* látható.

Ismeretes, hogy a karbonátos repedezett-kavernás kőzetek tárolótere rendkívül bonyolult. Sem a tárolótér abszolút nagysága, sem annak térbeli változása nem határozható meg azokkal a módszerekkel, amelyeket a homokkő-tárolóknál sikeresen alkalmazunk. A tároló kútjain elvégzett pulzációs mérések értelmezési adatai jól felhasználhatók voltak a tárolókép meghatározásánál. A pulzációs vizsgálatok leglényegesebb adatait az *1. táblázat* tartalmazza, ahol a T és S paramétereket a [7] módszerrel kaptuk; az értékeléssel kapcsolatos részletek a [8] jelentésben találhatók meg.

A vizsgálatok értelmezéséhez az alábbi feltételeket tettük:

1. a pulzációs jeleket elsősorban a kavernás zóna továbbítja;
2. az effektív vastagságot a kavernás zónához rendeltük;
3. az áteresztőképesség számításakor csak a víz viszkozitásával számoltunk.

A kutak fúrási paraméterei (fúróesés, iszapveszteség), a *Nl-441.* jelű kút kőzetfizikai szelvénye, a termelési múlt elemzése kiegészítve a pulzációs mérések adataival, azok komplex értékelése tette lehetővé a vizsgált blokk tárolóterének megismerését.

A *7. ábra* a termelési múlt alapján meghatározott „differenciális dinamikus hézagosság" (Φ_{din}) változását, a *Nl-441.* jelű kút magporozitás-szelvényét (Φ) és az iszapveszteség ($q_{isz}/\Delta p/d$) változását szemlélteti a mélység függvényében [2, 4, 5].

A magadatokból meghatározott porozitásértékek a kavernás zónák porozitását nem tartalmazzák, de kifejezik a dolomit tárolóterét és mikrorepedés-rendszerét. A dinamikus hézagosság változását korreláltuk a pulzációs vizsgálatok eredményeivel, és így jelöltük ki a kavernás zónákat, meghatároztuk a tárolótér nagyságát. Az elemzésnél jól tudtuk használni az iszapveszteséges zónák ismeretét is.

A fentiek figyelembevételével a tárolóban a *7. ábrán* feltüntetett öt zónát jelöltük ki. Az egyes zónák paramétereit a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

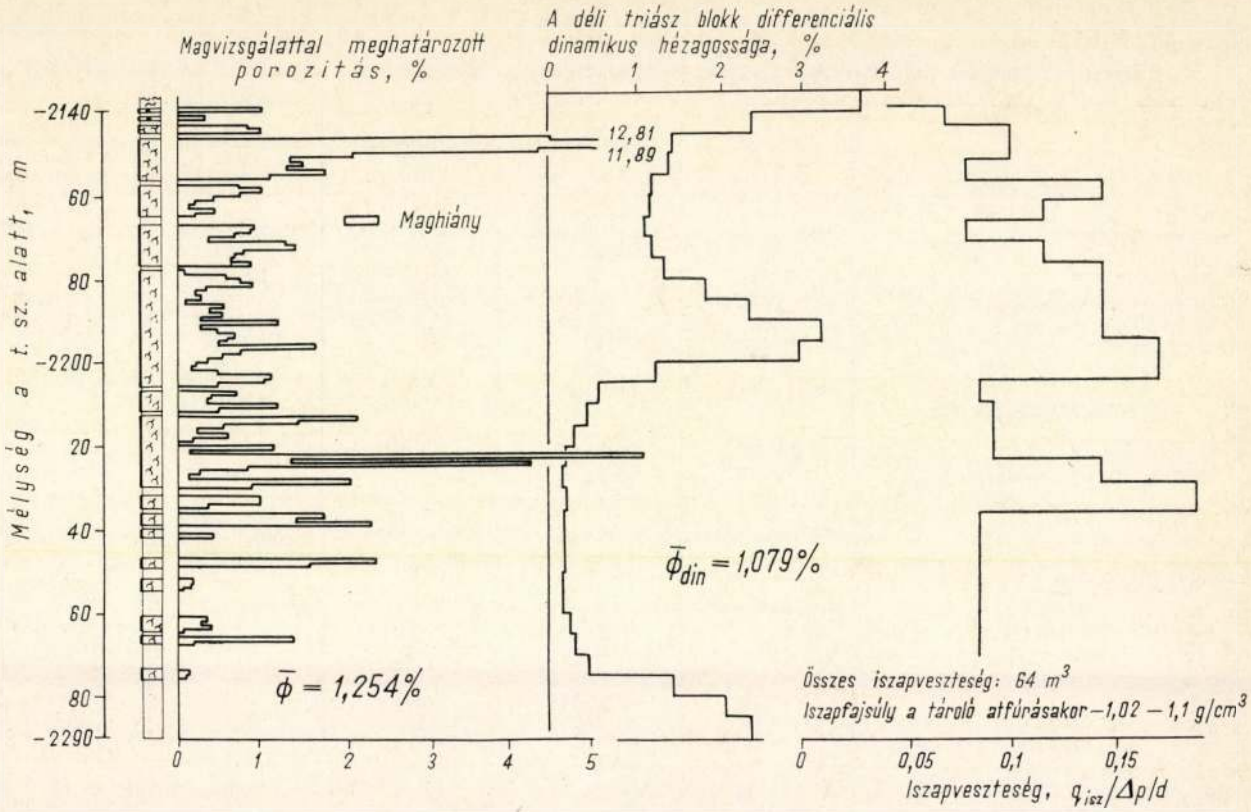
A *Nl-441.* jelű kút magvizsgálataiból [4] a dolomitporozitást (Φ_D) határoztuk meg, amely a mikroréseket, a kisméretű járat- és üregrendszert foglalja magában; ezek mérete döntően 0,2 mm-nél kisebb. [4] vizsgálatok szerint e porozitástérnek egy része olajjal kitöltetlen maradt a kezdeti telepállapotban is; ennek alapján határoztuk meg a *2. táblázatban* feltüntetett S_{wi} értéket, amely alapján az ún. hasznos dolomitporozitást, a dolomitporozitás olajtelített részét számítottuk.

Tanulmányunkban magvizsgálattal nem ellenőrizhető porozitás részarányt nevezzük másodlagos porozitásnak (Φ_m), amely kezdeti állapotban teljes egészében olajjal telített.

A másodlagos porozitást a pulzációs vizsgálat és a művelés adataiból értékeltük. Feltételeztük, hogy a pulzációs jeleket elsősorban a kavernarendszer továbbítja. A tároló felszínén nagy hézagterű, mintegy 15 m vastagságú beszivárgási és eróziós zónát lehet elkülöníteni. A kutak felső szintű megnyitottsága e porozitásának meghatározását tette lehetővé. A felső zóna másodlagos porozitása a két kútpáron kimértek átlagából számítva 7,71% (*Nl-441.* jelű megfigyelő- és *Nl-410.* és *-89.* jelű zavaró kutak $\Phi=9{,}49$; 5,94% értékű porozitásadatainak átlaga). A 3. és 5. kavernás zóna másodlagos porozitására vonatkozóan adatokat nem kaptunk, ezek porozitását az 1. zóna olajkihozatali tényezőjének felhasználásával a differenciális dinamikus hézagosságból számítottuk.

A blokk tárolóterének főbb jellemzői tehát az alábbiak.

A felső zóna a tároló tetőrészén jó tárolási paramé-



7. ábra

A Nl-441. jelű kút magporozitás- és iszapveszteség-, valamint a blokk diff. dinamikushézagosság-szelvénye

terekkel jellemezhető, ezt bizonyítják az iszapveszteségek helyei is, valamint az a tény, hogy a *Nl-410.* jelű kút fúrásakor a szerszám 3,6 m-t esett a zónában.

A felső eróziós és beszivárgási zóna a vető felé és a szárnyakon eltömődött, a *Nl-64.* jelű kút körzete itt nem jó áteresztőképességű. Viszont a tetőzónát megnyitó *Nl-441.* jelű megfigyelő- és az alsó hasznos zónában produktív *Nl-64.* jelű kút között egyértelműen kimutatható hidrodinamikai kapcsolat van. A kútpár között meghatározott porozitásérték a telepátlagot közelíti meg.

A középső és alsó karsztosodott zóna meglétét elsősorban a termelési múlt mutatja ki, de utal rá a magvizsgálatok alapján meghatározott porozitás is.

Számításaink szerint [5] a kihozatali tényező (E_R) zónánként 40—52% között váltakozik; véleményünk szerint az olaj elsősorban a kavernákban maradhatott vissza jelentős mennyiségben.

Összefoglalás, következtetések

1. Az OGIL-ban kifejlesztett nagy érzékenységű nyomásmérő műszer és mérési technológia lehetővé tette az interferenciavizsgálatok magyarországi széles körű elterjedését, ezzel megvalósítva a tárolási térfogatok in situ mérésének lehetőségét.

2. A pulzációs vizsgálatok zavarérzéketlenségük révén alkalmasabbak, mint az együtemű interferenciavizsgálatok; értékelésük egyértelműen kezelhető. A periodikus jelleg jól felhasználható zavarszűréses értelmezési módszerekhez, növelve ezzel a mérések alkalmazhatósági területét.

3. A Nagylengyel tároló déli triász blokkján végzett vizsgálatok komplex értékelésével mutatjuk be a tároló-tér meghatározásának módját. A vizsgált tároló kőzete repedezett, karsztosodás útján kavernás, oldási üregeket tartalmazó dolomit. A rendkívül bonyolult tároló-

2. táblázat

A déli triász blokkban kijelölt zónák paraméterei

A zónák sorszáma	A zónák intervalluma m a t. sz. a.	Kőzettérfogat Mm³	S_{wi} kezd. víztel. a 0,2 mm-nél kisebb hézagtérben %	Porozitás a magvizsgálatok alapján Φ_D %	Hasznos porozitás $\Phi_h = \Phi_D(1-S_{wi})$ %	Másodlagos porozitás Φ_m %	Összes hasznos porozitás %	Kitermelt olaj* N_p m³	Kitermelt olaj* N m³	E_R %
1.	–2122—2155	1,002	10	3,75	3,37	7,71	11,08	41 134	101 800	40,41
2.	–2155—2180	3,000	40	0,82	0,49	2,73	3,22	35 417	88 559	40,00
3.	–2180—2205	5,124	52	0,55	0,26	5,08	5,34	118 176	250 845	47,11
4.	–2205—2275	28,452	47	1,04	0,55	0	0,55	75 145	143 460	52,38
5.	–2275—2290	10,451	73	1,04	0,28	4,25	4,53	205 887	434 021	47,44
Blokk összesen		48,029					2,31	475 759	1 018 685	46,70

* 1978 január 1-i állapot

tér meghatározásához a pulzációs vizsgálatok adatait a tároló jól definiált geológiai-tárolómérnöki képével és a termelési múlttal együtt kellett kezelni.

IRODALOM

[1] *Doleschall S.—Hornyos J.—Simon S.—Szanka I.—Németh G.:* Nagylengyel típusú repedezett mészkő tárolók működési mechanizmusának vizsgálata. Bányászati Lapok 268—75 (1967).

[2] *Simon S.:* CO_2-os kísérleti terület műveléselemzése és fajlagos felületek becslése. OGIL-témajelentés, 1973.

[3] *Megyeri M.:* Pulzációs vizsgálatok tervezése és értékelése. Kőolaj és Földgáz *9* 296—301 (1976).

[4] *Dedinszky J.:* Nagylengyel-441. kút vizsgálata. OGIL-témajelentés, 1977.

[5] *Szittár A.:* Jelentés a nagylengyeli déli triász blokk tárolómodell vizsgálatairól. KFV-feldolgozás, 1978.

[6] *Tóth B.:* Zavarszűrési módszerek alkalmazása a pulzációs hidrodinamikai interferenciavizsgálatok értelmezésében. Kőolaj és Földgáz *5* 147—51 (1978).

[7] *Simon S.:* Az impulzusvizsgálat kiértékelési lehetőségének vizsgálata. OGIL-témajelentés, 1976.

[8] *Simon S.:* A nagylengyeli mezőben végzett pulzációs vizsgálatok kiértékelése. OGIL-témajelentés, 1977.

KIEGÉSZÍTÉS

Az **OMBKE 67. közgyűlési** beszámolónkban, ami lapunk júniusi számában jelent meg. közöltük, hogy egyesületünk elnöksége *Szentkirályi Zsigmond*-emlékéremmel tüntette ki tagtársunkat, *Csath Bélát*, szakosztályunk vízcsoportjának titkárát, de fényképe kimaradt, így most pótoljuk.

A szerkesztőség

(Folytatás a 206. oldalról)

egy másik generátort hajtson meg. Az el nem gőzölgött folyadékot visszasajtolják.

A 60—70 millió $ költségkihatású programhoz állami támogatást nem kapnak, ezért a vállalkozásnak szigorúan rentábilisnak kell lennie. A beruházás előnye a többiekkel szemben az, hogy a sósvíz sótartalma viszonylag kicsi, és ezért csak kisebb korróziós és sólerakódásos problémák adódnak. Niland mellett az Edison közös beruházást végez az Union és Southern Pacific Land Co.-val. A beruházás során 1982-ig egy 10 MW-os demonstrációs üzemet hoznak létre. A kísérlet célja, hogy meghatározzák, a sósvíz használható-e korrózióvédelem és sólerakódás elleni védelem mellett energiafejlesztésre. Az Union az üzemet szereli össze, míg azt az Edison fogja működtetni. Az Union a területen egy 1830 m mély kút fúrását fejezte be, és még 3 másikat fog fúrni, kb. 10—14 millió $ költségkihatású program keretében. Ha a demonstrációs üzem beválik, az Edison 460 MW teljesítményig fokozza termelését.

Az Edison a fentieken kívül megegyezett az Union és a Chevron céggel, hogy Brawley mellett geotermikus energiát fog vásárolni egy 10 MW-os kísérleti üzem számára. A 10—13 millió $-ba kerülő beruházás az Edison tervei közül a legelőrehaladottabb állapotban van, valószínűleg 1980 nyarán beindul.

A San Diego Gas and Electric Co. (SDGE) két cége a Republic Geothermal és a Magma Power céggel karöltve, foglalkozik a Kelet-Mesa-mezőbeli geotermikus beruházásokkal.

A Kelet-Mesa-i beruházás egy 45 MW-os üzem két lépcsőben történő megvalósítását foglalja magában.

A 10 MW-os üzem építését 1980-ban, míg a 38 MW-ost 1982-ben fejezik be. A 10 MW-os üzem költségei 12 millió $ körül alakulnak.

Niland mellett az SDGE kb. 40 millió $-ért vásárol geotermikus energiát a Magma Power-től egy 50 MW teljesítményű erőmű számára.

A geotermikus beruházások igazi óriása San Franciscótól 70 mérföldre levő, még mindig terjeszkedő Geysers. A tárolók ideálisak villamos energia fejlesztésére, mert a tárolók vízkészlete gőzfázisban van, ezért felszínre hozatala után közvetlenül turbinára vezethető.

Az áramfejlesztő kapacitás a jelenlegi 11 erőművön keresztül több mint 520 MW, ami félmillió ember villamosenergia-igényét képes kielégíteni. A tervek szerint a jövő évben 4 erőmű 400 MW teljesítménnyel kapcsolódik be a termelésbe. További 3 erőmű várhatóan a 80-as évek elején készül el 330 MW összteljesítménnyel. Ha mindezek elkészülnek, a mező termelése el fogja érni az 1300 MW-ot.

Bár az Union a mező működtetője, számos más cégnek is van rédekeltsége a termelésben. Közöttük van a Shell Oil, az Aminoil USA, a McCulloch Oil, a Magma Power, a Thermal Power, a Thermogenics és az Occidental Petroleum.

Az erőművekben fejlesztett energia vásárlója a Pacific Gas Electric Co. Az energiából azonban jut az észak-kaliforniai városoknak is.

Californián kívül számos más társaság is tett lépéseket a geotermikus energia termelése érdekében, de csak Új-Mexikóban folyik jelenleg erőművi beruházás.

Az Union és a Public Service kapott megbízást a Jemez-hegységben egy 50 MW-os forróvíz-erőmű létesítésére. Az erőmű technológiai elvei különböznek az Imperial Valley-ben használtaktól.

Nevada erőteljesen fejlődik a geotermikus energia terén, ezt az államot a jövő nagy ígéretének tartják. A múlt évben 5 kutatási területen végeztek vizsgálatokat.

Egy a Sun Co. által fúrt kút nagy feltűnést keltett a szakemberek körében. A 2200 m mély kút (Dixie Valley, Nevada) egy ún. szárazgőz-tárolót ütött meg, amely hasonló a Geyseres-mezőn levőkhöz. Ha a hír megalapozott, a felfedezés az év szenzációja lehet.

Utah államban a Phillips Petroleum Co. forróvíz-tárolót fedezett fel, és tárgyalásokat folytat, hogy állami kölcsönnel egy 50 MW-os erőművet építsen.

Idaho államban egy kettős hatásfokú, 10 MW-os erőművet terveznek viszonylag alacsony hőmérsékletű (150 °C) víz felhasználásával. Az erőmű választ fog adni arra a kérdésre, hogy az ilyen hőmérsékletű víz alkalmas-e ipari hasznosításra.

Új-Mexikóban a Los Alamos Tudományos Laboratórium (LASL) kísérleti program szerint (Hot Dry Rock Program) folytat kutatásokat. A kutatási terület Los Alamostól nyugatra fekszik. A tároló forró kőzeteiben nincs fluidum. A LASL kutakat fúrt a kőzetbe és rétegrepesztéssel kapcsolatot teremtett közöttük. A kísérlet célja a hő kitermelési lehetőségének megállapítása. Az egyik kútba vizet nyomnak, és a másik kútba érkező víz a kőzetek hőjétől felforrósodva érkezik a felszínre. Így a kőzetek hője „kibányászható" és vele villamos energia termelhető. (Az eljárás részletes ismertetése dr. *Boldizsár Tibor* egyetemi tanár előadásában hangzott el az OMBKE székházában, 1978 novemberében. Az előadás során levetítették a LASL saját tudományos, ismeretterjesztő filmjét, amely a kísérletről adott érdekfeszítő, vizuális képet.)

A keleti parton az első kísérleti lépéseket az állami kölcsönből mélyítendő 50 db kút fogja jelenteni. A kutakat az Atlanti-óceán part menti talapzatán fúrják.

Fentiek mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a geotermikus energia termelését rekord szintre hozzák, és a fejlesztők azt remélik, hogy ez még csak a nyitása az ilyen irányú törekvéseknek.

Oil and Gas Journal, 1978. december 18.

Pál Zsolt
okl. olajmérnök
(OGIL, Budapest)

Termelésszimuláció és paramétermeghatározás hévízkutakkal kapcsolatban

BALLA LÁSZLÓ

A szerző a hévízkutak optimális kútszerkezetét és üzemeltetését vizsgálja szimuláció alkalmazásával. Foglalkozik a függőleges kétfázisú áramlás matematikai leképzésével és a paraméterek meghatározásával. Ennek megfelelően két programot készített és három termelési módot vizsgált. Vizsgálata állandósult esetre vonatkozik, de kvázistacionér állapot feltételezésével az időbeli változások is figyelembe vehetők.

Bevezetés

A hévíztermelés gazdaságossága megköveteli az optimális kútszerkezet kialakítását és optimális üzemviszonyok melletti üzemeltetését. Ebben nyújt segítséget a termelésszimuláció, amely alkalmazható:

— olyan kútszerkezet tervezésére, amely a kívánt határok között felszálló termelést biztosít,
— adott kútszerkezet esetén, a felszálló termelés időtartamának és termelési körülményeinek meghatározására,
— automatikus kútmegindításra,
— segédlevegős termelés tervezésére, ha a kút felszállással nem, vagy keveset termel.

A matematikai szimulációhoz két dolog szükséges: a függőleges kétfázisú áramlásnak megfelelő matematikai leképzés, valamint a paraméterek pontos ismerete. Ezek egy részét csak üzemelő kutak esetében lehet meghatározni. Az áramlást leíró összefüggéseket egyrészt felhasználjuk a közvetlenül nem mérhető paraméterek kiszámítására, másrészt ezek ismeretében áramlási viszonyok modellezésére. Ennek megfelelően két programot készítettünk: az egyiket a paraméterek meghatározására, a másikat termelésszimulációra.

A hévízkutak termelésszimulációjánál az általunk készített programokkal három termelési módot vizsgálhatunk meg:

— felszálló termelés termelőcső nélkül,
— felszálló termelés termelőcsővel,
— segédlevegős termelés termelőcsővel.

A későbbiekben felhasznált áramlási egyenletek állandósult esetre vonatkoznak, de a szimulációban időbeli változásokat is figyelembe tudunk venni kvázistacioner állapot feltételezésével.

A termelésszimuláció alapegyenletei

A víztermelés modellezésének egyik legáltalánosabb esete az, amikor a kút saját gázt termel és segédlevegőt is injektálunk. Olyan segédlevegős termelési módot vizsgálunk, ahol a levegőt a gyűrűs térbe nyomják, a termelés pedig a termelőcsövön folyik. Abban az esetben, ha a kúttalpnyomás nagyobb, mint a buborékpontnyomás, három különböző jellegű áramlási szakaszt különböztethetünk meg *(1. ábra)*.

Az első szakasz az egyfázisú áramlás, amikor még a saját gáz nem válik ki, ez a kúttalptól a buborékpontig tart. A második szakasz, a kétfázisú áramlás, amikor saját gáz válik ki, de segédlevegő még nincs; ez a buborékponttól a segédlevegő beadagolási helyéig tart. A harmadik szakaszban, a segédlevegő és a saját gáz együtt áramlik; ez a segédlevegő beadagolási helyétől a kútfejig tart.

A segédlevegős víztermelés jellemzőinek a meghatározásával *Josse* már a XIX. sz. végén foglalkozott, de a gyakorlat számára elfogadható elmélet alapjait a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem olajtermelési tanszékén dolgozták ki *Szilas A. Pál* vezetésével, felhasználva a *Pattantyús Ábrahám G.* által végzett vizsgálatok eredményeit is.

A három áramlási szakaszt leíró matematikai összefüggések részletesen [1]-ben találhatók. Az alábbiakban csak a további érthetőség miatt szükséges képleteket ismertetjük.

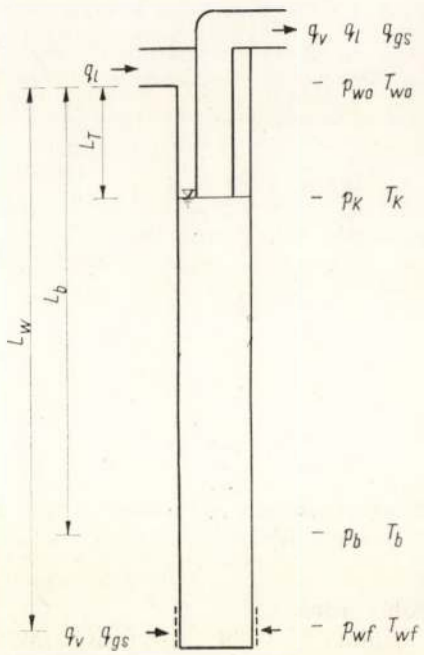
Az egyfázisú áramlási tartományban a nyomásgradienst az alábbi módon számítjuk:

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}h} = \varrho_v g\lambda + \cdot\frac{\varrho_v v_v^2}{2\cdot d}. \qquad (1)$$

A csősúrlódási tényező meghatározásához szükséges az abszolút érdesség, ennek ismeretében λ értékét a *Moody*-diagram alapján határozzuk meg.

A kétfázisú áramlási tartományban a nyomásgradienst pl. *Duns-Ros* elméletével számítjuk:

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}h} = (1-\varepsilon_g)\varrho_v g + \varepsilon_g \varrho g + \lambda\frac{\varrho_v v_v^2}{2\cdot d}\left(1+\frac{v_g}{v_v}\right). \qquad (2)$$



1. ábra

A keresztmetszeti gázhányadot *Duns-Ros* dimenzió nélküli számok és diagramok segítségével határozza meg [2]. *Andriaszov* összefüggésbe hozza a dimenzió nélküli jellemzőket a jól ismert hasonlósági számokkal, pl. *Froude—Weber*-szám [3]. Az ε_g meghatározási módja azonban így is csak korrelációs összefüggéseken alapszik. *Patsch F.* az ε_g meghatározására a következő összefüggést használja:

$$\varepsilon_g = \frac{v_g}{c_1(v_g+v_v)+c_2}, \qquad (3)$$

ahol c_1 és c_2 tényezőket tekinti a siklási jellemzőknek. A c_1 a gáz eloszlására, c_2 a gáz statikus körülmények közti felemelkedésére jellemző mennyiség. *Patsch* szerint $c_1=1$, míg mások $c_1=1{,}1$—$1{,}2$ közötti konstans, vagy esetleg még nagyobb értéket közölnek [4]. A c_2 értékét több tényező befolyásolja, értéke általában 0 és 1 m/s között van. A továbbiakban az ε_g meghatározására a (3) összefüggést használjuk.

A vízben oldódó gázok nagy többségükben metánból, nitrogénből, szén-dioxidból állnak, a többi alkotó hatása a nyomásveszteség számításakor elhanyagolható. A számításokhoz szükségesek a gázok eltérési tényezői, valamint ezek vízben való oldhatósága. Az [5]-ben közölt diagramokról ezek értékei leolvashatók.

A segédlevegős áramlási tartományban a nyomásgradienst a *Szilas A. Pál* által kidolgozott, a rövid termelőcsőre vonatkozó C korrekciós tényezővel módosított *Krilov*-összefüggéssel számítjuk.

$$\xi = \frac{p_K - p_{wo}}{\varrho_{vn} g L_T} = C \cdot \frac{q_v + 0{,}785 d_T^2}{q_v + q_g + 0{,}785 d^2} + \\ + \frac{1{,}71 \cdot 10^{-3} q_v q_g}{d^5} + \frac{9{,}3 \cdot 10^{-7} q_g^2}{d^{5{,}33}} + \frac{1{,}17 \cdot 10^{-3} q_v^{1{,}75}}{d^{4{,}75}}. \qquad (4)$$

A C tényezőt azért kellett bevezetni, mivel a víztermeléshez használt rövid termelőcsőnél a beadagolás hatása jelentős. A C tényezővel figyelembe lehet venni a buborékok eloszlását, amely függ az adagolás módjától, a termelőcső átmérőjétől, a termelőcső hosszától, a levegőáramtól, valamint a nyomás- és hőmérséklet-viszonyoktól.

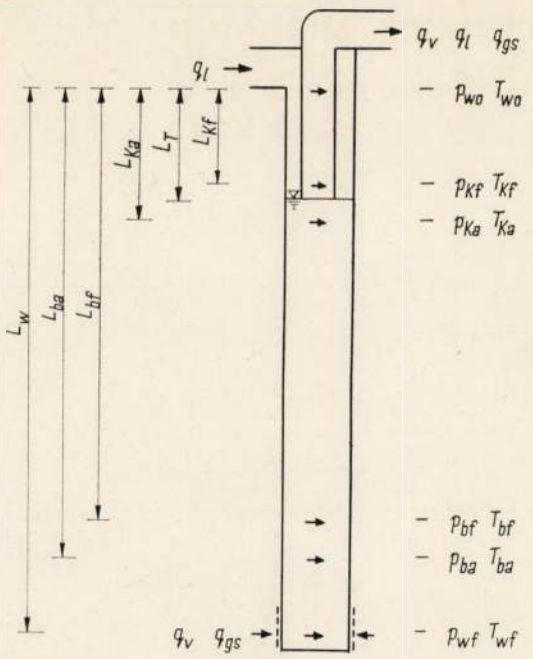
A segédlevegős termelés vizsgálati módszerét értelemszerűen kiterjeszthetjük a segédgázos termelésre, amikor levegő helyett valamilyen gázt nyomunk be a gyűrűs térbe (pl. saját gázt).

A szimulációhoz szükséges ismerni a béléscső abszolút érdességét, a siklási jellemzőket, a C korrekciós tényezőt. Mivel ezekre nem állnak rendelkezésre pontos irodalmi adatok, ezért ezeket mérés útján kell meghatározni.

Paramétermeghatározás

A tényezők meghatározásához szükséges adatokat a *2. ábra* szerinti helyeken kell mérni. A meghatározás elve az, hogy a tényezők keresett értékénél a mért nyomásveszteséghez számított hosszúságnak meg kell egyeznie — adott hibahatáron belül — a mért hosszúsággal.

— Abszolút érdesség
Az abszolút érdességet az egyfázisú szakaszban határozzuk meg húrmódszerrel az (1) összefüggés alapján. A k határai 0 és 2 mm.



2. ábra

— Siklási jellemzők
A siklási jellemzők közül c_1-t állandónak feltételezve, c_2-t a kétfázisú szakaszban a *Newton—Raphson*-eljárással számítjuk (2) alapján. A c_2 határai 0 és 2 m/s.

— A rövid termelőcső miatti korrekció
C-t a segédlevegős szakaszban (4)-ből fejezzük ki.

A tényezők meghatározására Fortran nyelvű programot készítettünk Odra—1304 számítógépre. A program blokkdiagramja a *3. ábrán* látható. A program segítségével nagyszámú mérési adat gyorsan és pontosan dolgozható fel.

Termelésszimuláció

A termelésszimuláció alapjaival részletesen [6] foglalkozik. Ezeknek az alapoknak felhasználásával készítettük a számítógépprogramot.

A telepből a kútba való beáramlást az alábbi összefüggés írja le:

$$q_v = J \cdot (p_{ws} - p_{wf})^n. \qquad (5)$$

A küttalpnyomást a következő módon számítjuk:

$$p_{wf} = p_{wo} + \Delta p(q_v;\ L_T;\ q_g), \qquad (6)$$

ahol Δp az (1), (2), (4) egyenlet felhasználásával és a választott termelési módnak megfelelően numerikus integrálással számított nyomásesés a kútban. Víztermelés csak abban az esetben következik be, ha teljesül

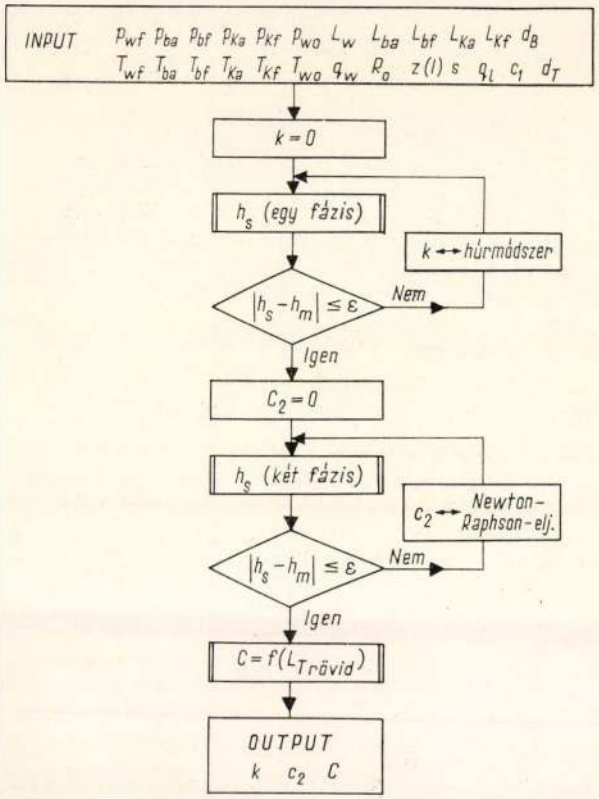
$$q_v = J(p_{ws} - p_{wo} - \Delta p)^n, \qquad (7)$$

és

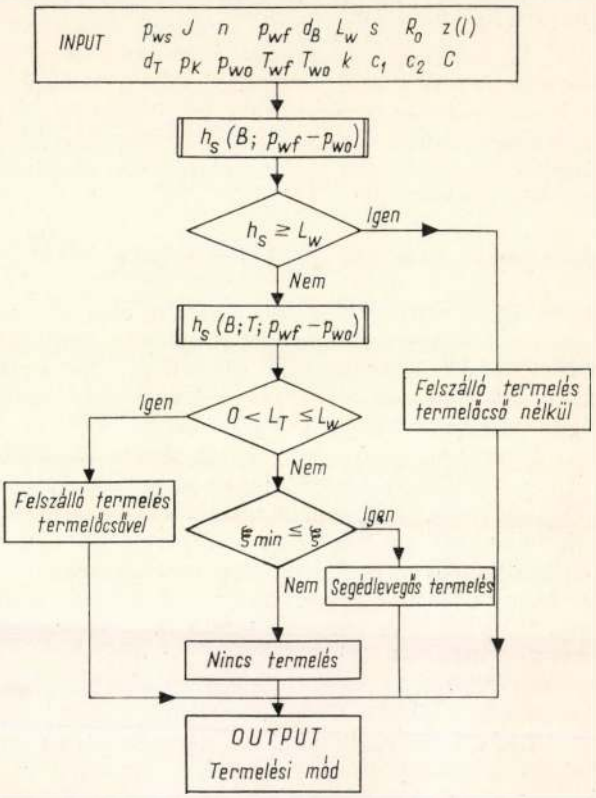
$$p_{wf}(q_v) - \Delta p \geqq p_{wo\,min}, \qquad (8)$$

ahol $p_{wo\,min}$ a szükséges minimális kútfejnyomás.

A különböző termelési módokhoz tartozó további feltételek az alábbiak:



3. ábra



5. ábra

— felszálló termelés termelőcső nélkül

$$q_g = q_{gs};\ L_T = 0;$$

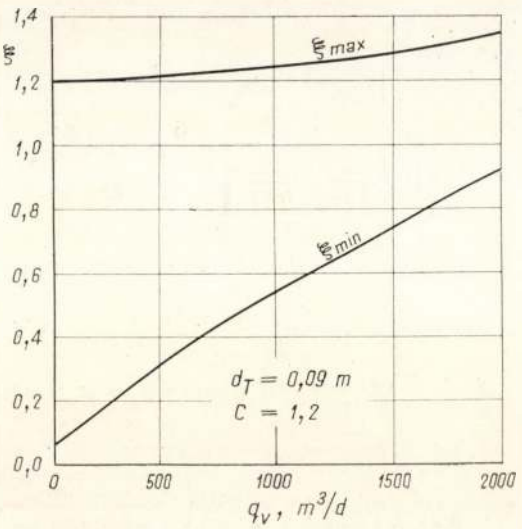
— felszálló termelés termelőcsővel

$$q_g = q_{gs};\ 0 < L_T \leqq L_{wf};$$

— segédlevegős termelés termelőcsővel

$$q_g > q_{gs};\ 0 < L_T \ll L_{wf}.$$

Segédlevegős termelés esetén (1), (2) felhasználásával adott kompresszornyomáshoz, adott vízáramnál meg lehet határozni a termelőcsőhosszt. Emellett meg kell határozni a vízkitermeléshez szükséges levegő mennyiségét. Az adott termelőcső-átmérő és C korrekciós



4. ábra

tényező esetén a (4) összefüggés alapján készítettünk nomogramot (*4. ábra*). A nomogram gyakorlati alkalmazásához C-t méréssel kell meghatározni.

Ha az $(\xi : q_v)$ pont az ξ_{max} és az ξ_{min} vonal közé esik, akkor kell, ha ξ_{max} fölé esik, akkor nem szükséges segédlevegő; ha ξ_{min} alá esik, akkor segédlevegővel nem valósítható meg a termelés.

A termelésszimuláció blokkdiagramja az *5. ábrán* látható. A programmal számítani tudjuk adott kútjellemzők mellett, különböző kompresszornyomáson és termelőcső-átmérő mellett, a vízáram függvényében, felszálló termelés esetén a kútfejnyomást, termelőcső használata esetén a termelőcsőhosszt, segédlevegős termelés esetén a levegőáramot, a fajlagos levegőfogyasztást és ugyancsak a termelőcsőhosszt. Az eredményeket az áttekinthetőségért a HP—9810A Calculator és a HP—9862A Plotter segítségével diagramon ábrázoljuk.

A termelésszimuláció pontossága

A termelésszimuláció pontosságának az egyik termelési módról a másik termelési módra való áttérés környezetében a hozam meghatározási pontosságát tekintjük. A termelési mód változásának környezetében a nyomásveszteség változása lényegében a súrlódási nyomásveszteség változásától függ. A nyomásveszteség és az egységnyi hozamváltozásra eső súrlódási nyomásveszteség-változás a hozam növelésével nő, azaz

$$\frac{\partial \Delta p}{\partial q_v} > 0 \quad \text{és} \quad \frac{\partial^2 \Delta p}{\partial q_v^2} > 0. \tag{9}$$

Feltételezve $\delta = p_{wom} - p_{was}$ nyomásveszteség-számítási

hibát, a hozzá tartozó Δq_v változás a következő képlettel becsülhető:

$$\Delta q_v \approx \frac{\delta}{\frac{\partial p_{wo}}{\partial p_v}}. \qquad (10)$$

A (6) és a (9) összefüggések alapján könnyen belátható:

$$\frac{\partial|\Delta q_v|}{\partial J} > 0 \quad (11) \quad \text{és} \quad \frac{\partial|\Delta q_v|}{\partial q_v} > 0 \quad (12)$$

q = állandó $\qquad$ J = állandó

A (11) összefüggésből látható, hogy adott δ-nál annál nagyobb $|\Delta q_v|$, minél nagyobb termelékenységi indexű a kút. A (12) összefüggésből következik, hogy adott δ-nál annál nagyobb a (Δq), minél kisebb a hozam, azaz minél kisebb a maximális kútfejnyomás és a $p_{wo\,min}$ közti különbség, azaz minél kisebb kútfejnyomású a kút.

Megállapítható, hogy előre rögzített pontosság esetén nagy termelékenységi indexű, valamint kis kútfejnyomású kút esetén nagyobb pontosságúnak kell lennie a nyomásveszteség számításának.

A paramétermeghatározás és a termelésszimuláció alkalmazása

Az előzőekben vázolt elveket egy feltételezett felszálló termelésű kúton ismertetjük, ahol meg kell határozni a felszálló termelés idejét.

A termelésszimulációhoz szükséges abszolút érdességet és siklási jellemzőket megbízható irodalmi adatok hiányában méréssel kell meghatározni. A feltételezett mérés adatait az *1. táblázat* tartalmazza, a buborékpontnyomás 70 bar. A paramétermeghatározó programmal a számításokat elvégezve, az abszolút érdességre 0,05 mm-t, a c_2 siklási jellemzőre, — $c_1 = 1$ feltételezéssel — 0,6 m/s-ot kaptunk.

Az üzemi mérések során célszerű az előbb említett méréseket két-három hozamnál elvégezni, hogy az esetleges mérési hibák hatását csökkenthessük.

Az abszolút érdesség és a siklási jellemzők ismeretében a termelésszimulációt elvégezhetjük. Rezervoármérnöki számítások alapján a J, p_{ws}, R_0 időbeli változását meghatározhatjuk.

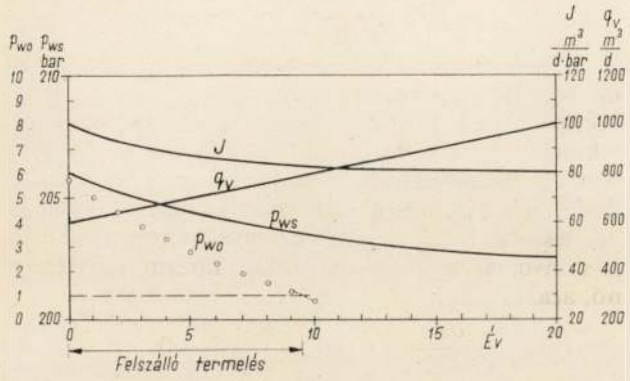
A feltételezett rezervoármérnöki számítások, valamint a kívánt hozam időbeli változása a *6. ábrán* láthatók, $R_0 = 1$ nm³/m³-t és $n = 1$-et feltételezve. A programmal a szimulációt elvégezve, a kútfejnyomás időbeli változását kapjuk (kváziállandósult eset). Az eredményt a *6. ábrán* láthatjuk. Megállapítható, hogy ha $p_{wo\,min} = 1$ bar, akkor a felszálló termelés még 9—10 évig tartható fenn ilyen feltételek mellett.

1. táblázat

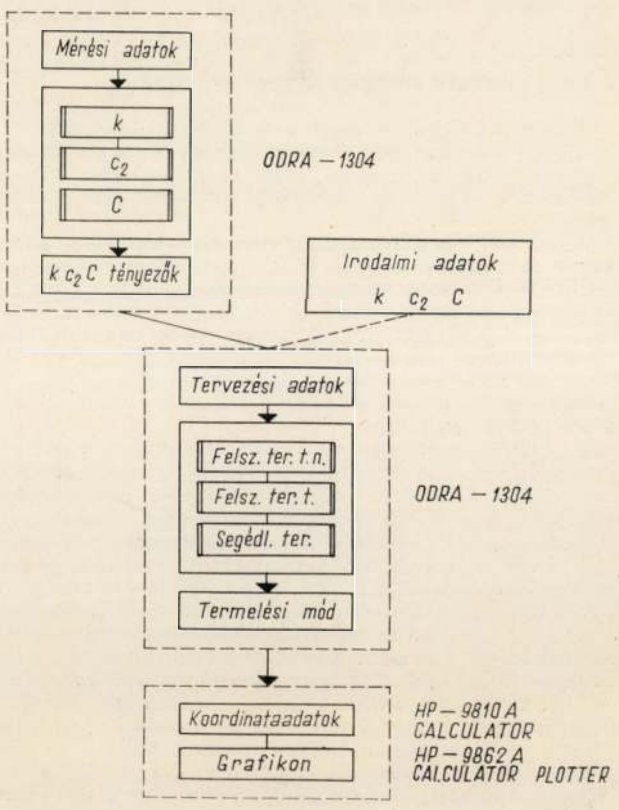
q_v m³/nap	R_o nm³/m³	Gáz-összetétel	s kg/m³	L_w m	d_B mm
900	1	100% CH_4	20	2000	161
egyfázisú szakasz			kétfázisú szakasz		
L m	p bar	T °C	L m	p bar	T °C
900	82,1	96	0	1,3	84
1900	180,2	98	300	23,1	89

Összefoglalás

Megállapítható, hogy a *7. ábrán* látható számítógépes szimulációs rendszer megbízható mérési adatok birtokában hévízkutak termelésszimulálására alkalmas. A paramétermeghatározáshoz szükséges adatok mérésekor törekedni kell, különösen a nagy termelékenységi indexű, valamint a kis kútfejnyomású kutak esetében a nagyobb pontosságra. Megfelelő számú mérési adat birtokában az egyes kutakra tett megállapítások rendszerbe foglalhatók. Ezáltal az egyedi jel-



6. ábra



7. ábra

lemzőkből általános következtetéseket vonhatunk le. A meglevő számítógépprogramokkal a gyakorlat számára elfogadhatóan pontos és gyors tervezési, irányítási, előrejelzési mód áll rendelkezésre.

JELÖLÉSEK

$c_{1,2}$	siklási jellemzők	ms^{-1}
C	a rövid termelőcső miatti korrekciós tényező	
d	a cső belső átmérője	m
g	nehézségi gyorsulás	9,8066 ms^{-2}
h	magasság	
J	termelékenységi index	$m^3s^{-1}Pa^{-1}$
k	abszolút érdesség	m
L	mélység	m
n	a beáramlásra jellemző kitevő	
p	nyomás	Pa
p_{ws}	sztatikus rétegnyomás	Pa
q	fluidumáram	m^3s^{-1}
R_o	gáz—víz viszony szeparálással	nm^3/m^3
s	sótartalom	kg/m^3
T	hőmérséklet	°K
v	a teljes csőkeresztmetszetre vonatkoztatott áramlási sebesség,	ms^{-1}
z_i	az oldott gáz móltörtje	
δ, Δ	különbség	
ε_g	az áramlási keresztmetszetből a gáz által elfoglalt hányad	
λ	csősúrlódási tényező	
ξ	áramlási gradiens	
ϱ	sűrűség	kgm^{-3}

Indexek

a	alsó
b	buborékpont
f	felső
g	gáz
gs	saját gáz
K	kompresszor
m	mért
n	normál állapot
s	számított
T	termelőcső
v	víz
wf	kúttalp
wo	kútfej

IRODALOM

[1] *Szilas A. P.—Patsch F.:* Áramlás felszálló és segédlevegős termelésű mély vízkutakban. Kőolaj és Földgáz *11* (1975).
[2] *Szilas A. P.:* Production and transport of oil and gas. Bp.—Amsterdam, Akad. K.—Elsevier, 1975.
[3] *Gimatudinov, S. K.:* Szpravocsnaja kniga po dobücse nefti. Moszkva, Nedra, 1974.
[4] *Govier, G. W.—Aziz, K.:* The flow of complex mixtures in pipes. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1972.
[5] *Török—Pápay—Haraszti—Berecz—Kassai:* Fázisegyensúlyok és olajmérnöki alkalmazásuk. II. Bányaipari Szakirodalmi Tájékoztató, NIMDOK Bp., 1968.
[6] *Szilas A. P.:* Víztelep és mély vízkút együttműködése. Kőolaj és Földgáz *3* (1976).

KÜLFÖLDI HÍREK

Lesz-e a világon energiaellátási válság?

Egy nagyobb amerikai olajtársaság plakátja a mai energiafelhasználást két végén égő gyertyával ábrázolja és arra mutat rá, hogy ez a felhasználási mód már az 1980-as évek közepén energiahiányt okoz, vagyis már a következő évtizedben energiaválság lesz.

Az utóbbi 25 év alatt az energiafelhasználás rohamosan növekedett, de különösen nagy mértékben emelkedett az olajfogyasztás. Az 1940-es évek végétől a világ energiafelhasználásának növekedési üteme meghaladta az évi 5%-ot. A második világháborúig — a nyugati stílusú gazdasági fejlődés és az urbanizáció időszakában — a növekedési ütem ennek felét sem érte el. Az utóbbi 25 év energiafelhasználásában az olajfogyasztás növekedésének évi üteme meghaladta a 7%-ot, 10 év alatt az olajipar a kétszeresére fejlődött.

Ezt a növekedési ütemet az olajipar a jövőben képtelen tartani, és ez energiaválságot okoz, ha egyes államok kormányai egyrészt nem vezetnek be energiafelhasználási korlátozást, másrészt nem teremtenek más energiaforrásokat új szénbányák nyitásával, az atomenergia-ipar fejlesztésével, alternatív energiaforrások (nap-, szél- és árapály-energia stb.) kutatásával. Ez a szemlélet a küszöbönálló energiaválság félelmét kelti az iparosodott országokban. A sötét kép három ellentétesen ható tényező érvényesülését kelti: *a)* a közeljövő beruházásainak elhatározásában való bizonytalanságot; *b)* a megszokott életstílus fenntartásában az elbizonytalanodás kétséget támaszt a vásárlások rendszerében és az ezzel kapcsolatos befektetésekben; *c)* az alternatív energiaforrások óriási beruházási szükségletének politikai és szociális hatásai a jövő gazdasági stabilitását megkérdőjelezik.

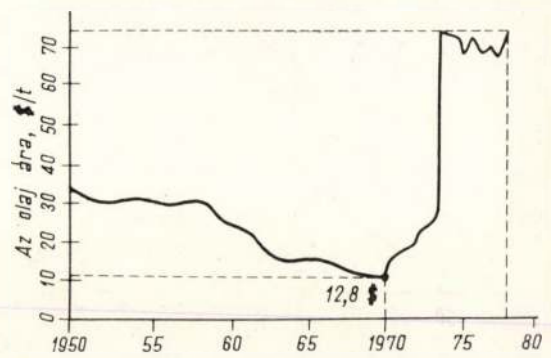
Ez a küszöbönálló energiaválság-hiedelem a „hagyományos bölcsesség" elvének alkalmazásával, az extrapolált olajszükséglet és termelés közötti rövid időn belül jelentkező különbségen alapszik.

Elemezve az olajszükséglet és az ellátás helyzetét, valamint az energiaforrásokat, nem is olyan sötét a helyzet.

Az olajfelhasználás növekedési ütemének magas szintjéhez hozzájárult az olaj 1950—1970 közötti alacsony ára, amint azt az *1. ábra* mutatja. Ez időszakban az olajár folyamatosan 60%-kal csökkent. Ez az energiafelhasználást olajra terelte, és csökkentette más energiaforrásokra irányuló kutatások és beruházások összegét, és az olajfelhasználás rohamosan növekedett.

1970 óta az olaj ára hirtelen emelkedik, és 1973-ban robbanásszerű áremelkedés következik be: az 1950-es árnak több mint kétszeresére és az 1970. évi árnak több mint ötszörösére.

Ez az árrobbanás az olajfelhasználással kapcsolatos beruházásokat mérsékelte, az olajkutatást pedig serkentette, a fogyasztók körében pedig szempont lett az energiatakarékosság. Ennek



1. ábra
Az olajár alakulása 1950—1977 között

eredményeképpen Nyugat-Európában az olajszükséglet az 1973. évi szint alá esett. Előreláthatóan az olajszükséglet növekedési üteme a jövőben sem haladja meg az évi 3%-ot. Ez a viszonylag alacsony ütem a jelenlegi tapasztalatokkal szemben — beleértve a kihozatalnövelési lehetőségeket is — az egész világgazdaságot vizsgálva nem igazolt. A harmadik világ nem olajexportáló országaiban az évi 3%-os energianövekedés eladósodást okoz exportlehetőségeik szegényes volta miatt.

Az évi 3%-os növekedési ütem a korábbi előrejelzések 7,5%-os értékéhez képest már magában kitolja azt az időpontot, amikor az olajtermelés növekedése már nem biztosítja a világ olajszükségletét. A *2. ábra* mutatja, a „hagyományos bölcsesség" alapján az 1980-as évek közepén érvényesülő olajellátási nyomást, a várható termelési görbétől (az olajfeltárások ütemének függvényeként) a fogyasztás görbéje 7,5%-os növekedési üteme esetén az exponenciálisan elhajlik. Ha a fogyasztási görbét 3%-kal extrapoláljuk, akkor a csúcspont a század végére tolódik ki még akkor is, ha a világ olajkészletét $316 \cdot 10^9$ m³-nek fogadjuk el.

Ez az olajkészletgörbe a „hagyományos bölcsesség" szemléletével készült, és ezt sokszor „általánosan elfogadott elv"-ként említik a jövő olajkészletei meghatározásának kérdésében. Bár ez távolról sem áll, ugyanis a világ jövőbeli olajkészletét a legvalószínűbb szemlélet alapján kell megbecsülni.

A három, egymástól teljesen függetlenül publikált készletbecslési görbe eltér a $316 \cdot 10^9$ m³ nagyságú olajkészlet görbéjétől.

1. Az Institut Francais de Pétrole-nak az energia-világkonferenciára készített tanulmánya szerint (amelyben 29 kutató, köztük 15 olajtársaságbeli működött közre), a világ várható olajkészlete 500—$1000 \cdot 10^9$ m³ közt változik. Az alacsonyabb is 60%-kal felülmúlja a „hagyományos bölcsesség" alapján megállapítottat, a nagyobbik pedig 300%-kal haladja meg azt.

2. Az 1976 „The Future Supply of Nature — Made Oil and Gas" (kizárva a szén alapú mesterséges olajpotenciált) az International Institute for Applied Systems Analysis több mint 80 szakembere a várható teljes ipari készletet 700—$980 \cdot 10^9$ m³-ben állapította meg az áralakulástól függően.

3. A szovjet tudósok előrejelzése, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája elnöksége illetékes részlegének vezetője, Stirikovics akadémikus szerint (Natural Resources Forum, Vol. 1. No. 3. 1977) a világ várható földtani készlete $1500 \cdot 10^9$ m³. Ezt óvatos becslésként kezelik.

Az „általánosan elfogadott szemlélet"-en alapuló korlátozott készletet tehát nem mindenki fogadja el. A legtöbb kutató folyamatos fejlődést vár az olajkutatás technológiájában, módszerében és nagyobb lehetőséget remél. A „konvencionális nézet" és az említett alternatívák közötti konfliktus a várható készletekre vonatkozó szemlélet különbségéből származik. Amikor egy társaság korlátozott energiaforrás-lehetőségeket jelez, az csak arra vonatkozik, amely valószínűleg elérhető, a világ energiaforrásának a vállalatokra vonatkozó fejlesztési gazdaságpolitikája összefüggésében, mondjuk 2000-ig. Egy ilyen interpretáció időben és térben korlátozott, és függ az ipar adott struktúrájától, szervezetétől és pénzügyi helyzetétől. Mivel az ipar változik (és ez már 1973 óta gyorsan változott), e kényszer változtatást is követel és ez az alapforrások átértékelésére vezet, így eléri a már jelzett kutatók által meghatározott értéket.

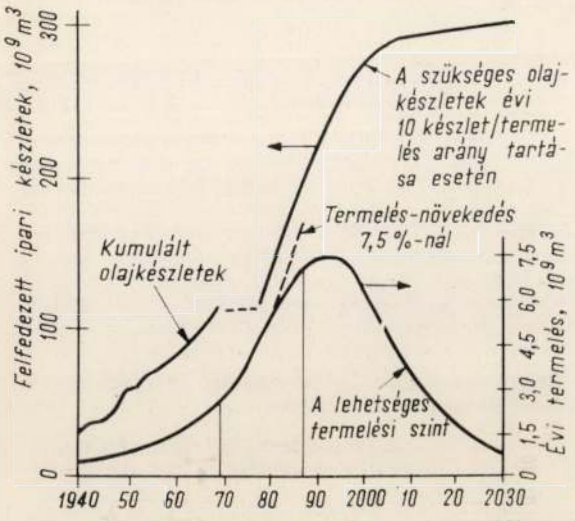
A *3. ábra* bemutatja az olajkészleteknek egy lehetséges alternatíváját. Ez a *2. ábrához* hasonlóan készült, az olajfelhasználási és -termelési görbe évi 3%-kal emelkedik addig, ameddig az — $500 \cdot 10^9$ ipari olajkészlet mellett — lehetséges. Ez a készlet megegyezik az $1500 \cdot 10^9$ m³ földtani készlettel. A diagramról látható, hogy a várható termelési görbe 2020-ig nem tér el a 3%-os növekedési ütemmel tervezett szükséglettől, és az elméleti termelési csúcs a 2020-as években várhatóan $12{,}7 \cdot 10^9$ m³/év. Ez a jelenlegi olajtermelési szintnek kb. 3-szorosa.

A következő 50 évben az iparnak óriási fejlesztést kell megvalósítania. Ezt akkor értékelhetjük igazán, ha az 1973 előtti 20 év növekedési ütemével hasonlítjuk, amikor négyszeresére fejlődött. Igaz, hogy csak egy harmaddal kisebb fejlesztést kell végrehajtaniuk, mint a múltban, azonban az újabb mezők felkutatása nehezebb feladatot jelent annak ellenére, hogy jobb és még tökéletesedő kutatási eszközök állnak rendelkezésre, és az ipar szervezete és vezetése is tökéletesebb lesz.

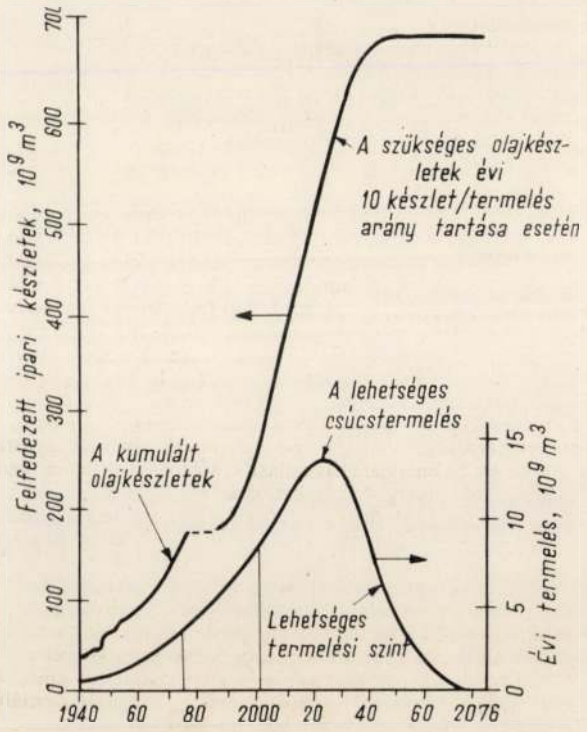
Az adott idő más energiaforrások kutatására elegendő, ugyanis a világ szénkészlete a következő 100 évben kimeríthetetlen, a nap-, a szél-, az árapály-energia hasznosítható, a hasadó- és fúziósenergia-termelés 50 éven belül nagyobb méretű bevezetést nyer.

A mai társadalom és gazdaság szervezettségében, technikájában az olajhoz kötött és ehhez járul még a megszokott kényelem. Radikálisan az iparilag fejlett világot olajbázisról átállítani másra rövid időn belül képtelenség. Ehhez, figyelembe véve a költségeket és azok politikai-gazdasági következményeit közel három generáció szükséges. A jelentősen magasabb energiaárak és a kormányok ösztönzése és támogatása a jobb, alacsonyabb energiafelhasználási görbe irányába hat és a világ olajpotenciáljának megbecsülést ad. Valószínű, hogy a három generáció képes lesz a társadalmat olajbázisról más energiafajtára átállítani.

Ez idő alatt gazdaságpolitikai kérdés, hogy hogyan biztosítsák a folyamatosságot a legmérsékeltebb olajszükséglet mellett is a felfedezett készletekből.



2. ábra
Az olajfelhasználási görbe $316 \cdot 10^9$ m³ ipari olajkészlet esetén, amikor a felhasználás évi növekedési üteme 7,5%



3. ábra
Az olajfelhasználási görbe $710 \cdot 10^9$ m³ ipari olajkészlet esetén, amikor a felhasználás évi növekedési üteme 3%

Ehhez a következőket kell megoldani:

1. Az iparosodott és az iparosodó országokban elfogadható munkakapcsolatot kell teremteni a társaságok és a kormányok között, hogy így relatíve nagyobb olajtermelési költséggel a lehetséges technikai szinten tudjanak termelni.
2. A világ olajfelhasználó OECP és exportáló OPEC országai között modus vivendi megerősítése, hogy az utóbbiak készek legyenek és akarjanak a világ olajhiánnyal küzdő országainak megfelelő gazdasági feltételek mellett termelni.

Ha a jövőben nem lesz politikai objektivitás, az válságot idézhet elő az energiaellátásban. Ésszerű nemzetközi gazdaságpolitika érvényesülése esetén még korlátozott készletek mellett is az energiaválság árnyéka is eltűnik, ha az ipari államok megteremtik a kőolajról és a földgázról más energiafajtákra való átállást. Ezek eredményes megvalósítása esetén sohasem lesz energiaválság.

Journal of Canadian Petroleum Technology, 1979. ápr.—jún.

Kassai Lajos

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

В. И. Рябченко, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Стабильность стенок ствола скважин** ..... **Стр. 193**

Обвал стенок ствола скважин чаще всего наблюдается при прохождении участков глин с аномально высоким пластовым давлением. Поэтому автор, исходя из обобщения методов прогнозирования и выявления отложений с АВПД рассматривает причины обвалов, состояние исследовательских работ по этому вопросу в Советском Союзе, и дает указание на выбор плотности и типа промывочных жидкостей, пригодных для предупреждения обвалов стенок скважин.

Д-р *Й. Дорман*, химик: **Оценка факторов, влияющих на выносящую способность бурового раствора** ..... **Стр. 196**

Одним из основных вопросов технологии бурения является определение оптимальной скорости движения бурового раствора в кольцевом пространстве и его реологических свойств, за счет применения которых достигается удовлетворительная очистка забоя и минимальная величина сопротивления движению раствора в заколонном пространстве.
При знании размеров бурового шлама, выделенного на вибрационном сите и свойств бурового раствора с достаточной точностью можно расчитать скорость снижения обломков выбуренной породы, и в результате можно определять коэффициент очистки забоя скважины.
Путем комбинирования реологических свойств и скорости движения бурового раствора в заколонном пространстве можно найти оптимум, когда при хорошем выносе шлама потери давления в кольцевом пространстве будут минимальные.

Д-р *Й. Папаи*, инж.-нефтяник, канд. техн. наук—*Шандорне Хевеши*, математик: **Анализ процесса вытеснения воды газом** ..... **Стр. 201**

В статье анализируется процесс вытеснения воды газом при помощи двухразмерной численной модели. Из факторов, влияющих на процесс вытеснения анализируется влияние темпа закачки, гравитации, коэффициента анизотропии, непроницаемости, относительной проницаемости и капиллярной силы.

Д-р. *Дь. Золтан*, горный инженер, канд. тех. наук: **Потребность в энергии при изменении состояния подземного хранилища газа с гидрофильным коллектором** ..... **Стр. 207**

Работа преставляет собой введение в составление полного энергетического баланса подземного хранения газа. Потребность в энергии физического процесса разбивается на слагаемые в интересах соизмерения и более реальной оценки. Кроме этого, хранимая энергия также является соизмеряемой с потребностью в энергии изменения состояния, и через это показывается экономическая сторона предпринимательства. Численные величины, полученные путем теоретических зависимостей оказывают нам помощь разобраться в оценке этого технико-экономического предпринимательства, показывают рациональность предъявляемых к нему требований и указывают вперед относительно составления полного энергетического баланса подземного хранения газа, когда показывается энергетическая сторона изменения в состоянии не одного постоянного объема газа хранилища, но выражается потребление работы, предъявляемой к системе нагнетания, как полная потребность в энергии изменения в состоянии системы хранения.

Д-р *М. Медьери*, инж.-нефтяник—*А. Симмар*, инж.-нефтяник—*Б. Тот*, инж.-нефтяник: **Определение ёмкости трещиновато-кавернозного коллектора путем пульсационных исследований** ..... **Стр. 212**

В статье описывается опыт по применению разработанного в Венгрии измерителя давления (манометра) с чувствительностью $1 \cdot 10^{-5}$ бар. На основе пульсационных гидродинамических исследований, проведенных на одном трещиноватом и частью кавернозном блоке доломита приводится способ определения пористости.

Л. Балла, инж.-нефтяник: **Моделирование эксплуатации и определение параметров относительно термальных скважин** ..... **Стр. 218**

Автором рассматривается оптимальная конструкция и условия эксплуатации термальных скважин с применением моделирования. Он занимается с математическим отображением двухфазного движения жидкости в вертикальной трубе и определением параметров. В соответствии с этим он составил две программы и анализировал три способа эксплуатации. Анализ проводился с учетом установившегося движения, но в случае преположения квазиустановшегося состояния изменения во времени также могут быть учтены.

*

Dipl.-Ing. *V. I. Rjabtschenko*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Bohrlochstabilität** ..... **S. 193**

Der Einfall des Bohrlochs kommt am öftesten in aus Überdruck-Ton bestehenden Abschnitten vor. Ausgehend von der Zusammenfassung der Methoden für Voraussage und Beobachtung von Überdruckzonen werden die Ursachen des Einfalls des Bohrlochs und der Stand der Forschungstätigkeit in der Sowjetunion auf diesem Gebiet kurz behandelt. Für die Auswahl der für die Vorbeugung des Einfalls der Bohrlochwand geeigneten Spülungsdichten und -typen werden Hinweise gegeben.

Dr.-Chem. *József Dormán:* **Wertung der die Bohrkleinentfernung beeinflussenden Faktoren** ..... **S. 196**

Zwei der wichtigsten Probleme der Bohrtechnologie sind: die optimale Ringraumgeschwindigkeit und die rheologischen Eigenschaften, bei denen eine befriedigende Bohrlochreinigung und ein minimaler Ringraum-Strömungswiderstand erreicht werden können.
In Kenntnis der Grösse der auf dem Schüttelsieb ausgelesenen Bohrkleinkörnchen, sowie der Eigenschaften der Spülung kann die Sinkgeschwindigkeit der Gesteinsteil-

AUS DEM INHALT

FROM THE CONTENTS

chen mit hinreichender Genauigkeit berechnet und dadurch der Bohrlochreinigungsfaktor bestimmt werden. Durch Kombinierung der rheologischen Eigenschaften der Spülung und der Ringraum-Flüssigkeitsgeschwindigkeit kann ein Optimum gefunden werden, wofür bei einer guten Bohrkleinentfernung auch der Ringraum-Druckverlust minimal ist.

Dr.-Ing. *József Pápay*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Frau Dipl. Math. *Ildikó Hevesi:* **Eine Analyse der Wasserverdrängung durch Gas** ..... **S. 201**

Die Verfasser untersuchen die Wasserverdrängung durch Gas mittels eines zweidimensionalen numerischen Modells. Von den den Verdrängungsprozess beeinflussenden Faktoren werden die Wirkungen folgender analysiert: Einpressmass, Gravitation, Anisotropie-Faktor, Impermeabilität, relative Durchlässigkeit, Kapillarkraft.

Dr.-Ing. *Győző Zoltán*, Kanditat der technischen Wissenschaften: **Energiewert der Zustandsänderung unterirdischer Gasspeicherung in wasserliebenden Lagerstätten** .. **S. 207**

Die Aufstellung der vollständigen Energiebilanz der unterirdischen Gasspeicherung wird erörtert. Der Verfasser teilt den Energiebedarf des physikalischen Prozesses in Komponenten auf, damit sie miteinander vergleichbar und reeller bewertbar werden. Darüber hinaus kann auch die gespeicherte Energie mit dem Energiewert der Zustandsänderung verglichen werden. Dadurch zeigt sich die ökonomische Seite der Unternehmung. Die durch theoretische Zusammenhänge erhaltenen numerischen Werte tragen dazu bei, diese technisch-ökonomische Unternehmung zu beurteilen. Sie zeigen den rationalen Charakter der gegenüber dieser Unternehmung gestellten Ansprüche. Sie geben Hinweise für die Aufstellung der vollständigen Energiebilanz der Gasspeicherung für den Fall, wenn sich nicht die Energieseite der Zustandsänderung einer konstanten Gasmenge in der Lagerstätte zeigt, sondern der gegenüber dem Einpresssystem gestellte Arbeitsbedarf, als vollständiger Energiebedarf der Zustandsänderung des Speichersystems betont wird.

Dr.-Ing. *Mihály Megyeri*—Dipl.-Ing. *Antal Szittár*—Dipl.-Ing. *Béla Tóth:* **Bestimmung des Speicherraums durch Pulsationsteste in klüftig-kavernösen Lagerstätten** .... **S. 212**

Der Beitrag beschreibt die Erfahrungen, die bei dem Einsatz eines in Ungarn entwickelten Druckmessers mit einer Empfindlichkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ bar gewonnen wurden. Die Art und Weise der Porositätsberechnung führen die Verfasser aufgrund von Pulsation-Interferenz-Messungen an einem klüftigen und Teil kavernösen Block vor.

Dipl.-Ing. *László Balla:* **Produktionssimulation und Parameter-Bestimmung bei Thermalwassersonden** ..... **S. 218**

Der Author untersucht die optimale Bohrlochkonstruktion und den Betrieb von Thermalwassersonden durch Anwendung der Simulation. Die mathematische Projektion der vertikalen zweiphasigen Strömung, und die Bestimmung der Parameter werden geschildert. Dementsprechend hat der Verfasser zwei Programme erarbeitet und drei Produktionsmethoden untersucht. Die Untersuchung bezieht sich auf einen stationären Fall. Durch die Voraussetzung des quasistationären Zustands können aber auch die zeitlichen Änderungen berücksichtigt werden.

*

V. I. Ryabchenko, Petroleum Eng., Candidate of Technical sciences: **Bore-hole stability** ..... **p. 193**

The collapse of bore-hole occurs very frequently in sections consisting of overpressure shales. Starting from a summary of prediction and observation methods for overpressure formations, causes of bore-hole collapse are described. The situation of research activity in the Soviet Union in this field is discussed. Suggestions are made for selecting the densities and types of muds suitable for preventing bore-hole collapses.

Dr. *József Dormán*, Chemist: **Evaluation of factors influencing cuttings removal** ..... **p. 196**

The optimal annular space velocity and the rheological properties assuring satisfactory well cleaning and minimal annular space flow resistance represent two of the most important problems of drilling technology.
With knowledge of the size of cuttings grains selected on the shale shaker as well as of the mud properties, the sinking speed of rock particles can be calculated with sufficient accuracy and by that the well cleaning factor can be determined.
By combining the rheological properties of the mud and the annular space fluid velocity, the optimum can be found, where — while appropriate cuttings removal is obtained—also the annular space pressure loss is at a minimum.

Dr. *József Pápay*, Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences—Mrs. *Ildikó Hevesi*, Mathematician: **Analysis of water displacement by gas** ..... **p. 201**

Water displacement by gas is investigated using a two-dimensional numerical model. From among the factors influencing the displacement process, the effects of the following are examined: injection rate, gravitation, anisotropy factor, impermeability, relative permeability, capillary forces.

Dr. *Győző Zoltán*, Mining Eng., Candidate of Technical Sciences: **Energy values of state-change for underground gas storage in water-wet reservoirs** ..... **p. 207**

The study is an introduction of the establishment of a full energy balance for underground gas storage. The energy demand of the physical process in broken down into components in order to render them commensurable and to evualate them more realistically. In addition to this, the energy stored is also commensurable with the energy value of the state-change, reflecting the economic aspect of the undertaking. The numerical values obtained by theoretical relationships help judge the technical and economical undertaking. They show the rational charakter of the demands raised on the undertaking. They demonstrate the establishment of the total energy balance of gas storage for the case when not the energy aspect of the change in the state of the constant gas volume of the reservoir is stressed but the labour demand on the injection system as the total energy demand of the change in the state of the storage system.

Dr. *Mihály Megyeri*, Petroleum Eng.—*Antal Szittár*, Petroleum Eng.—*Béla Tóth*, Petroleum Eng.: **Determination of storage space by pulse tests in fissured, cavernous reservoirs** ..... **p. 212**

Experience gained by using a $1 \cdot 10^{-5}$ bar sensitivity pressure gauge developed in Hungary is discussed. A porosity calculation method is shown on the basis of pulse interference measurements carried out on a fissured and partly caverntype dolomite block.

László Balla, Petroleum Eng.: **Production simulation and parameter determination for thermal water wells** ..... **p. 218**

Optimal bore-hole construction and operation of thermal water wells are investigated using simulation. Mathematical transformation of the vertical, two-phase flow and determination of parameters are dealt with. Accordingly, two programs have been elaborated and three production methods examined. The examination refers to a steady-state case; by presuming quasi-stationary conditions, however, the time changes can also be taken into account.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 225—256 oldal BUDAPEST, 1979. 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 VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

BENKÓCZY PÉTER—MOLNÁR GÁBOR — Nagynyomású gáztávvezeték-rendszer hidraulikai modellezése EMG—666 típusú asztali kalkulátorral 225

TORNYOS FERENC—PATAKI JÓZSEF—VÉGH ENDRE—FLÓRIÁN ZOLTÁN—HILDEBRAND LÁSZLÓ — A gyártmányfejlesztés iránya és eredményei a DKG-ban 2. r. 228

BÍRÓ ZOLTÁN — Heterogén tárolómodell felépítése csonkított eloszlásfüggvények felhasználásával 234

TAKÁCS GÁBOR—BALLA LÁSZLÓ — Egyszerű számítási módszer és nomogram gázkutak áramlási talpnyomásának meghatározására 239

GERGELY LÁSZLÓ — Gáztávvezeték-hálózat lyukadásának ellenőrzése 244

LAKATOS SÁNDOR — Víztermelő kutak nyomásviszgálata analitikus módszerekkel 249

Egyesületi hírek 238

Hírek az üzemekből 233

Külföldi hírek 227, 238, 255, 256

Felhívás 248, 256

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 256

A SZÁM SZERZŐI:

BALLA LÁSZLÓ okl. olajmérnök, tudományos segédmunkatárs (MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium, Miskolc); BENKÓCZY PÉTER okl. olajmérnök, gázipari szakmérnök, fődiszpécser (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); BÍRÓ ZOLTÁN okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Gellénháza); FLÓRIÁN ZOLTÁN okl. gépészmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); GERGELY LÁSZLÓ okl. gázmérnök (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc); HILDEBRAND LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, hegesztő szakmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); LAKATOS SÁNDOR okl. tanár, főgeofizikus (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); MOLNÁR GÁBOR okl. gázmérnök, diszpécser (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); PATAKI JÓZSEF okl. gépészmérnök, főosztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); TAKÁCS GÁBOR dr., okl. olajmérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc); TORNYOS FERENC okl. gépészmérnök, igazgatóhelyettes (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); VÉGH ENDRE okl. gépészmérnök, főosztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-3123 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZAT EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 8. szám 1979. augusztus

Nagynyomású gáztávvezeték-rendszer hidraulikai modellezése EMG—666 típusú asztali kalkulátorral

BENKÓCZY PÉTER—
MOLNÁR GÁBOR

A tanulmány az állandósult állapotúnak tekintett gázrendszer modellezését ismerteti. Az EMG—666 típusú asztali kalkulátorra kidolgozott programok futtatásának eredményeit a kezelő diszpécser azonnal használni, illetve befolyásolni tudja. A programok elsősorban a téli üzemre érvényesek, így megkönnyítik a téli gázszállítás tervezését és gyakorlati megvalósítását.

A magyar nagynyomású gáztávvezeték-rendszer üzemirányítása jelentős fejlődés előtt áll. A fogyasztói igények tervszerű kielégítését, az import- és export-, valamint a tranzitfeladatok teljesítését csak az üzemirányítás megfelelő tervezésével lehet megoldani. Hatékony tervezési és irányítási feladatok ma már nem oldhatók meg — több száz csomópontos hálózaton — számítógép nélkül. A Gáz- és Olajszállító Vállalat (GOV) országos diszpécserközpontjában régen felvetődött ennek szükségessége. Ezért lehetőségeinkhez képest fejlesztettük a tervezést és az irányítást.

Tanulmányunkban ismertetjük az EMG—666 típusú asztali kalkulátorra írt EMG—STAP—2 programot, amely alkalmas állandósult állapotúnak tekintett gázrendszer modellezésére. Eredményei közvetlenül szolgálják a tervezési és operatív diszpécserirányítási feladatok hatékonyabb megoldását.

A dél-alföldi nagynyomású gáztávvezeték-rendszer speciális hidraulikai modellezése

A program alkalmazását a dél-alföldi nagynyomású távvezeték-hálózat állandósult állapotú hidraulikai modellezésén mutatjuk be. E témakörben már több helyen készült stacioner állapotot feltételező, hidraulikai modellezésre alkalmas számítógépi program. A bemutatásra kerülő program, amely az EMG—666 típusú asztali kalkulátoron futtatható, mind felépítésében, mind gyakorlati használhatóságában eltér ezektől. A programmal szemben támasztott követelményünk az volt, hogy az operatív üzemirányításban gyors és az üzemi körülmények között megfelelő pontosságú információt adjon a diszpécser számára, megadva a változások, beavatkozások modellezésének lehetőségét.

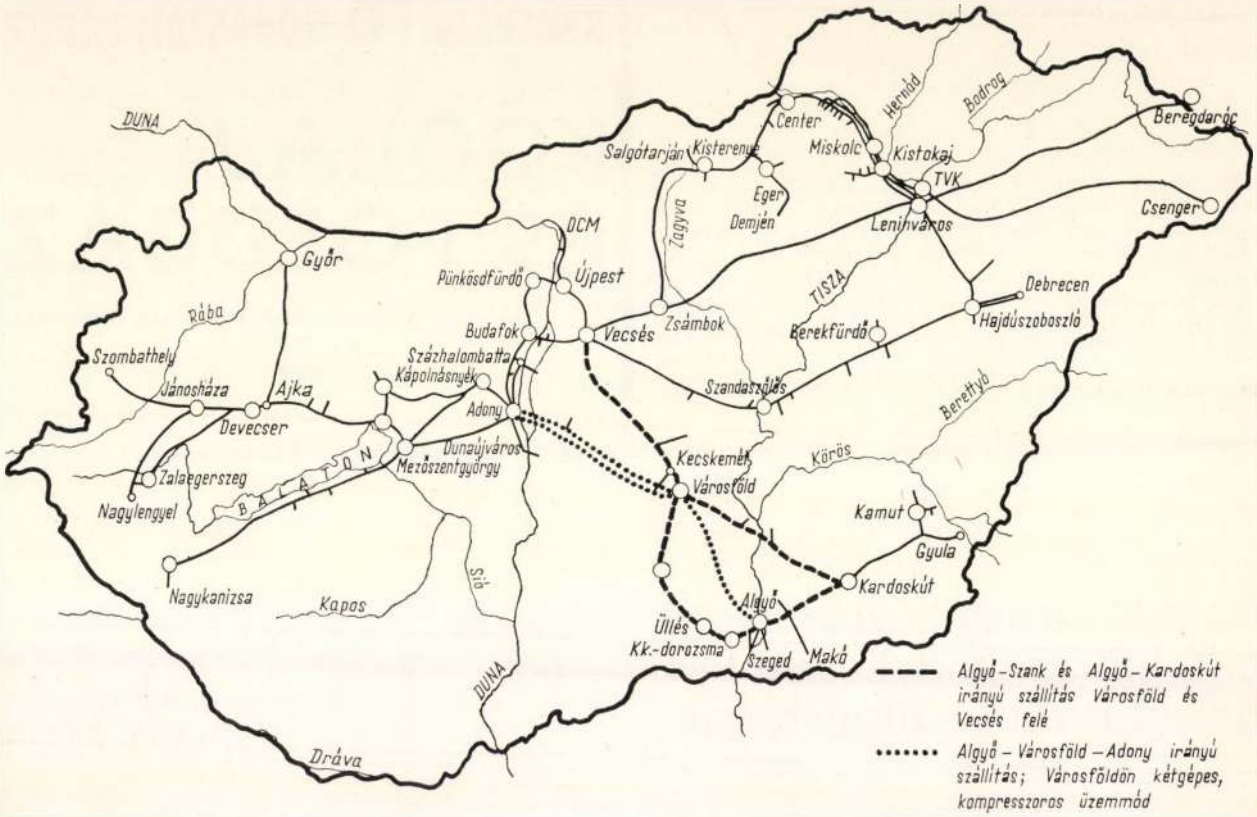
A távvezetékrendszert irányító diszpécser komplex tevékenységet végez. Az üzemirányítás mellékfeltételei gyakran változnak. Az asztali kalkulátor használata csak akkor célszerű, ha a program eredményeit a kezelő diszpécser azonnal használni, illetve befolyásolni tudja.

A dél-alföldi rendszer hidraulikai modellezésekor az alábbi szállítási alaphelyzetből indultunk ki. A távvezetékrendszer vázlata az *1. ábrán* látható. A modellezést téli csúcsidőszakra vonatkozóan, kompresszoros üzemmódot figyelembe véve végeztük el.

A gázszállítási irányok:

— Szeged felől Városföld felé (kompresszorral),
— Szeged felől Szank felé (kompresszorozás nélkül),
— Szeged felől Kardoskút felé (szabályozva),
— Szank felől Városföld felé,
— Kardoskút felől Városföld felé.

A szanki csomóponton a kerülő irányban elszállított szegedi gáz keveredik a szanki forrás gázával, a kardoskúti csomóponton a kerülő irányban elszállított szegedi gáz keveredik a kardoskúti forrás gázával, és mindkét csomópont felől Városföld felé áramlanak a hozamok az aktuális üzemi nyomáson. A városföldi csomóponton (kétgépes üzemmódot feltételezve) a Szeged—Városföld vezetéken szállított gázmennyiség kerül kompresszorozásra, majd a kompresszor nyomó oldalán a Városföld—Adony I és II vezetékrendszerbe kerül a dunántúli fogyasztók ellátására és a budapesti körvezetékbe való betáplálásra.



1. ábra
A hazai nagynyomású földgáztávvezeték-hálózat

A Szeged—Kardoskút, ill. Szeged—Szank irányból Városföld felé szállított gázmennyiségek kompresszorozás nélkül kerülnek a városföldi csomóponton át a Városföld—Vecsés távvezetékbe Budapest és az északi iparvidék fogyasztói igényeinek kielégítésére.

A modellezett szállítási helyzet megfelel a gyakorlatban bevezetett technológiának, amely a kompresszorok optimális terhelését jelenti egy adott szállítási igény kielégítésére.

A nyomásveszteség számítása

Megfelelő átalakítás után nyertük a programba kerülő, a nyomásveszteség számítására alkalmas összefüggést [1 és 2]:

$$p_2 = p_1^2 - 3{,}16398 \cdot 10^{-5} \frac{Lq^2}{d^{16/3}},$$

ahol

L vezetékhossz, m,
q gázáram, m³/h,
d csőátmérő, m,
p nyomás, bar.

Az összefüggés bar-ban adja a számított nyomás értékét, amelyet technikai mértékegységben (att-ban) ír ki a sornyomtató.

A vezetékhossz mentén állandónak tételeztük fel a következő paramétereket:

T abszolút hőmérséklet, K,
z eltérési tényező,
λ csősúrlódási tényező, amelyet a *Weymouth*-összefüggéssel számítunk.

Feltételeztük, hogy a vezetékrendszer két csomópont közötti szakaszán a hozam állandó.

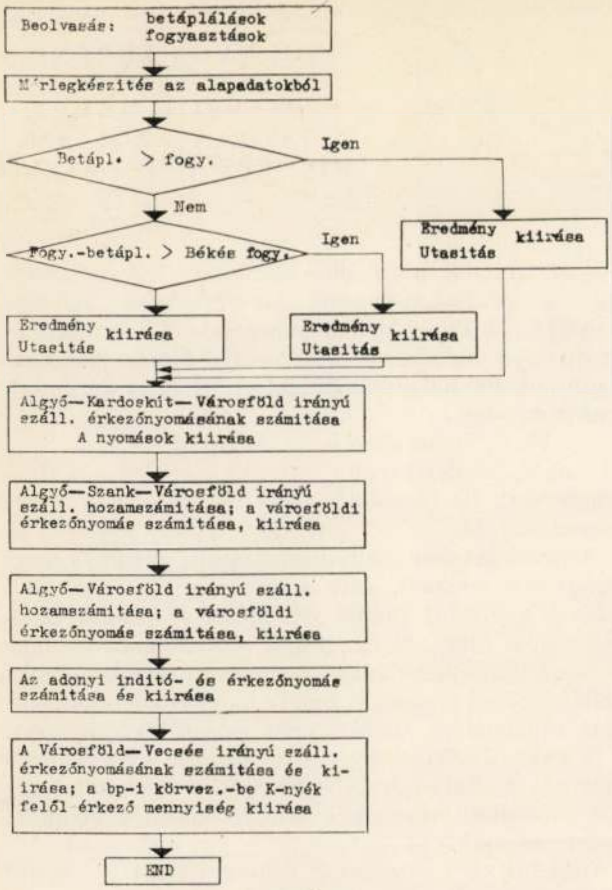
A vezetékrendszerből kivett mennyiségeket (fogyasztásokat) a csomópontokba szuperponáljuk. A $\bar{z}$ átlagos eltérési tényezőt a rendszeren előforduló 30, ill. 50 bar szélső nyomásértékek átlaga és az algyői gázösszetétel alapján számítottuk. A $\overline{T}$ átlagos gázhőmérsékletnek a gyakorlati tapasztalataink szerinti $T = 278$ K értéket választottuk.

A stacioner állapotban való hidraulikai modellezés matematikai megfogalmazását részleteiben nem kívánjuk ismertetni. A szakirodalomban ajánlott módszerek megfelelő alkalmazásával a program a *2. ábrán* látható blokkséma szerint működik.

A program gyakorlati alkalmazása

A programot úgy készítettük el, hogy az EMG—666 típusú kalkulátor lehetőségeit kihasználva, a kezelő diszpécser mindig kapcsolatban maradjon a futó programmal. Egy-egy eredmény kiírása után a program megáll, és csak a kezelő megfelelő döntése és válasza után fut tovább. A kezelő a felkínált lehetőségek közül 0 vagy 1 beütésével választhat az aktuális vagy megfelelő helyzet alapján.

A diszpécser beavatkozását is igénylő hidraulikai modellezés a következőképpen történik. A program az EMG—666 típusú kalkulátor mágnesszalag-kazettájában tárolható. Az EMG—STAP—2 programot be kell olvasni a mágnesszalagról a gép operatív memóriájába, majd be kell ütni az alapadatokat a következő sorrendben:



2. ábra
A számítógépi program blokksémája

Forrásoldal:
- szegedi betáplálás Kardoskút felé,
- szegedi betáplálás Városföld felé,
- szanki betáplálás,
- kardoskúti betáplálás.

Fogyasztói oldal:
- a békési rendszer összes fogyasztása,
- a kecskeméti rendszer összes fogyasztása,
- Budapest fogyasztása,
- Dunántúl összes fogyasztása.

Az adatok ismeretében a gép mérleget készít, és a beépített döntési változatok közül kiírja a megfelelőt, amelyet a diszpécser felülvizsgál. Ha az operatív helyzetnek az megfelelő, akkor a program tovább futtatható; ellenkező esetben a számítógép új megoldást választ és közöl. A jóváhagyott változatnak megfelelő terheléshez a gép ezután kiszámítja és kiírja a Szeged—Szank—Kardoskút—Városföld hálózatrész üzemnyomásait. Kéri a kompresszorállomás aktuális kompresszióviszonyát, amelynek ismeretében tovább számítja az adonyi és vecsési érkezőnyomásokat. — Végül önálló mérleget készít a Dunántúlra. A fogyasztáson felüli többletet a budapesti körvezetékbe kell juttatni a budafoki csomóponton. Lehetőség van arra is, hogy az eredményül kapott budafoki betáplálás egy részét már Városföldről Vecsés felé továbbítsák a megfelelő nyomáson. Ezt a kérdést a diszpécser az operatív helyzetnek megfelelően dönti el. Ezzel a program befejeződik, és a gép alkalmassá válik arra, hogy új adatokkal a számítást megismételje.

A mágnesszalagos tárolási mód rendkívül gyorsan lehetővé teszi a programok cseréjét az operatív memóriában. Ez a biztosíték arra, hogy az országos nagynyomású hálózat modellezését különféle kapcsolási változatokban, a példaként ismertetett részprogramok összeillesztésével meg lehet oldani.

A programok lefutása — az adatok bebillentyűzésével és a döntések meghozatalával együtt — kb. 1 perc alatt megtörténik. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy a diszpécser minden intézkedés előtt és különféle váratlan helyzetekben számítást végezhessen a kapcsolási változatokra, amelyek közül az operatív helyzetnek leginkább megfelelő megoldást választja.

A programok — több rögzített utasítás és kapcsolási mód beépítése következtében — elsősorban a téli üzemre érvényesek. Gyakorlati tapasztalataink szerint a rendszer nagy terhelésénél — az üzemirányítás ismertetett hátrányai miatt — a kifogástalan műszaki irányítás és felügyelet nehezen oldható meg. Ezért a téli gázszállítási üzemviszonyok tervezését, modellezését és ezek gyakorlati bevezetését tekintjük elsődleges feladatnak.

IRODALOM

[1] *Szilas A. P.:* Kőolaj- és földgáztermelés II. Kézirat. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
[2] A földgáz termelése, előkészítése és szállítása. Szerk.: Szilas A. Pál. Műszaki Kiadó, Budapest, 1967.
[3] EMG—666 gépkönyv. Kezelési útmutató.
[4] *Tihanyi L.—Csete J.:* Az országos gáztávvezeték-rendszer számítógépes elemzése: 1976—1977—1980. évi változatok.

KÜLFÖLDI HÍREK

Algéria távlati fejlesztési tervei a szénhidrogéniparban

Algéria 1985-ig az olaj- és gázipari létesítmények fejlesztésére 28 milliárd $-t irányzott elő: ebből 10 új gázfeldolgozó üzem építését, 6 üzem bővítését, mintegy 8000 km csővezeték lefektetését, 8 cseppfolyósító üzem és 3 olajfinomító létesítését tervezi.

A 30 éves fejlesztési programban a 33,4 milliárd $ tervezett beruházásnak több mint felét külföldi kölcsönből kívánják fedezni. Előzetes számítások szerint 30 év folyamán Algéria kőolaj- és gázexportból származó jövedelme eléri majd a 250 milliárd $-t. E nagyszabású fejlesztési terv egyik fő célkitűzése, hogy az ország ipari országgá váljon: 1993-ra azt tervezik, hogy a kőolajat csak feldolgozva exportálják.

A fejlesztési terv természetesen Algéria nagy mennyiségű kőolaj- és földgázkészletének kiaknázásán alapszik. Becslések szerint az ország biztos földgázkészlete mintegy 3000 milliárd m³, kőolajkészlete pedig mintegy 850 millió tonna. A földgáztermelés rohamosan növekszik, 1985-re az ez idő szerinti napi 28 millió m³-ről 280 millió m³-re, majd 15 éven keresztül kb. ezen a szinten marad.

The Economist, 1978. jún. 17.

Kassai Lajos

A földgáztermelés jelentős növekedése Algériában

Algéria földgáztermelése az 1977. évi 8,3 milliárd m³-ről 1978-ban 14,1 milliárd m³-re emelkedett, cseppfolyós földgázból pedig exportja 4 milliárd m³-ről 6,4 milliárd m³-re nőtt.

BIKI, 1979. 36. sz.

Szegesi K.

A gyártmányfejlesztés iránya és eredményei a DKG-ban 2. r.

TORNYOS FERENC—
PATAKI JÓZSEF—
VÉGH ENDRE—
FLÓRIÁN ZOLTÁN—
HILDEBRAND LÁSZLÓ

A szerzők ismertetik a DKG fejlődését és a gyártmányfejlesztés terén végzett korszerűsítést, továbbá az e téren elért eredményeket. Az OGIL-ban tervezett pakkerok gyártásával számos igényt kielégítő, korszerű kútvizsgáló és -kiképzési eszközt állítanak elő. Bemutatják a különböző mentőszerszámok és görgős kőzetfúrók gyártását is.

Bevezetés

Az OKGT legnagyobb méretű gépészeti bázisa a Dunántúli Kőolajipari Gépgyár (DKG), amely az olajipari gépgyárak termelési volumenének 50,4%-át adja (1978. évi adat). Tevékenységének dinamikus fejlődése mindenekelőtt a IV. és az V. ötéves tervidőszakban a legszembetűnőbb (*1. ábra*).

A tevékenység lendületes fejlődése természetesen összefügg a gyárfejlesztés folyamatosságával is. A IV. ötéves terv fejlesztésének eredménye volt a fúrási berendezéseket, motorokat és járműveket javító üzem korszerűsítése, ami új csarnok építését és modern termelőeszközök üzembe állítását jelentette. Az üzembe helyezéssel bővült a vegyipari készülékek gyártása, valamint a vasszerkezeti üzem termelőterülete és -kapacitása. Az V. ötéves terv időszakára szelektív gyártmány- és gyárfejlesztési feladatokat határoztunk meg. Célul tűztük ki, hogy mindenekelőtt a termelésben meghatározó hányadot jelentő szerelvény- és fúrásiszerszámgyártás, valamint minőségellenőrzés területén hajtsunk végre koncentrált, jelentős beruházással is együttjáró fejlesztést. E tevékenységünk első ütemét képezte a mintegy 200 millió Ft beruházással végrehajtott rekonstrukció. Ez az említett területeken a géppark korszerűsítését, a termelőterület bővítését, valamint új minőségellenőrző központ létesítését eredményezte, alapot teremtve a további célirányos fejlesztéseknek (pl. a gömbcsap-gyártás korszerűsítése, bővítése MAPEGAZ know-how alkalmazásával). A fejlesztés eredményét mutatja a *2. ábra,* amelynek tervidőszakonkénti fejlődési indexszámai tanúsítják, hogy a gyárnak e tevékenysége

a IV. ötéves tervben 54%-kal,
az V. ötéves tervben 93%-kal

emelkedett. Ez igazolja a fejlesztés irányának helyes megválasztását.

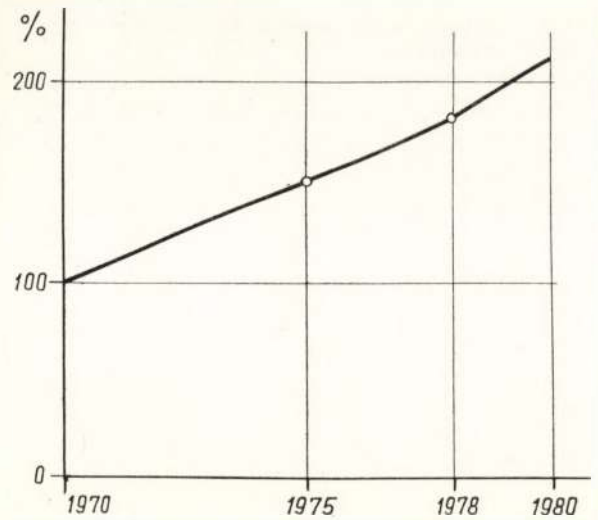
A gyárfejlesztési célok összehangolt, jó irányú meghatározása lehetővé tette a gyártmányfejlesztési feladatok gyorsított ütemű végrehajtását. Ennek eredményeként 1980—81-ben a gyár termelésének mintegy 70%-a korszerűsített vagy teljesen új konstrukciójú termék lesz. Ezek szolgálják majd a magyar szénhidrogénipar vállalatainak további eredményes tevékenységét.

A gyártmányfejlesztést jelzi, hogy több licencet alkalmazunk, 4 saját szabadalmunk van, s az elmúlt években különböző vásárokon 8 díjat szereztek kiállított gyártmányaink.

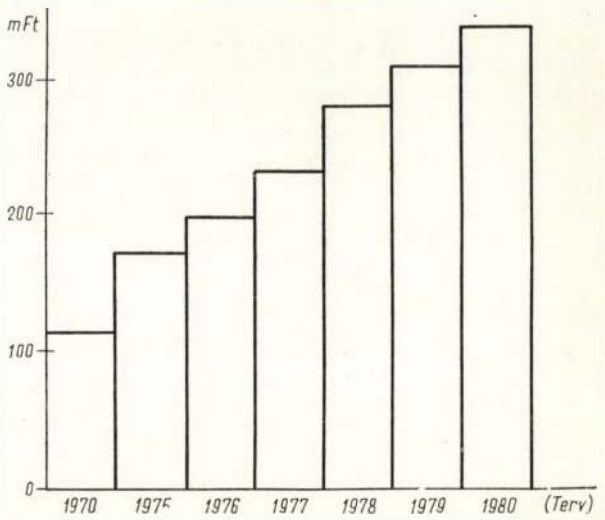
Cikkünk a — teljesség igénye nélkül — rövid áttekintést nyújt a DKG gyártmányfejlesztési munkájáról.

Fúrásieszköz-fejlesztés

A fúrási technológiában alkalmazott szerszámokat, eszközöket vállalatunk három évtizede gyártja. E gyártmányok kialakítása kezdetben külföldi szerszámok mintájára, a felhasználók véleménye és tapasztalata, valamint gyártási lehetőségek alapján történt. A szerszámok fajtáinak nagy száma, a típuson belüli



1. ábra
Az egy főre jutó anyagmentes társadalmi termék növekedése



2. ábra
Fúrási szerszám- és szerelvénygyártás árbevételének alakulása

méretfokozatok (ezek figyelembevétele mintegy 250 komplett eszközt jelent), az egyes szerszámokból igényelt viszonylag kis darabszám, nem utolsósorban a rendelkezésre álló szűk fejlesztési kapacitás csak mérsékelt korszerűsítést tett lehetővé. Ezért e szerszámok nagy része az idők folyamán elavult. Az újabb fejlesztés, továbbá az OGIL eszközfejlesztési osztályának tevékenysége nyomán azonban számos korszerű, minden igényt kielégítő konstrukció is napvilágot látott. Lássunk ezek közül néhányat.

Új pakkerkonstrukciók

A fúrási mélység és a nagyobb mélységben fellépő nyomás növekedése egyre nagyobb igényt támasztott a kútvizsgálatok, kútkiképzések során alkalmazott rétegelválasztó pakkerokkal szemben. A korábban használatos mechanikus működtetésű pakkerokat importból származó eszközökkel cserélték fel, s egyúttal megindult a fejlesztési tevékenység annak érdekében, hogy az import tömítőket hazai konstrukcióval helyettesítsük. Az OGIL konstruktőrei, vállalatunk közreműködésével, egymás után kísérletezték ki a hidraulikus működtetésű, korszerű tömítőket, amelyek jelenleg sorozatgyártásra alkalmas, exportképes kivitelben állnak rendelkezésre.

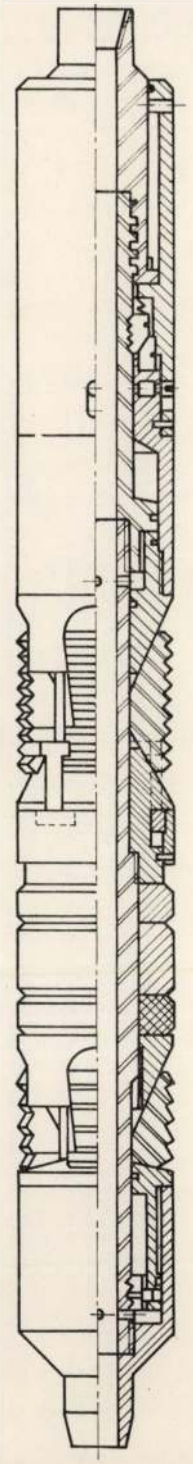
Ezek közül leguniverzálisabb a *HM jelű*, két éksoros, hidraulikusan ültethető, majd a béléscsőből roncsolásmentesen eltávolítható *manipulációs rétegelválasztó* készülék *(3. ábra)*. Alkalmazható béléscsővel ellátott fúrásban egymás alatt elhelyezkedő és megnyitott, kőolajat, földgázt vagy vizet tároló rétegek egymástól való elzárására nagy nyomáskülönbség (350 bar) és magas réteghőmérséklet (150 °C) mellett. A rögzítés és tömítés független a pakkerra ható *differenciálnyomás* irányától.

Széles alkalmazási területe van az *FP típusú*, kéthatású ékrendszerrel és tömítőgumival kiképzett, hidraulikusan ültethető, részleges roncsolással (marással) eltávolítható, *permanens rétegelválasztó tömítőnek (4. ábra)*. Csiszolt furatába menetes vagy nyírócsapos termelőcső-tömítő illeszkedik. Huzamosabb időn keresztül is biztosítja a nagy nyomáson termelő vagy besajtoló kutak béléscsővédelmét az előzőkhöz hasonló körülmények között. Megfelelő manipulációval lehetővé teszi a réteg lezárását és így a termelőcsőrakatnak a kút folyadékkal való feltöltése nélküli kiépítését. Kiépítéskor, az öntöttvas hüvely elmaródása után, biztonságosan megfogható és a kútból kihúzható. Az elforgácsolt részek és gumielemek pótlása után újra beépítésre alkalmassá tehető.

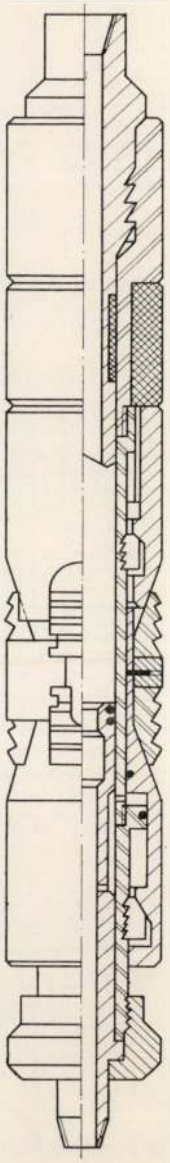
A *HT típusú, ék nélküli tömítő* alapszerelvénye a korszerű szelektív kútkiképzésnek *(5. ábra)*. Bármely típusú, hidraulikus működtetésű manipulációs vagy permanens pakkerral együtt beépíthető és rögzíthető. Működtetése ugyancsak a rögzítőpakkerral történik: tömítőelemei a rögzítő hidraulikus pakker ültetési műveletével zárnak a béléscsőfalhoz, felszabadítása és kiépítése is azzal végezhető el. Hosszú időn keresztül használható a rétegek szétválasztására, ill. a béléscső védelmére.

Fenti szerszámok alkalmazási körét azáltal is bővítjük, hogy a nemzetközi előírásoknak megfelelő kialakításuk lehetővé teszi a wire-line-technika szerszámainak használatát.

A pakkerok ismertetése kapcsán szükséges megemlíteni az ugyancsak újonnan kifejlesztett *SZHL típusú, „fúrható dugó"* elnevezésű szerszámot, amely kétsoros ékrendszerével — tömítőgumival és hidromechanikus ültetéssel beépítve — mélyfúrások egymás alatti rétegeinek elválasztására, valamint cementezésnél a cementgát helyettesítésére használható egyszerű, üzembiztos eszköz.



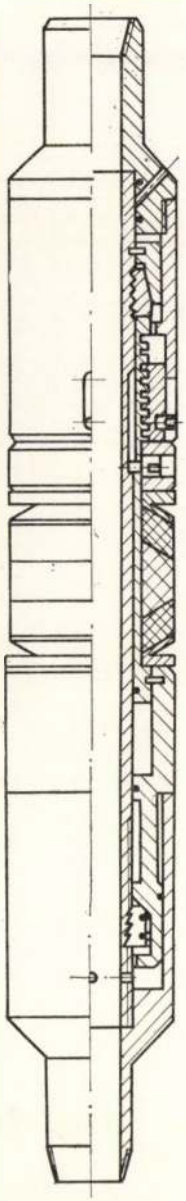
3. ábra
HM—1 típusú pakker



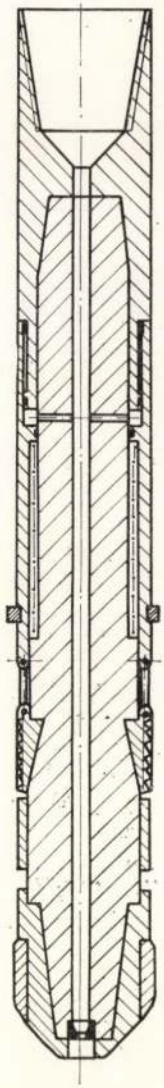
4. ábra
FP típusú pakker

A kutak üzemeltetése során a rétegből a kútba nagy mennyiségű homok áramolhat be, amely a felszíni szerelvényeket tönkreteheti. A homok mechanikus kiszűrésére alkalmas komplett kútkiképzési eszközt is kifejlesztettünk, amely új kutakhoz, valamint béléscsövezett régi kutak másodlagos szűréséhez egyaránt alkalmazható.

A tömítők fejlesztése során külön gondot okozott a magas réteghőmérsékletből adódó, a tömítőelemekkel szembeni szigorú követelmények kielégítése, azaz olyan gumi alkatrészek előállítása, amelyek a hőállóság mellett kellő alaktartással rendelkeznek. Ezt a követelményt vállalatunk gumitermékei 150 °C hőmérsékletig elégítik ki. A nagyobb réteghőmérsékleteknél (180—200 °C) is alkalmazható tömítőelemek előállítása még további kísérleteket követel.



5. ábra
HT típusú pakker



6. ábra
Béléscsőrák

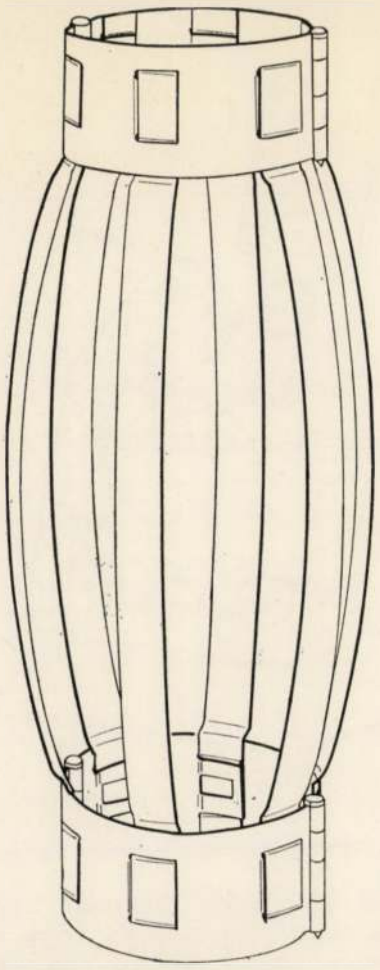
Egyéb olajipari szerszámok fejlesztése

Amikor gyártmányfejlesztési terveinket a termékeket felhasználó partnerekkel egyeztettük, felvetődött a mentőszerszámok korszerűsítésének igénye. Az olajbányászatban nagy értékű mentési munkát végeznek évente. Nem közömbös tehát, hogy ez milyen eszközökkel történik. Mindenekelőtt a szélesebb körű használatra alkalmas szerszámok fejlesztése, ill. az egy szerszámmal átfogható méretintervallumok bővítése iránt mutatkozott igény. E követelményt az *egyetemes (ékes) mentőharang* korszerűsítésénél is figyelembe vettük. A régi szerszám velejáróját, hogy minden mentendő rudazatátmérőhöz egy komplett szerszám szükséges, kiküszöböltük. A szerszámházban a hagyományos fogó rúgóspirál és az új hasított kosár egyaránt alkalmazható, s a mentendő rudazatátmérőknek megfelelően cserélhető. Ez azt eredményezi, hogy egy szerszámmal — természetesen megfelelő betéttel — az adott átmérőben az összes előforduló átmérők (súlyosbító, fúrószár, vastagítás, karmantyú stb.) átfoghatók, ill. menthetők.

Új konstrukcióval váltjuk fel a béléscsövek mentésére használatos *mentőrákot (6. ábra)*. A korábbi szerszámok használatánál kifogásolták az egypofás megoldásból adódó egyenlőtlen megfogást és nagy deformálódást, valamint a szűk átfogási készséget. Az új szerszámnál alkalmazott koncentrikus megfogás, továbbá a pofák mozgásának ütközővel való határolása csak a rugalmas deformáció mértékéig terheli a csövet, kiküszöbölve a csőrepedést vagy súlyos deformációt. A szerszám nemcsak mentésre, hanem a cső össze-, ill. szétcsavarására is alkalmas. Az üzembiztos működtetést a korszerű hidraulikaelemek biztosítják. Növeltük az átfogható mérettartományt, ami a kisebb szerszámkészlet következtében gazdaságosabbá tette az alkalmazást. (Pl. egy szerszámmal a $9\frac{5}{8}''$, a $7\frac{5}{8}''$ és a $7''$ méretű, összes előforduló falvastagságú béléscső menthető.)

Egyszerű, de széles körben és nagy mennyiségben alkalmazott szerszám a *mentőtőr*. Nem érdektelen megemlíteni ezek korszerűsítése kapcsán végzett törekvéseinket. A szerszámok alakjának megfelelő módosításával 7 mentőszerszám szükséges a szokásos mentési határok (30—200 mm ∅) átfogására. Hagyományos tőrök esetén ehhez 31 szerszám kell.

A fúrt kutak béléscsövezésénél elengedhetetlen a megbízható *béléscső-központosító* használata. Erre a célra általában azonos alakú, de szerkezetében hegesztett vagy összeszerelhető kivitelű központosítókat használnak világszerte. Vállalatunk hosszú éveken keresztül a hegesztett változatot gyártotta. A központosító lényegét jelentő rugóanyag azonban nehezen hegeszthető, így a minőség nem mindig volt kifogástalan. Partnereink kívánságának eleget téve alakítottuk ki azt a változatot, amelynél a hegesztés elhagyásával, gyári vagy helyszíni szereléssel rakhatók össze a központosító elemei *(7. ábra)*. Az így készült központosítók nagyobb igénybevételre, pl. ferde kutak béléscsövezésénél, eredményesen alkalmazhatók. Szétszerelt állapotban pedig egyszerűbben szállíthatók, raktározhatók; összeszerelésük segédeszközöket és szaktudást nem igényel.



7. ábra
Béléscső-központosító

Mind vállalatunk, mind a magyar olajipar számára jelentős termék a görgős kőzetfúró. A vele kapcsolatos fejlesztési tevékenységünk külön fejezetet érdemel.

Görgős kőzetfúrók gyártmányfejlesztése

A hazai szénhidrogén-kutatás fejlődésével egyidejűleg a DKG-ban is megkezdődtek az előkészületek a görgős kőzetfúrók gyártására, elsősorban belföldi igények kielégítésére. Az eredményes kísérletek, s az időközben felépült új, görgős fúrókat gyártó üzem lehetővé tették a hazai felhasználók igényének kielégítését, az import jelentős csökkentését és emellett a kőzetfúróknak más országokba való szállítását. A termelés emelkedésével egyidejűleg, a különböző felhasználók speciális igényei miatt, a méret- és típusválaszték is megnövekedett. Ennek eredményeként ma már 3¾″—24″-ig terjedő mérettartományban, a kőzettől függő típusok figyelembevételével, mintegy háromszázféle kőzetfúrót gyártunk. E fúróinkat hagyományos nyitott csapágyazással, mart fogazattal és különböző öblítési megoldásokkal készítjük. Kialakításukat a *8. ábra* vázolja.

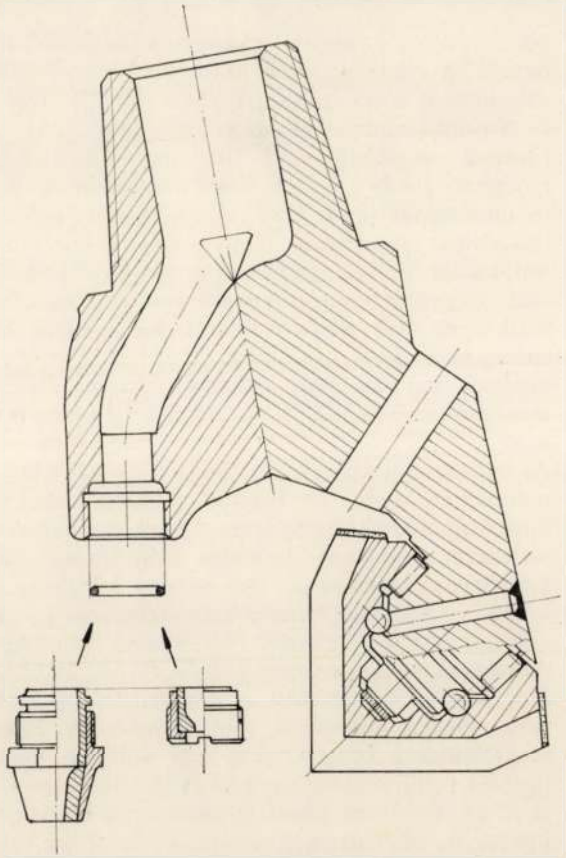
A kiszállított kőzetfúrókat állandóan figyelemmel kísérjük; a fúrási adatokat — bár az adatok rögzítése és értékelése nem tekinthető megoldottnak OKGT-szinten — rendszeresen beszerezzük felhasználóinktól és kiértékeljük őket. Tapasztalataink általánosságban a következők:

— e konstrukció jó eredményeket biztosít kb. 2500 m mélységig terjedő fúrásoknál;
— meghibásodások fordulnak elő az öblítőrendszerben;
— átmérőkopás tapasztalható;
— az élettartam nem egyenletes.

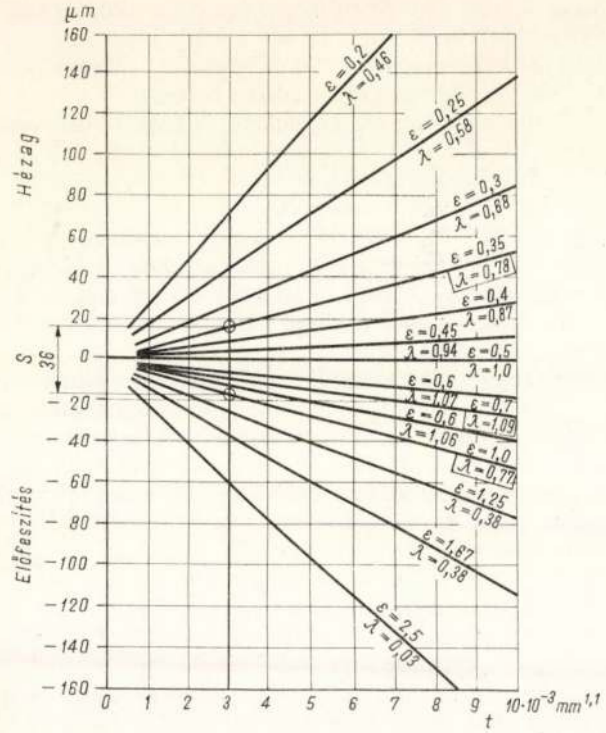
A kőolaj- és földgázkutatást és -feltárást világszerte — így hazánkban is — jellemzi, hogy a fúrandó lyukak növekvő száma mind nagyobb mélységgel párosul. A gazdaságos fúrásra általában, a mélyfúrásra pedig különösen érvényes, hogy a műveletek elvégzéséhez egyre tökéletesebb fúrási eszközökre van szükség. Ebből a célból, valamint az előzőkben említett tapasztalatokból kiindulva szükségesnek tartottuk fúróink továbbfejlesztését. A fejlesztési feladatok meghatározásával az alábbi területeken kívánunk előbbre lépni:

— hagyományos csapágyazású, mart fogazatú, görgős kőzetfúrók gyártásfejlesztése;
— zárt, gördülőelemes csapágyazású és zárt siklócsapágyazású, mart fogazatú fúrók fejlesztése;
— zárt siklócsapágyazású, keményfémbetétes fogazatú fúrók kialakítása nagymélységű fúrásokhoz.

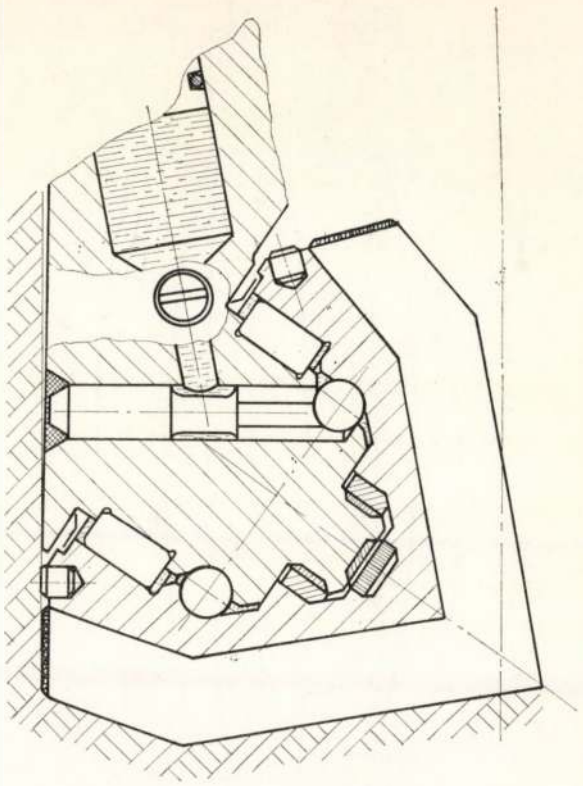
A hagyományos, gördülő csapágyazású fúrók élettartamát, annak ingadozását nagymértékben befolyásolja a felhasznált anyagok minősége, a hőkezelés technológiája, a megmunkálás pontossága. A fúrók élettartamának fokozása tehát nemcsak konstrukciós kérdés, hanem elsősorban megfelelő anyag és helyes



8. ábra
Görgős kőzetfúró (hagyományos)



9. ábra
Nomogram a csapágyhézag hatására



10. ábra
Görgős kőzetfúró (továbbfejlesztett)

technológia megválasztásának kérdése. Lássunk erre néhány példát:

— Ideális feltételek mellett üzemelő radiális csapágyak élettartam-számítására az $L=\lambda\left[\frac{C}{P}\right]^p$ összefüggés érvényes. λ értéke a csapágy terhelésétől, méretétől, a csapágyelemek számától (t paraméter), valamint a tényleges csapágyhézagtól (S) függ. A t—S nomogramban *(9. ábra)* bejelöltük a 8½″-es fúrónak megfelelő $t=3\cdot10^{-3}\,\mathrm{mm}^{1,1}$ paraméterű egyenest, amely a λ értékeinek maximálisan 30%-os eltéréséhez ($\lambda=0{,}77$-től $\lambda=1{,}09$-ig) 36 μm méretszórást engedélyez. Hagyományos finommegmunkálási technológiánkkal a csapágyfelületeket csak nagyobb tűrésértékekkel tudtuk elkészíteni. Szükséges volt tehát fokozott pontosságot biztosító berendezés beszerzése. E célból állítottunk üzembe egy speciális csapágycsiszoló célgépet, amelynek megmunkálási pontossága 10 μm-en belül van.

— Az előzőekből következik, hogy a csapágyelemek mérettűrése is csak korlátozott, a kereskedelemben kaphatónál jóval kisebb lehet. Ennek érdekében kísérleteket végeztünk szűkebb mérettűrésű csapágygörgők beépítésével. Az azonos körülmények között vizsgált, hagyományosan (kereskedelmi görgőkkel) szerelt és szűkebb mérettűrésű (válogatott) csapágyelemekkel szerelt görgős fúrók adatainak összehasonlításából arra a következtetésre jutottunk, hogy utóbbiaknak jobb a minősége. Ennek megfelelően a kőzetfúrókat már szűkített mérettűrésen belüli csapágyelemekkel építjük össze.

— A fúrók kopásnak kitett felületei, így a csapágyfelületek is, betétedzéssel készülnek. Az ehhez szükséges cementálást korábban szilárd közegben végeztük. E technológiával azonban nehezen biztosítható a megfelelő vastagságú, egyenletes eloszlású, előírt szénpotenciálú kéreg, noha ezek betartása a csapágy minősége szempontjából különösen fontos. Az említett cementálási jellemzők művelet közbeni ellenőrzése és szükség szerinti korrigálása, tehát az előírt paraméterek maradéktalan betartása érdekében egy korszerű gázcementáló-hőkezelő berendezést importáltunk, s állítottunk be a technológiai folyamatba.

A tapasztalatok szerint az élettartam növelésében jelentős előrelépés a zárt (tömített) csapágyazástól várható. A tömítés a hagyományos, gördülőelemes csapágyazásnál s a siklócsapágyazású fúróknál egyaránt megoldható. Vállalatunk mindkettő fejlesztésével foglalkozik, az eddigi kísérletek szerint biztató eredménnyel.

A hagyományos, zárt csapágyazású fúró kialakítását a *10. ábra* szemlélteti. A tömítés a csapágyak kenését üzem közben is biztosítja, ami viszonylag kis ráfordítással jelentős élettartam-növekedést eredményez, de nem várjuk azt, hogy a siklócsapágyazású fúrók teljesítményét elérje. Ezzel alternatívát kívánunk adni felhasználóinknak a hagyományos fúrók és a zárt siklócsapágyazású fúrók között.

Siklócsapágyazású fúrók fejlesztésével is hosszabb ideje foglalkozunk. Ennek egyik változataként nagy kopásállósággal rendelkező, speciális anyagú csapágypersellyel és tömítőgyűrűvel szerelt fúrókat készítettünk. Élettartamuk átlaga több mint kétszerese a hagyományos fúrókénak, ez azonban még nincs arányban a beépített anyagok értékével. Ezért más irányú kísérleteket is kezdtünk: a csapágy csúszóelemeit speciális technológiai eljárással, jó siklási tulajdonságú

anyagból alakítjuk ki, nagy súlyt helyezve a csapágy tömítésére.

A mart fogazásnál esetenként tapasztalt átmérőkopás kiküszöbölésére is sikeres lépéseket tettünk: a nagy szilárdságú fogbetéteknek a kalibráló felületen való elhelyezésével a fúrók mérettartása jelentősen megnövekedett. Közeli feladatot jelent a fogazás kopásállóságának növelése különleges anyagú inzertek alkalmazásával.

A párhuzamosan folyó intenzív kísérletek eredményeként görgősfúró-gyártásunk a felhasználók által kívánt követelmények széles körét (választék, teljesítmény) ki fogja elégíteni, s lehetőségünk lesz exporttevékenységünk további folytatására is.

Az előzőekben említett fúrási mélységek növekedése és a fúrási technológia fejlődése nemcsak jobb minőségű fúrószerszámot igényel, hanem a fúrástechnológiában alkalmazott többi eszköz tökéletesítését is megkívánja. A nagymélységű fúrások, ill. gazdasági szempontok szükségessé teszik a fúrók stabilizálását, dinamikus hatásoktól való védelmét. Ezt a célt szolgálják — mint ismeretes — a stabilizátorok és lengéscsillapítók. Vállalatunk egyelőre a *súlyósbítóstabilizátorok* továbbfejlesztésével foglalkozik.

A korábban gyártott stabilizátorok görgőinek csapágyazása a mostoha igénybevétel miatt csak mérsékelt élettartamot biztosított igen jó minőségű anyagok alkalmazása mellett is. Szükséges volt egyéb korszerűsítések mellett a csapágykonstrukció teljes megváltoztatása. Erre leginkább a görgős fúróknál is alkalmazott elvek figyelembevételével tervezett csapágyazás felel meg. A jelenleg folyamatban levő prototípus- kísérletektől azt várjuk, hogy a tömítés a szennyeződések (iszap, kőzettörmelék) csapágyba kerülését megátolja, a forgó részek kenését hosszú időn keresztül biztosítsa, ezáltal a stabilizáló görgők csapágyazásának élettartamát meghosszabbítsa. A kísérletek pozitív eredménye nagymértékben hozzájárul a görgős kőzetfúrók üzemviszonyainak javításához, élettartamának meghosszabbításához.

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Befejeződött a hajdúszoboszlói föld alatti gáztároló gáztermelő-gázbesajtoló kútjainak kiképzése

A téli fogyasztási csúcsigények zavartalan kielégítése érdekében a hajdúszoboszlói gázmező Szoboszló-III. telepében föld alatti gáztárolót terveznek létesíteni.

A tervnek megfelelően a Kőolajkutató Vállalat az NKFV megrendelésére 35 új kutat mélyített le és képezett ki kettős, gázbesajtoló és gáztermelő funkcióra.

A Szo-III. gáztelep tárolókőzete alsó pannóniai, viszonylag tiszta, finomszemű kvarchomok. Könnyen morzsolható, karbonátos kötőanyagú, gyengén cementált. A réteg feküje felé általában jellemző az agyagmárga és az aleurolit vékonyan rétegzett betelepülése. A karbonát 9,33%, az agyag 11% (uralkodóan illit). A rétegnyomás 73,5 bar, a réteghőmérséklet 70 °C. A kutak kiképzése:

— $9^5/_8$ hüvelykes biztonsági béléscső saruja: 410 m, felszínig cementezve;
— a 7 hüvelykes termelési béléscső saruja a Szo-III. telep fedő márgájában (920—940 m) van kb. 350 m-ig cementezve.
— A céltelepet $5^7/_8$ hüvelykes átmérőjű fúrókkal harántolták.
— A szűrőzött szakaszt — a geofizikai mérés után — 11 hüvelykre bővítették.
— A telep legjobb kifejlődésű, általában 6 m vastagságú szakaszát 4 hüvelyk átmérőjű, 0,01 hüvelyk szemnagyságú szűrővel képezték ki. A szűrők és a réteg közé kutanként átlagosan 440 l 0,4—0,8 mm átmérőjű szűrőhomokot helyeztek.
— A $3^1/_2$ hüvelykes gáztömör termelőcső és tömítő beépítése után került sor a kutak termelésbe állítására és kapacitásuk meghatározására. A méréseket az NKFV végezte.

A mérési eredményeket értékelve megállapítható, hogy
— a kutak általában képesek a tervezett homokmentes hozamok elérésére;
— nagy különbségek mutatkoznak az egyes kutak között;
— a *Hsz-116.* és *-120.* kutakon hozamnövelést kell elérni.

Az 1978—79. évi kiképzéseknél az NKFV kérésére a kiképzést követően minden kúton rövid hozam- és nyomásemelkedés-mérésre került sor az OGIL kivitelezésében.

A 22 új kútkiképzés és a két kút javítása befejeződött. A teljes kapacitásmérés eredményei még nem állnak rendelkezésünkre, azonban már elmondható, hogy különösen a később készült kutaknál

— nagyobb maximális hozam érhető el;
— kedvezőbbnek ígérkeznek a depresszióviszonyok;
— a szűrők az előfordult max. 11,53 bar depresszió mellett sem károsodtak, homoktermelés gyakorlatilag nem volt;
— az egyes kutak között nagyok a kapacitáskülönbségek, ezek rétegkezeléssel — a tároló által meghatározottan — némileg még csökkenthetők.

A kutak hozamnövelése és javítása során gyűjtött tapasztalatok

A kiképzéshez kapcsolódóan 12 kúton, az összes kút 34,3%-án kellett rétegkezelést végezni. A hajdúszoboszlói mező III. telepében korábban a 15—20% alkoholt tartalmazó 15%-os sósavas elegy vált be. Az új kezeléseknél is ezt alkalmaztuk először, a *Hsz-109.* jelű kúton pozitív, a *Hsz-116.* jelű kúton negatív eredménnyel. A *Hsz-116.* jelű kúton kétlépcsős, alkoholos kezelést is végeztünk (1. lépcső: 1 m³/m 15%-os HCl; 2. lépcső: 1,2 m³/m 20% alkoholtartalmú, 12% HCl+3% HF), eredménytelenül. Egylépcsős (12% HCl+3% HF+20% alkohol) kezelés 1 kúton történt, ami 6 mm-es fúvókán 24 bar termelési kútfejnyomás-növekedést eredményezett (1,5 m³/m).

1978-ban bevezettük a HCl—HF-os, csökkentett víztartalmú, 20% alkoholos elegyet, amelynek 1,5—2 m³/m-es mennyiségeit használva az eddigi 10 kezelés mindegyike eredményes volt. Hatásukra 2—16 bar, átlagosan 6,5 bar termelési kútfejnyomásnövekedés következett be 12 mm-es fúvókán.

A tapasztalatok alapján a kisebb kapacitású vagy károsodott kutak savas kezelésére 1,5—2 m³/m mennyiségű ilyen elegy alkalmazása indokolt. Így ezek a kutak — kedvező tárolótulajdonságok esetén — elérhetik az átlagos, esetleg a legjobb termelőkutak hozamát.

A *Hsz-116.* jelű kúton történt az eddigi egyetlen szűrőcsere, amely műszaki nehézség nélkül kivitelezhető volt. A munkálatok során a tároló újraszennyeződött, ezért a kút savas kezelésére is szükség volt, melynek eredményeként a *Hsz-116.* jelű kút közepes termelőképességű kút lett.

Végezetül megemlítjük, hogy a hajdúszoboszlói gáztároló-gázbesajtoló rendszer kútjainak mélyítését és kiképzését a tervezettnél kisebb költséggel valósította meg a Kőolajkutató Vállalat.

Pikó József
okl. bányageológus-mérnök
(KV, Szolnok)

Keresztes N. Tibor
okl. geológusmérnök
(KV, Szolnok)

Heterogén tárolómodell felépítése csonkított eloszlásfüggvények felhasználásával

BÍRÓ ZOLTÁN

A szénhidrogén-tárolókból vett magminták kőzetfizikai feldolgozása hasznos információt ad a tárolómodell kialakításához. A szerző a porózus kőzetek mérési adatait valószínűségi eloszlásfüggvényekkel közelíti. A rétegsíkokból felépített modell átlagadatait csonkított eloszlásfüggvények felhasználásával számolja.

A repedezett kőzetek maganyaga az esetek többségében hiányos, mivel a minta a nagyobb repedések mentén szétesik, laboratóriumi mérésre alkalmatlanná válik. A nagymagvizsgálatoknál további nehézséget okoz az, hogy kis repedésméretnél az elsődleges és másodlagos porozitás nem különíthető el. Az átlagos kőzetfizikai paraméterek meghatározásakor csonkított eloszlásfüggvények alkalmazásával mindkét hatás figyelembe vehető.

Bevezetés

A szénhidrogén-tárolók művelésének tervezésekor a kőzetfizikai jellemzők heterogenitásának és átlagadatainak ismeretében építhető fel a tároló modellje. A paraméterek térbeli eloszlását kevés számú hazai tárolónál ismerjük. A több évtizede művelt mezőinknél csak utólagos vizsgálatokra, közelítő megoldásokra gondolhatunk. A számítógépi lehetőségek miatt is az egyszerűségre kell törekednünk, de meg kell tartanunk azokat a lényeges tulajdonságokat, amelyek a tárolóra jellemzők és a művelési folyamatra meghatározó jelentőségűek.

Az ismeretanyag megszerzésének egyik általánosan alkalmazott és jól felhasználható módja a tárolókőzetből való mintavétel magfúrások útján. A mintavétel geológiai, rezervoármérnöki és matematikai statisztikai alapelvei ismertek, ennek ellenére jelenleg is kevés számú az a tároló vagy tárolórész, amelyekből megfelelő volt a mintavétel, és kőzetfizikai feldolgozásuk eredménye rendelkezésünkre áll.

A valószínűségi változók függvényei

A továbbiakban tételezzük fel, hogy a magfúrások száma, valamint a minták kiválasztása a követelményeknek megfelelő, tehát az egyes minták a tároló makroszkopikus kőzetfizikai jellemzőivel rendelkeznek és az n számú elemből álló $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ sokaságban minden érték olyan nagy számban fordul elő, hogy relatíve kevés számú elem eltávolítása az egyes kőzetfizikai értékcsoportok százalékos megoszlását lényegesen nem módosítja. Ebben az esetben $x_1, x_2, \ldots, x_n$ valószínűségi változók függetleneknek tekinthetők.

További célunk az, hogy az x valószínűségi változó empirikus eloszlását egy ismert elméleti eloszláshoz illesszük.

Több hazai és külföldi szerző kimutatta [1], hogy a szénhidrogén-tárolók porozitás- és áteresztőképességadatainak eloszlása jó közelítéssel normális eloszlású, vagy abból származtatható. Így az elméleti eloszlás az alábbi, általánosított függvénykapcsolattal írható le.

Az eloszlásfüggvény:

$$F(x) = \Phi\left[\frac{g(x)-\mu}{\sigma_g}\right]. \tag{1}$$

A sűrűségfüggvény:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_g\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{g(x)-\mu}{\sigma_g}\right)^2\right]\left|\frac{\mathrm{d}g}{\mathrm{d}x}\right|, \tag{2}$$

ahol $g(x)$ függvény az x változóból származtatott új valószínűségi változó, mely (μ, σ_g) paraméterekkel jellemezhető és normális eloszlású.

A kőzetfizikai paraméterek átlagértékének meghatározásához az x folytonos valószínűségi változó $E\{x\}$ várható értékét ismernünk kell, melyet a következőképpen definiálunk:

$$\mathrm{E}\{x\} = \xi = \int_{-\infty}^{\infty} x\,\mathrm{f}(x)\,\mathrm{d}x. \tag{3}$$

A szórásnégyzet:

$$D^2\{x\} = \sigma^2 = \mathrm{E}\{(x-\xi)^2\} = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\xi)^2\,\mathrm{f}(x)\,\mathrm{d}x. \tag{4}$$

A heterogenitás mértékére jellemző mutató a relatív szórás:

$$\sigma_{\mathrm{rel}} = \frac{\sigma}{\xi}. \tag{5}$$

Az általánosított függvénykapcsolatok ismeretében tárolótípusonként vizsgáljuk az alkalmazás lehetőségeit.

Porózus kőzetek

Az eloszlások típusai

Az eloszlástípusra az empirikus eloszlás alakjából következtethetünk.

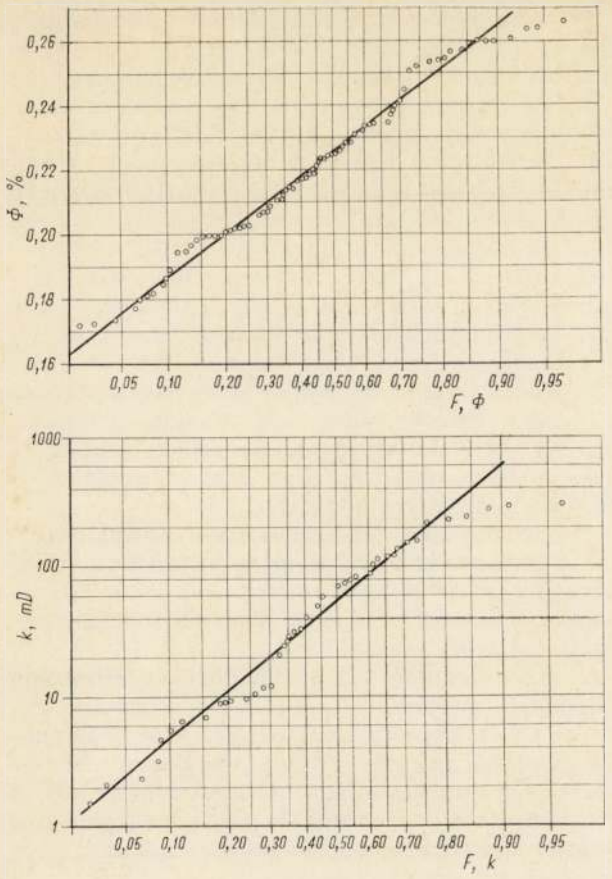
Homokkövek porozitáseloszlása normális eloszlással közelíthető [1]. Ebben az esetben

$$g(\phi) = \phi. \tag{6}$$

Az átlagporozitást a normális eloszlás várható értéke adja.

Az átlagos áteresztőképesség meghatározásakor párhuzamos rétegezettség esetén az átlagérték a rétegvastagság-aránnyal súlyozott részadatok összege. Soros rétegződés esetén a részadatok reciprok értékét súlyozzuk a rétegvastagság-aránnyal, majd az összeg reciprokát képezzük.

A szénhidrogén-tárolók többségénél a vizsgált elemi térrész áteresztőképessége irányfüggő. A fúrás vonalára merőleges és általában a réteg síkjával egyirányú mérési adatok vízszintes áteresztőképesség-értékként ismertek. A fúrás vonalával megegyező irányú adatsor a függőleges áteresztőképesség.



1. ábra
A B-469. jelű kút anyagában a porozitás és a vízszintes irányú áteresztőképesség eloszlása

A továbbiakban a párhuzamos elrendeződésű rétegek vízszintes irányú áteresztőképességével foglalkozunk. Az áramlási kép meghatározásakor ismeretük szükséges, másrészt a legtöbb mérési adat is ilyen feltételek mellett áll rendelkezésünkre. A függőleges irányú adatok korrelációs függvénykapcsolatok megadásával a vízszintes irányú átlagadatokból származtathatók.

Az áteresztőképesség-adatok eloszlása a legritkább esetekben tekinthető szimmetrikusnak, általában lognormális eloszlásúak. Ekkor a $g(x)$ függvény az alábbi alakú:

$$g(k) = \ln k. \tag{7}$$

Az eloszlás várható értéke, azaz az átlagos áteresztőképesség

$$\bar{k} = k_M e^{0,5\sigma_k^2}, \tag{8}$$

ahol k_M a k eloszlásának mediánja. Budafai példát láthatunk az *1. ábrán,* ahol a porózus rendszer tárolóképes maganyagán mért porozitás és a vízszintes irányú áteresztőképesség eloszlását szemléltetjük. Az elméleti görbe a mért értékek jó közelítése.

A tárolómodell

A szén-dioxidos művelés tervezésében alkalmazott heterogén modellünk különböző porozitással és áteresztőképességgel jellemezhető rétegsíkokból épült fel [2, 3]. A síkmodell vázlatos rajza a *2. ábrán* látható. Az egyes rétegek vastagságukkal és kőzetfizikai paramétereik átlagértékeivel jellemezhetők. Ezek az értékek nem függetlenek egymástól, kapcsolatot köztük az eloszlásfüggvények jelentenek.

Vegyük fel geológiai és rezervoármérnöki megfontolás alapján a homogén rétegsíkok ismert vastagságú ($h_1, h_2, \ldots h_n$) sorozatát oly módon, hogy a sorozatot a kőzetfizikai adatok növekvő sorrendjében rendezzük:

$$h_1, h_2, \ldots, h_i, \quad \ldots, h_n$$
$$\phi_1 < \phi_2, \ldots, < \phi_i, \ldots, < \phi_n$$
$$k_1 < k_2, \ldots, < k_i, \ldots, < k_n.$$

Ha a porozitásheterogenitás, azaz az eloszlásra jellemző relatív szórás kicsi, nagy hibát nem okoz, ha a porozitást állandónak tekintjük:

$$\phi_1 = \phi_2 = \ldots = \phi_n = \phi_A. \tag{9}$$

Ha heterogén modellünk megköveteli a különböző, rétegenkénti porozitásadatok használatát, akkor az átlagadatokat a kétoldalú csonkított normális eloszlás felhasználásával számíthatjuk ki.

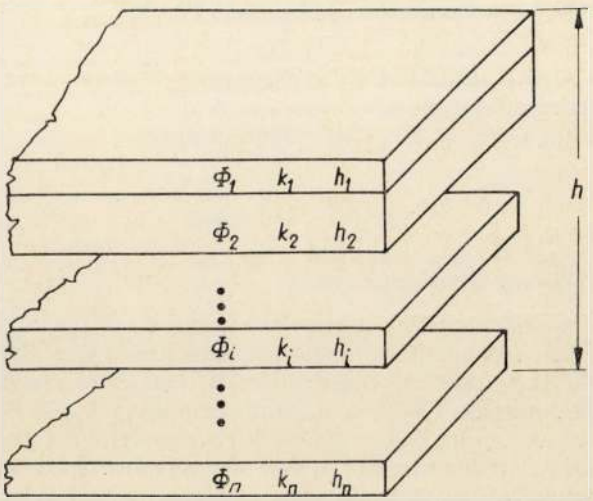
Az alapprobléma tehát az, hogy egy ϕ_A várható értékű és σ_φ szórású, normális eloszlású sokaságból elhagyjuk a $[\phi \leqq \xi_a]$ és a $[\phi \geqq \xi_b]$ eseményeket, és az így kapott sokaság a kétoldalú csonkított normális eloszlás. A csonkítás mértéke, azaz az eredeti sokaságnak a csonkítással eltávolított hányadosa az „i"-edik rétegre az alábbi:

$$\tau_{ai} = \Phi\left(\frac{\xi_{ai} - \phi_A}{\sigma_\phi}\right) = \frac{h_1 + h_2 + \ldots + h_{i-1}}{h}, \tag{10}$$

$$\tau_{bi} = \Phi\left(\frac{\xi_{bi} - \phi_A}{\sigma_\phi}\right) = \frac{h_1 + h_2 + \ldots + h_i}{h}. \tag{11}$$

Figyelembe véve, hogy $f(\phi) = F(\phi) = 0$, ha $\phi \leqq \xi_a$ vagy $\phi \geqq \xi_b$, az „i"-edik rétegre a sűrűség- és eloszlásfüggvény az alábbi lesz:

$$f_i(\phi) = \frac{1}{\sigma_\phi(\tau_{bi} - \tau_{ai})}\varphi\left(\frac{\phi - \phi_A}{\sigma_\phi}\right), \tag{12}$$



2. ábra
A heterogén síkmodell

$$F_i(\phi) = \frac{\Phi\left(\frac{\phi - \phi_A}{\sigma_\phi}\right) - \tau_{ai}}{\tau_{bi} - \tau_{ai}} \quad \xi_{bi} > \phi > \xi_{ai}. \qquad (13)$$

Az egyes rétegek átlagporozitása, azaz a csonkított eloszlás várható értéke:

$$\phi_i = \phi_A + \sigma_\phi^2 f_i(\xi_{ai}) - \sigma_\phi^2 f_i(\xi_{bi}). \qquad (14)$$

A heterogén tárolómodellben az áramlási jellemzők kialakulását az áteresztőképesség döntően befolyásolja, így a porozitással ellentétben a réteg egészére nem átlagolható. A helyes számítás a rétegenkénti átlagadatok ismeretét igényli. Ezek a fentiekben leírtakhoz hasonló gondolatmenet alapján határozhatók meg.

Ha egy k_M mediánnal és σ_k szórással jellemzett lognormális eloszlású sokaságból elhagyjuk a $[k \leqq \xi_a]$ és a $[k \geqq \xi_b]$ eseményeket, a kétoldali csonkított lognormális eloszláshoz jutunk.

A csonkítás mértéke az „i"-edik rétegre:

$$\tau_{ai} = \Phi\left(\frac{\ln \xi_{ai} - \ln k_M}{\sigma_k}\right) = \frac{h_1 + h_2 + \ldots + h_{i-1}}{h}, \qquad (15)$$

$$\tau_{bi} = \Phi\left(\frac{\ln \xi_{bi} - \ln k_M}{\sigma_k}\right) = \frac{h_1 + h_2 + \ldots + h_i}{h}. \qquad (16)$$

Ha $k \leqq \xi_a$ vagy $k \geqq \xi_b$, akkor $f(k) = F(k) = 0$, különben a sűrűség- és eloszlásfüggvény az „i"-edik rétegre:

$$f_i(k) = \frac{1}{k\sigma_k(\tau_{bi} - \tau_{ai})} \varphi\left(\frac{\ln k - \ln k_M}{\sigma_k}\right), \qquad (17)$$

$$F_i(k) = \frac{\Phi\left(\frac{\ln k - \ln k_M}{\sigma_k}\right) - \tau_{ai}}{\tau_{bi} - \tau_{ai}} \quad \xi_{bi} > k > \xi_{ai}. \qquad (18)$$

A rétegek átlagos áteresztőképessége, azaz a csonkított lognormális eloszlás várható értéke az alábbi:

$$k_i = k_M e^{\frac{\sigma_k^2}{2}} \frac{\Phi\left(\frac{\ln \xi_{bi} - (\ln k_M + \sigma_k^2)}{\sigma_k}\right)}{\tau_{bi} - \tau_{ai}} - \frac{\Phi\left(\frac{\ln \xi_{ai} - (\ln k_M + \sigma_k^2)}{\sigma_k}\right)}{\tau_{bi} - \tau_{ai}}. \qquad (19)$$

A fenti egyenletekből az egyes rétegek átlagos kőzetfizikai adatai meghatározhatók. A tárolómodell megtartja a tároló „lényeges" tulajdonságait.

Repedezett kőzetek

A repedésporozitás-eloszlás típusa

A szakirodalmak a repedezett rendszerek porozitásának a magmintán alapuló meghatározását vagy elvetik, vagy csak egy minimumérték becslésére tartják alkalmasnak. Ennek a kialakult szemléletnek elsősorban az az oka, hogy szinte soha nem sikerül százszázalékos magnyereséget elérni. A nagyobb repedések mentén a mag szétesik, vagy a kioldott csatornákban szétmállik, a porozitás meghatározására alkalmatlan lesz.

Az esetek többségében geológiai ismeretek alapján a hiányzó maganyagról feltételezhető, hogy a megfelelően megválasztott térfogatú elemeinek porozitásértékei az ugyanazon térfogategységekre vonatkozó laboratóriumi mérési eredmények mindegyikénél nagyobbak. Esetleg olyan helyzet is adódhat, hogy megadható, hogy a hiányzó rész hány százaléka esik a kisebb vagy nagyobb értéktartományba. Így jutunk el a csonkított eloszlásig, ahol a csonkítás mértéke a hiányzó méterhossznak az összes magfúrási hosszhoz viszonyított aránya. Az eloszlásfüggvény típusa vagy előre adott a kőzettípus-analógia alapján, vagy a mérési adatokra legjobban illeszkedő függvény.

Repedezett rendszerek porozitáseloszlása a porózus anyagoktól eltérően lognormális eloszlással közelíthető [4]. Az eloszlásfüggvény típusának vizsgálatára olyan módszert választottunk ki, ahol az eredmények a teljes értéktartományt felölelik.

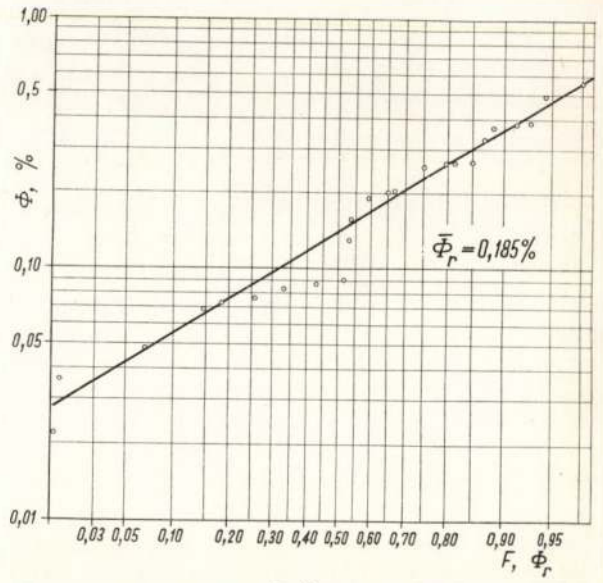
Kiskunhalas-mező ópaleozoos korú kőolajtároló telepe a geológiai vizsgálatok alapján töredezett, repedezett jellegű. Helyenként a mátrix is tárol kőolajat, de a hidraulikus vezetőképességet főleg a másodlagos porozitás határozza meg.

A tárolót harántoló kutak különböző megnyitottsági állapotában nagyszámú hidrodinamikai mérést végzett az OGIL kútvizsgálati osztálya. A nyomásváltozási görbékből az egyes rövid tárolószakaszok áteresztőképessége meghatározható. Az áteresztőképesség és a repedésporozitás közötti korrelációs kapcsolatot *Kotjahov* [5] egyenlete alapján kaptuk. Számítási eredményeink a *3. ábrán* láthatók.

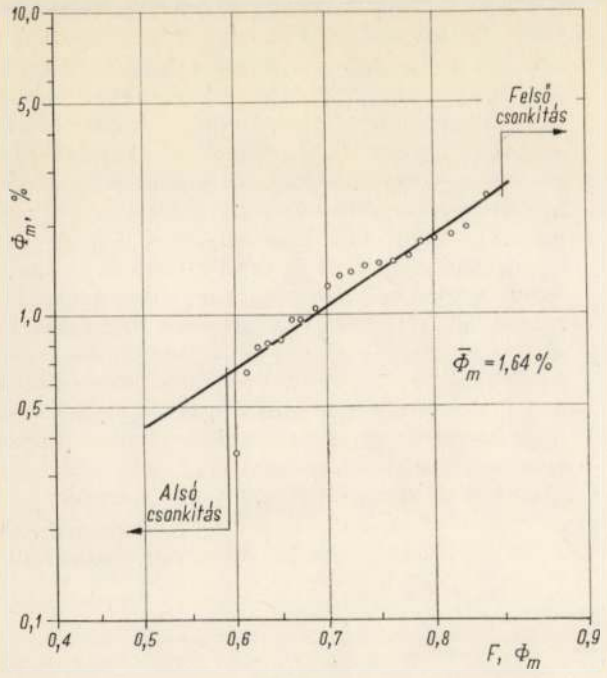
Az eloszlás jó közelítéssel lognormális, az átlagos repedésporozitás $\Phi_r = 0{,}189\%$. A szórás heterogén tárolótér-felépítésre utal.

A csonkított eloszlás

Ortaháza-mező triász korú kőolajtároló telepét repedezett mészkő alkotja. A tárolóteret a másodlagos repedés-, likacs-, üregporozitás képezi, a szemcseközi porozitású mátrix nem tárol szénhidrogént.



3. ábra
Kiskunhalas-mező ópaleozoos korú telepében a repedésporozitás eloszlása



4. ábra
A másodlagos porozitás eloszlása az Or-9. jelű kútból folyamatos magfúrással nyert anyagban

A porozitásmeghatározás egyik közelítő módszerét az OGIL nagymagvizsgálatok jelentették. A mérés lényege, hogy a légtelenített edénybe helyezett kőzetmagba fokozatosan növekvő nyomással higanyt sajtolnak. A felvett térfogat—nyomás görbéből következtetni tudunk az elsődleges és másodlagos porozitás számszerű értékére. A minták kiválasztása szerencsésnek mondható, mivel nem törekedtek a különböző kutak fúrt anyagának mérésére, hanem az *Or-9.* jelű kút folyamatos magfúrási anyagát dolgozták fel.

A kőzetfizikai adatok értelmezésekor a másodlagos porozitás mért értékeit lognormális eloszlásfüggvénnyel közelítettük. Az eloszlásfüggvény felső csonkítását a kinyert és fúrt maghossz aránya jelentette. A magfúrási anyag a vizsgált tárolószakasz 85%-ára jellemző. A hiányzó részről feltételeztük, hogy reprezentatív elemeinek másodlagos porozitása nagyobb a mért értékeknél.

A tömör, kavernamentes tárolószakasz kismintáinak feldolgozásakor a repedezett rendszerre jellemző másodlagos porozitást csak egy meghatározott repedésméretig tudjuk mérni. A kisméretű repedések esetén a kettős porozitású rendszer az adott vizsgálati technológia mellett nem értékelhető. Ilyen jellegű mérések az összes vizsgálati hossz 58,7%-át jelentették. Ez az érték adta a csonkítás alsó határát.

A mérési adatokra illesztett eloszlásfüggvény a *4. ábrán* látható. Az átlagos másodlagos porozitás, a csonkításmentes eloszlás várható értéke $\phi_m = 1{,}64\%$. A több éves művelési múlt a számítás helyességét igazolta.

Összefoglalás

A fúrt kőzetmagok laboratóriumi feldolgozása segítséget nyújt a művelésterv ezés során a heterogén tárolómodell kialakításában. A mért kőzetfizikai értékeket folytonos valószínűségi eloszlásfüggvényekkel közelítjük, majd a síkmodell rétegeinek átlagos porozitás- és áteresztőképesség-értékét csonkított eloszlásfüggvények alkalmazásával határozzuk meg.

Repedezett tárolókból a magmintavétel az esetek többségében hiányos. A nagyobb repedések mentén a mag szétesik, laboratóriumi vizsgálatra alkalmatlanná válik. A laboratóriumi nagymagvizsgálatok a másodlagos porozitás meghatározását csak egy megfelelően nagy érték felett biztosítják. Az átlagporozitás meghatározásakor a mért értékek mellett a két hatást figyelembe kell vennünk. Az eloszlásfüggvény típusának megfelelő megválasztásával a csonkított részek módosító hatása számításba vehető.

JELÖLÉSEK

$f(x)$	az x valószínűségi változó sűrűségfüggvénye
$F(x)$	az x valószínűségi változó eloszlásfüggvénye
$g(x)$	az x változóból származtatott új valószínűségi változó
h	rétegvastagság, m
k	áteresztőképesség, D
k_M	k eloszlásának mediánja
x	kőzetfizikai jellemző
x	valószínűségi változó
μ	a csonkításmentes eloszlás várható értéke
ξ	az eloszlás várható értéke
ξ_a	a csonkítás alsó határa
ξ_b	a csonkítás felső határa
σ	szórás
σ_{rel}	relatív szórás
τ_a	az alsó csonkítás mértéke (az eredeti sokaságnak a csonkítással eltávolított hányadosa)
τ_b	a felső csonkítás mértéke
ϕ	porozitás, %
ϕ_A	a ϕ csonkításmentes eloszlásának várható értéke
ϕ_m	másodlagos porozitás, %
ϕ_r	repedésporozitás, %
$\varphi(U)$	standard normális sűrűségfüggvény
$\Phi(U)$	standard normális eloszlásfüggvény

IRODALOM

[1] *Bálint V.—Bíró Z.—Pach F.:* A Lovászi sorozat szén-dioxidos művelésének tervezési módszere, és az eljárás alkalmazásának célszerűsége. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, Bp., 1970.

[2] *Ács G.—Farkas É.:* Háromfázisú rendszerek kompozíciós modellezése. OMBKE KFV-szakosztály XVI. vándorgyűlése. Balatonfüred, 1977. szept.

[3] *Bíró Z.—Farkas É.:* Szén-dioxidos művelés szimulációja háromfázisú, kompozíciós, kétdimenziós modellel. Ibid.

[4] Ortaháza 1. telep művelési terve. DKFV, 1973.

[5] *Langnes, G. L.—Robertson, J. O.—Chilingar, G. V.:* Secondary recovery and carbonate reservoirs. American Elsevier, 1972.

Hozzászólás

Bíró Zoltán: Heterogén tárolómodell felépítése csonkított eloszlásfüggvények felhasználásával c. cikkéhez.

A cikkben közölt eljárás több területen (készletszámítás, műveléselemzés, szelvényértékelés stb.) is

eredményesen használható. Van azonban néhány olyan észrevételünk, amelyek megkérdőjelezik az eljárás általános használhatóságát.

— A tároló egészére vonatkozó átlagporozitás és átlagpermeabilitás eloszlásfüggvényből való meghatározására már régebben is történtek sikeres — termeléssel igazolt — próbálkozások. Az átlagos másodlagos porozitás meghatározására ajánlott módszer valószínűleg általánosan használható, ha nemcsak egy kút adataira, hanem a telepre vonatkozó összes mérésre alkalmazzuk.

— Az egymás feletti rétegek áteresztőképességének meghatározására adott módszer a gyakorlatban csak speciális — nagyon ritkán előforduló — esetekben használható. Ennek oka: Az egy fúrásban harántolt rétegek átlagpermeabilitásai nem feltétlenül az összes telepadatból szerkeszthető eloszlásfüggvénynek részei. Ilyen esetben a módszer csak úgy használható, hogy a kérdéses kút mért adataiból szerkesztünk eloszlásfüggvényt, és ennek felhasználásával számítjuk a rétegek új átlagadatait. Mivel a számításhoz semmilyen kiegészítő információt nem használtunk fel, eredményünk semmivel sem lesz jobb, mint a kiinduló adatok. Mérési adatok olyan esetben is kellenek, amikor az eredeti eloszlásfüggvényt kívánjuk használni. A csonkításhoz, rendszerezéshez szükséges adatok egy az egyben, pontosabb formában adják azokat az értékeket, amelyeket a módszerrel kívánunk meghatározni. A telep egészére vonatkozó átlagos rétegporozitás, ill. rétegáteresztő képesség meghatározására sem célszerű az ajánlott módszert használni, mivel a telepparaméterek vertikális heterogenitása általában összevethető a területivel. Ilyen körülmények között az egyes rétegekre vonatkozó értékek felhasználásával (átlagolással vagy eloszlásfügvénnyel) kell az átlagos értékeket meghatározni.

Dr. Vincze Tamás
okl. olajmérnök

EGYESÜLETI HÍREK

Megalakult a környezetvédelmi és energetikai bizottság

Az OMBKE elnökségének 1978. december 14-i ülésén — írásban tett előterjesztés alapján — az elnökség egyhangú határozattal elfogadta az energetikai és környezetvédelmi bizottság átszervezését. A határozat szerint a bizottság az elnökség mellett és annak irányítása alatt működik és szervezetileg kapcsolódik a MTESZ környezetvédelmi bizottságához. Tagjait a szakosztályok név szerint jelölték ki. Eszerint a bizottság összetétele a következő:

Vezető: dr. *Moharos Jenő* okl. bányamérnök
dr. *Sziklavári János* okl. kohómérnök
Szakosztály tagok:
Bányászati: *Szebényi Ferenc* okl. bányamérnök
Kőolaj-Földgáz: *Kovács János* okl. olajmérnök
Vaskohászati: *Ádám János* okl. kohómérnök
Öntödei: *Horváth László* okl. kohómérnök
Egyetemi osztály: *Pethő Szilveszter* okl. bányamérnök

A bizottság folyó év március 15-én tartotta alakuló ülését. A munkaprogram kialakítására is szolgáló megbeszélés alapján az látszik célszerűnek, ha mind környezetvédelmi, mind energetikai kérdésekben a szakmailag több szakosztályt érintő vállalatok és ipari üzemek egy-egy fontos fejlesztési problémáinak megoldásában működnek közre. A tudományos munkásság helyett a gyakorlati feladatokban való együttműködés lehet alapja e hasznos tevékenységnek.

A munkavégzés hatékonyságának fokozását segítheti elő a társegyesületek hasonló munkát végző bizottságaival való koordináció, valamint az OMFB azonos témájú tanulmányainak megismerése és célszerű felhasználása.

A bizottság munkájának végzésében és egyes témák kidolgozásában szervesen illeszkedik és alkalmazkodik a szakosztályok munkaterveihez és megfelelő információkkal tájékoztatja a szakosztályok vezetését.

Kassai Lajos

Egy szakmai látogatás tapasztalatairól

A Magyar Geofizikusok Egyesülete mélyfúrási geofizikai szakosztálya rendezésében 1979. április 12-én, Budapesten, a MTESZ Anker közi székházában *Dorcsi Géza, Kubina István* és *Marhoffer József* szerzők **Beszámoló az USA vezető karotázs vállalatainál tett szakmai látogatás tapasztalatairól** címmel útibeszámolót tartottak.

Az előadók egy nagy értékű műszervásárlás előkészítése céljából a közelmúltban szakmai látogatást tettek az USA karotázs vállalatainál, és beszámoltak a látott lyukgeofizikai műszerek technikai színvonaláról, a műszerfejlesztés irányairól, a lyukgeofizikai szolgáltatás rendszeréről, egyes karotázs vállalatok közti kooperációról. A hazai lyukgeofizikai műszerfejlesztési és technológia fejlesztési elképzelésekbe ágyazva véleményt nyilvánítottak a szükséges amerikai import mennyiségéről és megoszlásáról.

A szakmai előadás diavetítéssel egybekötött érdekes útibeszámolóval ért véget.

Dr. Csaba József

KÜLFÖLDI HÍREK

A Szovjetunió 1978. évi kőolaj- és földgáztermelése

A Központi Statisztikai Hivatal jelentése szerint a Szovjetunióban 1978-ban 572 millió t kőolajat (kondenzátummal együtt) és 372 milliárd m³ földgázt termeltek.

Pravda, 1979. jan. 20.

Szegesi K.

A világ 1978. évi kőolajtermelése

Előzetes adatok szerint a világon 1978-ban 3055 millió t kőolajat termeltek a következő megoszlásban (Mt): Közel-Kelet 1062 (34,8%), Szovjetunió és Kelet-Európa 597 (19,6%), Észak-Amerika 554 (18,1%), Afrika 277 (9,1%), Közép- és Dél-Amerika 240 (7,8%), Távol-Kelet 137 (4,5%), Kína 105 (3,4%) és Nyugat-Európa 83 (2,7%).

Erdöl-Dienst, 1979. 24. sz.

Szegesi K.

Egyszerű számítási módszer és nomogram gázkutak áramlási talpnyomásának meghatározására

TAKÁCS GÁBOR—
BALLA LÁSZLÓ

A szerzők egyszerű, üzemi gyakorlatban közvetlenül alkalmazható számítási módszert és nomogramot ismertetnek a gázkutak áramlási talpnyomásának meghatározására. A kidolgozott számítási eljárás az egzakt módszerekkel megegyező pontosságot ad, számítási igénye viszont minimális. A talpnyomás-számítási eljárást a faktoriális kísérlettervezés módszereinek felhasználásával valósították meg. Ismertetik a faktoriális kísérlettervezés módszerét, és alkalmazásával igazolják használatának egyszerűségét és pontosságát, majd rámutatnak továbbfejlesztésének lehetőségeire.

Bevezetés

Dolgozatunk célja egy egyszerű, az üzemi gyakorlatban közvetlenül alkalmazható számítási módszer és nomogram bemutatása gázkutak áramlási talpnyomásának meghatározására. A kidolgozott számítási eljárás csupán egy lineáris végképlet vagy egy egyszerű felépítésű nomogram használatát teszi szükségessé, pontossága azonban az eddigi bonyolultabb módszerekét eléri.

Egy megfelelő pontosságú, könnyen használható talpnyomás-számítási módszer jelentőségét akkor lehet megfelelően értékelni, ha figyelembe vesszük az eddigi számítási módszerek bonyolultságát. A stacionárius, függőleges, egyfázisú gázáramlás alap-differenciálegyenletének megoldása ugyanis rendkívül munkaigényes. Elsősorban a csőhossz menti numerikus integrálás elvégzése hosszadalmas, másrészt minden számítási lépcsőben több paraméter számítása is szükséges (eltérési tényező, súrlódási tényező stb.), amelyek a számítási igényt tovább növelik.

Természetesen a számítási igény növekedése számítógép használata esetén nem jelent akadályt, azonban az üzemi gyakorlatban számítógép gyakran nem áll rendelkezésre. Ilyen esetekben elterjedten alkalmaznak számos egyszerűsített számítási módszert. Ezek számos elhanyagolást, feltételezést tartalmaznak, számítási igényük azonban kicsi. Az elérhető pontosság ennek megfelelően az egzakt módszerekénél kisebb, ami számos tervezési feladat megoldásánál nem engedhető meg.

A számítási igény csökkentésére és a pontosság növelésére való törekvés egymással ellentétes követelményeit a továbbiakban bemutatásra kerülő módszer megszünteti. A kidolgozott számítási eljárás ugyanis az egzakt módszerekkel megegyező pontosságot nyújt, számítási igénye viszont minimális. Alkalmazásával az üzemi számítások megbízhatóságát ezért egyszerű módon lehet növelni.

A fenti jellemzőkkel bíró talpnyomásszámítási eljárás kidolgozását a faktoriális kísérlettervezés módszereinek felhasználásával valósítottuk meg. A megoldás megértéséhez ezért először a faktoriális tervezés elveit tekintjük át.

A faktoriális kísérlettervezés módszere

A kísérlettervezés módszereit olyan több változós folyamatok, eljárások vizsgálatánál alkalmazzák, amelyek esetében a befolyásoló paraméterek hatását a függő változóra nem lehet közvetlenül megadni.

A kísérlettervezés előnye, hogy a keresett függvény megadásához a regresszióanalízis esetében szükségesnél lényegesen kevesebb információra (mérés, kísérlet) van szükség. Ugyanis a kísérlettervezés módszeréből eredően (az adott viszonyok ismeretében) csupán előre meghatározott és mérsékelt számú paraméterkombináció mellett szükséges a függő változó meghatározása.

A kísérlettervezési módszerek gyakran használt fajtái a 2^n faktoriális eljárások. Ezek alapvető jellemzője, hogy az n számú független változó csak két, egy maximális és egy minimális értéket vehet fel. Ekkor egy speciális transzformáció elvégzése után a tervezés ortogonálissá válik, amelynek számos előnyös tulajdonságát a matematikai modell kihasználja.

Az általunk használt 2^n faktoriális kísérlettervezés célja a vizsgálat előtt rögzített paramétertartományokban a függő változónak a következő lineáris függvénnyel való közelítése:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \alpha_i + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} a_{ij} \alpha_i \alpha_j . \qquad (1)$$

Az összefüggésben y a független változó közelítő értékét, α_i; α_j a független változókat jelenti. Mint látható, a matematikai modell az egyes paraméterek, valamint páronkénti szorzataik hatását is figyelembe veszi.

Az ortogonalitás biztosítására vezessük be az eredeti változók következő transzformációját:

$$x_i = \frac{2\alpha_i - \alpha_{iF} - \alpha_{iA}}{\alpha_{iF} - \alpha_{iA}}, \qquad (2)$$

ahol α_{iF} = az i-edik változó „felső" (maximális) értéke;
α_{iA} = az i-edik változó „alsó" (minimális) értéke.

A transzformációt bevezetve az (1) egyenletbe, a következő alapösszefüggést kapjuk:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} b_{ij} x_i x_j . \qquad (3)$$

Az egyenlet b_i együtthatóinak meghatározásához a függő változó értékét legalább annyi esetben kell ismernünk, ahány állandót (3) tartalmaz. Ha n változónk van, és azoknak az előzőek szerint csak két értéke lehet, akkor a lehetséges paraméterkombinációk száma 2^n. Ha ennyi kísérletet végzünk, akkor $n>2$ esetében az egyenletek száma mindig nagyobb, mint az együtthatók

száma, ugyanis fennáll, hogy

$$1+n+\binom{n}{2} < 2^n. \tag{4}$$

Az egyenlőtlenség két oldalát vizsgálva megállapítható, hogy n növekedésével a jobb oldal lényegesen gyorsabban nő, mint a bal oldal, tehát a szükséges kísérletek számát csökkenteni lehet. Ilyen esetekben szokásos a nem teljes kísérlettervezés elvégzése, amelyben a kísérletek számát a következő módon csökkentjük:

$$1+n+\binom{n}{2} < 2^{n-p} \quad p = 1, 2, \ldots. \tag{5}$$

Természetesen adott viszonyoknál úgy kell megválasztanunk p értékét, hogy (5) fennálljon, különben b_i együtthatók nem meghatározhatók. A kísérlettervezést feles, negyedes tervezésnek nevezzük attól függően, hogy a 2^n lehetséges eset hányad részét vizsgáljuk [1].

A (3) alapegyenlet b_i együtthatóit a következő módon határozzuk meg. A figyelembe vett változók n számának, valamint p-nek ismeretében matematikai kézikönyvből [2] kapunk egy **T** tervezési mátrixot. Ennek soronkénti megfelelő elemei megadják, hogy az egyes transzformált változók értékét az adott kísérletben $+1$ vagy -1-nek vegyük fel. Az ily módon megadott „kísérletterv" alapján az adott változatokat megvalósítjuk, és meghatározzuk a független változó értékeit. Ezután a b_i transzformált változókat a 2^{n-p} számú egyenletből a legkisebb négyzetes kiegyenlítéssel határozzuk meg.

Az egyenleteket összevontan, mátrixos alakban felírva, a kiegyenlítés elvét a következő egyenlet adja meg:

$$Y - \mathbf{T}b = e, \tag{6}$$

ahol Y a független változó értékeinek vektora $[2^{n-p}; 1]$:

$\mathbf{T}$ tervezési mátrix $\left[2^{n-p}; 1+n+\binom{n}{2}\right]$;

b a lineáris modell (3) együtthatóinak vektora $\left[1+n+\binom{n}{2}; 1\right]$;

e az eltérések vektora $[2^{n-p}; 1]$.

A (6) egyenlet legkisebb négyzetek elvén való kiegyenlítésének eredményeként a (3) összefüggés együtthatóit az alábbi módon kapjuk:

$$b = (\mathbf{T}^T \cdot \mathbf{T})^{-1} \mathbf{T}^T \cdot Y. \tag{7}$$

A kísérletterv ortogonalitása miatt (7) az **E** egységmátrix bevezetésével átírható, mivel:

$$(\mathbf{T}^T \cdot \mathbf{T})^{-1} = \frac{1}{2^{n-p}} \mathbf{E}. \tag{8}$$

A végső összefüggés tehát

$$b = \frac{1}{2^{n-p}} \mathbf{T}^T Y. \tag{9}$$

Ezeknek az együtthatóknak ismeretében a transzformált változókra felírt (3) lineáris modellt már meghatároztuk. A modellnek ortogonalitása miatt igen lényeges tulajdonsága, hogy tetszőleges b_i együttható elhagyása esetében a többi együttható értéke nem változik. Ily módon olyan paraméterek hatását, amelyek a független változót elhanyagolható mértékben befolyásolják, egyszerűen a megfelelő együttható elhagyásával kiküszöbölhetjük.

A b_i együtthatók szignifikanciáját az F-próbával lehet eldönteni [3]. Ehhez először a lineáris modell és a kísérleti pontokban mért függvényértékek eltérésének négyzetes közepét kell meghatározni az alábbi összefüggéssel:

$$\sigma^2 = \frac{Y^T Y - b^T \mathbf{T}^T Y}{2^{n-p} - \left[1+n+\binom{n}{2}\right]}. \tag{10}$$

Az egyes együtthatók F_i értékeit a következő módon számítjuk:

$$F_i = \frac{2^{n-p} b_i^2}{\sigma^2}. \tag{11}$$

Az F_i értékeket a szabadságfokok és a szignifikanciaszint alapján táblázatból vett kritikus értékkel összehasonlítva, a kritikus érték alatti esetekben a b_i együtthatót elhanyagolhatjuk. Az így módosított együtthatókkal ezután a (3) egyenlet felírható. A konkrét alkalmazáshoz ezután a transzformált egyenletből a (2) transzformációnak megfelelően az eredeti változókra felírt (1) egyenlet a_i együtthatói számíthatók.

A kapott lineáris matematikai modell a vizsgált függő változónak a korábban rögzített paramétertartományokban megfelelő közelítését adja. Az egyszerűsített modell egyik fő előnye, hogy használatával könnyen kezelhető módon számíthatjuk az adott viszonyok közötti függvényértékeket.

A kísérlettervezés alkalmazása

Az előzőekben vázlatosan ismertetett módszer gyakorlati alkalmazásakor a rögzített viszonyok mellett kísérletekkel határozzák meg a függő változók értékeit. Esetünkben ez nem valósítható meg, mivel a kísérletterv által előírt esetek mindegyikének megfelelő gázkutakat találni gyakorlatilag lehetetlen. A probléma megoldására a következő elgondolást lehet alkalmazni.

A gázkútbeli áramlás fizikai modelljét számos nyomásveszteség-számítási eljárás matamatikai modellje kellő pontossággal leírja. Ha az ismert módszerek közül kiválasztjuk az adott termelési viszonyok közötti legpontosabbat, akkor ezt a számítási módszert felhasználhatjuk a kísérlettervezéshez szükséges esetekben a talpnyomás számítására. Így tehát kísérletek végzése nélkül is alkalmazni tudjuk a faktoriális tervezés módszerét. Az eredményül kapott lineáris modell ekkor tulajdonképpen a komplex nyomásveszteség-számítási módszer eredményeit közelíti, az viszont az előző ok miatt a mért értékeket kellő pontossággal adja. Ennek eredményeként a faktoriális kísérlettervezéssel meghatározható egyszerű lineáris összefüggés [lásd a (3) képletet] a fizikai valóságot megfelelő pontossággal fogja leírni.

Az eddigiek illusztrálására, valamint a lineáris modell alkalmazási sajátságainak elemzésére egy mintapéldát fogunk bemutatni. A mintapélda esetében a kapott eredmények pontosságának ellenőrzésére számos mérési alapadatot használunk fel. A hajdúszoboszlói

1. táblázat

A számításban felhasznált alapadatok

Sorszám	Kódjel	Hozamok			Termelőcső-		Talp-	Nyomás		Hőmérséklet		Relatív sűrűség		
		gáz	olaj	víz	átmérő	hossz	mélység	fej	talp	fej	talp	gáz	olaj	víz
		m^3/d			mm	m	m	bar		K				
1	HSZ—54	173 560	0,0	0,0	75,99	945,0	945,0	63,4	68,4	303	348	0,607	0,000	0
2	HSZ—54	196 780	0,0	0,0	75,09	945,0	945,0	60,7	67,9	303	348	0,607	0,000	0
3	HSZ—54	220 950	0,0	0,0	75,99	945,0	945,0	59,4	66,6	303	348	0,607	0,000	0
4	HSZ—54	246 440	0,0	0,3	75,99	945,0	945,0	57,0	65,4	303	348	0,607	0,000	1
5	HSZ—56	117 160	0,0	0,0	75,99	968,0	968,0	66,1	72,0	313	348	0,607	0,000	0
6	HSZ—56	172 180	0,0	0,0	75,99	968,0	968,0	62,8	69,9	313	348	0,607	0,000	0
7	HSZ—56	220 860	0,0	0,2	75,99	968,0	968,0	58,4	67,3	313	348	0,607	0,000	1
8	HSZ—56	312 800	0,0	0,3	75,99	968,0	968,0	49,4	63,4	313	348	0,607	0,000	1
9	HSZ—77	71 900	0,0	0,2	75,99	875,5	875,5	70,9	75,5	295	336	0,599	0,000	1
10	HSZ—77	96 300	0,0	0,2	75,99	875,5	875,5	69,9	75,1	296	336	0,599	0,000	1
11	HSZ—77	131 500	0,0	0,4	75,99	875,5	875,5	68,9	74,7	300	336	0,599	0,000	1
12	HSZ—77	172 200	0,0	0,4	75,99	875,5	875,5	67,9	74,2	301	336	0,599	0,000	1
13	HSZ—80	40 000	0,0	0,0	50,67	969,5	969,5	87,6	93,6	301	341	0,586	0,000	1
14	HSZ—80	16 900	0,0	0,0	50,67	969,5	969,5	92,7	99,4	297	338	0,586	0,000	1
15	HSZ—80	63 600	0,0	0,1	50,67	969,5	969,5	79,0	87,1	305	341	0,586	0,000	1
16	HSZ—80	88 500	0,0	0,2	50,67	969,5	969,5	66,4	78,2	309	341	0,586	0,000	1
17	HSZ—76	14 800	0,0	0,0	50,67	934,6	934,6	71,2	75,5	299	339	0,607	0,000	0
18	HSZ—76	39 700	0,0	0,0	50,67	934,6	934,6	68,9	74,2	303	339	0,607	0,000	0
19	HSZ—76	71 300	0,0	0,2	50,67	934,6	934,6	64,3	72,3	308	339	0,607	0,000	1
20	HSZ—76	95 900	0,0	0,3	50,67	934,6	934,6	60,1	71,0	311	339	0,607	0,000	1
21	HSZ—53	47 000	0,0	0,2	62,00	910,0	910,0	63,7	68,3	298	343	0,599	0,000	1
22	HSZ—53	69 500	0,0	0,2	62,00	910,0	910,0	57,5	62,7	303	343	0,599	0,000	1
23	HSZ—53	90 000	0,0	0,3	62,00	910,0	910,0	51,6	57,6	303	343	0,599	0,000	1
24	HSZ—53	116 000	0,0	0,4	62,00	910,0	910,0	45,8	52,7	308	343	0,599	0,000	1

gázmezőn tiszta gázt termelő 24 kút fontosabb adatait az *1. táblázat*ban közöljük.

A faktoriális analízis alkalmazásához a kúttalpnyomás, mint függő változó választásán kívül meg kell határozni azokat a független változókat, amelyek hatását vizsgálni kívánjuk. Az áramlási viszonyok elvi vizsgálata után az alábbi hat termelési jellemzőt vettük fel független változónak:

p_{wh} kútfejnyomás
q_g gázhozam
L_w kútmélység
d csőátmérő
γ_r a gáz relatív sűrűsége
T_{wh} a kútfej hőmérséklete.

Ezek a paraméterek befolyásolják elsősorban a gázkutakban fellépő nyomásveszteséget, a további jellemzők (csőérdesség stb.) értékét számításainkban állandónak feltételezzük.

Hat független változó esetében a (3) összefüggéssel adott lineáris modell 22 állandót tartalmaz. A b_i együtthatók meghatározásához teljes kísérlettervezés esetében $2^6=64$ „kísérlet" lenne szükséges. Mivel az egyenletek száma így jelentősen meghaladná az ismeretlenek számát, ezért feles kísérlettervezés elvégzése is elegendő. Ilyenkor $p=1$, és az (5) egyenlőtlenség teljesül, mivel $22<2^5$.

A következő lépés az egyes független változók tartományainak, azaz az α_{iF} és az α_{iA} értékek rögzítése. Annak érdekében, hogy a kidolgozandó lineáris modell tulajdonságait extrapolált tartományokban is vizsgálhassuk, ezeket az értékeket a *2. táblázat*ban megadott módon vettük fel. Mint látható, az *1. táblázat*ban közölt 24 kút közül 12 kút adatai felelnek meg a rögzített viszonyoknak.

Az előző módon kiválasztott tartományokban a legpontosabb nyomásveszteség-számítási módszer kiválasztását a 12 kút esetében az ismertebb módszerekkel elvégzett számítások eredményei alapján végeztük el [4—8]. A *3. táblázat*ban közölt számítógépi eredmények alapján az *Aziz*-féle nyomásveszteség-számítási eljárást választottuk. A továbbiakban tehát a faktoriális tervezés alkalmazásakor a „kísérletek" az *Aziz*-módszerrel való talpnyomás-meghatározást jelentik.

2. táblázat

Változó	Transzformált változó	Tartományhatár	
		alsó	felső
Kútfejnyomás, bar	x_1	50	80
Kútfejhőmérséklet, K	x_2	295	320
Hozam, m^3/d	x_3	80 000	230 000
Relatív sűrűség	x_4	0,586	0,607
Kúttalpmélység, m	x_5	875	975
Termelőcső-átmérő, mm	x_6	50,67	75,99

Az előző előkészítő munkálatok után a tényleges faktoriális tervezés végrehajtását végezzük el. Ennek első lépése a **T** tervezési mátrixnak megfelelő alapesetek felvétele. A következő fázis a „kísérletek" elvégzése, ami esetünkben a kúttalpnyomások számítását jelenti a kiválasztott komplex számítógépi programmal. A számítási eredmények alapján az Y vektor ismert

3. táblázat

	Cullender—Smith [4]	*Aziz* [5]	*Young* [6]	*Dranchuk—McFarland—1* [7]	*Dranchuk—McFarland—2* [7]	*Balla* [8]
ε átlaga, %	0,7	−0,3	−0,3	−0,4	−0,8	−0,5
ε szórása, %	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
$\lvert\varepsilon\rvert$ átlaga, %	1,2	0,8	0,8	0,8	1,1	1,0
$\lvert\varepsilon\rvert$ szórása, %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1

lesz, és a lineáris modell b_i együtthatóit a (9) egyenlet megoldásaként kapjuk.

A lineáris matematikai modell együtthatóit a *4. táblázat*ban közöljük. Ugyanitt feltüntettük a szignifikanciavizsgálathoz szükséges F_i értékeket is. Mivel $F_{1,10}$ kritikus értéke a céljainkban megfelelő 0,05 szignifikanciaszinten 4,96, a táblázatban a *-gal jelölt esetekben b_i értéke elhanyagolható.

Az ily módon lecsökkentett számú b_i együtthatók még a transzformált változókra felírt (3) egyenlethez tartoznak. Az eredeti változókra átszámítva az együtthatók értékeit, az (1) egyenlet az adott viszonyok mellett a következő lesz:

$$p_{wf} = -17{,}94 + 0{,}9685 \cdot p_{wh} + 34{,}98 \cdot 10^{-5} q_g + \\ + 1{,}03 \cdot 10^{-2} L_w + 00{,}87\,\mathrm{d} - 2{,}33 \cdot 10^{-7} p_{wh} q_g + \\ + 1{,}427 \cdot 10^{-3} p_{wh} d - 4{,}08 \cdot 10^{-6} q_g d. \qquad (12)$$

4. táblázat

Transzformált változó	b_i	F_i
állandó	77,685	711 457
x_1	15,337	27 730
x_2	0,011	0,014 *
x_3	5,697	3 826
x_4	0,149	2,6 *
x_5	0,514	31,1
x_6	−5,735	3 877
x_1x_2	0,004	0,002 *
x_1x_3	−0,262	8,1
x_1x_4	0,059	0,41 *
x_1x_5	0,134	2,1 *
x_1x_6	0,271	8,6
x_2x_3	0,167	3,3 *
x_2x_4	−0,122	1,8 *
x_2x_5	−0,046	0,25 *
x_2x_6	−0,170	3,4 *
x_3x_4	0,012	0,017 *
x_3x_5	0,134	2,1 *
x_3x_6	−3,878	1 772
x_4x_5	−0,132	2,1 *
x_4x_6	−0,012	0,017 *
x_5x_6	−0,136	2,2 *
σ	±0,521	–

Mint látható, az áramlási kúttalpnyomást a kútfejhőmérséklet és a gáz relatív sűrűsége elhanyagolható módon befolyásolja. Ezenkívül számos változószorzat hatása sem jelentős. Természetesen mindezek csupán a felvett viszonyok mellett érvényesek, más tartományokban az eredmények változhatnak.

A kapott lineáris modell pontosságának ellenőrzésére az *1. táblázat* mérési adatait használtuk fel. A mért és számított talpnyomások eltérését a következő hibával definiáljuk:

$$\varepsilon = \frac{p_{wf\,mért} - p_{wf\,szám.}}{p_{wf\,mért}} \cdot 100(\%). \qquad (13)$$

A (12) egyenlettel számított értékek pontossági jellemzőit az *5. táblázat*ban közöljük. A vizsgálatokat mind a felvett tartományokba eső 12 kútnál, mind az összes 24 kút esetében elvégeztük. Amint az eredményekből kitűnik, a lineáris egyenlet pontossága az extrapolálás hatására csak kismértékben csökken. A *3. táblázat* adataival összehasonlítva pedig megállapítható, hogy az egyszerű lineáris összefüggés pontossága gyakorlatilag megegyezik a sokkal bonyolultabb komplex számítógépi programéval.

5. táblázat

	Tartományon belül (12 kút)	A tartomány kiterjesztése (24 kút)
ε átlaga, %	0,9	0,0
ε szórása, %	1,4	2,3
$\lvert\varepsilon\rvert$ átlaga, %	1,2	1,7
$\lvert\varepsilon\rvert$ szórása, %	1,1	1,6

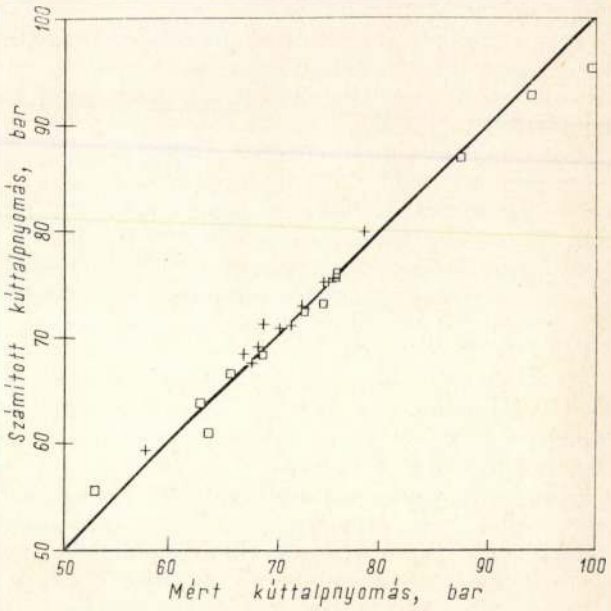
A mért és a lineáris modellel számított talpnyomások eltérését az *1. ábrán* is bemutatjuk, ahol a + a felvett paramétertartományokba, a □ pedig az azon kívül eső kutakat jelöli.

A (12) egyenlet egyszerű felépítése lehetővé teszi a talpnyomásszámítás nomogramon való feldolgozását is. A *2. ábra* egy ilyen nomogramot mutat be, amely adott termelőcsőméretre készült. Az *1. táblázat* 11-es sorszámú gázkútja esetében a nomogramról $p_{wf} = 75$ bar olvasható le, a mért érték 74,7 bar. A lineáris modell tehát a nomogramos feldolgozással is megfelelő pontosságot nyújt.

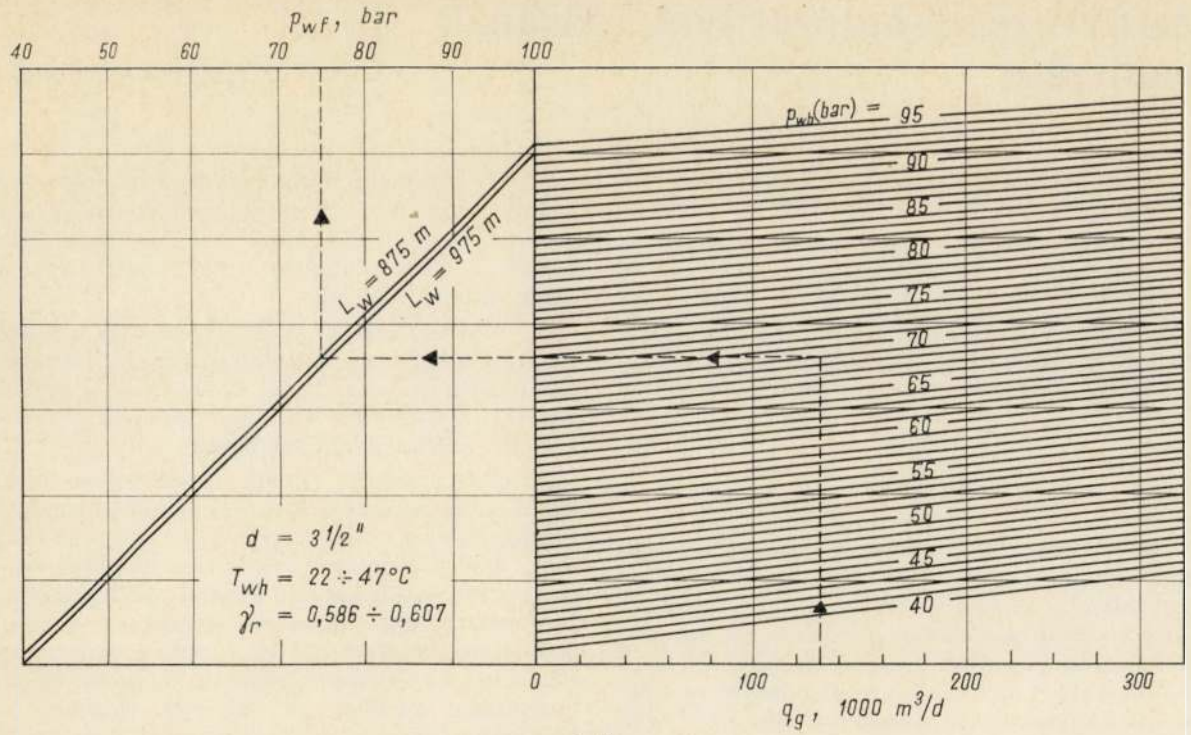
Következtetések

Az előzőekben bebizonyítottuk, hogy a faktoriális kísérlettervezés matematikai módszerének alkalmazásával megbízható pontosságú, egyszerűen kezelhető számítási módszert lehet kidolgozni gázkutak talpnyomásának számítására. Ehhez egyrészt a faktoriális tervezést megvalósító, másrészt a talpnyomást valamely komplex számítási módszerrel meghatározó számítógépi programokra van szükség. Az eredményül kapott lineáris egyenlet használatához azonban (egyszerűség folytán) már nem szükséges számítógép.

Ki kell emelnünk, hogy a lineáris modell konkrét alakja függ a felvett alapadat-tartományoktól. Így az általunk bemutatott (12) egyenlet csak a *2. táblázat*ban



1. ábra



2. ábra

közölt tartományokban ad helyes eredményt, bár extrapolálásra is alkalmas. Tehát egy konkrét célra való felhasználás esetében a számításokat az aktuális paramétertartományokban kell elvégezni, és az eredményül kapott lineáris egyenlet alakja, együtthatói nem egyeznek meg a más viszonyok között kidolgozott esettel.

Amennyiben egy adott gázmező konkrét viszonyaira kidolgozott lineáris modellt meghatároztuk, ennek alkalmazása a következő előnyöket nyújtja.

1. A talpnyomás számításához nem szükséges valamelyik, viszonylag bonyolult felépítésű nyomásveszteség-számítási módszert alkalmazni.

2. A végképlet kézi számításokra minden nehézség nélkül alkalmas, nem igényel számítógépet.

3. Az adott lineáris számítási módszer nomogramra is feldolgozható, ekkor nincs számítási igény a talpnyomás meghatározásához.

További fejlesztési lehetőségek

A cikkünkben felvett alapadatok (lásd az *1. táblázatot*) mindegyike tiszta CH gázt termelő, elhanyagolható folyadékhozamú gázkútból származik. Természetesen a 3. fejezetben kidolgozott lineáris számítási módszert is csak ilyen esetekben lehet alkalmazni, jóllehet a bemutatott matematikai modellel ettől eltérő viszonyok is feldolgozhatók.

A bemutatott módszerek alkalmazásával a jövőben a következő viszonyokra is kidolgozzuk a lineáris modell meghatározásának módszerét:

a) savanyú gázok termelése (jelentős CO_2-, H_2S- és N_2-tartalom);

b) nem elhanyagolható folyadéktermelés.

A fenti üzemviszonyoknak eddigi módszerünkben való figyelembevétele gyakorlatilag olyan komplex nyomásveszteség-számítási módszerek felhasználását jelenti, amelyek egyrészt a savanyú gázkomponensek hatását, másrészt a kétfázisú áramlást is megfelelő pontossággal leírják. A lineáris számítási módszer ezekben az esetekben természetesen módosulni fog, elsősorban oly módon, hogy a figyelembe vett független változók száma bővül.

IRODALOM

[1] *Box, G. E. D.—Hunter, J. S.:* The 2^{k-p} fractional factorial designs. Technometrics *3* (1961).

[2] *Nollau, V.:* Statistische Analysen. VEB-Fachbuchverlag, Leipzig, 1975.

[3] *Korn, G. A.—Korn, T. M.:* Matematikai kézikönyv műszakiaknak. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975

[4] *Cullender, M. H.—Smith, R. V.:* Practical solution of gas-flow equations for wells and pipelines with large temperature gradients. Trans. AIME **207** 1956. 281—7.

[5] *Aziz, K,:* Calculation of bottom-hole pressure in gas wells. J. Petr. Technology *7* 897—9 (1967).

[6] *Young, K. L.:* Effect of assumptions used to calculate bottom-hole pressures in gas wells. J. Petr. Technology *4* 547—50 (1967).

[7] *Dranchuk, P. M.—McFarland, J. D.:* Th effect of the time rate of change of momentum on bottom-hole pressure in flowing gas wells. J. Canad. Petr. Technology April—June 34—8 (1974).

[8] *Balla L.:* Egyfázisú gázkutakban fellépő stacionárius nyomásveszteség új számítási módszere. OMBKE-pályázat, 1976.

Gáztávvezeték-hálózat lyukadásának ellenőrzése

GERGELY LÁSZLÓ

Gáztávvezetékek üzemeltetésénél fontos feladat az üzembiztonság növelése. Ennek eléréséhez korszerű lyukadásellenőrző módszerek alkalmazására van szükség.

A szerző röviden tárgyalja a vezetéksérülések okait, a sérülések bekövetkezése után lejátszódó hidraulikai folyamatot, az alapvető méréstechnikai követelményeket. A cikk második részében a lyukadásellenőrző rendszerekkel szemben támasztott főbb követelményeket foglalja össze. Végezetül olyan számítógépi program elkészítéséről számol be, amely alkalmas a hazai gáztávvezeték-hálózat lyukadásának ellenőrzésére az országos telemechanikai rendszer létrehozása után.

Bevezetés

A világon számos, igen jelentős hosszúságú és szállítókapacitású földgáztávvezeték, ill. gázvezeték-hálózat üzemel. Mivel a gáztávvezetékek nagy kiterjedésű fogyasztói körzetek gázellátását biztosítják, az automatizált irányítás, ellenőrzés a gáztávvezetékeknél rendkívül fontos [1]. A méreteikben egyre növekvő vezetékhálózatok konvencionális vizsgálati és ellenőrzési költségei aránytalanul növekednének, ha nem kerülne sor korszerű ellenőrzési módszerek bevezetésére. Kétségtelen tény, hogy ma már bizonyos méret felett a vezetékhálózatok irányító és ellenőrző rendszerének szükséges eleme a számítógép [2, 3].

A vezetékellenőrzés témakörében a legdöntőbb kérdések egyike a vezetékhálózat szivárgási, ill. lyukadási pontjait felkutató módszerek, eljárások kidolgozása. A vezetékek ellenőrzésének az utóbbi években bekövetkezett fejlődésével együtt jár a felkutatott vezetéksérülések kijavítása, a vezetékek karbantartási problémájának megoldása. A vezetékhálózat ellenőrzésében elért fejlődés üzembiztonság szempontjából ugyanis csak akkor hasznosítható, ha sikerül a karbantartási munkákat a rendelkezésre álló pénzügyi, ill. munkaerő-kereteken belül az ellenőrzési programhoz hangolni [3].

A cikkben a külföldi tapasztalatok alapján körvonalazni kívánjuk a vezetéksérülések okait, körülményeit, valamint a lyukadásellenőrző módszerekkel szemben támasztott főbb követelményeket. A követelmények megfogalmazásakor eltekintettünk a „katasztrofális" üzemzavarok bekövetkezésének lehetőségétől; ilyen esetekben az optimális kerülőirányok megválasztásánál az előre kidolgozott — a tranziens szimuláció eredményeit felhasználó — intézkedési tervek nyújthatnak hatékony segítséget. Végezetül vázoljuk egy olyan lyukadásellenőrző számítógépi program fontosabb jellemzőit, amely alkalmas lehet a hazai gáztávvezeték-hálózat ellenőrzésére az országos telemechanikai rendszer (OTR) létrehozása után.

A vezetéksérülések okai

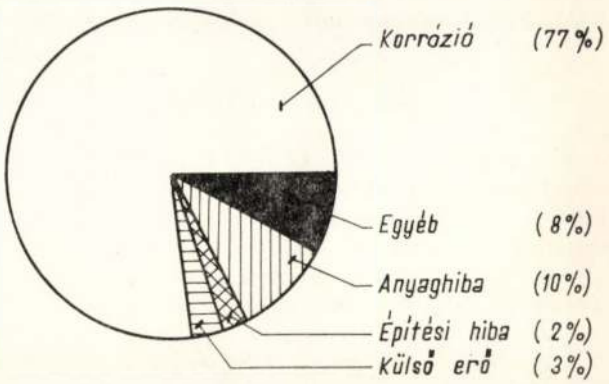
Csővezeték építésekor a műszakilag kifogástalan konstrukció létrehozása a cél. Ennek érdekében a tervezés kezdetétől a műszaki átadás időpontjáig tekintélyes számú anyagi és eljárási előírásnak kell eleget tenni. Az utóbbi 10 évben jelentős biztonságtechnikai haladást sikerült elérni az anyagismerettan, valamint az anyagvizsgálati módszerek fejlődése következtében. Mindezek ellenére a zavarmentes vezetéküzemeltetés elérése lehetetlen [3, 4].

A vezetéksérüléseket előidéző tényezők százalékos megoszlását egy amerikai statisztikai elemzés eredményei alapján mutatjuk be [5]. A vizsgálathoz szükséges adatokat az üzemeltetőknek az éves, ill. az esetenkénti jelentései alapján gyűjtötték össze.

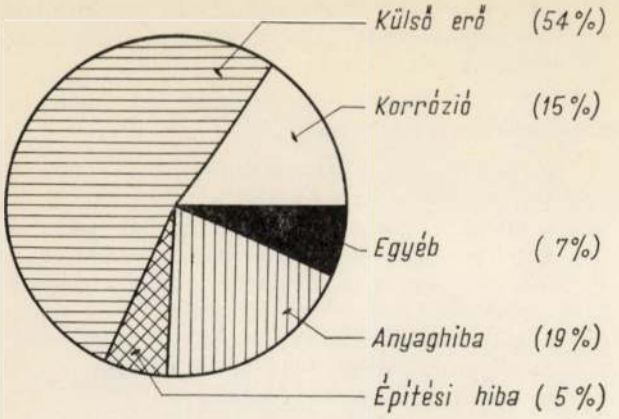
Az üzemeltetőknek esetenkénti jelentéseket csak jelentős anyagi kárral, ill. személyi sérüléssel együttjáró vezetéksérülések bekövetkezésekor kellett beküldeniük. Ezek a jelentések csak a vezetéksérüléssel kapcsolatos információkat tartalmaztak. Az éves jelentések a vezetékrendszer jellemzőit (vezetékhossz stb.) a kijavított vezetéksérülések összefoglaló adatait, vezetékellenőrzéssel kapcsolatos adatokat és egyéb vegyes információkat tartalmaztak. Az éves jelentések tehát valamennyi ismert vezetéksérülést feldolgoztak, beleszámítva az olyanokat is, amelyek esetenkénti bejelentést is igényeltek.

Az *1. és 2. ábra* a gáztávvezetékekre vonatkozóan mutatja be az éves jelentésekben, ill. az esetenként bejelentett vezetéksérülések okonkénti megoszlását négy év átlagában. A külső erőben a harmadik személy és a földmozgás együttesen szerepel.

Az *1. ábrából* kitűnik, hogy a vezetéksérülések többségét a korrózió okozza (77%). Valamennyi kiküszöbölt sérülés igen kis része tulajdonítható külső erőnek (3%). A *2. ábrából* látható, hogy az esetenként bejelentett sérüléseknél a legdöntőbb előidéző ok a külső erő (54%). Hangsúlyozni kívánjuk, hogy az *1. és 2. ábra* nem azonos vezetéksérülési számra van vonatkoztatva. Az *1. ábra* valamennyi ismert vezetéksérülésen belül, a *2. ábra* pedig csak ennek a sérülésszámnak kis részét — nem egészen 6%-át — kitevő sérülésszámra vonatkoztatva mutatja a megoszlást. (A jelentős anyagi kárral, ill. személyi sérüléssel együtt járó vezetéksérülések az összes felkutatott sérüléseknek csak kis részét te-



1. ábra
A vezetéksérülések okonkénti megoszlása éves jelentések alapján



2. ábra
A vezetéksérülések okonkénti megoszlása esetenkénti jelentések alapján

szik ki.) A két ábra a káresetet előidéző tényezőkre vonatkozóan minőségileg mást mond. Az *1. ábra* a vezetéksérülést előidéző tényezők gyakoriságát mutatja, a *2. ábra* a környezetveszélyeztető képességükre utal, azaz a „komoly természetű" sérülések számában való részarányukat szemlélteti.

Az ábrák együttesen egyértelműen mutatják, hogy a külső erők okozta sérülések viszonylag kis részét teszik ki a kiküszöbölt sérüléseknek. Az általuk okozott kár azonban az esetek túlnyomó többségében jelentős, vagyis olyan, amely esetenkénti bejelentést igényel. Másrészt az is megállapítható, hogy a „komoly természetű" vezetéksérülések viszonylag kisebb része korróziós eredetű, jóllehet a korróziós sérülések a leggyakoribbak.

A vezetéklyukadás után lejátszódó hidraulikai folyamat

A hidraulikai viszonyokban észrevehető változást természetesen csak a jelentős gázkiáramlást eredményező lyukak hoznak létre. A vezeték felszakadásakor a kiáramló gáz mennyisége időben a *3. ábra* szerint változik [6]. Eszerint a folyamat lejátszódásában három fázist különböztethetünk meg. A szakadás néhány másodperc alatt befejeződik, a kiáramló gáz mennyisége hirtelen nagy értéket ér el. Az első fázist követő szállító fázis alatt a kiáramló gáz mennyisége csaknem állandó. Ez a második fázis a sérült vezeték kiszakaszolásával (megfelelő tolózárak lezáródásakor) fejeződik be. Ezután következik a leürülési szakasz, amely lényegesen hosszabb ideig tart.

A lyukadás az áramlási sebesség hirtelen megnövekedését és a vezetéknyomás gyors csökkenését idézi elő a sérült hely közelében. A nyomáscsökkenés mértékét az alábbiak befolyásolják [7]:

— a vezeték nyomása a sérülés bekövetkezése előtt;
— a vezeték átmérője és hosszúsága;
— a lyuk nagysága;
— a sérülés helyétől mért távolság;
— a sérülés bekövetkezésétől eltelt idő;
— a gázsűrűség.

A vezetéksérülést követő nyomáscsökkenéssel kapcsolatban az alábbi megállapítások tehetők:

— a vezetéksérüléskor kiáramló gáz mindenkor csökkenti a vezetéknyomást;
— a nyomáscsökkenés sebessége a sérült szakasz közelében a legnagyobb;
— a változás az eltelt idő és a távolság növekedésével mérséklődik;
— a nyomáscsökkenési hullám terjedésekor, a hálózat hidraulikai viszonyaitól függően, a nem sérült szakaszokban is létrejöhet olyan nyomáscsökkenés, amely hasonló egy vezetéklyukadást követő állapothoz;
— nagyobb változások könnyebben érzékelhetők;
— kisebb nyomáscsökkenési sebességet nehezebb megbízhatóan megállapítani, és a normál üzem közbeni változásoktól megkülönböztetni;
— jelentős nyomásváltozás következhet be a normál vezetékműködés és a karbantartások időszakaszában is.

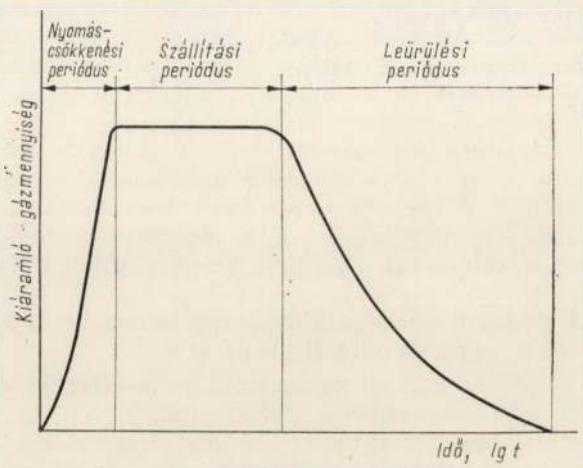
A méréstechnika követelményei

A csővezetékek sérülése a legtöbbször korróziós eredetű, ilyenkor kis szivárgások lépnek fel. Nagyobb nyílások keletkezhetnek nyomáscsúcsok, építőgépek stb. által előidézett vezetéksérüléskor. A csővezetékből ekkor a környezetbe kiáramló gázmennyiség rövid idő alatt is jelentős lehet. Olyan vezetéksérülések, amelyek ún. közepes szivárgásokat idéznek elő, nem gyakoriak [6]. A méréstechnika követelményei ezek szerint a következők:

1. igen kis szivárgások felderítése, amihez viszonylag hosszabb idő áll rendelkezésre;
2. nagyobb lyukak, ill. vezetéktörések legrövidebb időn belül való felkutatása.

Az 1. pont szerinti szivárgások feltárása célszerűen közvetlen műszeres eljárások alkalmazásával lehetséges. Ilyen esetekben a vezetéksérülés észlelése után célszerű a hibahelyek környezetveszélyeztető képességét meghatározni, és ennek alapján a javítások helyes sorrendjét megállapítani. A legjelentősebb veszélyeztető tényezőknek tekinthetők:

— a szivárgás mennyisége, amely elsősorban a sérülés mértékétől, az üzemnyomástól és a meghibásodási helyet körülvevő talaj szigetelő hatásától függ;



3. ábra
A vezetékszakadás helyén kiáramló gáz mennyiségének változása

— a kiáramló gáz szétterjedése a talajban;
— a meghibásodási helynek a környezetben elfoglalt helyzete.

E veszélyeztetési tényezők kombinációjával levezethető a szivárgáshelyek javításának sürgősségét kifejező mértékszám [3, 8, 9].

A második típusú nagyobb lyukadásokkimutatásának igen hatásos módja a telemechanikai rendszeren beérkező nyomásértékek központi ellenőrzése ún. határérték-figyeléssel. Ilyen módszerekkel megbízhatóan csak a térfogatáramnak kb. 10—20%-át elérő, ill. meghaladó gázkiáramlások érzékelhetők. A nagyobb lyukdetektáló képesség elérését akadályozzák az elkerülhetetlen mérési hibák, a kiegyenlítetlen hőmérséklet- és nyomásbefolyások és az áramló mennyiségek változása [10]. Egy adott módszer alkalmazásakor előre meg kell határozni, hogy

— a mérőhelyeket a vezeték mentén egymástól milyen távolságra célszerű telepíteni;
— a nyomásokat milyen pontossággal és milyen időközönként kell mérni.

Méréstechnikai szempontból a vezetéksérülés után lejátszódó hidraulikai folyamat elemzése alapján a következők állapíthatók meg. A *3. ábrán* vázolt folyamat első fázisában a nyomáscsökkenés — mint említettük — elsősorban a vezeték nyomásától, méreteitől, a szivárgáshely jellemzőitől függően megy végbe. Ez a fázis a sérülést követően nem rövidíthető le. A harmadik fázis akkor kezdődik, amikor a biztonsági berendezések jelzést kaptak és működésbe léptek. Ezután a feladatok a hibaelhárító operatív csoport hatáskörébe tartoznak. A méréstechnika feladata az, hogy a felismerési időt minél jobban lerövidítse, és ezzel a szállítási fázis időtartamát csökkentse [6].

A lyukadásellenőrző rendszerek jellemzői

Ha a gáz szállítását biztonságosan és gazdaságosan (mennyiségi veszteség nélkül) akarjuk megvalósítani, akkor az automatikus ellenőrző rendszerekre feltétlenül szükség van. Mivel a csővezetékek többsége méretben, működésben és környezetben egyaránt eltérő adottságú, az ellenőrzés különböző módszereinek kialakítására van szükség. Az automatikus ellenőrző rendszernek tökéletesnek kell lennie, a csővezeték biztonsága azonban nem csupán ellenőrzés kérdése. A vezetékhálózat irányításához, ellenőrzéséhez képzett szakemberekre van szükség, akik intézkedési hatáskörük területén magabiztosak.

Az automatikus vezetékellenőrzés az egyedi állomások és a vezetékvégpontok helyi műszerezésével kezdődött. A korszerű telemechanikai rendszerek és a számítógép megjelenése óta a centralizált vezetékhálózat-irányítás és -ellenőrzés került előtérbe [4, 11, 12, 13].

A korszerű lyukadásellenőrző rendszernek két alapvető követelményt kell kielégítenie [14]:

— kellően érzékeny legyen, hogy a viszonylag kisebb gázkiáramlásokat is gyorsan érzékelje;
— teljesen automatikus működésű legyen, azaz a sérült hely kiszakaszolásához emberi beavatkozásra ne legyen szükség. Ennek előfeltétele, hogy a rendszer különbséget tudjon tenni a normál üzemfeltételek változásával együtt járó és a lyukadás jelenlétére utaló rendellenes áramlási feltételek között.

Az optimális lyukadásellenőrző rendszer tulajdonságai a következők lennének [15]:

— a vészhelyzetet azonnal felismeri, és gyorsan izolálja a sérült vezetékszakaszt;
— a kiszakaszolás után megvizsgálja az optimális kerülőirányok megválasztásának lehetőségét, és meghatározza a minimális fogyasztói korlátozás mértékét;
— a korróziós lyukaktól egészen a vezetéktörésig alkalmas a sérülési helyek kimutatására;
— emberi felügyeletet nem igényel;
— ha csupán a termékveszteség csökkentését veszszük figyelembe, alkalmazása akkor is gazdaságos legyen.

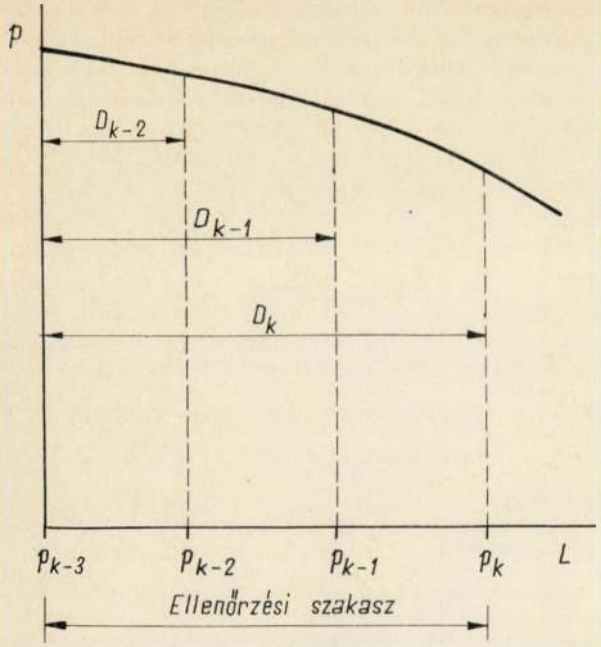
Ilyen adottságokat felmutató ideális ellenőrző rendszer nem létezik. A valóságban kompromisszumokról vagy arról lehet szó, hogy több mérési, ellenőrzési lehetőséget — amelyek egymást kiegészíthetik — kombinálunk egymással. Az alkalmazott ellenőrzési módszerek főbb jellemzői a következők [6]:

— mindenkor üzemképes és bekapcsolt állapotú;
— telemechanizált;
— az eljárás csőhossz-, átmérő-, vezetéknyomásfüggésű;
— kompresszorozási szünetek megengedettek;
— a hozam ingadozhat;
— az áramlási irány változhat;
— az eljárás csőhálózatra alkalmazható;
— a riasztás és a kikapcsolás automatikus;
— meghatározza és végrehajtja a hálózat kapcsolódásának változtatásához szükséges tolózárvezérlési utasításokat;
— a készülékektől nagy méréspontosságot vagy nagy kalibrálhatóságot követelünk meg;
— a lyukadás felismerése gyorsan történik;
— tetszőleges számú mérőhely alakítható ki:
— az ellenőrzési műveletek minden időpontban könnyen áttekinthetők;
— a kezelés nehéz, szakoktatást igényel.

A legmegfelelőbb ellenőrzési módszer a helyi adottságok alapján a különböző szempontok mérlegelésével alakítható ki.

A lyukadásellenőrző számítógépi program kidolgozásának szempontjai

Hazánkban a gáztávvezeték-rendszer központi lyukadásellenőrzése még nincs megvalósítva. Bár az igen jelentős gázkiáramlást eredményező lyukak „félautomatikus" felismerésére és kiszakaszolására a hálózat egyes részein van mód, a vezetékhálózat lyukadásának ellenőrzése lényegileg nyomvonalbejárással történik. A jelenleg alkalmazott módszer hátránya az, hogy jelentős munkaerőt köt le, ugyanakkor a vészhelyzet-felismerési idő nagy. E hátrányokat kiküszöbölő számítógépes központi ellenőrzés elengedhetetlen feltétele — a gyors, megbízható információgyűjtés — az országos telemechanikai rendszer (OTR) megépülése után teljesülni fog.



4. ábra
Nyomáskülönbségek ellenőrzése

Több lyukadásellenőrzési módszert vizsgáltunk, figyelembe véve hazai alkalmazhatóságuk lehetőségét. A legmegfelelőbb kiválasztását az ellenőrző rendszerek jellemzésekor felsorolt szempontok alapján végeztük. Célunk olyan ellenőrzési módszer megválasztása volt, amely az említett „követelményrendszert" a vezetéküzemeltetés gyakorlata szempontjából ítélve minél jobban kielégíti.

Az általunk legalkalmasabbnak tartott ellenőrzési módhoz a [16]-ban ismertetett eljárás állt legközelebb; az alkalmazott lyukdetektálási mód elvének lényege a következőkben foglalható össze. A vezetékhálózat ellenőrző pontjain mért nyomásértékek a telemechanikai rendszeren az ellenőrző központba kerülnek. Ott számítógép segítségével képezhetők az éppen ellenőrzött vezetékszakaszra vonatkozóan az alábbi különbségek *(4. ábra)*:

$$D_{k-2} = p_{k-3} - p_{k-2} \quad (1)$$

$$D_{k-1} = p_{k-3} - p_{k-1} \quad (2)$$

$$D_k = p_{k-3} - p_k, \quad (3)$$

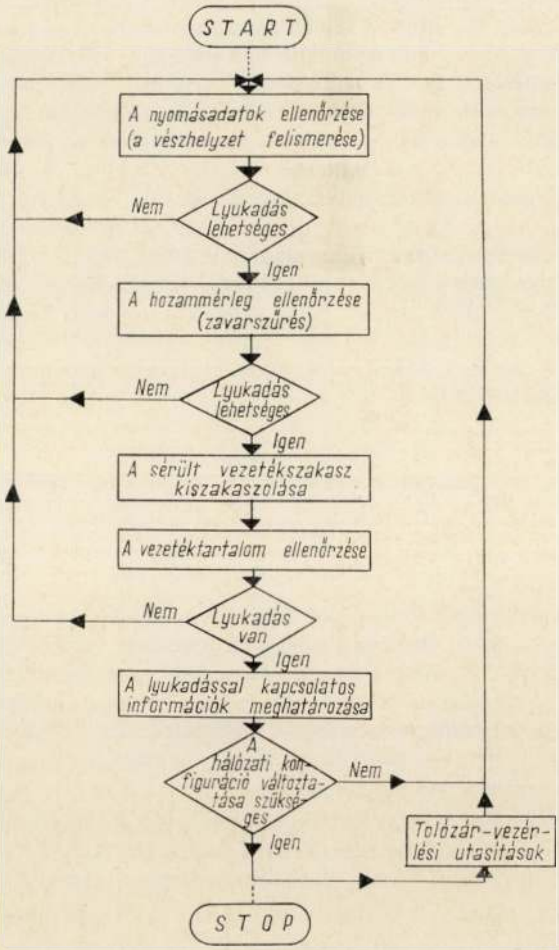
ahol p_k a k-adik mérésponton mért vezetéknyomás, D_k pedig a megfelelő méréspontok nyomáskülönbsége. Ha ezek közül kettő időben erősebben változik egy előre megadott értéknél, akkor fennáll a vezetéklyukadás veszélye. A lyukadás bekövetkezésének végleges, tényszerű megállapítása további két ellenőrzési szint feladata.

A hazai gáztávvezeték-rendszeren a lyukadás ellenőrzéséhez az említett módszernek az általunk továbbfejlesztett változatát javasoljuk. Az ellenőrző program működésének lényege a következő.

A program három ellenőrzési szintnek megfelelően ellenőrzi a nyomásokat a vezeték mentén. Az első ellenőrzési szintnek megfelelően történik az ellenőrzés mindaddig, amíg nem észlelhető a nyomások rendellenes változása (a vészhelyzet felismerése). Ekkor a program megvizsgálja, hogy a nyomásértékek rendellenes változását valóban lyukadás okozta-e, vagy pedig az üzemviszonyok változása eredményezte (zavarszűrés). Ha a második ellenőrzési szinten a program megbízható döntést hozni nem képes, akkor a hibás vezetékszakaszt kiszakaszolja, majd a végleges döntést a harmadik ellenőrzési lépcsőben hozza meg (a vezetéktartalom ellenőrzése). Ha a harmadik ellenőrzési lépcsőben a lyukadás ténye nem igazolódik, akkor a program az első ellenőrzési szintnek megfelelően végzi tovább a vezetékhálózat ellenőrzését. Ellenkező esetben a vezetéksérüléssel kapcsolatos információk meghatározása után megvizsgálja, hogy milyen hálózati konfigurációváltoztatások szükségesek. A tolózárvezérlési utasítások kiadása után az ellenőrzés ismét az első szintnek megfelelően történik. A program működésének folyamatát az *5. ábra* mutatja.

A program részletes kidolgozásakor még az alábbi főbb szempontok figyelembevételére van szükség:

- a program a változás jellege szerint ellenőrizze a beérkező nyomásadatok helyességét;
- a hálózat különböző pontjain egy ellenőrzési ciklusban jelentkező zavarjelzések között különbséget tudjon tenni;
- határozza meg a vezetéksérülés helyét;
- ismerje fel a vezetéksérülést akkor is, ha az egy ellenőrzési időciklus alatt nem eredményez vészjelzést;



5. ábra
A számítógépi program blokksémája

— a mérőhelyek „lekérdezésének" sorrendjét rangsorolni tudja, ill. szükség esetén megváltoztatja;

— a hibás vezetékszakasz kiszakaszolásakor, ill. a vezetékhálózat konfigurációjának változtatásakor a szükséges tolózár-vezérlési utasításokat önállóan tudja kiadni;

— az automatikus ellenőrzés bizonyos hálózatrészeken meghatározott ideig (pl. a karbantartás időtartamára) szüneteltethető legyen.

A fentiekben elvben vázolt számítógépi programot az NME olajtermelési tanszékén úgy dolgoztuk ki, hogy a TGFS jelzésű tranziens programhoz a csatlakoztatás lehetősége biztosított [17]. A program bemenő adatai a vezetékhálózat geometriai jellemzőin és néhány vezérlőparaméteren kívül az ellenőrzési pontokon mért nyomásértékek és a csomóponti fogyasztások. A nyomások és fogyasztások szükséges mérési pontossága kb. 1%, ill. 2—3%. A program lyukdetektálási pontossága függ még a mérési pontok egymástól való távolságától (10—25 km) és a méréspontok közötti nyomáskülönbségek változásának megengedett határértékétől (0,1—1,0 bar/időciklus), valamint az ellenőrzési időciklusok nagyságától (30—180 s). E paraméterek kedvező megválasztása esetén a vezetékáramnak kb. 10%-át elérő, ill. azt meghaladó gázkiáramlások mutathatók ki.

A megfelelő input-output illesztéssel a későbbiekben on-line üzemmódban is felhasználható programot úgy ellenőriztük, hogy a telemechanikai rendszert a tranziens gázáramlást szimuláló számítógépi programmal helyettesítettük. A tranziens program segítségével ugyanis mintahálózatokon a feltételezett üzemzavarok (vezetéklyukadás, kompresszorleállás) hatása jól leképezhető, a vezeték mentén mérhető nyomások idősorai előállíthatók, lyukszalagra vihetők. Az ellenőrző program pedig az adott időciklushoz tartozó nyomás- és terhelésadatokat lyukszalagról éppúgy tudja kezelni, mintha azok a telemechanikai rendszeren érkeztek volna az ellenőrző központba. A program üzemszerű használata előtt azonban még számos „illesztési" vizsgálatra, esetleg a kidolgozott módszer további finomítására lesz szükség.

Gáztávvezetékek üzemeltetésénél az üzembiztonság növeléséhez korszerű, megbízható lyukadásellenőrző módszerekre van szükség, amelyek az adott lehetőségeken belül a karbantartási tevékenységekkel összhangba hozhatók. Az üzembiztonság az ellenőrzési módszerek alkalmazásán túlmenően azonban az üzemeltetők szakképzettségi szintjének emelésével és a vezetéksérülések bekövetkezésének megelőzését célzó módszerek alkalmazásával is növelhető.

IRODALOM

[1] *Schimpf, H. G.:* Die Bedeutung der Fernwirktechnik in Gasverteilernetzen. Das Gas- u. Wasserfach GE *6* 275—9 (1974).

[2] Annual automation symposium. Pipe Line News *11* 24—9 (1973).

[3] *Volz, P.:* Das Überwachen von Gasrohrleitungen. Das Gas- u. Wasserfach GE *7* 341—8 (1972).

[4] *Hofbauer, K.—Ohlendorf, H. J.:* Überwachung und Instandhaltung von Erdgasleitungen. Erdöl Erdgas Z. *11* 377—82 (1971).

[5] *Devine, M. D.—Purswell, J. L.—Bae, H. M.:* Data analysis from OPS information system helps improve safety. Pipeline a. Gas J. *4* 3—10 (1976).

[6] *Kreiss, M.:* Schnelle Erkennung von Leckagen an Rohrfernleitungen. Erdöl u. Kohle *7* 402—8 (1972).

[7] PLI Staff: Electronic system improves gas line break control. Pipe Line Ind. *4* 31—3 (1973).

[8] *Eynon, S. B.:* Developing an efficient leakage control program. Gas *7* 55—7 (1970).

[9] *Eynon, S, B.:* How to control gas distribution leaks. Pipe Line Ind. *12* 40—2 (1971).

[10] *Siebert, H.—Isermann, R.:* Leckerkennung und -lokalisierung bei Pipelines durch On-line-Korrelation mit einem Prozessrechner. Regelungstechnik *3* 69—74 (1977).

[11] *Rigby, P.:* Trends in pipeline supervisory control. Pipes and Pipelines Int. *8* 29—33 (1972).

[12] *Takatsu, R.—Sugaya, S.—Kokan, N. K. K.:* Automatic pipeline control advances in Japan. Oil a . Gas J. *3* 54, 56, 58, 59 (1977).

[13] *McCaroll, A. B.:* True computer system plays a big role in pipeline control. Oil a. Gas J. *25* 130—2, 137 (1971).

[14] *O'Donell, J. P.:* Leak detection serves vital area. Oil a. Gas J. *30* 33—5 (1972).

[15] *Covington, M. T.:* Detecting line breaks at compressor station. Oil a. Gas J. *45* 71—3 (1973).

[16] *Mittendorf, H.—Schlemm, F.:* Prozessrechnereinsatz zur Leitungsüberwachung in Ferngasnetzen. Erdöl Erdgas Z. *11* 383—96 (1971).

[17] *Tihanyi L.:* Gázszállító rendszer áramlási viszonyainak szimulálása. NME Miskolc, 1979. Kézirat.

Felhívás

A Magyar Éremgyűjtők Egyesülete kiadja a magyar bányászati és kohászati jellegű emlékérmek képes gyűjteményét. A kiadványba fel kívánják venni mindazokat a bányászati és kohászati jellegű érméket, amelyeket az egyesületek, trösztök, vállalatok, kutatóintézetek, egyetemek, múzeumok adtak ki bármilyen szakmai eseménnyel kapcsolatban.

Felkérjük a szakosztályok, bizottságok, helyi csoportok vezetőit és egyesületünk tagságát, hogy a birtokukban levő érmek és egyéb éremtani adatok közlésével tegyék lehetővé a kiadvány sikeres megjelentetését.

A megjelentetésre javasolt érmékkel kapcsolatban a következő adatokra van szükség:

— az érem rövid leírása,

— a kiadáshoz fűződő alkalom és időpont megjelölése,

— az érem anyagának és méretének megadása,

— az érem tervezőjének és kivitelezőjének megjelölése,

— az érem, vagy az arról készült fénykép beküldése.

A fenti adatokat az OMBKE titkárságára — az érembizottságnak címezve — kérjük megküldeni (Bp. VI., Anker köz 1. I. em. 103.) legkésőbb 1979. augusztus 31-ig.

Jó szerencsét!

AZ OMBKE elnöksége

Víztermelő kutak nyomásvizsgálata analitikus módszerekkel*

LAKATOS SÁNDOR

A tanulmány a viszonylag könnyen és biztonságosan megszerezhető kútvizsgálati alapadatokból kiindulva tárgyalja a mélységi nyomás meghatározásának lehetőségét.

Gázos kutak esetén a szerző a gáztörvényeken, illetve a gázoldékonysági törvényszerűségeken alapuló korrekciós eljárást javasolja.

A termelő kutakban végzett nyomásvizsgálatok egyik célja lehet a statikus és az üzemi nyomás meghatározása adott szintre vonatkozóan.

A statikus, illetve az üzemi nyomás meghatározásának kézenfekvő módszere a mélységi nyomásmérés a kútba leeresztett megfelelő műszerrel. E módszert a hidrogeológia a szénhidrogén-kutatás területéről vette át. Az alkalmazhatóság feltételei a két kutatási területen azonban nem egyformák. A szénhidrogéntelepek lokálisak, a nyomásanomáliák nagyok és időbeli változásuk a leművelés függvényében viszonylag gyors.

Ellenkező a helyzet a víztermelő szintek zöménél, mert a rétegnyomás számottevő térbeli és időbeli változásával nem számolhatunk. Az említett körülményekből következik, hogy hidrogeológiai kutatásoknál a mélységi nyomásmérésekkel kapcsolatos követelmények nagyobbak, mint ami a szénhidrogén-kutatás területén általában szükséges. Pl. $\pm 0{,}5\%$-os mérési pontosság egy 2000 m mély termálkútnál közelítően ± 10 m vízoszlopnyomásnak felel meg. Ilyen pontossággal pedig a hidrogeológiai kutatás igényei rendszerint nem elégíthetők ki.

A mélységi nyomásmérés nagy szakértelmet és technikai felkészültséget igénylő, igen költséges művelet. Egy meghatározott pontosság elérése azonban nemcsak műszertechnikai feladat. A lyukműszert leeresztő drót vagy kábel pontatlan méréséből eredő hiba esetleg nagyobb lehet, mint amekkora az alkalmazott műszer pontosságából adódik.

Mindenesetre nem nehéz megállapítani, hogy a jelenlegi gyakorlat szerint folyó mélységi nyomásmérések pontossági foka — csupán méréstechnikai szempontból nézve — végső soron ellenőrizhetetlen. Ezt a körülményt régi mérési anyagok feldolgozásánál sem szabad szem elől téveszteni.

A műszeres mélységi nyomásmérésekkel kapcsolatos problémák miatt, de a műszeres mélységi nyomásmérések ellenőrzése céljából is, egyre jobban előtérbe kerül a mélységi nyomás analitikus, azaz számítással történő meghatározása. Erre kétféle lehetőség mutatkozik:

1. leállított kút esetén a kutat kitöltő folyadékoszlop fizikai sajátosságaiból és a kútfejnyomásból, illetve a nyugalmi szintből kiindulva;
2. működő kút esetén néhány hozam—kútfejnyomás, illetve hozam—vízszint adatpárból, a folyadékoszlop súrlódási nyomásveszteségéből kiindulva, a számított üzemi nyomások $Q=0$ hozamra történő extrapolálásával.

* Az OMBKE kőolaj-, földgáz- és vízszakosztályának XVI. vándorgyűlésén, 1977. szept. 26-án Balatonfüreden elhangzott előadás. (A szerkesztő.)

Ahhoz azonban, hogy az analitikus módszerektől jó eredményt kapjunk, megfelelő alapadatokra van szükség. Ezek megszerzése azonban megközelítően sem jelent akkora méréstechnikai problémát, mint a műszeres mélységi nyomásméréseké, és a pontossági követelmények sem olyan szigorúak.

Az analitikus módszereknél a mélységi hőmérséklet értéke az, amit tényleges kútvizsgálatokkal kell megszerezni.

Az üzemi nyomás meghatározásához elégséges egy „kifolyó" és egy „mélységi" hőmérsékleti adat. Miután ezek egymáshoz elég közeli értékek, a számításoknál lineáris interpolációt lehet alkalmazni. Jóval problematikusabb a megfelelő hőmérsékleti adatok megszerzése leállított kút esetén a szinte követhetetlen, nem állandósult termikus folyamatok miatt. Az analitikus módszer ezért csak akkor alkalmazható, ha a vizsgált kút „gyors beállású", azaz a kút leállítását követően a kút olyan gyorsan kerül nyugalmi állapotba, hogy erre az időre vonatkozóan számottevő hőmérséklet-változással nem kell számolni.

A vízsűrűség meghatározása

A kút menti hőmérséklet ismeretében a gyakorlatot rendszerint kielégítő pontossággal határozható meg a mélységi víz sűrűsége. Számításba kell venni természetesen a víz kompresszibilitását és az oldott sók mennyiségét is.

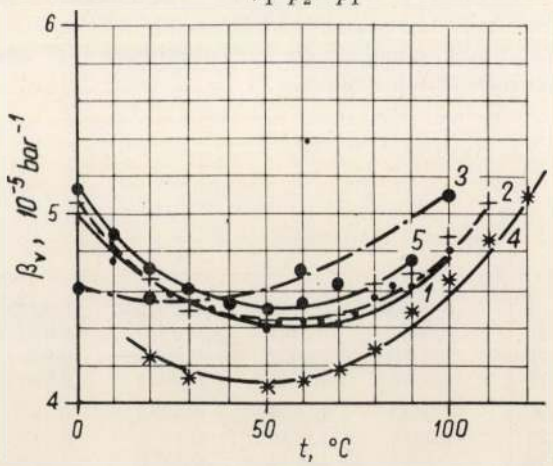
A víz kismértékben összenyomható folyadék; kompresszibilitása β_v hőmérsékletfüggő (*1. ábra*).

Amint az *1. ábrán* is látható, a különböző forrásokból származó adatok eléggé szórnak. Ez részben magyarázható azzal, hogy a

$$\beta_v = -\frac{1}{V}\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}p}$$

összefüggést a

$$\beta_v = \frac{1}{V_1}\frac{V_1 - V_2}{p_2 - p_1}$$



1. ábra

A víz kompresszibilitásának alakulása: 1—handbook of chemistry and physics [7]; 2 — G. S. Kell [8]; 3 — American Institute of Physics Handbook [4]; 4 — G. Long—G. L. Chierici [3]; 5 — Szpravocsnik himika [9]

Bar	ml/g								
	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C	140 °C	160 °C
1	1,0002	1,0020	1,0079	1,0170	1,0289	1,0434			
25	0,9991	1,0009	1,0068	1,0159	1,0277	1,0421	1,0590	1,0785	1,1007
50	0,9980	0,9989	1,0057	1,0147	1,0265	1,0408	1,0576	1,0769	1,0989
75	0,9968	0,9982	1,0046	1,0136	1,0253	1,0396	1,0562	1,0754	1,0972
100	0,9957	0,9976	1,0034	1,0124	1,0241	1,0383	1,0548	1,0738	1,0954
125	0,9946	0,9965	1,0024	1,0113	1,0230	1,0370	1,0535	1,0723	1,0937
150	0,9935	0,9955	1,0013	1,0102	1,0218	1,0358	1,0521	1,0708	1,0920
175		0,9944	1,0002	1,0091	1,0207	1,0346	1,0508	1,0694	1,0904
200	0,9914	0,9934	0,9992	1,0080	1,0195	1,0334	1,0495	1,0679	1,0887
250	0,9893	0,9913	0,9971	1,0059	1,0173	1,0310	1,0469	1,0650	1,0855
300	0,9873	0,9893	0,9950	1,0038	1,0151	1,0286	1,0444	1,0622	1,0824
350	0,9853	0,9873	0,9930	1,0017	1,0129	1,0264	1,0419	1,0595	1,0793

[1] *American Institute of Physics Handbook*, 1963. 2—164.

kapcsolat szerint kell megközelíteni, és így β_v értéke függ a vizsgálatnál kiválasztott p_2-p_1 intervallumtól is.

A vízben oldott gázok hatása a kompresszibilitásra

$$\beta_{vg} = \beta_v(1+\varepsilon S_g) \qquad (1)$$

összefüggés szerint vehető figyelembe, ahol ε értéke *Dodson* és *Standing* [1] szerint 0,055. *Namiot* és *Bondareva* [2] metán és szén-dioxid esetén $\varepsilon=0{,}01$ értéket ad meg. Ezek az adatok arra utalnak, hogy a számításba jöhető gáztelítettségeknél az oldott gáz hatása a kompresszibilitásra elhanyagolhatóan kicsi.

Az oldott sók a víz kompresszibilitását csökkentik, mértéke azonban a számításba jöhető koncentrációk mellett szintén elhanyagolható [3]. A sókoncentráció vízsűrűségre gyakorolt hatása a

$$\varrho(t,p,c) = (t,p)+0{,}062\cdot c \qquad (2)$$

közelítő formulával vehető figyelembe, ahol c jelenti a vízben oldott sók mennyiségét g/l-ben.

A desztillált víz fajlagos térfogatának és sűrűségének alakulását a hőmérséklet és a nyomás függvényében az *1. táblázat* [3, 4] adja meg. A közölt táblázat és a (2) összefüggés segítségével kúthidraulikai számítások céljaira jól felhasználható diagram alakítható ki (*2. ábra*). Használatát nyíl mutatja.

Kúthidraulikai számítások céljaira a vízsűrűség

$$\varrho(t,p,c) = (1-5{,}1\cdot t\cdot 10^{-5}-3{,}8\cdot t^2\cdot 10^{-6})+$$
$$+0{,}015\cdot t^3\cdot 10^{-7}+$$
$$+(5-2\cdot t\cdot 10^{-2}+2\cdot t^2\cdot 10^{-4})p\cdot 10^{-5}+$$
$$+6{,}9\cdot 10^{-4}\cdot c \quad \text{g/cm}^3 \qquad (3)$$

közelítő formulával is kiszámítható, ahol p — nyomás, bar, t — hőmérséklet, °C és c — sókoncentráció, g/l.

A gázosság figyelembevétele

A számítással történő mélységi nyomásmeghatározásnál jelenleg a legnagyobb problémát a gázos vizek jelentik. Az ilyen vizet adó kútnál a kútszelvényben a gáz vagy oldott, vagy oldott és szabad állapotban van jelen.

A vízsűrűség kiszámításánál viszonylag egyszerű a helyzet, ha a vízben csak oldott gáz van. A leggyakoribb gázféleségek közül a CO_2 növeli, a CH_4, N_2 és O_2 csökkentik a vízsűrűséget. Az ezzel kapcsolatban közölt diagramból (*3. ábra*) kiolvasható hogy,

— a szén-dioxid a saját térfogatával kb. azonos mennyiségű metánt és nitrogént kompenzál;
— a számításba jövő esetekben az oldott gázok hatása elhanyagolható.

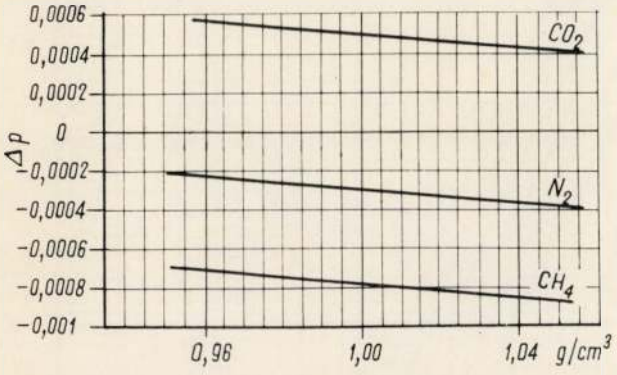
Víz-

Bar	g/cm³								
	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C	140 °C	160 °C
1	0,9980	0,9980	0,9922	0,9833	0,9719	0,9584			
25	1,0009	0,9991	0,9932	0,9843	0,9730	0,9596	0,9443	0,9272	0,9085
50	1,0020	1,0002	0,9943	0,9855	0,9742	0,9608	0,9455	0,9286	0,9100
75	1,0032	1,0018	0,9954	0,9866	0,9753	0,9619	0,9468	0,9299	0,9114
100	1,0043	1,0024	0,9966	0,9878	0,9765	0,9631	0,9480	0,9313	0,9129
125	1,0054	1,0035	0,9976	0,9888	0,9775	0,9643	0,9492	0,9326	0,9143
150	1,0065	1,0045	0,9870	0,9899	0,9787	0,9654	0,9505	0,9339	0,9158
175		1,0056	0,9980	0,9910	0,9797	0,9666	0,9517	0,9351	0,9171
200	1,0087	1,0066	1,0008	0,9921	0,9809	0,9677	0,9528	0,9364	0,9185
250	1,0108	1,0088	1,0029	0,9941	0,9830	0,9699	0,9552	0,9390	0,9212
300	1,0129	1,0108	1,0050	0,9962	0,9851	0,9722	0,9575	0,9414	0,9239
350	1,0149	1,0129	1,0071	0,9983	0,9873	0,9743	0,9598	0,9438	0,9265

térfogata[1]

1. táblázat

ml/g									
180 °C	200 °C	220 °C	240 °C	260 °C	280 °C	300 °C	320 °C	340 °C	360 °C
1,1262	1,1555	1,1897							
1,1241	1,1530	1,1866	1,2264	1,2747	1,3285				
1,1221	1,1506	1,1836	1,2225	1,2694	1,3213				
1,1200	1,1482	1,1806	1,2187	1,2644	1,3146	1,3965			
1,1181	1,1458	1,1778	1,2150	1,2596	1,3082	1,3860	1,4882		
1,1161	1,1435	1,1749	1,2115	1,2549	1,3020	1,3764	1,4712	1,6287	
1,1142	1,1412	1,1722	1,2080	1,2505	1,2962	1,3675	1,4563	1,5943	
1,1123	1,1390	1,1694	1,2047	1,2461		1,3591	1,4428	1,5671	1,8140
1,1086	1,1346	1,1642	1,1982	1,2379	1,2854	1,3438	1,4192	1,5243	1,6905
1,1050	1,1304	1,1592	1,1921	1,2302	1,2754	1,3303	1,3992	1,4908	1,6232
1,1015	1,1263	1,1544	1,1862	1,2230	1,2662	1,3181	1,3816	1,4631	1,5758



3. ábra
Sűrűségváltozás 1 m³/m³ gáztelítettségre vonatkozóan [5]

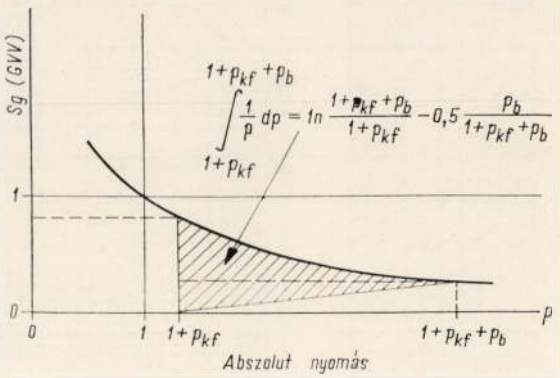
Más a helyzet abban az esetben, ha a kútszelvényben szabad gáz is van jelen. Ilyen eset akkor áll elő, ha a feláramló gázos víznél a p_b telítőnyomás (vagy buborékpontnyomás) nagyobb lesz, mint a környezeti nyomás, tehát a kút buborékpont fölötti zónájában. A buborékpont fölött a nyomáscsökkenés függvényében egyre több és több gáz válik ki a feláramló gázos rétegvízből, következésként a kútszelvényt kitöltő közeg sűrűsége egyre csökken.

Feltételezve, hogy a buborékpont és a kútszáj között a hőmérséklet állandó, az oldott gáz kiválása a nyomáscsökkenéssel arányos, továbbá a buborékok feláramlási sebessége egyenletes, a kutat kitöltő folyadékoszlop nyomáscsökkenésének meghatározására a következő összefüggés adható meg:

$$\Delta p = 0{,}5 \times$$

$$\times\left(1+\frac{t}{273}\right) S_g \Sigma \frac{V}{V_i}\left(\ln\frac{p_i+1+p_{kf}}{1+p_{kf}} - 0{,}5\,\frac{p_i}{p_i+1+p_{kf}}\right), \quad (4)$$

ahol t — átlaghőmérséklet a buborékpont és a kútfej között, °C; S_g — gáztelítettség, m³/m³; V/V_i — az i gázkomponens térfogataránya; p_i — az i gázkomponens parciális nyomása, bar; p_{kf} — kútfejnyomás, bar. A (4) összefüggéshez a *4. ábra* szolgál magyarázatul.

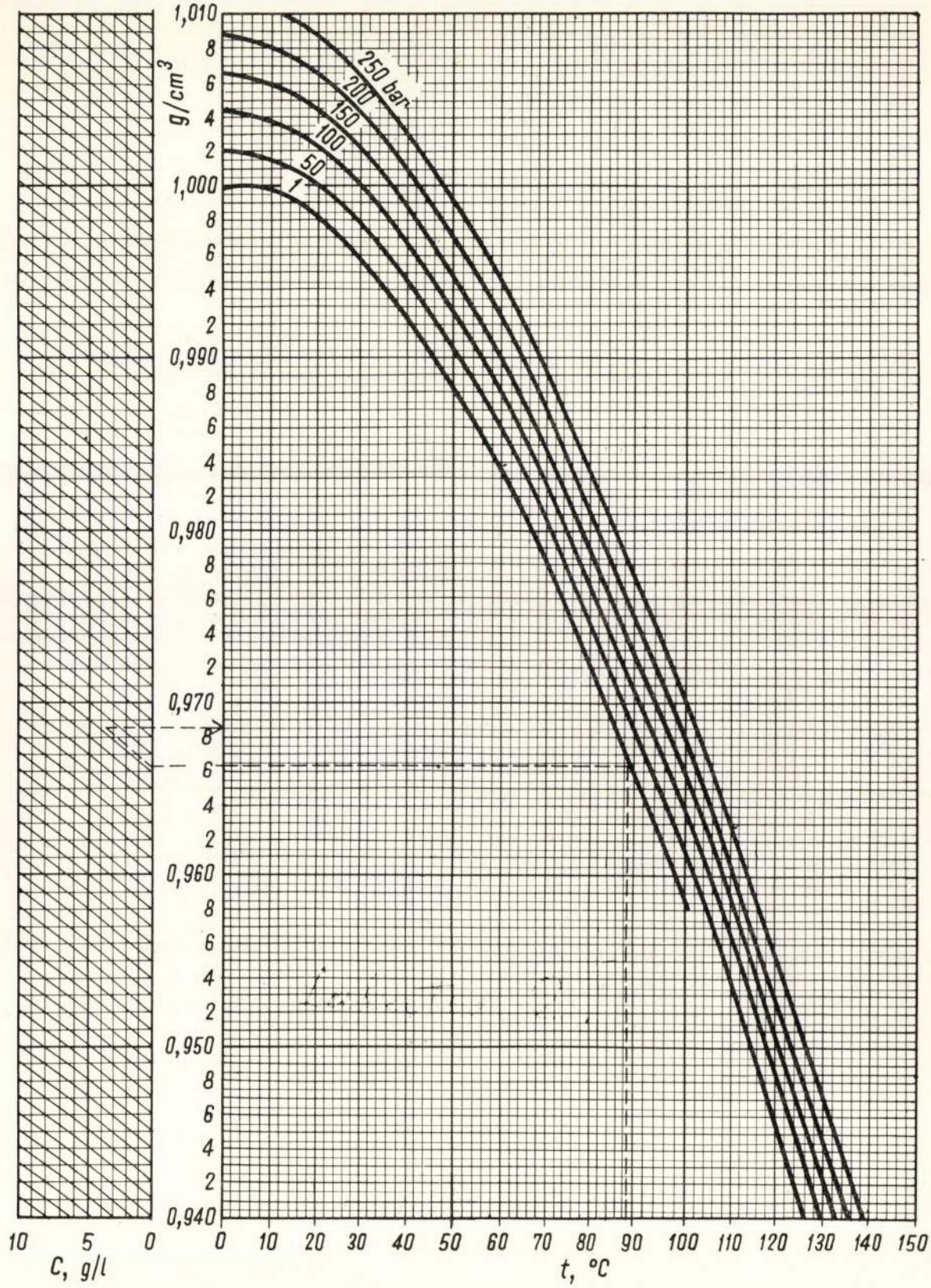


4. ábra
Szemléltető ábra a gázkorrekció kialakításához

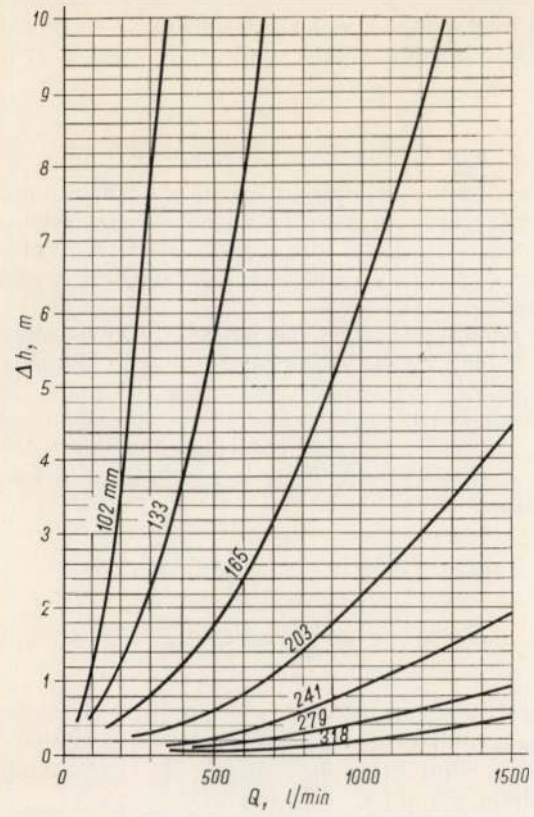
sűrűség

2. táblázat

g/cm³									
180 °C	200 °C	220 °C	240 °C	260 °C	280 °C	300 °C	320 °C	340 °C	360 °C
0,8819	0,8654	0,8405							
0,8896	0,8673	0,8427	0,8154	0,7845	0,7527				
0,8912	0,8691	0,8449	0,8180	0,7878	0,7568				
0,8929	0,8709	0,8470	0,8205	0,7909	0,7607	0,7161			
0,8944	0,8728	0,8490	0,8230	0,7939	0,7644	0,7215	0,6720		
0,8960	0,8745	0,8511	0,8254	0,7969	0,7681	0,7265	0,6797	0,6140	
0,8975	0,8763	0,8531	0,8278	0,7997	0,7715	0,7313	0,6867	0,6272	
0,8990	0,8780	0,8551	0,8301	0,8025		0,7358	0,6931	0,6381	0,5518
0,9020	0,8814	0,8590	0,8346	0,8079	0,7780	0,7442	0,7046	0,6560	0,5915
0,9050	0,8846	0,8627	0,8389	0,8129	0,7841	0,7517	0,7147	0,6708	0,6161
0,9079	0,8879	0,8663	0,8430	0,8177	0,7898	0,7587	0,7238	0,6835	0,6346



2. ábra
A vízsűrűség alakulása



5. ábra
1000 m hosszú, melegen hengerelt, varrat nélküli béléscsőben (MSZ 3160—53) előálló súrlódási nyomásveszteség vízoszlopmagasságban kifejezve

Ha a vizsgált kút vizében nincs számottevő mennyiségű, jól oldódó gáz (CO_2, H_2S), a (4) összefüggés egyszerűbb alakra is hozható:

$$\Delta p = 0{,}5\left(1+\frac{t}{273}\right)S_g\left[\ln\frac{p_b+1+p_{kf}}{1+p_{kf}}-0{,}5\right], \quad (5)$$

ahol p_b — buborékpontnyomás, bar.

A súrlódási nyomásveszteség

Az üzemi nyomás kiszámításánál additív tagként szerepel az a nyomásveszteség, amit a feláramló víz okoz a béléscsőben. Ennek meghatározása a kútszerkezet és a hozam ismeretében elfogadható pontossággal lehetséges. A szakirodalomban fellelhető számos félempirikus eljárás közül *E. A. Grikevicsnek* [6] a *Darcy—Weisbach*-összefüggésen alapuló

$$\Delta l = 30{,}9\,\frac{Q^{1{,}85}L}{d^5} \quad (6)$$

formulája ajánlható, ahol Δl — vízoszlopmagasságban kifejezett nyomásveszteség, m; Q — hozam, l/s; L — a béléscső hossza, m és d — a béléscső átmérője, cm.

A hazai kútépítési gyakorlatban leghasználatosabb béléscsőféleségekre adja meg a súrlódási nyomásveszteséget az *5.* és *6. ábra.*

A mélységi nyomásmeghatározás menete

Az analitikus mélységi nyomásmeghatározás módszerének bemutatását az alábbi tényleges példa szolgálja.

Alapadatok

Hozam l/min	Termelés óra	Kútfejnyomás bar	Hőmérséklet, °C	
			kifolyó	1900 m-ben
630	12	0,31	87,0	102
460	12	1,75	85,0	
280	12	2,65	77,5	
100	12	3,28	55,6	

a béléscső átmérője 6 5/8″
gáz—víz viszony 0,46 m³/m³
gázösszetétel, % CH_4 — 27 (125 cm³/l)
N_2 — 6 (28 cm³/l)
O_2 — 1 (3 cm³/l)
CO_2 — 66 (300 cm³/l)
sókoncentráció 3214 mg/l.

Meghatározandó 1900 m mélységre vonatkozóan az egyes hozamlépcsőhöz tartozó üzemi nyomás, valamint a kapott adatok alapján a kút statikus nyomása.

Vízsűrűség[1]**:**

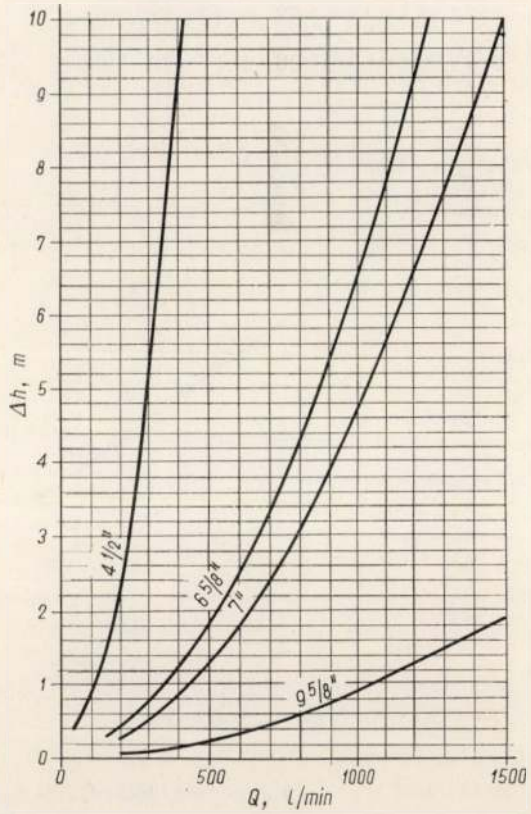
$$\varrho^{1900\ m}_{102\ °C} = 0{,}9676\ g/cm^3$$

$$\varrho^{0\ m}_{87\ °C} = 0{,}9695\ g/cm^3$$

$$\varrho^{0\ m}_{85\ °C} = 0{,}9700\ g/cm^3$$

$$\varrho^{0\ m}_{77{,}5\ °C} = 0{,}9750\ g/cm^3$$

$$\varrho^{0\ m}_{55{,}6\ °C} = 0{,}9870\ g/cm^3.$$



6. ábra
1000 m hosszú, melegen hengerelt, varrat nélküli béléscsőben (MSZ 5123) előálló súrlódási nyomásveszteség vízoszlopmagasságban kifejezve

[1] A *2. ábra* diagramja alapján.

Parciális nyomás[2]:

$$p_{CH_4} = 7{,}0 \text{ bar}$$

$$p_{N_2} = 2{,}8 \text{ bar}$$

$$p_{O_2} = 0{,}2 \text{ bar}$$

$$p_{CO_2} = 1{,}1 \text{ bar.}$$

Gázkorrekció[3]:

630 l/min hozamnál	0,25 bar
460 l/min hozamnál	0,15 bar
280 l/min hozamnál	0,12 bar
100 l/min hozamnál	0,11 bar

Súrlódási nyomásveszteség[4]:

630 l/min hozamnál	0,53 bar
460 l/min hozamnál	0,30 bar
280 l/min hozamnál	0,12 bar
100 l/min hozamnál	0,03 bar

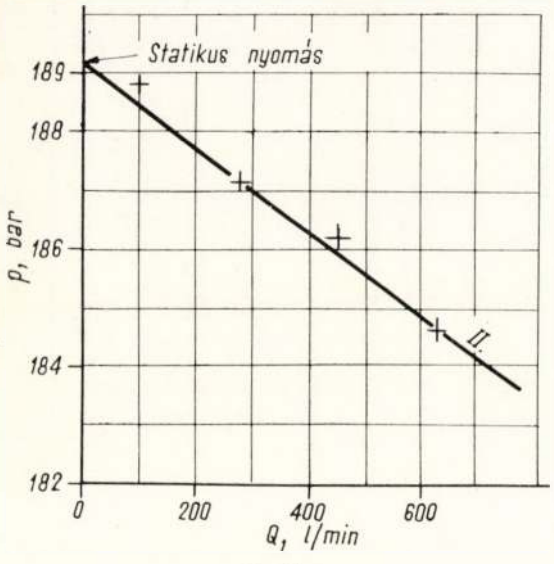
Végül a kiszámított részadatok alapján az egyes hozamokhoz tartozó üzemi nyomások[5]:

184,02+0,53+0,31−0,25=184,61bar

184,07+0,30+1,75−0,15=185,97bar

184,55+0,12+2,68−0,12=187,22bar

195,69+0,03+3,28−0,11=188,89bar



7. ábra
Nyomásalakulás a vizsgált kútban

[2] $p_i = V_i/\alpha_i$, ahol α_i — az i komponens oldékonysági mutatója.

[3] A (4) formula alapján, de az egyszerűbb számítás kedvéért a három nehezen oldódó gáz parciális nyomása összevonva.

[4] A *6. ábra* diagramja alapján.

[5] A mélységi és a kifolyó víz sűrűségének középértékéből számított nyomás+súrlódási nyomásveszteség+kútfejnyomás−−gázkorrekció=üzemi nyomás.

A kiszámított üzemi nyomások alapján adódó hozamgörbét, illetve annak Q=0 hozamra történő extrapolációja alapján adódó statikus nyomást a *7. ábra* adja meg.

További analitikus lehetőségek

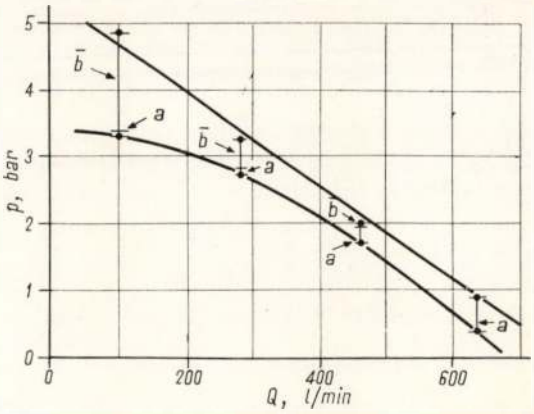
A víz fizikai sajátosságaival és a kúthidraulikával kapcsolatos törvényszerűségek további analitikus vizsgálati lehetőségeket is biztosítanak. Ilyen pl. a kútfejen mérhető adatokból a „mélységi" hozamgörbe meghatározása.

Az analitikus vizsgálódás lehetősége abból adódik, hogy a mélységi nyomásmérések alapján adódó és a kútfejen mért nyomások (vagy vízszintek) alapján adódó hozamgörbék közötti különbség a *súrlódási nyomásveszteségből* és a folyadékoszlop lehűlése miatt előálló *kontrakcióból* tevődik össze. Utóbbi hatás a kútfejnyomást

$$\Delta p'' \cong \left(\frac{\varrho_k + \varrho_t}{2} - \frac{\varrho_{k,\max} + \varrho_t}{2}\right) 0{,}1 \cdot L =$$

$$= \frac{\varrho_k - \varrho_{k,\max}}{2} 0{,}1 \cdot L \qquad (7)$$

értékkel csökkenti, ahol $\varrho_{k,\max}$ — a kifolyó víz sűrűsége a legnagyobb hozamnál, g/cm³; ϱ_k — a kifolyó víz sűrűsége adott hozamnál, g/cm³; ϱ_t — vízsűrűség a kúttalpon, g/cm³; L — kúttalpmélység, m.



8. ábra
Kútfejnyomásból kialakított „mélységi" hozamgörbe

A vázolt analitikus lehetőséget a mintapéldával kapcsolatban a *8. ábra* szemlélteti. Az I. görbe a kútfejnyomások alapján kialakított hozamgörbe. Felmérve erre az egyes hozamlépcsőknél adódó súrlódási nyomásveszteséget (a) és a (7) összefüggés szerint kiszámított nyomáskorrekciót (b), megszerkeszthető a „mélységi" hozamgörbe (II).

IRODALOM

[1] *Dodson, C.—Standing, M.:* Pressure—volume—temperature relations for natural gas—water mixtures. API Drilling and Prod. Practice, 1944.

[2] *Namiot, A. Ju.—Bondareva, M. M.:* Rasztvorimoszt' gazov v vode pod davleniem. Gosztoptehizdat, Moszkva, 1963.

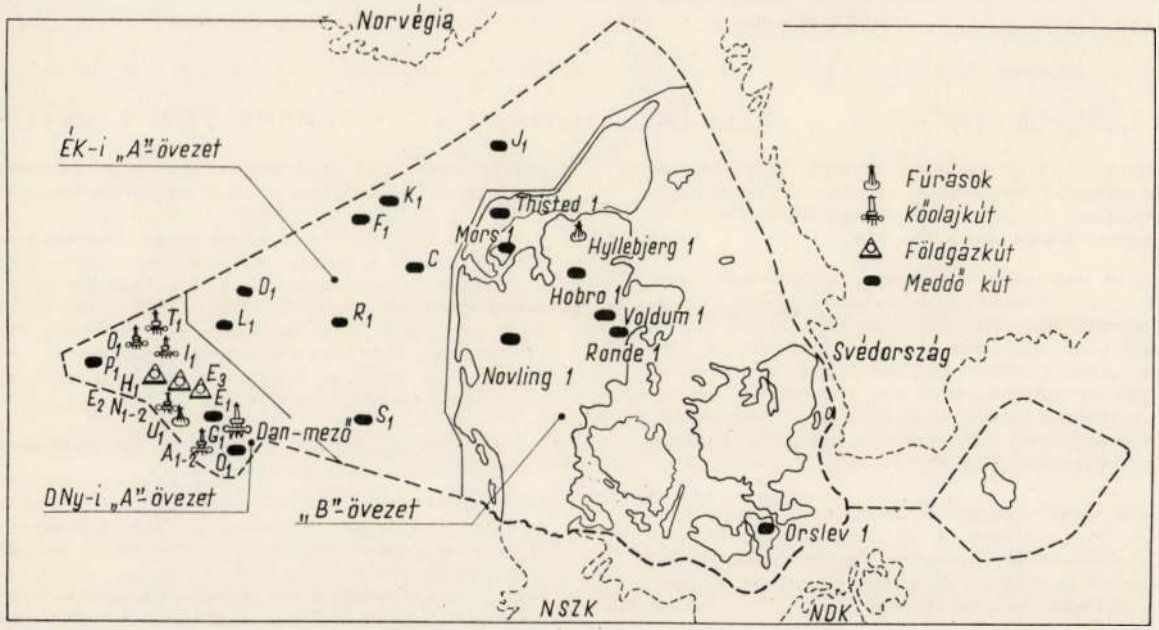
[3] *Long, G.—Chierici, G. L.:* Compressibilite et masse specifique des eaux de gisement dans les conditions des gisements. 5th World Petroleum Congress, New York, 1959.

[4] American Institute of Physics, Handbook. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York—Toronto—London, 1963.

[5] *Szubbota, M. J. i dr.:* Metodü obrabotki i interpretacii gidrogeologicseszkih iszszledovanij v neftegazopoiszkovüh celjah. Nedra, Moszkva, 1972.
[6] *Grikevics, E. A.:* Vlijanie gidravlicseszkih szoprotivlenij szkvazsinü na pritok vodü. Zinante, Riga, 1969.
[7] Handbook of chemistry and physics. 54th ed. 1973—74. F—14.
[8] *Kell, G. S.:* Volume properties of ordinary water. J. of Chemical and Eng. Data *12* 67—8 (1967).
[9] Szpravocsnik himika. Tom I. Himija, Leningrad, 1971.

KÜLFÖLDI HÍREK

Eredményesek az Északi-tenger dán szektorának szénhidrogén-kutatásai is



Az A. P. Moller cég még 1962-ben megszerezte a dán szárazföldi és az Északi-tenger dán szektorában levő offshore-területeknek kőolaj- és földgázkutatási és kitermelési jogát. Az APM — a Shell és a felelős Gulf céggel — szervezte meg a „Danks Undergrund Consortium" -ot (a DUC-ot). 1963-ban befejezték a dán kontinentális talapzat szeizmikus mérésének első fázisát. Néhány év múlva a Chevron és Texaco cégek is csatlakoztak a csoporthoz, a tengeri előfordulások kiaknázását illetően.

1970-ben az északi-tengeri dán területeket felosztották északkeleti és délnyugati kutatási övezetekre. Az előbbiben a Chevron, az utóbbiban a Gulf lett a vállalkozó.

Dánia — összhangban a Nemzetközi Bíróság 1969. évi határozatával — egyezményt kötött a Német Szövetségi Köztársasággal az offshore-területek államközi határait illetően. A megállapodás egyik pontját legutóbb realizálták, amikor a legdélibb dán szektorral határos egyik övezetet a Német Szövetségi Köztársasághoz csatolták. Azt az övezetet tehát, amely magába foglalja a DOA-1X jelű kőolajtelepet, a Deutsches Offshore Konsortium cégnek adták át. 1974-ben a Gulf Oil visszavonult a dániai tengeri területekről.

A DUC által kivitelezett tizenötödik kutatófúrás lemélyítése során fedezték fel az ún. „Dan"-mezőt Esbjerg várostól 200 km-re nyugatra, és 170 km-re az ismert norvég mezőtől, Ekofisktől. 1972-ben a kutat bevonták a termelésbe *(1. ábra)*.

A fúrást 42,7 m tengermélységnél telepítették. Azóta — főként szerkezeti viszonyok tisztázására — további 53 fúrást mélyítettek, s közülük 18 bizonyult produktívnak.

A mező az Északi-tenger harmadkori medencéjének keleti szárnyán helyezkedik el, közel a közbenső tektonikai árok tengelyéhez, amelyet perm- és krétaidőszaki üledékek töltenek ki. A tároló felső része felső krétaidőszaki összlet. A szerkezetben tárolt kőolaj 30° API sűrűségű, és csak kevés kén (0,29%) tartalmaz.

A dán szénhidrogénmezőkön 1977-ben öt fúrófedélzet dolgozott. Ezek az év vége felé évi mintegy 500 ezer t kőolajat adtak A, D, és E fúrófedélzetek termelése révén. 1978-ra a termelés állítólag évi 650—700 ezer tonnára nőhet. További három új fúrófedélzet érkezett a helyszínre, de a maximális termelési szint (950 ezer t) elérését csak 1980-ra várják. Ezt a mennyiséget azonban a hatodik (F jelű) fúrófedélzet munkába állásával, azaz összességében 24 fúrással és hat fúrófedélzet segítségével irányozták elő.

A termelőkutak hozamának fenntartása céljából savas rétegrepesztést, „sand frac" eljárást alkalmaznak.

A dán földgázvagyon kitermelését gyakorlatilag még nem kezdték meg, jóllehet több sorozat kutatófúrás megalapozott reményeket támasztott. Több gázmező készleteit már nyilvántartásba vették. Ilyenek a Bent-H és a Cora-E mező, mindkettő mintegy 40 km-re van északnyugatra a Dan-mezőtől. E gázkészletek értékelésében azonban nézeteltérés támadt a DUC cég és a dán állam között. Amíg az előbbi becslése szerint az együttes fölgázvagyon itt 22,8—38,6 milliárd m^3-re tehető, a hivatalos felmérés szerint ez a mennyiség 41,0 milliárd m^3-t tesz ki.

Jelenleg — bár végleges döntést e kérdésben még nem hoztak — a földgáznak az egész ország területét behálózó csővezetékes elosztására készítenek terveket. A terv kivitelezésének költségeit előzetesen mintegy tíz milliárd dán koronára becsülték. Az illetékes Kereskedelemügyi Minisztériumban abban bíznak, hogy sikerül megállapodásra jutniuk a DUC céggel a fúrásokat, a termelést és a földgáznak az offshore-előfordulásokról való csővezetéki elszállítását illetően. Végső határidőként 1978. május 1-ét jelölték meg. A Danks Olie og Naturgas nevű állami vállalat nemrég tett ajánlatot az egész országra kiterjedő csővezetékes gázelosztó rendszer kiépítésére. A cég a rendszer kialakításának keretösszegét — az első időszakot illetően — 10 milliárd dán koronában állapította meg, amelyből 5 milliárd koronát az állam és az APM-csoport bocsát rendelkezésre, további 5 milliárd koronát a tartományi és városi önkormányzati szervek teremtenek elő. A gázelosztó rendszert 1981—1983 között tervezik üzembe helyezni.

Petrole Information, 1978. okt.

Kassai Lajos

FELHÍVÁS CIKKÍRÓINKHOZ!

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete 1980. január 1-től az SI nemzetközi mértékegység-rendszer használatát írja elő.

Ennek megfelelően a jövőben csak olyan cikket fogadunk el közlésre, amely e rendeletnek eleget tesz.

Lapunk 1978. júliusi számában részletesen ismertettük az SI nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és a gyakorlatban való bevezetéséhez az átszámítási tényezőket.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

KÜLFÖLDI HÍREK

Szénhidrogén-termelés és készletek az Északi-tenger térségében

	1976	1977	1978	Készletek
a) Kőolajtermelés, Mt				
Nagy-Britannia	12,0	37,9	52,8	2200
Norvégia	13,7	13,7	17,8	800
Dánia	0,2	0,5	0,3	60
b) Földgáztermelés, Gm^3				
Nagy-Britannia	38,1	40,2	46	1400
Norvégia	—	1,3	14	790
Hollandia	2,5	5,5	7	300

Europe Oil-Telegram, 1979. 18. sz.

Szegesi K.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS

П. Бенкоци, инж.-газовик—*Г. Молнар*, инж.-газовик: **Моделирование гидравлики системы магистральных газопроводов высокого давления при помощи настольного калькулятора типа ЕМГ—666** ..... **Стр 225**

В работе излагается моделирование системы газопроводов с установившимся режимом работы. Результаты прохождения программ, разработанных для настольного калькулятора типа ЕМГ—666 могут быть прямо использованы или изменены диспетчером. Программы действительны в первую очередь для работы в зимний период, они облегчают проектирование газоснабжения в это время года, а также его практическое осуществление.

Ф. Торнёш, инж. механик—*Й. Патаки*, инж.-механик—*Э. Вег*, инж.-механик—*З. Флориан*, инж.-механик—*Л. Хильдебранд*, инж.-механик: **Направления и результаты развития выпуска продукции на Заводе задунайского нефтяного машиностроения** ..... **Стр. 228**

Описывается развитие завода, совершенствование ассортимента выпуска продукции, далее достигнутые в этой области результаты. За счет производства пакеров, запроектированных в ОГИЛ удовлетворяется широкая потребность в современных устройствах для исследования и оборудования скважин. Показывается также производство различных ловильных инструментов и шарошечных долот.

З. Биро, инж.-нефтяник: **Составление модели неоднородного коллектора с использованием срезки функций распределения** ..... **Стр. 234**

Петрофизическая обработка образцов пород из коллекторов углеводородов дает полезную информацию для формирования модели коллектора. Данные, полученные относительно пористых пород измерением, автор приближает с применением функций вероятности распределения. Средние данные о модели, составленной из плоскостей пласта расчитаются с использованием срезки функций распределения.
Керновые материалы из трещиноватых пород в большинстве случаев неполные, так как образцы по более крупным трещинам распадают, для проведения лабораторных измерений они непригодны. При изучении макрокернов дело осложняется с тем, что при малых размерах трещин определить первичную и вторичную пористость не представляется возможным. При определении средних петрофизических параметров указанные эффекты можно учитывать с применением срезки функций распределения.

Д-р *Г. Такач*, инж.-нефтяник—*Л. Балла*, инж.-нефтяник: **Простой метод расчета и номограмма для определения рабочего давления на забое газовых скважин** .... **Стр. 239**

Авторами приводится простой метод расчета и номограмма, непосредственно применяемые в промысловой практике для определения производительности газовых скважин. Разработанный способ расчета дает точность, соответствующая строгим методам, в то же время его потребность в вычислениях минимальна. Способ расчета забойного давления был осуществлен с помощью использования методов факториального проектирования экспериментов. Излагается метод факториального проектирования экспериментов, его применением подтверждается простота и точность использования метода, наконец приводятся возможности его дальнейшего развития.

Л. Гергей, инж.-нефтяник: **Контроль просвищевания в сети магистральных газопроводов** ..... **Стр. 244**

При эксплуатации газотрубопроводов важной задачей является увеличение надежности. Для достижения этого необходимо применять современные методы контроля просвищевания труб.
Коротко рассматриваются причины нарушения газопроводов, гидравлический процесс, происходящий после нарушения, основные требования к измерительной технике. Во второй части работы обобщаются более важные требования, предъявляемые к системам контроля просвищевания труб. Наконец сообщается о составлении программ для ЭВМ, пригодная для контроля просвищевания труб в отечественной сети магистральных газопроводов после создания государственной телемеханической системы.

Ш. Лакатош, геофизик: **Исследование давления в водяных скважинах с применением аналитических методов** ..... **Стр. 249**

В статье, исходя из относительно легко и надежно получаемых основных данных исследования скважин рассматривается возможность определения глубинного давления. В случае скважин с притоком газа предлагается способ коррекции, основанный на законах о газе или закономерностях по растворимости газов.

✳

Dipl.-Ing. *Péter Benkóczy*—Dipl.-Ing. *Gábor Molnár:* **Hydraulische Modellierung eines Hochdruck—Gasfernleitungssystems mittels des Tischkalkulators Typ EMG—666** .. **S. 225**

Die Studie behandelt die Modellierung des als im stationären Zustand befindlich betrachteten Gasleitungssystems. Die Ergebnisse des Durchlaufenlassens der für den Tischkalkulator Typ EMG—666 entwickelten Programme kann der bedienende Dispatcher sofort benutzen, bzw, beenflussen. Die Programme gelten hauptsächlich für den Winterbetrieb, deshalb erleichtern sie die Planung und die praktische Verwirklichung der Wintergaslieferung.

Dipl.-Ing. *Ferenc Tornyos*—Dipl.-Ing *József Pataki*—Dipl.-Ing. *Endre Végh*—Dipl.-Ing. *Zoltán Flórián*—Dipl.-Ing. *László Hildebrand:* **Tendenzen und Ergebnisse der Produktenentwicklung im DKG (Transdanubische Maschinenfabrik für die Erdölindustrie)** ..... **S. 228**

Die Verfasser schildern die Entwicklung des DKG, die auf dem Gebiet der Produktenentwicklung durchgeführte Modernisierung, ferner die auf diesem Gebiet erzielten Ergebnisse. Durch die Herstellung der im OGIL (Forschungsinstitut für Erdöl und Erdgas) entwickelten Packer wird ein modernes, zahlreiche Ansprüche zufriedenstellendes Werkzeug für Sondentest und Bohrlochkonstruktion auf den Markt geworfen. Die Herstellung verschiedener Fanggeräte und Rollenmeissel wird vorgeführt.

Dipl.-Ing. *Zoltán Bíró:* **Aufbau eines heterogenen Lagerstättenmodells durch Anwendung verstümmelter Verteilungsfunktionen** ..... **S. 234**

Die petrophysikalische Aufbereitung der aus Kohlenwasserstoff-Lagerstätten stammenden Bohrkerne liefert nützliche Informationen für die Ausbildung von Lagerstättenmodellen. Der Verfasser approximiert die Messdaten der porösen Gesteine durch Wahrscheinlichkeit--Verteilungsfunktionen. Die Durchschnittswerte des aus den Schichtflächen aufgebauten Modells werden durch Anwendung verstümmelter Verteilungsfunktionen kalkuliert.
Das Kernmaterial der Kluftgesteine ist in den meisten Fällen mangelhaft, da die Proben entlang der grösseren Risse zerfallen und für die Labormessung ungeeignet werden. Eine weitere Schwierigkeit bei den Untersuchungen von grossen Kernen ist, dass die primäre und sekundäre Porosität bei den kleinen Rissdimensionen nicht getrennt werden können. Bei Bestimmung der durchschnittlichen petrophysikalischen Parameter können beide Effekte durch Anwendung von verstümmelten Verteilungsfunktionen berücksichtigt werden.

Dr.-Ing. *Gábor Takács*—Dipl.-Ing. *László Balla:* **Einfache Kalkulationsmethode und Nomogramm zur Bestimmung des Strömungs-Bohrlochsohlendrucks von Gassonden** ... **S. 239**

Eine in der Feldpraxis unmittelbar anwendbare Berechnungsmethode und ein Nomogramm für die Bestimmung der Strömungskapazität der Gassonden werden beschrieben. Die entwickelte Berechnungsmethode gewährleistet eine Genauigkeit, die mit derselben der exakten Methoden identisch ist. Der Berechnungsbedarf ist jedoch minimal. Das Verfahren der Berechnung des Bohrlochsohlendrucks wurde durch Anwendung der Methoden der faktorialen Versuchsplanung verwirklicht. Die Methode der faktorialen Versuchsplanung wird dargelgt. Durch Anwendung dieser Methode wird die Einfachheit und Genauigkeit derselben bewiesen. Möglichkeiten der Weiterentwicklung werden vorgeführt.

Dipl.-Ing. *László Gergely:* **Kontrolle von Gasfernleitungen auf Leckwerden** ..... **S. 244**

Eine wichtige Aufgabe beim Betrieb von Gasfernleitungen bildet die Erhöhung der Betriebssicherheit. Dazu werden moderne Methoden für die Kontrolle auf Leckwerden benötigt.
Der Verfasser behandelt kurz die Ursachen der Fernleitungschädigungen, die nach der Schädigung vor sich gehenden hydraulischen Prozesse und die grundlegenden messtechnischen Forderungen. Im zweiten Teil des Artikels werden die gegenüber den Systemen für Leckkontrolle gestellten hauptsächlichen Forderungen zusammengefasst. Zum Schluss wird die Erarbeitung eines Rechnerprogramms beschrieben, das geeignet ist, nach dem Zustandebringen des staatlichen telemechanischen Systems das Leckwerden des einheimischen Gasfernleitungsnetzes zu kontrollieren.

Dipl.-Geophysiker *Sándor Lakatos:* **Druckprüfung von Wassersonden mittels analytischer Methoden** ..... **S. 249**

Der Beitrag behandelt die Möglichkeit der Bestimmung des Tiefdrucks ausgehend von den Grunddaten des Sondentestes, die verhältnismässig leicht und sicher eingeholt werden können.
Für den Fall der Gassonden schlägt der Verfasser ein auf den Gasgesetzen, bzw. auf den Gesetzmässigkeiten der Gaslöslichkeit basierendes Korrektionsverfahren vor.

Péter Benkóczy, Gas Eng.—*Gábor Molnár*, Gas Eng.: **Hydraulic modelling of a high-pressure gas pipeline system, using a Model EMG—666 desk calculator** ..... **p. 225**

The study discusses the modelling of the gas pipeline system considered to be in steady state. The results obtained by running the programs developed for the Model EMG—666 desk calculator can immediately be used and/or influenced by the operating dispatcher. The programs particularly apply to winter operation and thus facilitate planning and realizing winter gas supply.

Ferenc Tornyos, Mechanical Eng.—*József Pataki*, Mechanical Eng.—*Endre Végh*, Mechanical Eng.—*Zoltán Flórián*, Mechanical Eng.—*László Hildebrand*, Mechanical Eng: **Trends and results of product development at DKG (Transdanubian Machine Factory for the Petroleum Industry)** ..... **p. 228**

Development of DKG, modernization in the field of product development as well as results achieved are discussed. By producing packers designed at OGIL (Research Laboratory for Oil and Gas Industry), an up-to-date well testing and well construction tool satisfying a good many demands is put on the market. Production of various fishing tools and roller bits is shown.

Zoltán Bíró, Petroleum Eng.: **Structure of a heterogeneous reservoir model using truncated distribution functions** .. **p. 235**

The petrophysical processing of cores taken from hydrocarbon reservoirs supplies useful information for shaping the reservoir model. The author approaches the measuring data for porous rocks by probability distribution functions. The average data of the model constructed from parting planes are calculated by using truncated distribution functions.
The core material of fractured reservoirs is deficient in most cases since the cores disintegrate along the larger cracks and thus, they are unsuitable for laboratory measurements. A further difficulty with core examination in case of large cores is that the primary and secondary porosity cannot be separated when the dimensions of the fissures are small. When determining average petrophysical parameters, both effects can be taken into account by using truncated distribution functions.

Dr. *Gábor Takács*, Petroleum Eng.—*László Balla*, Petroleum Eng.: **A simple calculation method and graph determining bottom-hole flow pressures of gas wells** ..... **p. 236**

A simple calculation method and graph applicable in field practice for determining flow capacities of gas wells are described. The calculation method developed gives an accuracy identical to that of exact methods. Nevertheless, its calculation demand is minimum. The process for calculating bottom-hole pressure was realized by using the methods of factorial experiment design. The method of factorial experiment design is discussed and its simplicity and accuracy proved by its application. Possibilities of its further development are shown.

László Gergely, Petroleum Eng.: **Checking das pipeline network leakages** ..... **p. 244**

When operating gas pipelines, a major task is to increase operational safety. To achieve this, up-to-date methods for cheking leakages are needed.
Reasons of pipeline damages, hydraulic processes taking place following damages, basic measuring technics requirements are briefly discussed. In the second part of the paper, main requirements raised on leakage-checking systems are summed up. A computer programme is described suitable for checking leakages in the domestic gas pipeline network after having created the nation-wide telemechanical system.

Sándor Lakatos, Geophysicist: **Pressure tests by analytical methods in water producing wells** ..... **p. 249**

Starting from basic well test data obtainable comparatively with ease and safety, possibilities of determining pressure in deep zones are dicussed.
In case of gas-content wells, the author suggests a correction method based upron gas laws and/or gas solubility regularities.

OKGT

dh

ÁLLJ!

NE LEPLEZD A HIBÁKAT

MINDENT HIBA NÉLKÜL!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

30 éves a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 257—288 oldal BUDAPEST, 1979. SZEPTEMBER HÓ 9

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

BÁN ÁKOS — A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 30 éves a kőolaj- és földgáziparban ... 257

DANK VIKTOR—HINGL JÓZSEF — A szénhidrogén-kutatás és a fúrás terén a magyar—szovjet együttműködésben elért eredmények ... 262

HANGYÁL JÁNOS—FERENCZY IMRE — Magyar—szovjet együttműködés a szénhidrogéntelepek művelése, illetve a termelő- és szállítóberendezések létesítése terén ... 267

RÁCZ DÁNIEL — Tudományos kutatási együttműködés a szénhidrogén-bányászat területén ... 271

OLAJOS DEZSŐ—ZALKA LAJOS — A magyar—szovjet tudományos és műszaki együttműködés eredményei a hazai kőolajfeldolgozó iparban ... 274

BÁLINT VALÉR — A kőolaj- és gázipari létesítmények tervezésében kialakult magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés és eredményei ... 277

ZÁBRÁK SÁNDOR — Csővezeték-építési technológia ... 280

SZAKONYI GÉZA — A hazai olaj- és gáztávvezetékek üzemeltetése ... 283

Nekrológok ... 261, 279, 287
Egyesületi hírek ... 266, 270
Szakosztályi hírek ... 287
Külföldi hírek ... 288

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ... 288

A SZÁM SZERZŐI:

BÁLINT VALÉR dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); BÁN ÁKOS dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, vezérigazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest; DANK VIKTOR dr., okl. geológus, a műszaki tudományok kandidátusa, főgeológus (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); FERENCZY IMRE okl. olajmérnök, főtechnológus (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); HANGYÁL JÁNOS okl. olajmérnök, igazgató (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); HINGL JÓZSEF dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, főosztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); OLAJOS DEZSŐ okl. vegyészmérnök, főosztályvezető (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); RÁCZ DÁNIEL dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); SZAKONYI GÉZA okl. gépészmérnök, igazgató (Gáz- és Olajszállító Vállalat, Siófok); ZALKA LAJOS okl. vegyészmérnök, mb. igazgató (Nagynyomású Kísérleti Intézet, Százhalombatta); ZÁBRÁK SÁNDOR okl. olajmérnök, igazgató (Kőolajvezeték Építő Vállalat, Siófok).

A címeket KOVÁCS KÁROLY (német, angol) és SZEGESI KÁROLY (orosz) fordította.

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-3605 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF
Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 9. szám 1979. szeptember

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 30 éves a kőolaj- és földgáziparban

BÁN ÁKOS

A műszaki-tudományos együttműködés — amint azt a KGST legutóbbi jubileumi ülésszaka is hangsúlyozta — a szocialista országok között az egyik legaktívabb együttműködési forma. Alapvető célja az, hogy az együttműködő országok a saját népgazdaságuk egyes ágaiban elért tudományos és műszaki eredményekkel segítsék egymást, elkerüljék a párhuzamos fejlesztést, és erőforrásaikat közösen, tervszerűen, a legfontosabb feladatok megoldására összpontosítsák. Jelentős azért is, mert a modern kutatás igen számottevő eszközöket és szellemi kapacitást igényel, amelyet egy-egy állam külön-külön nehezen tudna biztosítani. A tudományos és műszaki együttműködés a KGST keretében és kétoldalú megegyezések alapján a tagországok között folyik. A két forma szoros egységben éri el a kívánt célt: jelentékeny megtakarítást időben, pénzben és szellemi ráfordításban.

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés keretében a Szovjetunió önzetlenül adta és adja át tudományos és műszaki tapasztalatait a magyar kőolaj- és gáziparnak. A geofizika, a szénhidrogén-kutatás és a fúrás, a termelés, a feldolgozás, a kőolajkémia terén elért fejlődésünk jelentős mértékben támaszkodott és támaszkodik a Szovjetunióval való tudományos és műszaki, valamint gazdasági együttműködésre. Jelentős segítséget kaptunk és kapunk az egyezmény keretében a szakemberek képzésében is.

Szénhidrogén-kutatás és -termelés

A magyar—szovjet együttműködés a technika és tudomány területén azzal a segítséggel kezdődött, amelyet a Szovjetunió az ország felszabadítása után nyújtott a magyar szénhidrogén-bányászatnak eszköz- és anyaghiányának pótlásában, a kutatás fokozásában és a szénhidrogén-termelés gyors fejlesztésében.

Az alföldi szénhidrogén-kutatás fellendülése a MANÁT (Magyar—Német Ásványolajművek Kft.) jogutódjaként 1946-ban megalakult MASZOVOL (Magyar—Szovjet Nyersolaj Rt.) vegyes vállalat nevéhez fűződik. Biharnagybajom és Mezőkeresztes kőolaj- és földgáz-előfordulásai bebizonyították, hogy az Alföld is reményteljes terület szénhidrogén kutatására. A MAORT (Magyar—Amerikai Olajipari Rt.) 1948. évi államosítása után, majd még inkább 1952—54 között, az ország egész területén kutató és termelő MASZOLAJ (Magyar—Szovjet Olajművek Rt.) új berendezésekkel látta el a kutatást és a termelést, hozzájárulva ezzel az 1950-ben felfedezett nagylengyeli olajmező gyors feltárásához és termelésbe állításához.

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés meghatározó szerepet játszott az olajipari kutatásokat szolgáló felszíni geofizikai kutatóbázis létrehozásában, tudományos-technikai színvonalának állandó fejlesztésében. A szénhidrogén-kutatás felszíni geofizikai mérési tevékenysége a felszabadulás előtti időszakban és a felszabadulást követő években gyakorlatilag csak az Eötvös-ingával végzett gravitációs módszerre terjedt ki. A jogelőd vállalatokból — az államosítást követően — megszervezett MASZOLAJ jelentette a hazai olajipari önálló geofizikai kutatás alapját. A szovjet szakértők segítségével megindult vállalati szervezés egyrészt megteremtette a kutatás szervezeti feltételeit, másrészt lehetőséget adott a szervezett szakemberképzésre, a hazai műszerfejlesztés megindítására. Úttörő jelentőségű volt, hogy ebben az időszakban indult meg kiterjedten a szeizmikus kutatás hazánkban, megteremtve ezzel a fúrásos kutatás előfeltételét, a nagy tömegű földtani iformációszolgáltatást.

Jóllehet a MASZOLAJ Geofizikai Vállalat mint közös magyar—szovjet olajipari kutatóintézmény csupán néhány évig működött, ezek az évek döntő

jelentőségűek felszíni geofizikai kutatásunk kialakításában. A jó munkakapcsolat a szovjet szakemberekkel fennmaradt a közös vállalat megszűnése után is. Ezek a kapcsolatok a különböző kutatási módszerek metodikai és műszertechnikai kérdéskörében voltak gyümölcsözőek (pl. RNP-technika, geoelektromos kutatás stb.).

A KGST-kapcsolatok erősödése fellendülést hozott, minőségileg megváltozott formában, a geofizikai kutatást érintő magyar—szovjet együttműködésben is. Az 1970-es évek elején megalakult a kőolaj- és gázipari állandó bizottság mellett működő koordinációs központ, amelynek számítástechnikai szekciójában több oldalú munkamegosztás formájában eredményes fejlesztési tevékenység indult meg és folyik ma is. E fejlesztés keretében valósul meg az egységes, számítógépre orientált speciális programrendszer.

Kapcsolatunk van továbbá a földtani állandó bizottság keretében is a szovjet, valamint a többi szocialista ország megfelelő intézményeivel a legaktuálisabb földtani problémák eredményes geofizikai kutatása céljából.

A közös magyar—szovjet kőolajkutató vállalat keretében a mélyfúrási geofizikai munka is teljes mértékben szovjet karotázs-módszerekre és műszerekre támaszkodva, a szovjet geofizikusok szakmai irányításával indult be. Azóta is ezek a hagyományok határozzák meg fejlődésünk további irányait. Az időközben létrehozott hazai karotázsműszer-fejlesztés és -gyártás mellett az olyan újabb, korszerű műszereket, mint a radioaktív indukciós kábelteszter jelenleg is a Szovjetuniótól vesszük át.

Konkrét segítséget jelent a világviszonylatban első helyen álló szovjet karotázsmódszerek (lyuktelevízió, alacsonyfrekvenciás akusztikus, magas hőállóságú indukciós) magyarországi alkalmazása és hasznosítása a szénhidrogén-bányászatban (Derecske, Sarkad, Kiha-ÉK).

Együttműködésünk egyik legfontosabb és a továbbiakban legperspektivikusabb területe a közös műszaki fejlesztés, ami a hőálló termelésgeofizikai eszközök terén már beindult. A magyar fél a hőálló integrált áramköröket, míg a szovjet fél a szondamechanikát adja. A jelenlegi igény szerint Magyarország kb. évi 800 lyukműszert gyártana a közös fejlesztés eredményeként.

Sikereket értünk el a MÁELGI közreműködésével adaptált alacsonyfrekvenciás akusztikus módszernek bonyolult tárolók (Sarkadkeresztúr, Kiha-É stb.) paramétereinek meghatározásában. Koordinációs központ keretében valósulnak meg az együttműködés fontos célkitűzései, úgymint a geofizikai adatok számítógépes feldolgozása, a karotázsértelmezési rendszer gépesítése, a programok közös fejlesztése. Eredményt várunk a szovjet félnek a mélyfúrási geofizikai koordinációs központhoz való csatlakozásától a magas hőállóságú lyukműszerek közös fejlesztésében.

Jelentős módszertani segítséget kaptunk a szovjet geofizikusoktól a hazai túlnyomásos zónáknak (Komádi, Álmosd, Makó stb.) karotázsszelvényekből való meghatározásához, és folyamatban van a szovjet rétegdőlés-mérési és gépi értelmezési rendszer hazai kipróbálása is.

A műszaki-tudományos együttműködés a mélyfúrás területén 1959-ben együttműködési szerződés megkötésével vált szervezett és rendszeres közös tevékenységgé. A szerződést a VNIIBT (Össz-szövetségi Fúrástechnikai Tudományos Kutatóintézet) és az OKGT kötötte a turbinás gyémánt- és a turbinás jet-fúrás kísérleti munkáira. Az 1960-as évek közepén az együttműködés jogi formája kibővült; a Magyar Népköztársaság Nehézipari Minisztériuma és a Szovjetunió Olajipari Minisztériuma kötött szerződést a műszaki-tudományos együttműködésre.

A szovjet szakemberek a technikai együttműködés alapján jelentős segítséget nyújtottak a kitörések leküzdésében is. Így 1957-ben a *Tótkomlós-9.* fúrás, 1961-ben a *Hajdúszoboszló-36.*, 1968-ban az *Algyő-1968.*, 1979-ben pedig a *Zsana-Észak-2.* fúrások kitörésének felszámolásában vettek részt szovjet szakemberek az olajtüzek elfojtására kifejlesztett speciális eszközökkel.

A mélyfúrás és a fúrásos kutatás területén a kialakult szervezeti formák között sokirányú közös tevékenység alakult ki, amely különböző eszközök kölcsönös cseréjével és közös kipróbálásával kezdődött, az eszközök, a fúrási eljárások és a technológiák közös fejlesztésével vagy kölcsönös cseréjével folytatódott. Ezek közül legjelentősebbek a következők:

A gázöblítéses fúrás technológiáját a Szovjetunióban dolgozták ki; Magyarországon több alkalommal kipróbálták, továbbfejlesztették. A fejlesztés a duplafalú fúrószárkészlet legyártása után üzemi kipróbálásra került.

Nagy lyuktalpeltérésű ferdefúrásokat mélyítettek az Algyő- és a Szeged-mezőben a Szovjetuniótól átvett technológiával és eszközökkel, ami lehetővé tette a lakott vagy beépített területek alatti szénhidrogénkészletek termelését.

A szabályozott nyomású fúrásmód fejlesztése érdekében kialakított, úgynevezett forgó tömszelence, valamint a fúrási paramétereket mérő és regisztráló műszercsoport a kiegyensúlyozott nyomású mélyfúrás technikájában és technológiájában nagy előrehaladást jelentett.

Fejlesztették a nagymélységű fúrások technikáját és technológiáját. Kipróbálás céljából kölcsönösen kicserélték egymás között a mélyfúrás eszközeit.

A fúrások optimalizálásához szükséges paraméterek mérését teszi lehetővé a VNIIBT-től kapott KUM—15 típusú vizsgálóberendezés; közös fejlesztés valósul meg a rétegek kizárását szolgáló mechanikus dugók, fémtömítős béléscsőakasztók kialakítása és használata terén.

A magyarországi fúrásos szénhidrogén-kutatás területén nagy jelentőséget tulajdonítunk az együttműködésen belül a csavarmenetes talpi motorok, valamint az asztalnyomaték-mérők átvételének és az üzemi tapasztalatok közös értékelésének.

Közösen fejlesztjük a fúrási vegyszereket, alapanyagokat, kutatjuk az öblítőfolyadék-rendszereket. Jelentős eredmények születtek pl. a polimer és inverzemulziós öblítőfolyadékok kidolgozásában.

A kőolajtermelés területén széles körű műszaki-tudományos együttműködés alakult ki a legjelentősebb telepművelési problémák megoldására. Az együttműködés keretében bonyolult fizikai, kémiai, földtani, termodinamikai és hidrodinamikai folyamatokat vizsgálnak a legkülönbözőbb típusú tárolókban. A közös kutatások célja a kőolajkihozatal növelése, a művelés

magas színvonalú tervezése. A kutatásokban a Szovjetunióban a VNII (Össz-szövetségi Kőolaj- és Gázipari Tudományos Kutatóintézet), Magyarországon pedig az OKGT-hez tartozó OGIL, az NKFV és a DKFV vettek részt.

Az 1950-es években az intézet szakemberei és a nagylengyeli mező művelésének magyar szakértői éveken keresztül voltak konzultációs kapcsolatban a tároló jobb megismerése és művelésének irányítása céljából. Együttműködésük a mező magas termelési szintjének fenntartását és a művelés során elért magas olajkihozatalt eredményezte.

Az 1960-as évek elején szovjet és magyar szakértők közösen vettek részt az ország új szénhidrogén-termelő területén, a Nagyalföldön felkutatott szénhidrogéntelepek vizsgálatában, művelésük tervezésében. Hajdúszoboszlón a gáz-csapadék rendszerű telepek vizsgálata, Pusztaföldváron pedig a nagy gázsapkás olajszegély leművelési tervének készítésében volt rendszeres konzultáció, hasznosítva a Szovjetunió Krasznodár és Volgograd környékén levő mezőin szerzett tapasztalatokat.

Az 1960-as évek végén Magyarország eddig legnagyobb szénhidrogénmezőjének, az algyői mezőnek felfedezése után a művelés tervezésével foglalkozó szakemberek együttműködése tovább erősödött. A magyar szakemberek elképzelését és terveit a Szovjetunióban már folyamatban levő, hasonló művelési technológiával egybevetve, kidolgozták a kétoldali vízelárasztásos művelés technológiáját. A terveket kölcsönösen megvitatták a kérdést magas színvonalon értő szovjet szakértőkkel, és véleményezte őket a VNII tudományos tanácsa is. A művelés során szerzett jelentős információkat a Szovjetunió szakemberei is felhasználhatták a hasonló, de sokkal nagyobb készletű, tyumenyi mezők művelés tervezésénél. A művelés 10 éve az együttműködés hasznosságát mutatja. Az eredmény: magas termelési ütem, több mint 10 éven keresztül évi 1 millió tonna kőolajtermelés; eddig hazánkban el nem ért végső olajkihozatal; a gázsapka elkülönült, jól szabályozható leművelése.

Az algyői mező hazai mértékkel mért igen jelentős gázkészletének kitermeléséhez a kijevi GIPROGAZ tervezőintézet készítette a gázelőkészítés és gazolinfeldolgozás berendezéseinek terveit, és szovjet üzemek gyártották azok túlnyomó részét. Nevezhető a technológiai tervezésnek ez a módja közösnek is: a tervezésnél felhasználták a magyar szakemberek észrevételeit, amelyeket a hajdúszoboszlói üzem tapasztalatai alapján tettek, és így világszínvonalon álló gázfeldolgozó üzem lépett termelésbe. Az elmúlt időszak üzemeltetése nagy hatékonyságú technológiai folyamatról és üzembiztonságról tanúskodik.

A tudományos kutatás és a kőolajtermelés hosszú idő óta összehangolt terv szerint folyik, amelynek legjelentősebb és legfontosabb része az olajkihozatal.

Magyarországon a természetes szén-dioxid-előfordulások felhasználásával jelentős haladás történt a szén-dioxid-gáznak és víznek rétegbe való besajtolása terén, ami az olajkihozatal növelését szolgálja. Üzemi kísérlet, majd széles körű üzemi alkalmazás kezdődött, amelynek folyamatát közösen értékelték. A Szovjetunióban a hatásmechnizmus vizsgálatával, a matematikai modellezés kölcsönös fejlesztéséhez szükséges elméleti és laboratóriumi vizsgálatokkal foglalkoztak. A magyar és szovjet szakértők 1967-tel kezdődően kidolgozták a kelet-tolumszki lelőhely olajának szén-dioxidos leművelési elveit, a tyumenyi terület szemividovszki CO_2-előfordulását.

Szoros és eredményes együttműködés alakult ki a termikus művelési eljárások kutatása területén. Magyar részről könnyűolajok in situ elégetését fejlesztették ki alacsony hőmérsékleten, adalék anyagok felhasználásával, a Szovjetunióban pedig az elégetés és a vízelárasztás kombinált alkalmazását kutatták: kidolgozták a nedves és szupernedves elégetés technológiáját. Mindkét eljárás célja az alacsony hőmérsékleten végbemenő oxidáció létrehozása, hogy minél kevesebb kőolaj égjen el a térségben, növelve ezzel az eljárás hatásfokát. Kölcsönösen részt vettek üzemi kísérletek tervezésében és értékelésükben. A begyújtáshoz közösen kialakított eszközöket használtak. Ennek köszönhető az, hogy a Demjén-mezőben üzemi alkalmazásra kerülhet sor a következő években, és közös kísérletet végeznek a Szovjetunió legnagyobb mezőjében, a Romaskino-mezőben.

Előrehaladott közös kutatások folynak felületaktív anyagok és poliakrilamid-oldatok alkalmazására olajkihozatal növelése céljából. Felületaktív anyagok híg, vizes oldatainak kutatásában a BasNIPINeft', a micellás oldatok kutatása terén pedig a VNII az együttműködő partnerintézmény. A kutatás kiterjed a hatóanyagok kiválasztására, a kedvező receptúrák kidolgozására, tervezési módszerek és üzemi kísérleti tervek közös konzultációira. A magyar és a szovjet szakemberek kicserélték kutatási eredményeiket a felületaktív anyag (petróleumszulfonát) gyártásának kérdéseiről is.

Együttműködésben fejlesztik az olajtelepek matematikai modellezését a két ország szakemberei. Összehasonlító vizsgálatokat végeznek a két fél által kifejlesztett modellezés eredményeinek értékelése céljából.

Ezenkívül számos kutatási területen van szervezett együttműködés olyan feladatok megoldására, amelyekhez a két fél eszközei és tapasztalatai kedvezően használhatók fel.

Szénhidrogének csővezetékes szállítása

A gazdasági fejlődés egyik ismert törvényszerűsége az energiafelhasználás növekedése. A fejlődés különböző szakaszaiban más és más energiahordozók kerülnek előtérbe a különböző ipari technológiák és készülékek fejlődésének függvényében. Az elmúlt években hazánkban az energiahordozók között gyorsan emelkedett a szénhidrogének aránya. A közlekedés fejlesztése, a mezőgazdaság gépesítése, a kulturáltabb fűtési eljárások elterjedése, a petrolkémiai ipar alapanyagellátása eredményezte a kőolajtermékek iránti igények növekedését.

Az energiafelhasználás 1950—1980 közötti százalékos megoszlását a táblázat mutatja.

Ezek az igények saját forrásain klegjobb kihasználása mellett is csak importtal elégíthetők ki. Ezt mindenekelőtt a Szovjetunió és Magyarország gazdasági, műszaki és kereskedelmi együttműködése teszi lehetővé.

	1950	1960	1965	1970	1975	1980 előirányzat
Szén	74,5	72,4	65,7	49,8	36,1	28,3
Kőolaj	7,5	18,5	22,0	29,4	38,2	39,7
Földgáz	3,5	2,7	6,3	13,6	19,1	24,3
Együtt	85,5	93,6	94,0	92,8	93,4	92,3
Egyéb	14,5	6,4	6,0	7,2	6,6	7,7

A Szovjetunió és hazánk közvetlen kapcsolatát a kőolajszállítás terén a Barátság vezetékrendszer teremtette meg. 1958-ban a KGST érdekelt tagállamai a Szovjetunió javaslatára elhatározták, hogy a növekvő kőolajszükségletek kielégítésére létrehoznak egy olyan vezetékrendszert, amelyen keresztül a Szovjetunió gazdag Volga menti lelőhelyeinek olaja eljut Lengyelországba, az NDK-ba, Csehszlovákiába és Magyarországra. Ez a vezetékrendszer vált azóta Barátság vezeték néven ismertté. A szovjet kőolaj áramlása hazánkba 1962-ben kezdődött meg a Barátság I. kőolajvezetéken.

Az energiastruktúra átalakulása következtében a kőolajigények tovább növekedtek. Az újabb szovjet—magyar megállapodás értelmében 1972-ben megépült a Barátság II. kőolajvezeték, melynek kapacitása kétszerese — 10 Mt/év — a Barátság I. kőolajvezetékének, és intenzifikálással tovább növelhető.

Az ország földgázszükséglete csak hazai termelésből nem volt fedezhető. Megállapodás jött létre a Szovjetunió és a Magyar Népköztársaság kormánya között 1971. november 16-án a Testvériség földgázvezeték építésében való együttműködésre; és 1975-ben megindult a szovjet földgázimport évi 1 milliárd nm^3-rel.

Később az európai szocialista államok a Szovjetunió kezdeményezésére megállapodást írtak alá az orenburgi gázvezeték közös megépítésére. Az orenburgi gázvezeték üzembe helyezésére 1978 utolsó hónapjában került sor. 1979-ben 1,6, 1980-ban 2,8 milliárd nm^3 földgáz érkezésével lehet számolni ezen a vezetéken, így az összes importföldgáz 3,8 milliárd nm^3 lesz évente.

A kőolajtermék-igények biztonságosabb kielégítését szolgálta az a magyar—szovjet műszaki-gazdasági egyezmény, amelynek értelmében a Szovjetunió egyre növekvő mennyiségben kőolajterméket szállít hazánkba. A termékszállítás gazdaságos lebonyolítására termékvezeték kiépítésére került sor a szovjet határ és Leninváros között.

A vezetékrendszerek bővülésével és építésével kapcsolatos rendszeres tapasztalatcserék nagy üzembiztonságot és hatékony üzemelést eredményeznek.

Kőolaj-feldolgozás

A magyar—szovjet műszaki-tudományos kapcsolatok a kőolaj-feldolgozó ipar témáiban lényegileg még 1946-ban, de szélesebb alapokon 1949-ben kezdődtek. Ezek a kapcsolatok az első években nyilvánvalóan nem elmélyült kutatómunkában nyilvánultak meg, hanem elsősorban a hazai finomítók helyreállítását, üzembe helyezését, majd később bővítésének, korszesítésének előkészítését célozták.

Amikor 1949-ben megalakult a KGST, a magyar kőolaj-feldolgozó ipar kapacitása évi 1 Mt volt, míg 1979 végére, a magyar—szovjet tudományos-műszaki együttműködés 30 éves évfordulójára a kőolaj-feldolgozó ipar kapacitása hazánkban eléri a 15 Mt/év szintet.

A kőolajellátás terén nagy jelentőségű fordulatot jelentett, hogy 1951-ben megkezdődött a Szovjetunió önzetlen segítsége révén az ausztriai matzeni kőolaj importja, amely nemcsak a kőolaj-feldolgozás folyamatos fejlődését tette lehetővé, de igen jelentős szerepe volt kenőolajgyártásunk fejlődésében is.

A nyersanyagellátás szempontjából döntő jelentőségű volt, hogy 1956 szeptemberében megalakult a KGST kőolaj- és gázipari állandó bizottsága. A bizottság elemző munkája és ajánlásai alapján a Szovjetunió megkezdte a KGST kőolajhiánnyal küszködő országaiba az évről évre növekvő mennyiségű kőolaj szállítását.

Kőolaj-feldolgozó iparunk a szovjet kőolajimport lehetőségének tudatában megkezdhette nyersanyagellátásának távlati tervezését, és ezzel lehetővé vált az iparfejlesztési tervek perspektivikus előkészítése.

Nagy jelentőségű volt, hogy e munka során megismerhettük a nagy múltú szovjet olajipar tapasztalatait, sőt a Szovjetunió korszerű technológiai üzemek teljes tervdokumentációját is rendelkezésünkre bocsátotta. De ami a legfontosabb, a feldolgozóipar kilépett az elszigeteltségből, és nemzetközi kapcsolatai rohamosan fejlődni kezdtek.

A magyar—szovjet együttműködésnek a következő előnyei voltak:

— A népgazdaság energiamérlegében lehetővé vált a kőolajtermékek fokozottabb mértékű alkalmazása.
— A kőolaj-feldolgozó ipar a biztos nyersolajbázis ismeretében megtervezhette a finomítók megfelelő kapacitásnagyságát és felépítését.
— Lehetővé vált a kőolaj-feldolgozás vertikális fejlesztése, a petrolkémiai alapanyagok gyártására való felkészülés.
— A Szovjetunió önzetlenül adta át tudományos és műszaki tapasztalatait, melyek révén a kőolaj-feldolgozási technológiát és a termékelőállítást korszerűsíteni tudtuk.

A kőolaj-feldolgozó ipar gyors fejlődésének biztosítására két súlypontot alakítottunk ki. Az egyik súlypont a szőnyi kőolaj-finomító volt, ahol a rekonstrukciós program keretében a Szovjetunió segítségével megépült az ország első 1 Mt/év kapacitású atmoszferikus desztillációs üzeme. A rekonstrukciós program során itt indult meg az első korszerű gázolaj-kénmentesítő üzem, melyet a Szovjetunió szállított.

Az 1960-as évek elején már látható volt, hogy az ország rohamosan növekvő cseppfolyósszénhidrogénigényét csak egy teljesen új, nagy kapacitású finomító megépítésével lehet biztosítani. Ekkor kezdődött kőolaj-feldolgozó iparunk mind a mai napig legjelentősebb fejlesztése: a Dunai Kőolajipari Vállalat létesítése. Ennek, a nemzetközi szinten is jelentős kapacitású és vertikumú finomítónak a kiépítésénél a telephely kijelölésétől, a technológiai rendszerek kialakításán, az egyes üzemek adaptálásán át a készülékek és berendezések gyártásáig a Szovjetunió segítségére támaszkodhattunk. A Szovjetunió szállította a desztillációs üzemek berendezéseit, a termékszerkezet korszerűsítésének alapjait képező benzinreformáló üzemeket, az aromáskinyerőt, a paraffinmentesítő üzemeket, a kenőolajblokk egyéb üzemeit, valamint a maleinsavanhid-

rid-üzemet. A dunai finomító 25 technológiai üzeméből 24 a magyar—szovjet műszaki és kereskedelmi együttműködés keretében épült fel.

Az energiaszerkezet további korszerűsítésének biztosítása érdekében a 70-es évek elején kezdődött meg a Tiszai Kőolajipari Vállalat létesítése. Ebben a finomítóban helyezzük üzembe a 3 Mt/év kapacitású kombinált technológiai üzemet, melynek vezérlése számítógéppel történik. Ennek az új finomítónak a tervezésénél szintén a Szovjetunió önzetlen segítségére támaszkodhattunk, illetve támaszkodunk.

Végül megállapíthatjuk, hogy az iparfejlesztés területén megvalósított együttműködésünk eredménye, hogy a kőolaj-feldolgozó iparunk ma már a világszínvonalnak megfelelő üzemanyagokat, kenőolajféleségeket, paraffint és sok más terméket képes előállítani a hazai igények kielégítésére. Fejlesztési elképzeléseinkben a jövőben is számíthatunk a Szovjetunióval való együttműködésre.

A hazai cseppfolyós energiahordozókban és petrolkémiai alapanyagokban jelentkező igények kielégítését célzó destruktív eljárások bevezetésével — amelyek az elkövetkezendő 10 évben fejlesztési céljaink között szerepelnek — mind a technológiai eljárások, mind a szükséges berendezések vonatkozásában elsősorban a Szovjetunióból történő szállításokra akarunk támaszkodni.

Rendkívül fontosak a tudományos-műszaki kutatások és tapasztalatcserék terén kialakult kapcsolataink. A Nagynyomású Kísérleti Intézet évekig folytatott közös kutatásokat a VNIINP-vel hidrokatalitikus eljárások terén. Ezek célja katalizátor és közös technológiai eljárás kidolgozása volt. A kutatás gyakorlatilag sikeresen befejeződött. Ma is fontos tudományos-műszaki együttműködés folyik a NAKI és a NEFTEHIM intézetek között, amely kiváló minőségű képlékeny kenőanyagok és mikrobiológiai károsodásnak ellenálló hűtő-kenő folyadékok kidolgozására irányul.

A tapasztalatcserék terén ugyancsak elmondhatjuk, hogy a kapott információk mindenkor közelebb vitték szakembereinket a feladatok sikeresebb megoldásához. Így például biztosították számunkra a turbóreaktív repülőgépek üzemanyagának hazai gyártásához a Szovjetunió e téren szerzett óriási tapasztalatainak átvételét.

Nem kevésbé fontos, hogy szakembereink, mérnökeink a Szovjetunió különböző üzemeiben és egyetemein sajátíthatják el a szovjet tudomány eredményeit. A szovjet intézményekbeli képzéssel és továbbképzéssel a magyar kőolajipar káderállományát tovább erősíthetjük.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködésnek meghatározó szerepe volt abban, hogy ma korszerű, gyorsan fejlődő kőolaj- és gáziparunk van. Ez az ipar sok tekintetben eléri a világszínvonalat, és biztosítékot nyújt a további fejlődéshez.

DR. VAJTA LÁSZLÓ
1920—1979

1979. május 30-án a Farkasréti temetőben mély részvéttel kísértük utolsó útjára Dr. *Vajta Lászlót*, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt műszaki vezérigazgató-helyettesét.

Ravatalánál a Magyar Tudományos Akadémia, majd az OKGT és a szénhidrogénipar kollektívájának nevében, sírjánál a Budapesti Műszaki Egyetem és volt tanítványai nevében búcsúztatták.

Vajta László 1920. április 14-én született. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetemen végezte. A vegyészmérnöki oklevél megszerzése után két évig az egyetem szervetlen kémiai tanszékén kisegítő tanársegédként dolgozott, majd 1942-ben a Shell Kőolaj Rt.-nál helyezkedett el. Ettől kezdve kivételes tehetségét, egész munkás életét a hazai szénhidrogénipar felvirágoztatásának szentelte.

1950-ben a Shell Kőolaj Rt. csepeli üzeme jogutódjának, a Csepeli Kőolajipari Vállalatnak főmérnökévé nevezték ki. 1951-től 1957-ig a felügyeletet gyakorló minisztériumban a kőolaj-feldolgozó ipar műszaki irányítója volt. Ebben az időszakban kiemelkedő munkásságát a Szocialista Munkáért Érdeméremmel, Munka Érdemrenddel és Kossuth-díjjal jutalmazták.

1957-től az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt vezérigazgató-helyetteseként dolgozott, a korábbi szervezeti formában a kőolaj-feldolgozó ipar, 1974-től pedig az egész tröszt tevékenységi területén.

Eredményes munkája elismeréseként 1961-ben tüntették ki másodszor a Munka Érdemrend arany fokozatával.

Keveseknek adatott meg a képességeknek az a széles skálája, amely a személyes tudományos munkásság specializáltságából a gazdasági vezető nagyvonalú és biztos ítéletű áttekintő képességéig, az anyanyelv szónoki színvonalú alkalmazásától több idegen nyelv elismerésre méltó aktív ismeretéig, az elvont tudományos gondolkodás képességétől a magas fokú humán műveltségig terjedt. Mindennek értelmét és igazi értékét mély emberiessége adta. Ebből eredt személyiségének az a varázsa, amelyet munkatársai, a régi harcostárs fizikai munkások, az általa oktatott mérnök-generációk, a magas beosztású állami vezetők egyaránt ismertek és elismertek.

Életét és munkásságát részletesen felmérni a jövő feladata. Külön-külön méltatást érdemelne a vezérigazgató-helyettes, a Magyar Tudományos Akadémia osztályelnök-helyettese, az egyetemi tanár, az OMFB-tag, a társadalmi-tudományos egyesületek vezetőségi tagja, a nemzetközi gazdasági és tudományos együttműködési szervek és szervezetek képviselője, a tudós, a szakíró, a mérnök, az ember.

A veszteség, ami korai halálával ért bennünket, éppoly nagy, mint amilyen értékes és gazdag volt életpályája. Itthagyott munkatársai, tanítványai, barátai, s akiknek példaképe volt, emlékét nem felejtik.

Olajos Dezső

A szénhidrogén-kutatás és a fúrás terén a magyar—szovjet együttműködésben elért eredmények

DANK VIKTOR—
HINGL JÓZSEF

A Szovjetunió és hazánk kormánya 30 évvel ezelőtt írta alá a két ország közötti műszaki-tudományos együttműködési szerződést. A kitűzött cél az volt, hogy a szakemberek megismerjék egymás eredményeit, felhasználják őket, illetőleg — a későbbiekben — közösen végzett kutatásaikkal elkerüljék a párhuzamos fejlesztést. A szénhidrogén-kutatás és a -fúrás terén elért eredményeink magukban foglalják a Szovjetuniónak hosszú éveken át nyújtott segítségét. Az eredmények lehetővé teszik szakembereink még gyümölcsözőbb együttműködését. Tekintsük át sikereinket és további lehetőségeinket a szénhidrogéniparnak két részterületén: a földtani kutatásban és a fúrásban.

Az együttműködés 30 éve a szénhidrogén-bányászati földtani kutatásban

Hivatalosan, kormányközi szinten megkötött műszaki-tudományos együttműködésről 1949 óta beszélhetünk, de az ilyen jellegű kőolaj-bányászati kapcsolataink ennél régebbiek. A felszabadulást követően a háború előtt működő kőolajmezőink helyreállítási, termelésbe állítási munkálataiban már nagy szerepet játszottak a szovjet kőolajipari szakemberek. Megalakult a magyar—szovjet vegyes vállalat, a MASZOVOL, amely 1946-tól folytatott szénhidrogén-kutatási munkálatokat az Alföld területén. Ennek keretében alakult meg az a földtani kutató és anyagvizsgáló laboratórium, amelynek precíz földtani anyagvizsgálatai — a mai követelményeket is figyelembe véve — magas fokon álltak. Az ideérkező szovjet szakemberek, élükön *Dunjamalov* főgeológussal és feleségével, *Solovkinával* nemcsak szakmai példát nyújtottak a kutatások kivitelezésében, de emberi magatartásukkal is kivívták a hazaiak elismerését. Hihetetlenül hamar és jól megtanultak magyarul, vasszorgalommal tanulmányozták környezetüket, a magyar nép történetét, szokásait, ezáltal a hivatali érintkezésen túl is kedvelt és megbecsült alakjai lettek a szaktársadalomnak. A vállalat keretein túl a kutatásokról, az anyagvizsgálatok eredményeiről a Magyarhoni Földtani Társulatnál is tartottak előadásokat. Nagy szó volt ez akkoriban, hiszen a szovjetellenes propaganda hosszú évtizedeinek hatását kellett áttörniök ezeknek a pionír embereknek, akik hazájuk mienkénél nagyságrendekkel nagyobb kőolajmezőiről jöttek, és szívós, minuciózus munkával elérték az első eredményeket az Alföldön is. Általuk sikerült megismerni a gazdag szovjet kőolaj-bányászati irodalmat, amelyhez korábban nem lehetett hozzáférni, és a főleg angol és német nyelvű irodalmon nevelkedett kőolaj-bányászati szakemberek előtt egy új, gazdag szakmai világ tárult fel.

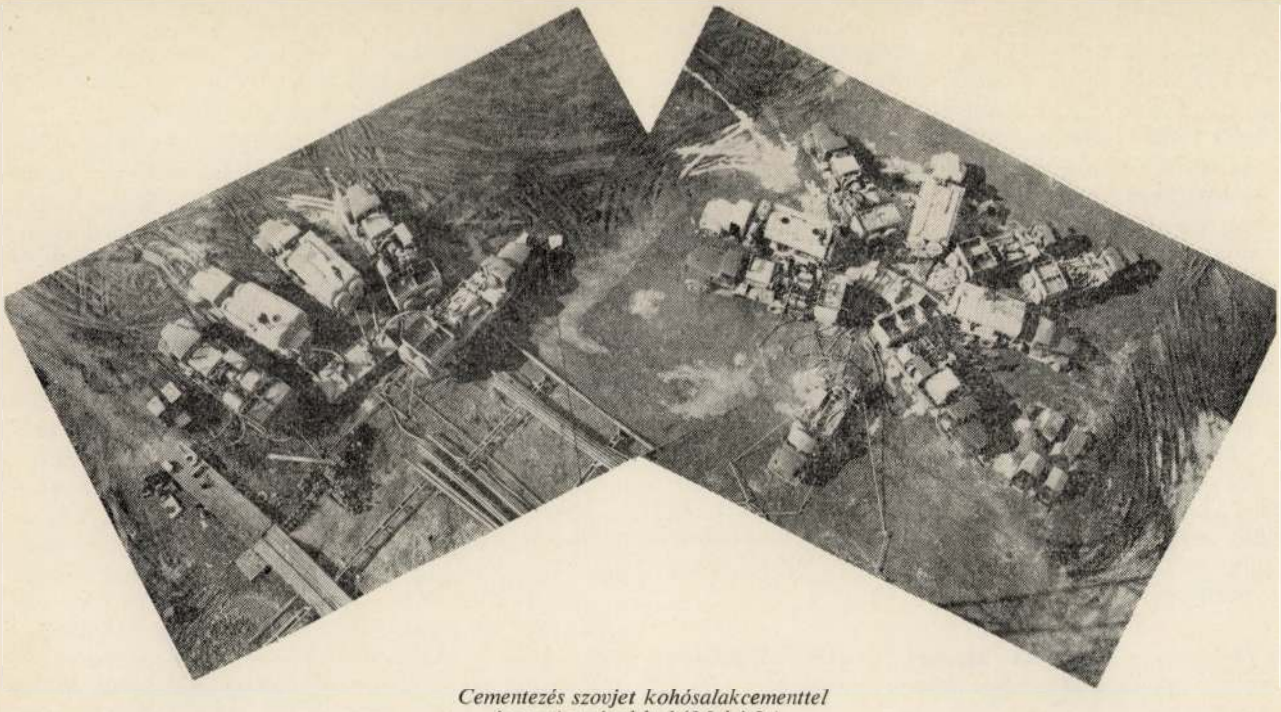
Nagy érdeme volt ebben *Vadász Elemér* akadémikusnak, aki elsőként hívta hazánkba a nagy nemzetközi tekintélyű *Varencov* professzort, akivel rendszeresen konzultált, és tartotta a szakmai kapcsolatot. Ennek eredményeként *Vadász* professzor előadásaiban — és könyveiben is — a magyar föld geológiai felépítésében gvümölcsözően alkalmazta az új információkat. Több ízben bizonyítékokkal is rámutatott arra, hogy korrelációs problémáinkat a keleti fáciesek ismerete igen gyakran megoldja, és sokszor a korábbi irodalom alapján megismert nómenklatúrák erőszakos adaptálása vagy kritikátlan átvétele okozott zavart. *Vadász Elemér* az ELTE földtani tanszékének tanszékvezető professzora egyébként éveken át a Magyar—Szovjet Baráti Társaság elnökeként is jelentős közéleti tevékenységet folytatott a magyar—szovjet műszaki és tudományos együttműködés előmozdításáért.

Kőolajföldtani vonatkozásban is jelentősen fejlődtek a kapcsolatok. Megismertük a gazdag szovjet kőolajföldtani irodalmat. A vegyes vállalatnál dolgozó magyar kőolajgeológusok az együttműködés során megtanulták az orosz nyelvet, a szovjetek a magyart, így az eszmecseréknek, egymás szakirodalmának tanulmányozása nem jelentett nehézséget.

Nagy feladatot oldott meg és hézagpotló alap-kézikönyv lett *Mircsink* akadémikus **Kőolajbányászati földtan** c. nagy munkája, amelyet dr. *Kőrössy László* fordított magyarra.

Fontos kőolajföldtani fejlődési állomás dr. *Kertai Györgynek* és *I. O. Brodnak* ismeretsége és szakmai, baráti kapcsolata. Előbbi a magyar kőolajipar főgeológusa, majd a tröszt kutatási vezérigazgató-helyettese, az Eötvös Loránd Tudományegyetemen a kőolajföldtan professzora. *Kertai* a *Brod*-féle szénhidrogéntelep-osztályozást fejlesztette tovább, és a szénhidrogén-előfordulások törvényszerűségeinek elméleti lehetőségei körüli viták a gyakorlatban is alkalmazható módszertanban csúcsosodtak ki.

1950-től kezdődően egyre többen tértek vissza olyan kőolajipari szakemberek az országba és a magyar kőolajiparba, akik egyetemi tanulmányaikat ösztöndíjasokként a Szovjetunióban végezték. Öt esztendő alatt a Moszkvai Olaj- és Gázipari Egyetem (MINH i GP), a Leningrádi Bányászati Egyetem, a Moszkvai Állami Egyetem kutatógeológiai szakán végzett kutatógeológusok, geológusmérnökök ma már jelentős munkát végeznek a magyar szénhidrogén-kutatási szervezetben és a termelési részlegeknél, valamint a hatóságoknál, nevezetesen az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt bányászati igazgatóságán, kutatással és termeléssel foglalkozó vállalatainál, a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóriumban (OGIL), a Központi Földtani Hivatalban, az Országos Ásványvagyon Bizottságban, a KGST-titkárság kőolaj- és földgázipari osztályán. Az elmúlt 30 év során kőolajgeológusaink rendszeresen végeztek tanulmányutakat a szovjet olaj- és földgázmezőkön éppúgy, mint a főbb szovjet kutatóintézetekben. Moszkvában a VNIGNI, Leningrádban a VNIGRI, Lvovban az UkrNIGRI, Taskentben az IGIRNIGM intézetek tudósai mindig



Cementezés szovjet kohósalakcementtel és szovjet gépekkel (Makó-2.)

nagy készséggel és szívélyességgel fogadták a magyar szakembereket. Önzetlenül átadták ismereteiket, tájékoztattak a legújabb tudományos eredményekről, alkalmazásukról, különös tekintettel a prognosztikus becslési, számítási eljárásokkal kapcsolatos haladásról.

A KGST kőolaj- és gázipari állandó bizottsága megalakulása után (1956) a magyar és szovjet kőolajföldtani együttműködés együtt haladt a sokoldalú KGST-együttműködés legfontosabb feladatainak megoldásával. 1959 óta a KGST-tagországok 5 évenként elvégzik országaik prognosztikus készleteinek becslését. Ezek a tudományos alapozottságú dokumentumok képezik alapját az egyes országok kutatási tevékenységének, azon belül pedig a területi rangsor, a kutatások aránya és iránya kialakításának. Tervezhetővé teszik ugyanakkor a kőolaj- és földgáztermelést is. Nagyon lényeges ebben a munkában a készítést megelőző tematika megvitatása, az egységes nómenklatúra és jelmagyarázat meghatározása. Még fontosabb azonban a készítés közben a két- vagy több oldalú tapasztalatcsere. Ilyen szakmai és tudományos szintű vitaegyüttest egyetlen országon belül sem lehet létrehozni. Igen jelentős munkát végeztek a prognózismetodikában a szovjet geológusok *Bujalov* professzor vezetésével. Nagyon lényeges volt ezeknek a módszereknek a megvitatása, a fejlődésről és a fejlesztés irányairól folytatott eszmecsere. A *Kertai*-féle prognózisszámítási módszer 1962-ben, majd egy újabb magyar módszer 1974-ben szintén itt került megvitatásra. Ezen a téren igen sok tapasztalatot tudtunk átvenni a szovjet geológusoktól. Meg kell említeni *Vasszojevics* és *Nyerucsev* professzorok munkáit, amelyek a térfogatgenetikai metodika alapjait rakták le. Azóta a hazai szerves geokémiai vizsgálatoknak a rendszeres kőolaj-bányászati kutatások szolgálatba állítása is immár több mint 10 éves múltra tekint vissza.

Míg a KGST kőolaj- és gázipari állandó bizottsága munkájában elsősorban a kutatási tevékenység hatékonyságának fokozását tűzte ki célul, az 1963-ban megalakult földtani állandó bizottság a kőolajföldtan regionális kérdéseinek megoldásával foglalkozott. Mindkét bizottság munkaszerveiben a Szovjetunió tudományos kutatóintézetei töltik be a témavezető szerepet: a KGÁB-ban az IGIRGI (Égethető ásványi nyersanyagok kutatásával és feltárásával foglalkozó intézet), a FÁB-ban a NIL Zarubezsgeologija (külföldi geológiai kutatásokkal foglalkozó laboratórium). Ez utóbbi keretében az elmúlt évben publikálásra került egy közösen készített prognózistérkép is. Népes előadói delegáció képviselte Magyarországot 1976-ban a lvovi és 1977-ben a kijevi tudományos-műszaki konferenciákon. E konferenciák házigazdái közül a Magyarhoni Földtani Társulatnak, az Országos Magyar Bányászati

Szovjet oltóberendezés segít a gáztűz oltásában

és Kohászati Egyesületnek, a Magyar Geofizikusok Egyesületének rendezvényein számosan tartottak előadást. Valamennyi felsorolt egyesület tiszteleti tagjai között több szovjet szakembert találunk.

Az idők során kialakult állandó tudományos kapcsolat nemcsak a KGST- és a kétoldalú együttműködés terén fejlődik folyamatosan, de megnyilvánul a más országokban rendezett kőolajipari vagy geológiai világkongresszusokon is, ahol a szocialista országok delegációi rendszeresen egyeztetik véleményüket a közülük választott nemzetközi tisztségviselők állásfoglalása előtt. De említhetjük a harmadik országban végzett tevékenységet is, amelynek részleteire vonatkozóan — a külképviseletek révén — rendszeres a tájékoztatás és a kapcsolat a magyar és szovjet szakemberek között.

Az együttműködés magasabb szintre emelését szolgálja a hosszú távú együttműködési célprogram keretén belül megalakult kőolajgeológiai koordinációs központ, és számos, egyéb vonalon lebonyolódó közös tevékenység.

A fúrás terén a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködésben elért eredmények

A fúrásos kutatásban az együttműködés első, döntő jelentőségű mozzanata az 1949. december 31-én aláírt ama szerződés volt, amely a MASZOLAJ (Magyar—Szovjet Olaj Részvénytársaság) megalakulását jelentette.

A MASZOLAJ keretei között megteremtették a kutatás anyagi és gépi bázisát, kinevelték azt a vezető- és szakmunkásgárdát, amely már akkor sikeresnek mondhatta a maga munkáját. Bebizonyították ugyanis, hogy a Nagyalföld kőolajkutatásra érdemes. Megtanulták ezek a szakemberek a szocialista tervezést és gazdálkodást.

A MASZOLAJ időszakára nemcsak a műszaki segítségnyújtás és szakmai konzultáció jellemző, hanem ebben az időben alakult ki a két nép között az a szoros barátság és testvéri szellem is, amelynek szálai a máig nyúlnak, és amely jó alapot adott arra, hogy a fúrás terén az OKGT és a VNIIBT, a VNII, a VNIIKrneft', a MINH i GP között az együttműködés magas műszaki színvonalú és eredményes legyen.

A MASZOLAJ megszűnését követően ismeretes, hogy az első konkrét műszaki-tudományos együttműködésre a fúrás terén az 1950-es évek végén került sor. Kísérletekkel vizsgáltuk a nagy fordulatszámú gyémántfúrás magyarországi alkalmazásának feltételeit. A kísérletek eredménye nagyban hozzájárult a Kárpát-medence magyarországi szakaszán alkalmazható helyes fúrási technológia kiválasztásához. Számottevő volt az a segítség, amelynek során a hazai kitörések elfojtásában és megfékezésében a szovjet szakemberek szakmai tudásuk legjavát adták. Így a *Tótkomlós-9.* és a *Hajdúszoboszló-36.* jelű fúrásoknál hazánkban először alkalmaztak irányított ferdefúrási technológiát a kitörések felszámolására.

Időközben a kapcsolatok köre szélesedett. Az 1960-as évek közepére már a magyar fúrási ipar is büszkélkedhetett önálló eredményekkel, így célszerűvé vált, hogy a fúrás terén a további eredményes, jól átgondolt és tervszerű műszaki-tudományos együttműködés folytatására egyezményt írjon alá az MNK Nehézipari Minisztériuma és a SZU Kőolajpari Minisztériuma. Az évenként pontosított és 5 éves időszakokra összeállított munkaterv figyelembe veszi a kölcsönösség elvét és a baráti segítségnyújtás gondolatát.

Az OKGT fúrási főosztálya által koordinált műszaki-tudományos együttműködés két éles szakaszra bontható. Az első szakaszt, amely az 1960-as évek közepétől az 1970-es évek elejéig tartott, elsősorban a közös tervezés, technológiai kutatás, szakmai konzultáció jellemezte. Az 1970-es évektől kezdődően a műszaki-tudományos együttműködést kiegészítette egy új, kölcsönösen előnyös forma: az eszközcsere ekvivalens alapon történik, mindkét fél egy-egy elszámolási időszakra vonatkozóan megközelítőleg azonos értékű eszközt ad át a másik fél részére. Az eszközcsere volumenét az *1. táblázat* szemlélteti. Amint a táblázatból is kitűnik, az eszközcsere éves volumene átlagosan 50 000 transzferábilis rubel körül mozog. Figyelembe véve, hogy az eszközcsere olyan tételeket tartalmaz, amelyeket az ipar számos esetben csak dollárelszámolású országból tudna beszerezni, és ismervén a hasonló célú eszközök tőkés piaci árait, megállapítható, hogy a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés egy-egy elszámolási időszakban mintegy 200 ezer dollár tőkésdeviza megtakarítását eredményezi.

Az alábbi ismertetés elsősorban az utóbbi 4—5 évben végzett együttműködési feladatokat vázolja, mivel az első 25 év eredményeit **A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés 25 éve a mélyfúrás területén** c. cikk (Kőolaj és Földgáz 1974. 11. sz.) részletesen tartalmazza.

1. **A mélyfúrások technikájának és technológiájának kidolgozása** c. téma a mélyfúrások műszaki-gazdasági mutatóinak növelését célozza. Az együttműködés során kidolgoztuk a nagymélységű fúrások tervezési metodikáját, amely tartalmazza a szovjet és a magyar tapasztalatokat és eredményeket, és alkalmas arra, hogy a nagymélységű fúrásokat közel azonos elven tervezzék a SZU-ban és az MNK-ban egyaránt. Az ipari megvalósításra 1979-ben és 1980-ban kerül sor.

A *lyukfalstabilitás* értékelésére is közös metodika van kialakulóban. Az eddigi vizsgálati mintadarabokon végzett mérések eredményei is sürgetik a metodika elkészítését. Az együttműködés során azonosítjuk a lyukfalstabilitás megbomlására vonatkozó kritériumokat, és egyeztetjük az információszerző módszerek és eszközök nómenklatúráját.

A lyukfalstabilitás terén végzett kutatás egyik eredménye volt, hogy az 1970-es évek elején a ferencszállási és deszki alsó pannon üledékek fúrása során számottevően sikerült csökkenteni a pergő márga problémáját a ki- és beépítési nyomáshullámzás, az iszaphatárok és a feszültségviszonyok közös kutatása révén.

A *rétegelzáró dugók* fejlesztése területén a szovjet fél nagy számban használt fel magyar gyártmányú UZ—2F típusú alumínium tömítős rétegelzáró dugót. A Basneft' Egyesülés Tujmasáni Üzeménél alkalmazott magyar tömítők kiváló eredménnyel vizsgáztak. Időközben a szovjet fél, a VNIIBT is kifejlesztette saját, fémtömítős rétegelzáróját, amelyben az alumínium helyett bronzot alkalmaznak. A magyar és szovjet rétegelzárókat a SZU-ban üzemszerűen alkalmazzák. A további kutatás eredményeként jelenleg kidolgozás alatt áll egy közös szabadalom tárgyát képező réteg-

1. táblázat

Az OKGT és a VNIIBT közötti eszközcsere

A SZU-nak átadott eszközök			Az MNK-nak átadott eszközök		
sorszám	megnevezés	érték transzf. Rbl	sorszám	megnevezés	érték transz. Rbl
	1975—1976				
1.	DRB—248 típusú, fúrócsövön keresztül cserélhető fúró	40 000		RTB típusú turbina	35 000
				PPG—170 típusú pakker	2 500
				PDM—170 típusú pakker	2 500
		40 000			40 000
	1977—1978				
1.	KSZ—2 típusú szimulátor	30 000	1.	KUM—15 típusú berend.	30 000
2.	UZ—2 típusú dugók és működtetők	6 500	2.	PPV—170 típusú talpi kitörésgátló	3 000
3.	Direktor és Projektor típusú mérőlécek	4 285	3.	Irányított ferdefúráshoz kalibrátorok	13 500
4.	Rotari tömlők	5 800			
		46 585			46 500
	1978—1979				
1.	Xanthan nevű vegyszer	31 700	1.	D2—172M típusú csavarmenetes talpi motorok	19 500
2.	Alumínium tömítők	16 500	2.	D—85 típusú csavarmenetes talpi motorok	7 500
			3.	Magas hőmérsékletű vízleadásmérők	5 000
			4.	ZID—1 típusú gyűrűstérnyomás-mérő egységek	6 000
			5.	IMR—17 típusú forgatóasztal-nyomaték-mérők	10 200
		48 200			48 200

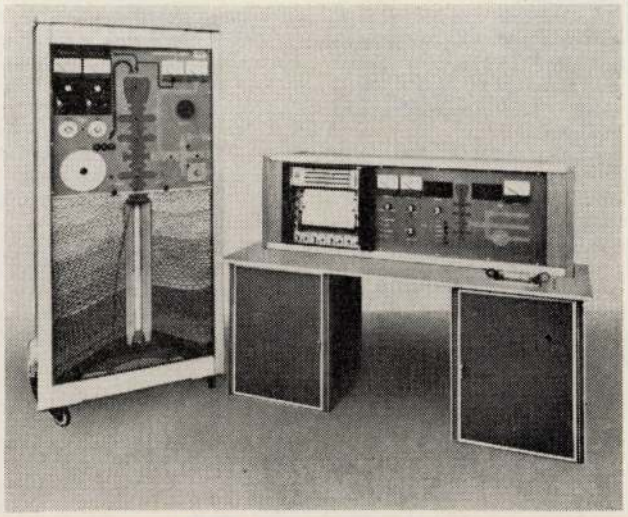
elzáró tömítő, amely egyesíti a két típus kölcsönösen előnyös tulajdonságait.

Devizamegtakarítást és gyártmánykorszerűsítést eredményez a fémtömítős *béléscsőakasztó* közös kialakítása. A rétegelzárók fejlesztése során szerzett tapasztalatokból kiindulva közösen kialakítottunk egy alumínium tömítő rendszerű, egyszerűsített szerkezetű béléscsőakasztót. A tömítőelemet az OGIL, a működtető részt a VNIIBT dolgozza ki. Az eszköz a beakasztott béléscsövezés szélesebb körű alkalmazását segíti elő. Terv szerint 1980-tól kerül üzemszerű alkalmazásra. Az eszköz közös szabadalom tárgyát képezi.

2. **A szabályozott nyomású fúrásmód fejlesztése** 1973-tól folyik. Az első három évben mindkét fél önállóan dolgozta fel az irodalmi utalásokat és alakította ki elképzelését a szabályozott nyomású fúrásmód fejlesztésére.

Az V. ötéves terv éveiben munkamegosztásos fejlesztést folytattunk. A szovjet fél a lyukfejszerelvények fejlesztését végezte, a magyar fél az aerizációs lyuktalpnyomás-szabályozással foglalkozott. Az ötéves terv végére a szovjet fél befejezi a nyomás alatti fúrás eszközeinek fejlesztését és ipari kipróbálását. Ilyen eszközök a 25 at-s forgó kitörésgátló, a lefúvató vezetékbe építhető iszapszeparátor-rendszer és az ellennyomást automatikusan szabályozó irányító pult.

A magyar fél befejezi a dupla falú fúrószárkészlet fejlesztését, valamint azt a fúrási adatgyűjtő rendszert,



KSZ—2. típusú szimulátor

amely alkalmas a fúrási technológia teljes körű ellenőrzésére.

Az elmúlt években, és jelenleg is, mindkét fél intenzíven foglalkozik a pórusnyomás-meghatározás és -előrejelzés módszereinek fejlesztésével. Az ötödik ötéves terv végére e módszer ipari használatra alkalmas alakot ölt. Az elmúlt évek fejlesztési munkájára támaszkodva, az V. ötéves terv végére elkészül és mindkét félnél ipari használatra alkalmas lesz a **Szabályozott nyomású fúrásmód tervezési és kivitelezési szabályzata** c. összeállítás.

3. **Az irányított ferdefúrások technológiája** c. téma keretében tervezési, adatfeldolgozási és eszközfejlesztési együttműködés alakult ki. Ennek eredményeképpen kidolgoztuk a stabilizátor optimális helyének meghatározását, tökéletesítettük a turbinaparkunkat speciális OT típusú ferdítő turbinákkal. A közeljövőben pedig D2—172M és D—85 típusú szovjet gyártmányú fúróturbinákkal gazdagodunk. Ebben a témában az együttműködés eredményét kétségtelenül bizonyítja, hogy a hazai irányított ferdefúrások mélyítésével elért rekord (az *Sze-15.* fúrásnál 3140 m mélység mellett a vízszintes talpi kitérés 1269 m, a max. ferdeség értéke pedig 46,4°) nemzetközileg is figyelmet érdemel.

4. **A mélyfúrási célokra szolgáló új vegyszerek, alapanyagok és az öblítőfolyadék-rendszer fejlesztése** c. témában a szovjet fél ipari kísérletet végez a magyar gyártmányú invert emulziós iszappal és a szilárdanyagmentes, Xanthan nevű vegyszerrel kezelt polimeres iszappal. 1979-ben a magyar fél az ipari kísérlethez szükséges Xanthan-mennyiséget átadja a szovjet félnek.

A hazai iszapkutatás hatékonyságát fokozza a szovjet fél által átadandó vízleadásmérő. Ez a készülék változó hőmérsékletű iszap vizsgálatára alkalmas, és lehetővé teszi majd a SZU-ban és az MNK-ban kikísérletezett különböző reagensek és iszaptípusok közös értékelését.

Az OKGT-nek a VNIIBT-n kívül együttműködési kapcsolata van a moszkvai VNII és a krasznodári VNIIKrneft' intézetekkel is.

5. A VNII-vel a kapcsolatfelvétel 1973-ban kezdődött. Az akkori konzultációk során megállapították, hogy az MNK-ban folyó kútszerelvény-fejlesztés, valamint a SZU-ban fejlesztés alatt álló szabályozható talpi fúvóka és kiegészítő szerelvényei alapját képezhetik a több réteg egyidejű, szelektív termeltetését biztosító kútkiképzésnek. A magyar fél ebben a munkában kidolgozta a wire-line technikával cserélhető univerzális rögzítőt, a rögzítőhöz kapcsolható talpi fúvókát, a pakkeres öblítő közdarabot és módosította az FP típusú pakkert. Az ipari kísérletekre 1980-ban kerül sor.

6. Az OKGT a VNIIKrneft' intézettel az elmúlt évben építette ki a közvetlen műszaki-tudományos együttműködési kapcsolatot. Az együttműködés elsősorban olyan közös eljárások és technológiák kidolgozására irányul, amelyek a cementpalást minőségének vizsgálatát és a cementkötési szünetet követően a gyűrűs térben kialakult viszoynok mérését célozzák. A szovjet fél ZID—1 típusú nyomásérzékelőt ad át a magyar félnek, amellyel a cementpalástban uralkodó nyomásértékeket lehet pontosabban mérni. Ezzel lehetővé válik a cementkötés idején és azt követően a cementpalástban kialakuló folyamatok megismerése. Az így szerzett információk nélkülözhetetlenek az optimális béléscsőméretezéshez és a kútszerkezet-tervezéshez.

A fenti felsorolásból is kitűnik, hogy az OKGT és szovjet partnerei között kialakult műszaki-tudományos együttműködés eredményes, és a jövőben ez a kapcsolat várhatóan tovább erősödik.

EGYESÜLETI HÍREK

Szovjet előadás a túlnyomásos zónák előrejelzéséről

Az MGE mélyfúrási geofizikai szakosztályának rendezésében 1979. április 26-án a MTESZ budapesti székházában (Anker köz 1.) *Alekszandrov, B. L.* és *Afanaszjev, V. J.* szovjet előadók. **A rétegnyomás kvantitatív értékelése mélyfúrási geofizikai módszerek segítségével** címmel előadást tartottak.

Az előadást *Alekszandrov, B. L.* intézeti vezető mérnök (Groznij) tartotta. Az előadó elsősorban a geofizikai módszerek elméletéről és szovjetunióbeli tapasztalatairól, valamint a magyarországi túlnyomásos zónák észlelhetőségéről beszélt, de a hallgatóság kérésére röviden ismertette a túlnyomás-előrejelzés furadékvizsgálati és magvizsgálati módszereit is.

A porozitásváltozásra érzékeny geofizikai mérések alkalmasak a túlnyomásos tároló feletti agyagrétegek normálistól eltérő porozitásának meghatározására, és ezáltal kimutatható a már lefúrt szakaszban a túlnyomásos zóna jelenléte. Számos területen végzett méréseik alapján a túlnyomásos zónák jelzésére az alábbi módszert javasolják:

1. Geofizikai mérések útján a mélyfúrás felső szakaszaiban a hidrosztatikus pórusnyomásra jellemző normál üledékképződés révén létrejövő agyagporozitás trendjét kell meghatározni.
2. A méréshelyek kellő megválasztása esetén (ismeretlen területen 50—100 méterenként szükséges mérni) észrevehető, hogy a hidrosztatikus pórusnyomású rétegek helyett a hidrosztatikustól eltérő, nagyobb pórusnyomású agyagrétegek vannak az átfúrt rétegsorban. Képlet vagy tapasztalati összefüggés alapján meghatározható a túlnyomás mértéke és így a fúrólyuk hidraulikai egyensúlyának biztosításához az öblítőiszap sűrűségének értéke.
3. Kellő gyakorlat és helyismeret esetén a túlnyomásra jellemző agyagporozitás trendjének változása előre is becsülhető. A becslést később mérésekkel igazolni kell.
4. A geofizikai mérések mellett más, a túlnyomásos rétegek kimutatására alkalmas módszereket (furadékvizsgálat, magvizsgálat stb.) is szükséges a mérési technológiában előírni.

Az előírás további részében módszereik magyarországi alkalmazásának tapasztalatairól hallottunk beszámolót. Az üllési, makói, komádi és álmosdi kutatási terület egy-egy kútjában korábban elvégzett geofizikai mérések alapján rajzolt porozitási trendek szemléletesen mutatták a túlnyomásos zónák helyét és a túlnyomás nagyságát.

Dr. *Csaba József*

Magyar—szovjet együttműködés a szénhidrogéntelepek művelése, illetve a termelő- és szállítóberendezések létesítése terén

HANGYÁL JÁNOS—
FERENCZY IMRE

Bevezetés

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés lehetőségét a kőolaj- és földgáztermelés területén hazánk felszabadítása és szocialista társadalmi rendszerünk létrejötte teremtette meg. Alapja volt az a műszaki-gazdasági segítség, amelyet a Szovjetunió nyújtott a háborúval sújtott ország eszköz- és anyaghiányának pótlásában, a kutatás fokozásában és a szénhidrogén-termelés gyors fejlesztésében.

A közös munka szervezeti formáját, lehetőségeit a magyar—szovjet vegyes vállalatok alakították ki. Így a MANÁT (Magyar—Német Ásványolajművek Kft.) jogutódjaként 1946-ban megalakult MASZOVOL (Magyar—Szovjet Nyersolaj Rt.) a Nagyalföld területén végzett kutatásaival, a feltárt szénhidrogénmezőkkel (Biharnagybajom, Mezőkeresztes) bizonyította, hogy az Alföld reményteljes kőolaj- és földgázkutatási terület.

1952 és 1954 között az ország egész területén kutató- és termelőmunkát folytató MASZOLAJ (Magyar—Szovjet Olajművek Rt.) egyrészt új berendezésekkel és eszközökkel látta el a kutatást és termelést, másrészt a vegyes vállalat szovjet szakemberei komoly segítséget nyújtottak az új technológiai eljárások meghonosításában.

Az 1960-as években a két ország minisztériumai között megkötött műszaki-tudományos együttműködési szerződés napjainkig tervszerű kereteket biztosít a szakemberek közös munkájához. A szerződés középtávú és éves együttműködési munkaterveinek keretében jelentős eredmények születtek a magyar szénhidrogén-termelő iparban a kőolaj- és földgáztelepek művelése, termelőberendezések létesítése, valamint az olaj- és gázszállítás területén.

Együttműködés a kőolaj- és földgázlelőhelyek leművelésében

A kőolaj- és földgázmezők gazdaságos termelésének alapja a művelés rendszerének és technológiájának helyes kiválasztása és érvényesülése. Az a cél, hogy a kezdetben szénhidrogénnel telített pórustérfogatból minél teljesebb mértékben nyerjük ki a kőolajat és a földgázt, nagymértékben hasznosítva a telep természetes energiáját, csak tudományosan megalapozott és a gyakorlatban kipróbált művelési technológia alkalmazásával érhető el. Az 1950-es években a Szovjetunió iparához képest fiatal magyar olajtermelő iparnak sok területen értékes segítséget jelentettek a Szovjetunió tudományos eredményei és iparának hatalmas méreteiből adódó gazdag tapasztalatai.

Az olajkihozatal növelésének ma már klasszikus módszere a vízelárasztás, amelyet az 1950-es években a Szovjetunió olajmezőin már nagy méretekben alkalmaztak. Nálunk ebben az időben a jóval kisebb hatékonyságú gázbesajtolás folyt, egyre csökkenő eredményességgel. A MASZOLAJ RT. termelési vezetői, elsősorban *Szarkiszov*, szakmai tanácsaikkal, konkrét tervezési szakvéleményükkel hozzásegítették a magyar szakembereket ahhoz, hogy a Lovászi- és a Budafamezőben megtervezzék és be is vezessék a vízelárasztásos művelést az olajtelepek jelentős részénél. Ennek köszönhető több mint félmillió tonna kőolaj kitermelése.

Az 1950-es évek kőolajtermelésének bázisa a Nagylengyel-mező volt, amelynek a repedezett-kavernásporózus mészkő-dolomit rétegeiből kitermelt olajmennyiség az ország teljes kőolajtermelésének 70—80%-át tette ki. Ez a tárolókőzet-típus karsztvíznyomásos teleprezsimjével a magyar szakemberek számára új, eddig ismeretlen feladatot jelentett. A mező művelésének elemzésében, irányelveinek kidolgozásában nyújtottak nagy segítséget a VNIINeft' intézet tudományos kutatói *A. P. Krilov* vezetésével. Fiatal magyar szakemberek szereztek tudományos fokozatot a Szovjetunióban ennek a feladatnak a közös megoldása során végzett tudományos kutató munkájukkal. Mindezek együttesen eredményezték azt, hogy a mező leművelése sikeresen fejeződik be. Napjainkig a becsült földtani olajkészlet 50%-át termelték ki.

Az 1960-as években a Nagyalföld területén a földtani kutatás új olaj- és gázlelőhelyeket tárt fel, igazolva a MASZOVOL kutatási irányának helyességét. Pusztaföldvár nagy gázsapkás keskeny olajszegélyének hatékony leművelése, Hajdúszoboszló víznyomásos rezsimű gáz- és gáz-csapadék telepeinek termelésbe állítása ugyancsak új, addig nem tapasztalt feladat elé állította a magyar szakembereket. A feladat megoldásához rendszeresen igénybe vettük a szovjet szakértők munkáját, akik véleményezték a magyar szakemberek által készített művelési terveket, és a gáz-csapadék telepek kútvizsgálati módszereit. *A. V. Afanaszjeva* és *L. A. Zinovjeva* több éven keresztül kísérték figyelemmel a telepek leművelését, átadván a Szovjetunió több, hasonló típusú olajmezőjének művelése során szerzett tapasztalataikat. A közös munkával irányított művelés eredményes volt. A Pusztaföldvár-mezőből napjainkig a kezdeti olajkészlet 29%-át termeltük ki. Ez az érték a leművelés végéig várhatóan 33%-ra emelkedik.

Az 1960-as évek végén a Nagyalföldön folyó szénhidrogén-kutatás az eddigi legnagyobb eredményét érte el az Algyő-mező szénhidrogéntelepeinek felfedezésével. A szerkezeten kilenc jelentősebb nagy gázsapkás, egy telítetlen olajtelepet és egy gáz-csapadék telepet tártak fel. A mezőn évenként egymillió tonna olaj és kétmilliárd m^3 földgáz termelését kellett biztosítani az eszközök gazdaságos felhasználásával. Ez a termelés az ország olaj- és gáztermelésének kb. 50—60%-át tette ki. A telepek termelésbe állításának cél-

Szovjet himba

szerű csoportosítása és ütemezése megkövetelte a mező generál művelési tervének kidolgozását. Ez nem más, mint a szénhidrogéntelepek leművelésének hosszú távú koncepciója. Ezt a munkát az egyes telepek helyesen kidolgozott művelési terveire kell alapozni.

A próbatermelés kezdeti tapasztalatai azt mutatták, hogy a keskeny olajszegély készletének kitermelése nagy nehézséget okoz, csak szigorúan korlátozott ütemű termelést lehet folytatni állandó ellenőrzés mellett. Ezért olyan művelési technológia alkalmazása vált szükségessé, amely biztosítja a magas termelési ütemet és végső olajkihozatalt, és lehetővé teszi — szükség esetén — a gázsapka gázának termelését is a gáztelepekkel azonos feltételek mellett.

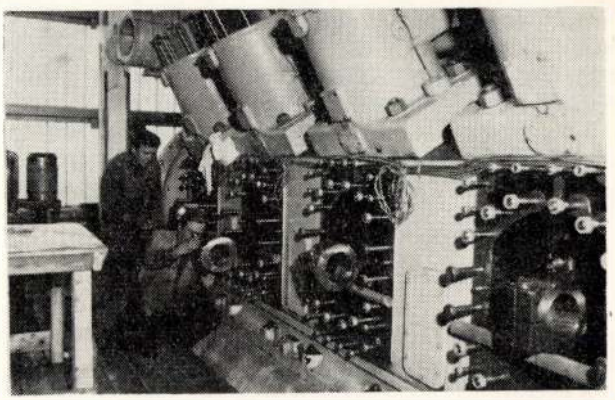
A kétoldalú együttműködés keretében szovjet szakemberek már a próbatermelés időszakában bekapcsolódtak az elemző és a tervező munkába. A VNIINeft' munkatársai *A. P. Krilov* igazgató vezetésével konzultációk sorát tartották a telepek művelését tervező magyar szakemberekkel. Kiemelkedő részt vállaltak ebben *L. A. Zinovjeva, A. V. Afanaszjeva* és *I. F. Kurbanov*. A mező generál művelési tervét a VNIINeft' tudományos tanácsa 1968-ban megtárgyalta, felvetette további művelési változatok kidolgozását, és ezekkel kiegészítve elfogadásra javasolta. Ebben a munkában az előbbieken kívül *M. D. Rozenberg* és *P. I. Zabrogyin* is tevékenyen részt vállalt. A magyar és szovjet szakemberek együttműködéseként kidolgozott terv új művelési technológia alkalmazását javasolta az olajtelepek leművelésére. Ennek lényege: víz besajtolása a víz—olaj és a gáz—olaj határon úgy, hogy a gáz—olaj határon vízfüggöny alakuljon ki, amely az olaj és vele együtt az olajtesthez bezárt gáz jó hatásfokú kiszorításán kívül gátat képez az olaj- és a gáztest között, megőrzi a gázsapka készletét az egyidejű vagy a későbbi kitermelésre.

Ilyen művelési technológiát a Szovjetunió olajmezőin már alkalmaztak, és bizonyos tapasztalatokat is lehetett szerezni és hasznosítani. A tervezés és alkalmazás számos kérdését azonban ebben az időben közösen kellett kialakítani. Első lépésként olyan tervezési eljárást kellett kidolgozni, amely a rétegzett és különböző telítettségű tárolóban a gáz—olaj határon a víz mozgását és elhelyezkedését, a rétegnyomás alakulását megbízhatóan írja le. Kezdetben *I. A. Csarnij* módszerével számoltak, majd a magyar szakemberek által kifejlesztett háromfázisú, kétdimenziós matematikai modelleket alkalmazták pszeudorelatív permeabilitásgörbék felhasználásával. (Figyelembe veszik a gravitációs erők hatását is.)

A tervezési módszer fejlesztésével egyidőben nagyszámú kutat használtak fel hosszú ideig a tárolóbeli fluidumáramlás és a nyomásalakulás folyamatos ellenőrzésére. Ezt a megfigyelést olyan kutakban végezték, amelyek más telepekben termelő vagy besajtoló funkciót láttak el. Ezekben a kutakban — funkciójuk zavarása nélkül — félévenként radioaktív szelvényezéseket végeztek. Kezdetben egyes helyeken a karotázsmérések értelmezésének pontosságát rétegvizsgálatokkal is ellenőrizték. A művelés tényleges mechanizmusát a magyar és a szovjet szakemberek közösen elemezték. Elemzésük eredményéről a kétoldalú együttműködés dokumentált anyagain kívül beszámoltak a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának és a Szovjetunió Olajipari Minisztériumának közös szervezésében 1976-ban, Bakuban tartott szimpozionon.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a művelés mechanizmusa kissé eltér ugyan a tervezettől, eredményei azonban kedvezőbbek. Az eltérés abban mutatkozik meg, hogy a gáz—olaj határon a besajtolás tényleges üteménél nem alakul ki az elképzelt vízgát. Létrejött azonban egy olyan nagynyomású zóna, amely a gázsapkát lényegében elválasztotta az olajtesttől. Ezt mutatja az is, hogy az olajjal eddig kitermelt gáznak csak jelentéktelen része származik a gázsapka szabad gázából. A művelés sikere minden várakozást felülmúlt. A szovjet szakértőkkel a három legfontosabb, úgynevezett bázistelepre tervezett 32—36%-os végső olajkihozatali tényezővel szemben 46—52%-os érték várható.

Az együttműködési terv szerint most a magyar és a szovjet szakemberek tapasztalataik alapján véglegesítik a művelés tervezésére kölcsönösen kidolgozott módszereket, tovább növelve a nagy gázsapkás olajtelepek leművelésének hatékonyságát.



Szovjet szakemberek vezetésével szerelik a kompresszort Orosházán

A magyar és a szovjet szakemberek együttműködtek az olajkihozatal növelésére alkalmas új eljárások kutatásában. Ezek közül a kutatások több esetben már üzemi kísérlethez vagy széles körű üzemi alkalmazáshoz vezettek. A két ország kutatói kölcsönösen hasznosították egymás tudományos eredményeit, több esetben közösen tervezték az üzemi kísérleteket a két ország olajmezőin, részt vettek irányításukban és értékelésükben; rendszeres információcserét folytatnak az üzemi alkalmazás tapasztalatainak hasznosítása érdekében.

Az olajkihozatalt növelő eljárások alkalmazását Magyarországon meggyorsította az, hogy jelentős szén-dioxidos földgáz-előfordulást tártak fel a kimerülőben levő dél-zalai olajmezők alatt nagyobb mélységben. A teleprezsim és a kőzet kedvező áteresztőképessége lehetővé tette azt, hogy hosszú ideig jelentős mennyiségű gázt lehessen a rétegbe sajtolni a telep természetes energiájának hasznosításával. Ezt a természeti adottságot felhasználva itt üzemi kísérlet, majd széles körű üzemi alkalmazás kezdődött, amelynek folyamatát közösen értékelték. Ugyanakkor a Szovjetunióban a hatásmechanizmus vizsgálatával, a matematikai modellezés kölcsönös fejlesztéséhez szükséges elméleti és laboratóriumi vizsgálatokkal foglalkoztak.

1967-től a magyar és a szovjet szakértők közösen foglalkoztak a szemividovszki szén-dioxidos földgázlelőhely hasznosításával, a kelet-tolumszki lelőhely olajának szén-dioxidos leművelési elveivel. Magyarországon az alkalmazás első 10 éve alatt termelt olajtöbblet mennyisége megközelíti a 200 ezer tonnát, és jelentős további eredmények várhatók.

A Szovjetunióban széles körben alkalmazzák a termikus módszereket az olajkihozatal növelésére, közöttük az in situ elégetési eljárást is. Az eljárás továbbfejlesztésével kapcsolatban a Szovjetunióban kiterjedt kutatásokat folytatnak a rétegen belüli égetés és vízelárasztás összekapcsolásával, a nedves és szupernedves égési folyamatok vizsgálatával. Ugyanakkor magyar részről azzal foglalkoztak, hogy kidolgozzák a könnyűolajat tartalmazó rétegek hatékony termikus leművelését. Mivel a könnyűolajból képződő koksz mennyisége kicsi — és ez megnehezíti az eljárás alkalmazását — a magyar kutatók arra törekedtek, hogy növeljék a rétegben elégő olajmennyiséget, fokozzák a kőolaj alacsony hőmérsékletű oxidációját. Ehhez speciális adalék anyagot kísérleteztek ki. A kísérletek alapján a magyar és szovjet szakértők kölcsönösen részt vettek üzemi kísérleteik tervezésében és értékelésében. Szovjet részről *A. A. Bokszerman, P. L. Kuznyecov* és *L. A. Szergejev* munkáját kell kiemelni. A begyújtáshoz szovjet elektromos kúttalpmelegítőt és kábelt használtak magyar tömszelencével. Ennek köszönhető a Demjén-kelet mező sikeres üzemi kísérlete, amely több mint 40%-kal növelte a kísérleti teleprész végső olajkihozatali tényezőjének értékét a természetes rétegenergiával elérhető értékhez viszonyítva. A biztató eredmények alapján a következő években üzemi alkalmazásra kerülhet sor.

Az olajkihozatal növelése érdekében a legeredményesebb, de egyúttal legbonyolultabb eljárásnak a micellás oldat felhasználását lehet tekiteni. Alkalmazási lehetőségét mindkét ország szakemberei vizsgálják.

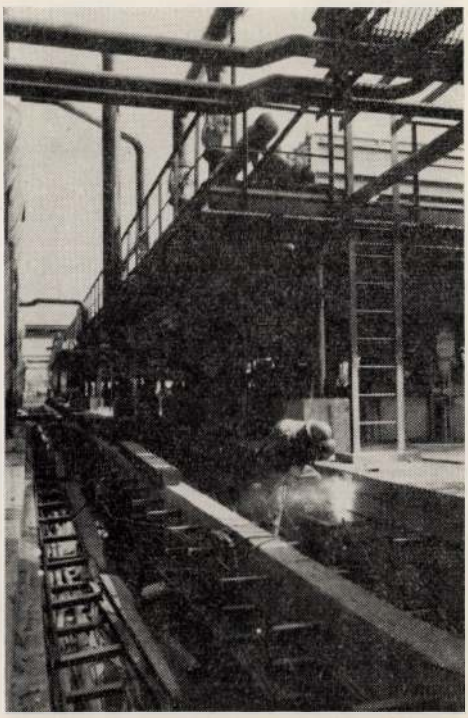
Ez a kutatás az utóbbi években a kétoldalú együttműködés középpontjába került. Az együttműködés kiterjedt a hatóanyagok kiválasztására, a kedvező receptúrák, tervezési módszerek kidolgozására. A szakemberek a felületaktív anyag (petróleumszulfonát) gyártásának kérdéseit is kölcsönösen tanulmányozták. Az eredményes együttműködésben sokat köszönhetünk *A. T. Gorbunov, T. A. Burdin* és *L. V. Ljutyin* elvtársnak.

Magyarországon ennek eredményeképpen üzemi kísérlet folyik az Algyő-mező egyik olajtelepének kijelölt részén. Az üzemi kísérlet tervét a magyar és a szovjet szakértők közösen vizsgálták meg. A konzultáció keretében a szovjet szakértők javasolták a kísérlet irányításához újabb ellenőrző vizsgálatok elvégzését.

Kőolaj- és földgáztermelő berendezések létesítése

Az algyői mező gánkondenzátum-telepei és az olajjal együtt termelt gáz jelentős mennyiségben tartalmaznak cseppfolyósítható komponenseket: 3,1 millió tonna propánt és butánt, 0,4 millió tonna izopentánt és 3,5 millió tonna 170 °C végforrpontú stabil gazolint. Ennek a jelentős mennyiségű, értékes szénhidrogéntermeknek a leválasztására 2×4 millió m³/nap kapacitású, hidegszeparációs gázelőkészítő üzemet, a komponensek kinyerésére pedig két, ugyanilyen kapacitású, hideg mosóolajos berendezést terveztünk.

A gázelőkészítő berendezést a magyar ipar készítette, a gázfeldolgozó üzemet azonban csak külföldi segítséggel tudtuk létrehozni. A tervezést és a gyártást — kedvező feltételek mellett — a Szovjetunió vállalta. A terveket a kijevi GIPROGAZ tervezőintézet készítette, a berendezések döntő részét szovjet üzemek gyártották. A tervezésnél felhasználták a magyar szakembereknek a hajdúszoboszlói üzemben szerzett tapasztalatait is. Az üzemek azóta korszerű technológiával és nagy biztonsággal működnek.



A szegedi üzem építésében szovjet szakemberek is részt vettek

A kőolaj- és a földgáz szállítása a Szovjetunióból Magyarországra

Az elmúlt évtizedekben hazánkban is rohamosan emelkedett a korszerű, gazdaságosan felhasználható energiahordozók iránti igény a közlekedés fejlesztésének, a mezőgazdaság gépesítésének, a kulturáltabb fűtési eljárások elterjedésének és a petrolkémiai ipar fejlődésének a következtében. Míg 1950-ben a felhasznált energiának csak 7,5%-át tette ki a kőolaj és 3,5%-át a földgáz, addig 1980-ra ez várhatóan 40%-ra, illetőleg 24%-ra emelkedik. A megnövekedett igények fedezésére az ország termelése már nem elég. Kielégítésük csak Magyarország és a Szovjetunió gazdasági-műszaki és kereskedelmi együttműködése alapján volt lehetséges. A kőolaj és földgáz szállítását a Barátság, a Testvériség és a Szövetség csővezeték-rendszerek kiépítése tette lehetővé.

A kőolajszállítás biztosítására a KGST érintett tagországai 1958-ban kötöttek egyezményt. Ennek keretében olyan olajszállító csővezetékrendszert hoztak létre Barátság vezeték néven, amely a Volga—Urál közti terület gazdag olajmezőinek termékét szállította Lengyelországba, az NDK-ba, Csehszlovákiába és Magyarországra 1962 óta. A vezeték magyarországi szaszasza 138 km, átmérője 400 mm. A Kőolajvezeték Vállalat építette részben szovjet importcsőből. Kapacitása, a többszöri növelés után, eléri az évi 5,1 millió tonnát. Mivel az ország távlati kőolajigénye ezt messze meghaladja, szükségessé vált a Barátság vezetékrendszer bővítése. Ezért 1972-ben megépült a Barátság II. vezetékszakasz, amely a Szovjetunió területén ágazik le. A vezeték átmérője 600 mm, hossza 287 km; részben már magyar spirálhegesztett csőből, a szivattyúállomás pedig döntő mértékben az NDK termékeiből épült. Szállítóteljesítménye, intenzifikálás nélkül, 7—8 millió tonna évenként.

A nagy szállítókapacitású vezetékek üzemeltetése sok olyan műszaki problémát vetett fel, amelyet a két ország szakemberei közös munkával oldottak meg. Jelenleg is fennáll és erősödik a részt vevő országok két- és több oldalú kapcsolata a távvezeték üzemeltetésének műszaki kérdéseiben, valamint az üzemzavar megelőzése és elhárítása területén.

A Testvériség földgázvezeték-rendszer a Szovjetunióból kiindulva továbbítja a gázt Lengyelországba, az NDK-ba, Csehszlovákiába, Magyarországra és Bulgáriába. A vezetékrendszer magyar szakaszának terveit az OLAJTERV szakemberei készítették, és a siófoki Kőolajvezeték Vállalat építette a Dunai Vasműben gyártott csövekből, felhasználva a szovjet—finn távvezeték építésében szerzett tapasztalatokat. A vezeték 800 mm átmérőjű, 240 km hosszú, magyar területen nyomásfokozó kompresszorállomással, amelyen keresztül a gázellátás 1976-ban megkezdődött. Teljes kiépítés esetén 7 milliárd m^3/év földgáz szállítására alkalmas.

Az energiahordozók felhasználásának további növekedésére számítva, a szocialista országok a Szovjetunió hatalmas földgázkészleteire támaszkodva újabb egyezményt kötöttek a Szövetség gázvezetékrendszer kiépítésére. Az Orenburg-gázmezőből kiinduló, 1400 mm átmérőjű gázvezeték Európa legnagyobb méretű csővezetéke, amelyet a részt vevő országok közösen építettek meg. A magyar építők munkája befejeződött, a szovjet földgáz zavartalanul áramlik az összefogásban részt vevő országok népgazdaságába.

A magyar—szovjet műszaki-tudományos és kereskedelmi együttműködés története mutatja az együttműködés formáinak fejlődését, tartalmának gazdagodását. A két ország együttműködése mindinkább a szocialista országok, a KGST tagországainak integrált együttműködésévé válik, ami kölcsönösen növeli népgazdaságaink hatékonyságát.

EGYESÜLETI HÍREK

Termelési kútszelvényezési előadóülés Budapesten

Az MGE mélyfúrási geofizikai szakosztályának szervezésében nagyszámú szakmai érdeklődő kísérte figyelemmel *Kiss Bertalan* és *Tóth József* **A termelési kútszelvényezés által szolgáltatott információk és azok felhasználása a szénhidrogén-tárolók kutatásának és termelésének különböző fázisaiban** című előadását.

Az előadás első részében a szerzők áttekintették a termelési kútszelvényezés körébe sorolható vizsgálatokat, majd a továbbiakban ismertették a termeléstechnológia részéről felmerülő igényeket.

A termelési kútszelvényezés mint a mélyfúrási geofizika egyik ága információkat nyújt a technológusok számára a rétegben és a kútban elhelyezkedő fluidumok jellemzőiről és viselkedéséről.

A termelési kútszelvényezés felöleli a kút elsődleges kiképzése után végzett szelvényezések összességét, a gyakorlatban a termelés minden fázisában használható.

A különböző mérési módszerek által szolgáltatott információk segítséget nyújtanak a szénhidrogén-tárolók jobb megismerésére, a telepek művelésének tervezésére és időbeli ellenőrzésére.

A témakörbe sorolható mérési eljárások az alábbi feladatok megoldásában nyújtanak hasznos információkat:

1. A gáz—folyadék határ megfigyelése.
2. A termelési profil, illetve a termelvényösszetétel meghatározása.
3. A besajtolási profil meghatározása.
4. Kútproblémák megoldása.
5. Kutatási feladatok, új mérési eljárások kifejlesztése.

Az előadók röviden ismertették a hazai olajbányászat rendelkezésére álló szerény műszer- és eszközparkot.

A rendelkezésre álló műszerek 150 °C réteghőmérséklet-határig használhatók.

Az előadók szerint a termelési kútszelvényezési csoport tevékenysége iránt korábbi években nagy érdeklődés nyilvánult meg, de jelenleg a mérőszolgálat kapacitása még nincs teljes mértékben kihasználva.

A tájékoztató második részében az előadók gyakorlati példákon mutatták be a többségében algyői kutakban végzett méréseik eredményeit. A rövid ismertetést több hozzászólás és vita követte, melynek alapján megállapítható, hogy a termelési kútszelvényezés kiterjesztése a hazai szénhidrogéntelepekre és a mérések rutinszerű végzése fontos paramétereket nyújthat a telepek optimális leműveléséhez.

Szakony István
okl. olajmérnök
(OGIL, Bp.)

Tudományos kutatási együttműködés a szénhidrogén-bányászat területén

RÁCZ DÁNIEL

Az MNK és a SZU közötti műszaki-tudományos együttműködés a szocialista internacionalizmus elveinek megfelelően igen gyümölcsözően fejlődött az elmúlt 30 év alatt gazdasági életünk minden területén. Nem túlzás azonban azt állítani, hogy ebben a szakmai, elvtársi, baráti kapcsolatban a szénhidrogén-bányászat szakemberei kiemelkedő, sokoldalú eredményes munkát végeztek a földtani kutatás és geofizika, a fúrástechnológia és a termelés területén egyaránt.

A kezdeti időszakban a SZU részéről megnyilvánuló közvetlen ipari segítségnyújtáson túlmenően az 1960-as évek elejétől a műszaki-tudományos együttműködés felgyorsult és ma már fejlett munkakapcsolatok kialakulásáról és közösen kidolgozott témák ipari megvalósításáról tud unk beszámolni. Ezek között olyan eredmények vannak, amelyek hosszú távon mindkét fél számára hozzájárulnak a kőolaj- és földgáztermelés hatékonyságának növeléséhez.

Az MNK és a SZU közötti műszaki-tudományos együttműködés eredményességét nagymértékben növelte az 1964. február 3-án megkötött kormányközi megállapodás, amelyre alapozva jött létre a Szovjetunió Kőolajbányászati Minisztériuma és az MNK Nehézipari Minisztériuma közötti műszaki-tudományos együttműködés.

A SZU és az MNK közötti szénhidrogén-bányászati tudományos kapcsolat, a konzultációk és tapasztalatcserék gyakorlata ennél régebbi keletű, de a felek közép- és hosszú távú tervein alapuló együttműködés jól meghatározott szervezeti keretek között csak 1967-ben kezdődött a két minisztérium, ezen belül az OKGT—VNII és -VNIIBT között.

A műszaki-tudományos együttműködés jellege, formája 1967-től erőteljes változáson ment át, tartalmasabbá, szorosabbá vált. Gyakorlattá vált a közösen összeállított munkatervek alapján megszervezett kutatási munkák végzése, kutatási és ipari berendezések és eszközök közös kifejlesztése, a külön-külön, valamint együtt működve kifejlesztett eszközök, berendezések átadása; mindkét fél számára szakosodott gyártások is megvalósultak.

Az OKGT—VNII és -VNIIBT együttműködésében kezdettől fogva kiemelkedő szerepet vállaltak az OGIL szakemberei. A VNII és a VNIIBT különböző intézetei, valamint az OGIL vezetői és szakemberei között kialakult őszinte, alkotó jellegű kapcsolat nagymértékben hozzájárult ahhoz, hogy az utóbbi években fontos kutatási területeken érjünk el eredményeket.

Az irányított ferdefúrások témakörében tartós kutató-fejlesztő együttműködés valósult meg.

A kölcsönös konzultációkon tájékoztatást adunk a műszaki-technikai fejlesztések eredményéről. Technológiai ajánlásokat kaptunk a szovjet intézettől az algyői és szegedi irányított ferdefúrások tervezéséhez és kivitelezéséhez.

Devizamentes eszközcserék révén sikerült beszerezni a speciális ferdítőturbinákat, fúró feletti kalibrátorokat. Részünkről pedig irányított ferdefúrási segédeszközöket (direktor és projektor) adtunk át.

Folyamatosan egyeztetjük az irányítóeszközök, különböző szerszám-összeállítások kialakításával és hatékony alkalmazásával nyert tapasztalatainkat.

Jelenleg az automatikus lyukirányítás (ferdeségnövelés, -stabilizálás és ferdeségcsökkentés) metodikájának és eszközeinek közös kialakításán dolgozunk. Megvalósítottuk a számítási megoldások kölcsönös cseréjét.

Az irányítószerszámok konstrukciós kiválasztása és kialakítása a soron következő közös feladatunk.

Az UZ típusú *rétegelzáró berendezések fejlesztésének* területén a magyar fél az eszközök dokumentációjával együtt kísérleti darabokat is bocsátott a szovjet fél rendelkezésére. Együttesen végeztük el az UZ rétegelzáró továbbfejlesztését és üzemi kísérleteit a Szovjetunióban. Folyamatban van az ultramélységű fúrásokban használható változat kialakítása.

A fémtömítéses béléscsőakasztó fejlesztési munkáiban az eszközt a magyar fél, a tömítőegységet a szovjet fél fejleszti és bocsátja kölcsönösen egymás rendelkezésére.

A VNIIBT részére egy *kitörésvédelmi oktató szimulátort* szállítottunk, melyhez a szükséges oktatási anyagot is biztosítottuk.

A szovjet intézet a kőzetmechanikai vizsgálatokhoz *mikrofúrókat és KUM—15-ös* berendezést bocsátott rendelkezésünkre.

Szovjet és magyar olajipari szakemberek a VNIIBT és az OKGT együttműködése alapján 1976-tól közösen fejlesztik a *„fúrástechnológiai mozgó laboratórium"* kísérleti példányát. A berendezés szállítható, terepi kivitelű, alkalmas arra, hogy fúrásponton felszerelt mérő-érzékelőivel, műszereivel mérje, beépített „CAMAC"-egységével gyűjtse a fúrás mélyítése során szükséges paramétereket. A berendezéshez tartozó számítógép és teljes perifériarendszer biztosítja a gyűjtött adatok archiválását, az adatok megfelelő programokkal történő feldolgozását, a mért és számított adatok operatív célú megjelenítését. A berendezéshez geokémiai vizsgálóegység is tartozik.

Együttműködésünk eredményeként eddig a szovjet partnerrel egyeztetett és elfogadott műszaki követelmény, műszaki terv és matematikai-metodikai követelmény született. Ez utóbbi a számítógépes adatgyűjtő rendszer közös célokra való alkalmazásának alapja. További szoros együttműködés szükséges a matematikai feladatok megfogalmazásának és megoldásának közös kutatásában.

Jelenleg a mozgó laboratórium hazai felhasználású kísérleti példányának gyártása folyik. 1980 után 2 db komplett mozgó labort szállítunk a szovjet félnek, figyelembe véve a magyar kísérleti példány gyártási tapasztalatait, majd a VI. ötéves terv folyamán további berendezések exportja várható a Szovjetunióba.

A kihozatal növelése nagyon jelentős szerepet kap a szénhidrogén-bányászati műszaki tudományos együttműködésben. *A termikus leművelési eljárás* elméleti alapjait közösen dolgoztuk ki. Laboratóriumi körül-

mények között újszerű kísérletsorozatot végeztünk a termokémiai reakciók kőolajtárolókra gyakorolt hatásának vizsgálatára. Egységesítettük a módszereket és a kiértékelési eljárásokat.

Kutatásokat folytattunk a rétegen belüli nedves égetési eljárás laboratóriumi, elméleti és üzemi vizsgálatai terén.

A közösen végzett kutatómunkák lehetővé tették a szovjet és magyar szakemberek számára olyan berendezések létrehozását, amelyek segítségével összeállították a rétegen belüli nedves égetés mechanizmusára vonatkozó főbb elképzeléseket.

A szovjet és magyar szakemberek kutatásokat folytattak az új katalitikus — rétegen belüli oxidációs folyamatokon alapuló — kőolajtermelési módszerek létrehozására.

A közös munkánk eredménye egy javaslat volt: a rétegen belüli nedves égetés kombinálása speciális $Fe(CO)_5$ kémiai adalék alkalmazásával. Ezen eljárás alkalmazásánál csökken a hőmérséklet az égési fronton, növekszik a kondenzációs zóna az égési front előtt.

A kísérletek során végzett közös munka tette lehetővé Demjénben a kisüzemi kísérlet eredményes végrehajtását és kiterjesztését. Szovjet szakemberek is részt vettek a kísérletekben. Begyújtó berendezést, valamint az ehhez szükséges kábelt bocsátottak rendelkezésünkre és állandó személyes részvételük nagyban elősegítette, hogy világviszonylatban is kiemelkedő begyújtásos technológiát valósítsunk meg.

Közösen állítottuk össze a technológiai sémát a kémiai adalékokkal való nedves rétegen belüli égetésnek a romaskinói lelőhelyen történő megvalósításával kapcsolatos kísérleti munkákra.

A szovjet fél által átadott, a romaskinói lelőhelyről származó kőolajon és kőzetmintákon a magyar szakemberek elvégezték a komplex laboratóriumi vizsgálatokat, a nedves rétegen belüli égetéses eljárás számításait, annak műszaki-gazdasági indoklását pedig a szovjet szakemberek végezték.

Az együttműködés keretében a magyar fél átadott a szovjet félnek egy speciális tömszelence-lubrikátort abból a célból, hogy a szovjet elektromos melegítővel együtt használják fel az égés iniciálására.

A felek elvégezték az előkészítő munkát az égés elektromos melegítővel és adalék anyagokkal való iniciálási technológiájára vonatkozó közös szabadalom összeállítására.

Ezek az elemzések, kísérletek alapul szolgálnak mindkét országban a nagyüzemi eljárás megvalósításához. A termikus eljárás évtizedeken keresztül igényli a további közös kutatásokat és az üzemi eredmények kiértékelését.

A kőolaj kiszorítása vízzel, szénsavval és más reagensekkel témában a szovjet és magyar szakemberek munkálatokat folytattak a kőolaj *szénsavval való kiszorítására* szolgáló módszer fizika-kémiai alapjainak tanulmányozása, a kísérleti és elméleti kutatások elvégzésére, az eljárásra vonatkozó tervezési módszerek kidolgozása és a módszer bevezetésével kapcsolatos kérdések komplexumának kidolgozása terén.

Az MNK-ban végzett kísérleti kutatásokkal rámutattak arra, hogy a CO_2 alkalmazása a kőolajkihozatal növelését eredményezi a nagy viszkozitású olajat tartalmazó lelőhelyeken és a kimerült, könnyűolajat tartalmazó lelőhelyeken is.

Az alkalmazott technológia azonban további tökéletesítésre szorul, mert a szénsav rétegben való áramlásának szabályozása számos fizikai-kémiai és hidrodinamikai kérdés további tisztázását igényli.

A Szovjetunióban vizsgálták a kőolaj gáz halmazállapotú és cseppfolyós szénsav dugókkal való kiszorításának technológiai sajátosságait. Adatokat kaptak a CO_2-dal való olajkiszorítás mechanizmusáról és hatékonyságáról a komponensek korlátozatlan keverhetőségének viszonyai között. Vizsgálták az eljárás megvalósítási technológiájának különböző fajtáit az elvizesedett és el nem vizesedett rétegekben.

A magyar szakemberek a matematikai modellt fejlesztették ki a kőolaj CO_2-dugókkal való kiszorítására vonatkozóan, a lineáris és területi kiszorítás esetére.

A közös elméleti és kísérleti kutatások eredményeit felhasználták a CO_2-os besajtolási eljárás tervezésénél és megvalósításánál az MNK lelőhelyein (Budafa, Lovászi, Kiscsehi).

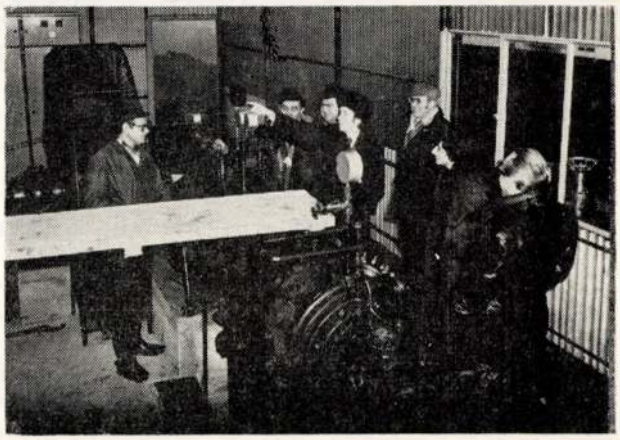
A Szovjetunió tapasztalatai alapján kezdődtek meg Magyarországon a híg oldatos felületaktív anyag alkalmazásának laboratóriumi kísérletei. Első lépésként a Szovjetunióban is alkalmazott nem ionos felületaktív anyagokat vizsgáltuk. A kísérletek alapján, és a szovjet szakemberek véleménye szerint is, az algyői tárolókban elsősorban az anionaktív, *szulfonát típusú felületaktív anyagok* jöhetnek számításba, ezért jelentős együttműködés alakult ki a petróleumszulfonát oldatokkal és *micellás* rendszerekkel való *olajkiszorítás* kutatása területén.

Kicseréltük a SZU-ban és Magyarországon előállított szulfonátmintákat, valamint a vizsgálati és értékelési módszereket.

Magyar részről átadtuk tapasztalatainkat a híg, víz külső fázisú micellás rendszerek receptúráiról és a kiszorítási modellvizsgálatokról. Szovjet részről az olaj külső fázisú mikroemulziók összetételére és olajkiszorítási tulajdonságaira vonatkozó eredményeket bocsátják rendelkezésünkre.

Jelentős segítséget kaptunk az illetékes szovjet kutatóintézettől a micellás oldatos kiszorítási algyői üzemi kísérlet művelési tervének felülvizsgálatánál és pontosításánál.

Megkezdődött az együttműködés a petróleumszulfonát gyártástechnológiájának kidolgozása területén; kölcsönösen kicseréltük a laboratóriumi kísérleti berendezések tapasztalatait és a technológiai paramétereket.



Szovjet szakemberek irányításával folyik az egri égetéses kísérlet

A repedezett tárolójú kőolajlelőhelyek műveléstervezési módszereinek, valamint a kutak és rétegek hidrodinamikai vizsgálati módszereinek fejlesztése és tökéletesítése terén a VNII-ben elméleti vizsgálatokat végeztek a repedezett tárolókban való filtrációval összefüggésben.

Az OGIL-ban laboratóriumi vizsgálatok folytak a kapilláris telítettség és a repedezett tárolók fázisáteresztő-képességének meghatározásával kapcsolatban.

A VNII-ben kidolgozták a harmonikus hullámzás módszerével — a Nagylengyel, Pusztaapáti és Kelebia lelőhelyeken mélyített kutakban — végzett hidraulikus „lehallgatás" görbéit. E reagálási görbék kiértékelését a VNII-ben kidolgozott metodika szerint végezték.

A szovjet fél átadta az MNK-nak a VNII szakemberei által készített hidraulikus „lehallgatási" görbék példatárát.

Az MNK a szovjet fél rendelkezésére bocsátotta a repedezett tárolókra vonatkozó hidrodinamikai vizsgálati eredményeit és a művelés során szerzett tapasztalatokat.

A több réteges kőolaj- és gáztelepek műveléstervezési metodikájával kapcsolatos munkák két irányban folytak és folynak. Ez a kutatás és együttműködés egyrészt a lelőhelyek műveléstervezési metodikájának tökéletesítését, másrészt a kutak egyidejű szelektív termeltetéséhez szükséges komplett berendezések létrehozását hivatott elősegíteni.

Ennél a témánál feltétlen ki kell emelni, hogy az algyői generál művelési terv készítése idején, 1968—69-ben állandó, szoros együttműködés, konzultáció alakult ki a SZU kutatóintézete és a művelési terv készítésével foglalkozó magyar szakemberek között.

Az együttműködés során nagy segítséget jelentettek a magyar szakemberek számára azok a rendkívül szerteágazó szovjet műszaki-tudományos elméleti értelmezések és vizsgálatok, amelyeket a tervezők részére átadtak. A rendszeresen folytatott konzultációkon kívül a kidolgozott generál művelési tervet 1969-ben a VNII tudományos tanácsa értékelte és az értékelés során további számos hasznos útmutatást, ajánlást és tanácsot adott, amelyeket a leművelési terv realizálásakor figyelembe vettünk. Az algyői olajmező leművelése a tervnek megfelelően jó hatásfokkal folyik ma is, több mint 10 évvel a termelés megkezdése után.

Jelenleg a VNII-ben és az OGIL-ban számításokat folytatnak a lelőhelyek technológiai mutatóinak elemzésével összefüggésben a SZU-ban és az MNK-ban kidolgozott módszerek szerint. Az ugyanazon objektumra végzett számítások eredményeinek összehasonlítása lehetővé teszi a metodikák előnyeinek és hiányosságainak értékelését és egy tökéletesített változat létrehozását.

A kútszerelvények fejlesztése terén 1973-ban kezdődött meg az együttműködés az egyidejű szelektív termelést és besajtolást biztosító kútszerelvények kialakításával, első lépcsőként a szabályozható talpi fúvóka fejlesztési eredményeinek kölcsönös megismerésével.

1976-tól kezdődően közös terv alapján dolgoztuk ki a szelektív termeltetésre szolgáló berendezések technológiai és konstrukciós elveit, melyek alapján a magyar fél kifejlesztette:

— a dróthuzalos technikával cserélhető univerzális rögzítőt;
— az univerzális rögzítőhöz csalakozó talpi fúvókát és
— a pakkeres öblítő közdarabokat.

A szovjet fél az általunk átadott mintapéldányokkal megkezdte az üzemi kísérleteket.

A szovjet partner szabályozható talpi fúvókákat adott át részünkre, melyekkel az üzemi kísérleteket megkezdtük.

A kőolaj- és gázlelőhelyek művelésének matematikai modellezése téma keretében elvégeztük a VNII-ben és az OKGT-ben kidolgozott programok közös elemzését a kiszorítás eljárás méretezésére a vízzel való elárasztásánál hatékonyabb módszerekre.

Megvitattuk, összeállítottuk és egyeztettük a kétfázisú filtráció (az OKGT-ben) és a háromfázisú filtráció (a VNII-ben) közösen kidolgozott számítási programjainak kipróbálási rendjét.

Az VNII átadta a kétfázisú filtrációra a VNII-ben kidolgozott algoritmusok és programok leírását, valamint a lyukkártyákra felvett információkat.

A kútgeofizikai vizsgálatok fejlesztése terén kiemelkedő jelentőségű az irányított áramterű mikroszondák továbbfejlesztésére, és a leghatékonyabb változatok alkalmazásához szükséges interpretációs görbesereg felvételére alkalmas analógmodell közös megtervezése és megépítése.

A szovjet féllel közösen alakítottuk ki a modell paramétereit, a mérési eredmények feldolgozási programját. A magyar fél a modell tervezését, építését és a vizsgálatok elvégzését vállalta. A szovjet fél a végzett kutatási munkánk ellentételeként felszíni és fúrólyukműszereket bocsát a magyar olajipar rendelkezésére, melyekkel az eddiginél hatékonyabb szondakombinációk állíthatók össze.

A kútgeofizikai műszerfejlesztés terén a szovjet szakemberek által korábban kifejlesztett termelésgeofizikai műszerek közös továbbfejlesztését határoztuk el. A szovjet fél RVT—36 típusú áramlás- és víztartalommérő műszerének méréshatárát 70 °C-ra és 40 MPa nyomásra terjeszti ki közös fejlesztő munkával. Ugyancsak a méréshatár kiterjesztése a feladatunk a RISS—42 típusú hőálló, indukciós folyadékelválás-mérő műszerrel kapcsolatosan is.

Átadtunk a szovjet félnek 3-elemes akusztikus kőzetszelvényező szondákat, méréshatár: 150 °C, 140 MPa, és a hozzátartozó felszíni műszert. A szovjet fél 3—3 darab RISS—42 és RVT—36 típusú felszíni műszert, valamint 6—6 darab lyukműszert bocsátott rendelkezésünkre. A magyar és szovjet szakemberek között a fentieken kívül számos más kutatási területen került sor konzultációkra. Ezek jelentősek voltak a két ország olajiparában jelentkező problémák megoldása szempontjából.

A VNII és az OGIL igazgatói rendszeresen áttekintették kapcsolataik alakulását, a közösen végzett tudományos kutatómunkák állását; minden alkalommal megállapították, hogy a közösen tervezett munkák teljesítése sikeres volt, az együttműködés a tervek szerint folyt, és az a véleményünk, hogy a hatékonyság további növelését kell elérni és minden együttműködési területen törekedni kell a széles körű ipari realizálásra, még korszerűbb módszerek kidolgozására és állandó, elmélyült tudományos kutatómunka végzésére. Ez az eddigieknél még szorosabb, hatékonyabb együttműködési formák megteremtését igényli.

A magyar—szovjet tudományos és műszaki együttműködés eredményei a hazai kőolaj-feldolgozó iparban

OLAJOS DEZSŐ—
ZALKA LAJOS

A magyar—szovjet együttműködés kezdetének időpontját nehéz lenne meghatározni. Közvetlenül a felszabadulást követően már szovjet segítséggel kezdődött meg a hazai kőolaj-feldolgozó ipar talpra állítása, a háború okozta mintegy 80%-os károsodás felszámolása. Ezek a korai kapcsolatok ugyan még nem nevezhetők együttműködésnek, de a szovjet segítségnyújtás lehetőséget adott szakembereinknek a nagy tapasztalattal rendelkező szovjet kőolaj-feldolgozó ipar eljárásainak, berendezéseinek és — mindenekelőtt — nagy felkészültségű ipari és kutató szakértőinek megismerésére. Ezek az ismeretek vetették meg a későbbi, tényleges kétoldalú együttműködési kapcsolatok alapjait.

A hazai kőolaj-feldolgozó ipar nagyarányú fejlesztése 1960-ban, a *Dunai Kőolajipari Vállalat* (DKV) építésével vette kezdetét. Ekkor az ország kőolaj-feldolgozása 2,6 Mt/év volt, a legnagyobb desztillációs üzem 400 et/év feldolgozásra volt képes. Az elsőként felépült atmoszferikus és vákuumdesztillációs üzem önmagában 1 Mt/év kapacitást képviselt, és jelenleg a DKV — az országosnak mintegy háromnegyedét képviselő — elsődleges feldolgozási kapacitása eléri az évi 9 millió t-t. Ennek a komplex, petrolkémiai jellegű feldolgozást is végző jelentős ipari létesítménynek az építésében és üzembe helyezésében a tervezéselőkészítési fázistól kezdve részt vettek és részt vesznek szovjet szakemberek. Ezt az is szükségessé tette, hogy e vállalat alapvetően a *Barátság kőolajvezetéken* érkező szovjet kőolaj feldolgozására épült. Ez lehetőséget adott a hasonló alapanyagot feldolgozó szovjet típusüzemek terveinek és üzemeltetési tapasztalatainak átvételére.

Az iparág általános fejlődése, a korszerű, nagy kapacitású üzemekben szerzett tapasztalatok, ismeretek, a minőségfejlesztés és a gazdaságossági követelmények olyan kutatás-fejlesztési feladatokat támasztottak, amelyek megkívánták megfelelő kutatóbázis létrehozását. Ennek hatására fejlődött az eredetileg kizárólag speciális nagynyomású hidrogénezési folyamatok kutatására alapított *Nagynyomású Kísérleti Intézet* (NAKI) a kőolaj-feldolgozó ipar kutatás-fejlesztési feladataival széleskörűen foglalkozó kutatóintézetté. Az ipari vállalatokkal fennálló kapcsolatok révén a kutatóintézet is bekapcsolódott a magyar—szovjet együttműködés folyamataiba, majd kialakította saját műszaki-tudományos munkakapcsolatait a szovjet partnerintézetekkel.

Szoros együttműködés alakult ki a Nagynyomású Kísérleti Intézet és a moszkvai VNII NP között a hidrokrakkoló technológiák fejlesztése, illetve a katalizátorok minősítése területén. Motorhajtóanyagok és kenőolajok előállítása technológiai paramétereinek vizsgálata folyt szovjet hidrokrakkoló katalizátorokon, a NAKI-ban a GK—4 és GK—8 jelű szovjet katalizátorokkal végeztek kísérleteket.

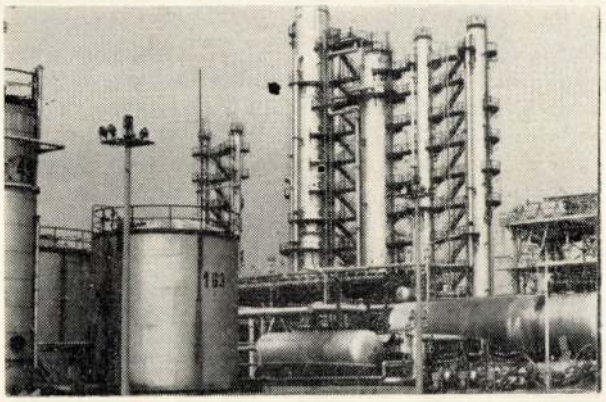
Laboratóriumi méretű kísérleti berendezésben összehasonlító vizsgálatok történtek paraffinos vákuumpárlat nyersanyaggal, elsősorban motorhajtó üzemanyagok előállítására, az alábbi technológiai körülmények mellett:

nyomás: 15 MPa,
katalizátorterhelés: 1 $m^3/m^3 \cdot h$,
gázarány: 1500 nm^3/m^3,
hőmérséklet: 350-től 410 °C-ig.

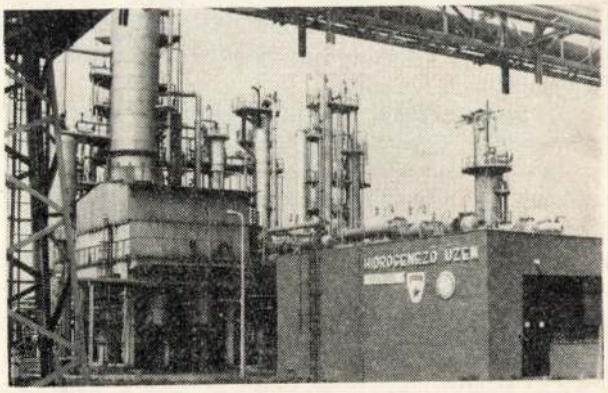
A katalizátorok nagy aktivitásuk révén elsősorban gáztermékek, benzin és petróleum előállítására alkalmasak. Dizelmotorhajtó üzemanyag (gázolaj) csak kis hozammal (20 s% alatt) volt előállítható. A hidrokrakkolt termékből elkülönített, 420 °C felett forró desztillációs maradék paraffinmentesítés után kenőolajok előállításához használható fel. Az így nyert adalékolásra kész kenőolajok nagy viszkozitási indexűek, ezért multigrade alapolajokként értékes termékeknek tekinthetők.

A GK—4 jelű katalizátorral időtartam-kísérletet is végeztek a katalizátor stabilitásának és szelektivitásának meghatározása céljából. A 700 órás üzemeltetés azt mutatta, hogy a katalizátor ennyi idő után is változatlan aktivitású és szelektivitású.

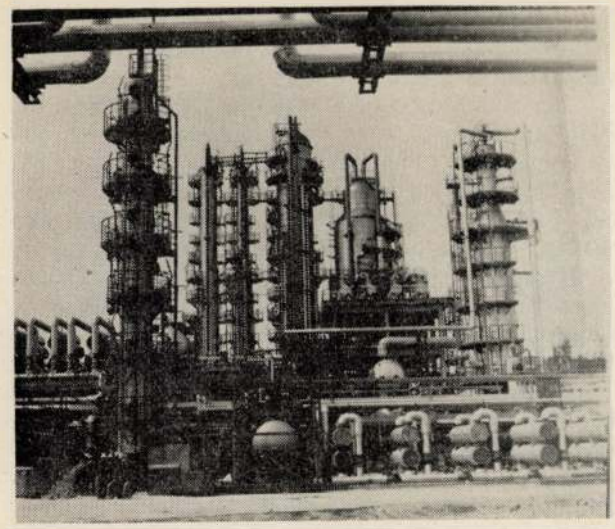
Mind a NAKI-ban, mind a VNII NP-ben hidrokrakkolással előállított kenőolaj-alapolajokból a hazai



DKV— Aromás termékeket gyártó üzem



DKV — Hidrogénezőüzem



DKV — Gázolaj-kénmentesítő

motorolaj minőségeknek megfelelő motorolajok előállítására is sor került. Ezeket a MÁFKI motorkísérleti osztálya vizsgálta meg és az előírt követelményeknek megfelelőnek találta.

A NAKI és a kijevi VNII PK Neftehim közötti együttműködés 1971-ben kezdődött. Két területen folyik közös munka, mégpedig a kenőzsírok és a gépiparban használatos hűtő-kenő folyadékok fejlesztése területén. Mindkét esetben az együttműködő felek által kifejlesztett módszerek átadására és alkalmazására, valamint a fejlesztett termékek kölcsönös vizsgálatára került először sor. A kalciumkomplex gépzsírok elektronmikroszkópos és derivatográfiás vizsgálatában elért eredményeinket a kijevi intézet jól hasznosította.

Közösen sikerült megoldani a mindkét országban kifejlesztett kalciumkomplex zsírok keményedési problémáit. Sikeresen próbáltuk ki és tettünk javaslatot a Kijevben kifejlesztett Litol márkanevű Li-oxisztearát kenőzsír hazai alkalmazására.

A VNII PK Neftehim-ben kifejlesztett, 1 millió km igénybevételre szánt hosszú élettartamú vasúti gördülőcsapágyzsírok vizsgálatát elvégeztük és hazai körülmények közötti felhasználásra alkalmasnak találtuk. Az Al-komplex zsírok fejlesztése és gyártása területén most van kialakulóban együttműködés.

A hűtőfolyadékok területén az együttműködés elsősorban a forgácsoló hűtő-kenőfolyadékok területére terjed ki. A VNII PK Neftehim átadta tapasztalatait az e területre vonatkozó korróziógátló adalékokkal, elsősorban difenil-aminnal kapcsolatban; a NAKI a szovjet félnek az emulziós hűtő-kenőfolyadékok mikrobiológiai öregedésének gátlására szolgáló antibiotikumokról adott át tanulmányt. E termékek felhasználása azonban magas áruk miatt nehézségekbe ütközött. A Szovjetunió, illetve a VNII PK Neftehim Vazin elnevezésű baktericid adalékot állított elő, és ennek mintáit átadta mikrobiológiai bevizsgálásra. Az elővizsgálatokban a termék hatékonynak bizonyult, ezért a NAKI nagyüzemi kísérletek végzését javasolta e termék alkalmazásával Magyarországon. A kísérletek jelenleg is folyamatban vannak és sikerük esetén a hazai hűtő-kenőfolyadékok baktericid adalékolásának kérdése megoldhatónak látszik.

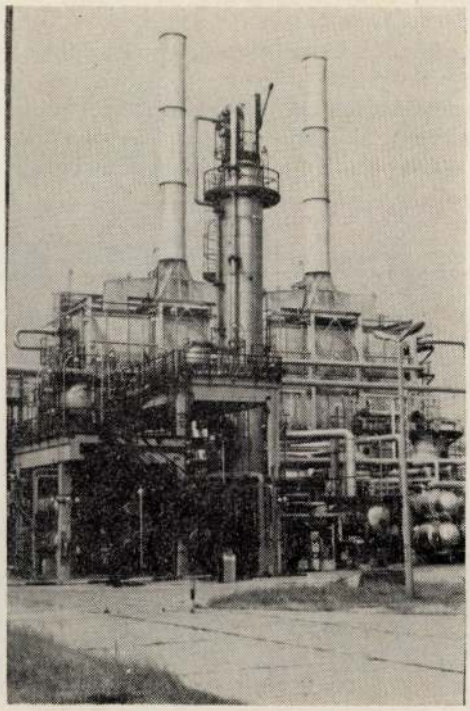
A gyakorlati ipari problémák megoldása érdekében e kutatóintézeteknek az ipari vállalatokkal közösen kell dolgozniok, a kutatás—fejlesztés—ipari megvalósítás töretlen folyamatának biztosításáért. Ez a követelmény a magyar—szovjet kőolaj-feldolgozóipari együttműködés jelenlegi fejlett szakaszában is érvényesült. Az első ilyen nagy jelentőségű közös komplex program kissé részletesebb ismertetése lapunkban a célkitűzés műszaki-gazdasági jelentősége miatt is indokolt.

Az automatikus benzinkeverési irányítási típusrendszer kidolgozása érdekében végzett közös munkában szovjet részről a Szovjet Tudományos Akadémia Irányítási Problémák Intézete (IPU), a Nemzetközi Irányítástechnikai Problémák Kutatóintézete (MNIIPU), magyar részről a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálásai Kutatóintézete (SZTAKI) és az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) működik együtt. Az OKGT-n belüli kutatást a NAKI végzi, a típusrendszert a DKV-nál tervezzük elsőként megvalósítani. A kutatást és a megvalósítást az OMFB is támogatja.

Az együttműködő partnerek speciális szakismerete révén jól definiált munkamegosztás alakult ki. A szovjet partnerek végzik a rendszer szimulációs modellezését, az adaptív matematikai modellek és az irányítási algoritmus kidolgozását. A NAKI a benzinkeverés összefüggéseihez szükséges nagyszámú laboratóriumi mérést végzi el és készíti el a benzinelegyek minőségének számításához szükséges algoritmusokat.

A SZTAKI az irányítási rendszer eszköz-specifikálásában, kiválasztásában, az algoritmusok adaptálásában működik közre. A DKV üzemi mérésekkel, mintavételezéssel és a megvalósítás előkészítésével vesz részt a fejlesztésben.

A benzinkeverés automatikus irányítási rendszerét az teszi szükségessé, hogy a motorbenzineket nagyszámú



DKV — Reformálóüzem II.

komponensből keveréssel, adalékolással állítják elő. A megoldást nehezíti az, hogy a tárolótartályok korlátozott kapacitása miatt nem lehet a különböző minőségű termékeket szeparálva tárolni, és a keverés ideje alatt is elkerülhetetlen a tartály feltöltése, gyakran más minőségű termékkel. Ilyen feltételek között működő irányítási rendszer egyedülálló.

A kifejlesztés alatt álló eljárásnak tehát a legfontosabb jellemzője az, hogy nem szükséges egyes keverőkomponensek minőségi tulajdonságainak pontos ismerete a keveréshez. Mérni csak a késztermék tulajdonságait kell folyamatelemző műszerekkel; a késztermék tulajdonságaiból és a komponensek keverési arányából a számítógép számítja a komponensek tulajdonságait, és ennek alapján biztosítja a helyes keverési arány betartását a kevert összmennyiségre vonatkozóan.

A számítógéppel tervezett és irányított keverés a hagyományos irányítással szemben az értékesebb keverőkomponensek megtakarítását eredményezi. A megtakarítás két tényezőből ered:

— az igények és a tényleges készletek összehangolásával eleve a leggazdaságosabb keverési arányok mellett történik a keverés,

— a mikroprocesszoros adatfeldolgozás és vezérlés lehetővé teszi, hogy a keverést a hagyományosnál kisebb minőségi rátartással végezzék.

A feladat megvalósítását a következőképpen biztosítja az eljárás: A keverés irányítása kétszintű, egy miniszámítógép végzi a vezérlést és egy mikrogép a szabályozást.

A keverés megindításakor valamilyen módon (pl. felülrendelt központi géptől v. kézi úton) kap az eljárás egy kiindulási receptúrát. A miniszámítógép ellenőrzi, hogy a recept a tartálykészletek alapján megvalósítható-e. Ha igen, megkezdi a keverést. Méri a keletkezett termék minőségi mutatóit (oktánszám, gőznyomás, sűrűség). Megvizsgálja, hogy a termék minősége egy bizonyos előre megadott ε_1 hibahatáron belül van-e;

— ha igen, akkor módosítja a minigépen tárolt keverési egyenletrendszerben az együtthatókat, de a mikrogép működésébe nem avatkozik bele;

— ha nem, akkor új receptet számol és ezt az elegyítési arányt állítja be a minőség a mikrogépen. Ezt mindaddig számolja, amíg a minőség a megadott hibahatáron belül egyezik a várttal, ettől kezdve a keverés változatlan arányok mellett folyik;

— ha a fenti beavatkozásnál a minőség nem várt irányban módosul, vagy a minőség bármikor egy előre megadott, az előbbinél nagyobb ε_2 hibahatáron kívül esik, akkor feltételezzük, hogy ez a komponenscserének vagy a termékminőség-becslés nagy hibájának tudható be. Ekkor a gép maga hajt végre „aktív" módosítást és tanuló módszerrel határozza meg a komponensekre vonatkozó tényleges együtthatókat. Ennek alapján korrigálja a minőséget. Mivel a gép az összes lekevert termék mennyiségét és annak átlagos összetételét is számítja, tárolja, mód van a minőség keverés közbeni korrekciójára úgy, hogy a minőség a keverés végére jó legyen. (Pl. a keverés előző szakaszában előállított minőségi „elajándékozás" kompenzálása rosszabb minőségű anyag keverésével.)

A nem mért, de a benzin minősége szempontjából fontos tulajdonságok számítása gázkromatográfiás adatok alapján történik. A gázkromatográf feladata az is, hogy a folyamatelemző műszerekkel mért tulajdonságokat számítsa és jelezze a minigép felé, amely az adatokat a folyamatelemző műszerek működésének ellenőrzésére használja fel. A kromatográf feladata lehet az is, hogy a többi folyamatirányító műszer esetleges üzemzavara alkalmával a keverés ellenőrzését átmenetileg egymaga lássa el.

A kutatás irányai

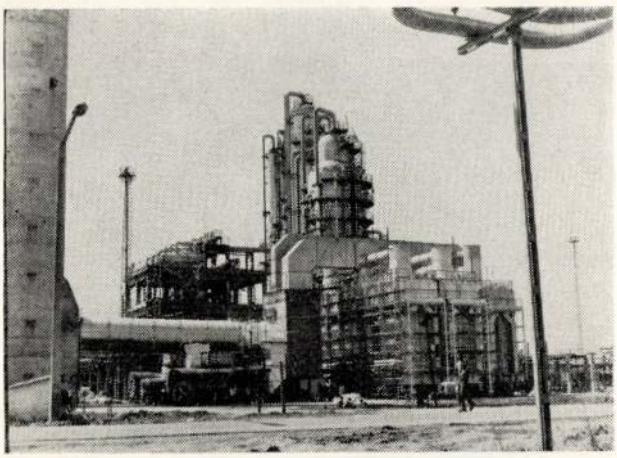
1. Az induló és módosított receptúrák számításához szükséges „elegyítési indexszámok" meghatározása. (Ezek olyan korrekciós konstansok, amelyek a keverésnél nem ideálisan viselkedő elegytulajdonságoknak a komponenstulajdonságokból való számítását lehetővé teszik.)

2. A nem mérhető (tervek szerint mérni nem is szándékozott, vagy üzemzavar esetén átmenetileg nem mérhető) minőségi paraméterek számítása más mért értékekből (kromatográfiás csúcsokból, oktánszámból stb.).

3. A fenti méréseket figyelembe vevő, receptúrát számító és korrigáló algoritmusok kidolgozása.

Ez a kísérlettervezést, nagyszámú mérést, azok statisztikai-matematikai értékelését, számítási algoritmusok kidolgozását, ellenőrzését teszi szükségessé. A kutatómunka 1. része a befejezéshez közel áll, a 2. rész egy készülék beszerzés után most kezdődhet meg intenzíven, a 3. feladat kidolgozása folyamatosan történik. A kidolgozott összefüggések „karbantartása" (új komponensek, előírások stb. figyelembevétele) a megvalósítás után is folyamatosan megy. A benzinkeverő üzem rendszerterv-javaslata elkészült. Az üzem megvalósítása a VI. ötéves terv folyamán várható.

A közvetlenül ipari alkalmazáshoz vezető, jelentős probléma megoldását célzó komplex együttműködésre ismertetett példa még úttörő vállalkozásnak számít. Ennek sikeres megvalósítása minden bizonnyal ösztönzést ad hasonló jelentőségű, az együttműködő partnerek számára egyformán hasznos témák közös megoldására. Ilyen céllal számos probléma tanulmányozása van folyamatban.



TIFO — Csőkemencék (háttérben a kolonnák)

A kőolaj- és gázipari létesítmények tervezésében kialakult magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés és eredményei

BÁLINT VALÉR

Az iparágunkkal szemben támasztott népgazdasági igények kielégítése igen jelentős fejlesztő és beruházó tevékenységet tett szükségessé az elmúlt időszakban. Ennek fő célja: a termelő szénhidrogéntelepek minél hatékonyabb leművelése, valamint új kőolaj- és földgáztelepek felkutatása és termelésbe állítása; a kőolajfeldolgozó kapacitás bővítése és a végtermékek választékának bővítése, valamint minőségének javítása; a kőolaj- és földgáz szállításához szinte az egész országot behálózó csővezeték-hálózat kiépítése, amely egyben szolgálja a kőolaj, a földgáz és a fehérárutermék importálását is; az igények zavartalan kielégítését biztosító tárolási kapacitás kiépítése. Iparágunk e feladatok megoldásához jelentős beruházási fedezetet kapott. Mint ismeretes, a III. ötéves tervben 11,5 milliárd Ft, a IV-ben 23,6 és jóváhagyott terveink szerint az V. ötéves tervben mintegy 40 milliárd forint beruházási háttérrel rendelkezünk.

A szénhidrogénipar fenti számokkal jellemzett igen jelentős beruházási tevékenységének előkészítését, kiviteli tervekkel való ellátását és a kivitelezés során a tervezői művezetést az OLAJTERV végezte, ill. végzi.

A mintegy másfél évtizede megalapított Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat munkájában a vállalat létrehozása óta meghatározó jelentősége van a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködésnek, amelynek eredményei jelentős mértékben hozzásegítették az OLAJTERV-et a hazai tervezési tapasztalatok megszervezéséhez.

A magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködés a tervezési módszerek közös kidolgozására, az OLAJTERV és a szovjet tervezőintézetekben kialakított tervezési módszerek és műszaki megoldások kölcsönös cseréjére, a Magyarországon, ill. a Szovjetunióban létesítendő szénhidrogénipari objektumok közös tervezésére, valamint előírások és szabványok kölcsönös vizsgálatára terjed ki. Együttműködésünk felölelte a szénhidrogénipar, ill. vállalatunk beruházási tevékenységének teljes vertikumát, azaz a feldolgozást, a bányászatot, szénhidrogéntávvezeték-rendszerek létesítését, elosztóhálózatok kialakítását.

Az együttműködés jelentőségére világít rá a hazai kőolajfeldolgozó-ipari és petrolkémiai tervezés kialakulását követő három fejlődési szakasz:

— A vállalat a megalakulását követő időszakban elsősorban szovjet tervező intézetek, főként a LANGIPROGAZ terveinek honosítását és helyretervezését végezte. Így készültek el többek között a *DKV propános bitumenmentesítő, oldószeres paraffinmentesítő, benzinreformáló I., aromás I—II, hidrogénező kenőolaj-finomító üzemek, a jugoszláv technológián alapuló fenolos finomító, a KKV termikus krakk, gázolaj-kénmentesítő, benzinreformáló és kénkinyerő üzemek.*

— A második fejlődési szakaszban a külföldi tervezőktől származó előtervek alapján a vállalat kiviteli terveket készített, olyan technológiák megvalósítására, amelyekkel kapcsolatosan hazai tapasztalatokkal már rendelkezett. Így került megtervezésre a *DKV 2 Mt/év teljesítményű AV-desztilláló,* az *1 Mt/év kapacitású gázolaj-kénmentesítő,* az *évi 9 ezer tonna teljesítményű kénkinyerő* és az *aromás üzemekkel közös blokkban létesített orto-xilol üzem* és a *TIFO 3 Mt/év teljesítményű blokkja.* Erre az időszakra tehető az üzemintenzifikálások tervezésének megindítása is.

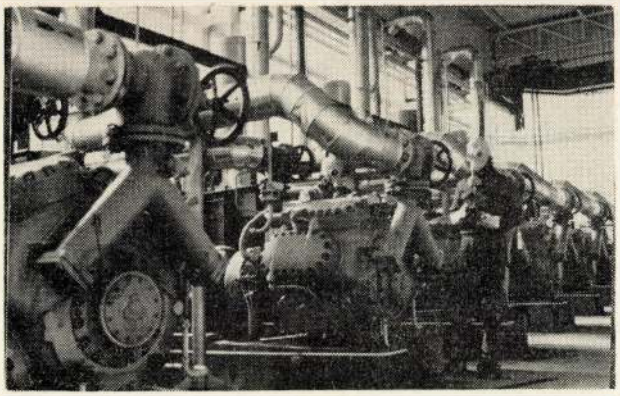
— A harmadik szakaszban a vállalat olyan technológiával rendelkező üzemek tervezését vállalta, amelyek tervezése és üzemeltetése kapcsán tapasztalatokkal rendelkezett.

Az OLAJTERV bányászati szakága hosszú idő óta alapozza munkáját a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködésre. Az együttműködés különböző hazai és szovjetunióbeli műszaki, tudományos konferenciákon, tanulmányutakon, valamint konkrét tervezési együttműködés útján valósult meg. Tapasztalatcserén vettek részt szakembereink a krasznodári gázmezőkön, ahol tanulmányozták a korrozív földgázok termelésével kapcsolatos problémákat, a korrózió elleni védekezés hatásos módszereit, továbbá más mezőkben megismerkedtek a kőolajgyűjtés, az emulzióbontás korszerű rendszereivel. A megszerzett tapasztalatokat a hazai tervezésben és üzemeltetésben hasznosították.

Szovjet segítséggel sikerült a kardoskúti gázmotoros kompresszorok beszerzése is, melyet üzemlátogatás és tapasztalatcsere előzött meg.

Az 1960-as évek végén szoros kapcsolat alakult ki a kijevi Kőolaj- és Gázipari Tervezőintézet (GIPROGAZ, később VNIPITRANSZGAZ) és az OLAJTERV között. A két tervezővállalat között kialakult kapcsolat jelentős mértékben hozzájárult az *algyői két gázfeldolgozó üzem* szovjet tervek alapján, jó minőségben való hazai megépítéséhez. A tervezési időszakban a kijevi intézet munkatársaival számtalan egyeztetést, konzultációt folytattak szakembereink, közösen törekedve a gazdaságos megoldások hazai megvalósítási lehetőségeinek felkutatására.

Az előbbihez hasonló típusú gázfeldolgozó üzemek tervezési és üzemeltetési tapasztalatainak megismerésére tervező szakembereink egy csoportja a beruházók bevonásával Minnibajevóban több hónapos betanuláson vett részt. Ugyancsak lehetősége volt tervező-beruházó szakembereinknek az Otradnijban létesült gázüzemek megtekintésére és üzemi-tervezési tapasztalatok szerzésére. Az 1975-ben üzembe helyezett magyar—szovjet együttműködéssel készült I. gázfeldolgozó üzem berendezéseit kevés kivételtől eltekintve a Szovjetunió szállította. Az alacsony hőmérsékletű (−23 °C-os propános hűtőkörrel rendelkező), mosóolaj-abszorpciós technológiával üzemelő berendezések feladata szabad gázból propán—bután, izopentán és stabil gazolin előállítása volt.



Szovjet ammóniaszivattyúk a szegedi üzemben

Röviddel az I. gázfeldolgozó üzem beindítása után került sor a II. gázfeldolgozó üzem termelésbe állítására. Technológiája megegyező az I. üzem technológiájával, tervezése, építése szintén kooperációban történt, figyelembe véve az első üzem tervezése és építése során nyert tapasztalatokat. Mindkét üzemet a tervezettnél rövidebb ideig tartó próbaüzem után, a tervezett garanciális paraméterek teljesítése mellett sikerült használatba átadni. A két üzem együttesen ma az ország propán- és butántermelésének jelentősebb hányadát szolgáltatja.

Szovjet üzemelési tapasztalatok alapján, nagy teljesítményű szovjet szivattyúk beállításával valósította meg az OLAJTERV az ország legnagyobb vízbesajtoló üzemét Algyőn, másodlagos kitermelési célra.

A szovjet kutató és oktatási intézetekkel kialakult szoros kapcsolat jelentős iparági problémáink megoldásához segített hozzá. Így a hazai *föld alatti gáztárolás gyakorlati bevezetése* előtt tervezőink a VNIIGAZ szakembereitől hasznos gyakorlati, tervezési tapasztalatokat kaptak, míg a *CO_2-besajtolásos másod- és harmadlagos művelés tervezési, üzemeltetési kérdéseiben* szakembereink adtak át hasznosítható tapasztalatokat.

Az elmúlt években tervezőink a VNIIGAZ-ban és más szovjet tudományos intézetekben hosszabb időn keresztül a földgázüzemi technológiák tervezéséhez szükséges számítógépes tervezésben, programozásban szerezhettek értékes tapasztalatokat, melyeket hazai munkájuk során a gyakorlatban hasznosíthattak.

A magyar—szovjet szállítástechnikai és irányítástechnikai együttműködés tapasztalatait az OLAJTERV tanulmányban foglalta össze 1978-ban.

— Az elkészült tanulmány címe: ASZU-GAZ (Automaticseszkaja szisztema upravlenija) KGST témakidolgozás, I. fázis.

A tanulmány a szovjetunióbeli tapasztalatokra épülve az alábbi területeket tárgyalta:

— Az automatikus diszpécserirányítási rendszer szervezeti-működési felépítése;
— Az automatikus diszpécserirányítási rendszer egységes információellátási rendszerének szerkezete;
— Magyarország gázellátó rendszerének automatikus diszpécserirányítási rendszere.

Az ASZU-GAZ KGST témakidolgozás folyamatos. Célja, hogy a szovjet importgázzal ellátott területek (KGST-tagállamok) gázellátási rendszerének egységes nemzetközi irányítása központi diszpécserszolgálattal valósuljon meg, a nemzetközi központ koordinációs, ellenőrző és egyeztető lehetőségeinek biztosítása mellett.

A szovjet szakemberek (GIPROGAZ) a hazai csőtávvezeték-tervezés megteremtésében és fejlesztésében jelentős szerepet vállaltak. A *Kardoskút—Adony távvezeték* tervezését a szovjet szakemberek személyes jelenlétükön túlmenően szakmai tanácsaikkal segítették. A munka során jelentős volumenű tervezési dokumentációt és a műszaki megoldások egész sorát adták át az 1960-as évek elején még kialakulóban levő tervező kollektívánknak.

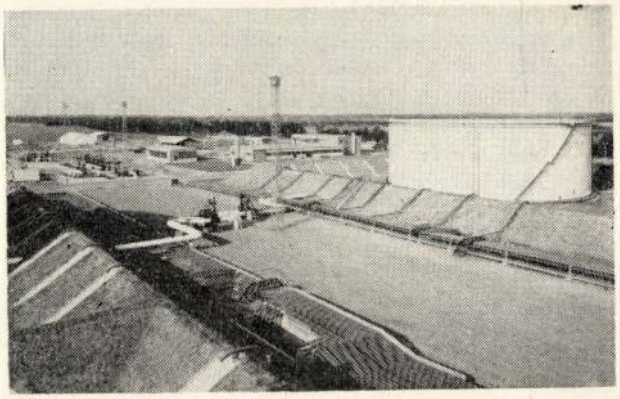
A következő jelentősebb együttműködés a *BARÁTSÁG II. kőolaj-távvezeték* tervezésében valósult meg. A munka során tervezőink állandó, baráti munkakapcsolatban állottak a kijevi JUZSGIPROTRUBOPROVOD tervezőivel. Közvetlen segítségüket azok a szakmai tanácsok jelentették, amit az akkor még hazai mértékkel nagy átmérőjűnek számító, NÁ 600-as csőtávvezeték tervezéséhez adtak a kapcsolódások és műszaki követelmények egyeztetése során. Az ilyen átmérőjű csőtávvezetékek tervezése ekkor a Szovjetunióban már rutinfeladatnak számított, hiszen építés alatt állt az Uráltól délre fekvő vezetékrendszer, a középázsiai területeket a központi iparvidékkel összekötő 1200, ill. 1400 mm átmérőjű, több ezer kilométer hosszú csőtávvezeték.

Ebben az időszakban kapcsolataink és tapasztalatcseréink a műszaki ismeretek vonalán kezdtek kölcsönös jelleget felvenni. Az OLAJTERV tervezői átadták *a pszeudoplasztikus tixotrop kőolajok szállításával* kapcsolatos ismereteiket és tapasztalataikat a hazánkba látogató szovjet szakembereknek.

A következő nagy jelentőségű feladat, mely a két fél tervezői együttműködésében mérföldkövet jelentett: a *Tiszai Vegyi Kombinátot és a Kalusi Vegyi Kombinátot összekötő 330 km hosszúságú, NÁ 300-as méretű etilénvezeték építése,* amely még ma is Európa egyik leghosszabb etilénszállító vezetéke.

E vezeték beruházási terveit, műszaki terveit mind a magyar, mind a szovjet szakaszra az OLAJTERV szakemberei tervezték. A kijevi GIPROKLOR szakemberei, a szovjet üzemeltetők elismerően nyilatkoztak a tervek műszaki színvonaláról, műszaki megoldásairól.

A harmadik nagy létesítmény, a *TESTVÉRISÉG gázvezeték* munkái során tovább szélesedtek kapcsolataink a szovjet szakemberekkel annak révén, hogy a hazai területeken a kivitelezési munkák jelentős részét a szovjet SZOJUZZAGRANGAZ szakemberei vé-



A fényeslitkei szivattyúállomás

gezték. Bebizonyosodott a közös munka során a tervszerűség jelentősége, továbbá az, hogy megalapozott, korszerű ismeretek és megoldások alkalmazása a tervezésben, valamint a tervutasítások fegyelmezett végrehajtása rövidíti a kivitelezés időtartamát és jó minőséget eredményez. Bizonyítást nyert továbbá az is, hogy a jó műszaki tervezői munkához nélkülözhetetlen a gyakorlati eredmények, kivitelezői javaslatok, vélemények megismerése és hasznosítása a tervezés során.

A magyar—szovjet csőtávvezetéki kapcsolatokat a keleti terméktávvezeték létesítése tette teljessé. Ennek tervezése során nagymértékben hasznosítottuk a moszkvai Gubkin Intézetben a több kőolajtermék egy csőtávvezetékben való szállítása területén elért kutatási eredményeket. Tervező szakembereink munkájának eredményességét dicséri, hogy szovjet partnerünk, a GLAVNEFTESZNAB szakemberei elfogadták javaslatainkat és műszaki megoldásainkat a ma legkorszerűbbnek számító, csővezetékben történő in situ termékátvételre és az elszámolási mérésekre vonatkozóan.

A csőtávvezetéki szakterületen az elmúlt két évtized alatti együttműködésünk az előzőekben felsorolt létesítmények üzembe helyezésével nem zárult le. Hazánk adottságai és a csőtávvezetéki szállítás gazdaságossága alapján az együttműködés olyan lehetőségei állnak még előttünk, mint a vegyipari alapanyagok, szilárd anyagok szállítása, valamint a legkülönbözőbb cseppfolyós termékek csővezetéki szállítása a kőolajtermékek szállítása során elért eredményekre alapozva. Indokolja továbbá jövőbeni együttműködésünket az országaink közötti bővülő árucsere, mely bővüléséből eredő árumennyiségek szállítása hagyományos eszközökkel egyre nehezebben és költségesebben bonyolítható le.

Együttműködésünk a következő években mind a bányászat, mind a feldolgozás és távvezetéki szállítás, továbbá az irányítástechnika területén számtalan lehetőséget kínál a vállalat VI. ötéves tervét és távlati feladatait figyelembe véve. A tervezést végző szakemberek számára felmérhetetlen tapasztalatok és eredmények kölcsönös hasznosíthatóságát lehetővé tevő magyar—szovjet műszaki és tudományos együttműködés eddigi eredményeit figyelembe véve, szükséges további együttműködésünk súlypontját egyrészt a tudományos kutatási tevékenységre helyezni és ezen a területen tovább mélyíteni, valamint az eddigi eredményeinknek a KGST-tagállamokban való hasznosítására fokozottabban törekedni.

Összegezésül megállapítható, hogy a magyar—szovjet műszaki-tudományos együttműködéssel megvalósult üzemek, technológiai berendezések és létesítmények tervezése és építése tovább mélyítette a szovjet és magyar szakemberek szakmai és emberi barátságát, mely tény további eredményes együttműködésünk biztos záloga.

DR. FALK RICHÁRD
1899—1979

Ez év május 17-én, nyolcvanadik életévében váratlanul elhunyt dr. *Falk Richárd,* a Nehézipari Műszaki Egyetem bányagéptan professzora, több bányamérnök-, olajmérnök- és bányagépészmérnök generáció kiváló oktatója, nevelője, volt tanítványai népes táborának Ricsi bácsija. A „bácsi" megszólítás nem a korára utalt, hanem a megkülönböztetett tisztelet, a szeretet jele volt, hiszen ő idősebb korában is fiatal maradt rendkívül széles körű érdeklődésében, felfogásában, gondolkodásában, nem kevésbé mindig kifogástalan megjelenésében. Fiatalos frisseségének tudható be, hogy szelleme mindig nyitva állt az értékes új ismeretek, műszaki megoldások befogadására. Emlékezetes példája ennek a hidraulikus nyomatékátalakító elméletéről, kivitele típusairól a dunántúli olajipari műszaki dolgozók részére az ötvenes évek elején tartott előadása. Hol volt még akkor hazánkban az első hidraulikus erőátvitelű fúróberendezés! Ugyancsak egyesületünk Dunántúli Olajvidéki Osztályának egyik nagykanizsai ülésén ismertette a pontsoros nomogramok (a nomogramkészítés kedvelt témája volt) szerkesztését, ami azt mutatta, hogy alapos, átfogó elméleti tudása, gépészeti ismeretanyaga kitűnő gyakorlati érzékkel párosult. Egyetemi előadásait sohasem a merev, konstrukciós megoldások kizárólagos továbbadása, hanem olyan mélységesen a lényegbe nyúló szempontok, elvek kiemelése jellemezte, amelyek igazában később, az ifjú üzemi mérnökök számára bizonyultak hasznosnak.

Sokrétű szakmai tudással szerencsésen együttjáró gyakorlat érzéke, továbbá vezetői rátermettsége talán akkor tűnt ki a legszembetűnőbben, amikor az egykori MAORT nagykanizsai gépműhelyének vezetőjeként nemcsak a későbbi gyárrá válás alapjait rakta le, hanem példát mutatott arra is, hogyan lehet nehéz, kiforratlan időben az olajipar egyik legfontosabb kiszolgáló üzemét úgy irányítani, hogy feladatának mindenkor megfeleljen. Ebben segítségére volt nyugodt, kiegyensúlyozott egyénisége, elfogulatlan, őszinte, barátságos, a kellő mértéket mindig ismerő magatartása, ami munkatársaiból mindenütt tiszteletet és megbecsülést váltott ki. Mestere volt annak, hogy maga körül kellemes, kulturált légkört teremtsen. Bölcs volt, ismerte és megértette az embereket, ezért is tudott jó lenni. Kitűnő humorérzéke volt, de mindig bántó él nélkül.

Szakmája életeleme volt, melyből szerinte „kikopni nem lehet". Szakmai szerénységére jellemző egy idézete: „Aki nem tudja, tanítja, aki tudja, csinálja." Ő azonban tudta, tanította és csinálta, a gyakorlatban dolgozó kolléga szakmai tanácsért sohasem fordult hozzá hiába. Azt tartotta, hogy szeretni kell és minden részletében komolyan kell venni a szakmát, másként a műszaki ember munkája és élete elveszti értelmét és célját. Szakmai álláspontjának, véleményének kifejtése sokszor kisebb tanulmánynak is beillett.

Tisztán, egyszerűen élt, szinte az emberi lét határán, pátriárkai korban érte a hirtelen, fájdalom és panasz nélküli halál. A mitológia szerint az istenek az ilyen halált tartogatják ajándékul azok számára, akiket erényeik miatt szeretnek. Halála illik stílusos életéhez.

Életét, munkásságát sok elismerés, kitüntetés övezte, legigazibb értékmérője azonban embertársainak, munkatársainak fenntartás nélküli nagyrabecsülése, maradéktalan tisztelete, mélységes rokonszenve és szeretete. Ha valaki, „Ricsi bácsi" mindazokat osztatlanul és kiérdemelten élvezte. Így fogunk rá mindig emlékezni, volt tanítványai, egykori olajbányász munkatársai és tisztelő barátai.

Rosta Ferenc

Csővezeték-építési technológia

ZÁBRÁK SÁNDOR

Magyarországon a szénhidrogén-távvezeték építésének gyors ütemű fejlődése a felszabadulás utáni időben kezdődött. A Kőolajvezeték Építő Vállalat mint az ország legnagyobb távvezeték-építő vállalata tapasztalatait működésének három évtizede alatt mintegy 3000 km hosszúságú, különböző átmérőjű kőolaj-, földgáz- és vegyiparitermék-csőtávvezeték és közel 100 gázátadó és -fogadóállomás megépítése és szerelése során szerezte meg.

Külföldi, elsősorban szovjet tapasztalatokra támaszkodva és a döntően szovjet speciális vezetéképítő gépekkel megszerzett gyakorlat, valamint a tudatos technológia és műszaki fejlesztési tevékenység azt eredményezte, hogy a csőtávvezetékkel szemben támasztott magas műszaki követelményeket biztonsággal teljesíteni tudtuk.

Az elmúlt időszakban sikerült olyan komplex kivitelezői szervezetet kialakítanunk, amely alkalmas a csőtávvezeték-építésen kívül a hozzá szorosan kapcsolódó szerelvényállomások építési, villamosenergia-ellátási és katódvédelmi, hírközlési, műszerezési és telemechanikai feladatok ellátására. Egyben felkészültünk a távvezetékek magas- és mélyépítési munkáinak elvégzésére és néhány speciális vezetéképítéssel összefüggő termék gyártására is.

A csővezeték-építési technológiai folyamatok végzése, illetve a speciális szakágak tevékenysége — az adott körülmények közötti gazdaságos és gyors megvalósítás biztosítása mellett — szigorú műszaki és minőségi előírások alapján történik és folyamatos minőségi ellenőrzés alatt áll.

A kivitelezői szervezet és a rendelkezésre álló eszközök lehetővé teszik:

— X52, X60, St 53,7 vagy
ezeknek megfelelő szabvány minőségű
— 4—32 hüvelyk átmérőjű,
— 6—150 bar üzemi nyomású komplett csővezetékek kivitelezését.

A kivitelezői szervezet és a termelőeszközök tagoltságát a technológiai folyamatok határozzák meg.

Az építési terület előkészítése

A konkrét vezetéképítési tevékenység a műszaki tervezést és szervezést követő helyszíni előkészítési munkákkal kezdődik. Ennek keretén belül végezzük el az építési terület, illetve az egyes munkahelyek előkészítését, a terep rendezését, utak és lejárók készítését.

Csőszállítás

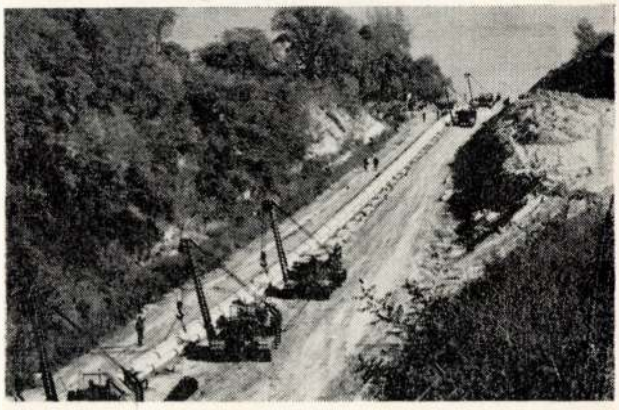
Az előkészített nyomvonalra a vezetékcsöveket az építés ütemének megfelelően speciális csőszállító tehergépkocsikkal, illetve a csődepóktól lánctalpas, erre a célra kialakított csőszállító traktorokkal szállítjuk ki. A traktorok a csöveket egyúttal vonalba is rakják.

Csőhajlítás

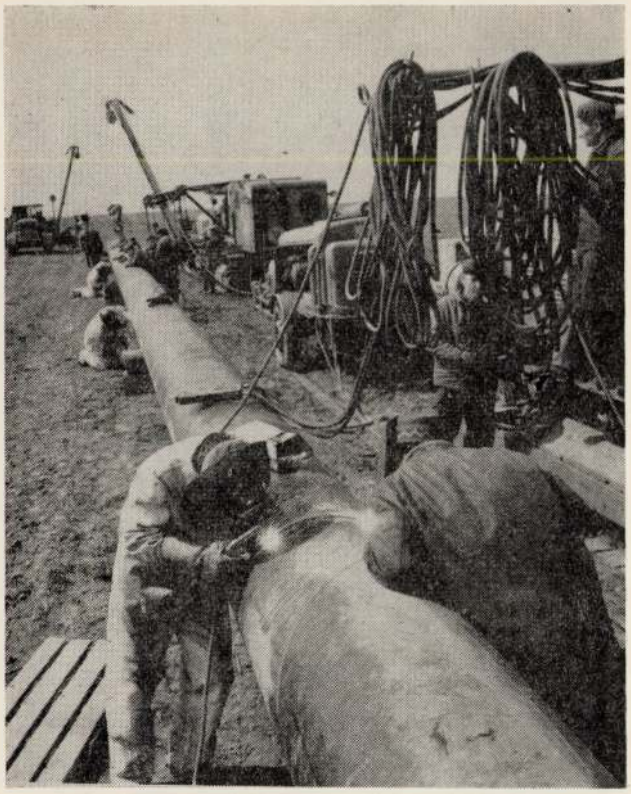
Kezdetben a csövek hajlítása kizárólag lánctalpas traktorokkal, acélsodrony kötéllel történt.

Az átmérők növekedése és a falvastagságok csökkentése azonban megkövetelte olyan hidraulikus működtetésű, horpadásgátlóval ellátott gépek alkalmazását, amelyek lehetővé teszik hegesztett csövek hidegtechnológiás, nagy sugarú hajlítását.

Útátfúrás szovjet gyártmányú csörlős géppel



Csővezeték behúzása a Dunába



Vonalhegesztés csoportos szalag-munkamódszerrel

Vonalhegesztés

Az elmúlt időszakban a csőanyagok minőségének változása, a csőátmérő növekedése, a falvastagság-csökkentés megkövetelte a hegesztési technológiák nagymértékű fejlesztését, és ennek eredményeként elértük a fejlett csővezeték-építő országok színvonalát.

Az *egy hegesztő egy varrat*os módszertől eljutottunk a jelenleg alkalmazott *csoportos szalag*-munkamódszerig, megvalósítva a gépesített varratelőkészítést és -tisztázást.

A hegesztési munkavégzés főbb technológiai mozzanatai:

— a csővégek előkészítése elektromos meghajtású sarokcsiszoló gépekkel,
— a csővégek előmelegítése saját fejlesztésű előmelegítővel,
— a csövek illesztése pneumatikus illesztőkkel,
— varratsorok készítése cellulóz bevonatú kézi ívhegesztő elektródokkal és védőgázas félautomata hegesztőgépekkel.

A hegesztőáramot négymunkahelyes hegesztőtraktorok és robbanómotoros hegesztőaggregátok szolgáltatják.

A hegesztők a DIN 8560 ER II. m. és ER. II. g. előírásoknak megfelelő minősítéssel rendelkeznek.

Csőszigetelés, árokásás, takarás

A csőszigetelés kezdetben bitumennel és kátránypapírral történt, később fokozatosan rátértünk a szigetelés minőségi igényeinek jobban megfelelő műanyag bázisú szigetelőanyagokra. Jelenleg a hazai gyártású Hungikor A—25 és B—45 szigetelőszalagokat használjuk.

A szigetelőanyagok felhordására használt szigetelőgépek összetett műveletek végzésére alkalmasak. Elvégzik a csövek mechanikus tisztítását, a kötőanyag felhordását, az alap- és a védőfólia feltekercselését.

A szigetelt cső nagy teljesítményű árokásó gépekkel vagy kotrógépekkel kialakított árokba kerül, melyre a földet dózerek takarják vissza.

Műtárgyépítés

A csővezeték-építés során közutakat, vasútvonalakat, csatornákat és nagy folyókat kell kereszteni. A közutak, vasutak és műtárgyak alatt a védőcsöves keresztezési módszert alkalmazzuk. A munkahely előkészítése után (talajvízszint-süllyesztés, indító-, fogadóakna-építés stb.) kerül sor a műtárgy átfúrására a védőcső átsajtolásával. Ezt követi a termelőcső beemelése, illetve behúzása. A védőcsövet 0,1 bar túlnyomásnak megfelelően tömítjük.

A csatornák, kisebb folyók alatti átvezetések szinte kizárólag alsó keresztezéssel készülnek. A nagy teljesítményű kotrógépekkel végzett víz alatti kotrás után az összehegesztett és szigetelt csőszakasz beemelése következik.

A nagy víztükrű folyók keresztezésénél a behúzásos módszert alkalmazzuk. A behúzópálya és -rendszer előkészítése után kerül sor az előszerelt csőrendszer behúzására az úszókotróval kikotort vezérárkokba.

A nagy folyók (Duna, Tisza stb.) keresztezésének meder- és parti kotrási munkálatait eddig alvállalkozók

A Barátság II. olajvezeték „vörös varrata"

végezték el. Folyamatban van olyan nagy teljesítményű úszó munkagépek és hidraulikus markológépek beszerzése, melyekkel ezeket a feladatokat önállóan meg tudjuk oldani.

A szerelvényállomások előregyártása és helyszíni szerelése

A csővezeték-rendszerhez tartozó szerelvényállomásokat, gáz-, indító-, fogadó-, redukáló-, mérő- és elosztóállomásokat a föld felszínén, szabadba telepített, kevés karbantartást igénylő, magas műszaki és biztonságtechnikai igényeket kielégítő módon építjük meg.

A szerelvényállomások kivitelezésénél jelentős mértékben tudtuk növelni a hatékonyságot azzal, hogy törekedtünk a tipizálásra, a központi ipartelepi előregyártásra és előszerelésre.

A központi ipartelepünkön gyártjuk a szerelvényállomásokhoz szükséges alkatrészek zömét; hegesztőtoldatokat, mérőperemeket, csőszűkítőket, T idomokat, íveket, fogadó- és indítókamrákat stb. A kivitelezés alatt álló új melegüzem elkészültével a szerelvénygyártás többszörösére fog nőni. A csőidomok gazdaságos, nagy sorozatú, az olajipari igényeket is meghaladó gyártására készülünk fel. Ennek eredményeként a kivitelezés alatt álló melegüzem lesz az ország legnagyobb kapacitású csőidomgyártó üzeme, amellyel jelentős mértékű tőkés importot tudunk megtakarítani és egyben lehetőség nyílik az exportálásra is.

Minőségellenőrzés

A csőtávvezeték építésének elengedhetetlen munkafázisa a minőségellenőrző tevékenység. Az ellenőrző fázisok a csövek gyártóművi, gyártásközi és végellenőrzésétől kiindulva átfogják a kivitelezési tevékenységet egészen a vezetékek nyomáspróbája utáni műszaki átadásig.

A minőségellenőrzés egyik legfontosabb fázisa a hegesztési varratok radiográfiai vizsgálata. A megnövekedett minőségi követelmények, a magasabb szilárdságú csőalapanyagok elterjedése következtében az elmúlt időszakban fokozatosan rátértünk a varratok 100%-os radiográfiai vizsgálatára, amely szükségessé tette a vizsgálati folyamat automatizálását.

A minőségellenőrző munka hatékonyságát növelik az automatikus önjáró, csőben mozgó felvételező berendezések, félautomata távvezérlésű defektoszkópok, a vizsgálatok komplex helyszíni elvégzésére alkalmas szovjet—bolgár kooperációban készült laborkocsik.

Árokásás szovjet kerekes árokásógéppel

Villamosenergia-ellátás, katódvédelem

A vezetékrendszer indító-, szakaszoló- és fogadóállomásai, valamint a hírközlő és egyéb célú épületek villamosenergia-ellátásának hálózata és a szerelés — általában 0,4 kV-ig a hozzá tartozó kapcsolóberendezésekkel együtt saját kivitelezésben készül. A villamosvédelmi berendezések és az elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem kiépítését is saját erőkkel végezzük.

A nagynyomású csőtávvezetékeket a passzív védelmet nyújtó korszerű, műanyag bázisú szigetelőanyagokon kívül aktív korrózióvédelemmel is ellátjuk. Ebből a célból a vezeték mentén — meghatározott távolságokban — egyenáramot szolgáltató áramforrásokat és kis (0,5—1,0 ohm) szétterjedési ellenállású földelőket telepítünk.

A katódvédelmi berendezések tipizálásával és előregyártásával (ennek következtében a terepi munka minimálisra csökken) és egyéb műszaki fejlesztéssel az építés hatékonyságát néhány év alatt meg tudtuk kétszerezni.

Hírközlés, műszerezés

A csővezeték-építés komplexitásának fokozása érdekében rendelkezünk a vezetékes és vezeték nélküli (URH) távközlő összeköttetések létesítésére alkalmas szervezettel és eszközökkel. Ezen belül a távkábel építésére kábelfektető gépláncot fejlesztettünk ki, amely nemzetközi viszonylatban is korszerű technológiának számít.

A kábelszerelő és -kiegyenlítő tevékenység hatékonyságát központi műhelyben előregyártott, korszerű, nyomtatott áramkörös kiegyenlítő panelek alkalmazásával növeltük.

Feladataink közé tartozik ezen kívül: az erősítő berendezések, URH-antennák, illetve adó-vevő berendezések, távjelző, vezérlő érzékelők analóg és digitális hálózatának, illetve berendezéseinek telepítése és szerelése, továbbá a kisebb szerelvényállomások helyi, a nagy állomások komplex műszerezésének kivitelezése.

Összefoglalóan a csővezeték-építő tevékenységről elmondható, hogy az utóbbi években dinamikusan fejlődött: korszerű gépek és technológiák alkalmazásával, a szervezettség fokozásával várhatóan el tudjuk érni, hogy az V. ötéves terv folyamán (1975. évet tekintve bázisévnek) a termelékenység kétszeresére fog növekedni.

A csővezeték-építés sok szakterületet magába foglaló tevékenység, a munkát állandóan változó körülmények között kell végezni, ezért nehéz és egyben szép feladat is.

A hazai olaj- és gáztávvezetékek üzemeltetése

SZAKONYI GÉZA

A távvezetéki rendszer kialakulása és fejlődése

Magyarországon az olajtávvezeték-rendszer kialakulását 1938—1939-től lehet számítani. Ebben az időben épült meg a Lovászi—Bázakerettye—Csepel 8″-es olajvezeték, valamint a vezeték leágazásaként a Kápolnásnyék—Szőny és Mezőszentgyörgy—Pét 6″-es vezeték. A Nagylengyel-mező termelésének gyors ütemű emelkedése tette szükségessé a Nagylengyel—Zalaegerszeg 10 $^{3}/_{4}$″-es olajtávvezeték megépítését 1952-ben. Ezzel a rendszer kiépítésének első szakasza lezárult.

1958-ban a Szovjetunió javaslatára a KGST érdekelt tagállamai elhatározták, hogy a növekvő kőolajszükséglet kielégítésére vezetéket építenek a Volga menti olajvidéktől kiindulva. Ez lett a Barátság nemzetközi kőolaj-távvezeték *(1. ábra)*. A magyarországi — Barátság I. (B. I.) — szakasz kivitelezője a Kőolajvezeték Vállalat volt. A munkát 1961-ben kezdték meg, és a vezetéket 1962-ben helyezték üzembe. Üzembe lépésével megkezdődött Magyarországon a vezetékes importolaj feldolgozása először a szőnyi finomítóban.

A vezeték felújítására 1970-ben került sor. A felújítás keretében elkészült a Kápolnásnyék—Szőny 12″-es vezeték, valamint a szadai szivattyúállomás. (Ideiglenes jelleggel üzemelt a rétsági szivattyúállomás is.)

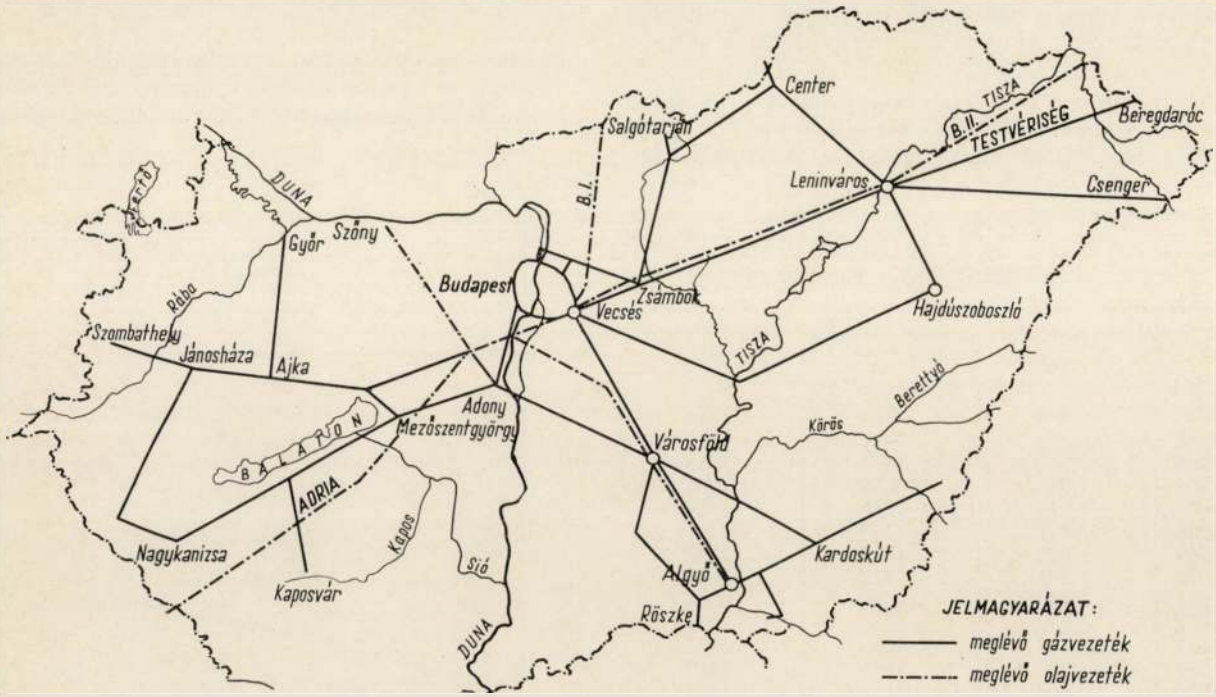
1970-ben megépült a százhalombattai finomító első üzemegysége. A Barátság-rendszeren érkező olaj nagy részét ezután itt dolgozták fel.

A százhalombattai finomító üzembe állításával egyidőben készült el a hazai kőolajat szállító Algyő—Százhalombatta vezeték, amelynek átmérője 12″, évi szállítókapacitása 2 Mt.

A hazai olajszükséglet nagymértékű emelkedése tette szükségessé egy új vezeték megépítését az importolaj szállítására. A Barátság vezetékrendszer új ágaként épült meg a Barátság II. (B. II.) olajvezeték 1972-ben, amelynek évi szállítókapacitása 10 Mt. A Szovjetunióból érkező olaj mennyiségi és minőségi átvétele Fényeslitkén történik. Ezt a magyar és szovjet szakemberek közösen végzik. A mennyiségmérés tartályos szintméréssel történik. Az átvett kőolajat nagy teljesítményű távvezetéki szivattyúk továbbítják a százhalombattai finomítóba.

A kőolajtávvezeték-rendszer 1978-ban bővült az Adria kőolajvezetékkel, amelynek egy szakaszát a csehszlovák távvezeték-építők készítették el. A vezeték üzembe helyezésével a Barátság-rendszer funkciója átalakul. A Barátság I. vezetékszakasz az Adria-rendszer folytatásaként a közel-keleti kőolaj Csehszlovákiába irányuló szállítására szolgál, mivel a Barátság I. vezeték olyan technológiai kiépítésű, amely kétirányú szállítást tesz lehetővé.

Hazánkban 1948-ig gyakorlatilag nem volt távvezetéki földgázszállítás, eltekintve néhány zalai, a nagykanizsai és a hajdúszoboszlói helyi felhasználástól. Első földgáztávvezetéknek a Lovászi—Budapest olajvezeték minősíthető, amelyen 1948-ban indult meg kísérleti jelleggel dugós (kőolaj- és földgáz-) szállítás Budapest gázellátásának kisegítésére. Ez lényegében megoldotta Budapest növekvő gázigényének kielégítését az 1960-as évek elejéig.



1. ábra
Magyarország olaj- és nagynyomású földgázvezeték-rendszere

1. táblázat

A távvezetéki kőolajszállítás alakulása

Év	Szállított mennyiség, ezer tonna				
	B. I.	B. II.	Zalából	Algyőről	Összesen
1962	179	—	—	—	179
1963	1003	—	1322	—	2 325
1964	1314	—	1290	—	2 604
1965	1779	—	1279	—	3 058
1966	2181	—	1273	—	3 454
1967	2207	—	1135	—	3 342
1968	2104	—	881	—	2 985
1969	2477	—	747	—	3 224
1970	4087	—	610	35	4 792
1971	4240	—	522	1030	5 792
1972	4841	218	454	1143	6 656
1973	1571	4186	405	1219	7 381
1974	541	5562	384	1282	7 769
1975	626	6313	338	1376	8 653
1976	599	7104	283	1536	9 522
1977	618	7111	262	1652	9 643
1978	599	7896	238	1853	10 586

Az 1958-ban létesült román gázvezeték a borsodi vegyi üzemek ellátását szolgálta, és az akkor forgalmazott összes gázmennyiséghez viszonyítva részaránya jelentős volt (napjainkban is 200 millió gnm³/év a Romániától átvett gáz mennyisége).

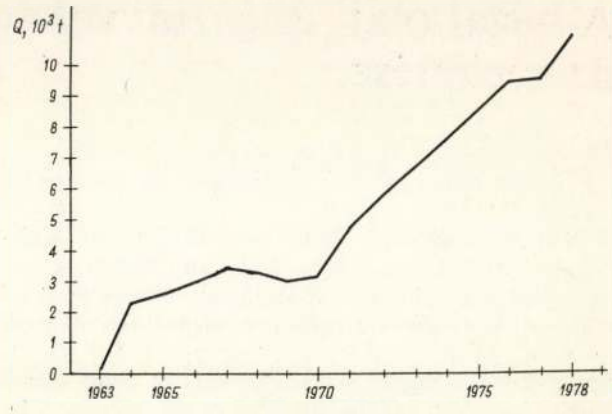
Az 1960-as évektől kezdődően fokozatosan kiépültek a nagyobb fogyasztói körzetek és a földgázlelőhelyeket összekapcsoló szállítóvezetékek, amelyek nyomvonalának irányát a hajdúszoboszlói, valamint a Dél-Alföldön a kardoskúti és a szanki lelőhelyek határozták meg. Elsőként a borsodi, majd a középmagyarországi és a budapesti, valamint 1965-től a déli (Kardoskút—Dunaújváros) gázvezeték-rendszer létesült. A gáz- és olajvezetékeknek, valamint tartozékaiknak beruházását, építését és üzemeltetését 1954-től 1974-ig a Kőolajvezeték Vállalat végezte. A vállalat szétválása után a távvezeték-rendszerek beruházója és üzemeltetője a Gáz- és Olajszállító Vállalat (GOV) lett.

Az *1. táblázat* a távvezetéki kőolaj, a *2. táblázat* pedig a földgáz szállításának alakulását mutatja 1978-ig. Az *1. táblázatból* látható a zalai mezők termelésének

2. táblázat

A távvezetéki földgázszállítás legfontosabb mutatói

Év	Gázmennyiség 10^9 gnm³/év	A távvezeték hossza km	Szállított fajlagos gázmennyiség 10^3 m³/km
1963	0,274	197	1391
1964	0,436	422	1033
1965	0,847	475	1783
1966	1,228	875	1403
1967	1,816	1230	1476
1968	2,471	1384	1785
1969	3,080	1504	2048
1970	3,303	1532	2156
1971	3,439	1686	2040
1972	3,770	1833	2057
1973	4,487	1906	2354
1974	4,767	1976	2412
1975	5,406	2286	2365
1976	6,634	2614	2538
1977	7,091	2667	2659
1978	7,741	2795	2770



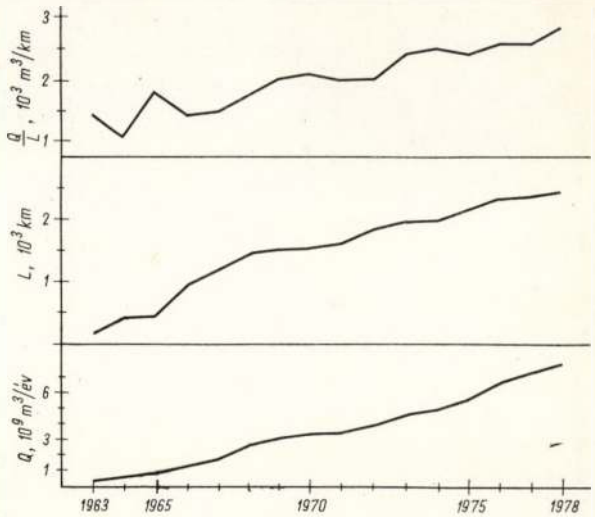
2. ábra
A kőolajszállítás fejlődése

rohamos csökkenése és a dél-alföldi mezők termelésének erőteljes emelkedése. Megállapítható továbbá, hogy a Barátság II. vezeték üzembe lépésével a Barátság I. vezetéken a szállítás csökkent. A szovjet importolaj 90%-át a Barátság II. vezetéken szállítjuk, amely az összes olajszállításnak majdnem 75%-át teszi ki. A kőolajszállítás időbeli alakulását a *2. ábra* mutatja.

A *2. táblázatot* vizsgálva megállapítható, hogy az 1963 óta eltelt 15 év alatt a földgázszállításban igen nagy mértékű fejlődés következett be. A gázmennyiség 28-szorosára, a távvezetékek hossza 14-szeresére növekedett. Emellett a GOV 112 gázátadó állomást, távvezetéki nullapontot és csomópontot üzemeltet. A hazai gáztávvezeték-rendszer — a jelenlegi kiépítettség mellett — a román, a csehszlovák és a szovjet gázvezeték-hálózattal van kapcsolatban. A jugoszláv összeköttetés várhatóan ebben az évben valósul meg. A földgázszállítás leglényegesebb mutatói a *3. ábrán* láthatók.

Üzemeltetési feladatok és szervezeti felépítés

A Gáz- és Olajszállító Vállalat feladatát képezi:
— a gáz- és olajtávvezetékek üzemének irányítása,
— a szénhidrogénipar hírközlő hálózatának üzemeltetése,



3. ábra
A földgázszállító rendszer fejlődése

— a berendezések karbantartása és hibaelhárítása,
— a vállalati beruházások lebonyolítása,
— a pébégázt szállító tartályvagonok irányítása.

A gáz- és olajvezetékek irányítását, ellenőrzését és karbantartását 6 távvezetéki, a hírközlő hálózat üzemeltetését és karbantartását 5 hírközlő üzem végzi. A vállalat központja Siófokon van. Az egyes üzemek működésére a területi elv jellemző. Ezeket a feladatokat a vállalat jelenleg 2240 fővel látja el.

A szervezési formából látható, hogy lényegében két fő profil alakult ki. Egyik az áruforgalmazás (a kőolaj és a földgáz elosztása), a másik a TMK és a hibaelhárítás. Az áruforgalmazás a szállított anyagféleségeknek megfelelően specializálódott, a karbantartás és a hibaelhárítás pedig a távvezetékek és berendezéseik sajátosságai alapján alakult ki.

Az egyes távvezetéki üzemközpontokban levő területi diszpécserközpontok gázirányító, gázdiszponáló tevékenységét a GOV országos diszpécserközpontja hangolja össze. A gázhálózat üzemben tartása mellett kiemelt feladatot jelent a meglevő hálózat és berendezéseinek állandó és folyamatos kapacitásvizsgálata, a hálózat fejlesztésének tervezése, ütemezése. A jelenlegi és a tervezett hálózat vizsgálatát manuálisan már nem lehet elvégezni a sokrétű és bonyolult teendő miatt, így szükségessé vált olyan számítógépes program kidolgozása, amely ezt a feladatot elfogadható időn belül és megfelelő pontossággal elvégzi.

Üzemeltetési problémák

A vezetékek bővülésével korszerűsödtek az üzemviteli berendezések is. Az ún. első szakaszban az olajtávvezetékek indítópontjain dízelmotorral hajtott dugattyús szivattyúk üzemeltek. A fejlődés első fázisában ezeket a motorokat villamos motorok váltották fel, majd a dugattyús szivattyúk is teljesen háttérbe szorultak. Az új olajvezetékek (B. I. és B. II.) már korszerű centrifugális szivattyúkkal épültek meg. Jelentősen átalakult a szivattyúállomások vezérlése, műszerezettsége. Erre legjobb példa a fényeslitkei szivattyúállomás, amely már teljes automatikával készült el.

Üzemeltetés közben az elmúlt időszakban minőségileg eltérő jellegű problémák merültek fel a gázszállító hálózat és a berendezésállomány fejlődése következtében. Kezdetben jelentős gondot okozott — különösen gázvezetékek üzembe helyezése alkalmával — a hidrátosodás, amely néhány esetben több hétre visszavetette a vezeték indítását. Előfordult az is, hogy a termelővállalatok gázelőkészítő technológiai berendezései az üzemindítás kezdeti szakaszában nem működtek megfelelően, így jelentős mennyiségű csapadék került a gázvezetékekbe.

A távvezetékek tisztítási műveleteinek tökéletesedése és a földgáz-előkészítő technológiai berendezések paramétereinek állandósulása eredményeként ezek a problémák fokozatosan megszűntek. A 70-es évek közepén nagyszámú meghibásodást tapasztaltunk az Algyő—Vecsés vezetéken (repedés, lyukadás stb.), amelyek lényegében anyagminőségi és hegesztéstechnológiai hiányosságokra mutattak rá.

A városföldi SOLAR gyártmányú gázkompresszoregységekhez hasonló berendezések korábban nem üzemeltek Magyarországon, így tapasztalataink sem voltak. Minőségileg más feladatot jelent a kompresszorállomás üzemeltetése és a fellépő meghibásodás elhárítása is.

A DHE és a THE nagy teljesítményű (200—240 ezer gnm^3/h) gázátadó állomásainak megépítése előtt a max. 60—80 ezer gnm^3/h teljesítményű állomások üzembiztosan működtek. A mennyiségváltozás újabb problémákat hozott felszínre (a pillanatzárak indokolatlan lezárása), amelyek a műszaki szemlélet megváltoztatását igényelték.

Előfordul, hogy a távvezetékekbe nagy mennyiségű por kerül. Ez szállítási és szolgáltatási nehézségeket okoz. Korábban a nem megfelelő vezetéktisztítás következményeként visszamaradó szilárd anyag okozott időszakos porszennyezést; jelenleg a korrózió és — különösen a Testvériség vezetékben — a részben ismeretlen eredetű por támaszt nehézségeket. — A problémák megoldásához nagymértékben hozzájárultak az egyes kutatóintézetek vizsgálati, kutatási eredményei és a szomszédos országokkal — kifejezetten a Szovjetunióval — tartott konzultációk és eszmecserék.

A három- és kétoldalú tárgyalásokon is mód van az aktuális műszaki kérdések megvitatására. Ilyenek:

— a kőolajvezetékek hidraulikus ütéstől való védelmét biztosító Volna-rendszer,
— az olajtávvezetékek hibaelhárításának berendezései,
— a főszivattyú homloktömítő gyűrűinek ömlesztése „plazmaeljárással",
— a tartályok paraffintól való megtisztítása,
— az új, NDK gyártmányú hidromechanikus homloktömítések,
— a kőolaj-távvezetékek lyukadási helyének megállapítása az atomtechnika alkalmazásával.

Üzemzavar esetén lehetőség van kölcsönös segítségnyújtásra. Ilyen jellegű segítséget adtunk 1974. július elején a csehszlovákoknak nyomás alatti fúrások végzésével. A távvezetéki üzemzavar-elhárítás Magyarországon alkalmazott gépeinek és módszereinek megismertetését célozta 1974 márciusában a külföldi partnerek előtt Fényeslitkén megtartott hibaelhárítási bemutató. A hibaelhárításokban a kölcsönös segítség szervezettebbé és hatásosabbá tételére kidolgozott javaslatunkat átadtuk a szovjet és csehszlovák partnernek.

Az importolaj átvételét a következőképpen szerveztük meg:

— a Barátság I. vezetéken szállított kőolaj átvétele Tupán történik. Ezt a feladatot 2 fő végzi. Szállásukról a csehszlovák fél gondoskodik;
— a Barátság II. vezeték kőolaját Fényeslitkén veszik át. Az itt dolgozó szovjet szakembereknek vállalatunk 4 berendezett, kétszobás lakást nyújt. A fényeslitkei telepen kétszobás irodát kaptak munkájuk ellátásához, valamint vállalatunk fedezi gépkocsijuk üzemeltetési költségét.

A Testvériség gázvezeték-rendszer

A hazai és az importgáz arányának alakulását a *3. táblázat* mutatja. Figyelembe véve az V. és a VI.

3. táblázat

A hazai és az importgáz mennyiségének alakulása

Év	Gázmennyiség, milliárd gnm³				A szovjet gáz részaránya, %
	összesen	hazai	román	szovjet	
1974	4,767	4,567	0,2	—	—
1975	5,206	4,616	0,2	0,590	11,3
1976	6,634	5,450	0,2	0,983	14,8
1977	7,091	5,907	0,2	0,984	13,9
1978	7,741	6,536	0,2	1,005	13,0
1979*	8,734	6,000	0,2	2,534	29,0
1980*	9,940	6,000	0,2	3,740	37,6

* Várható értékek.

ötéves terv naturális mutatóit, megállapítható, hogy a szovjet gáz részaránya jelentősen növekszik (1980-ban a hazai termelés 6,0 milliárd gnm³, míg a szovjet import 3,8 milliárd gnm³ lesz).

Mivel a hazai energiastruktúra korszerűsítése a korábbi évekhez viszonyítva gyorsabb ütemben történt, és a hazai forráslehetőségek korlátozottak, a földgázfogyasztás kielégítése érdekében szükség volt nagy mennyiségű szovjet gáz behozatalára. Az import miatt megnövekedett szállítási feladatok megoldása céljából került sor a Testvériség I. és a Testvériség II. vezetékek megépítésére. Jelenleg folyik a III. szakasz létrehozása, ezen belül az 1. ütem megvalósítása. A Szovjetunió és a Magyar Népköztársaság kormánya 1971-ben kötötte meg a gázvezeték építésében való közreműködésről szóló egyezményt. Ez tartalmazza többek között, hogy a szovjet fél 1975-től évente 1 milliárd gnm³ gázt szállít Magyarországnak. Az V. és a VI. ötéves terv várható igényeinek megfelelő hálózatfejlesztést kellett meghatározni, bár a tervezés során még nem álltak rendelkezésre az importgáz szerződésben rögzített mennyiségi adatai. Időközben az orenburgi gáz szállítására vonatkozó egyezményben rögzített, és 1979-től ténylegesen szállított gázmennyiség (évi 2,8 milliárd m³) még inkább alátámasztotta a beruházás szükségességét és annak nagyságát.

A Testvériség gázvezeték vonali részét az NÁ 800-as méret miatt — hazai gyakorlat nem volt ilyen méretű vezeték építésében — a szovjet építők készítették el. Mivel a munkát a szovjet és magyar építők közösen végezték, mód nyílott a tapasztalatok átvételére és építési technológiánk korszerűsítésére. A Testvériség gázvezetéken érkező földgázt a Beregovóban létesített mérőállomáson 5 főből álló csoportunk veszi át.

1977-ben aláírták a jugoszláv gázfuvarozási szerződést, amely jelentős mennyiségű földgáz tranzitszállítását teszi lehetővé a Szovjetunióból Jugoszláviába. A fogyasztás szezonalitása, valamint a szállítás ütemezése miatt a vezeték kapacitásának meghatározásánál a „zsinórszállítástól" eltérő üzemmódot, illetve föld alatti tároló üzemeltetését kellett feltételezni. Ennek figyelembevételével a Testvériség rendszer több építési szakaszból áll; itt részben gázvezetékek építéséről, részben a szállítókapacitás intenzifikálásáról van szó. Az egyes szakaszok röviden a következőkkel jellemezhetők:

— A Testvériség I. szakasz: Beregdaróc—Leninváros NÁ 800-as gázvezeték és a hozzá kapcsolódó objektumok, valamint a Leninváros—Kistokaj NÁ 400-as északi leágazóvezeték.

— A Testvériség II. szakasz: Leninváros—Zsámbok NÁ 800-as gázvezeték és műszaki tartozékai. Az első két szakasz névleges szállítókapacitása 2,0 milliárd gnm³/év, figyelembe véve, hogy az országhatáron 35 att az indítónyomás.

— A Testvériség III. szakasz: Ez több ütemből áll, amelyek keretében részben vezetéket építenek, részben kompresszorállomást létesítenek.

A Testvériség gázvezeték nyomvonalát meghatározták a forrás- és felhasználói körzetek: a borsodi iparvidék és a budapesti körzet mint országosan a legkiemelkedőbb fogyasztási helyek. Egy kelet—nyugat irányú szállítási útvonal létesítése távlati, tranzitszállítási lehetőségeket is tartalmaz az előző indokok mellett.

A Testvériség gázvezeték üzemeltetésénél a jövőben nagy figyelmet kell fordítani a létesítendő kompresszorállomásokra. A gázvezeték szállítókapacitása jelentős, és kapcsolatban van a szovjet gázvezetékrendszerrel, amelyen szintén nagy teljesítményű nyomásfokozó állomások létesültek. Kiemelt feladatként kell kezelni a partnerekkel való együttműködés helyes koordinálását, a szállítás ütemezését, az együttműködő berendezések (pl. a beregdaróci, illetve a huszti vagy a rozsnovi kompresszorállomások) üzemviszonyainak megválasztását. Emellett törekedni kell a lehetőleg optimális segédenergia (különösen a kompresszorok fűtőgáza) felhasználásának megvalósítására.

A távlati fejlesztési célkitűzések

Az olajvezetékek üzemeltetése szempontjából a további fejlesztés irányvonalai a következők:

— turbinás áramlásmérők általános bevezetése,
— a minőségi vizsgálatokhoz folyamatos csővezetéki mintavételezés,
— a minták automatikus elemzése a legfontosabb paraméterekre vonatkozóan (sűrűség, viszkozitás, kéntartalom, víztartalom),
— a telemechanika kiépítése,
— a távvezetéki rendszer teljes számítógépes irányítása.

A kiskunhalasi és a környéki kőolaj elszállítására az Alföldön új vezeték épül 1980-ig, amely csatlakozik az Algyő—Százhalombatta kőolajvezetékhez. Mivel a Kiskunhalas térségében termelt olaj nagy paraffintartalmú és nagy viszkozitású, ezért gazolinhígításos szállítási technológia alkalmazása látszik célszerűnek.

A gáztávvezetékek tekintetében a VI. és VII. ötéves tervben a hálózat még jelentős bővülése várható egyrészt az újabb forráshelyek és fogyasztási körzetek bekapcsolása, másrészt az esetleges importnövekmény és a föld alatti tárolás bővítése miatt. A gázhálózat üzemirányításához kiépül az országos telemechanikai rendszer (OTR), amely a jelenleginél magasabb szintű irányítást és ellenőrzést tesz lehetővé.

A Testvériség gáztávvezeték-rendszer teljes kiépítésével a hazai gáztermelés szintjét meghaladó szállítókapacitást teremtünk meg. Ez a rendszer önmagában nem biztosítja a szovjet gáz zavartalan elosztását, ehhez még több kapcsolódó beruházást kell megvalósítani. Ezek közül legjelentősebbek az V. és a VI. ötéves terv során megvalósuló Ercsi—Vecsés gázvezeték és a második budapesti körvezeték.

A budapesti körzet, az ország legjelentősebb gázfogyasztója, a szovjet—magyar határtól több mint 200 km-re van. Budapest egyre növekvő gázfogyasztása és az ezzel együtt jelentkező csúcsgazdálkodási problémák is indokolják a gáztávvezeték nagy átmérőjét. A második körvezeték Zsámbok—Pilisvörösvár szakaszának 800 mm átmérővel való megépítése a térség puffergáz-mennyiségének növelését szolgálja. Az importgáz szállítási feladatai, a jugoszláv tranzitszállítás és az Ausztriába irányuló távlati tranzitszállítás mellett nagy jelentőségű a hajdúszoboszlói föld alatti tároló üzemeltetése.

A korábbi szemlélettől eltérően a szállítási feladatokra úgy kell felkészülnünk, hogy figyelembe vegyük mind az importszállítás téli-nyári egyenetlenségét, mind a téli csúcsigényeket. Az eddig végzett hálózatvizsgálatok is a fentieket igazolták.

A Barátság és a Testvériség vezetékrendszerek kiépítésével hazánk is nemzetközi integrációs kapcsolat résztvevője lett. A több oldalú kapcsolatok kialakítása alapján mód nyílik az energiaelosztás egyeztetésére és — különösen a gázszállítás területén — a kölcsönös kisegítés megszervezésére. Reális az a távlati célkitűzés, hogy a szocialista országok gázrendszereit összehangoltan irányítsák, és létrehozzanak egy egységes európai gázrendszert.

SZIRMAY ANDRÁS
1933—1979

Megdöbbentő hirtelenséggel ragadta el a korai halál 1979. április 29-én a magyar földtani kutatás egyik legnagyszerűbb munkását és irányítóját, *Szirmay András* okl. olajmérnököt.

A halálhír mindig döbbenetes, különösen hihetetlen és megrázó, ha egy olyan, valóban közszeretetnek örvendő fiatal kollégáról és barátról van szó, mint amilyen Ő volt.

1933-ban született Zalaegerszegen, szülővárosában végezte elemi és középiskoláit. Ezután Budapesten volt vasesztergályos ipari tanuló a 10. sz. MTH Intézetnél. Ilyen minőségben a Telefongyárban, majd a Forgácsoló Szerszámok Gyárában dolgozott. 1953 májusában szakmunkásvizsgát tett.

1953 őszén beiratkozott a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára. Sopronban, 1958-ban olajmérnöki diplomát szerzett jeles eredménnyel. Ezt követően a MÜM 321. sz. Vájártanuló Intézetében, Móron tanított mint mérnök tanár.

1959 augusztusától dolgozott a Mélyfúrási Szerszámgyártó és Gépjavító Vállalatnál, annak fúrásfejlesztési osztályán kezd megismerkedni a kutató magfúrással. Itt dolgozott négy éven át, s ez a négy év meghatározó szerepet játszott életében. Megszerette ezt a speciális szakmai tevékenységet, egy életre eljegyezte magát a fúrástechnikának ezzel a jellegzetes ágazatával, melynek kiváló művelője lett.

1963-ban az Országos Földtani Főigazgatósághoz helyezték át, ahol területi főmérnöki beosztást kapott. 1964-ben — átszervezés folytán — a NIM Földtani Szolgálatához, majd onnan 1965. január 1-től az újonnan megalakult Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalathoz került. Különféle beosztásokban dolgozott. Először területi előadó, 1967-től a termelési osztály vezetője lett. A vállalati központ székhelyének áthelyezése után ugyanezen vállalat budapesti képviseletének helyettes vezetője, majd 1975-ben a termelési főosztály vezetője lett.

Orvos édesapjától örökölte olthatatlan tudásvágyát, a természet megismerése iránti érdeklődését. Hőn szeretett édesanyjától kapta szívének simogató melegét, embertársai iránti szeretetét, segítőkészségét.

Egy kiemelkedően tehetséges, széles látókörű, kitűnő mérnök sokat ígérő pályája szakadt meg. Életművét befejezni nem tudta, mégis befejezetlenül is, elismerésre méltó, szakmai eredményeiben maradandó, emberi vonatkozásaiban példamutató.

A szerényen dolgozó *Szirmay András* szinte észrevétlenül a vállalat egyik legtekintélyesebb, legmegbecsültebb szakembere lett. Nem törekedett látványos eredményekre, de mindig ott volt, ahol fontos szakmai döntéseket kellett megalapozni, előkészíteni.

Lebilincselően kellemes modora, víg kedélye, derűt sugárzó egyénisége, gondfeledtető derűje mindvégig velünk marad.

A kispesti temetőben 1979. május 14-én nagy részvét mellett vettünk búcsút *Szirmay András* barátunktól. A sírnál munkatársai nevében *Di Giovanni János* mondott fájó szívvel utolsó jó szerencsét!

Sinóros-Szabó Lóránt
okl. olajmérnök
(OFKFV, Budapest)

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Szovjet előadások az optimális fúrólyukmélyítésről

1979. május 7-én az egyesület Anker közi székházában hangzott el dr. *Éjgelesz R. M.* professzor, a műszaki tudományok doktora **Fúrási paraméterek optimalizálása és az optimális fúrótípus-kiválasztás módszere** című és *Karal'ko E. J.* **Speciális kőzettulajdonságok meghatározása a KUM—15 típusú berendezéssel** című előadása.

Az előadások az optimális lyukmélyítés elméleti kérdéseivel, az iszaptípus, a fúrószerszám és a fúrási paraméterek helyes megválasztásával foglalkoztak. Külön hangsúlyt kapott a számítógépes adatfeldolgozás három fő felhasználási területe:

— A már lefúrt kutak adatai alapján a mélyítési technológia változatainak készítése. Így empirikus úton adhatók meg a fúrásisebesség-egyenlet állandói.
— Egy-egy fúráshoz szükséges fúrók számának meghatározása.
— A felhasznált fúrók adatainak feldolgozása.

A fúrási egyenlet kőzettulajdonságokat reprezentáló együtthatóit kőzetmagok mechanikai vizsgálata útján határozzák meg. E célra fejlesztették ki a KUM—15 típusú berendezést (a Szovjetunión kívül Románia és hazánk is rendelkezik ilyen kőzetvizsgáló berendezéssel).

A vizsgálóberendezésbe helyezett kőzetmag a származási mélységre jellemző hőmérséklet- és nyomásigénybevételnek tehető ki. A kőzetmagra egy erre alkalmas szerkezet segítségével a fúrófog pillanatütést mér. A regisztrált esemény értékeléséből kapott fúrófog-behatolás mélysége, időfüggvénye és a krátertérfogat nagysága olyan jellemző értékeket ad, amelyek segítségével számíthatók az optimális fúrási rendszer paraméterei és a fúrószerszám-összeállítás.

A szovjet előadók készséggel válaszoltak a nagyszámú érdeklődő kérdéseire, amely kérdések elsősorban a KUM—15 típusú vizsgáló készülék gyakorlati alkalmazhatóságára, a kőzetmagok mechanikai jellemzőinek alapján számított fúrási rendszerparaméterek fúrásiteljesítmény-növelő hatásaira irányultak.

Dr. *Csaba József*

KÜLFÖLDI HÍREK

Egyes területek és országok részesedése a kapitalista világ kőolajtermelésében

%

	1975	1976	1977	1978
Közel- és Közép-Kelet	46,4	48,4	47,6	45,1
USA	22,0	19,7	19,2	20,6
Afrika	11,0	11,8	12,0	11,8
Venezuela	5,8	5,2	4,9	4,6
Nyugat-Európa	1,1	1,7	2,7	3,6
Indonézia	3,1	3,3	3,5	3,5
Kanada	3,6	3,1	3,0	2,9

Bjulleten' Inosztr. Kommercs. Inf. Prilozsenie, 1979. 2. sz.

Szegesi K.

Olaszország kőolajtermék-fogyasztása

Olaszországban 1976-ban 86,141, 1977-ben 83,769, 1978-ban pedig 86,797 millió t kőolajterméket fogyasztottak.

Petroleum Economist, 1979. 4. sz.

FELHÍVÁS CIKKÍRÓINKHOZ!

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete 1980. január 1-től az SI nemzetközi mértékegység-rendszer használatát írja elő.

Ennek megfelelően a jövőben csak olyan cikket fogadunk el közlésre, amely e rendeletnek eleget tesz.

Lapunk 1978. júliusi számában részletesen ismertettük az SI nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és a gyakorlatban való bevezetéséhez az átszámítási tényezőket.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Д-р *А. Бан*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Венгерско—советскому научно-техническому сотрудничеству в нефтяной и газовой промышленности 30 лет** ..... **Стр. 257**

Д-р *В. Данк*, геолог, канд. технических наук—д-р *Й. Хингл*, инж.-нефтяник, канд. технических наук: **Результаты венгерско—советского сотрудничества в области разведки и бурения на нефть и газ** ..... **Стр. 262**

Я. Хандьал, инж.-нефтяник—*И. Ференци*, инж.-нефтяник: **Венгерско—советское сотрудничество в области разработки залежей нефти и газа, а также создания эксплуатационного и нефтепромыслового трубопроводного оборудования** ..... **Стр. 267**

Д-р *Д. Рац*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Венгерско—советское сотрудничество по научным исследованиям в области добычи углеводородов** ..... **Стр. 271**

Д. Олайош, инж.-химик—*Л. Залка*, инж.-химик: **Результаты венгерско—советского научно-технического сотрудничества в области отечественной нефтеперерабатывающей промышленности** ..... **Стр. 274**

Д-р *В. Балинт*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук: **Венгерско—советское научно-техническое сотрудничество и его результаты в области проектирования объектов нефтяной и газовой промышленности** ..... **Стр. 277**

Ш. Забрак, инж.-нефтяник: **Технология строительства трубопроводов** ..... **Стр. 280**

Г. Сакони, инж.-механик: **Эксплуатация магистральных нефте- и газопроводов в Венгрии** ..... **Стр. 283**

AUS DEM INHALT

Dr. *A. Bán*, Dipl.-Ing., Kandidat der technischen Wissenschaften: **30 Jahre Ungarisch—sowjetische technisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit in der Erdöl- und Erdgasindustrie** ..... **S. 257**

Dr. *V. Dank*, Dipl.-Geolog, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dr. *J. Hingl*, Dipl.-Ing., Kandidat der technischen Wissenschaften: **Ergebnisse der ungarisch—sowjetischen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Kohlenwasserstoff-Prospektion und -Bohrung** ..... **S. 262**

Dipl.-Ing. *J. Hangyál*—Dipl.-Ing. *I. Ferenczy*: **Ungarisch—sowjetische Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Abbaus von Kohlenwasserstoff-Lagerstatten und der Errichtung von Förderungs- und Transportanlagen** ..... **S. 267**

Dr. *D. Rácz*, Dipl.-Ing., Kandidat der technischen Wissenschaften: **Ungarisch—sowjetische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Forschung im Kohlenwasserstoff-Bergbau** .... **S. 271**

Dipl.-Ing. *D. Olajos*—Dipl.-Ing. *L. Zalka*: **Ergebnisse der ungarisch—sowjetischen Zusammenarbeit in der ungarischen Erdölverarbeitungsindustrie** ..... **S. 274**

Dr. *V. Bálint*, Dipl.-Ing., Kandidat der technischen Wissenschaften: **Ungarisch—sowjetische technisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit und Erfolge in der Projektierung von Anlagen der Erdöl- und Erdgasindustire** ..... **S. 277**

Dipl.-Ing. *S. Zábrák*: **Technologie des Rohrleitungsbaus** .. **S. 280**

Dipl.-Ing. *G. Szakonyi*: **Inbetriebhaltung der ungarischen Öl- und Gasfernleitungen** ..... **S. 283**

FROM THE CONTENTS

Dr. *Á. Bán*, Petroleum Eng., Candidate of technical sciences: **30 years of Hungarian—Soviet scientific and technical cooperation in the field of oil and gas industry** ..... **p. 257**

Dr. *V. Dank*, Geologist, Candidate of technical sciences—Dr. *J. Hingl*, Petroleum Eng., Candidate of technical sciences: **Achievements of Hungarian—Soviet co-operation in the field of hydrocarbons exploration and drilling** ..... **p. 262**

J. Hangyál, Petroleum Eng.—*Imre Ferenczy*, Petroleum Eng.: **Hungarian—Soviet co-operation in the field of exploiting hydrocarbon reservoirs and establishing production and transport facilities** ..... **p. 267**

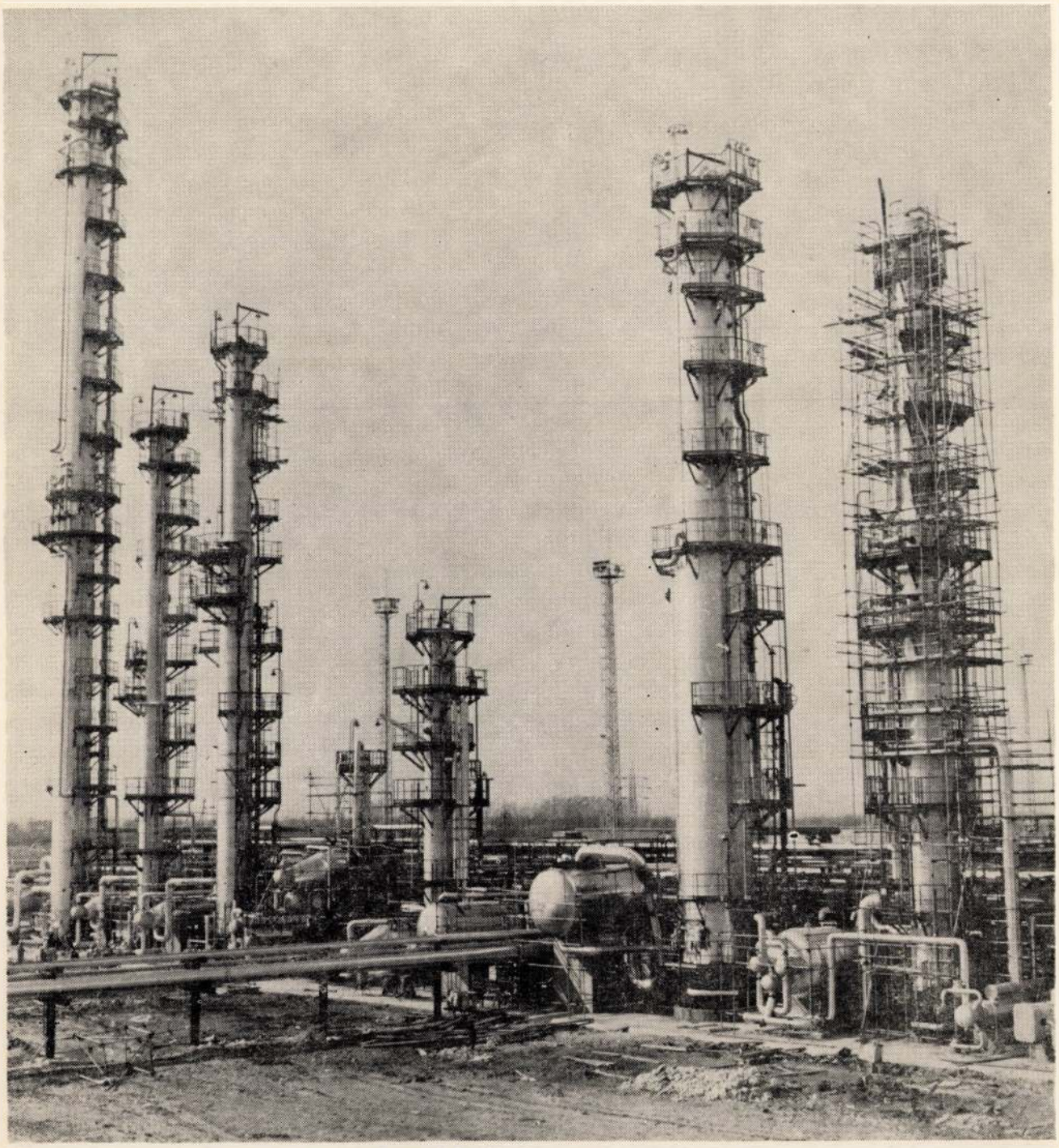
Dr. *D. Rácz*, Petroleum Eng., Candidate of technical sciences: **Hungarian—Soviet research co-operation in the field of hydrocarbons mining** ..... **p. 271**

D. Olajos, Chem. Eng.—*L. Zalka*, Chem. Eng.: **Achievements of Hungarian—Soviet scientific and technical co-operation in the Hungarian petroleum processing industry p. 274**

Dr. *V. Bálint*, Petroleum Eng., Candidate of technical sciences: **Hungarian—Soviet technical and scientific co-operation and achievements in designing projects for the oil and gas industry** ..... **p. 277**

S. Zábrák, Petroleum Eng.: **Technics of building pipelines p. 280**

G. Szakonyi, Mech. Eng.: **Operating Hungarian oil and gas pipelines** ..... **p. 283**



A szegedi E jelű gázüzem szovjet tornyai

A Machinoexport Szovjet Külkereskedelmi Egyesülés által szállított geofizikai feltáró berendezéseket és a nagy termelékenységű, megbízható kőolajfúró berendezéseket eredményesen használják a világ több országában.

A Machinoexport exportprogramjával megismerkedhetnek a

GEOFIZIKAI ÉS KŐOLAJFÚRÓ BERENDEZÉSEKET BEMUTATÓ KIÁLLÍTÁSON,

amely 1979. október 23. és 28. között Budapesten, a Kőbányai Vásárközpont „D" pavilonjában kerül megrendezésre.

Nyitva: naponta 9-től 17 óráig.

A következő berendezések tekinthetők meg a kiállításon:

— elektroindukciós karotázs berendezés;
— kisfrekvenciás akusztikai karotázs berendezés;
— „Parusz" akusztikai karotázs berendezés;
— turbófúrók;
s egyéb berendezések.

Látogassa meg bemutatónkat, ahol szakembereink készséggel adnak felvilágosítást.

MACHINOEXPORT

☎ 14715-42 SSSR MOSKVA 117330 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT 7207

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 289—320 oldal
BUDAPEST, 1979. OKTÓBER HÓ
10

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

ÁRPÁSI MIKLÓS—PETRÓ PÁL — Az Archimedes-törvény értelmezése a béléscsőoszlopok méretezésekor 289

GAJVORONSZKIJ, A. A.—ORLOV, A. V. — A kiegyensúlyozott fúrás a Szovjetunióban 302

TORNYOS FERENC—PATAKI JÓZSEF—VÉGH ENDRE—FLÓRIÁN ZOLTÁN—HILDEBRAND LÁSZLÓ — A gyártmányfejlesztés iránya és eredményei a DKG-ban 2. r.* 307

Egyesületi hírek 314
Szakosztályi hírek 306, 313
Külföldi hírek ..... 301, 320, B III.
Közlemény 320
Filmismertetés 301
Felhívás ..... B III.
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS ..... B III.

A SZÁM SZERZŐI:

ÁRPÁSI MIKLÓS okl. olajmérnök, műszaki fejlesztési mérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); GAJVORONSZKIJ, A. A. okl. fúrómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, laboratóriumvezető (Össz-szövetségi Fúrástechnika, Tudományos Kutatóintézet, Moszkva); FLÓRIÁN ZOLTÁN okl. gépészmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyári Nagykanizsa); HILDEBRAND LÁSZLÓ okl. gépészmérnök, hegesztő szakmérnök, osztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); ORLOV, A. V. okl. fúrómérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgatóhelyettes (Össz-szövetségi Fúrástechnikai Tudományos Kutatóintézet, Moszkva); PATAKI JÓZSEF okl. gépészmérnök, főosztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); PETRÓ PÁL okl. matematikus (NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet, Budapest); TORNYOS FERENC okl. gépészmérnök, igazgatóhelyettes (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa); VÉGH ENDRE okl. gépészmérnök, főosztályvezető (Dunántúli Kőolajipari Gépgyár, Nagykanizsa).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-4104 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság:

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 10. szám 1979. október

Az Archimedes-törvény értelmezése a béléscsőoszlopok méretezésekor

ÁRPÁSI MIKLÓS—PETRÓ PÁL

A felhajtóerő helyes értelmezése a mélyfúrási technológiában, ill. ezen belül a béléscsőoszlopok méretezésében nagy jelentőségű. Ezzel kapcsolatban a felhajtóerőre vonatkozó, eddig ismert elgondolások kritikai áttekintése után a tanulmány megoldást közöl a függőleges, illetve ferde, folyadékkal feltöltött fúrólyukban függő béléscsőoszlop feszültségi és alakváltozási állapotának meghatározására.

Bevezetés

Az *Archimedes*-törvény klasszikus megfogalmazása szerint minden folyadékba merülő szilárd test annyit veszít súlyából — vagyis a folyadékba merült testre akkora felhajtóerő hat —, mint amennyi a test által kiszorított folyadék súlya [1].

A felhajtóerő pontos meghatározása igen nagy jelentőségű a mélyfúrás és a fluidumtermelés terén, ahol függőleges vagy ferde, folyadékkal feltöltött, mély, henger alakú fúrólyukakba (kutakba) különböző acélcsőoszlopok, eszközök merülnek, ahol a rájuk ható felhajtóerőt figyelembe kell venni

1. a béléscső-, fúrócső- és termelőcsőoszlopok szilárdsági méretezésekor;
2. a fúróterhelés meghatározása, a súlyosbítóoszlop hosszának megválasztása, a központosítók helyének meghatározása során;
3. a manipulációs terhelések (pakkerültetés) megválasztásakor.

Az alaptörvény egyszerűsége ellenére, a szakirodalomban a gyakorlati alkalmazás szempontjából a vélemények igen megoszlanak. Az ezzel kapcsolatos vita több évtizedes ugyan, de újból és újból felbukkan a szaklapok hasábjain. Az egyik vitázó a problémát „Nessie"-vel, a Loch Ness-i szörnnyel hasonlítja össze, amely szintén időnként meg-megjelenik, de létezéséről, vagy nemlétezéséről a mai napig megnyugtató bizonyosságot nem tudtak szerezni.

A vita tárgya egyrészt az, hogy a folyadékba merülő hosszú acélcsőoszlopokban a felhajtóerő milyen terhelés-, feszültség-, illetve alakváltozás-eloszlást okoz másrészt az, hogy a folyadékba (öblítőfolyadékba, vízbe, olajba stb.) merülő csőoszlop a felhajtóerő hatására elveszítheti-e stabilitását, s ha igen, milyen feltételek mellett.

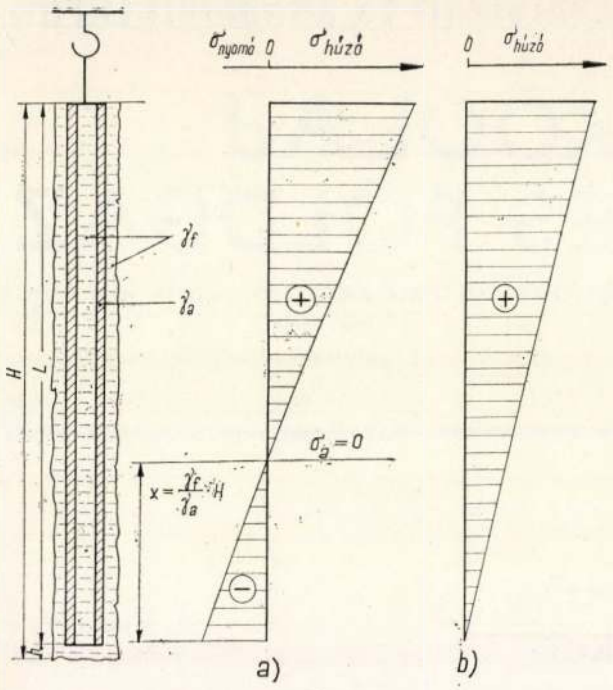
Az egyik tábor szerint a felhajtóerő egyenletesen megoszlott terhelésként hat a folyadékba merülő csövekre, az ezek eredőjeként tekintett felhajtóerő támadási felületét a szerkezet folyadékkal érintkező felülete képezi, nagysága pedig egyenlő a támadási felület és az adott mélységben érvényesülő hidrosztatikus nyomás szorzatával.

A felhajtóerő a hosszú csőoszlop alsó részén nyomófeszültséget okoz, amely felfelé folyamatosan csökkenő nagyságú, majd egy számítható mélységben — a semleges szelvényben — nullával lesz egyenlő, és e szelvény felett a felszín felé növekvő húzófeszültségbe megy át. Ez a módszer az *eredő nyomóerők módszere (1.a ábra)*.

Egy másik csoport álláspontja az, hogy a felhajtóerő a csőoszlop minden egyes elemi részecskéjének súlypontjában hat és a csőoszlop egyenletes súlycsökkenését okozza, így abban semleges szelvény, illetve nyomott szakasz nem alakul ki, a csőoszlop végig húzott állapotban van. A kialakult terminológia szerint ez az *egyenletes súlycsökkenés módszere (1.b ábra)*.

1. A béléscsőoszlopra ható felhajtóerőt érintő elgondolások áttekintése

A problémakör egyik legrégebbi tanulmányának szerzői: *Hawkins* és *Lamont* [2] szerint a fúrólyukat feltöltő folyadékba merülő, talpra támaszkodó fúrócsőoszlopból kivágott *dt* vastagságú elemi gyűrűre 4 tengelyirányú erő hat: 1. a vizsgált keresztmetszet alatti csőoszlop súlya levegőben; 2. a fúróval szemben ható, a lyuktalpon ébredő reakcióerő; 3. a csőoszlop külső, ill. belső falára ható hidrosztatikus nyomás különb-



1. ábra
Folyadékkal feltöltött függőleges fúrólyukba merülő béléscsőoszlop feszültségi állapota: a) az eredő nyomóerők, b) az egyenletes súlycsökkenés módszere szerinti értelmezéssel

sége által okozott erő; 4. a fúrócsőoszlop legalsó fémes keresztszelvényére alulról felfelé ható erő. A teljes tengelyirányú feszültség a vizsgált keresztmetszetben:

$$\sigma_x = \sigma_{fcső} - \sigma_f - \sigma_A. \qquad (1)$$

Az áramlási nyomásveszteségeket elhanyagolva, *Hawkins* és *Lamont* szerint a vizsgált keresztmetszetben $p_k = p_b$, így:

$$\sigma_\tau = \sigma_r = -p_k = -p_b = -p_h. \qquad (2)$$

Az (1) és (2) összefüggést az ismert *Hooke*-törvény egyenletébe helyettesítve, $\mu = 0{,}3$ mellett az elemi gyűrű fajlagos nyúlása:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\left[\gamma_a(L-z) - \frac{F_f}{A_f} - \gamma_f(L-0{,}6z)\right]. \qquad (3)$$

Az éken függő csőoszlop teljes izotermikus nyúlását (elmozdulását) a (3) integrálása adja:

$$\Sigma\varepsilon_x = \frac{L^2}{2E}[\gamma_a - 2\gamma_f(1-\mu)]. \qquad (4)$$

A (3) összefüggés szerint a fúrócsőoszlopban húzott és nyomott szakasz különböztethető meg, közöttük semleges felülettel, amely *Hawkins* és szerzőtársa szerint ott van, ahol $\varepsilon_x = 0$. A semleges szelvényben az ε_x előjelet vált, helyzete úgy határozható meg, hogy a (3) összefüggést z-re oldják meg.

Hawkins és *Lamont* megjegyzi, hogy a semleges szelvény helyzete a feszültségek vagy az alakváltozások szerint számítva különböző. Ennek az az oka, hogy a folyadékba merülő csőoszlop feszültségi és alakváltozási állapota különbözik.

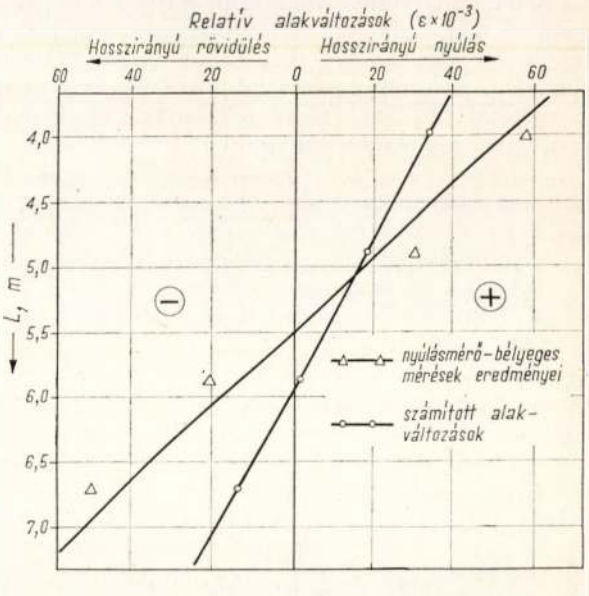
A feszültségi, illetve alakváltozási állapot közötti különbséget azzal magyarázzák, hogy egyes igénybevételek a folyadékba merülő csőoszlopokban abban az esetben, ha a csőoszlop két vége nincs befogva, feszültségeket nem okoznak (pl. a hőmérséklet-különbség). Hasonló a helyzet akkor is, amikor a szabad végű csőoszlopra hidrosztatikus nyomáskülönbség hat.

Az ékeken függő, a fúrólyukat feltöltő folyadékba merülő csőoszlop alakváltozásainak meghatározására szolgáló (3), illetve (4) összefüggés helyességének bizonyítására *Hawkins* és *Lamont* egy 9,1 m mély modellkútba 2 hüvelyk átmérőjű, 4,8 mm falvastagságú szerves üvegből (lucit) készített csövet épített be; az acélcsővel bélelt modellkutat előzetesen vízzel töltötték fel. A szerves üveg rugalmassági modulusa $E \approx 2{,}8 \cdot 10^4$ kp/cm² volt. A vízbe merülő cső alakváltozásait a külső palástra ragasztott nyúlásmérő bélyegekkel mérték. A mérések érzékenysége $\varepsilon \times 10^{-2}$, pontossága $\sim 1\%$ volt.

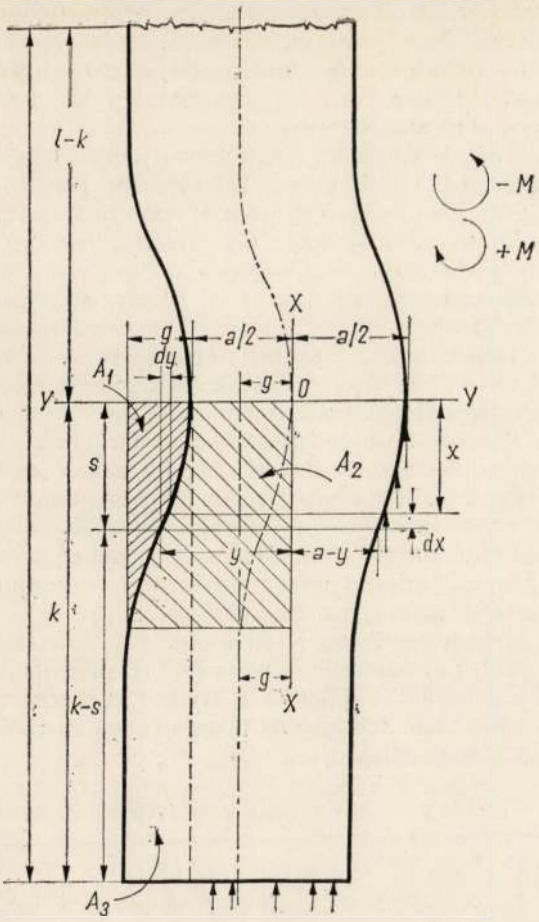
A mérési eredmények *(2. ábra)* alapján megállapítható, hogy a kísérleti eredmények csak kvalitatív jellegűek, továbbá a csőoszlopban nyomott, illetve húzott szakasz létezik, melyeket semleges szelvény választ el; a mért értékek a számított alakváltozásokkal, illetve a semleges szelvény helyzetével azonban nem egyeznek, aminek a fő oka az volt, hogy a szerves üveg a nyomás hatására megfolyt, s a mérőrendszer sem volt elég érzékeny.

A folyadékba merülő csőoszlopra ható felhajtóerő mint nyomó igénybevétel és a csőoszlop stabilitása — kihajlási hajlama — közötti kapcsolatot vizsgálva *Hawkins* és *Lamont Handleman*-nal [4] együttesen olyan megállapításra jutottak, amely szerint a folyadékba merülő csőoszlop kihajlás okozta meghibásodása nem következik be akkor, ha a cső fajsúlya nagyobb, mint a folyadéké.

Hawkins és *Lamont* megállapításai, elméleti fejtegetései kísérleti mérések alapján a következők: a) a folyadékba merülő fúrócsőoszlopban a felhajtóerő hatására egy alsó nyomott és egy felső húzott szakasz kelet-



2. ábra
A vízbe merülő szervesüveg-cső alakváltozásai Hawkins és Lamont szerint



3. ábra
A folyadékba merülő kissé görbült rúdra ható nyomatékok
(Holmquist szerint)

kezik, közöttük semleges szelvénnyel; b) a nyomófeszültségek a kifáradási feszültségekkel együtt a fúrócsőoszlop meghibásodását okozhatják; c) a nyomófeszültségek káros hatását a kellő hosszúságú súlyosbítóoszloppal lehet kiküszöbölni, és törekedni kell arra, hogy a semleges szelvény a súlyosbítóoszlop tetejére kerüljön; d) a csőoszlop stabilitásának elvesztését meggátló súlyosbító hossza egyenletesen arányos a fúrólyuk mélységével.

Hawkins és *Lamont* tanulmányához hozzászólva *Holmquist* vitatja azt, hogy a kihajlás meggátlásához szükséges súlyosbító hossza arányos a mélységgel. Ennek cáfolatára a hidrosztatikus nyomással és saját súlyával terhelt, kismértékben görbült, négyzetes keresztmetszetű rúd alsó részét vizsgálta *(3. ábra)* azzal a feltétellel, hogy a rúd anyagának fajsúlya nagyobb, mint a folyadéké.

Holmquist szerint ebben a rendszerben a rúdra négy nyomaték hat:

1. A rúd alsó részére ható hidrosztatikus nyomásból származó nyomaték:

$$M_0 = a^2 \cdot \gamma_f \cdot l \cdot m. \tag{5}$$

2. A rúd görbült részére ható hidrosztatikus nyomás okozta nyomaték:

$$dM_2 = -a^2 \cdot \gamma_f (1-k+x)\, dy.$$

A fenti összefüggést integrálva:

$$M_2 = -a^2 \gamma_f (l-k)\, g - a^2 \cdot \gamma_f \int_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}+g} x dy. \tag{6}$$

3. Az egyenes rúdszakasz (k-s) súlya által okozott nyomaték:

$$M_3 = -a^2 (k-s)\, g \cdot \gamma_a. \tag{7}$$

4. A görbült rúdszakasz súlya által okozott nyomaték:

$$M_4 = \frac{a^3}{2} \gamma_a \cdot s - a^2 \gamma_a \int_0^s y dx. \tag{8}$$

A teljes nyomaték következőképpen határozható meg:

$$M = M_0 + M_2 + M_3 + M_4. \tag{9}$$

Holmquist szerint a teljes nyomaték:

$$M = a^2 (\gamma_a - \gamma_f)(A - k \cdot g), \tag{10}$$

ahol

$$A = \int_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}+g} x dy.$$

A fentiek alapján *Holmquist* megállapítja, hogy:

1. A felhajtóerő hatására a fúrócsőoszlop stabilitásának feltételei rosszabbodnak ugyan, de a hidrosztatikus nyomás hatására fellépő nyomóerő nem okozza a fúrócsőoszlop stabilitásának elvesztését.

2. A rúd a vázolt nyomatékok hatására kiegyenesedni igyekszik még akkor is, ha a rúdban a felhajtóerő miatt nyomófeszültségek vannak. A kiegyenesedési hajlamot a felhajtóerő hatása gyengíti.

A tárgyalt problémakör egy további alapvető elméleti munkája *Klinkenberg* tanulmánya [6], amelyben a következő négy igénybevételi esetet vizsgálta:

1. Síklapra támaszkodó függőleges hengeres rúd külső nyomás nélkül;
2. Síklapra támaszkodó függőleges hengeres rúd atmoszferikus nyomáson;
3. Szabadon függő béléscsőoszlop folyadékkal feltöltött függőleges fúrólyukban;
4. Lyuktalpra támaszkodó súlyosbítók és fúrócsőoszlop.

A második esetben a terhelések és a feszültségek elemzésekor megállapítja, hogy a hengeres test alsó részében nyomófeszültségek, felső részében húzófeszültségek ébrednek, melyeket semleges szelvény választ el egymástól *(4.a ábra)*.

A feszültségeloszlás tetszőleges x szelvényben *Klinkenberg* szerint a következő lesz:

Tengelyirányú feszültség:

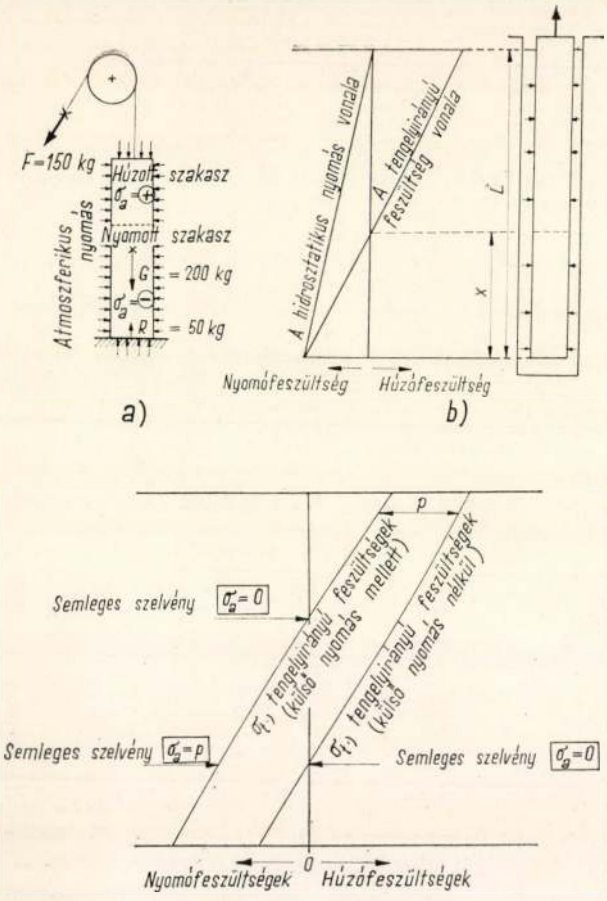
$$\sigma_G = \frac{F}{A} - \varrho_a \cdot g \cdot L + \varrho_a \cdot g - x - p_n. \tag{11a}$$

Tangenciális feszültség:

$$\sigma_\tau = -p_h.$$

Radiális feszültség:

$$\sigma_r = -p_h.$$



4. ábra
a) a semleges szelvény helye atmoszferikus nyomás alatt álló oszlopban
b) a semleges szelvény helye a folyadékkal feltöltött, függőleges fúrólyukban szabadon függő béléscsőoszlopban
c) semleges szelvény helye külső nyomás érvényesülése mellett és külső nyomás nélkül (Klinkenberg szerint)

A harmadik esetben a szerző szerint a béléscsőoszlop x szelvényében a következő feszültségek ébrednek *(4.b ábra)*

Tengelyirányú feszültség:

$$\sigma_G = -\varrho_f \cdot g \cdot L + \varrho_a \cdot g \cdot x.$$

Tangenciális és radiális feszültség: (11b)

$$\sigma_t = \sigma_r = -\varrho_f \cdot g(L - x).$$

A semleges szelvény két megfontolás alapján számítható.

1. A semleges szelvény ott van, ahol $\sigma_G = 0$ *(4.c ábra)*. Ilyen értelmezés szerint a semleges szelvényben csak tangenciális és radiális feszültségek ébrednek, tengelyirányúak nem. A semleges szelvény helye a szilárd test bemerülési mélységétől függ, vagy az ezzel egyenértékű hidrosztatikus nyomás növekedésével felfelé vándorol *(4.c ábra)*.

2. A húzott, illetve a nyomott szakaszt elválasztó semleges szelvényben a második felfogás szerint a feszültségmegoszlás izotropikus, így a tengelyirányú terhelés egyenlő az adott szelvényben levő nyomással, azaz $\sigma_G = -p$ *(4.c ábra)*.

Ilyen értelmezésű semleges szelvényben a főfeszültségek egyenlőek egymással, és a semleges szelvény helyzete független a test bemerülési mélységétől *(4.c ábra)*.

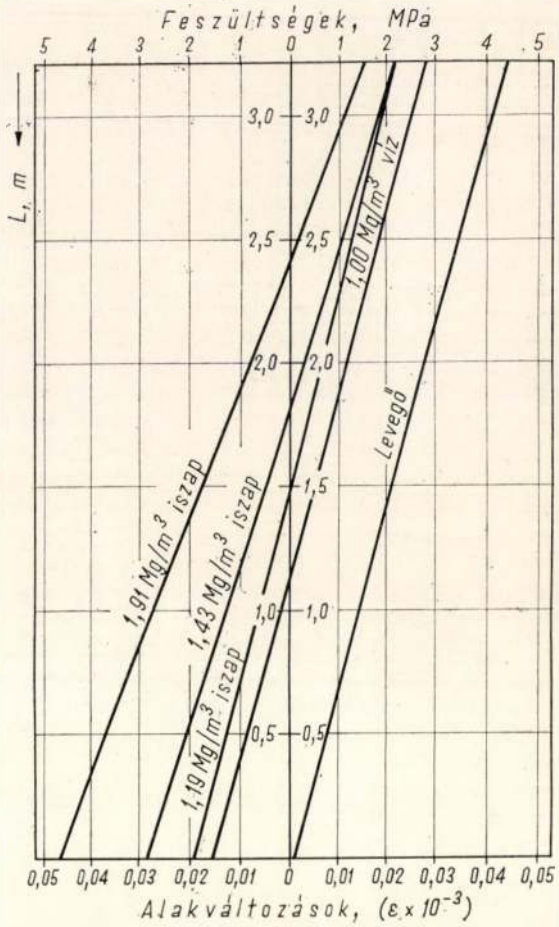
A két értelmezés közül *Klinkenberg* az utóbbit ($\sigma_G = -p$) részesíti előnyben.

A felhajtóerő okozta nyomófeszültségeknek a csőoszlop stabilitását megbontó hatását hangoztató *Hawkins*- és *Lamont*-féle véleménnyel szemben a *Holmquist* [5], *Lubinski* [7], *Lugol* [8], *Kendall* [16] és mások által képviselt álláspont a helyes.

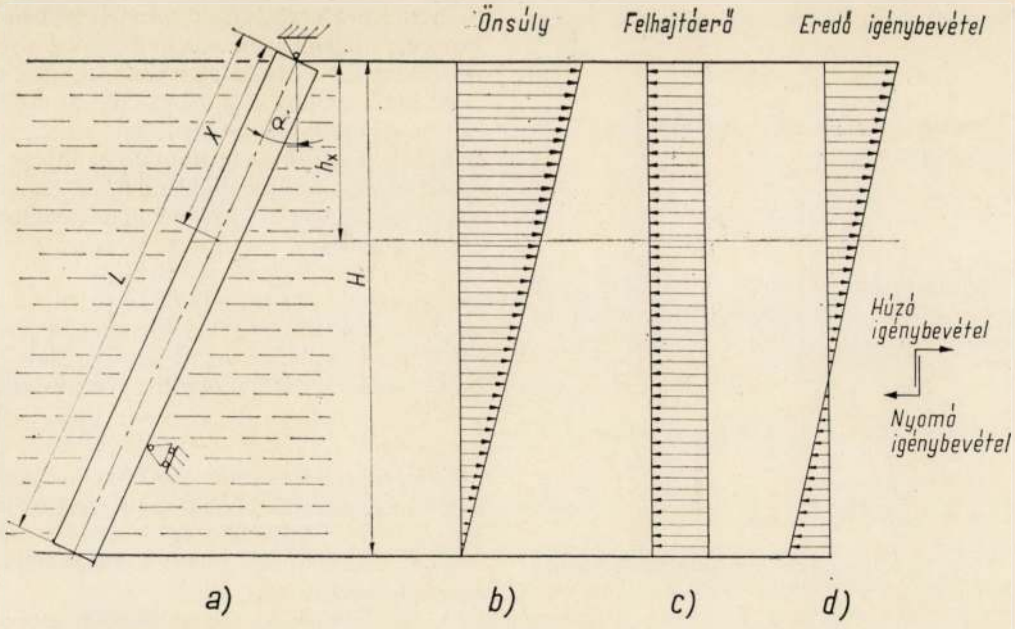
Ezek szerint, ha teljesül a $\gamma_a > \gamma_f$ feltétel, akkor a felhajtóerő nem okozhatja a folyadékba merülő szerkezetek stabilitásának elvesztését (kihajlását).

Moore és *Cole* [15] modellkísérleteik során a kb. 3 m hosszú alumínium csőre erősített nyúlásmérő bélyegekkel különböző fajsúlyú folyadékokba merülő cső alakváltozásait mérték. A mérési eredményeket összefoglaló diagramból *(5. ábra)* kitűnik, hogy a nyomott és a húzott szakasz között a $\sigma_G = 0$-val értelmezett semleges felület van, mely a folyadékfajsúly növekedésével a cső tengelye mentén felfelé vándorol, s a számított helyzete jól egyezik a mért adatokkal.

A tárgyalt kérdéscsoporttal a szovjet szakirodalomban először *Praszolov* és *Szurkov* [9] foglalkozott. Szerintük a folyadékkal feltöltött ferde fúrólyukba merülő rúdra ható felhajtóerő tengelyirányú és radiális összetevőre bontható.



5. ábra
A felhajtóerő hatása a különböző fajsúlyú folyadékokba merülő alumínium csövek semleges felületének helyére (Moore és Cole szerint)



6. ábra
Folyadékba merülő ferde rúdban (csőben) fellépő eredő igénybevétel Praszolov és Szurkov szerint

Tengelyirányú összetevő:

$$(F_A)_a = \gamma_r \cdot H \cdot A_f. \tag{12}$$

Radiális összetevő:

$$(F_a)_r = V \cdot \gamma_f \cdot \sin\alpha. \tag{13}$$

Mindkét összetevő a rúd mentén egyenletesen eloszló igénybevételként jelentkezik, és a folyadékba merülő rúdban nyomófeszültségeket ébreszt.

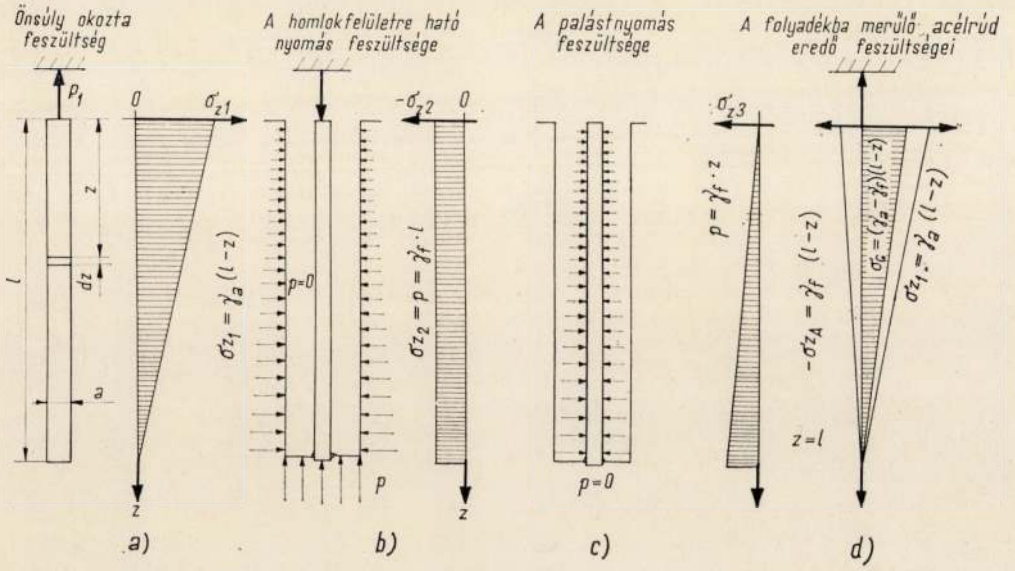
Praszolov és *Szurkov* szerint a folyadékba merülő hosszú acéltestekre (rúd, csőoszlop stb.) az önsúly és a felhajtóerő hat, melyek közül az önsúly húzóigénybevételeket, a felhajtóerő nyomóigénybevételeket eredményez, melyek eredője bármely, tetszőleges súlyú szerkezet esetén is nyomóigénybevételként jelentkezik annak alsó, folyadékkal érintkező szakaszában *(6. ábra)*.

Szerintük általános esetben, a felszíntől számított tetszőleges x mélységben, a folyadékba merülő rúd szelvényében ható tengelyirányú igénybevétel a következő összefüggéssel határozható meg:

$$R_x = q(L-x)\cos\alpha - \gamma_f \cdot H \cdot A_f. \tag{14}$$

Az eddigi idézetekkel ellentétes álláspontot foglal el a kutatók egy másik csoportja, közöttük *Kühne* [10], aki a folyadékba merülő függőleges rúd igénybevételeit, feszültségi és alakváltozási állapotát vizsgálta *(7. ábra)*.

A ható igénybevételek *Kühne* szerint: az önsúly, a homlokfelületre ható nyomás és a palástra ható nyomás.



7. ábra
A folyadékba merülő acélrúd feszültségei
(Kühne szerint)

Az önsúlyból származó húzófeszültség z mélységben *(7.a ábra)*.

$$\sigma_{z1} = \gamma_a(1-z). \tag{15}$$

A σ_{z1}-ből származtatható teljes nyúlást (Δl_1) a σ_{z1} feszültség deriváltja adja:

$$\Delta l_1 = \frac{1}{2}\frac{\gamma_a}{E} l^2. \tag{16}$$

A homlokfelületre ható nyomóerő hatására a rúd legalsó szelvényében, a homlokfelületen nyomófeszültség ébred *(7.b ábra)*:

$$\sigma_{z2} = p_h = -\gamma_f \cdot l. \tag{17}$$

A σ_{z2} feszültség hatására a keletkező elmozdulás:

$$\Delta l_2 = -\frac{1}{E} p_h \cdot l = -\frac{1}{E}\gamma_f \cdot l^2. \tag{18}$$

A (15) és (17) összefüggéssel meghatározott feszültségeket összegezve

$$\Sigma\sigma_z = \gamma_a(l-z) - \gamma_f \cdot l, \tag{19}$$

vagyis az önsúly és a homlokfelületre ható erők együttes hatására a rúd alsó részén $\sigma_{z2} = \gamma_f \cdot l$ nyomófeszültségek, a felső részén $\sigma_{z1} = \gamma_a(l-z)$ húzófeszültségek ébrednének, s a kettőt semleges sík választja el, amelynek helyzete *Kühne* szerint a következő megfontolásokból számítható:

$$\Sigma\sigma_z = 0;$$

$$z = l\frac{\gamma_a - \gamma_f}{\gamma_a}.$$

Kühne szerint azonban figyelembe kell venni a rúd palástjára ható nyomás ébresztette feszültséget is *(7.c ábra)*.

A rúd palástjára ható nyomás hatására ébredő három főfeszültségre *Kühne* szerint, aki 0,5 értékű *Poisson*-tényezőt feltételez az acélrúdra, a következő összefüggés érvényes;

$$-\sigma_{x3} = -\sigma_{y3} = -\sigma_{z3} = p_h = 2\gamma_f \cdot \mu \cdot z = \gamma_f \cdot z. \tag{20}$$

A teljes felhajtóerő $-\sigma_{zA}$ a fentiek alapján:

$$-\sigma_{zA} = -(\sigma_{z2} + \sigma_{z3}) = \gamma_f(l-z). \tag{21}$$

A rúd teljes tengelyirányú feszültsége:

$$\sigma_G = \sigma_{z1} + \sigma_{zA}, \tag{22}$$

amely összefüggésnek a felszínre, illetve a rúd (csőoszlop) sarujára érvényes esetei:

$z = 0$ (felszín);
$\sigma = l(\gamma_a - \gamma_f)$;
$z = l$ (saru)
$\sigma = 0$.

A rúd teljes nyúlását *Kühne* szerint, aki az acél *Poisson*-számát $\mu = 0{,}5$ értékűnek veszi, a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$\Sigma\varepsilon_G = \Delta l = \frac{1}{2}\frac{l^2}{E}(\gamma_a - \gamma_f). \tag{23}$$

Tehát a csőoszlopra ható hidrosztatikus nyomás nyomófeszültségeket ébreszt a rúdban (csőoszlopban), de a palástra ható hidrosztatikus nyomás által keltett húzófeszültségek azt kiegyenlítik, így a saruban a húzófeszültségek 0-val lesznek egyenlőek *(7.d ábra)*.

Kühne fentiekben kifejtett álláspontjához hasonló fejtegetéseket közöl *Mocsernjuk* is [12] a folyadékkal feltöltött, gyakorlatilag függőleges fúrólyukba merülő esetet elemző tanulmányában *(8. ábra)*. Ennek során az x szelvényben a felhajtóerőt a következő összefüggéssel számítja:

$$F_A = A_f \cdot \gamma_f(L-x),$$

$$F_A|_{x=0} = A_f \cdot \gamma_f \cdot L \quad F_A|_{x=l} = 0. \tag{24}$$

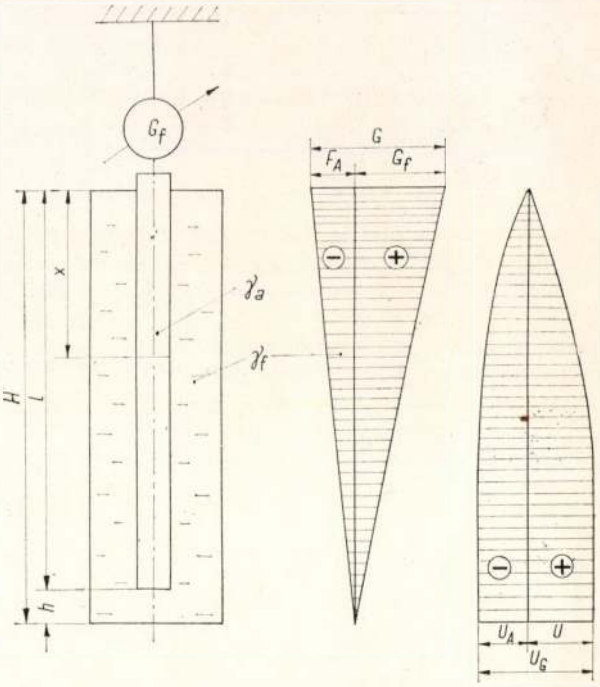
A folyadékba merülő béléscsőoszlop súlya:

$$G_f = A(L-x)\cdot(\gamma_a - \gamma_f). \tag{25}$$

A folyadékba merülő szerkezetekre ható felhajtóerő egyetlen lehetséges támadáspontjával és természetével kapcsolatos elképzelését *Mocsernjuk* a mechanika nevezetes „szilárdulási" elvének felhasználásával igyekszik bizonyítani.

A béléscsőoszlopot gondolatban eltávolítja és azt megszilárdult „iszapcsőoszloppal" helyettesíti, vagyis a csőoszlop súlytalanná válna. Ha viszont a $\gamma_f > \gamma_a$, a (25) összefüggés ellentétes előjelre vált át, a csőoszlop egészen addig felúszik, míg az egyensúlyi állapotot el nem éri.

A hazai szakirodalomban ebből a tárgykörből *Gilicz B.* előadása [13], valamint *Falk R.*-nak az előadáshoz fűzött megjegyzései [14] ismeretesek. *Gilicz B.* a béléscsövekre ható húzóigénybevétel tervezése szempontjából vizsgálta a kérdést. Az eredő nyomóerők, valamint az egyenletes súlycsökkenés módszerét konkrét béléscsőoszlop esetében hasonlítja össze és kijelenti, hogy a gyakorlati béléscső-méretezés szempontjából



8. ábra
Függőleges, folyadékkal telt fúrólyukba merülő béléscsőoszlop terhelés- és alakváltozás-viszonyai (Mocsernjuk szerint)

1. táblázat

Folyadékkal telt fúrólyukba merülő csőoszlopok (rudak) tetszőleges x szelvényében ébredő erők tengelyirányú feszültségei és alakváltozásai (elmozdulások)

Fizikai mennyiségek	Az egyenletes súlycsökkenés módszere [7, 10, 12, 16] szerint	Az eredő erők módszere [2, 5, 6, 9, 11, 15, 18] szerint
1. Felhajtóerő	$F_A = -A_f \cdot \gamma_f \cdot (L-x)$	$F_A = -A_f \cdot \gamma_f \cdot L$
felszínen ($x=0$)	$F_A = -A_f \cdot \gamma_f \cdot L$	
sarunál ($x=L$)	$F_A = 0$	$F_A = -A_f \cdot \gamma_f \cdot L$
2. A felhajtóerő tengelyirányú feszültsége	$\sigma_A = -\gamma_f (L-x)$	$\sigma_A = -\gamma_f \cdot L$
3. A csőoszlop önsúlya folyadékban	$G = A_f (L-x) \cdot (\gamma_a - \gamma_f)$	
4. Teljes tengelyirányú feszültség folyadékban	$\sigma_G = (\gamma_a - \gamma_f) \cdot (L-x)$	$\sigma_G = \gamma_a (L-x) - \gamma_f \cdot L$
felszínen ($x=0$)	$\sigma_G = L(\gamma_a - \gamma_f)$	
sarunál ($x=L$)	$\sigma_G = 0$	$\sigma_G = -\gamma_f \cdot L$
5. Teljes tengelyirányú alakváltozás (elmozdulás) folyadékban	$\Delta l = \frac{x^2}{2E}[\gamma_a - 2\gamma_f(1-\mu)]$ $\mu = 0{,}5$ mellett $\Delta l = \frac{x^2}{2E}(\gamma_a - \gamma_f)$	$\Delta l = \frac{\gamma_a x^2}{E}\left[\frac{1}{2} - \frac{\gamma_f}{\gamma_a}\right]$
felszínen ($x=0$)	$\Delta l = 0$	
sarunál ($x=L$)	$\Delta l = \frac{L^2}{2E}(\gamma_a - \gamma_f)$	$\Delta l = \frac{\gamma_a \cdot L^2}{E}\left[\frac{1}{2} - \frac{\gamma_f}{\gamma_a}\right]$

az eredő nyomóerő módszerét helytelennek kell minősíteni, mert az egyenletes súlycsökkenés módszeréhez viszonyítva a feszültségeloszlás képét, a feszültségek alakulását kedvezőbbé teszi. Ezzel tulajdonképpen nem foglal állást egyik módszer mellett sem.

A fenti, egyáltalán nem helyeselhető megállapításhoz annyit kell hozzáfűzni, hogy a fenti kijelentést *Gilicz B.* nem bizonyítja, csak állítja, a keletkező igénybevételek, feszültségek eloszlása, nagysága azonban nem óhaj, vagy akár döntés kérdése.

Falk R. professzor hozzászólásában [14] leszögezi, hogy alapvetően nem helyes *Gilicz B.* ama elképzelése, amely szerint a felhajtóerő különböző módon való figyelembevétele megváltoztatja a ténylegesen fellépő igénybevételek nagyságát.

Az egyenletes súlycsökkenés módszerét alkalmazza tanulmányaiban *Lubinski* is, legújabban a tengeri fúrások toldócsőoszlopának méretezéséről, illetve az ültetési terhelés megválasztásáról szólóban is [20].

A fenti rövid szakirodalmi áttekintést az *1. táblázat* összegezi.

2. A felhajtóerő eltérő értelmezésének hatása a béléscsőoszlopok szilárdsági méretezésére

A fúrólyukban érvényesülő felhajtóerő és a béléscsőoszlop méretezésének kapcsolata különösen figyelemre méltó.

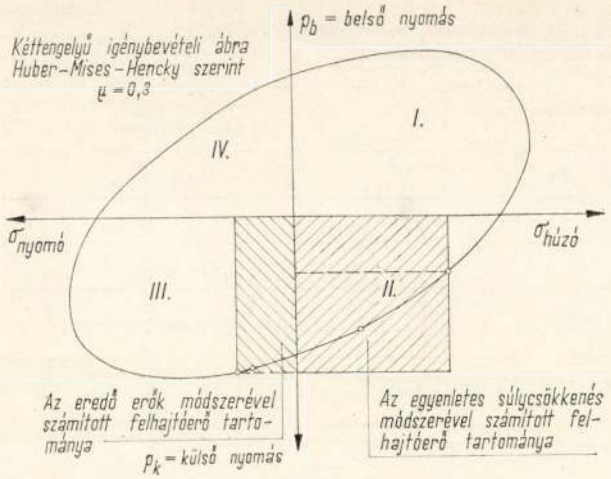
A hazai gyakorlatban a béléscsőoszlopok méretezésekor az egyidejűleg fellépő külső nyomást és a tengelyirányú húzást feltételező kéttengelyű feszültségállapotot veszik figyelembe. Ennek értelmében a húzófeszültségek csökkentik a béléscső kritikus külső nyomását.

Az 50-es évek kezdetétől alkalmazott *Hills*-féle méretezési diagram a felhajtóerőt az eredő erők módszerével számítja, mivel azonban a béléscsőoszlop alsó részén nyomófeszültségek ébrednek, ezért a béléscsőoszlop alsó szakasza ezzel a módszerrel túlméretezett lesz. Ezt az amúgy is túlméretezést okozó helyzetet a [13] tanulmány megváltoztatni javasolta a további biztonságra való törekvés elvén. A külső nyomás—húzó igénybevétel értelmezésű kéttengelyű feszültségi állapotra való méretezés nem teljesen megnyugtató. A fúrólyukban ugyanis egyéb terheléskombinációk is előfordulnak. Így pl. a belső nyomás és húzóerő kombinációja, amely a gázkutak termelési béléscsőoszlopainak felső részére jellemző igénybevételi kombináció.

A kéttengelyű feszültségállapotot *Huber—Mises—Hencky* legnagyobb alakváltozási munkaelméletéből kiindulva *Holmquist* béléscsövekre határozza meg. Az ellipszis-egyenletből *(9. ábra)* látható, hogy a felhajtóerő két különböző módon való figyelembevétele eltérő igénybevételek szuperponálódását jelenti.

Az egyenletes súlycsökkenés módszere a béléscsőoszlop alsó részén húzófeszültségeket tételez fel, így értelemszerűen a külső nyomásra való méretezéskor az ellipszis II. negyedébe eső húzóerő—külső nyomás kombinált igénybevételt kell figyelembe venni. Ez azt jelenti, hogy az egytengelyű feszültségi állapothoz (a külső nyomás tangenciális feszültségéhez) képest nagyobb falvastagságú vagy jobb anyagfokozatú béléscsöveket kell tervezni.

Nem a fentiekben értelmezett kéttengelyű feszült-



9. ábra
A felhajtóerő szerepe a béléscsőoszlopok kéttengelyű feszültségi állapotra való méretezésekor

ségállapot figyelembevétele szükséges akkor, ha a felhajtóerőt az eredő nyomóerő módszerével számítjuk. Ez azt jelenti, hogy a folyadékba merülő béléscsőoszlop alsó részén nyomófeszültségek keletkeznek, így az ellipszis III. térnegyede szerint *(9. ábra)* tengelyirányú nyomófeszültség—külső nyomás okozta tangenciálisfeszültség-kombinációra kell méretezni. Ebben az esetben a béléscsövek kritikus külső nyomása megnövekszik, ami vékonyabb falú és/vagy alacsonyabb anyagfokozatú béléscsövekből álló szekciók tervezését teszi lehetővé.

A felhajtóerőt az eredő erők módszerével számba véve, a kéttengelyű feszültségállapotra (húzás, külső nyomás) való méretezés jogosan elhagyható, és ha a biztonság kedvéért az ellipszis III. negyede szerinti kombinált igénybevételeket nem is tekintjük, át vagy inkább vissza lehet térni az egytengelyű feszültségállapotra való méretezésre. Ennek nagy a jelentősége a béléscsőoszlopok alsó felének méretezésekor, ahol a mértékadó igénybevétel a külső nyomás.

A kéttengelyű feszültségállapotra való méretezés elhagyásával jelentkező megtakarítás becslésére reprezentatív minta alapján végzett számítógépes összehasonlító méretezés eredménye szerint a várható éves megtakarítás acélanyagban 1—3%, béléscsőköltségben 3—5%.

Ez az 1978. évi OKGT-szintű béléscső-felhasználást alapul véve, évente kb. 400 t béléscsőacél és kb. 14 MFt (1978. évi változatlan árakon számítva) béléscsőköltség megtakarítását eredményezné.

3. A felhajtóerő értelmezése a folyadékkal feltöltött, tetszőleges térbeli helyzetű fúrólyukba merülő béléscsőoszlop esetén

Bár a felhajtóerő fogalma széles körben ismert, a további okfejtés érdekében célszerű néhány hidrosztatikai alapfogalmat felelevéníteni, ill. pontosan tisztázni.

A folyadékba, mint folytonos anyagba (kontinuumba) merülő bármely testre hidrosztatikus nyomás hat. Ebben a folyadékban egy tetszőleges sík egyensúlya a felület mindkét oldalán megoszló erőrendszert feltételez. E felület egységnyi A területére ható megoszló erőrendszer eredőjét F-fel jelölve, az eredő által keltett feszültség

$$\sigma^* = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}.$$

A σ^* feszültséget a folyadékok mechanikájában nyomásnak nevezik, és bizonyított alaptétel, hogy a p-vel jelölt nyomás független a terület irányítottságától [1]. Ebből az alaptételből következik az a fontos tény, hogy a nyugvó folyadékban uralkodó nyomás skaláris mennyiség, mely a helytől és az időtől független, és a belőle származó erő minden körülmények között merőleges arra a felületre, amelyre hat.

A nyomásból származó nyomóerő általános esetben:

$$\Delta P = -p_h \cdot F \cdot \vec{n}. \qquad (26)$$

A negatív előjel azt jelenti, hogy pozitív értékű nyomás esetén a belőle származó nyomóerő a kifelé mutató egységvektorral szemben a felület irányába mutat.

A nyomás a folyadék belsejében a *Pascal*-elv szerint minden irányban egyenletesen terjed.

Nehézségi erőtér hatása alatt levő folyadékkal feltöltött térben a hidrosztatikus nyomás a mélységgel arányosan nő, vagyis

$$p_h = p_0 + \gamma_f \cdot z. \qquad (27)$$

A folyadéktérben levő tetszőleges alakú test egyensúlyának feltétele az, hogy a felületére ható nyomások eredője egyenlő legyen a test súlyával és annak súlypontján menjen keresztül.

A test egészére nézve tehát *Archimedes* törvénye azt jelenti, hogy minden folyadékba merült testre akkora felhajtó erő hat, amekkora az általa kiszorított folyadék súlya.

A felhajtóerőnek a mélyfúrások béléscsőoszlop-méretezésére nézve jellemző eseteiben — a fúrási folyadékkal (öblítőiszappal, cementtejjel) telt függőleges és ferde fúrólyukba merülő egyenes, ill. görbült béléscsőoszlop — értelmezése az alábbi.

3.1. Folyadékkal telt, függőleges fúrólyukba merült zárt végű béléscsőoszlop

A palástra ható hidrosztatikus nyomásból származó, a felületre ható erők kölcsönösen kiegyenlítik egymást, így a palástra ható nyomóerők révén felhajtóerő nem keletkezik.

A két végfelületen szintén a hidrosztatikus nyomásból származó megosztott erőrendszer támad.

Ebben az esetben a rugalmas testek mechanikájában ismert *De Saint Venant*-elvet [3, 19] alkalmazva, a megosztott erőrendszert eredővel helyettesítjük, s így az eredetivel statikailag egyenértékű rendszert kapunk. Ennek értelmében a felső véglapra ható nyomóerőrendszer eredője F_3, az alsó véglap esetében F_0.

A hidrosztatikai alaptörvény értelmében a két végfelületre eltérő nyomások, ill. nyomóerők hatnak, így felírható a $p_0 > p_3$ és a $F_0 > F_3$ egyenlőtlenség.

Így $F_0 = p_0 \cdot A$ és

$F_3 = p_3 \cdot A$.

A kettő különbsége eredményezi a béléscsőoszlopra ható felhajtóerőt:

$$F_A = A(p_0 - p_3). \tag{28}$$

3.2. Ferde fúrólyukban levő egyenes tengelyű béléscsőoszlop

Amikor az egyenes tengelyű béléscsőoszlop a folyadékkal töltött ferde fúrólyukba merül, akkor a felhajtóerő nagysága az előzőekben tárgyalt függőleges helyzethez képest nem változik, mert az általa kiszorított, változatlan fajsúlyú folyadék súlya ugyanakkora lesz. A hidrosztatikus nyomás, a függőleges fúrólyuk esetétől eltérően, a két végfelületen kívül a szög alatt álló ferde hengerfelületre — a palástra — is hat, ezért a felhajtóerő számítása eltér az előző pontban tárgyaltaktól *(10.b ábra)*.

A z mélységben uralkodó hidrosztatikus nyomás:

$$p_h = p_0 + \gamma_f \cdot z.$$

Ez a nyomás az A területű palástrész tetszőleges dA felületelemére nyomóerőt fejt ki.

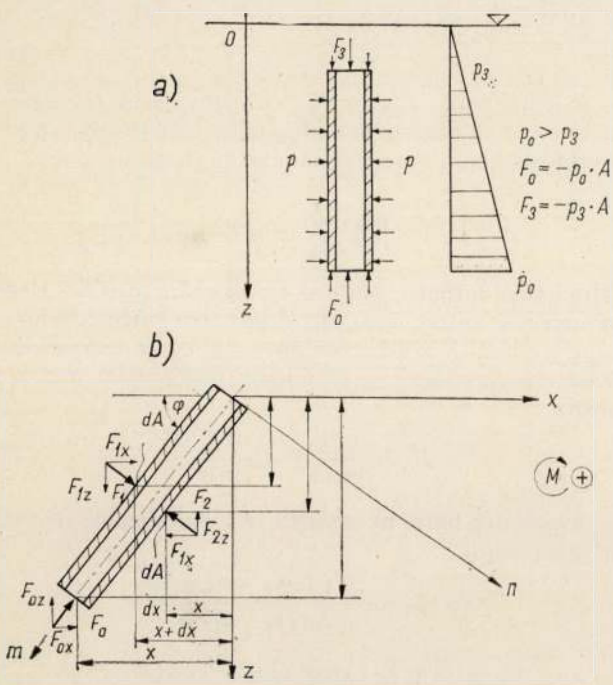
Felső palástrész:

$$dF_1 = p_h \cdot dA = \gamma_f \cdot z \cdot dA. \tag{29}$$

A (29) integrálása a béléscsőoszlop felső palástszakaszára ható nyomóerőkhöz vezet, ami, figyelembe véve, hogy $z = m \cdot \sin\varphi$

$$F_1 = \gamma_f \cdot \sin\varphi \int_{(A)} z dA = \gamma_f \cdot \sin\varphi \cdot M_{z1}. \tag{30}$$

A (30) összefüggés azt fejezi ki, hogy a béléscsőoszlop A felületű felső palástrészére ható nyomásból származó eredő nyomóerő egyenlő a folyadékfajsúly, a béléscsőoszlop tengelye és a vízszintessel bezárt szög, valamint az m, n koordináta-rendszerben az A felületnek az n tengelyre számított első fokú (statikai) nyomatéka szorzatával.



10. ábra
a) folyadékkal telt függőleges fúrólyukba merülő, zárt végű béléscsőoszlopra ható felhajtóerő
b) folyadékkal telt ferde fúrólyukba merülő, zárt végű béléscsőoszlopban fellépő felhajtóerő

A fentieket az x, z koordináta-rendszerre vonatkoztatjuk:

$$F_1 = \gamma_f \int_{(A)} z dA.$$

$$F_1 = \gamma_f \cdot z \cdot A, \tag{31}$$

vagyis, a tetszőleges irányú síkfelületre ható hidrosztatikus nyomásból származó nyomóerő függőleges eredője egyenlő a felület fölött levő, annak kerületi pontjain átmenő függőleges alkotókkal bíró henger által bezárt folyadék súlyával.

A nyomóerők és a nyomaték analóg módon meghatározható az alsó palástrészre is:

$$F_2 = \gamma_f \cdot (z + dz) \cdot A. \tag{32}$$

Mivel az alsó palástrészre nagyobb hidrosztatikus nyomás hat, mint a felsőre, a belőlük származó nyomóerők között is ilyen viszony érvényes:

$$F_2^z > F_1^z.$$

A vízszintes összetevőkre is érvényes a fenti okfejtés alapján az $F_2^x > F_1^x$ egyenlőtlenség.

Általánosságban kimondható, hogy a ferde fúrólyukban levő egyenes tengelyű csőoszlopra a felhajtóerő pozitív irányú nyomatékot fejt ki, amely a csőoszlopot alulról a felszín irányába elforgatni igyekszik.

A nyomatékrendszerben a $\Sigma M_x = 0$, ill. $\Sigma M_z = 0$ feltétel mellett a teljes nyomaték:

$$M = M_x = M_z, \tag{33}$$

ahol

$$M_x = P_2 \cdot \sin\varphi (z + dz) - P_1 \cdot \sin\varphi \cdot z - P_0 \cdot \sin\varphi \cdot m$$

és

$$M_z = P_2 \cdot \cos\varphi \cdot x - P_1 \cdot \cos\varphi (x + dx) + P_0 \cdot \cos\varphi \cdot n.$$

Mivel a vízszintes csőoszlop esetén ($\varphi = 0°$):

$$M_x = 0; \quad M_z = \max.$$

A függőleges csőoszlop ($\varphi = 90°$);

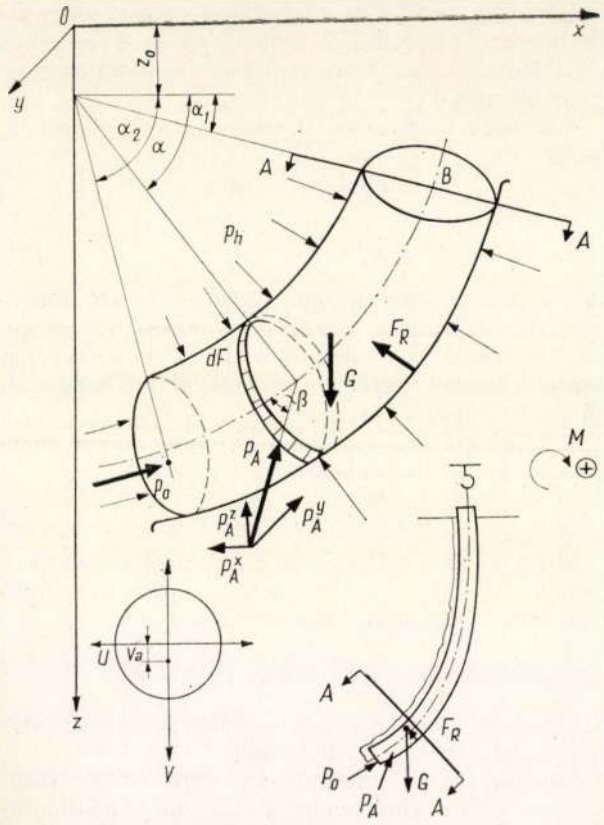
$$M_x = \max; \quad M_z = 0.$$

3.3. Ferde fúrólyukban levő, kismértékben görbült csőoszlop

A nyomóerők és a nyomatékok vázlatát a *11. ábra* mutatja be. A síkban görbült csőoszlop tetszőleges szakasza egy R, r sugarú toroid felület darabja, melynek fő síkja egy x, z sík, középpontja a z tengelyen a felszíntől számított z_0 mélységben van, a csőszakasz palástja a toroid α_1 és α_2 szögek közé eső része.

A csőszakaszra az önsúlya, valamint a folyadék hidrosztatikus nyomásból származó, felületen támadó és egyenletesen megoszló nyomóerő-rendszer hat.

A csőszakaszt a palástra és az alsó végfelületre bontva célszerű a nyomóerők eredőjét, irányukat, támadáspontjukat, valamint az ébredő nyomatékokat meghatározni.



11. ábra
A felhajtóerő hatása a görbült béléscsőoszlopra a folyadékkal telt tényleges fúrólyuk viszonyai közt

A palást A felületére ható nyomóerők eredőjét a dA felületelemre ható elemi nyomóerőt meghatározó összefüggés (26) integrálása adja:

$$F_A = -\iint_{(A)} p \cdot dA. \tag{34}$$

Feltételezve az F erőnek a palástfelület tetszőleges, α, β szögpárral jellemzett támadáspontját, a három tengelyirányú vetület a következő:

$$F^y = -F \cdot \cos\beta,$$

$$F^x = -F \cdot \sin\beta \cdot \cos\alpha,$$

$$F^z = -F \cdot \sin\beta \cdot \sin\alpha.$$

Mivel a palástot az y tengely irányából szimmetrikus terhelés éri, $F_A^y = 0$.

Az F erő általunk felvett támadáspontja a $z_0 + (R + r \cdot \sin\beta)$ mélységben van; és az itt uralkodó hidrosztatikus nyomás:

$$p_h = [z_0 + (R + r\sin\beta)\sin\alpha]\,\gamma_f.$$

A palást elemi gyűrűjének területe:

$$dA = \int_{\alpha}^{\alpha+\varepsilon} \int_{0}^{2\pi} r(R + r\sin\beta)\, d\beta \cdot d\alpha.$$

Az F_{dA}^x és az F_{gA}^z összetevő a következőképpen számítható:

$$F_{dA}^x = -r \cdot \gamma_f \int_{\alpha}^{\alpha+\varepsilon} \cos\alpha \int_{0}^{2\pi} (R + r\sin\beta) \times$$

$$\times [z_0 + (R + r\sin\beta)\sin\alpha]\sin\beta\, d\beta\, d\alpha;$$

$$F_{dA}^z = -r \cdot \gamma_f \int_{\alpha}^{\alpha+\varepsilon} \sin\alpha \int_{0}^{2\pi} (R + r\sin\beta) \times$$

$$\times [z_0 + (R + r\sin\beta)\sin\alpha]\sin\beta\, d\beta\, d\alpha.$$

Felhasználva az

$$\int_{0}^{2\pi} \sin^2\beta\, d\beta = \int_{0}^{2\pi} \frac{1}{2}(1 - \cos(2\beta))\quad d\beta = \pi$$

és a

$$\sin\alpha\cos\alpha = \frac{1}{2}\sin 2\alpha$$

összefüggéseket,

$$F_{dA}^x = -r \cdot \gamma_f \cdot \pi \int_{\alpha}^{\alpha+\varepsilon} z_0 r\cos\alpha + (R + R \cdot r)\sin\alpha\cos\alpha\, d\alpha;$$

$$F_{dA}^z = -r \cdot \gamma_f \cdot \pi \int_{\alpha}^{\alpha+\varepsilon} z_0 \cdot r \cdot \sin\alpha + (R + R \cdot r)\sin^2\alpha\, d\alpha.$$

Az integrálást elvégezve az eredmény:

$$F_{dA}^x = -r\gamma_f \cdot \pi \left[z_0 \cdot r(\sin(\alpha+\varepsilon) - \sin\alpha) - \right.$$

$$\left. -\frac{1}{4}(R + R \cdot r)(\cos(2\alpha + 2\varepsilon)\cos(2\alpha))\right]; \tag{35}$$

$$F_{dA}^z = -r \cdot \gamma_f \cdot \pi \left[z_0 r(\cos(\alpha+\varepsilon) - \cos\alpha) - \right.$$

$$\left. -\frac{1}{2}(R + R \cdot r)\varepsilon + \frac{1}{4}(R + R \cdot r)(\sin(2\alpha + 2\varepsilon) - \sin(2\alpha))\right]. \tag{36}$$

A felhajtóerő F_{dA}^x és F_{dA}^z összetevőjének tisztázása után meg kell határozni az F_{dA} felhajtóerő irányát a toroid fősíkjában. A részletszámításokat mellőzve ez:

$$\lim_{\varepsilon \to 0} \frac{F_{dA}^z}{F_{dA}^x} = \operatorname{tg}\alpha.$$

Mindebből látható, hogy az eredő erő a toroid középpontja felé mutat, azaz merőleges arra a felületelemre, amelyre hat. Következésképpen az egész csőpalástra ható erők eredője is a középpont felé mutat, mértéke pedig

$$F_A = \frac{F_A^x}{\cos\alpha^*} = \frac{F_A^z}{\sin\alpha^*}. \tag{37}$$

A palástra ható nyomóerők F_A eredőjének irányát α^*-gal jelöljük:

$$\cos\alpha^* = \frac{z_0 r(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1) + }{z_0 r(\alpha_2 - \alpha_1) -}$$

$$\frac{+\frac{1}{4}(R + R \cdot r)(\cos(2\alpha_2) - \cos(2\alpha_1))}{-(R + R \cdot r)(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)}. \tag{38}$$

A fenti összefüggés alapján állítjuk, hogy a görbült csődarabra ható hidrosztatikus nyomásból származó

erők eredőjének hatásvonala nem esik egybe a szögfelezővel, más szóval az eredő hatásvonala nem megy át a csődarab súlypontján.

Számítsuk ki

$$\left[\alpha, \frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right], \text{ ill. } \left[\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}, \alpha_2\right]$$

szögintervallumok közé eső toroid felületen ható erőket. Bizonyítjuk, hogy az alsó féldarabra eső erők eredője nagyobb, így az egész csődarab esetében az eredő erő az alsó felületen van, azaz a hatásvonal iránya és a szögfelező tekintetében felírható:

$$\alpha^* > \frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}.$$

A felső toroid felületre ható nyomóerők:

$$F_1 = \gamma_f \int_{\alpha_1}^{\frac{\alpha 1+\alpha 2}{2}} \int_0^{2\pi} (R+r\sin\beta)[z_0+(R+r\sin\beta)\sin\alpha]\times$$

$$\sin\beta d\beta d\alpha = \gamma_f \cdot \pi \left[z_0 r\left(\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}-\alpha_1\right)-\right.$$

$$\left.-(R+R\cdot r)\left(\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}-\cos\alpha_1\right)\right]. \qquad (38a)$$

Az alsó toroid felületre ható nyomóerőket analóg módon kapjuk:

$$F_2 = \gamma_f \pi \left[z_0 r\left(\alpha_2-\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right)-(R+R\cdot r)(\cos\alpha_2)-\right.$$

$$\left.-\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right)\Big].$$

Állítjuk, hogy $F_2 > F_1$.

$$\pi\left[z_0 r\left(\alpha_2-\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right)-\right.$$

$$\left.-(R+R\cdot r)\left(\cos\alpha_2-\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right)\right] > .$$

$$> \pi\left[z_0 r\left(\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}-\alpha_1\right)-\right.$$

$$\left.-(R+R\cdot r)\left(\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}-\cos\alpha_1\right)\right]. \qquad (38b)$$

Egyszerűsítve és átrendezve kapjuk:

$$z_0 r\left(\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}\right)-(R+R\cdot r)\frac{\cos\alpha_1+\cos\alpha_2}{2} >$$

$$> z_0 r\left(\frac{\alpha_2+\alpha_1}{2}\right)-(R+R\cdot r)\cos\left(\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\right).$$

Mindkét oldalt $(R+R\cdot r)$-rel osztva:

$$\frac{\cos\alpha_1+\cos\alpha_2}{2} < \cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2},$$

$$\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\cos\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2} < \cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2},$$

ami nyilvánvalóan igaz, így állításunkat igazoltuk.

A továbbiakban az F_A erő által keltett nyomatékokat a B pontra határozzuk meg. Ha az elemi gyűrűre felírt nyomatékot az α_1 és α_2 között integráljuk, megkapjuk az F_A eredő nyomóerő B pontra vonatkoztatott nyomatékát:

$$M_A =$$

$$= \gamma_f \cdot r\cdot\pi\cdot R\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\sin(\alpha-\alpha_1)[z_0 r+(R+R\cdot r)\sin\alpha]\,d\alpha,$$

ill. a részletszámításokat mellőzve:

$$M_A = r\cdot\pi\cdot\gamma_f\cdot R\left[z_0 r\cos\alpha_1(\cos\alpha_2-\cos\alpha_1)+\right.$$

$$+z_0 r\cdot\sin\alpha_1(\sin\alpha_2-\sin\alpha_1)-$$

$$-\frac{1}{4}(R+R\cdot r)\sin\alpha_1(\cos(2\alpha_2)-$$

$$-\cos(2\alpha_1))-\frac{1}{2}(R+R\cdot r)\cos\alpha_1(\alpha_2-\alpha_1)+$$

$$\left.+\frac{1}{4}(R+R\cdot r)\cos\alpha_1(\sin(2\alpha_2)-\sin(2\alpha_1))\right]. \qquad (39)$$

A nyomaték az óramutató járásával megegyező irányba forgat.

Az alsó végfelületre ható nyomóerők F_0 eredőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$F_0 = \gamma_f \int_0^{2\pi}\int_0^{r} s\,[z_0+(R+s\cdot\sin\beta)\sin\alpha_2]\,ds\cdot d\beta. \qquad (40)$$

Az integrálást elvégezve

$$F_0 = \gamma_f\cdot r^2(z_0+R\sin\alpha_2)\cdot\pi. \qquad (41)$$

Az F_0 erő támadáspontja az $u=s\cdot\cos\beta$ és $v=s\cdot\sin\beta$ jelölést bevezetve:

$$u_0 = 0,$$

$$v_0 = \frac{r^2\sin\alpha_2}{4(z_0+R\sin\alpha_2)}. \qquad (42)$$

A fentiek alapján látható, hogy az F_0 eredő erő nem a véglap középpontjában támad, hatásvonala nem megy át a csőidom súlypontján *(11. ábra)*.

A B pontra meghatározott nyomaték pedig:

$$M_0 = -\gamma_f\cdot r^2\cdot\pi\left[R(z_0+R\cdot\sin\alpha_2)(1-\sin(\alpha_2-\alpha_1))+\right.$$

$$\left.+\frac{r^2}{4}\sin\alpha_2\right]. \qquad (43)$$

Az M_0 nyomaték negatív, azaz az M_A nyomatékkal ellentétes irányba forgat.

A csőszakaszra ható, a hidrosztatikus nyomásból származó nyomóerők — felületi erők — hatására ébredő nyomatékot mint az alsó végfelületre, illetve a palástra ható nyomaték összegét kell meghatározni, vagyis

$$M_1 = M_A + M_0. \qquad (44)$$

A felületi erőkön kívül a térfogati erők (a csődarab súlya és a lyukfal reakcióereje) is nyomatékot fejt ki a csődarabra.

A teljes nyomaték a fentiekben meghatározott M_1 nyomaték és a térfogati erők okozta nyomatékok összege:

$$M = M_1 + M_G + M_R. \qquad (45)$$

4. A felhajtóerőt érintő megállapítások

Az ismertetett elvek alapján a felhajtóerő lényegéről és hatásáról a következő megállapítások tehetők.

1. A fluidum — legyen az folyadék vagy gáz —, felhajtóereje csak akkor érvényesül, ha az a szilárd test felületével érintkezik.

2. A folyadékba merülő testben akkor lép fel felhajtóerő, ha a test felületére felírt, egy adott pontra vonatkoztatott statikai nyomatékok összege nem egyenlő nullával ($\Sigma M \neq 0$), vagyis akkor, ha a test bármely két egymással párhuzamos vízszintes síkja között hidrosztatikus nyomáskülönbség van.

3. Folyadékba merülő függőleges rúdban vagy teljes hosszában azonos falvastagságú csőoszlopban a felhajtóerőt a két párhuzamos végfelület közötti hidrosztatikus nyomáskülönbség okozza.

A palástra ható hidrosztatikus nyomás felhajtóerőt nem hoz létre, mert a nyomóerők minden adott mélységű szelvényben nagyságukat tekintve megegyeznek egymással, egymással szemben irányítottak, így eredőjük, valamint a statikai nyomatékok összege nullával egyenlő.

A felhajtóerő értelmezésében a *Kühne* által [10] képviselt, egyenletes súlycsökkenési elv egyik hibája éppen az, hogy azt feltételezi, hogy a folyadékba merülő függőleges cső (rúd) palástjára ható hidrosztatikus nyomás húzófeszültségeket ébreszt (20).

A másik hibája az, hogy *Kühne* a (20) összefüggés levezetésekor az acél *Poisson*-tényezőjét 0,3 helyett $\mu = 0{,}5$-nek veszi fel.

4. Ferde fúrólyukban levő, folyadékba merülő csőoszlop esetén a felhajtóerő a két végfelület közötti nyomáskülönbségen kívül az alsó és felső palástrész közötti hidrosztatikus nyomáskülönbségből, vagyis az abból származó nyomóerő, ill. statikai nyomatékkülönbségből is származik.

5. A folyadékba merülő testekre ható felhajtóerőt minden esetben a hidrosztatikus nyomáskülönbség okozza, amely eredő erővel helyettesíthető és egyenletesen megoszló nyomó-erőrendszert hoz létre. Az eredő erő támadási felülete minden esetben a test folyadékkal érintkező felülete, amelyre az eredő erő mindig merőleges. Mindebből következik, hogy a felhajtóerőt a támadási felülettől nem szabad elszakítani, és a támadáspontot a test egyes elemi részecskéinek súlypontjába áthelyezni.

Bár ez az eljárás a *De Saint Venant*-elv szerint a test egészére vonatkoztatva statikailag egyenértékű rendszert eredményez, de ez az erőáthelyezés a támadási felület közelében feszültségeloszlás-változást okoz.

Az egyenletes súlycsökkenés módszerének kidolgozói éppen ezt a hibát követik el. Az előzőek igazolták, hogy a felületi és a térfogati erők hatásvonala nem esik egybe; a felületi erőket viszont a statika alapelvei szerint nem lehet a térfogati erők hatásvonalába áthelyezni.

Így például az önsúlynak — mint térfogati erőnek — támadáspontja a görbült csőszakasz súlypontjában van, a palástnyomásból származó eredő nyomóerő hatásvonala nem halad át a csőszakasz súlypontján. Így ez a két erő nem egyesíthető közös támadáspontban.

Holmquist a kismértékben görbült *(3. ábra)* négyzetes rúd nyomatékviszonyainak meghatározásakor helytelenül járt el, mert a nyomásból származó nyomóerőket a görbült felület esetében nem bontotta összetevőkre; hogy mégis jó eredményhez jutott, azzal magyarázható, hogy az általa vizsgált speciális esetben a görbült felületre ható nyomóerők vízszintes összetevői egymást semlegesítik, és így csak a függőleges összetevőket kell figyelembe venni.

Általánosan a tényleges fúrólyuk esetében a *Holmquist* által közölt módszer a hidrosztatikus nyomás alatt levő testek stabilitási viszonyainak tanulmányozására nem alkalmas.

Az utóbbi időben megjelent tanulmányokban az egyenletes súlycsökkenés módszerének kidolgozói és követői engedményekre kényszerültek [16]. Így *Lubinski* [20] már elismeri, hogy a felhajtóerő a csőoszlop végfelületén támad és ott nyomó igénybevételt okoz, de hogy a korábbi állításait ne cáfolja, sajátos nómenklatúrát alkalmaz. Ennek értelmében a felhajtóerő csak „aktuális", de nem „effektív" erő és így feszültség- és alakváltozás-eloszlást nem okoz.

JELÖLÉSEK

A_f	a csőoszlop fémes keresztmetszete
a, b	a rúd oldaléleinek hossza
F_A	felhajtóerő
F_f	fúróterhelés
F_R	a béléscsőoszlop és a lyukfal közötti reakcióerő
G	a rúd (csőoszlop) súlya levegőben
G_f	a csőoszlop súlya folyadékban
g	nehézségi gyorsulási együttható
H	a fúrólyuk függőleges mélysége
L, l	a csőoszlop (rúd) hossza
M_A	a görbült csőszakasz palástjára ható nyomóerők eredője által okozott nyomaték
M_G	a görbült csőszakasz önsúlya által okozott nyomaték
M_R	a görbült csőszakasz és a lyukfal közötti reakcióerő által okozott nyomaték
M_0	a görbült csőszakasz végfelületére ható nyomóerők eredője által okozott nyomaték
n	egy zárt felület dF felületegységének kifelé mutató normálisát jellemző egység vektor
p_b	belső nyomás
p_h	hidrosztatikus nyomás
p_k	külső nyomás
p_o	a folyadék felszínére ható nyomás
r	aktuális csősugár
r_1, r_o	a cső külső, ill. belső sugara
V	a rúdelem térfogata
x, z	egy tetszőleges szelvény talptól, ill. felszíntől számított mélysége a csőoszlopban
α	a csőoszlop (rúd) tengelyének a függőlegessel bezárt szöge
γ_a	a csőoszlop (rúd) anyagának fajsúlya
γ_f	a fúrólyukban levő folyadék fajsúlya
ε_G	tengelyirányú relatív alakváltozás
$\varepsilon_{x,z}$	az x, z szelvényben fellépő relatív alakváltozás
μ	*Poisson*-tényező
ϱ_a	a csőanyag sűrűsége
ϱ_f	a folyadék sűrűsége
σ_A	a felhajtóerő által okozott tengelyirányú feszültség

σ_f a fúróra a kőzet felől ható reakcióerő tengelyirányú feszültsége
$\sigma_{fcső}$ tengelyirányú feszültség a fúrócsőoszlop vizsgált keresztmetszetében
σ_G tengelyirányú feszültség a csőoszlopban
σ_r radiális feszültség
σ_t tangenciális feszültség
φ a csőoszlop (rúd) tengelyének a vízszintessel bezárt szöge
q a cső (rúd) fajlagos folyómétersúlya

IRODALOM

[1] *Gruber J.—Blahó M.:* Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965. 280. p.

[2] *Hawkins, M. F.—Lamont, N.:* The analysis of axial stresses in drill stems. API Drilling and Production Practice, 1949. 358—369.

[3] *Ponomarev, Sz. D.:* Szilárdsági számítások a gépészetben, 3. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965. 460 p.

[4] *Handleman, G. H.:* Buckling under locally hydrostatic pressure. Applied Mechanics 7. 13. 1964. sept. P-A-198-A 200.

[5] *Holmquist, J. L.:* Contribution to discussion of paper by *M. F. Hawkins* and *N. Lamont*. API Drilling and Production Practice 1949, 358.

[6] *Klinkenberg, A.:* The neutral zones in drill pipe and casing and their significance in relation to buckling and collapse. API Drilling and Production Practice 1951. 64—79.

[7] *Lubinski, A.:* A study of the buckling of rotary drilling strings. API Drilling and Production Practice 1950. 178—214.

[8] *Lugol, F. G.:* Note sur le falmbemant d'une collone verticale pesante immergée dans un liquide. Revue Inst. Française du Pétrole 5 27 (1950).

[9] *Praszolov, V. A.—Szurkov, V. T.:* Ucset vütalkivajuscsej szilü pri szosztavlenii ravnoprocsnüh kolonn. Szbornik: Puti szoversensztvovanija konsztrukcij i cementirovanija szkvazsin v razlicsnüh geologicseszkih uszlovijah, Izd-vo VNIIOENG, Moszkva, 1968. 278. p.

[10] *Kühne, G.:* Über der Wirkung des Auftriebs am Bohrgestänge. Erdöl und Kohle, Erdgas-Petrochemie 809—812 (1961).

[11] *Best, D. M.:* Selecting drill collar lenght by pressure method. World Oil 144 4 140 (1957).

[12] *Mocsernjuk, D. Ju.:* O traktove zakona Arhimeda pri szvobodnom pogruzsenii kolonnü trub v szkvazsinu, zapolnennuju promüvocsnoj zsikdoszt'ju. Izv. VUZ Neft'i Gaz 9 34—38 (1976).

[13] *Gilicz B.:* Az öblítőfolyadék felhajtóerejének szerepe a béléscsövek húzóigénybevételénél. Vándorgyűlés, Eger, 1966.

[14] *Falk R.:* Hozzászólás *Gilicz B.* „Az öblítőfolyadék felhajtóerejének szerepe a béléscsövek húzóigénybevételénél" c. előadáshoz. Ibid.

[15] *Moore, L. P.—Cole, W. F.:* Does buoyancy buckling of drill collars and drill pipe? OGJ szept. 13 108—110 (1965).

[16] *Kendall, H. A.:* How buoyancy effects drill-string behavior OGJ márc. 20. 151—157 (1978).

[17] *Alekszandrov, M. M.:* Opredelenie szil szoprotivlenija pri burenii szkvazsin. Izd-vo Nedra M., 1965. 280 p.

[18] *Bernhard, J. P.:* Elasticité et resistance des longues colonnes creuses utilisée dans le forage des puits profonds, Bull. AFTP dec. 1. 60—63 (1946).

[19] *Kozmann Gy.—Reuss E.—Ludvig Gy.:* Szilárdságtan. A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa G. 34. BME. Tankönyvkiadó, 1966.

[20] *Lubinski, A.:* Necessary tension in marine risers. Revue de L'Institut Francaise du Pétrole Mars.—Avr. 233—256 (1977).

FILMISMERTETÉS

„Kitörésgátlók" című oktatófilm

Az OKGT megrendelésére az Idegenforgalmi Propaganda Vállalatnál (IPV) készült el 1978-ban oktatási célokra a „Kitörésgátlók" című oktatófilm.

A film kezdő képsorai a fúrási tevékenységet mutatják be, és ehhez kapcsolódóan világít rá a kitörésgátlók alkalmazásának szükségességére.

Ezt követően részletesen ismerteti azokat a feladatokat, amelyeket egy korszerű kitörésgátlónak teljesítenie kell. Részletesen bemutatja a fel- és leszerelési műveletet — kihangsúlyozva a brigádok és ezen belül az egyes emberek szerepét. Magyarázó trükkrajz segítségével ismerkedhetnek meg a nézők a Shaffer, vagy általánosabban ismert néven a „román" kitörésgátlók szerkezeti elemeivel és működési elvével, majd a Cameron-típussal és a Szovjetunióban elterjedten alkalmazott „U" típusú kitörésgátlókkal.

Ugyancsak trükkrajz ad lehetőséget néhány különleges típus — nevezetesen a kettős (teljes lyukszelvényt és a gyűrűs teret egyidőben elzáró) és a Hydril (gyűrűs) típusú kitörésgátló — szerkezeti elemeinek és működési mechanizmusának megismerésére. A nézők láthatják a folyamatos üzemeltetéshez szükséges tartalék alkatrészek legfontosabb részeit és megismerhetik az alkatrészellátás teendőit. Szemléletes trükkrajzok mutatják be a kitörésgátlók működési mechanizmusát telepofás és profilos záróbetétek esetén. Ehhez kapcsolódóan szemléltetik a működtető mechanizmust, annak elhelyezését és üzemeltetését is. Utal a film a kitörésveszélyek esetén elrendelt „gázriadókor" szükséges teendőkre is. Részletes, trükkrajzok segítségével szemléletes képet ad a kitörésgátlók elhasználódási folyamatáról, a különféle betétmeghibásodások mechanizmusáról. Tájékoztatást kapnak a nézők a meghibásodott kitörésgátlók teljes felújításáról és a felújított, felszerelés előtt álló kitörésgátló zárásvizsgálatáról.

A film forgatókönyvének összeállítását és szakértői feladatait *Csákó Dénes, Kiss László és Kovács János* látták el, a film rendezőoperatőre *ifj. Török Vidor* volt. A magyar nyelvű kópiák az NKFV-nél (Szolnok), a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, a Nagykanizsai Mélyfúró és Kőolajbányászati Szakközépiskolában, valamint az OKGT-ben állnak rendelkezésre.

Csákó Dénes

KÜLFÖLDI HÍREK

Az üzemben tartott fúróberendezések számának alakulása 1969—1978 között az USA-ban

1969	1194	1973	1194	1977	2001
1970	1028	1974	1471	1978	2259
1971	976	1975	1660	(évi átlagok)	
1972	1107	1976	1658		

Oil a. Gas J., 1979. jan. 29.

Az NSZK 1978. évi földgáztermelése

1978-ban a földgáztermelés történetében először haladták meg a 20 milliárd m³-es mennyiséget (pontosan 20,2 Gm³), az olajkísérő gázzal együtt pedig a termelés 20,6 Gm³ volt. Ez az ország szükségletének 37%-át fedezi.

Erdöl-Dienst, 1979. 27. sz.

A világ kőolajkészletei 1978 végén (Mt)

Közel-Kelet	50 290	(57%)	Észak-Amerika	4650 (5%)
Keleti tömb			Ny-Európa	3310 (4%)
(Kínával együtt)	12 760	(15%)	Távol-Kelet	2710 (3%)
Afrika	7 740	(9%)		
Közép- és Dél-Amerika	5 810	(7%)		

Shell-Grafik 2/79.

Szegesi K.

A kiegyensúlyozott fúrás a Szovjetunióban*

GAJVORONSZKIJ, A. A.—
ORLOV, A. V.

Bevezetés

A fúrólyuk—kőzet közötti, ún. differenciális nyomás szabályozásával megoldott kiegyensúlyozott fúrás technológiájának és az ehhez szükséges technikai berendezések kidolgozását a Szovjetunióban 1971-ben kezdték meg. Az eltelt időszak alatt tanulmányozták a túlnyomásos telepek kialakulásának feltételeit és megszerkesztették előfordulási helyeik térképeit az alapkőzet felszínéig bezárólag számos fúrási körzetben. Kidolgozták, kipróbálták és ipari méretekben bevezették a pórusnyomás előrejelzésének módszereit a különböző szelvényezési módszerek (elektromos, indukciós, akusztikus stb.) alkalmazásával. Műszereket, eszközöket szerkesztettek és gyártottak le a fúrólyuk—kőzet közötti differenciális nyomás szabályozásával végzendő fúrásokhoz (távvezérlésű ellennyomás-szabályozó fúvókák, öblítőiszapgáz-szeparátorok), továbbá műszereket a pórusnyomások előrejelzésére (geofizikai eszközök, a kőzetek sűrűségének és porozitásának meghatározására szolgáló műszerek). Kidolgozták a mélyfúrás kiegyensúlyozott nyomáson alapuló módszerét és az e módszerrel végzendő fúrás biztonságtechnikai utasításait.

Az ország számos körzetében (Azerbajdzsán, Türkménia, Alsó-Volga vidék, Észak-Kaukázus, Tyumeny) folyik ennek az új fúrási technológiának és az ezt segítő eszközöknek kipróbálása.

A Szovjetunióban kidolgozott kiegyensúlyozott fúrási módszer lényege

A kiegyensúlyozott fúrás megvalósításához információkra van szükség a fúrási körzet rétegsorairól, a pórusnyomások nagyságáról és jellegéről, melyet a tényleges mélyfúrások során szerzett közvetlen információk megerősítenek. Ezen információk alapján választják ki és helyesbítik a fúrólyukak szerkezetét, öblítési programját, ennek alapján választják ki a kitörésgátló berendezéseket, a fúrási folyamatot szabályozó és vezérlő eszközöket, továbbá ennek alapján tervezik meg számos egyéb feladat megoldását (a mélyfúrási geofizikai mérések módszereit, a rétegvizsgálatokat stb.).

A pórusnyomások előrejelzését egyrészt a körzet geológiai jellemzői alapján, a felszíni és mélyfúrási geofizika adatai alapján, másrészt a környező fúrások, kutak tényleges termelési és a rétegvizsgálatok eredményeinek korrelálása alapján végzik.

A fúrás folyamán, a fúrás előrehaladásának ütemében végzik az operatív előrejelzést és/vagy a réteg-nyomások meghatározását a fúrólyuk lemélyített szakaszán és a fúrólyuktalp alatt (előrejelzés!) abból a célból, hogy helyesbítsék az öblítőiszap sűrűségét és az öblítési módot, továbbá pontosítsák a lyuk szerkezetét.

Az ilyen előrejelzést a geofizikai szelvényezés (elektromos, indukciós, akusztikus), a mechanikai szelvényezés komplex berendezéseinek, a kőzetek tömörségének és szilárdsági tulajdonságainak vizsgálatai segítségével, továbbá a fúrás folyamán a formációk teszteres vizsgálati adatai alapján végzik.

A kiegyensúlyozott fúrástechnológia legfontosabb feladata a pórusnyomás kiegyensúlyozásához megfelelő öblítőiszap-sűrűség kiválasztásának minél jobb megközelítése. A fúrás feltételeitől és kitűzött céljától függően a sűrűség kiválasztásának az alábbi változatai lehetségesek:

1. a pórusnyomás túllépése fúrólyukban levő öblítőiszap hidrosztatikus nyomásának meghatározott mértékével;

2. statikai nyomásegyensúly a fúrólyuk—kőzet rendszerben;

3. a pórusnyomásnál meghatározott mértékben kisebb hidrosztatikus öblítőiszap-nyomás alkalmazása.

Az első változat legjellemzőbb alkalmazási területe a jó tárolótulajdonságú kőzetek, valamint az ismeretlen formációk átfúrása (kutatófúrások).

A második változatot olyan mélységszakaszok fúrásához alkalmazzák, ahol az egyensúlyi helyzettől való eltérés iszapveszteséghez, rétegfluidum-belépéshez vezethet, ami jellemző például a csecsen-ingusi fúrási körzetekre.

A harmadik változatot az anomálisan nagy pórusnyomású formációk fedőkőzetét képező agyagok ún. átmeneti túlnyomásos zónájának átfúrásához alkalmazzák. Ebben az esetben az öblítőiszap sűrűségének megengedett mértékű csökkentését a kőzetek állékonysági feltételei alapján határozzák meg. E változat alkalmazható továbbá a túlnyomásos víztároló, illetve a gázlencsék átfúrásához, gáztalanításuk és víztelenítésük érdekében is, hogy az alattuk levő szakasz átfúrásához ne kelljen az iszap sűrűségét nagy értéken tartani.

E változat további alkalmazási területe a túlnyomásos, nagy vastagságú gáztároló formációk fúrása. Ebben az esetben a fúrást nyomás alatt végzik, vagyis a fúrási munkák teljes ciklusának végrehajtását zárt gyűrűs tér, forgó kitörésgátlókkal, fúvókával biztosított ellennyomás mellett végzik.

A kiegyensúlyozott fúrás kockázatának mértéke a pórusnyomások megbízható előrejelzésétől, a méréstechnika és a kitörésgátló berendezések megbízhatóságától, a hidraulikus számítások és a fúrólyukszerkezet kiválasztásának helyességétől, továbbá a fúrást végző személyzet szakképzettségétől és tapasztaltságától függ.

Vizsgálni és tisztázni kell a nyomásnak fúrhatóságra és a kőzetek állékonyságára gyakorolt hatását, ami lehetővé teszi a fúrási és az öblítési üzemmódok kiválasztását, s ezáltal a fúrás legjobb mutatóinak elérését.

* Az OMBKE kőolaj-, földgáz- és vízszakosztálya XVII. vándorgyűlésének (Balatonfüred, 1977. szept. 24—27.), fúrási szekciójában elhangzott előadás.

Az anomálisan nagy pórusnyomások előfordulásának és keletkezésének törvényszerűségei

Megállapították, hogy anomálisan nagy kezdeti pórusnyomások főleg a tektonikusan aktív földkéregzónákban tapasztalhatók: a Kárpátok, a Kaukázus stb. peremi hajlataiban, horpadásaiban és gyűrődéses előhegyeiben, ahol a mezozoos, a kainozoos és a paleozoos rétegek nagy vastagságban halmozódtak fel.

Az anomálisan nagy pórusnyomású zónák általában a vastag agyagrétegekel, homokos-aleurolitos, karbonátos kőzetbeágyazódásokkal és közbetelepülésekkel, vagy agyagos tárolókőzetek váltakozásával függenek össze. Az anomálisan nagy pórusnyomások alapjában véve a geosztatikai terhelés hatására a víznek a nem tömörült agyagrétegekből a tárolókőzetekbe történő kinyomódása révén alakulnak ki. Ez a folyamat a tektonikus feszültségek hatására meggyorsul.

Tanulmányozták az agyag tömörülésének és megszilárdulásának mechanizmusát. Olyan adatokat kaptak, amelyek megerősítik túlfeszültségi esetekben a folyadékkinyomódás és a pórusnyomás részleges növekedésének lehetőségét.

Bebizonyították, hogy az anomálisan nagy pórusnyomások kialakulásának fontos tényezője maguknak a tárolókőzeteknek a kőzetnyomás hatására történő tömörülése, valamint az, hogy e folyamatban meghatározó szerepet játszanak a kőzetek ozmózisnyomásos és dehidratációs jelenségei.

Az észak-elő-kaukázusi és a ferganai medence kőzeteinek példáján a K_{an} nyomásanomalitási együttható, valamint a harmadlagos és a krétakori lerakódások felhalmozódási sebessége között korrelációt állapítottak meg, éspedig agyagtartalmuk figyelembevételével. Nomogramot szerkesztettek, amelynek alapján — ismerve az adott pontban a negyedkori, harmadkori és a krétakori üledékmaradványok üledékfelhalmozódási sebességét, valamint a rétegsor agyagtartalmának százalékát —, meghatározható a K_{an}. A kidolgozott módszertan alapján megszerkesztették az anomalitási tényezők sematikus előrejelző térképeit az egyes rétegtani eloszlásokra érvényesen. A Nyugat-Elő-Kaukázus számos területén a miocén, a majkopi, a felső és az alsó krétakori agyaglerakódások fajlagos elektromosellenállás-változásának tanulmányozása lehetővé tette a változások soronkövetését és a rétegsorok mentén a pórusnyomások értékének meghatározását. A pórusnyomások nagysága az agyagrétegek vastagságával növekszik, és számos területen a maximális anomalitási együtthatók az agyagos rétegsorok középső részén voltak megfigyelhetők.

A kőolaj- és gázelőfordulások kutatása, feltárása során gyakorlatilag nagy jelentőségű az anomálisan nagy pórusnyomások előfordulási törvényszerűségeinek tanulmányozása.

Így például kísérletek útján megállapították a krasznodári körzetben a levkini formáció kőzetstruktúrájában a pórusnyomásnak a maradandó alakváltozásokat csökkentő hatását; ezzel magyarázható a kúthozamok nagymérvű és megfordíthatatlan csökkenése ezen és az ehhez hasonló előfordulásokon.

Az anomálisan nagy pórusnyomások előrejelzési módszerei és eszközei

Az elektromos szelvényezés számára 1000 bar és 200 °C méréshatárú szondákat szerkesztettek.

Tökéletesítik az akusztikus szelvényezés számára szolgáló készülékeket, ahol a nehézség a kis sebességű agyagformációkban való méréskor jelentkezik.

Kidolgozták a pórusnyomások előrejelzésének és mennyiségi értékeléseinek geofizikai eszközökkel végzendő módszerét, s e módszert számos körzetben a gyakorlatban is alkalmazták. Számos fúrásnál, ahol figyelembe vették a lyukmélyítés során a nyomások mennyiségi értékelésének eredményeit, igen jó műszaki-gazdasági mutatókat kaptak az üzemzavarok csökkentése és a fúrási sebesség növelése révén.

Jelenleg szó van valamennyi aktív fúrási körzetben a pórusnyomások előrejelzési módszereinek széles körű meghonosításáról.

A kiegyensúlyozott nyomású fúrás eszközei

A Szovjetunióban 350 bar nyomású, hidraulikus vezérlésű, ellennyomás-szabályozó fúvókákat, sőt legújabban komplett távvezérlésű, 750 bar nyomású ellennyomás-szabályozó fúvókaegységeket is szerkesztettek.

Az egységhez a következők tartoznak: 2 db 700 bar nyomású és egy 250 bar nyomású fúvóka, kézi és távvezérlésű zárószerelvények, az automatikus szabályozó rendszer.

Az automatizált vezérlő rendszer nyomás alatti fúrás esetén az adott lyukfejnyomás fenntartására, a formációból beáramlott fluidum felszámolásakor pedig a fúrólyuktalpon az egyensúlyi helyzet helyreállítása, ill. megőrzése érdekében a lyukfej gyűrűs tér oldalán az ellennyomás szabályozására szolgál.

A kísérleti mintadarabok kipróbálását 1979-re tervezik. A sériagyártás 1980-ban kezdődik.

A gáz öblítőfolyadéktól való elválasztására 100 bar és 16 bar nyomású, távvezérlésű, automatizált kivitelű szeparátoregységek szolgálnak.

Szabályozott nyomású fúrástechnológiával végzett kísérleti fúrások

A szabályozott nyomású fúrástechnológia, a kifejlesztett eszközök, valamint az anomálisan nagy pórusnyomások előrejelzési módszereinek kipróbálása és tökéletesítése céljából a Szovjetunió számos körzetében kísérleti fúrásokat mélyítenek.

A *Karabagli-75.* jelű fúrás Azerbajdzsán karabagli területén mélyült (mélysége 5074 m). A kísérleti program az alábbi feladatok megoldását irányozta elő:

1. A kiegyensúlyozott fúrásra szolgáló kitörésgátló és különleges berendezések kipróbálása.
2. A differenciális nyomás szabályozásával végzett fúrás technológiai folyamatelemeinek kidolgozása.
3. A kiegyensúlyozott nyomású fúrás nyújtotta előnyök potenciális lehetőségeinek feltárása.
4. A pórusnyomások különböző előrejelző módszereinek és eszközeinek a kipróbálása.

1. táblázat

A fúrás száma	A 3 görgős fúró mérete mm	Fúrási mód	Fúrási szakasz m	Összes teljesítmény m	A fúrók száma db	A fúró teljesítménye m	%	Fúrási idő h	Fúrási sebesség m/h	%	Produktiv rétegsor
75	190	rotari	4214—4689	149	6	24,9	159	94,75	1,60	135	XI—XIII
	190	turbinás	4295—4578	185	8	23,0	139	46,5	4,05	200	XII—XIII
87	190	rotari	3656—4100	486	31	15,7	100	408	1,19	100	XI—XII
56	214 190	turbinás	4240—4730	492	29	16,9	100	243,5	2,02	100	XI—XIII

A vizsgálatokat a 2924—5074 m közötti fúrási szakaszban végezték.

A 273 mm átmérőjű, 10 $^3/_4$ hüvelykes béléscsőoszlopnak 2924 m saruállással való becementezése után a lyukfejet pofás, univerzális, és forgó kitörésgátlókból álló rendszerrel látták el. A lefúvató és lyuktöltő vezetékeken kívül a kitörésgátlót egy ún. technológiai kifolyó vezetékkel (ideiglenes lefúvató vezetékkel) is ellátták, amely a forgó kitörésgátló alatti csonkhoz csatlakozott és a lyuk operatív ellenőrzésére szolgált.

A pórusnyomások előrejelzését az agyagos kőzetek furadékának sűrűségmérése alapján és a mélyfúrási geofizika komplett szelvényezési módszereivel végezték.

A régebbi kutatási eredmények alapján (korrelációs alapon) előre jelezték a fúrólyukban várható pórusnyomásokat, és ennek alapján kiválasztották az öblítőiszap sűrűségét. Az iszap sűrűségét a fúrószerszám kiépítésekor a fúrólyukban fellépő nyomáscsökkenés kompenzációjára is figyelemmel választották ki. Ez a biztonsági tényező legtöbb esetben elegendő volt és nem okozott technológiai nehézségeket.

A megfelelő berendezések alkalmazása lehetővé tette, hogy a rendelkezésre álló tapasztalatok alapján a fúrólyukban megközelítsék a kiegyensúlyozott állapotot. A fúrás közben fellépő fluidumbeáramlásokat könnyen felszámolták (kiöblítették).

A fúrólyuk talpán a nyomásegyensúly megközelítésének valamennyi esetében a fúró-, ill. a fúrási sebesség mutatószámai javultak. Minden esetben megfigyelték a v_f-nek a Δp-től való fordított arányú függését. A differenciális nyomás csökkentése lehetővé tette, hogy jelentős mértékben javítsák mind a rotari, mind pedig a turbinás fúrással fúrt lyukakhoz viszonyítva a fúrók munkamutatóit (lásd az *1. táblázatot*). Lényegében a Δp-nek a 100-tól 15—30 barig terjedő változása esetén a fúrókénti előhaladás és a fúrási sebesség átlagértékei 45 és 56%-kal voltak magasabbak, mint a bázisfúrólyukaknál.

Külön figyelmet érdemelnek azok a turbinásfúrási eredmények, melyeket a fúrólyuk—kőzet rendszerben a kiegyensúlyozott helyzetet megközelítő nyomások mellett értek el. 4285—4430 m között a 75. sz. fúrólyukban a v_f több mint kétszerese volt, mint az 56. sz. fúrólyuknál elért fúrási sebesség. *(2. táblázat)*.

A hozzávetőleges gazdasági számítás azt mutatta, hogy a kiegyensúlyozott helyzetet megközelítő feltételek melletti fúrás esetén a forgatóasztalos rotari fúrásnál a megtakarítás 1 m fúrásnál 42,58 Rbl, turbinás fúrásnál pedig 41,80 Rbl volt.

Ily módon a 75. sz. fúrólyuk fúrása folyamán megállapították, hogy kis Δp-értékek esetén a nagy fordulatszámú turbinás módszer hatékonysága nagymértékben megnövekszik.

A kőzetaprítási folyamat törvényszerűségeinek megállapítása céljából, valamint kis differenciális nyomások esetén a turbinás fúrási módszer potenciális lehetőségeinek feltárása céljából további kísérleteket végeztek.

A kísérletek felölelték $G=4$—16 t fúróterhelés $n=47$—380 fúrófordulatszám mellett $10 \leq \Delta p \leq 90$ bar differenciálisnyomás-tartományokat. A fúró axiális igénybevételeinek és fordulatszámainak különböző kombinációját az A6—GTS (az aktív turbinák és a hidraulikus fékező lapátoknak 2:1 és 1:1 arányával), továbbá a 6 $^1/_2$ hüvelykes ZTSZS turbinák alkalmazásával biztosították 16—22 l/s öblítőfolyadék-árammal. Ez esetben 200—380 percenkénti fordulatszám-tartományt alkalmaztak. A kis fordulatszám-tartományban (47, 92, 140 ford/min) a kísérleteket rotari fúrással végezték. A fúrási műszerek regisztrátumainak értékelése alapján megállapítható volt, hogy a Δp csökkenésével a v_f-nek az axiális terhelés iránti érzékenysége erősen megnövekszik. Így például $\Delta p \leq 90$ bar és $n = 220$ ford/min esetén a négyszeres terhelésnövekedés (4-től 16 tonnáig) a v_f 1,8 szorosára való növekedését eredményezte. $\Delta p \leq 20$ bar esetén a G ugyanilyen növelése kb. négyszeres fúrási sebességnövekedést eredményezett. Ezt a törvényszerűséget a fúró más fordulatszámai mellett is észlelték. Az említett jelenség mechanizmusát mind nálunk, mind pedig külföldön tanul-

2. táblázat

A fúrás száma	Produktiv rétegsor	Fúrási szakasz m	Fúrási előrehaladás m	A felhasznált fúrók száma db	A fúró teljesítménye m	Fúrási idő óra	Fúrási sebesség m/h	Fúrási mód	Az öblítőfolyadék sűrűsége g/cm³
75	XI	4214—4281	67	3	22,3	43,25	1,55	rotari	1,92—1,94
79	XI	3850—3935	85	5	17,0	67,0	1,27	rotari	2,20—2,21
87	XI	3656—3800	144	9	16,0	106,5	1,35	rotari	2,02—2,04
75	XII	4285—4430	143	5	28,6	34,75	4,1	turbinás	1,88—1,90
56	XII	4506—4690	184	12	15,3	97	1,90	turbinás	2,08—2,10

mányozták. A fúrási gyakorlat számára külön érdeklődésre tart számot a v_f nagyságának összefüggése n és Δp-vel, vagyis a fúrófordulatszámmal és a lyuktalpi differenciális nyomással. A differenciális nyomás csökkenésének mértéke szerint a v_f (n) összefüggés megközelíti a lineáris mértéket (a kísérletben alkalmazott fordulatszám-tartományban).

A fúróterhelések növekedésével növekszik a fúrási sebesség növekedésének mértéke is. Ily módon a Δp értékének csökkenése szerint az optimális fordulatszám-értékek a nagyobb n tartomány felé tolódnak el. Ez a tény megerősíti azt a tapasztalatot, hogy a kísérlet feltételei mellett a nagy fordulatszámú turbinás fúrás sokkal hatékonyabb, mint a rotari fúrás.

A $v_f(\Delta p)$ összefüggés szempontjából jellemző, hogy nagy fordulatszám és $\Delta p \leq 50$—60 bar esetén a fúrási sebesség növekedési üteme erősen fokozódik. Kis fordulatszám és kis fúróterhelések esetén a $v_f(\Delta p)$ összefüggés linearizálódik. Következésképpen, nagy mélységű fúrásokban a turbinás fúrási módszert ésszerűen olyan esetekben lehet használni, amikor a fúrást a nullát megközelítő Δp mellett és elég nagy fúróterheléssel lehet végezni.

A Δp csökkenésének mérve szerint $\varrho(n)$ és az egy fúrófordulatra eső előhaladás vonala még jobban megközelíti az abszcisszával párhuzamos vonalat.

A *Zmanaku-86.* jelű fúrásnál (Csecsen-Ingus Autonóm Szovjet Közt., Észak-Kaukázus) a kísérleteket a 340 mm átmérőjű (13 $^3/_8$ hüvelykes) béléscsőoszlop becementezése után a 3700—4400 m mélységszakaszon, a vizsgálatok nagy részét pedig a DATA UNIT műszerkabin segítségével végezték. A műszerkabinban a Dresser vállalat képviselőjének irányítása alatti oktatás keretében a munka az alábbiak szerint folyt:

5 m-enként furadékmintát vettek és meghatározták kőzettani összetételét, sűrűségét és szemnagyság szerinti összetételét. Az eredményeket a DATA-LOG naplóba jegyezték.

A különböző technológiai műveletek végrehajtása közben ellenőrizték az öblítőkör iszapmérlegét.

A fúrás folyamán minden láb lefúrása után regisztrálták a fúrás tényezőit, az öblítőiszap jellemzőit, a fúrási sebességet, továbbá a DATA UNIT rendszer által előirányzott egyéb adatokat. Ezeknek az adatoknak alapján meghatározták az értékeket, és megszerkesztették a d és d_{cs} mutatók változásának görbéit.

A vizsgálati mélységtartományban a fúrást $\varrho = 1{,}54$—1,56 g/cm^3 sűrűségű öblítőiszappal kezdték meg. A geológusok és geofizikusok előrejelzései alapján a pórusnyomás-gradiens a mélységgel csökkent és elérte a 0,124 bar értéket. Ezzel kapcsolatban az öblítőiszap sűrűségét fokozatosan csökkentették, figyelve a fúrólyuk viselkedését. A 4392 m-es mélységen az iszap sűrűsége $\varrho = 1{,}34$—1,36 g/cm^3 volt. Mivel a következő fúrómenetben az öblítőiszap-tartályokban az iszap volumenének növekedését észlelték, a fúrólyukat lezárták, ellenőrizték a lyukfejen a nyomást. 150 bar nyomás elérésekor a nyomást leeresztették; mivel azonban ez a fúrólyukba 40 m^3 rétegvíz beáramlását eredményezte, a lyukat újból lezárták. A nyomás 275 bar nagyságra növekedett, majd utána magától 240 bar-ra csökkent. Ezt többször megismételték. $\varrho = 1{,}70$—1,72 g/cm^3 sűrűségű öblítőiszap elkészítése után hozzákezdtek a fúrólyuk átöblítéséhez. Az egyensúlyt azonban csak 1,96 g/cm^3-es sűrűség mellett sikerült helyreállítani.

A megfigyelt kísérleti anyag további feldolgozása azt mutatta, hogy

- kb. 5 m tárolóréteget nyitottak meg;
- a pórusnyomás-gradiens kb. 0,184 bar/m volt;
- a hidraulikus kőzetrepesztési nyomásgradiens a béléscsősaru alatt 3700 m mélységben — 0,208 bar/m volt;
- ismételt kőzetfelrepedések után is a hidraulikus repesztési gradiens gyakorlatilag teljesen helyreállt.

A kísérletek fő célja: a rétegnehézségek leküzdésének lehetőségeit a kiegyensúlyozott fúrástechnológia segítségével feltárni, és eredmény esetén leegyszerűsíteni a fúrólyuk szerkezetét, azaz egy vagy két béléscsőoszlop beépítését megtakarítani.

Első feladat — növelni az első technikai béléscsőoszlop beépítési mélységét a majkopi fedőkőzetekben levő instabil rétegek kizárása céljából. A megoldás útjába álló nehézség az áteresztő karagan-csokraki formációk kis pórusnyomás-gradiense (0,12—0,13 bar), és a gradiens hirtelen növekedése a mélyebben települt majkopi fedőkőzetben (0,20 és ennél nagyobb bar).

A feladat megoldása: a szelvényezéstől kezdve az iszap sűrűségét fokozatosan növelték, ami lehetővé tette az iszapveszteség elkerülését (lehetséges, hogy a kolmatáció következtében).

A majkopi formációk fúrását $\varrho = 1{,}98$ g/cm^3 iszappal kezdték, és az iszap önmagától 1,92—1,90-ig felhígult (a barit kiválása következtében). 2372 m mélységtől a lyukfal omlását figyelték meg. Az öblítőiszap sűrűségét 2,10 g/cm^3-ig növelték.

3500 m mélységtől kezdve a pórusnyomás-gradiens csökkenését észlelték. Mivel várható volt az áteresztő kőzet elérése, az iszapveszteség veszélye miatt úgy döntöttek, hogy beépítik a második technikai béléscsőoszlopot.

Ezt követően tovább fúrtak $\varrho = 1{,}90$—1,92 g/cm^3 sűrűségű öblítőiszappal.

A 3866—3900 m mélységszakaszon az alsó majkopi homokkövekben gázt észleltek (az iszap gázosodása 40 percen át jelentkezett). 4300 m-től kezdődően újból csökkentették az öblítőiszap sűrűségét 1,96—1,98 g/cm^3-re, majd így előfúrtak 4447 m-ig, s 4440 m-es saruállással béléscsöveztek. Ez a zóna lényegében a foraminiferás. A foraminiferák gondos ellenőrzése alapján szükségtelennek ítélték a beakasztott béléscsőoszlop beépítését.

A fúrási folyamat ellenőrzésére hazai és külföldi műszereket alkalmaztak, nevezetesen a Monitor P-t (SWACO), amely lehetővé tette a lyukmélyítés technológiájának operatív ellenőrzését, a veszélyes helyzetek és a hirtelen fluidumbeáramlás időbeni megelőzését, a béléscsőoszlop beépítési mélységének helyesbítését, pontosítását.

A VNIINEFTE-PROM módszere szerint a fúrólyukban a végzett geofizikai szelvényezés alkalmas a pórusnyomásoknak a geológiai feltételektől függő megbízható előrejelzésére. Ez az előrejelzés 30—50 m-től 100 m-ig, sőt ennél nagyobb szakaszra terjedhet.

A geofizikai szelvényezés és magfúrás helyének és az öblítőiszap-sűrűség kiválasztásának kritériumai az alábbiak:

— a geológiai feltételek változása;
— a pórusnyomás-gradiensek erős ingadozásainak feltételezett tartományai;
— a fúrási folyamat normális menetétől való nagy eltérések fellépése (a fúrási sebesség változása, rétegnehézségek, megnövelt furadékkihozatal, rétegfluidum beáramlása).

A teljes mélység hosszában rendszeresen elemezve a furadékot, más vizsgálatokkal együtt (geofizikai, mechanikai szelvényezés a d_{cs} megszerkesztése, a fúrási üzemmódok vizsgálata, a hidraulikus kőzetrepesztési nyomások mérései stb.) szinte teljes információ szerezhető a rétegsorról, a hidraulikus jellemzőkről, az átfúrt kőzetekről és azoknak az öblítőiszappal való kölcsönhatásáról stb.

A majkopi formációk és a kréta korú kőzetek közötti átmeneti zónában (foraminiferás üledékek) különös gondossággal vették a furadékmintát, mivel ez a béléscsősaru ültetési helyének pontosítása szempontjából lényegbevágó volt (a gradiensek átmeneti zónájának felosztása 0,20-tól 0,12-ig). E munkák gazdaságossága a beakasztott béléscsőoszlop megtakarításában mutatkozott meg.

Az azonos feltételek mellett, azonos típusú fúróberendezéssel mélyített *Bragun-50.* jelű fúráshoz viszonyítva a végzett munkák eredményeképpen elérték a fúrómenethosszaknak 49%-os, a fúrási sebességnek 52%-os növekedését.

Hasonló kísérleteket végeztek a „Türkménneft" egyesülésben számos fúráson.

A *Kujdzsik-70.* jelű fúrásnál a differenciális nyomás csökkenésének eredményeképpen az egyes mélységszakaszokon a fúrási sebesség növekedése elérte a 30—100%-ot, sőt még ennél is többet, a fúró teljesítménye pedig átlagban az adott területen szokványos mutatókkal szemben 40—50%-kal növekedett. A fúrólyukat rotari fúrással mélyítették.

A *Kotur-Tepe-809.* jelű fúrás 4400—4700 m-es szakaszában talpi villamos fúróval dolgoztak. A v_m értéke átlagosan a szokványos 3,5—4 m/h-val szemben 4,5—10 m/h volt. A fúró teljesítménye 1,5-szeresére növekedett.

A szokványos értékkel szemben a differenciális nyomás csökkenése mindkét említett fúrólyuknál 30—100 bar volt.

A szabályozott nyomású fúrás bevezetésének további teendői

A fúrástechnológia terén:

— a fontosabb fúrási körzetekben kísérleti fúrásokat mélyíteni;
— kidolgozni a fúrástechnológiát és a produktív formációk átfúrásának módját a hidrodinamikai egyensúly viszonyai között;
— a fúrólyuk falának stabilitását biztosító feladatok megoldása.

Ez utóbbi feladat a közeljövőben a legfontosabb, tekintettel arra, hogy a kutatófúrások gyakran eredménytelennek bizonyultak olyan esetekben is, amikor az összes ismérvek alapján iparilag produktívaknak kellett volna lenniök.

A kérdés megoldásának lehetséges változatai:

— fúrás levegővel kevert (könnyített) öblítőiszappal (beleértve a lyuk felső szakaszán alkalmazott részleges levegősítést, például kettős fúrócsövek alkalmazásával);
— egyazon fúrási ciklus alatt az öblítőiszap tényleges nehezítése és könnyítése;
— fúrás zárt kifolyóval, öblítőiszap-szeparátorok alkalmazásával.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

A biztonságtechnikai munkabizottság vezetőségi ülése

Egyesületünk kőolaj-, földgáz- és vízszakosztályának biztonságtechnikai állandó munkabizottsága 1978. december 18-án ülést tartott.

Forgács László, a munkabizottság elnöke ismertette:

— a munkabizottság munkaszervezési és személyi változásait,
— a siófoki műszaki és közgazdasági hónap keretében 1978. október 17-én megrendezett ankétot és annak tapasztalatait,
— a DIT—NAFTAPLIN biztonságtechnikai és tűzvédelmi szakemberekből álló küldöttségének szegedi és pécsi tanulmányútját, valamint a kapcsolattartás további lehetőségeit.

Lányi Béla, a munkabizottság titkára beszámolt az 1978. évi munkaterv teljesítéséről, majd a munkabizottság összeállította az 1979. évi munkatervet. A munkatervben szereplő főbb feladatok:

1. Az olajipari létesítmények biztonsági övezete tárgyában megtartott vitaülés tapasztalatait rögzítő és esetleges javaslatokat tartalmazó összeállítás elkészítése és eljuttatása az ipar gazdasági vezetéséhez.
2. A munkabizottság szakmai területén a jugoszláv DIT—NAFTAPLIN és az OMBKE közötti kapcsolat bővítése. Nevezetesen:
   — a kőolaj- és gázipar kitörésvédelmi szervezeteinek tapasztalatcseréje, és az 1979. évi közös kitörésvédelmi gyakorlat, valamint a
   — tartályparkok tűzvédelmével (hatósági és egyéb előírások), telepítésével és üzemeltetésével kapcsolatos közös álláspont kialakítása.
3. A kőolaj-, földgáz- és vízszakosztály 1979. évi nagyrendezvényeit előkészítő, szervező és rendezési munka segítése, biztonságtechnikai területet érintő előadások tartása, ill. kiállításon való részvétel.
4. Kútkörzetek besorolási kérdéseiről a nagykanizsai szakcsoporttal közös vitaülés rendezése.
5. Nagy teljesítményű gázátadó állomások biztonságtechnikai kérdéseiről a siófoki szakcsoporttal közös vitaülés rendezése.
6. Az *Olajipari létesítmények biztonsági övezete* című vitaülés átdolgozott anyagának megjelentetése a Kőolaj- és Gázipari Biztonságtechnikai Közlemények-ben.
7. A munkabizottság szakterületéhez tartozó nemzetközi pályázat (Kőolaj és Földgáz. 1979. 1. szám) pályamunkáinak ismertetése a
   — munkabizottsági és munkaegészségügyi helyzet hatékony javítása,
   — új biztonságtechnikai eszközök, eljárások, módszerek, rendszerek kidolgozása érdekében.

Szabó József

A gyártmányfejlesztés iránya és eredményei a DKG-ban 2. r.*

TORNYOS FERENC—
PATAKI JÓZSEF—
VÉGH ENDRE—
FLÓRIÁN ZOLTÁN—
HILDEBRAND LÁSZLÓ

A szerzők ismertetik a DKG-ban megvalósított szerelvényfejlesztést, részletesen írnak a fúróberendezések fejlesztéséről, számot adnak a technológia és a minőségellenőrzés fejlődéséről. A szerelvénygyártásban — a hagyományos éktolózáraktól a korszerű gömbcsapokig — számos termék jelzi a fejlődés mérföldköveit. A fúróberendezések gyártásánál a fúrási ipar fejlődő igényeinek mind teljesebb kielégítését valósítja meg a DKG. A gyárral szemben támasztott sokrétű feladatot csak a technológia és a technika korszerűsítésével és a gyártmányok minőségének garantálásával lehetett megoldani.

Az olajipari szerelvények fejlesztése

A vállalatunknál megvalósított céltudatos fejlesztés eredményeként a szerelvénygyártás mind méretben, mind nyomásfokozatban alkalmazkodik az olajipari beruházásokhoz. Minőségben és választékban egyaránt ki tudjuk elégíteni a távvezetékek, a feldolgozó üzemek, valamint a fúrási és a termelési tevékenység tolózárigényét.

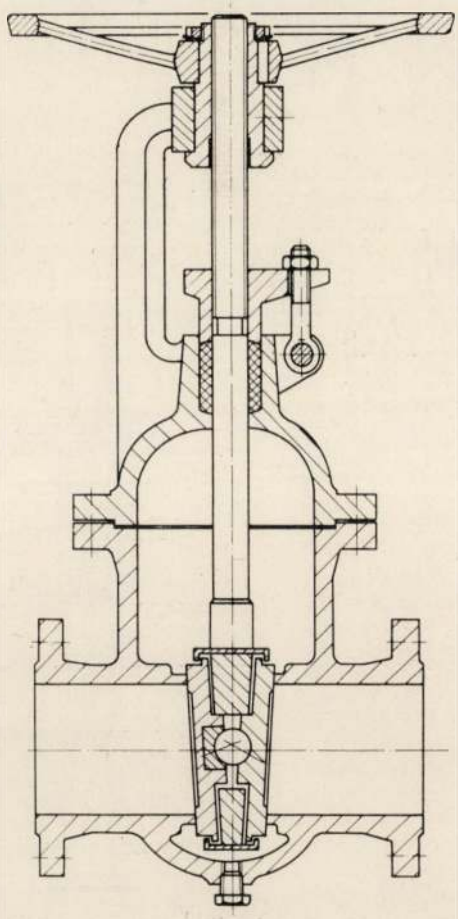
A tolózár-konstrukciók korszerűsítése

Szerelvénygyártásunk — amely a közismert tolózárak előállításával kezdődött — mintegy 25 éves múltra tekinthet vissza. Az éktolózáraknál „fém a fémen" tömítés hozza létre a zárást, amelynek előfeltétele a gondos, munkaigényes egyedi illesztés, a becsiszolás. A kézi munka mérséklése, ill. a vonatkozó szabványok változása megkövetelte e gyártmányok fejlesztését is. Korszerű éktolózár-családot alakítottunk ki, amelynek jellegzetessége a rugalmas és önbeálló záróelem *(1. ábra)*. Az önbeálló megoldás lehetővé teszi a hődilatációból vagy a csővezeték szerelési feszültségeiből adódó öntvénymozgások kiegyenlítődését, ezáltal a megbízható zárást, továbbá a csereszabatos gyártást. Nem mellékes az a körülmény sem, hogy a tömszelence tömítésének az üzemeltetés során szükségessé váló cseréje a beépített tolózárban (üzemelés közben) a záróék felhúzott — nyitott — állapotában végezhető el. E tolózárak üzemelési tapasztalata jó. Fűtöttköpenyes változatuk kedvelt szerelvénye a finomítóknak, ahonnan teljesen kiszorítják a hasonló, importból származó gyártmányokat.

A „fém a fémen" tömítés kényes a szennyeződésekre. Igényesebb zárás biztosítása érdekében szükségesnek mutatkozott egy rugalmas tömítőelem közbeiktatása. Megjelentek a párhuzamos zárófelületű, osztott záróelemes, kényszerzárású PT és PAT néven ismert tolózáraink. Noha e szerelvényeket nem az éktolózárak helyettesítésére hoztuk létre, szembetűnő előnyei miatt elterjedten alkalmazzák az olaj- és a gázvezetékek, valamint az olajkutak karácsonyfáinak elzárószerelvényeként. Előszeretettel használják olajiparon kívüli megrendelőink is.

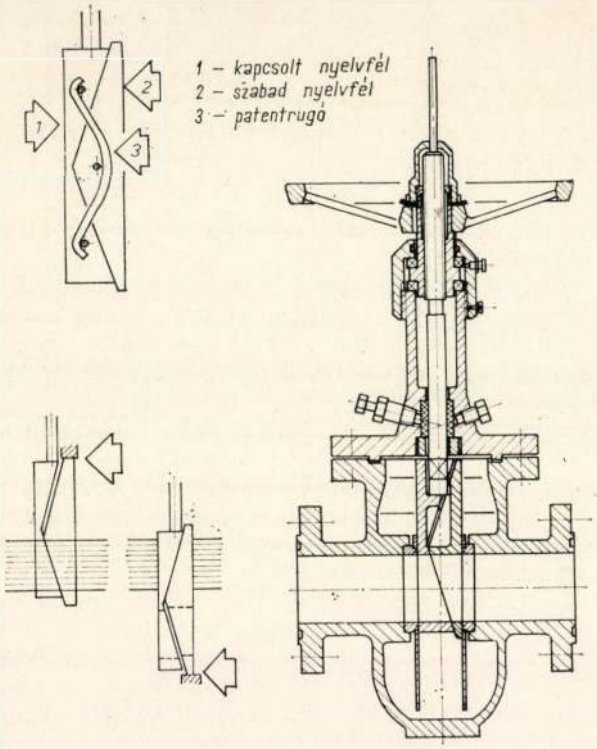
Előnyös tulajdonságai a *2. ábrából* könnyen megérthetők. A golyóscsapággyal ellátott orsó és a korszerű, zsírfeszítésű, utánállítható tömszelence könnyű kezelhetőséget biztosít. A párhuzamos ülésfelületekbe ágyazott teflon tömítőgyűrű, a krómozott zárófelület, valamint az osztott záróelem ékhatása a megbízható zárást segíti elő. A záróelembe munkált átömlőfurat pedig nyitott állapotban örvénylésmentes közegáramlást tesz lehetővé. Mindezek szavatolják a hosszú élettartamot, ezért ez a konstrukció jelenleg is a korszerű termékeink közé tartozik.

Az országos energiaprogram keretében megépültek az első távvezetékek (Barátság I. és Barátság II.), amelyeknél már alkalmazták a nagyméretű, hegesztett házú tolózárainkat is. Az első távvezetéki tolózárak záróeleme a fenti zárási elvet követi (osztott ékes), de az újabb fejlesztés eredménye a párhuzamos lapzárású, differenciálnyomásra tömítő — PHRT típusú — tolózár, amely további korszerűsítések eredményeként nyerte el mai formáját. A konstrukció szemléltetésére vegyük szemügyre a *3. ábrát*. A bordák-

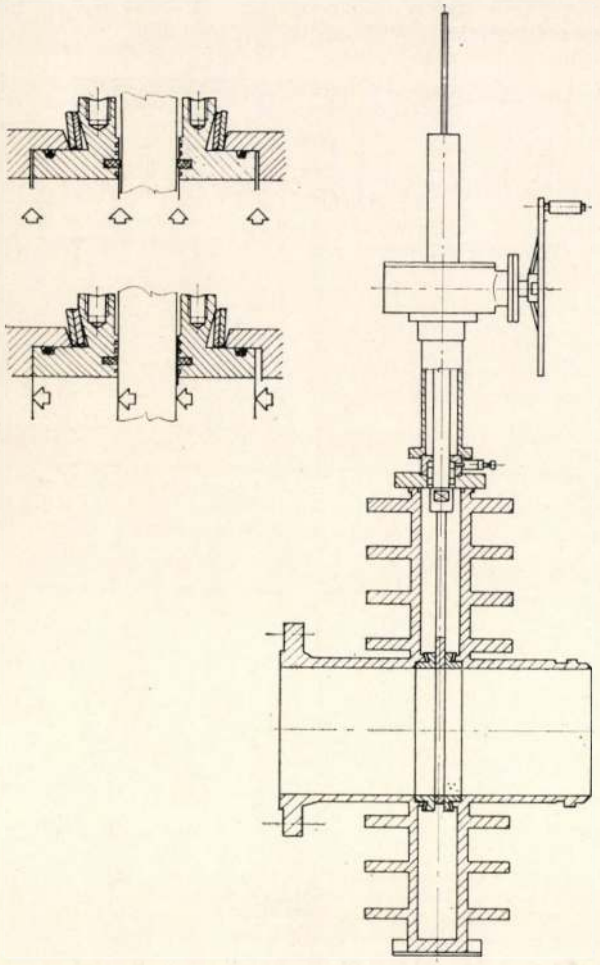


1. ábra
Önbeálló tolózár

* Hibaigazítás — A f. é. 8. számban megjelent hasonló cikk címe helyesen: *A gyártmányfejlesztés iránya és eredményei a DKG-ban 1. r.*



2. ábra
Osztottékes, párhuzamos lapzárású tolózár



3. ábra
Párhuzamos lapzárású, hegesztett házú tolózár

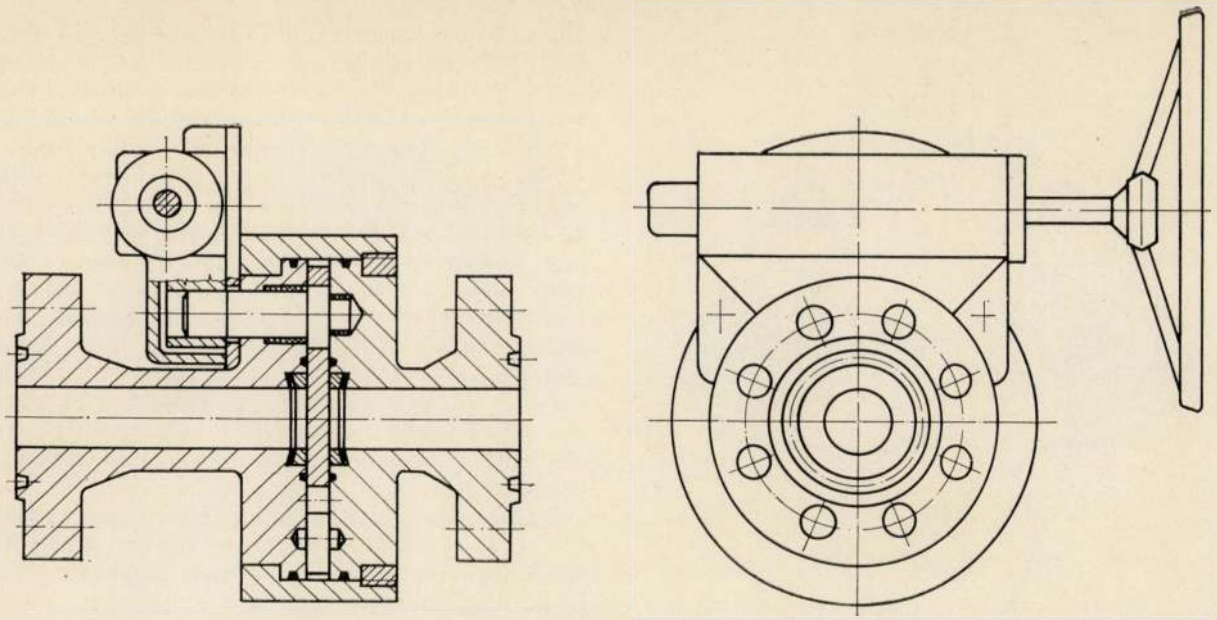
kal merevített, hegesztett lemezházban két mozgó ülésgyűrű között egy darabból álló csiszolt és krómozott síklap — zárólap — mozog. Az ülésgyűrűk palásttömítését 0-gyűrű, a zárólappal érintkező homloklap tömítését speciálisan kiképzett teflongyűrű biztosítja. A közegáramlás megindulásakor a nyomásoldali ülésgyűrű a differenciálnyomás hatására, a zárólappal érintkezve biztosítja a tömítést. Kis nyomás esetén, amikor a differenciálnyomás még nem képes a tömítőfelületeket összeszorítani, e szerepet a behelyezett tányérrugók veszik át. A záróelemek kiképzése nyitott állapotban ugyancsak folyamatos átömlő keresztmetszetet biztosít, kiküszöbölve a turbulens áramlást. A tolózár precíz belső szerkezete csekély karbantartást (tömszelence-utánhúzást) igényel. Karcsúnak látszó, de igen erős felépítése a távvezetékek hődilatációjából adódó több száz tonna erőhatásnak is biztonságosan ellenáll.

Vállalatunk ismert öntvényellátási gondjai, a tolózárak méretcsökkentési igénye új utak keresésére ösztönözték tervezőinket. Ennek egyik állomása a forgótolattyús elzárószerelvények (FTT) kialakítása volt. Az eddig jól bevált zárási rendszerek — mozgóülés, teflon tömítőfelület, síklapú záróelem, örvénylésmentes áramlás — felhasználásával, a zárólap tengelycsap körüli elforgatásával olyan konstrukciót sikerült létrehozni, amely jóval kisebb helyigénnyel és kovácsolt alkatrészekkel új elzárószerelvény-családot alkot *(4. ábra)*. Bár e szerelvények minden tekintetben (nyomás, méret, ár) képesek helyettesíteni a tolózárakat, önálló záróelemként mégsem terjedtek el. Pedig megbízhatóságukat mi sem bizonyítja meggyőzőbben, mint az, hogy a tömbösített karácsonyfa vagy a kettős termelési szerelvény elzáróelemeként a legkényesebb helyeken működnek jelenleg is teljes megelégedésre.

A párhuzamos lapzárású, differenciálnyomásra tömítő tolózárak kedvező tapasztalatai késztették konstruktőreinket az osztott záróelemes (PT) tolózárak továbbfejlesztésére: az egy darabból készült síklapú nyelv előnyeinek felhasználására. A folyamatban levő üzemi kísérletekkel azt kívánjuk igazolni, hogy a viszonylag bonyolult, osztott záróelem síklappal helyettesítve, a kényszerzárási elv pedig differenciálnyomásra történő tömítéssel megcserélve egyszerűbb, de továbbra is biztos zárószerelvény kialakítását teszi lehetővé (osztatlan záróelemű PT-tolózár). A kísérletek pozitív eredményeként a szerelvényeink új tolózárcsaláddal bővülnek.

Gömbcsapgyártás fejlesztése

A tolózárgyártásban szerzett tapasztalatok, s a javuló technikai felkészültség kedvező feltételeket teremtett a fokozódó minőségi igények és a választékbővítés kielégítésére. A világszerte rohamosan terjedő gömbcsapok előnyös tulajdonságai indokolttá tették ezek hazai fejlesztését. E tevékenység során, a megbízható gyártmány kialakítása mellett a speciális gyártástechnológiai problémákat (pl. a pontos gömbgyártás) is meg kellett oldanunk. A konstrukció jelentős elvi hasonlóságot mutat az előzőkben ismertetett elzárószerkezetekkel: itt is megtalálható a mozgóülésbe ágyazott teflontömítés, a záráshoz az ülésgyűrűn szükséges differenciálnyomás (amelyet rugóerő segít), az



4. ábra
Forgótolattyús tolózár

örvénylésmentes áramlás stb. A különbség a gömbcsap lényegében van: a tömítőfelületek között a záróelem — a gömb — a saját tengelye körül (a saját térfogatában) fordul el, szemben a zárólapok haladó mozgásával. Ez — többek között — azzal az előnnyel is jár, hogy megakadályozza a közeg szennyeződéseinek a házban való lerakódását.

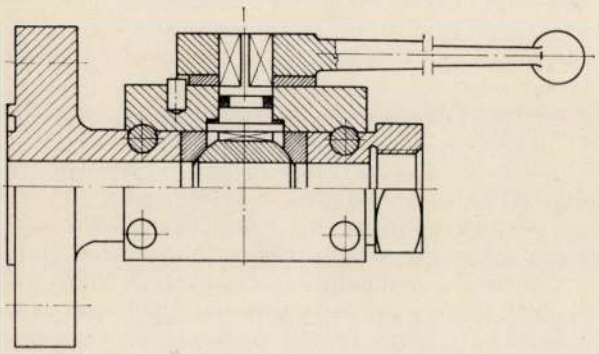
Ezen elvek megtartásával a gömbcsapoknak két alapvető változata van. A kisebb méreteknél alkalmazott ún. úszógömbös (GoU) család, amelynek jellemzője, hogy a zárógömb a speciális kiképzésű teflon tömítőgyűrűkön fekszik fel *(5. ábra)*. Ez az egyszerű megoldás a nagyobb méretű gömbcsapoknál, a méretekkel rohamosan növekvő felületi nyomás miatt nem valósítható meg, ezért gondoskodni kell a gömb külön csapágyazásáról, és ezzel a tömítőgyűrűk tehermentesítéséről. Ez a változat alkotja a tengelyes kivitelű (GoT) gömbcsapokat *(6. ábra)*. A két típussal az NÁ 12—NÁ 150 mérettartomány elégíthető ki.

Az alkalmazási területek bővülésével egyre több, különleges igény is jelentkezett. Különös gondot okozott a CO_2- és H_2S-gázt tartalmazó közegben való működtetés, amely a műszerpontosságú belső alkatrészeket tette próbára. A gyakori meghibásodás miatt az ülésszerkezetet úgy változtattuk meg, hogy az ülés mozgását határok közé szorítottuk. Ez lehetővé tette, hogy a gömbfelület csak a teflonnal érintkezzen, azaz a „fém a fémen" érintkezés ne jöjjön létre, ami a teflon megkímélését, végső soron a tömítés biztonságát fokozza.

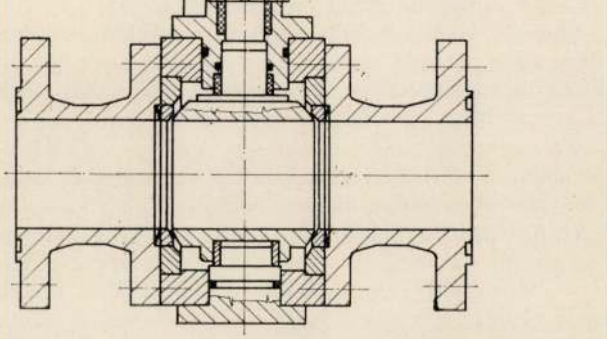
Ezen a területen további fejlődést jelent a MAPÉGAZ licencia átvétele, ami a gömbcsapgyártásban szerzett tapasztalatainkkal együtt a választékigények kielégítését, a mérethatárok bővítését (NÁ 400-ig), exporttevékenységünk fokozását fogja elősegíteni.

Korszerű gömbcsapjaink különösen jelentős szerepet kaphatnak az épülő olaj- és gázszállító távvezetékeknél, szivattyúállomások, mérőkörök stb. megbízható szerelvényeiként. A gyártás alapjait megteremtő beruházás termelésbővítő jellegű; fokozott importkiváltó hatásával jelentős devizamegtakarítást jelent népgazdaságunknak. Ezek a szempontok határozzák meg a gömbcsapgyártás fejlesztése kapcsán megoldandó további feladatainkat.

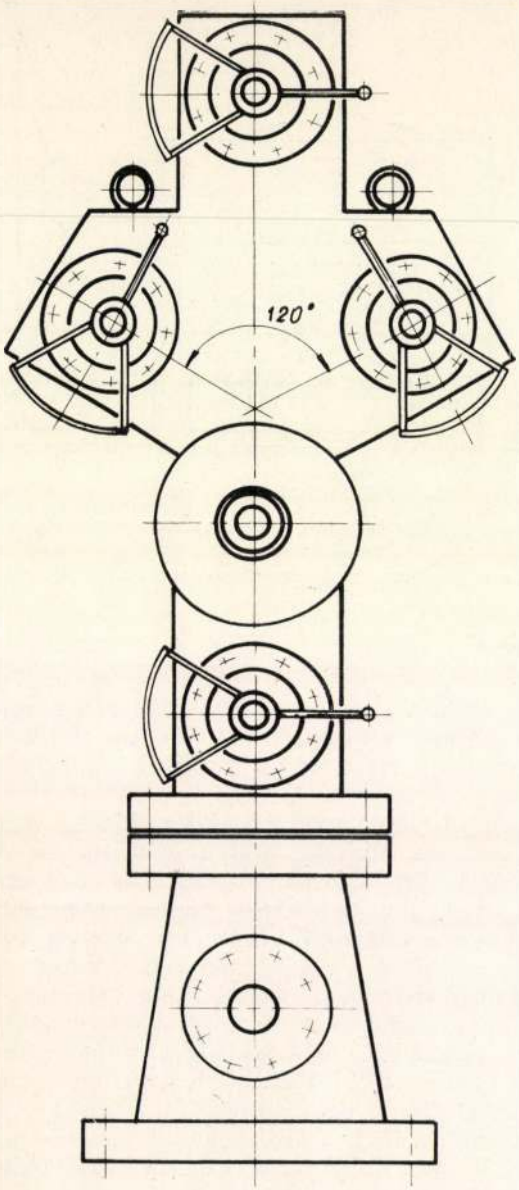
A felsorolt különböző szerelvényeink átfogják az NÁ 12—NÁ 700 mérettartományt és az NNY 25—NNY 350 bar nyomásfokozatokat; készülhetnek kézi vagy motorikus (távvezérelhető) működtetéssel, karimás, karmantyús vagy hegtoldatos csatlakozással, földbe telepíthető kivitelben, fűthető köpennyel ellátva



5. ábra
Gömbcsap (úszógömbös)



6. ábra
Gömbcsap (tengelyes)



7. ábra
Tömbösített karácsonyfa termelőcsőfejjel

vagy más speciális igények szem előtt tartásával. Elmondható, hogy szerelvényfejlesztésünk eredményeként partnereinknek rendelkezésére áll egy olyan méret-, nyomás- és választékskála, amely vállalatunkat a hazai szerelvénygyártás kiemelkedő bázisává teszi, tekintélyes importmegtakarítást eredményez, sőt egyre inkább számításba jön az exporttevékenység is.

Szerelvényfejlesztésünk általános áttekintése nem volna teljes a kútfejszerelvények korszerűsítése terén kifejtett munkánk megemlítése nélkül. Ezen belül első helyre kívánkozik a hagyományos felépítésű, PAT-tolózárakkal felszerelt karácsonyfa, amely megbízható termékünk belföldön és külföldön egyaránt. E karácsonyfáknál azonban hátrányt jelentenek a viszonylag nagy méretek, a kiálló alkatrészek, amelyek különösen szállításnál meghibásodhatnak. Ezért lépéseket tettünk zömökebb konstrukciók kialakítására. Ennek egyik példája a forgótolattyús tolózár elemeivel szerelt tömbösített karácsonyfa. Egy tömbbe négy elzáróelemet építettünk be igen jelentős súly- és méretmegtakarítás mellett. A kiálló alkatrészek lehetőség szerinti csökkentésének előnye az üzem közbeni rezgések csökkentésében, vagyis a biztonságosabb üzemeltetésben is kifejezésre jut. Ennek szem előtt tartásával egy másik tömbösített karácsonyfatípust is kidolgoztunk *(7. ábra)*. A kereszt alakú tömbben helyet kap öt elzárószerkezet, amelyek az ismert PAT-tolózárak elemeiből épülnek fel, s a kút termeltetése során szükséges műveletek elvégzésére alkalmasak. A két főtolózár közül az egyik távirányítású vagy a kút saját nyomásával vezérelt, ún. veszélyelhárító biztonsági tolózár, amely esetleges csőtöréskor vagy egyéb zavar esetén lép működésbe. Az elzárószerelvények egy tömbben való egyesítése csökkenti a karimás vagy menetes kötések számát, alacsonyabb munkapaddal rendelkező fúró- vagy lyukbefejező berendezéseknél is kényelmes szerelési lehetőséget biztosít.

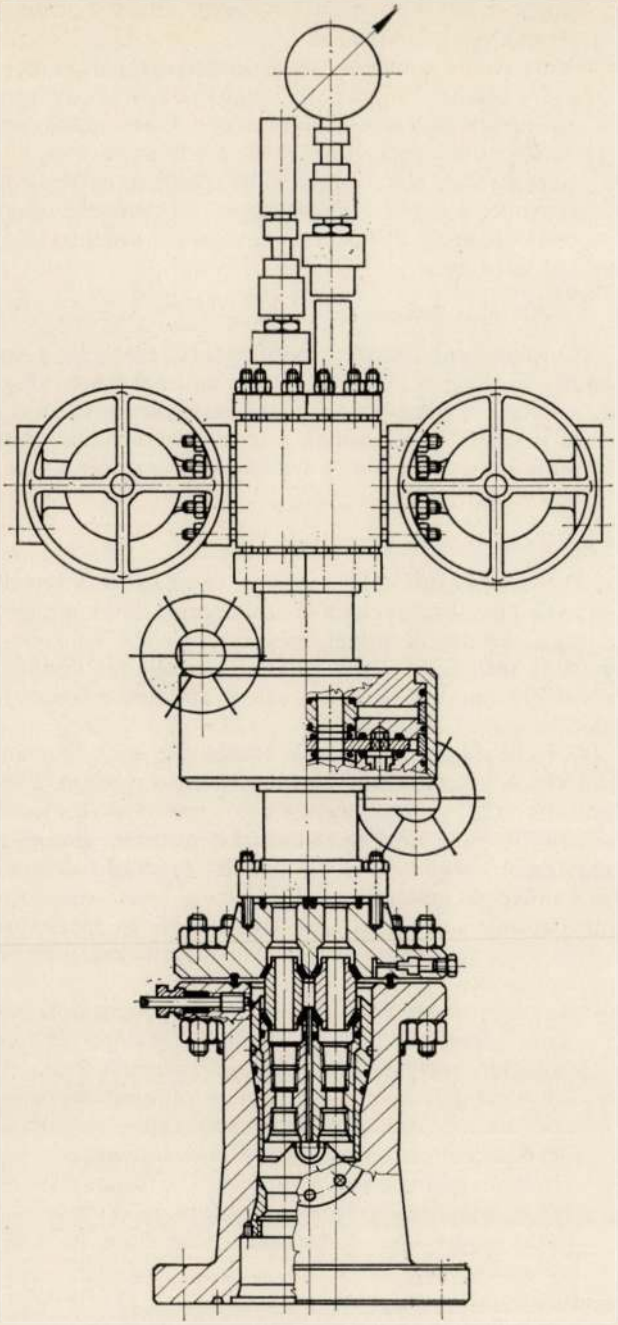
Említésre méltónak tartjuk a korszerű elemekből felépített új termelőcsőfej-konstrukciónkat, amelyet az előzőekben említett karácsonyfa alá karimás csatlakozással vagy bilincses rögzítéssel szerelhetünk. A termelőcsőfej alkalmas kiképzése kettős tömítéssel oldja meg a termelőcsőtér és a béléscsőtér hermetikus zárását, egyben lehetővé teszi tömítődugó (visszacsapó szelep) behelyezését, ezáltal a karácsonyfa alatti tér lezárását, a szerelvények cseréjét a termelőkút elfojtása nélkül.

Bizonyára nem ismeretlen a kettős kiképzésű termelési szerelvény sem *(8. ábra)*, amely egy kúttal két rétegnek egyidejű, szelektív termeltetését teszi lehetővé. Biztosítja a két termelőcső könnyű és tömített ültetését, a termelőcső- és béléscsőtér közötti tömítettség állandó ellenőrizhetőségét. A kettős főtolózár külön lezárja mindkét termelőcsövet. A kettős karácsonyfán végzendő utólagos munkálatok idejére (a szerelvények cseréjekor) felülről behelyezett biztonsági szeleppel mindkét termelőcső lezárható. A komplett egység több olajipari szabadalom eredménye.

A fent vázolt kútfejszerelvény-programot csak részmegoldásnak tekintjük. Intenzív fejlesztési tevékenység folyik annak érdekében, hogy a komplett hazai kútfejszerelvény-igényeket minden szükséges méretben és nyomásfokozatban vállalatunk elégítse ki.

A fúróberendezések fejlesztése és hatása a DKG gyártmányaira

A magyarországi szénhidrogén-kutatás és -feltárás fokozatosan törekedett az általa használt, meglehetősen vegyes gépek és berendezések egységesítésére. Ez a célkitűzés minden területen előnnyel járt: nem kell nagy értékű tartalék- és pótalkatrész-készletet raktározni; a kezelés, karbantartás és a berendezések kihasználása is tökéletesebb, ha a berendezésekből több azonos van használatban. Ennek a tendenciának legjellemzőbb példája a K—250 és a K—300-as fúróárbocok használata. Eredetileg 1, BM 41 jelű, Trauzl fúrótornyot szerzett be az olajipar, a következőket a DKG licenc alapján gyártotta, ill. a helyi igényeknek megfelelően fejlesztette tovább. Ezek a fúróárbocok alkotják a mélyfúró vállalatok fúrótornyainak túlnyomó többségét. Előnye az, hogy gyorsan felállítható és leszerelhető; a munkaszint két magasságban képezhető ki; és — nem utolsósorban — a legtöbb használatos fúróberendezéshez csatlakoztatható.

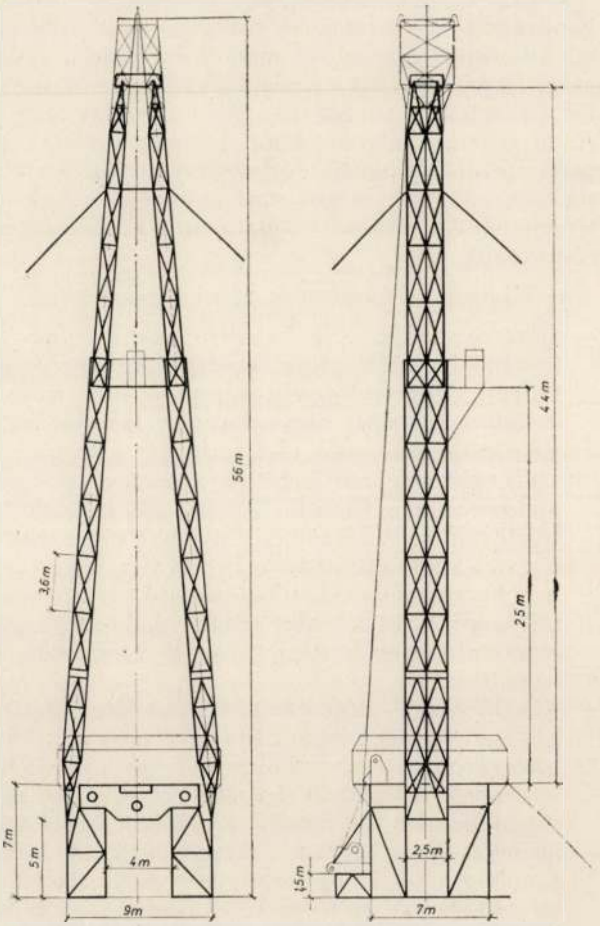


8. ábra
Kettős termelési szerelvény

A növekvő fúrási mélység és a fúrási technológia fejlesztése a fúróberendezés és a hozzá kapcsolódó részek kapacitásának növelését igényelte. A nagyobb rétegnyomás szükségessé tette a nagynyomású kitörésgátlók használatát. A jó fúrási technológia megkívánja a tökéletes iszapkezelést és azt, hogy a szivattyúk ráfolyással dolgozzanak. Így vált szükségessé a forgatóasztal szintjének, a munkaszintnek az emelése. Ehhez a régi fúróberendezés 5,3 m munkaszint-magassága már nem kielégítő. Az emelőmű kapacitását is növelni kellett a nagyobb terhelhetőség érdekében. Az emelőmű munkaszinten való elhelyezése már nem oldható meg, a macskafejek és a forgatóasztal meghajtása az emelőműről leválik, és külön egységként, külön szánkón kerül a munkaszintre.

Az új emelőmű, a spilbak és a forgatóasztal meghajtásának hazai fejlesztését licenc alapján a Ganz-Mávag végzi; a nagyobb kapacitású, a K—400 jelű tornyot a DKG fejleszti. Az új torony munkaszintjének magassága 7 m, a koronacsiga magassága a munkaszinttől 45 m, a jellemző kivételes terhelés pedig 400 Mp *(9. ábra)*. A torony a K—250 és a K—300 jelűhöz hasonló kivitelben készül; szállítása, felállítása, kiszolgálása azzal lényegében megegyezik. A toronypincéhez az új, 30 Mp vonóerejű emelőmű csatlakoztatható; 4—5 ezer m mélységű kutak fúrására alkalmas; ennek megfelelően kapacitása nagyobb. A toronyhoz kapcsolódó fúróberendezés elsősorban hazai gyártású elemekből építhető össze, de mód lesz más, külföldi gyár-

A fúróberendezések fejlesztésében a magyar olajipar a Ganz-Mávagban talált partnerra. A kapcsolat a 12 VFS 700 jelű motorok felhasználásával kezdődött. A nyomatékváltós motorok minden fúrási üzemmódban és éghajlati övben jól vizsgáztak. Ezt követte a MAREP-licenc alapján fejlesztett CA 700 jelű iszapszivatytyúk gyártása, majd egy nagy teljesítményű compound lánchajtó egység kifejlesztése. Ezekkel a fúróberendezések erőgépeit és erőátviteli egységeit hazai gyártásból lehet biztosítani. A DKG is részt vett a kooperációban, a gépház, pódiumok és összekötő egységek fejlesztésében, a hazai fúróberendezések összeszerelésében. Az emelőmű, a forgatóasztal, az emelőhorog importból származik, ill. a meglevő berendezések felújításával biztosította őket a DKG.



9. ábra
K—400-as fúrótorony vázlata

tású egységekkel való összeépítésre is. Az új fúróárboc a K—250 és K—300 jelzésű tornyok mellett a választék bővítését, a gazdaságos fúrási tevékenységet szolgálja.

Gyártmányaink korszerűsége, műszaki jellemzőinek javítása, megbízhatósága függ a konstrukciótól, de nem választható el vállalatunk technikai felkészültségétől, adottságaitól sem. Ezért mindig törekedtünk, hogy a szükséges feltételeket korszerű gépek, berendezések beszerzésével, fejlett technológia alkalmazásával biztosítsuk.

A technológia és a minőségellenőrzés fejlesztése

Gyárunk vezetősége az V. ötéves terv időszakára szelektív gyártmány- és gyárfejlesztési feladatokat határozott meg. Célul tűzte ki, hogy a termelésben meghatározó hányadot jelentő szerelvény- és szerszámgyártásban hajt végre jelentős, beruházással is együttjáró fejlesztést. Elhatározta, hogy ezeken a területeken — a minőség biztosítása érdekében — a gyártmány-, a gyártás-, a gyár-, a technológia- és az ellenőrzésfejlesztést központosítottan valósítja meg. A fejlesztés eredményeként ebbe a termékcsoportba tartozó gyártmányaink megközelítik vagy elérik a világszínvonalat.

A technológia fejlesztése

A gyártmánykorszerűsítésnél alkalmazott lényeges konstrukciós változások egy sor szigorítást tartalmaztak a korábbi gyártási folyamatokhoz képest, ugyanakkor megteremtették a gazdaságos középsorozat-gyártás feltételeit, valamint az alkatrészgyártás alapjait. Az új gyártási folyamatokhoz új berendezéseket, gépeket állítottunk üzembe, és megteremtettük a szabatos műveleti, technológiai utasítások rögzítésének feltételeit is. Az elvégzett feladatokat a következőkben részletezzük.

a) Új gyártási folyamatok, gépek, berendezések

— Gázcementálás. — A betétben edzhető anyagok (görgősfúróláb és a görgő anyagai) felszenítését korábban faszénbe ágyazva végeztük. Ez a megbízhatatlan folyamat nagymértékben befolyásolta a görgős fúrónak mint végterméknek a minőségét. Új berendezés üzembe állításával a cementálás gázatmoszférában, fémtiszta felületet adó technológiával történik. A felszenítési folyamat végén lehetőség van a szénszázalék és a kéregvastagság értékeinek korrekciójára. Így biztosítható az egyenletes mélységű és keménységű felület. A korszerű gázcementáló berendezést új hőkezelő üzemrészbe telepítettük.

— Köszörülés. — A görgős kőzetfúró élettartamát a helyesen végzett cementáláson kívül nagymértékben befolyásolja a lábcsap és görgő belső köszörülése. A csapágyfelületeknek (görgő, golyó, sikló) egytengelyűeknek kell lenniök. Korábban ezeket a felületeket esztergagépeken köszörültük. A legnagyobb gondot az egytengelyűség és az alakhűség biztosítása okozta. Új, speciális csapágycsiszoló berendezésünkkel lehetővé válik a csapágygyártás szigorú előírásainak betartása. Automatikus ciklusban, egy felfogással csiszoljuk a lábcsapot és a görgő belső bonyolult csapágyprofilját, biztosítva az előírások betartását.

— Vezérelt és célgépek. — Az alkatrészgyártás megvalósításához, valamint a dolgozók szubjektivitásától mentes, azonos minőségű és méretű munkadarabok forgácsolásához 10 db NC vezérlésű esztergagépet és 3 db megmunkáló célgépet helyeztünk üzembe. E gépek gazdaságos üzemeltetése nagy élettartamú, különleges szerszámok alkalmazásával lehetséges.

b) Alkatrészgyártás

Az alkatrészgyártásban alkalmazott fejlesztést a vezérelt és célgépek üzembe állítása tette lehetővé. Megteremtettük a raktárra való alkatrészgyártás feltételeit azzal a céllal, hogy onnan a termékszerelés időpontjában minél nagyobb mennyiségben kész alkatrészt vételezhessünk.

c) Technológiai utasítások

A gyártmányainkkal szemben támasztott követelmények állandó növekedése szükségessé teszi a technológiai előírások minél magasabb szintű (műveleti utasítás mélységű) elkészítését. Ez a feladat gondos, aprólékos munkát igényel; csak jó elméleti felkészültségű dolgozók végezhetik.

A technológiai utasítások elkészítése egyedi gyártást végző vállalatoknál igen nagy feladatot jelent. Vállalatunk 120 gyártmánycsaláddal rendelkezik, azon belül több mint 4000 fajta terméket állít elő. Ennek a nagy mennyiségű terméknek minden gyártási folyamatára műveleti utasítást készíteni nem lehet; ezért kiválasztottuk a legfontosabb területeket, és meghatározott program szerint készülnek az utasítások, melyek a következők:

— NC-programok (lyukszalag). — A programok vezérelt gépekre készülnek fogás-, szerszám- és készülékterv mélységig, a normaidő megadásával.

— Műveleti utasítások. — Egy-egy munkafázis minden elemét és eszközét rögzíti szerszám-, készülék-, mérőeszköz-, valamint ellenőrzésmélységig.

— Általános technológiai előírások. — Általános előírások, amelyek több gyártmányra is érvényesek, pl. öntvényjavítási, kovácsolási, hegesztési, hőkezelési utasítások.

— Ellenőrzési utasítások. — Rögzítik a gyártásközi, végátvételi és hatósági ellenőrzések módját.

— Vizsgálati előírások. — Megadják a beépített alapanyagok bizonylatolási rendjét, valamint a szükséges vizsgálatok fajtáit.

Gyártmányaink közül részletes műveleti utasításokat csak a sorozatban készített termékeinkre (szerelvények, görgős fúrók) készítettünk.

d) Minőségellenőrzés fejlesztése

A konstrukciók korszerűsítése önmagában is a minőség javulását eredményezte. Emellett kiemelt szerepet kapott a gyárunk összetett feladataihoz alkalmazkodó és a gépipari ellenőrzési, vizsgálati módszerek teljes körét magába foglaló, új minőségellenőrzési központ létesítése. A jól felszerelt laboratóriumokkal ellátott létesítmény mechanikai, kémiai és radiográfiai vizsgálatok végzésére egyaránt alkalmas; műszerezettsége korszerű színvonalon teszi lehetővé a gyártási folyamatokba iktatott ellenőrzéseknek az elvégzését.

e) Minőségbiztosítás

Termékeink jó minőségét csak a minőségbiztosítást célzó folyamatrendszer teljes kiépítésével, korszerűsítésével tudjuk elérni. E folyamat minden eleme önmaga is egy feladatkomplexum, amelynek kapcsolata és összhangja, eredményes megoldása vezethet a termékminőség egyértelmű javulásához. A felhasználóktól kapott vélemények egyértelműen igazolják a jövőre vonatkozó és a további minőségjavítást célzó intézkedések szükségességét. Meg kell oldani többek között a szerelvénygyártás öntvényalkatrészeinek korszerű öntéstechnológiával, jó minőségben való előállítását, valamint know-how-vásárlással tovább kell javítani a gömbcsapgyártás színvonalát.

Gyártmányaink versenyképességének biztosítása a belföldi és külföldi piacokon csak fokozottan ellenőrzött, technológiai utasításokkal szabályozott, jól szervezett gyártási folyamattal lehetséges. Fejlesztési tevékenységünknek megvan az eredménye, amely a magasabb élettartamban, a csereszabatosságban, a nagyobb igényeket kielégítő és reprodukálható paraméterekben jelentkezik. Az elkezdett úton tovább kell haladnunk, hogy gyártmányaink megbízhatóságával, minőségével tovább öregbítsük gépgyárunk hírnevét.

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

A zsanai gázkitörés eloltásának, elzárásának tapasztalatai

Számos érdeklődő szakember vett részt azon a nagy sikerű előadássorozaton, amelyet a Gépipari Tudományos Egyesület központi tűzbiztonsági műszaki bizottsága és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület kőolaj-, földgáz- és vízszakosztálya rendezett 1979. május 23-án, Budapesten. A MTESZ-székház kongresszusi termében az előadássorozatot *Dunai Kovács Béla*, a XIII. kerület tűzoltóparancsnoka nyitotta meg, és kérte fel *Trombitás Istvánt* előadásának megtartására.

A Zsana É-2. gázkitörés kialakulása és az elfojtásával kapcsolatos szervezési feladatok címmel *Trombitás István* szemléletes diaképek segítségével mutatta be a Kiha ÉK-Harka—Eresztő—Zsana—Kkm D mezozoos képződményeinek felszíntérképét, a Zsana É-2. kútszerkezetét és geológiai rétegsorát, az eredeti kútfejszerelvényt, az öblítőiszap nyomáshullámzását a fúrócsőoszlop mozgatáskor, a kútba belépett gázdugó tágulását felemelkedéskor, valamint a *Zsana É-2.* fúrási ponton dolgozott fúróberendezés lefúvató rendszerét és lyukfeltöltő vezetékét. Ezt követően az előadó a gázkitörés elfojtásával kapcsolatos szervezési feladatokról beszélt. Az 5000 fős KFV-től közel 400 ember vett részt a gázkitörés elhárításában. Fő cél volt a lehető leggazdaságosabb, leggyorsabb mentési munkához a balesetmentes, biztonságos munkafeltételek megteremtése. Gondoskodni kellett a legalapvetőbb szociális feltételekről, s később szükségessé vált egy ún. háttérbiztosítás megszervezése is.

Ezt követően *Forgách Géza* **A Zsana É-2. gázkútkitörés tűzoltási, gázelhárítási kérdései** című előadása következett. Az előadó ismertette a tűzoltás fegyelmezettségéhez szükséges parancsnoki kar megszervezésének, s egy bizonyos taktikai terv megszerkesztésének mikéntjét.

A hűtésre, roncseltávolításra és oltásra kidolgozott taktikai terv után került sor a víztárolók, s mintegy 15 km hosszú vízvezetékrendszer építésére. A még kútközelben levő roncsok megnehezítették a tűz erejének megítélését, s ez azt eredményezte, hogy az előzetesen megállapított 15 ezer liter/perc vízfecskendezési teljesítmény kevésnek bizonyult. Az előadást néhány diakép is fűszerezte, melyeken a lövés előtti és utáni lángképeket láthattuk. Befejezésül *Forgách Géza* elmondta, hogy az oltási munka gyümölcsét végül is a pontos, fegyelmezett munkavégzés, s a közös együttműködés hozta meg.

Szünet után tartotta meg dr. *Hingl József* **A gázkitörés elfojtásának műszaki kérdései** című előadását, melyben átérezhettük azokat a gondokat, sok idegfeszültséget okozó problémákat, amelyekkel a szeszélyes februári hónapban birkóztak szakembereink. Az első nagy kérdés az volt, hogy úgy kezdjék el az oltást, hogy a berendezés a helyén marad, vagy előbb megtisztítsák-e a kútkörnyéket. Az utóbbi választása után újabb nagy kérdés: robbantással vagy lelövéssel távolítsák-e el a sérült kitörésgátlót? Az állandó javaslatok, műszaki elgondolások ésszerű és minél kockázatmentesebb elbírálása felelősségteljes, józan és higgadt gondolkodást igényelt. Nagy vita alakult ki akkor is, amikor el kellett dönteni a megdőlt lyukfejszerelvényt leszereljék-e vagy ezen próbálják meg a gázkitörést elfojtani. Az utóbbit választották és ez azt jelentette, hogy a közel 4 tonna súlyú kitörésgátlót rá kellett tenni állandó robbanásveszély közepette egy olyan 30°-os szögben megdőlt béléscsőfejre, amelyen 1000 m/s sebességű gáz áramlott. A probléma nehézségét méltán bizonyítja, hogy mindez háromszori próbálkozásra sikerült. Nem kevesebb vitát váltott ki a következő kérdés: lezárhatják-e a kutat, vagy termelésbe állítsák? Speciális technológiát dolgoztak ki végül is arra vonatkozóan, hogy a kutat négy lépcsőben lezárják, ami abból állt, hogy a négy darab fáklyára elosztott gázáramot egyenként zárják le a lyukfejszerelvény állapotának folyamatos ellenőrzése mellett. A megdőlt lyukfejszerelvény kitartott, és az aggregátok segítségével elhelyezett cementdugó végleg pontot tett a makacs gázkitörés történetének végére. Dr. *Hingl József* befejező mondataiban utalt arra, hogy a korrekt együttműködés, a korszerű hatósági szabályzatok, a tűzoltóság hosszú évek során begyakorolt tudatos mozdulatai, a katonaság segítőkészsége, s hősiesen helytálló, bátor mentőbrigádok munkája eredményezte a sikert. Igen jelentős eredményként említette azt, hogy az állandó veszélyhelyzeteket szülő kitöréselhárítás nem követelt emberéletet. Nagy erkölcsi megbecsülés és 172 kitüntetés nemesíti az elvégzett munka értékét.

Ezek után **A kitörésnél felmerült biztonságtechnikai kérdések** című előadás következett, amelyet *Götz Tibor* tartott meg. Tőle hallhattuk, hogy az *Algyő-168.* jelű kút kitörése óta van rendszeres és pontos szabályzatunk, kitöréselhárító szervezetünk, mely Európa más országaiban is elismerésre érdemes munkát végzett, két alkalommal Csehszlovákiában és egyszer Bulgáriában vettek részt kitöréselhárításban. Az *Algyő-168.* esete óta 16 kitörés volt, amit tűz és nagyobb műszaki baleset nélkül „megfogtak". A *Zsana É-2.* gázkitörés sok új biztonságtechnikai problémát is hozott. Csak megemlítésként: szükségessé vált a gázkoncentráció állandó mérése 350—700 és 1000 méteres körsávokban. A jövőben gondolni kell a zajvédett pihenőhelyek, hallásvédő eszközök biztosítására is — mondatja velünk a zajmérési eredmények számsora. Jövőbeni feltétlen feladat roncsmentő manipulátorok konstruálása, elkészítése. Szükségesnek tartotta azt a tervezői kollektívát megszervezni, amely statikai, szilárdsági számítások útján előre elkészített műszaki variációkat, terveket, rajzokat készítene, melyeket majd közvetlenül lehetne hasznosítani.

Barabás László és *Buda Ernő* diafelvételeinek megtekintése után került sor a *Hildebrand István* által rendezett film bemutatására. A nagyszerűen megszerkesztett film közérthetően mutatta, mi is történt 22 nap, 10 óra és 35 percen át a *Zsana É-2.* kútnál.

Az elismerő taps után *Dunai Kovács Béla* zárszavaival ért véget ez a minden résztvevő számára szakmai tudást gyarapító előadássorozat.

ifj. *Lájer László*
technikus
(OGIL, Budapest)

EGYESÜLETI HÍREK

Egyesületi vitaülés a hazai ásványvagyon-gazdálkodásról

Lapunk 1979. évi 2. számában beszámoltunk A hazai ásványvagyon-gazdálkodás gazdasági kérdései tárgyú egyesületi vitaülésről, amelyet az OMBKE, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete közösen rendezett. Ez alkalommal a vitaülés előadásainak rövid összefoglalóit közöljük.

A vitaülésen elhangzott előadások közül dr. *Tóth Miklós* Az ásványvagyon és az ásványinyersanyag-termelés gazdasági értékelésének néhány elvi kérdése c. előadásának anyaga a Földtani Kutatás 21. (1978) számában és a Geonómia és Bányászat, MTA X. Oszt. Közleményei, 1978. 11. kötetében jelent meg.

Dr. *Dank Viktor:* A földtani, a műszaki és a gazdasági tevékenység egysége a hazai szénhidrogén-bányászatban

Az ember a földön rendelkezésére álló anyagok, „kincsek" közül egyre többet és egyre tudatosabban hasznosít. A véletlen felfedezéseket felváltották a szívós, rendszeres, kollektív tevékenység útján elért eredmények. Két nagy csoportját szokás megkülönböztetni az ún. természeti erőforrásoknak:

— a megújuló és a
— a nem pótlódó (legalábbis emberi időmértékkel mérve) természeti erőforrásokat (ásványi nyersanyagok).

A bányászat (a földtani kutatás és termelés) ez utóbbiakkal foglalkozik, természetesen a társtudományok eredményeinek mindenkori felhasználása, alkalmazása segítségével.

Az ásványinyersanyag-kincsek felkutatása, a felfedezett lelőhelyeken az ásványinyersanyag-kincset tartalmazó képződmények térbeli helyzetének meghatározása, készletének kiszámítása, leművelése, a szükségleteknek megfelelő módon történő átalakítása, felhasználása olyan egymásba kapcsolódó folyamat, melyben mindenkor hatottak a földtani, a műszaki és a gazdasági tényezők, de nem mindig azonos módon és mértékben, és nem mindig jól felismerhető módon és elkülöníthetően. Ez az emberiség általános haladásától is függött, és az egyes országok társadalmi berendezkedése, sőt azon belüli fejlődése is erőteljesen befolyásolta a 3 tényező hatását.

Kezdetben az anyagok birtoklása volt a cél, és ehhez főleg emberi munkaerőt használtak a kutatás, bányászat, feldolgozás, hasznosítás vonalán egyaránt. Később a technika, a műszaki tudományok fejlődésével kitágultak a lehetőségek, kibővültek a hasznosíthatóság dimenziói is. Voltak olyan szakaszok a már fejlett műszaki felkészültség idejében, amikor a gazdaságosság háttérbe szorult a naturális teljesítésekkel szemben — és ez nem csak a háborúk idején volt így. Később világossá vált, hogy a szükségletek kielégítésére szolgáló anyagok (természeti erőforrások) nem egyenlő eloszlásúak a földön, és felhasználásuk tekintetében is igen nagy különbségek mutatkoznak, az igények és a lehetőségek vonatkozásában egyaránt. Bonyolult utakon, változatos fejlődési módozatokon, különböző társadalmi rendszereken keresztül végül is világszerte a *földtani—műszaki—gazdasági szempontok* együttesen érvényesülnek a szénhidrogén-bányászatban is, mint meg nem újuló, tehát véges készletű anyaggal foglalkozó ágazatban.

Tekintsük át röviden e szempontból a hazai szénhidrogénipar történetét.

— A hőskort megelőző időben a szénhidrogéneket a világítóolaj, a „petróleum" képviselte, és egy-két helyen az ügyesen, de jelentéktelen mennyiségben hasznosított gáz. Az olajpalákat bányászták, az olajkutakat ásták. Igyekeztek sekély mélységű előfordulásokat felfedezni. Adva voltak: az olcsó emberi munkaerő, a primitív gépek, és a tulajdonosoknak ez nyilván gazdaságos is volt.
— A hőskorban a belsőégésű motorok elterjedésével egyidőben a korábbinál nagyságrendekkel nagyobb igény lépett fel. A kutatómódszerek és eszközök (geofizika), a mélyfúrási technika és technológia ugrásszerűen fejlődve, ugyancsak olcsó munkaerővel párosulva, hallatlan nagy profitot hozott a vállalkozóknak nálunk is és az egész földön mindenütt. A termeléstechnológia elmaradott volt.
— A háborús időszakokban az I. és főleg a II. világháború idején a „kerül amibe kerül" gazdálkodás lépett előtérbe, a racionális termelés éppúgy háttérbe szorult, mint egyéb gazdasági kérdések.
— A felszabadulást követően elsősorban a földtani kutatás és eszközei, valamint a fúrás és eszközeinek beszerzése, fejlesztése került előtérbe, és mai szemmel nézve bizony számos, gazdaságtalannak minősíthető tevékenység is folyt, de a nemzeti szénhidrogén-bányászat megteremtésére nagy szükség volt.
— A hatvanas évektől kezdődően, 1968-tól hivatalos programként is meghirdetve, a gazdaságosság nagyobb szerepet kapott a szénhidrogén-bányászatban, és ez a mai helyzet felé haladva a múltból egyre fokozódó tendenciájú.
— Világszerte, és a hazai gazdaságba is „begyűrűzően", az 1973-as év hozott alapvető változást, amikor a szénhidrogének és termékeik a korábbinál 5—6-szorta drágábbak lettek a világpiacon.

A *földtani tevékenység* ebben a sorban az első. Ahhoz, hogy ásványi nyersanyagot — a mi esetünkben szénhidrogéneket — sikeresen kutassunk, ismernünk kell annak anyagát, megjelenési formáját, képződési, vándorlási, felhalmozási körülményeit és földtani paramétereit.

A felsorolásból is látható, hogy a földtannak igénybe kell vennie az összes többi, természettel foglalkozó társtudomány segítségét, és a földtani megismerés jó minősége egyúttal a társtudományok haladását, fogyatékossága hiányosságaikat is tükrözi.

A munka mindig az adott, a tanulmányozott földkéreg-darab általános földtani megismerésével kezdődik, és az alapkutatásokig terjedően igyekszik a lehető legsokoldalúbb és legtöbb információt begyűjteni. Ezek birtokában, a mindenkori elméleti kutatások eredményeivel ötvözve alakult ki az a földtani modell, amely magában foglalja mindama ásvány-kőzettani, őslénytani, üledékföldtani, szerkezeti, faciológiai, ősföldrajzi ismereteket, amelyek segítségével a kéregrész fejlődéstörténetét rekonstruálni lehet. Ez az alapja annak a megítélésnek, hogy mely területek jöhetnek rangsoroltan számításba a szénhidrogén-előfordulások eredményes kutatása szempontjából.

A távlati tervek megalapozása érdekében folyamatosan és egyre jobban megközelítve a valóságot, készülnek azok a prognózisbecslések, amelyek a kéregben képződhetett szénhidrogének mennyiségét igyekeznek megállapítani. További hatalmas feladat annak megválaszolása, hogy a képződött szénhidrogének mely hányada diszpergálódott, veszett el, és milyen mennyiségek halmozódhattak fel ipari méretekben. Nem kisebb kérdés az sem, hogy ezek a gazdaságilag jelentős előfordulások hol lehetnek, és előrejelzésük minél kisebb költséggel megtörténjen.

A földtani modell, és ennek részeként a prognózis is az újabb, világviszonylatban és hazai vonatkozásokban elért adatok, eredmények folyamatos visszacsatolása következtében változik, és általában véve ez a módosulás a prognosztikus lehetőségek bővülését hozza.

A *műszaki tevékenység* elengedhetetlen feltétele a geológiai koncepció valóraváltásának, új információk szerzésének, a kutatás és termelés megvalósításának. A szénhidrogén-bányászati tevékenység mindvégig közvetett paraméterekre utalt abban az értelemben, hogy ember nem juthat le a telepekhez, és a hasznosítható ásványi nyersanyag geológiai, fizikokémiai sajátságai, energetikai rendszerének jellemzői mindvégig a fúrólyukakból és az azokból kiképzett kutakból ismerhetők meg. Minthogy a kutatások az egész országra kiterjedően folynak, a műszaki tevékenység is és a bányászat is országos elterjedtségű. A vastag üledékekkel kitöltött medencealakulatok kutatása a felszíni és felszín közeli analógiák értelmezésének bázisán egyre korszerűbb geofizikai eszközökkel és módszerekkel folyik. A gravitációs, mágneses, elektromos, szeizmikus módszerek egyre fejlettebb eszközeikkel mind mélyebbre hatolnak, és korszerű kiértékelésük egyre hűbb képet ad a vizsgált földkéregrész földtani felépítettségéről és így a szénhidrogén-kutatás lehetőségeiről is. A mind nagyobb mélységekből kapott, egyre részletesebb információk azután a kutatófúrások jobb előkészítését és a prognosztikus lehetőségek növelését egyaránt szolgálják.

A közvetett módszerek kimunkálta mélyföldtani alakulatok értékének valódi megismerése, a felfedezett telepek térbeli elhelyezkedésének, rétegtartalmának meghatározása és a feltárt szénhidrogénkincs kitermelése, bányászata fúrólyukakon, kutakon keresztül történik. A műszaki követelmények egyre nagyobbak, a tevékenység a nagyobb mélységek felé tolódik el, és az információszerzést is egyre nehezebb geológiai körülmények között

kell megvalósítani. A hazai abnormális nyomás- és hőmérsékleti viszonyok az általánosnál jóval nehezebb körülményeket teremtenek, és mind nagyobb követelményeket támasztanak a mélyfúrási geofizikával szemben is. Ezek a fúrólyukba, kútba leengedhető szondák, műszerek egyre pontosabb képet adnak a harántolt képződmények litológiai, rétegtartalmi viszonyairól, a mélységben uralkodó nyomásról, hőmérsékletről és a kútkiképzés műszaki állapotáról. Az egyre korszerűbb termelési módok, a nagyobb kihozatalt biztosító másodlagos és harmadlagos művelési módszerek, a szénhidrogéneket gyűjtő, szeparáló, szállító berendezések és eszközök műszaki fejlettsége rendkívül fontos és elengedhetetlen része a telepek racionális birtokbavételének. Ez a tevétevékenység is az egyre mostohább geológiai viszonyok miatt mind fejlettebb eszközöket és módszereket igényel. Látható, hogy itt is egy sor tudományág összefogásáról van szó, és eredményeinek adaptálása bányászati tevékenységünkbe adja a biztosítékát a fejlődésnek. Kohászati, gépészeti, kémiai-fizikai problémák egész sora vetődik fel egy nagymélységű fúrás lemélyítése során. Maga a berendezés, az iszaptechnológia, az alkalmazott fúrószárak, béléscsövek, turbinák, cementféleségek, inhibítorok, vizsgálóeszközök, rétegrepesztő módszerek és eszközök létrehozása, működtetése olyan összetett tevékenység, amely csak a társtudományok összefogása révén lehet eredményes. De ugyanezt elmondhatjuk az egyre nehezebb feladatokat megoldó termelésre is, ami a szénhidrogén-bányászatban víz,- olaj-, gázfázis sokszor együttes jelentkezésekor nem követi a klasszikus törvényszerűségeket. A műszaki tudományoknak mint az alkalmazott természettudományoknak fejlődési prognózisát tehát éppen úgy bele kell kalkulálni a jövőbeli tevékenységünkbe, mint a földtani készletprognózist.

A *gazdasági tevékenység* hivatott megítélni, hogy a földtani kutatással felfedezett, mélyfúrásokkal bizonyított, feltárt, kitermelt szénhidrogének gyűjtőnévvel jelölve: bányászata gazdaságos-e. Ma már földtanilag igen bonyolult felépítésű kéregrészben relatíve igen kis koncentrációjú anyagok kimutathatók, felkutatásuk, kitermelésük műszakilag megvalósítható. Lényeges azonban a gazdaságosság kérdésének megítélése. A gazdaságosság fogalma azonban változik az időben.

Az egyre nagyobb mélységek kutatása, a mind bonyolultabb módszereket igénylő másodlagos és harmadlagos termelési eljárások természetesen emelik a költségeket. Az abszolút és fajlagos költségemelkedés más és más megítélést kap ma és a jövőben. Ez szükségessé teszi a földtani és műszaki prognózisokhoz hasonlóan gazdasági prognózisok készítését is. Ezt az idő és az élet egyre jobban sürgeti.

A *szénhidrogén-kutatások* alapja a tárgyidőszakban érvényben levő (1959 óta 5 évenként készülő) készletprognózis, a megkutatásra váró területek rangsorolása, a szénhidrogénkészleteknek földtani analógiák alapján (főleg földtani analógiás és statisztikai módszerrel) elvégzett számítások szerinti várható eloszlása. Az ipari kutatások erre a prognózisra épülő, nagyobb teret felölelő *területi programokban,* és az egyes mélyföldtani alakulatokat *felderítő-lehatároló* programokban foglaltak szerint történnek. Az utóbbi években a geológiai-műszaki részhez a gazdasági fejezet is csatlakozik, melynek alapján a program tartalmazza a geológiai feladatokat, az ezek megoldásához szükséges műszaki tevékenységet, a munkálatok várható eredményét (tonnában és m^3-ben) és ennek értékelését. Röviden: a szükséges ráfordítások és a felfedezett-feltárt szénhidrogénkincs mérlege bizonyos várható gazdaságosság értékelését is lehetővé teszi. A munkálatok végén elkészített *földtani zárójelentés* már konkrétan tartalmazza a kutatási tevékenységet, annak költségeit, a felfedezett és feltárt kőolaj- és (ill.) gáztelepek földtani készleteit, minőségét, fáziseloszlásait; dokumentálja azokat mind horizontális (térképek), mind vertikális (szelvények) irányában, az érvényben levő előírások szerint tartalmazza a műrevalósági mutatót, az in situ értéket.

A földtani zárójelentésre épülő művelési terv azokat a tennivalókat tartalmazza, és azokat az információkat igényli (termelőfúrások mélyítése, a bennük végzett vizsgálatok, mérések stb.), amelyek a minél nagyobb százalékú kihozatal megvalósítása érdekében szükségesek. Tartalmazza a termelvények gyűjtéséhez, szeparálásához, továbbításához szükséges mélységi és felszíni létesítményeket, egyszóval az olaj- és gázmező beruházásait. A várható termelési ütem és időtartam a szükséges költségekkel, beruházásokkal összevetve már az ipari készletre vonatkozó *gazdaságossági* megítélést tesz lehetővé.

A *geo-műszaki-gazdasági* tevékenységi hármas aránya, súlya, kimunkáltsága és az egyes részekkel szemben támasztott követelmények, ennek kapcsán a hozzá kapcsolódó felelősség is változó mértékű. Ennek „egyenszilárdságúvá" tételére kell törekednünk. A törekvés önmagában nem elegendő, ennek feltételeit és formai kereteit is biztosítani szükséges.

A *földtani tevékenységtől* azt várják, hogy a tudatunktól függetlenül létező objektív valóságot (a mi esetünkben szénhidrogéntelepeket) kutassa, fedezze fel, határolja le, és minél több információval, minél nagyobb mennyiséget a lehető leggyorsabban bocsásson a termelés rendelkezésére. Készüljön országos prognózis, amely tartalmazza a potenciális készleteket, a meglevőket és kitermelteket, továbbá a még kutatásra váró mennyiségeket. Adjon azokról olaj—gáz megoszlást és minőségi felvilágosítást is. Tervezze meg az 5—10 évenként megtalálandó mennyiségeket. Adjon variációs prognózist a készletellátottságról 20—25 évre előre. Itt teljes mértékben megvalósul a távlati prognózis.

A *termelési tevékenységtől* az a kívánalom, hogy a felkutatott, lehatárolt telepekből az optimális módon és a lehető legrövidebb idő alatt termelje ki a szénhidrogénvagyont. Állapítsa meg az ipari vagyont, annak termelési ütemét, és adjon prognózist a telep(ek) élettartamára és az alkalmazott másodlagos és harmadlagos módszerek hatására vonatkozóan. A felelősség egy része itt áthárul a kutatásra, mert 15—20 éves távlatban azoknak a telepeknek a termelése is beépítést nyert, amelyeket majd a jövőben találunk meg. Ez egyébként sem a szén-, sem a bauxitbányászatban nincs így, a „D" csoportra (nem kategória!) ott nem terveznek. A prognóziskényszer az előzőnél kisebb mértékben ugyan, de itt is érvényesül.

A *műszaki tevékenység* prognózisa elnagyoltabb, vagy sok esetben nincs is. Nem láttam még sem gépészeti, sem iszaptechnológiai prognózist, mely arra utalt volna, hogy pl. 2000-ben hogyan lehet majd egy 5000 m-es mélyfúrást, mondjuk a ma szükséges idő felének felhasználásával, lemélyíteni. Milyen új termelési módszereket alkalmazunk ugyanebben az időben? Hogyan alakulhat a kutatási és feltárási ütem stb? Milyen rétegserkentő módszerek és eszközök lesznek az ezredfordulón? Milyen nem acélból, vagy hagyományos anyagból készülő vezetékek, eszközök lesznek, és azoknak milyen hatásuk lesz a tevékenység meggyorsítására, olcsóbbá tételére, és milyen arányban kapnak helyet a prognosztizált technikában? Ezek lennének az egyenrangú igények a földtannal szemben támasztott területi, megoszlási, felfedezési effektivitás stb. követelményekkel. Nem is utópia ez az igény, mert pl. az autóipari és az építőipari irodalomban rendszeresen lehet látni ilyen prognózisokat.

A *gazdasági tevékenység,* ill. annak prognózisa ma még a legszerényebb fejezet annak ellenére, hogy kimunkált szabályozók alapján történik néhány év óta az értékelés. De prognózis nincs. Pedig erre igen nagy szükség lenne. Bizonyíték a múlt, amikor ugyancsak egy bizonyos fajta gazdaságossági megítélés alapján került sor a hazai szénbányászat leépítésére, és a hazai olajbányászat is csak az 1973. évi rendkívüli mértékű világpiaci olajáremeléseknek köszönhette, hogy ezt az — egyébként neki is szánt — sorsot elkerülte. A gazdasági prognózisok távlati készítése és folyamatos karbantartása tehát éppoly elengedhetetlen, mint a földtanié. A jövőre vonatkozóan, ahhoz hasonlóan meg kell határozni a szénhidrogének értékét éppúgy, ahogy prognosztizálni kell a várható gazdasági miliőt. Prognosztizálni kell majd a kutatási és termelési kockázatot is. Hogy félreértés ne essék, ezen az elkészítendő „gazdasági prognózison" nem a kutatás és feltárás gazdaságossági vizsgálatát értem csupán. A jelenlegi gyakorlat szerint szénhidrogénjeinket a jelenlegi árak, a jelenlegi termelési technika és a jelenlegi feldolgozási technológia alapján ítéljük meg. Még nem is szólottam róla, és az idő rövidsége miatt csak közbeszúrom, hogy jó lenne azt is prognosztizálni, hogy pl. 2000-ben a most prognosztizált és akkor művelendő kőolaj- és földgázmennyiségek milyen feldolgozási procedúrán mennek majd keresztül, és milyenek a várható kihatásai. Bizonyára akkor a kutatás, termelés, feldolgozás egyaránt sokkal többe kerül majd, de várhatóan a termelvények értéke is sokkal nagyobb lesz.

Teljességre törekvés nélkül néhány kérdéscsoport kibontásával vázoltam azokat az összefüggéseket, amelyek a földtani, a műszaki és a gazdasági tevékenység egysége vonatkozásában logikailag megállapíthatók.

Néhány gondolattal azonban ki kell egészíteni az elmondottakat. A logikai összefüggéseket azonban nem tükrözi a keret, a szervezet és azon belül a feladatok elhelyezése és megoldásukhoz a körülmények biztosítása.

Az OKGT-n belül 1975-től működik a bányászati igazgatóság, amely egységbe fogja a kutatást, a termelést, a szállítást, sőt ide szerveződött az OGIL is. Az igazgatóság azonban lefelé már nem egységes bányavállalatokat irányít, és felülről sem egy egységes bányászati tárcától (vagy miniszterhelyettestől) kapja a koordinált irányítást. A vállalatokhoz tartozó földtani, műszaki, gaz-

dasági feladatok megoldásához mások a feltételek a KFV-nél, NKFÜ-nél (vállalatosítás után is), az NKFV-nél, a GKÜ-nél vagy az OGIL-nál. Nincs meg a rendszer sokat emlegetett „egyenszilárdsága", nem biztosított és rendezett sem a belső kapcsolatrendszer (a feladatok egymásraépülésének tisztázása), sem a külső kapcsolatrendszer (más szervekkel). Néhány példa erre.

A jövőt megalapozó, a kutatási és termelési tervek készítésének kiindulópontját jelentő szénhidrogén-földtani prognózist 1959, 1964, 1969, 1974, 1975-ben az OKGT keretén belül a földtani szervezet végezte. Jelenleg a GKÜ, a KFV, az NKFÜ, az OGIL bevonásával, OKGT irányítással készül a legújabb, az 1979. I. 1-i állapotot tükröző felmérésünk. Ezek KGST-munkabizottsági, és kőolaj- és gázipari állandó bizottsági, majd 1974-től földtani állandó bizottsági szinten is megtárgyalásra és elfogadásra kerültek.

Az 1971—1985 közötti időszakra szóló Országos Távlati Tudományos Kutatási Tervről (OTTK) a Minisztertanács 1012/1972. (IV. 27). számú határozata intézkedik. A terv 17 felelős szervhez tartozóan 46 főirányból (nem közvetlen gazdasági célokat szolgáló tudományos kutatások), 87 célprogramból (közvetlenül a termelést szolgáló tevékenység) áll. A főirányból 5, a célprogramból 11 országos, a többi tárcaszintű.

Az OTTK része „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" című főirány tárcaszintű, és koordinálását 1971-től az MTA felkérésére a Központi Földtani Hivatal végzi.

Ez a főirány 3 témakört ölel fel:

— az ország földtani felépítésének... átfogó vizsgálata,
— a hazai szénhidrogén-lelőhelyek elhelyezkedési törvényszerűségei és bányászati kihozatali eljárásai,
— az ásványi nyersanyagok felhasználásának geoökonómiai tényezői.

Az erre vonatkozó prognózisiroda az OKGT-ben jött létre.

1975-ben a következő módosítás történt:

— ásványi nyersanyagok,
— megújuló erőforrások,
— a tudományos alapok és a felkészültség fejlesztése,
— a gazdaságos megvalósítás optimuma,
— a társadalmi-gazdasági tevékenység és a természeti környezet összhangja.

1977-ben némi módosítás után a főirány 33 feladatból áll. Ezekből a minket érintőek:

1.1.1. A szénhidrogén-kutatás fő irányait, arányait és intenzitását meghatározó területi és mélységszintek szerinti szénhidrogén-prognózis kidolgozása, ill. továbbfejlesztése.
1.1.2. A megkutatott szénhidrogénvagyon optimális kitermelését biztosító feltárási és művelési eljárások kialakítása.
1.1.4. A már felderített energiahordozó-lelőhelyek erőművi és egyéb hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata.
2.2.4. A bányászat lokális és regionális hatása a felszín alatti víztárolókra.
3.1. A föld- és bányászati tudományok korszerű irányainak művelése, nagy jelentőségű új kutatási eljárások bevezetése, ill. továbbfejlesztése.
3.2. Üledékes, magmás és metamorf formációink, szerkezetföldtani viszonyaink részletes és átfogó vizsgálata.
3.4. A földtudományi adatfeldolgozás tökéletesítése.
4.1. A kutatás mértékének és ütemének, valamint az ehhez kapcsolódó módszertani optimumnak meghatározása az ásványi nyersanyagok feltárása és igénybevétele terén.
4.2. Bányaüzemeink optimális struktúrájának és termelési paramétereinek meghatározása.
4.3. A rendelkezésünkre álló (megkutatott) természeti erőforrások gazdasági értékelése tudományos alapjainak továbbfejlesztése.

Tárcaszintű NIM-célprogram: A nagymélységű szénhidrogén-előfordulások kutatási és művelési problémái. Másodlagos és harmadlagos termelési metodikák kidolgozása.

Tárcaszintű KFH-célprogram: Geofizikai műszerek és módszerek kutatása és fejlesztése.

Kapcsolódó ágazatok: a bányászat, villamosenergia-ipar, kohászat, vegyipar, építőipar, közlekedés, mezőgazdaság népes és nagy potenciájú csoportja mutatja, hogy milyen jelentőségű a prognózis, amelyről beszéltünk. Ehhez sokkal koncentráltabb szakembergárda szükséges, olyanok, akik nem formálisan vagy napi munka mellett többé-kevésbé, hanem főfoglalkozásban munkálkodnak ezen a jövőt alapozó feladaton. Ezt a tevékenységet nem lehet a napi feladatok irányába fordítani, a távlatiak rovására, de még mellérendelése is nehézségeket támaszt.

Rendkívül sok energiát emészt fel (pazarlóan feleslegesen) ebben a tárgykörben a napi érdek összehangolása a távlatival, a vállalati érdek egyeztetése az OKGT-vel, a tárcaérdek az országossal és ezen belül a napi a távlatival. Sürgető feladat az OKGT-n belül olyan részleg létrehozása az (OGIL-nál vagy jogutódjánál), amelyik jól működő egységként és meghatározó módon illeszkedik a tárcaszintű főirány szénhidrogén-prognosztikai megoldásán fáradozó szervezetbe (majd ha lesz ilyen).

Molnár Károly: A felszíni geofizikai információk hasznosítása a szénhidrogén-bányászatban

A szénhidrogén-kutatás nagyon bonyolult komplex folyamat, amelyre a fő célkitűzésen belül, a különböző résztevékenységek viszonylagos önállósága mellett, szerteágazó kölcsönhatásuk is jellemző. Egy ilyen rendszer működése csak akkor lehet optimális, ha a működtető ismeri a résztevékenységek teljesítőképességét, a változásokra való reagálás mértékét és gyorsaságát, és a feladatokat (mérés, fejlesztés stb.) a résztevékenység adottságainak figyelembevételével határozza meg.

Ezért üdvözlendő minden olyan irányú kezdeményezés, amely a kutatási folyamat különböző fázisaiban tevékenykedő szakembereket tömöríti, lehetőségeket adva számukra, hogy munkájukat a folyamatba beépítve, a kölcsönhatások figyelembevételével tárgyalják és vitassák.

Csak így küszöbölhetők ki olyan nem kívánatos jelenségek, értékelések, amelyek merev választóvonalat húznak gazdasági és földtani-geofizikai oldalak közé, s amelyekre az egyoldalúság mellett a különválasztott oldalak vizsgálatával sem a teljességre való törekvés a jellemző, hanem egy-egy önkényesen kiragadott részmutató alapján (létszám, költség, teljesítmény) való értékelés.

Ahhoz, hogy a geofizika a szénhidrogén-kutatás számára ténylegesen információt és ne csak egyéb úton is megszerezhető adatokat jelentsen, a feltételrendszert a földtani célkitűzések megoldására koncentrálva és nem egy-két önkényesen kiválasztott részelemre kell megállapítani. Ellenkező esetben tudomásul kell venni, hogy a részelemekre, részfunkciókra való figyelés a földtani munka minőségében érezteti ilyen vagy olyan hatását.

Az említett problémák nem vészfelhőként tornyosulnak a geofizika egén, de zavarja az elmélyült munkát pl. olyan kérdésfelvetés, hogy miért drágább a mérés 1978-ban, mint 1977-ben volt, vagy miért lassúbb most egyik-másik terület felmérése a korábbinál, ha kérdéseket elvonatkoztatjuk a kapott földtani eredményektől.

Félreértés ne essék, itt nem arról van szó, hogy a minőség bűvöletébe esve meg akarjuk szabadítani magunkat a gazdasági kérdések szükségszerű kényszerétől, hanem csak arról, hogy a végcél legyen elsődleges, mindent ennek kell alárendelni mégpedig úgy, hogy a cél minimális ráfordítás mellett (eszköz, létszám, költség) elérhető legyen. Azért merjük ezt hangsúlyozni, mert 1973 óta a kutatási volument úgy emeltük 1200-ról 3000 km-re, hogy emellett a minőség területén is ugrásszerű volt a fejlődés és minimális a ráfordítás növekedése.

Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy miközben a geofizika fejlesztette eszközeit, módszereit és teljesítőképességét, a vele szemben támasztott követelményszint sem maradt a korábbi színvonalon. Sőt talán éppen a geofizika fejlődése támasztotta alá azokat a minőségileg megváltozott kutatási célokat (nagyobb mélységek, bonyolult szerkezetek kutatása), amelyek már napjaink, de még inkább a VI. ötéves terv feladatait fogják képezni.

Tömören úgy fogalmazható meg a geofizika feladata, hogy segítse elő az ország prognosztikus készletének minél pontosabb meghatározását, és kutassa fel azokat a konkrét helyeket, ahol az akkumulálódott szénhidrogénkincs különböző szerkezeti alakzatokban, sztratigráfiai és litológiai csapdákban települ. Ennek biztosítására rendelkezzék olyan mérési kapacitással, amelynek segítségével a geofizikai információk mindig a szükséges mennyiségben, a kívánt időben és helyen, megfelelő részletességgel, a földtani célkitűzések megoldását optimálisan segítve, továbbá minimális ráfordítás mellett álljanak rendelkezésre.

E néhány fontosabb jellemző konkrét tartalommal való megtöltés esetén egy adott időszakra kijelöli a mérőcsoportszámot, a csoportok módszerenkénti összetételét, a fejlesztési és beruházási teendőket, üzem- és munkaszervezéssel kapcsolatos tennivalókat. Végeredményben tehát azt, hogy hol, mikor, mennyit, mit és mennyiért kell kutatnunk.

Számunkra a jövőben a meghatározó jellemzők közül a földtani célkitűzések megváltozásával kapcsolatos tennivalókat ítél-

jük elsődlegesnek, ezek kielégítésére kell erőnk zömét koncentrálni, mert a többi probléma előrelátható tervezés mellett kevesebb — bár nem kevés — erőfeszítéssel megoldható.

Számos félreértés származik a földtani-geofizikai oldalak összetartozását lebecsülő, azt másodlagosnak tekintő álláspontok, vélemények hangoztatásából is. Magas akadémiai szakfórumon hangzott el az a megjegyzés, hogy napjainkban a műszerek és a számítógép bűvöletében élünk, és mintha háttérbe szorult volna a gondolkodó elme szerepe. Az ilyen és ehhez hasonló megfogalmazások nagyon veszélyesek, mert megkérdőjelezhetik a kutatások megfelelő műszerekkel való felszerelését, a földtani célkitűzések megoldására irányuló erőfeszítések megbecsülését. A műszerekkel ugyanis csak valamilyen adatokat rögzítünk, és míg az egyedi mérési adatokból geofizikai térkép vagy földtani információ lesz, ugyancsak bőségesen szerepet kap a gondolkodó elme is. De hangsúlyozni kell, hogy a jó műszer a nélkülözhetetlen alapja a mai modern kutatómunkának.

Ha eddigi tevékenységünket vizsgáljuk, több példát lehet felhozni arra, hogy a nagyon alapos és mindenre kiterjedő földtani célkitűzések azon buktak meg, mert hiányoztak a perspektivikus medenceterületen belüli konkrét szerkezetek kimutatására képes műszerek. Hivatkozhatunk a régmúltból Pávai Vajnáék korszakára (Budafa, Hajdúszoboszló), de saját tevékenységünk néhány olyan állomására is, mint Kiskunhalas, Endrőd, Kaba stb., ahol majdnem azonos területen járt sikerrel a kutatás fejlettebb műszerek és feldolgozó eljárások birtokában.

Ez utóbbi példák talán arra is választ adnak, hogy miért kellett hazánkban éppen a földtani sajátosságok miatt a digitális technikára áttérni, és hogy miért nem sikerült korábban ezeket a telepeket felfedezni. Mindez utólag is a jól átgondolt beruházások szükségességét, egyúttal azok eredményességét is alátámasztja.

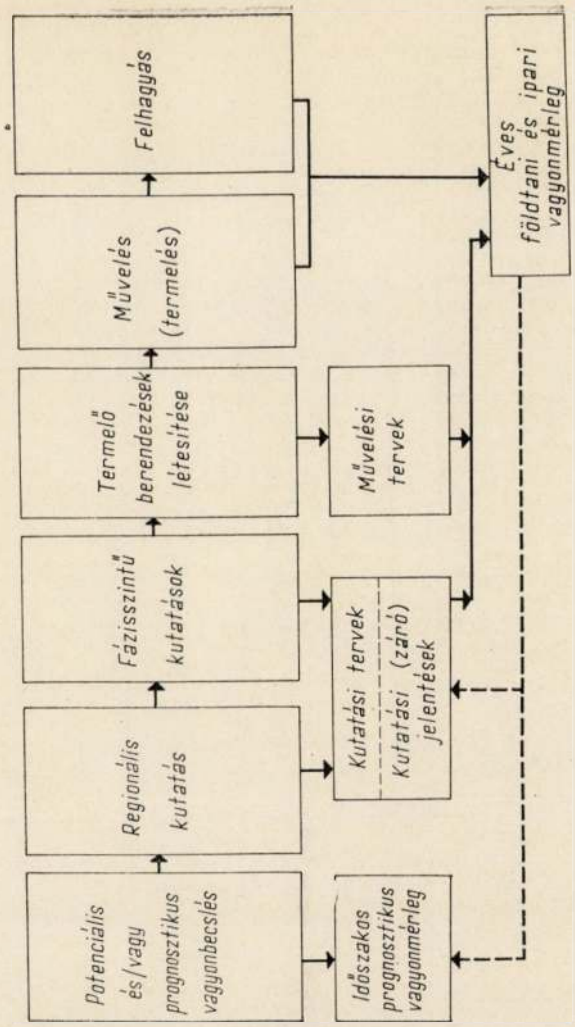
A lényeg tehát azon van, hogy ha azt akarjuk, hogy a geofizika ténylegesen információkat, méghozzá egyre megbízhatóbbakat és pontosabbakat szolgáltasson, fejlesztését csak a földtani feladatok kitűzésével párhuzamosan, annak alárendelten és nem pedig egyéb részcélok alapján szabad meghatározni. A kutatási sorrendet az eredményesség messzemenő figyelembevétele mellett úgy kell kialakítani, hogy először az egyszerűbb, a nagyobb kiterjedésű, a sekélyebb mélységben levő, az olcsóbban megtalálható szerkezeteket kell felkutatni, de a fejlesztésnek már készülni kell a következő, bonyolultabb lépcsőfok feladatainak megoldására is. A sztratigráfiai és litológiai kutatás módszertani, feldolgozási, elméleti és műszeres feltételeinek megteremtése úgysem egy-két esztendő feladata. Miközben tehát erőinket koncentrálva készülünk ezek megoldására, természetes követelmény még a geometriai szeizmika szolgáltatta adatok minőségének további javítása is.

Feladat van tehát bőven. Ha okosan találjuk meg az összhangot a gazdasági és földtani-geofizikai részek között, akkor a geofizikai információk a jövőben is hatékonyan segítik majd hazai medenceterületeink minél alaposabb megismerését.

Pogány László: A hazai szénhidrogénvagyon gazdasági értékelésének fejlesztése

A hazai szénhidrogénvagyon gazdasági értékelésével kapcsolatos feladatok és az értékelő módszerek fejlesztésére vonatkozó elgondolások — a szakmai irányelveknek megfelelően — a közelmúltban fogalmazódtak meg. Az értékelő módszerek fejlesztésében egyrészt az időbeli és a területi kutatás-tervezés költséghatékonyságának, másrészt az ásványvagyon- (a bányavagyon-) értékelés korszerű módszereinek kidolgozása jelentett előrelépést. Az egyedi reálköltség-számításról a természeti paraméteres reálköltség-számításra való áttérést kőolaj és földgáz tekintetében összefoglaló beszámolók tárgyalják.

Legjelentősebb általános szemléleti következtetésnek azt tartjuk, hogy a szénhidrogén-bányászat valamennyi tevékenységét célszerű olyan egységes földtani-műszaki-gazdasági rendszernek tekinteni, ahol a konkrét ismeret változik. A tevékenységek és a folyamatok kapcsolatáról az *1. ábra* nyújt áttekintést. A módszertani eredmények főleg a vagyonminősítés rendjének kialakításában foglalhatók össze. A *2. ábra* szerint a költséghatár, a reálköltség és az in situ érték abszolút mutatóját nagyrészt a vagyon mennyisége, vagyis a kutatás eredményessége (az effektivitás) befolyásolja; a fajlagos mutató kialakításában túlnyomóan naturális-műszaki, nagyrészt természeti paraméterek játszanak szerepet. A műrevalóság fajlagos mutató, ezért egyedül minősítő szerepe fontos, abszolút értékének — különösen különféle ásványvagyon összehasonlításában — nincs jelentősége.

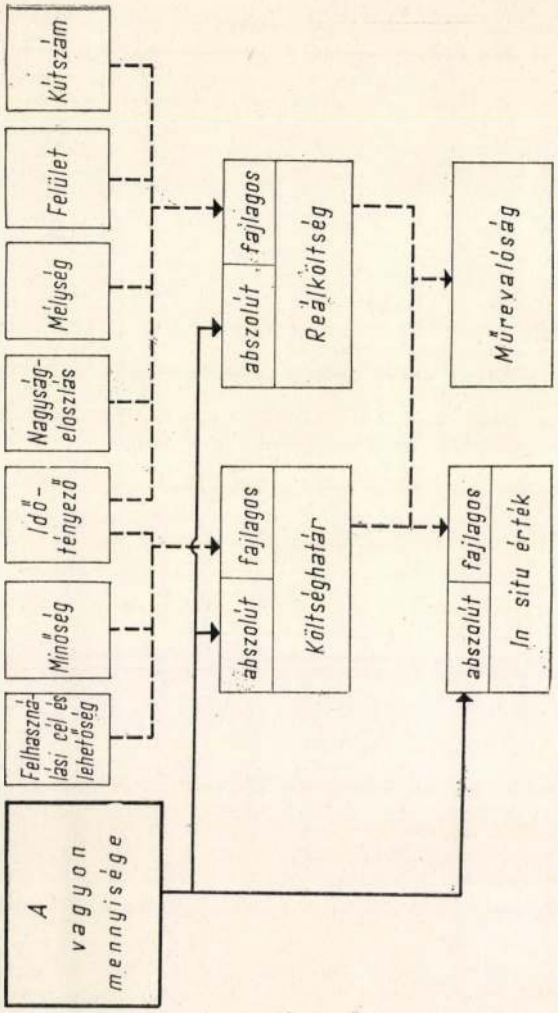


1. ábra

A továbbfejlesztés célja, hogy az általános külkereskedelmi helyzet, a népgazdasági fejlesztés, valamint a belföldi árpolitika irányelveinek és tendenciáinak megfelelő változásokat a szénhidrogéneknél az ásványvagyon 1980. évi újraértékelése során végrehajtsuk, és a szén-dioxid-vagyon értékelési rendjét a szénhidrogénekéhez hasonlóan kidolgozzuk. Ezt a célt szolgálta, hogy elvégeztük a számbavételi egységek megválasztásának földtani műveléstechnológiai és közgazdasági (költséghatár, reálköltség) elemzését, felmértük továbbá a hasznosítás új lehetőségeit és kilátásait. Ennek alapján a választék egyszerűsítését javasoljuk a következők szerint: kőolaj, földgáz, valamint termékek előállítására használt és egyéb célra szolgáló szén-dioxid. Ennek a gondolatnak a jegyében készült — a gázipari tárcaközi bizottság (GTB) megrendelésére — a szén-dioxid-vagyon és az interttartalmú földgázok gazdasági értékelése.

A földtani számbavételi egységek, valamint a hozzá tartozó közgazdasági számbavételi egységek következetes, adott esetben (pl. felhagyás) mégis rugalmas megválasztásának lehetőségét és előnyeit geológuselemzés mutatja be. Távlatilag jelentős eredményeket hozhat az ásványvagyon-minősítés számbavételi egységeinek összehangolása a vállalati gazdálkodás (termelés, gazdasági tervezés, számviteli és mérlegrendszer stb.) és a fejlesztés (beruházás) számbavételi egységeivel.

Számos elemzés rámutatott arra, hogy a minősítés új, egyszerű módszerei jelentős élőmunka-megtakarítással járnak. Nehézségeket okoz viszont, hogy az új módszerekkel nem sikerült áthidalni azt az ellentmondást, amely a legfőbb közgazdasági kategóriák (érték, költség, jövedelmezőség) értelmezése terén — az ásványvagyon-minősítés, valamint a számbavételi egységek tárgyalásánál már említett egyéb közgazdasági tevékenységek között — fennáll. Az ellentmondások részleges áthidalását célozza a szénhidrogének és a szén-dioxid 1980—1985. évi költséghatárára vonatkozó egységes metodika kidolgozása.



2. ábra

Figyelmet érdemel, hogy mind a belföldi, energetikai árrendszer, sőt mondhatni az egész árrendszer, mind az energetikai ásványvagyon-költséghatár kialakításában igen fontos az importszénhidrogének, különösen az importkőolaj várható költségének (növekményköltségének) megállapítására vonatkozó döntés, amely a prognózisok lehetséges hibája miatt szükségszerűen stratégiai döntés.

A minősítés technikai feladatait a MÁFI és az OKGT számítógépes rendszerének az előbbieknek megfelelő egyszerűsítése és összehangolása, valamint a gazdasági értékelés módszereinek számítógépes programozására alapított továbbfejlesztése szabja meg. El kell érni, hogy az *1. ábrán* feltüntetett bányászati tevékenységek valamennyi információja az országos ásványvagyonmérleg részére összehangolt kódszámrendszerben, a kutatástervezéssel és a műveléstervezéssel egyidőben rendelkezésre álljon.

Az előzőkben vázolt rendszerszemléletű minősítés és értékelési metodika — a földtani-műszaki-gazdasági összefüggések, valamint a számítógépi modellek és programcsaládok felhasználásával — lehetővé teszi a hazai szénhidrogén- és szén-dioxid-kutatás rendszer- és függvényszemléletű értékelését, amelynél az általános bányászati és iparvezetési, valamint az energetikai kapcsolódásokat vesszük figyelembe.

Dudás József—dr. *Faller Gusztáv*—*Tóth József:* A hazai szénhidrogénvagyon gazdasági minősítésének általános és sajátos vonásai

Az érintett szakkörökben ma már nemzetközi méretekben uralkodó álláspontnak lehet tekinteni, és ezért nem szorul különösebb indoklásra, hogy számos közös tulajdonságuk (pl. korlátozott mértékű rendelkezésre állásuk) folytán valamennyi természeti erőforráscsoport gazdasági értékelési módszerének közös, egységes elveken kell alapulnia. Ilyen alapelveknek tekinthetők hogy

— az egyes erőforráscsoportok gazdasági értékelése optimális igénybevételük megfelelő távlati programjának megalkotásával kölcsönhatásban végezhető el;
— ennek a programozásnak a célfüggvénye az kell legyen, hogy a vizsgált időpontban a vizsgált erőforráscsoport iránt fennálló társadalmi szükséglet (első korlátozó feltétel) minimális ráfordítással elégíthető ki;
— az értékelésnél különleges jelentősége (mintegy értékmérő szerepe) lesz az erőforráscsoport azon egyedi elemének, amely az optimális igénybevételi programban a legnagyobb (szükséges) ráfordítást igényli, ehhez — a programban még szerephez jutó „legrosszabb" forráselemhez — képest ugyanis valamennyi, a programban részt vevő forráselem különbözeti járadékot élvez, és
— az előbbiek szerinti különbözeti járadék szolgálhat alapul az egyes forráselemek kvantitatív gazdasági értékeléséhez.

Azokban a nemzetgazdaságokban, ahol az árakat a tervgazdálkodás keretében tudatosan eltérítik az értéktől, annál kevésbé használhatók fel az erőforrások gazdasági értékelése során az aktuális árak, minél nagyobb arányú ez az eltérítés és minél nyíltabb a gazdaság, minél nagyobb arányúak külgazdasági kapcsolatai.

Az a körülmény, hogy az egyes erőforráscsoportokra nézve azonos alapelveket kell érvényesíteni gazdasági értékelésük során, korántsem jelenti azt, hogy minden erőforráscsoportra azonos, konkrét metodikát lehet alkalmazni. Az egyes erőforráscsoportok konkrét gazdasági értékelési metodikája oly mértékben kell általános legyen, hogy abban a vázolt közös alapelvek érvényesüljenek, és oly mértékben kell speciális legyen, amennyire azt az egyes erőforráscsoportok egymástól eltérő sajátosságai indokolják. A különbözeti járadék elvén történő értékelés egyébként éppen azért lehet közös elvi alap, mert képződése — a korlátozott rendelkezésre állással is összefüggésben — valamennyi erőforráscsoportra jellemző.

Hasonlóképpen közös jellemző az is, hogy az igénybevételük gazdaságosságát érintő természeti adottságok „előzetesen" csak korlátozott pontossággal, megbízhatósággal vehetők tekintetbe: az ásványinyersanyag-előfordulások tényleges adottságaira vonatkozóan a földtani kutatás nyújtotta primer információk reprezentatív jellegűek, de a megújuló természeti javak igénybevételének gazdaságosságát érintő természeti adottságok közül is például a várható időjárás — amely egyébként a külszínen folytatott kitermelés gazdaságosságát is befolyásolhatja — csak korlátozott pontossággal prognosztizálható.

Az előbbi csoportosításban egyébként már kifejezésre juttattuk, hogy az erőforráscsoportok egy fontos ismérv szerint kétfélék, és ez az ismérv alapvető jelentőségű lesz a konkrét metodikák sajátos voltának szükségszerűségét illetően: az egyes ásványinyersanyag-fajták alkotta erőforráscsoportok gyakorlati szempontból meg nem újulók, illetve tételesen in situ nem reprodukálhatók, míg például a vízhasznosítás, az idegenforgalmi adottságok hasznosítása, a szántóföldi növénytermesztés, az ültetvénygazdálkodás, az erdőgazdálkodás bázisát képező erőforráscsoportok megújulók, in situ tételesen reprodukálhatók. Az egyes erőforráscsoportok igénybevételét az egyszerűség kedvéért kitermelésnek nevezve, az sem szorul különösebb bizonyításra, hogy ezek a kitermeléstípusok az előlegezendő tőke és a folyamatos „üzemviteli" költségek fajlagos nagysága, a kitermelés, illetve a termelési ciklusok időtartama és számos egyéb tényező szempontjából is különböznek egymástól.

Mindezek sajátos elemeket kényszerítenek érvényesíteni az egyes erőforráscsoportok értékelésére alkalmas konkrét metodikában. Ugyanakkor az egységes általános, közös elvi alapok megfelelő érvényesítése szükséges a speciális metodikában azért is, mert az erőforrások igénybevételének világszerte gyorsuló üteme és bővülő méretei folytán egyre gyakrabban kerül sor különböző erőforráscsoportokba tartozó egyedi erőforrások egymást érintő „kiaknázására", a bányászat „beavatkozik" a földkéreg vízháztartásába, a külfejtéses bányászat mező- vagy erdőgazdasági területeket vesz „átmenetileg" igénybe, a bányászat üdülőkörzeteket érinthet, az erdőgazdálkodás sok esetben összehangolandó az idegenforgalmi „kiaknázással" stb.

Ilyen esetekben csakúgy, mint a különféle ásványi nyersanyagoknak egy bányaművelési rendszerben történő kiaknázásakor, az erőforrások komplex hasznosításáról beszélhetünk, aminek gazdasági megítélése csak úgy lehetséges, ha valamennyi erőforráscsoport gazdasági értékelésének alapelvei azonosak.

A felsorolt példák talán azt is érzékeltetik, hogy az alapelvi azonosság egyben lehetővé teszi, sőt, mintegy automatikusan biztosítja azoknak a környezetvédelmi problémáknak az optimális megoldását is, amelyek a természeti erőforrások igénybevétele során jelentkezhetnek: az erőforrás-igénybevétel és a környezetvédelem ugyanis ezáltal kezelhető egyugyanazon rendszerben.

Rátérve az egyes ásványinyersanyag-fajták alkotta erőforráscsoportok gazdasági értékelésének Magyarországon alkalmazott módszerére, elsősorban azt kell az előbbiekből valamennyi nyersanyagfajtára vonatkozó közös elemként kiemelnünk, hogy tehát az ásványi nyersanyagok tételesen, in situ nem reprodukálhatók, az előfordulások előzetesen csak reprezentatíve ismerhetők meg, kiaknázásuk gazdaságosságát a technikai fejlettség adott szintjén a természeti adottságok nagymértékben determinálják, és minthogy ezek az adottságok nagyon heterogének, adottak a különbözeti bányajáradék létrejöttének feltételei. Népgazdaságunk nagymértékben nyílt típusú, és az aktuális árak az értéktől tudatosan eltérítettek. Ezek az adottságok közösek valamennyi ásványinyersanyag-féleségre nézve, és így alapul szolgálnak közös érvényű metodika szerinti gazdasági értékelésükhöz.

Ismeretes, hogy ennek lényegét az

$$E = Q(w-k),$$

illetve az

$$r = \frac{w}{k}$$

összefüggések fejezik ki. Az értékelés keretében meghatározzák a műszakilag kitermelhető ásványvagyon Q (tonna) mennyiségét oly módon, hogy a földtani vagyont a termelés során előálló, optimális mértékű veszteséggel és hígulással korrigálják, megállapítják az adott vagyon w (Ft/t) termelési költséghatárát és k (Ft/t) reálönköltségét, s mindezek alapján az E (Ft) in situ értéket úgy, hogy a summázásba csak azokat az ásványvagyonelemeket vonják be, melyekre nézve $r>1$.

Ezek a mindenféle ásványvagyonra érvényes formulák egyben az ásványvagyon-gazdálkodás során maximálandó célfüggvényekként értelmezendők. E szempontból a „mit akarunk"-ra adandó válasz tehát általános jellegű minden ásványi nyersanyagra, a „hogyan akarjuk" azonban nyersanyagtípusonként sajátosan válaszolható meg.

A szénhidrogén-előfordulások gazdasági megítélésének sajátos vonásai azokra a különbözőségekre vezethetők vissza, amelyek más nyersanyag-előfordulásokhoz viszonyítva a földtani-teleptani adottságokban, a nyersanyag fizikai-kémiai tulajdonságaiban, kiaknázásuk műszaki-gazdasági körülményeiben mutatkoznak. Bár ezek között elsősorban a fluid halmazállapot, a számottevő mélység és a kitermelés módja látszik az eltérések fő tényezőjének, mégsem ezeket kell alapvetően differenciáló körülményeknek tekinteni. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy a bányászat fejlődése más nyersanyagoknál is éppen a halmazállapot-változtatással és a fúrólyukon keresztül történő kiaknázással megvalósítható, forradalmian új technológiák térhódítása irányában hat, és előbb vagy utóbb minden nyersanyagtermelésre a növekvő mélységek lesznek jellemzőek.

Az eltérő sajátosságok lényegét sokkal inkább meghatározzák azok a körülmények, amelyek a szénhidrogénvagyon in situ pótolhatatlanságának ama oldalával kapcsolatosak, hogy nehezebben, illetve sokkal drágábban helyettesíthetők más nyersanyaggal, továbbá hogy ismert és reménybeli vagyonuk sokkal „végesebb" (kevesebb), mint más nyersanyagoké (gondoljunk a sok száz éves tartalékokkal rendelkező szénbányászatra, vagy a gyengébb minőségben világszinten szinte korlátlanul rendelkezésre álló ércekre), és az, hogy értékük — az összes tömegesen termelt nyersanyag között — rendkívül nagy mértékben haladja meg kitermelésük költségét. Elsősorban e sajátosságokra vezethető vissza az a körülmény, hogy amíg más nyersanyagok kiaknázása során a fejtési koncentráció növelése, a termelékenység fokozása, a magas fokú gépesítettség és automatizálás kifejlesztése képezi a fejlődés útját, s ezzel mint nem kívánatos, de csaknem szükségszerű jelenségként növekvő termelési veszteségek járnak együtt, addig a szénhidrogén-termelés műszaki és tudományos fejlesztési irányai mindinkább a jobb kihozatalt (kisebb veszteséget) biztosító megoldások, pl. a másodlagos, harmadlagos termelési módszerek térhódítása felé mutatnak.

Számottevő az eltérés a termelési reálköltségek a priori megállapításánál, ahol a szilárd ásványi nyersanyagok reálköltségét — a természeti paramétereken kívül — sokkal több műszaki-technológiai jellegű paraméter figyelembevételével lehet kalkulálni, mint a szénhidrogén-termelés reálköltségét. Ugyanazon természeti paraméter költségbefolyásoló hatása gyakran teljesen más a fluidum, illetve a szilárd nyersanyagok bányászatában. A szénhidrogén-termelés esetén lecsökken azoknak a paramétereknek szerepe, amelyek az ember és a kőzet közvetlen érintkezéséből fakadó veszélyek (pl. víz-, gázbetörés) megelőzésére hivatott költségelemeket teszik kalkulálhatóvá. A szilárdnyersanyag-termelés költségeit alacsonyabb költségszinten, de szélsőségesebb határok között befolyásolja a lelőhely mélysége. Ugyanakkor a szilárd nyersanyagoknál csaknem elhanyagolható kutatási költségigény a fluidumbányászatban sokkal nagyobb jelentőséget kap. A szilárdnyersanyag-termelés főbb szakaszai — a kutatás, bányalétesítés, feltárás, előkészítés, termelés — időben és költségelésben is jól differenciáltak, így a reálköltség-kalkuláció természetes szakaszait képezhetik. A fluidumbányászat során ez a szakaszosság sokszor összeolvadó, vagy nem is értelmezhető, így a reálköltség-kalkulációkat a technikai elemek kihagyásával, alapvetően természeti paraméterekkel is el lehet végezni. Ez a körülmény előnyös és jól kihasználható a kalkulációk fúrási alapadatokból kiinduló számítógépes végrehajtásánál. Ezért is áll a szénhidrogén-bányászat előbbre e vonatkozásban a szilárdnyersanyag-bányászathoz képest, ahol a fúrási alapadatokból kiinduló számítógépes kalkulációs módszerek alkalmazása még korántsem általános, noha jelentős ütemben fejlődik.

E rövid összefoglaló keretei között elsősorban az elvi-módszertani sajátosságok vizsgálata került előtérbe, és nem sok szó esett a formális, tételes eltérésekről annak ellenére, hogy a gyakorlati ásványvagyon-minősítő, -megítélő tevékenységet tulajdonképpen ezek differenciálják szilárdnyersanyag-minősítésre. Úgy véljük azonban, hogy a specifikumok a műszaki-tudományos fejlődés forradalmi korszakában hangsúlyozottan időleges jelenségek, s mindinkább talajt veszít az antagonisztikus elemek hangoztatásának realitása. A szénhidrogéntermékek feldolgozásában közismert Shell cég 1985-ben 35 millió tonna szenet fog termelni, s világviszonylatban már-már túllép a kuriózumok határán a szénből előállított földgáz, benzin és egyéb szénhidrogén-származékokként ismert termékek gyártása. A „nagy versenytárs", a nukleáris energia felhasználása éppen olyan bányászati bázison fejlődik, mint a szénhidrogén- vagy szénhasznosítás, feldolgozásuk során pedig növekvő szerephez jutnak a hagyományos energiahordozókkal való olyan kölcsönhatásos kapcsolatok (pl. a reaktorhővel táplált gőz—gáz körfolyamat), melyek a természeti adottságok társadalmi hasznosításának nagyobb hatékonyságát biztosítják.

Előadásunk témájának értelmezésében abból indultunk ki, hogy az ásványvagyon-gazdálkodás hazai gyakorlatában és az ennek alapját képező gazdasági értékelésben általános, minden nyersanyagfajta tekintetében közös az, hogy „mit akarunk", és nyersanyagfajtánként sajátos, egyedi lehet az, hogy „hogyan akarjuk". Legyen szabad ennek kiegészítéséül az „általános" és az „egyes" filozófiai megközelítésére utalva, egy, a témakör kínálta, jellegében azonban nem műszaki-gazdasági megfontolással zárni mondanivalónkat. Ismeretes a marxista dialektika azon tétele, mely szerint az „egyes" nem jelenik meg és nem létezik másként, mint az „általánossal" kölcsönhatásban, az „általános" viszont nem létezik másként, mint az „egyes"-ben, illetve az „egyes" dolgok, tárgyak, jelenségek tömegének dialektikus kölcsönhatása révén. Ebből következően a minősítési rendszer tekintetében oktalan azt kutatni, hogy az egyes nyersanyagokra vonatkozó módszertani specifikumoknak, vagy az általános metodikai megfontolásoknak legyen-e primátusa, hiszen világos, hogy e két aspektus kölcsönösen feltételezi egymást; világos, hogy egyforma jelentőségű kapcsolatukban a specifikumoknak az általánost „gazdagító" volta és az általános megfontolásoknak a speciális problémák megoldását elősegíteni képes volta. S vajon nem éppen egyesületünkben találhat-e a legnagyobb megértésre — és nemcsak a műrevalósági minősítés kérdésében — az „általános" és a „sajátos" eme dialektikája? Egyesületünkben, a különféle szakosztályokon belül együttműködő szakemberek tématerületük „sajátos" feladatainak megoldásán úgy munkálkodnak, hogy ezzel valamennyi szakosztály közös — s mint ilyen „általános" — célját kívánják szolgálni, azt a nagyon aktuális közös célt, hogy minél hatékonyabban legyen igénybe vehető népgazdaságunk termelési szerkezetének javítása szolgálatában a hazai ásványinyersanyag-vagyon. Ezért szolgált „általánosan" örömünkre, hogy a kőolaj-, földgáz- és vízbányászati szakosztály napirendre tűzte az ásványvagyon gazdasági értékelésének témakörét, „sajátosan" pedig az, hogy itt a témával kapcsolatos néhány gondolatunkat kifejthettük, amit hálásan köszönünk.

A világ 1979. január 1-i biztos kőolajtartaléka

Ország	Kőolajvagyon millió tonna	A világ összes %-ában
Észak-Amerika	4 707	5,4
ebből USA	3 888	4,4
Kanada	819	1,0
Latin-Amerika	5 627	6,4
ebből Venezuela	2 456	2,8
Mexikó	2 183*	2,5
Argentína	327	0,4
Közel-Kelet	50 913	58,2
ebből Szaúd-Arábia	23 048	26,3
Irán	8 049	9,2
Irak	4 379	5,0
Kuvait	9 473	10,8
Abu-Dhabi	4 093	4,7
Egyiptom	437	0,5
Katar	546	0,6
Oman	341	0,4
Dubai	177	0,2
Afrika	7 461	8,5
ebből Nigéria	2 483	2,8
Líbia	3 315	3,8
Algéria	859	1,0
Gabon	269	0,3
Nyugat-Európa	3 270	3,7
ebből Anglia	2 183	2,5
Norvégia	805	0,9
NSZK	42	
Távol-Kelet	2 730	3,1
Európai szocialista országok	10 095	11,6
ebből Szovjetunió	9 686	11,1
Románia	140	0,2
Kína	2 729	3,1
Világ összesen	87 532	100,0

* A PEMEX becslése szerint Mexikó kőolajvagyona 5,5 milliárd tonna.
(Comité Professionel du Pétrole, 1979. febr. 21.)

Kassai Lajos

KÖZLEMÉNY

A f. év augusztusában megtartott pécsi vándorgyűlésen találtak egy bányászgyűrű-betétet. Tulajdonosa átveheti lapunk szerkesztőségénél.

*

FELHÍVÁS CIKKÍRÓINKHOZ!

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete 1980. január 1-től az SI nemzetközi mértékegység-rendszer használatát írja elő.

Ennek megfelelően a jövőben csak olyan cikket fogadunk el közlésre, amely e rendeletnek eleget tesz.

Lapunk 1978. júliusi számában részletesen ismertettük az SI nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és a gyakorlatban való bevezetéséhez az átszámítási tényezőket.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

KÜLFÖLDI HÍREK

Svéd tanulmány a szovjet kőolajexport várható növekedéséről

A Szovjetuniónak megvan a lehetősége a termelési kapacitás további gyors növelésére, és emellett módjában áll az is, hogy a következő években jelentékenyen fejlessze nyugati ipari országokba irányuló kőolajkivitelét. A „Petro Studies" nevű, Malmő székhellyel tevékenykedő svéd tervezővállalat összefoglaló tanulmányt készített e kérdéssel kapcsolatban, és a vonatkozó adatok két évig tartó elemzésével arra a megállapításra jutott, hogy a kőolajmezők termeltetésében a Szovjetuniónak még jelentős műszaki tartalékai vannak. A nyugat-szibériai nagy kőolajmezők esetében még 30%-os többlettermelésre is volna lehetőség a technikai maximum eléréséig. Ebből a svéd cég arra a következtetésre jut, hogy 1990-ig nagyobb nehézségek nélkül mód van a szovjet kőolajtermelés megkétszerezésére. Ehhez még csak nem is volna szükség újabb nagyobb arányú előfordulások felkutatására.

A Petro Studies cég Szovjet előkészületek a kőolajexport nagyarányú fejlesztésére című legújabban megjelent tanulmányában lehetségesnek tartja a Nyugat felé irányuló kőolajexport megháromszorozását az 1977-től 1985-ig terjedő időszakban, elérve a 185 millió tonnás volument. A kőolaj legnagyobb részét Nyugat-Európába exportálnák, ahol a Szovjetunió 1985-ig közel negyedrészét fedezhetné az ottani nyersolaj- és kőolajtermékszükségleteknek. 1977-ben — összehasonlításként — a szükségletnek csak 9,7%-át fedezte. A Nyugat kőolaj-finomítói és kőolajszállítói tehát minden bizonnyal egyre erőteljesebb konkurrenciára számíthatnak a nemzetközi kőolajpiacon.

A tanulmány arra a megállapításra jut, hogy a Nyugat felé irányuló szovjet kőolajexport a 80-as évek közepére 20 milliárd dolláros értékvolument is elérhet, szemben az 1977. évi 4,6 milliárd dolláros nagyságrenddel. A Nyugat ipara ellenszolgáltatásként a szükséges felszerelést és a know-how-kat adhatná.

Vizsgálataik alapján az elmúlt négy év folyamán a Szovjetuniónak sikerült részesedését a nyugat-európai kőolajtermékpiacon 16,5%-ra növelnie. Egyidejűleg megállapítható volt, hogy a nehéz fűtőolajok forgalmazásáról fokozatosan áttérnek a középdesztillátumokéra. Mint minden ország, így a Szovjetunió is arra törekszik, hogy egyre nagyobb értékben exportáljon készterméket a nyers kőolaj helyett. Már csak ezért is tervbe vették, illetve meg is kezdték néhány kőolaj-finomító építését a határok közelében. A szovjet külkereskedelem irányítói az eddigiek során a nyugat-európai kőolajpiacokon termékáraikat az ottani árszínvonalnak megfelelően, illetve csak kevéssel alacsonyabb szinten tartják. Ezen árpolitika révén elvárható, hogy itt a jövőben újabb felvevőpiacokat teremtenek a szovjet kőolaj számára.

A Petro Studies vizsgálati eredményeinek publikálásával lényegében cáfolja az Egyesült Államok titkosszolgálatának mostanában gyakran publikált megállapításait, amelyek a Szovjetunió állítólagos nehézségeire utaltak a kőolajtermelés növelése terén és az új kőolajmezők feltárásával kapcsolatban. Hogy a Szovjetunió milyen komoly jelentőséget tulajdonít kőolajpolitikája megvalósításával kapcsolatos célkitűzéseinek, azt többek között az is mutatja, hogy nemrégiben alapvető átszervezéseket hajtott végre a kőolaj és földgáz termelését és kutatását irányító szerveinél. Ezenkívül új kőolajfinomítók építését kezdte meg, tankhajóflottáját pedig erős ütemben fejleszti.

Europe Oil-Telegram, 1978. szept.

Kassai Lajos

Növekvő szénhidrogén-termelés Olaszországban

A kőolaj- és a kondenzátumtermelés az 1977. évi 1 123 000-ról 1 450 000 t-ra (+29%), a földgáztermelés pedig 13 736 milló m³-ről 14 00 millió m³-re emelkedett 1978-ban. A kőolajimport 108 millió t-t tett ki (+4%).

Petroleum Economist, 1979. 5. sz.

Olaszország 1977—1978. évi szénhidrogén-termelése

	1977	1978
Kőolaj, e. t	1083	1415
Gáz-csapadék, e. t	40	35
Földgáz, Gm³	13,736	14,0

Erdöl-Dienst, 1979. 32. sz.

Szegesi K.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

М. Арпаши, инж.-нефтяник—*П. Петро*, математик **Истолкование закона Архимеда при расчете обсадных колонн** ..... **Стр. 289**

Правильное толкование выталкивающей силы в технологии глубокого бурения и в более узком смысле в расчете колонн обсадных труб имеет большое значение. После критического анализа известных до сих пор представлений об архимедовой силе в работе приводится метод определения напряженного состояния и деформации обсадных колонн, находящихся в вертикальной или наклонной скважине, заполненной жидкостью.

А. А. Гайворонский, инж.-буровик, канд. тех. наук—*А. В. Орлов*, инж.-буровик, канд. тех. наук: **Бурение со сбалансированным давлением в Советском Союзе** ... **Стр. 302**

Ф. Торнёш—Й. Патаки—Э. Вег—З. Флориан—Л. Хильдебранд, инженеры-механики: **Направления и результаты развития выпуска продукции на Заводе задунайского нефтяного машиностроения Ч. П.** ..... **Стр. 307**

Описываются работы по развитию оборудования и арматур, детально излагается деятельность в области развития бурового оборудования, технологии и контроля качества. В области производства арматур — от традиционных клиновых задвижек до современных шаровых кранов — ряд продуктов является вехой на пути развития. Производством бурового оборудования завод все полнее удовлетворяет возрастающим требованиям отрасли. Разносторонняя задача, стоящая перед заводом может быть решена только путем совершенствования техники и технологии производства и обеспечения качества продуктов.

*

AUS DEM INHALT

Dipl.-Ing. *Miklós Árpási*—Dipl.-Ing. *Pál Petró:* **Auslegung des archimedischen Geseztes bei der Dimensionierung von Futterrohrtouren** ..... **S. 289**

Die richtige Auslegung der Auftriebskraft ist in der Bohrtechnologie, bzw. innerhalb derselben bei der Dimensionierung von Futterrohrtouren von grosser Bedeutung. Nach einem kritischen Überblick über die bisher bekannten Auffassungen bezüglich des Auftriebskraft stellt der Beitrag eine Lösung zur Bestimmung des Spannungs- und Formänderungszustands von Futterrohrtouren dar, die in mit Flüssigkeit gefüllten vertikalen und schrägen Bohrungen hängen.

Dipl.-Ing. *A. A. Gaiworonskij*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *A. V. Orlov*, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Subbalanciertes Bohren in der Sowjetunion** ..... **S. 302**

Dipl.-Ing. *Ferenc Tornyos*—Dipl.-Ing. *József Pataki*—Dipl.-Ing. *Endre Végh*—Dipl.-Ing. *Zoltán Flórián*—Dipl.-Ing. *László Hildebrand:* **Tendenzen und Ergebnisse der Produktenentwicklung im DKG (Transdanubischen Maschinenfabrik für die Erdölindustrie)—2. Teil** ..... **S. 307**

Die Verfasser behandeln die im DKG realisierte Ausrüstungsentwicklung, stellen die Entwicklung von Bohranlagen dar und schildern die Entwicklung der Technologie und der Gütekontrolle. Bei der Herstellung von Ausrüstungen kennzeichnen zahlreiche Produkte die Meilensteine der Entwicklung von den herkömmlichen Keilschiebern bis zu den modernen Kugelhähnen. Bei der Herstellung von Bohranlagen befriedigt DKG die zunehmenden Ansprüche der Bohrindustrie in steigendem Masse. Die vielfachen Aufgaben können nur durch die Modernisierung der Technologie und der Technik und durch Garantierung der Qualität der Fabrikate gelöst werden.

*

Miklós Árpási, Petroleum Eng.—*Pál Petró*, Matematician: **Interpretation of the Archimedean principle for dimensioning casing strings** ..... **p. 289**

The correct interpretation of buoyancy is of high importance in deep-drilling technology and/or, within the framework of this, in the design of casing strings. After a critical survey of the buoyancy conceptions known so far, the paper describes a solution for determining the stress and deformation states of casing strings hanging in vertical and slant borehole filled with fluid.

A. A. Gaivoronski, Drilling Eng., Candidate of technical sciences—*A. V. Orlov*, Drilling Eng., Candidate of technical sciences: **Balanced drilling in the Soviet Union** ..... **p. 302**

Ferenc Tornyos, Mechanical Eng.—*József Pataki*, Mechanical Eng.—*Endre Végh*, Mechanical Eng.—*Zoltán Flórián*, Mechanical Eng.—*László Hildebrand*, Mechanical Eng.: **Trends and results of product development at DKG (Transdanubian Machine Factory for the Petroleum Industry)—Part 2** ..... **p. 307**

The fitting development system realized at DKG is outlined. Development activity for drilling rigs is described in detail. Progress of the technology and quality inspection is discussed. The milestones of the evolution are indicated by a number of products in the fitting manufacturing from the traditional wedge gate valves to up-to-date ball-valves. In the field of drilling rig manufacturing, DKG meets the ever increasing requirements of the drilling industry to the highest degree. The multiple demands raised upon the factory can only be met by modernizing its technologies and technics and by guaranteeing product quality.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Akadémiai Bizottsága kémiai szakbizottságának kőolaj- és gázipari munkabizottsága az alábbi témakörökből pályázatot hirdet:

1. Nagy inerttartalmú földgázok energiahordozóként, illetve alapanyagként történő hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata.
2. Bitumenek, kenőolajok, valamint kis volumenű kőolajipari termékek szerkezeti módosítását befolyásoló adalékok kísérleti kutatása, vizsgálata és ipari felhasználása.
3. A kőolajbányászat és -feldolgozás, a kőolajtermékek felhasználása, valamint a városi és földgázszolgáltatás során fellépő levegő-, víz- és talajszennyező hatások csökkentésének lehetőségei.

Beküldési határidő: 1980. szeptember 1.

Pályadíjak:

I. díj	10 000 Ft
II. díj	6 000 Ft
III. díj	4 000 Ft.

Pályázati feltételek:

Pályázhatnak tudományos, vagy gyakorlati munkakörben dolgozó egyéni kutatók és kutató kollektívák, attól függetlenül, hogy tagjai-e a Veszprémi Akadémiai Bizottságnak, illetve a Veszprémi Akadémiai Bizottság valamely szakbizottságának.

A pályázaton eddig nem publikált, másutt be nem nyújtott olyan tanulmányokkal lehet részt venni, amelyek a feldolgozott téma eddigi irodalmához képest eredeti, új gondolatanyagot tartalmaznak. A pályázat jeilgés. A pályázathoz zárt borítékban csatolni kell a pályázó nevét és pontos címét.

A pályázatot öt példányban, ritkított sorokkal gépelve, A/4 formátumban kell beadni a Veszprémi Akadémiai Bizottság titkárságához, Veszprém, Tolbuhin u. 37. 8201.

A tanulmányhoz egy egyoldalas összefoglalót is kell csatolni, és a pályázónak meg kell jelölnie a gyakorlati felhasználhatóság szempontjából számbajöhető területeket, intézményeket, illetve üzemeket.

A pályázatok terjedelmét a Veszprémi Akadémiai Bizottság nem kívánja korlátozni.

A bíráló bizottság fenntartja a jogot, hogy pályadíjakat megosszon, illetve visszatartson, amennyiben megfelelő tudományos színvonalú mű valamelyik meghirdetett témakörből nem érkezne be.

A pályázatok eredményhirdetésére minden évben a VEAB decemberi plénumán kerül sor.

A MTA VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 321—352 oldal
BUDAPEST, 1979. NOVEMBER HÓ
11

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

BÁLINT VALÉR—PAÁL TIBOR — A nedvesítési állapot és az áramlási jellemzők változása CO_2-dal telített fluidum-rendszerek porózus közegben való áramoltatásakor 321

BÉLTEKY LAJOS—KORIM KÁLMÁN — A magyarországi szénhidrogén-kutatások szerepe a hévízkincs feltárásában 328

ELEK ISTVÁN — Természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs törvényszerűségeinek felhasználási lehetőségei a komplex ásványinyersanyag-kutatásban, kölönös tekintettel a szénhidrogénfluidum-prognózisra és a tárolók tanulmányozására 1. és 2. fejezet 336

PAPP ISTVÁN — Új módszer földgázok eltérési tényezőjének számítására 345
Szakosztályi hírek 350
Hírek az üzemekből 348, 350
Könyvismertetés 351
Külföldi hírek 335, 344, 347, 351
Közlemény 327
Felhívás cikkíróinkhoz 349
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ—AUS DEM INHALT—FROM THE CONTENTS 352

A SZÁM SZERZŐI:

BÁLINT VALÉR dr., okl. olajmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, igazgató (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); BÉLTEKY LAJOS okl. gépészmérnök (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); ELEK ISTVÁN okl. bányamérnök, tudományos főmunkatárs (Mecseki Ércbányászati Vállalat, Kővágószőlős); KORIM KÁLMÁN dr., okl. geológus, főgeológus (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); PAÁL TIBOR okl. olajmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); PAPP ISTVÁN okl. olajmérnök, kutató (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-4989 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft

Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 11. szám 1979. november

A nedvesítési állapot és az áramlási jellemzők változása CO_2-dal telített fluidum-rendszerek porózus közegben való áramoltatásakor

BÁLINT VALÉR—
PAÁL TIBOR

A tanulmány a víz—olaj—CO_2—tárolókőzet rendszer fizikai-kémiai jellemzőinek változásaival, annak az áramlási jellemzőkre gyakorolt hatásaival foglalkozik.

A szerzők megállapítják, hogy a CO_2 olajban való oldódásakor csökkenti a poláros olajkomponensek (aszfaltének-maltének) oldhatóságát, megnő az adszorpciójuk, az olaj duzzadása következtében nagyobb kőzetfelülettel érintkeznek, ennek következtében a kőzetfelületet olajnedvesebb jellegűvé változtatja. Áramlástani paraméterek sorozatán mutatják be az olajnedvesebb jelleg kialakulását, mely függvénye az olaj minőségének, az oldott fajlagos CO_2 mennyiségének, a tárolókőzet anyagi összetételének és pórusszerkezetének.

A CO_2 hatékony kiszorító közeg mind másodlagos, mind harmadlagos művelési módszerként való alkalmazás esetén. Az irodalmi adatok, a laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok és az üzemi kísérletek eredményei azt bizonyítják, hogy a mikroszkopikus kiszorítási tényező 8—14% között változhat az eljárás alkalmazási módjától, az olaj minőségétől és a tárolóparaméterektől függően.

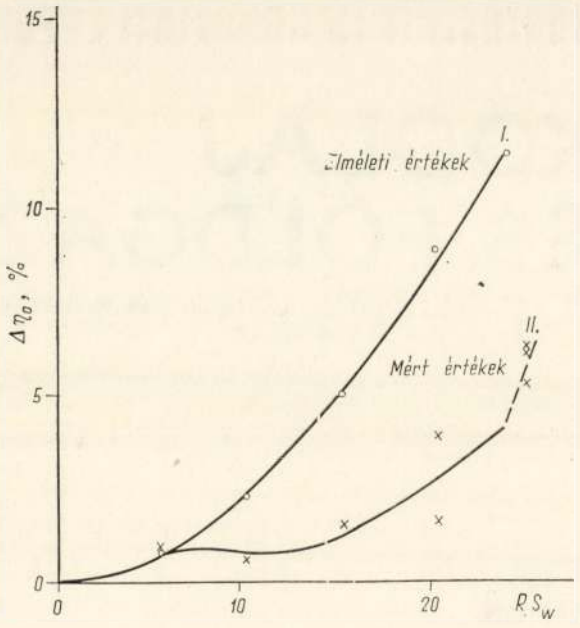
A CO_2-os olajkiszorítási eljárás különböző változatainak alkalmazása során elért többletolaj-kihozatal a korábbi munkáinkban ismertetett tényezők hatásának együttes eredménye. E tényezők közül az eddigi laboratóriumi kutatások és üzemi alkalmazás eredményeiből egyértelműen elkülöníthetjük azokat, amelyek nagymértékben hozzájárulnak a többletolaj kitermeléséhez. „Könnyű" olajat tartalmazó, pl. Budafa és Lovászi típusú mezőkre ezek a következők:

1. A CO_2, illetve megfelelően nagy CO_2-tartalmú kevert gáz nagy nyomáson és réteghőmérsékleten igen jól oldódik az olajban (sokkal jobban, mint az eredetileg telítő CH gázok), ennek következtében
   — növeli az olaj térfogatát és a relatív olajtelítettséget,
   — csökken az olaj viszkozitása, és kedvezően alakul mozgékonysága.
2. A szabad CO_2 gáz a tároló maradékolajának egy részét képes helyettesíteni, ezáltal is csökken a maradékolaj-telítettség.
3. CO_2—olaj—víz—kőzet rendszerben fizikai-kémiai folyamatok játszódnak le, melynek következtében változik
   — a rendszer felületi és határfelületi tulajdonsága,
   — a tároló kőzetfizikai és áramlási tulajdonsága.
4. A CO_2 jól oldódik a vízben, melynek következtében
   — növekszik a víz viszkozitása,
   — javul a víz olajkiszorító tulajdonsága.

Az egyszerűbb fizikai modell esetében is (homogén lineáris rendszer) a nem elegyedő CO_2-os olajkiszorítás folyamán a fenti tényezők akkor eredményeznek az adott rendszerre jellemző maximális kiszorítási értéket, ha a CO_2—víz—olaj—kőzet rendszer fizikai-kémiai tulajdonsága nem kedvezőtlen irányban változtatja az áramlási paramétereket.

A CO_2-os olajkiszorítás hatásmechanizmusának tisztázása érdekében az elmúlt 11 évben végzett laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok rendszerezése és szintézise lehetőséget nyújt a bonyolult, komplex hatás egyes tényezőinek (pl. a nedvesedési tulajdonság változásának) eddigiekben még nem kellően vizsgált, de a folyamat végeredményét tekintve jelentős paramétereknek meghatározására, és ennek alapján a témával kapcsolatos tudományos kutatómunka új irányban, más alapokon való vitelére.

Az analízis tárgyát azok a vizsgálatok képezték, amelyeknél a modellek kőzetfizikai paraméterei, a kiszorítási vizsgálat körülményei közel azonosak voltak



1. ábra
Az elméletileg elérhető és a ténylegesen mért kiszorítástényező-értékek alakulása a víz CO_2-tartalmának függvényében
(p_r=13,0 MPa; t_r=82 °C)

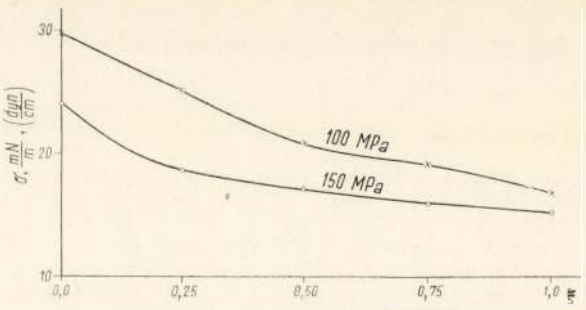
a sorozaton belül, csupán a CO_2 fajlagos mennyisége vagy koncentrációja változott.

A hatásmechanizmus ismert tényezőiből logikusan adódik az a következtetés, hogy a CO_2 mennyiségével (dugóméret, ill. koncentráció) legalább egy határértékig együtt növekszik az olajkiszorítási tényező, mivel „könnyű" olaj esetében a legjelentősebb szerepe a CO_2 olajban való oldódásakor bekövetkező térfogatnövekedésnek van (mely természetesen az olajminőség függvénye). Laboratóriumi pVT-mérésekkel különböző típusú olajokra meghatároztuk a CO_2-koncentráció függvényében a térfogatnövekményt (duzzadást), változó tárolóviszonyokra jellemző nyomás és hőmérséklet mellett [4]. Elvileg a térfogatváltozási tényezővel (B_{0CO_2}) megnövekedett olajtérfogatot ki lehet termelni egy laboratóriumi fizikai modellből, mivel a maradékolaj-telítettség egy jellemző rétegfizikai paraméter, amely a pórusszerkezetnek, a nedvesítési állapotnak, a kiszorítási sebességnek és a mobilitásnak függvénye.

Egy kiválasztott sorozatmérésnél, ahol a modellek kőzetfizikai paramétereit: a nyomást, a hőmérsékletet és a kiszorítási sebességet konstans értéken tartjuk (és feltételezzük, hogy a fiziko-kémiai paraméterek, a határfelületi feszültség, a nedvesítés lényeges mértékben nem változtak meg), a növekvő CO_2-koncentráció függvényében növekvő többletolajat kellene kapnunk. A fenti feltételek betartásával végeztünk el egy kísérletsorozatot, amelyben a hőmérséklet 82 °C, az alapnyomás 13 MPa volt. Lovászi gázmentes olajjal, lovászi tárolóból származó, nem konszolidált kőzeten végeztük a kiszorítási kísérleteket, ahol az oldott CO_2 koncentrációja R_s=0-tól 24-ig változott.

Az egyes kiszorításoknál a CO_2-os víz áramoltatását a kilépő minta CO_2-koncentrációjának állandósulásáig folytattuk.

Az *1. ábra* I. jelű görbéje azokat a növekvő R_s-hez tartozó elméleti $\Delta\eta_0$ (vizes kiszorítás utáni többletolaj-) értékeket jelöli, amelyeket az R_s-hez tartozó térfogatváltozási tényező ismeretében, a maradékolaj-telítettség állandóságának feltételezésével számoltunk. A II. jelű görbe a tényleges, méréskor meghatározott $\Delta\eta_0$ értékeket ábrázolja. Az ábrán szembetűnő, hogy az elméleti és a mért $\Delta\eta_0$ értékek között az R_s függvényében növekvő különbség van. Az R_x=25-nél a II. görbén megfigyelhető törés a CO_2-dal túltelített víz hatásának tudható be (szabadgáz-telítettség).

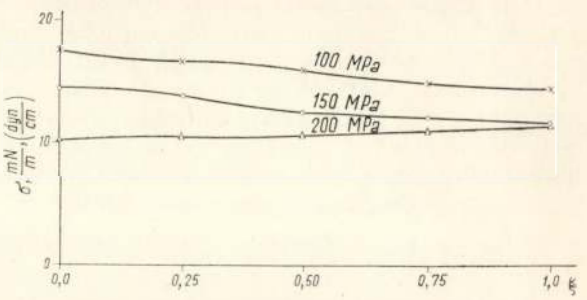


2a) ábra
Lovászi rétegolaj—víz rendszer 82 °C-on mért határfelületifeszültség-értékei az oldott gáz CO_2-tartalmának függvényében

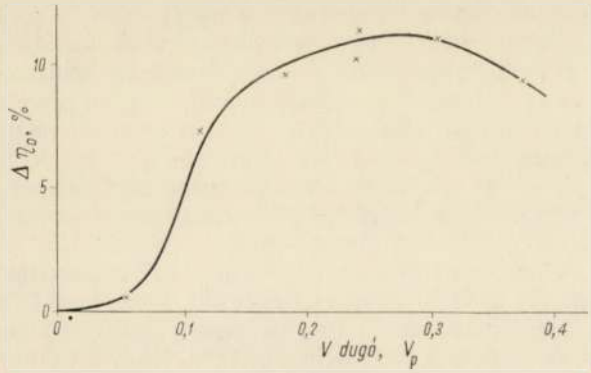
A CO_2-os vizes kiszorítás folyamán a fiziko-kémiai paramétereken kívül a maradékolaj-telítettséget befolyásoló tényezők véleményünk szerint nem változhattak kedvezőtlenül (a mobilitás pl. kedvezően alakul). A határfelületifeszültség-változás jelentéktelen méretű (*2a), b) ábra*) [10].

Fentiek alapján valószínűsíthető, hogy a tároló nedvesítési tulajdonsága változott kedvezőtlen, olajnedvesebb irányban.

E feltételezés tisztázására tovább folytattuk a kiszorítási vizsgálatok analízisét. A *3a) ábrán* szemléltetjük a Budafa tároló Kerettye sorozatára végzett kiszorítási vizsgálatokat 80%-os CO_2-tartalmú földgáz felhasználásával. A kísérletsorozatban a telepnyomás 11,9 MPa, a hőmérséklet 60 °C volt. Különböző gázdugóméreteket alkalmaztunk. A kísérletek folyamata az alábbi volt: kimerítés 3,5 MPa-ig, utána nyomásfelemelés vízzel 8,0 MPa-ra + vizes kiszorítás. Ezután történt a nyomás felemelése CO_2-os gázzal 10 MPa-ra + adott méretű gázdugó besajtolása + vizes kiszorítás. Az ábrán a különböző gázdugóméretekhez tartozó $\Delta\eta_0$-értékeket ábrázoltuk.



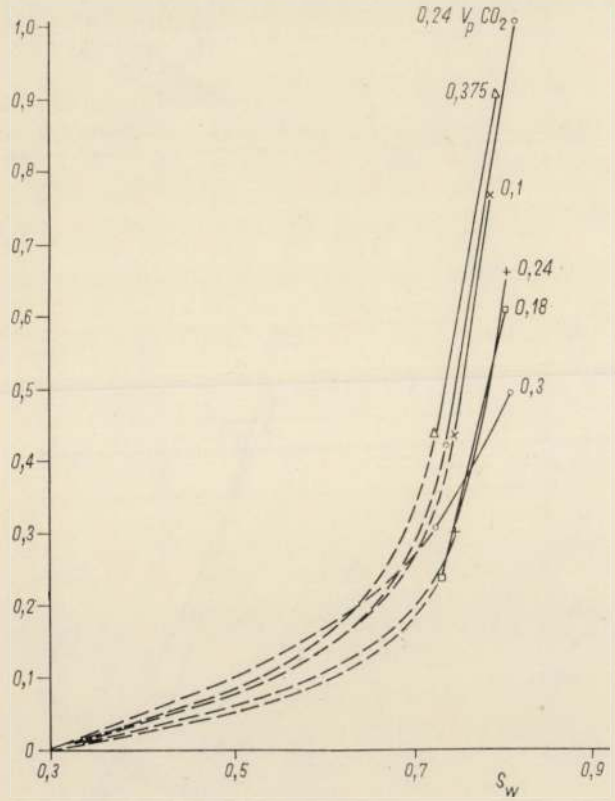
2b) ábra
Budafai rétegolaj—víz rendszer 68 °C-on mért határfelületifeszültség-értékei az oldott gáz CO_2-tartalmának függvényében



3a) ábra
Az olajkiszorítási tényező változása 80% CO_2-tartalmú kevert gáz esetében, a dugóméret függvényében
(p_r=11,9 MPa; t_r=60 °C)

A *3a) ábrán* szemléltetett vizsgálatsorozatban bonyolultabb rendszerben összetettebb kiszorítási mechanizmus érvényesült, mint a fent ismertetett folyamatban.

A CO_2 gáz a besajtoláskor (a dugó frontján) érintkezik vízzel és olajjal, oldódása következtében csökken a szabadgáz térfogata. A CO_2-dugót követő vízben is oldódik a CO_2, melynek eredményeként tovább csökken a szabadgáz térfogata. A modellben a maradékolaj-telítettség növekedése (a duzzadás következtében) és a szabadgáz-telítettség olajkihozatalt növelő hatása érvényesül. A vizsgálatok eredményeiből megállapíthatjuk, hogy a CO_2-dugó nagyságának növekedésével egy bizonyos értékig nő a kitermelt többletolaj, tovább növelve a dugóméretet, az olajkiszorítási tényező értéke csökken. Elvileg a növekvő CO_2-mennyiséggel növekvő többletolaj-értéket kellene kapnunk mind a duzzadás, mind a növekvő szabadgáz-telítettség következtében.



3b) ábra
Maradékolaj-telítettség melletti vizes áteresztőképesség a rétegvizes, valamint a CO_2-dugó + rétegvizes kiszorítások befejezése után

Feltételezésünk szerint, ahogy növekszik az olajban oldott CO_2 mennyisége, ennek függvényeként egy növekvő olajnedvesítési folyamat játszódik le. Az olajnedvesebb jellegű rendszerben csökken a vízhajtás és a szabadgáz-telítettség olajkihozatalt növelő hatása.

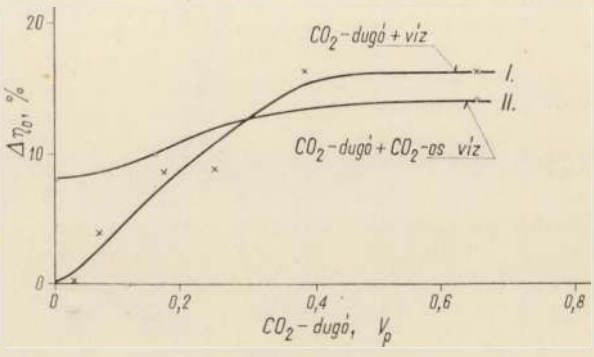
A *3b) ábrán* a kiszorítási vizsgálatok befejezése után a maradékolaj-telítettség mellett az effektív áteresztőképesség mért értékeit tüntettük fel: a CO_2-mentes vizes kiszorítás utáni (szaggatott vonal), illetve a CO_2-os kiszorítás után mért vizes áteresztőképesség-értékeket a telítettség függvényében. Mivel a CO_2-dugó után minden esetben CO_2-mentes rétegvizet sajtoltunk be, amely megszüntette az esetleges szabadgáz-telítettséget, gyakorlatilag itt is csak a víz volt a mobil fázis.

Szembetűnő, hogy az olajtelítettség kismérvű csökkenéséhez nagymérvű vizes áteresztőképesség-növekedés tartozik. Az áteresztőképesség-értékek is alátámasztják azt a fenti feltételezésünket, hogy a rendszer nedvesítési állapota — egyidejűleg telítettség-eloszlása is — megváltozott az olajnedvesebb jelleg felé.

A kapott adatokból az is megállapítható, hogy a nedvesedésváltozás valószínűleg nem átmeneti jellegű, hanem a CO_2-koncentráció csökkenése után is fennmaradhat.

A *4. ábrán* szemléltetjük egy nyugat-szibériai tárolóra elvégzett kiszorítási vizsgálatok eredményeit. A telepnyomás 15 MPa, a réteghőmérséklet 80 °C. A vizsgálat során az alábbi kiszorítási folyamatokat modelleztük: kimerítés történt 12 MPa-ig, majd 12 MPa-on különböző mennyiségben (dugóméret) CO_2-ot sajtoltunk be. Az első esetben a CO_2-ot rétegvíz követte (I. görbe), a másik esetben a CO_2-dugót az adott nyomáson és hőmérsékleten CO_2-dal telített víz követte (II. görbe). A CO_2-os gáz 70% CO_2-tartalmú kevert gáz volt.

Az I. görbén ábrázolt sorozatban az alábbi mechanizmus játszódott le: a CO_2 besajtolása közben a CO_2 oldódott az olajban és a tapadóvízben, valamint a dugót követő kiszorító vízben. Az oldódás következtében a kiszorítás folyamán folyamatos szabadgáz-telítettség alakult ki. 0,4 V_p dugó besajtolásáig folyamatos többletolaj-növekedés tapasztalható, nagyobb mennyiségű CO_2 bevitelével már nem emelkedik a kiszorítási tényező értéke.



4. ábra
Az olajkiszorítási tényező alakulása 70% CO_2-tartalmú kevert gáz esetében, a dugóméret függvényében

A II. görbén szemléltetett vizsgálatsorozatban a CO_2-dugót CO_2-dal telített víz követte, ezért nagyobb szabadgáz-telítettség alakulhatott ki. Ennek ellenére a többletolaj mennyisége kevesebb, mint az előző sorozatban. E vizsgálatok eredményei, a görbék tendenciái arra utalnak, hogy egy bizonyos mennyiségű CO_2 beoldódása után átnedvesedési folyamat játszódik le a rendszerben (olajnedves jelleg felé), amely szintén kedvezőtlen hatással van a kiszorítási folyamatra.

A fentiekben elemzett kiszorítási vizsgálatsorozatoknál összetett áramlástani viszonyok alakultak ki:

— sorozatonként eltérő volt a kőzet, az olaj, a CO_2 összetétele, és

— a CO_2-ot az *1. ábrán* bemutatott sorozatnál vizes oldatban, a többi esetben gázállapotban vittük a rendszerbe, így az egyéb változók mellett az áramlás is két- vagy háromfázisú volt,

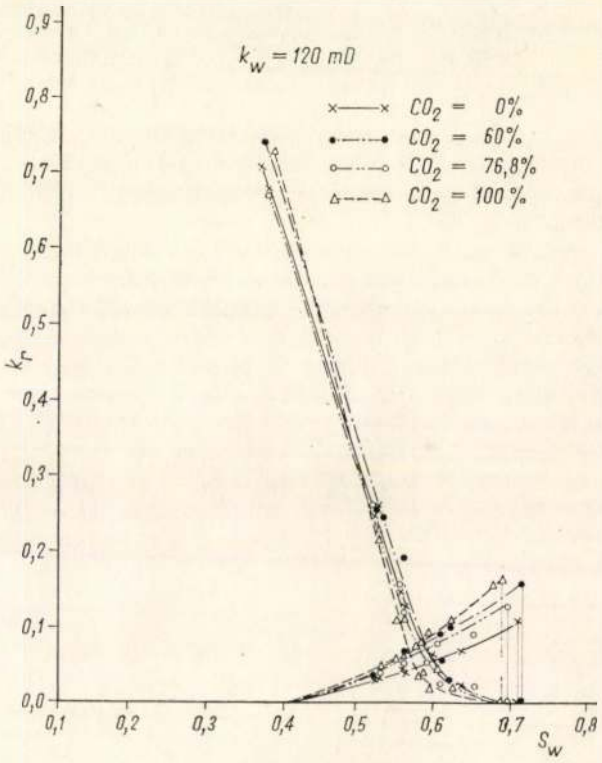
— a kiszorítás folyamán mind a CO_2-fronton, mind a dugók vízzel végzett mozgatásakor változó CO_2-koncentrációval, átmeneti állapotokkal lehet számolni.

Az áramlási paramétereket befolyásoló tényezők eltérése miatt az eddigi adatokból olyan általános kvantitatív következtetést levonni nem lehet, hogy milyen CO_2-koncentráció mellett, milyen mértékben következik be a nedvesedésváltozás. Az egyértelmű tendenciák azonban minden esetben megfigyelhetők.

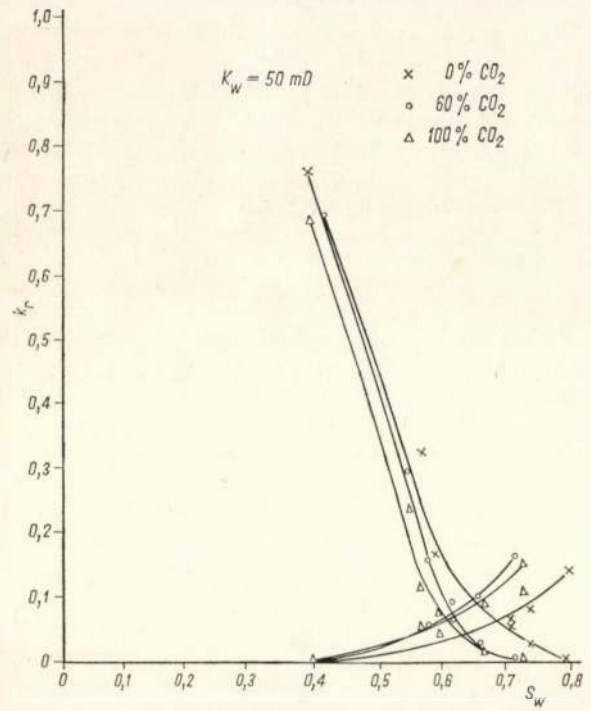
Célirányosan végeztünk olyan vizsgálatokat, ahol az áramlási paramétereket befolyásoló fizikai változókat állandó értéken tartottuk. Relatíváteresztőképesség-görbéket mértünk ki tárolóviszonyokon három különböző pórusszerkezetű, lovászi tárolóból származó, nem konszolidált modelleken a réteg fluidumainak felhasználásával. Egy-egy sorozatmérésnél minden esetben azonos volt a modellkőzet anyagi összetétele, pórusszerkezete, a kezdeti telítettségi értékek és az áramlási ütemek. Az áramlás közbeni CO_2-transzport kiküszöbölésére a fluidumokat a mérés előtt, a pVT-egyensúlyi adatoknak megfelelően, külön tartályban a vizsgálati nyomáson és hőmérsékleten telítettük.

A kezdeti víztelítettségeket minden esetben gázmentes rétegolajjal állítottuk be, majd a relatíváteresztőképesség-görbe pontjainak kimérése előtt lecseréltük a CO_2-dal telített rétegolajjal egyensúlyi állapotig. A különböző pórusszerkezetű modellek vizes áteresztőképessége 50, 120 és 200 mD volt.

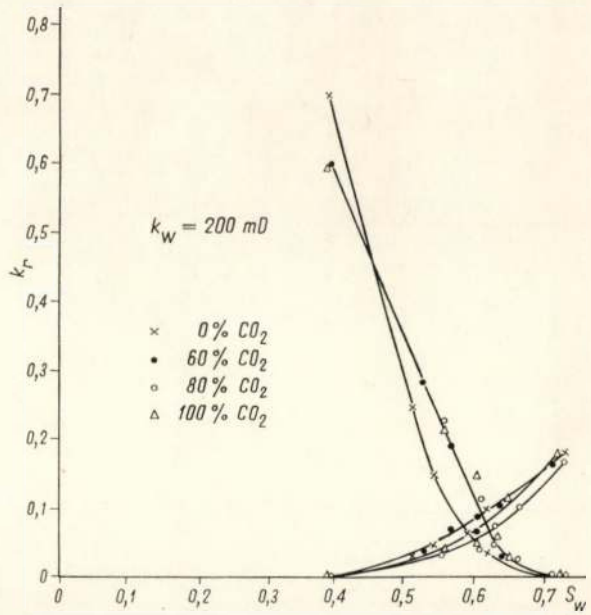
A mérési adatokat az *5a), b), c) ábrákon* szemléltetjük. Az a) és b) ábrán szemléltetett, különböző CO_2-koncentrációk mell tt meghatározott relatíváteresztőképesség-görbék tendenciája mutatja, hogy a CO_2 ha-



b)



a)



c)

5a), b), c) ábra

Felszívódási irányú relatíváteresztőképesség-görbék különböző CO_2-koncentráció mellett

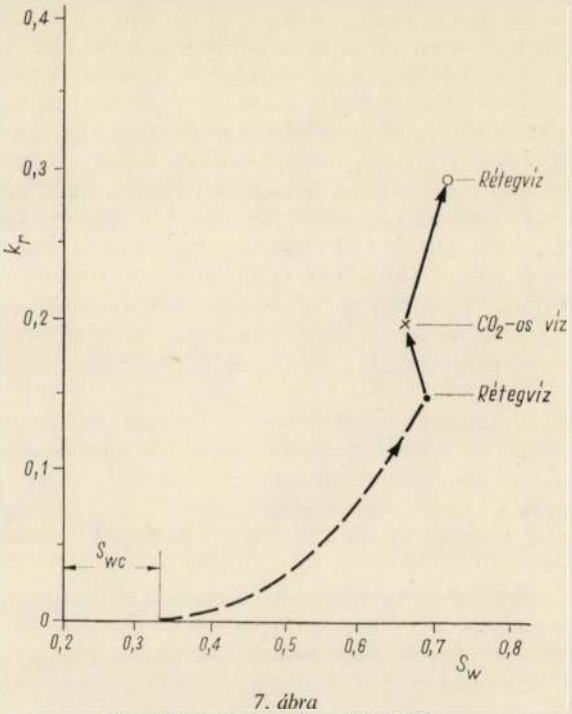
tására átnedvesedési folyamat játszódott le. Egy-egy kiválasztott telítettségértéknél az olajra vonatkoztatott áteresztőképesség csökkenő, a víz áramlása növekvő tendenciát mutat a CO_2-koncentráció függvényében. Mivel a fluidomokban oldott CO_2 mennyiségén kívül más, az áramlási paramétereket befolyásoló tényező nem változott, a tendencia egyértelműen az olajnedves jelleg felé való változásra utal. Az *a)*, *b)*, *c)* ábrák elemzéséből az is kitűnik, hogy a görbék differenciálódása függvénye a pórusszerkezetnek is (fajlagos felület).

Mivel a kiszorítási vizsgálatok és a relatíváteresztőképesség-görbe felvétele nem konszolidált modelleken történt, ezért célszerűnek tartottuk az átnedvesedés jelenségének vizsgálatát kiterjeszteni konszolidált kőzetmintákra is.

A lovászi tárolóból származó, 6 cm hosszúságú konszolidált kőzetmintákon az alábbi vizsgálatokat végeztük el 80 °C-on és 10 MPA alapnyomáson. Az első vizsgálatban mértük a minta vizes áteresztőképességét rétegvíz-modellel (14 mD), majd lecseréltük a rétegvizet 16,2 m^3/m^3 CO_2-tartalmú vízre; az állandó ütemű besajtolás mellett regisztráltuk a depresszióváltozást, és mértük a kitermelt víz kalcium-, magnézium-, oldott CO_2-koncentrációját, lúgosságát. Kb. 42 pórustérfogatnyi CO_2-os rétegvízmodell besajtolásáig az áteresztőképesség 3—5%-os csökkenést, majd ezután növekvő tendenciát mutat. 50—60 pórustérfogatnyi CO_2-os víz besajtolása után állandósult a vízösszetétel *(6. ábra)*.

Feltételezzük, hogy az áteresztőképesség emelkedése további besajtolásra addig tartana, amíg a CO_2 számára hozzáférhető kalcium-magnézium-karbonát van a pórustérben, és annak kioldása pórusszerkezet-változást idéz elő. 60 V_p CO_2-os víz átsajtolása után az áteresztőképesség-emelkedés 8%-os volt.

A második vizsgálatban mértük a minta vizes áteresztőképességét rétegvízzel (16 mD), beállítottuk a tapadóvíz-telítettséget gázmentes rétegolajjal, majd rétegvizes kiszorítást valósítottunk meg. A vízelárasztást a maradékolaj melletti áteresztőképesség állandósulásáig folytattuk, melynek értéke 2,5 mD volt. Ezután a rétegvizet lecseréltük 19 m^3/m^3 CO_2-tartalmú rétegvízre, folytattuk a besajtolást az áteresztőképesség és a vízösszetétel állandósulásáig. A CO_2-os rétegvíz kb. 3%-os többletolaj-termelést eredményezett, miközben a maradékolaj-telítettség 31%-ról 34%-ra növekedett. 30 V_p CO_2-os rétegvíz besajtolása után a maradékolaj melletti vizes áteresztőképesség 2,5 mD-ról 3,2 mD-ra emelkedett. Tovább folytattuk a vizsgálatot, a CO_2-os rétegvizet lecseréltük CO_2-mentes rétegvízre az áteresztőképesség állandósulásáig. A 34%-os maradékolaj-telítettség 28,5%-ra csökkent, a vizes effektív áteresztőképesség 4,7 mD-ra emelkedett. A vizsgálati eredményeket a *7. ábra* szemlélteti.



7. ábra
Maradékolaj-telítettség melletti CO_2-os és rétegvizes áteresztőképesség-értékek alakulása a tárolóból származó konszolidált kőzetmintán 10,0 MPa alapnyomáson és 80 °C hőmérsékleten

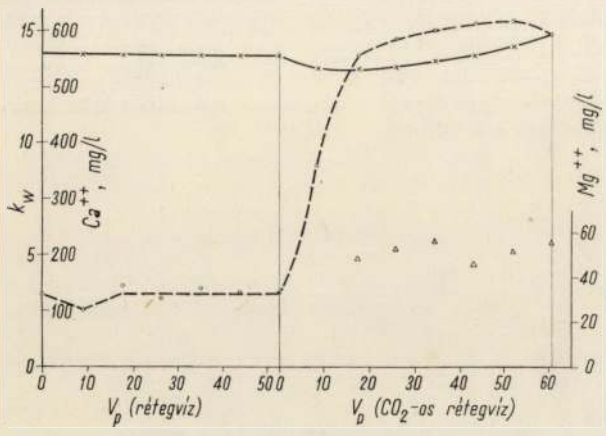
Az elvégzett két vizsgálat eredményeiből az alábbiakat tudjuk megállapítani: az első vizsgálatnál 60 V_p CO_2-os víz besajtolása után 8%-os áteresztőképesség-növekedés volt, a maradékolaj melletti rendszerben *(7. ábra)* a CO_2-os víz hatására 28%-os, annak lecserélése után további 88%-os áteresztőképesség-növekedés tapasztalható.

Az összehasonlításból egyértelműnek látszik, hogy olajos rendszerben az áteresztőképesség-növekedés nemcsak a karbonát kioldásából adódik, hanem egy más jelenség, a nedvesítés megváltozásának eredményeként is alakult ki.

Természetes kőzetminta esetében is az áteresztőképesség változásának tendenciája analóg a relatíváteresztőképesség-görbék felvételénél *(5a), b), c) ábra)* a vizes áteresztőképességek alakulásával, valamint a *3b) ábrán* szemléltetett CO_2-os kiszorítások után mért vizes áteresztőképességekkel.

A vizsgálatból az is kitűnik, hogy a CO_2 maradékolajban való oldódása után a kőzetfelületen egy maradandó nedvesítési állapotot alakít ki, amely a CO_2-os víz lecserélése után is tartósan fennmarad, mint a nem konszolidált kőzetminták esetében.

A nedvesítés változásának tényét az áramlási vizsgálatok igazolták. A változás mértéke a kőolaj minőségétől, a kőzet anyagi összetételétől, a CO_2 koncentrációjától, esetleg időtényezőktől függ.



6. ábra
Az áteresztőképesség és a vízösszetétel változása a besajtolás függvényében

A rétegvíz—kőolaj—kőzet háromfázisú rendszer nedvesítési állapotát a fázisok érintkező felületén kialakuló határfelületifeszültség-értékek határozzák meg. A tárolókőzetek összetevő ásványaik polaritásánál fogva elsődlegesen vízkedvelők. Az apoláros olaj és a kőzetfelület közötti tapadást az olajban oldott poláros vegyületek (felületaktív anyagok) orientált határfelületi tömörülésükkel, adszorpciójukkal tudják elősegíteni. Ilyen poláros szerkezetű természetes felületaktív anyagok különböző mennyiségben és minőségben minden kőolajban találhatók, amelyek megfelelő érintkezési idő után kialakítják a tárolók egyensúlyi nedvesítési állapotát, amely a víznedvestől az olajnedves jellegig változhat.

Az általunk elemzett tárolók a laboratóriumi vizsgálatok és a termelési adatok alapján víznedves jellegűek. Az áramlási vizsgálatok azt mutatták, hogy az olajnak CO_2-dal való érintkezésekor a CO_2 mennyiségével arányosan olajnedvesebbé változtak a rendszerek.

Az olajnedvesebb állapot kialakulását poláros komponenseknek a szilárd felületen való felhalmozódása okozhatja. Logikusnak tűnt a feltételezés, hogy a CO_2 kémiailag beépül az olajba, felületaktív anyagokat képezve. Vizsgáltattuk a CO_2 beépülésének lehetőségét tárolóparaméterek mellett. A kutatók felületaktívanyag-képződést kimutatni nem tudtak. Ezen túlmenően a rétegparaméterek mellett mért határfelületi feszültség adatai sem utalnak arra, hogy a CO_2-os víz és olaj érintkezési határfelületén jelentős mértékben felületaktív anyagok képződnek (nincs jelentős határfelületifeszültség-csökkenés).

A kiegészítő kémiai vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a CO_2 bevitelével új poláros komponensek nem képződnek, tehát az olajban eredetileg is meglevő poláros komponensek eloszlásában, a szilárd felületen történő felhalmozódásában kell a változás okát keresni. Feltehetően CO_2 jelenlétében a poláros komponensek fokozottabban adszorbeálódnak a kőzetfelületen. A szorpció fokozódásának az oldhatósági viszonyok megváltoztatása a legvalószínűbb oka. A CO_2 a különböző molekulasúlyú szénhidrogénekkel eltérő mértékben elegyedik. Az elegyedés mértéke a növekvő molekulasúllyal csökken.

A CO_2 olajban való oldódásakor a szén-dioxidos olajban (mint oldószerben) csökken a nagy molekulasúlyú poláros komponensek, aszfaltének, maltének oldhatósága. Az oldhatóság csökkenése a kőzetfelületen való fokozott adszorpcióval jár együtt. Ezzel egyidejűleg a duzzadásból adódó térfogatnövekedés növeli a kőzet és az olaj közötti érintkezési felületeket. A szorpció fokozódása következtében megnő a kőzet olaj iránti affinitása, olajkedvelőbbé válik, amely a duzzadással együtt az olajtelítettség eloszlásának megváltozását is eredményezi. Az áramlási vizsgálatokból úgy látszik, hogy a nedvesedésváltozás maradandó. Ennek a valószínűségét alátámasztja az a vizsgálati tény is, hogy a CO_2-áramlás vaporizációs elkülönülést hoz létre az olajban: a termelvény feldúsul a könnyű komponensekben, míg a nehezebb komponensek a maradékolajban vannak. A kiszorítási vizsgálatokkal párhuzamosan végzett olajfajsúly-mérésekkel ezt igazoltuk. Ilyen módon a CO_2 eltávolítása után az eredeti egyensúlyi állapot már nem tud visszaállni.

A CO_2 hatásmechanizmusával kapcsolatos, fentiekben elemzett felismerés magában hordoz egy figyelemre méltó lehetőséget a CO_2-os kiszorítási eljárások hatékonyságának növelésére. Egyrészről laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok eredménye alapján lehetőség nyílik a besajtolt CO_2 mennyiségének optimalizálására, másrészt ha sikerül megakadályozni a poláros komponensek szorpcióját — a nedvesítés nem kedvezőtlen irányban változik —, növelni lehet a szabadgáztelítettség, valamint a vízhajtás hatékonyságát a megnövekedett olajtelítettség mellett. Célszerűnek látszik olyan felületaktív anyagnak a porózus közegbe juttatásával kombinálni a CO_2-os kiszorítási eljárást, amely jobban szorbeálódik a kőolajkomponenseknél, és a határfelületi feszültség jelentős csökkenését eredményezi.

Összefoglalva: az áramlásvizsgálatokból — kiszorítási és relatíváteresztőképesség-mérésekből — megállapíthatjuk, hogy egy adott olaj- és kőzetminőségen belül a CO_2-koncentrációtól függően változnak az áramlási paraméterek. Az áramlási paraméterek változása a nedvesítési állapot megváltozásának tudható be. A nedvesedésváltozást a CO_2-nak olajban való oldódása következtében a poláros olajkomponensek kőzetfelületen való fokozott adszorpciója határozza meg. Ugyanezen törvényszerűség következtében a nedvesedési tulajdonság változásának be kell következnie mindama gázhalmazállapotú közegek olajban való oldódása esetében, melyek a poláros komponensek oldhatóságát instabillá teszik, vagyis a jelenség nem feltétlenül csak CO_2 jelenlétéhez kötött.

A nedvesedésváltozás függ az olaj minőségétől, a tárolókőzet anyagi összetételétől, pórusszerkezetétől, valamint a CO_2 koncentrációjától (oldott CO_2-mennyiség). A nedvesedés kedvezőtlen változása megfelelően kiválasztott felületaktív anyag alkalmazásával megelőzhető.

A CO_2 hatására bekövetkező olajnedves tendencia kialakulását az áramlási vizsgálatokkal bizonyítottnak tekinthetjük. Az már egyértelműen látszik, hogy hatását a CO_2 bonyolult mechanizmuson keresztül fejti ki, az általános érvényű törvényszerűségek meghatározásában széles körű fiziko-kémiai vizsgálatokkal kell megerősíteni a nedvesedésváltozás mechanizmusát.

A jelenség felismerése, és bekövetkezésének megelőzését, ill. létrejötte esetén megszüntetését biztosító módszer kidolgozása és alkalmazása jelentősen növelheti a jelenleg alkalmazott, vagy alkalmazásra tervezett, az olajkihozatali tényező növelését célzó eljárások hatékonyságát. Ezzel kapcsolatos kutatási eredményeinket külön közöljük.

IRODALOM

[1] *Stright, D. H.—Aziz, K.:* Carbon dioxide injection into bottom water undersaturated viscous oil reservoirs. J. Petr. Technology 1248 (1977).

[2] *Holm, L. W.:* Status of CO_2 and hydrocarbon miscible oil recovery methods. Ibid. 76 (1976).

[3] *Holm, L. W.—Josendal, V. A.:* Mechanismus of oil displacement by carbon dioxide. Ibid. 1427 (1974).

[4] *Shelton, J. L.—Morris, E. E.:* Cyclic injection of rich gas into producing wells to increase rates from viscous-oil reservoirs. Ibid. 890 (1973).

[5] *Warner, H. R.:* An evaluation of miscible CO_2 flooding in water-flooded sandstone reservoirs. Ibid. 1339 (1977).
[6] *McRee, C. B.:* CO_2 how it works, where it works. Petroleum Engineer *12* 52 (1977).
[7] *Rosman, A.—Zana, E.:* Experimental studies of low IFT displacement by CO_2 injection. SPE preprint 6723, 1977.
[8] *Simon, R.—Lahabra, C. A.—Zana, E.:* Phase behavior properties of CO_2-reservoir oil systems. SPE preprint 6387, 1977.
[9] OGIL-jelentések (1968—1977).
[10] Szénhidrogéngáz—CO_2—rétegvíz—rétegolaj rendszerek felületi és határfelületi feszültségének komplex vizsgálata. MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriuma, Miskolc. Jelentések (1972—1975).

KÖZLEMÉNY

A Magyar Tudományos Akadémia bányászati kémiai munkabizottságának megalakulása

Az utóbbi évtizedekben a „kemizálás" — vegyi anyagok és kémiai reakciókon alapuló eljárások alkalmazása — mind a folyadék-, mind a szilárdásvány-bányászatban nagymértékben szélesedik.

A kőolajtermelésnél a vegyi anyagok és kémiai folyamatok alkalmazásának legfontosabb területe az olajkihozatal-növelést eredményező eljárások megvalósítása: a felületaktív anyagokkal való olajkiszorítás és a föld alatti elégetés. Ezeken az eljárásokon túlmenően nagy szerepe van a kemizálásnak a szénhidrogénbányászat egyéb területein is, pl. fúrásiiszap- és cementtechnológia, rétegkezelés stb.

A szilárdásvány-bányászat kémiai problémái egyes területeken hasonlók a folyadékbányászat problémaköréhez, ilyen terület a széntelepek föld alatti elgázosítása, széncseppfolyósítás stb.

A „kemizálás" terjedése — mint tudományos-műszaki tendencia — időszerűvé tette, hogy az MTA bányászati tudományos bizottsága keretében működő két munkabizottság — a szilárdásvány-, ill. a folyadékbányászati — mellett a bányászati kémiai munkabizottság (BKM) megalakuljon.

A BKM célkitűzései a következők:

a) ahol szükséges és lehetséges, elősegíti a bányászati és vegyészmérnöki kutatási eredmények szintézisét, szakmai segítséget ad a kutatások eredményes befejezéséhez és gyakorlati alkalmazásához;
b) áttekintést szerez, s naprakész helyzetképpel rendelkezik a bizottság szakmai területéhez tartozó kutatásokról;
c) javaslatokat és ajánlásokat tesz a kutatóhelyek közötti együttműködésre, új kutatási irányok vagy témák kialakítására, ill. kidolgozására.

Munkamódszere tekintetében a BKM alapvetőnek tekinti az alkotó, tudományos vitafórumok megvalósítását, amely minden kutatás, különösen az interdiszciplináris kutatások nélkülözhetetlen eleme.

A BKM vezetésének feladata, hogy a vitákat, s így a vitaindító előadások szakmai tartalmát egy előzetesen meghatározott program keretében, a népgazdaságilag is legfontosabb témakörökre (így elsősorban a kiemelt főirányok és célprogramok témáira) koncentrálja.

Ezeknek a tartalmi és módszerbeli célkitűzéseknek a jegyében tartották meg 1979. május 17—18-án Tahiban a BKM alakuló ülését, amelyen a munkabizottság és a szakértői tanács részéről 47 fő vett részt.

Dr. *Tóth József* és dr. *Pethő Szilveszter* — a BKM elnökei — nyitották meg az ülést, ismertették a munkabizottság megalakulásának előzményeit, a munkabizottság célkitűzését, működési formáját, 1979. évi munkatervét, valamint a személyi összetétel kiválasztásának szempontjait.

Beszámoltak arról, hogy illetékes ipari vezetők a munkabizottság megalakítását helyesnek, szükségesnek látják, és észrevételeket, javaslatokat tettek a bizottság megalakulásával és munkaprogramjával kapcsolatban.

Az elnökök beszámolója után az MTA bányászati tudományos bizottságának titkára, dr. *Pápay József* ismertette a bányászati kémiai munkabizottság beilleszkedését a bányászati tudományos bizottság munkájába és kapcsolatát a másik két munkabizottsághoz. Felhívta a figyelmet a tudományos és műszaki fejlődés interdiszciplinaritására.

A május 17-i ülésen három kérdéscsoport került megvitatásra. *Milley Gyula, Wagner Ottó, Bukta Bertalan* (MTA OKL) a másod- és harmadlagos kőolajtermelési eljárások laboratóriumi modellezésének problémái tárgyú referátumukban kimutatták, hogy a kiszorítási modellek mindegyike (a jelenleg alkalmazott megoldásokban) szolgáltat hasznos információt, amelyek értékelésénél, felhasználásánál azonban mindig figyelembe kell venni a kompromisszumos egyszerűsítéseket.

Ismertették az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumában kidolgozott, konszolidált nagymagos kísérleti berendezést, a kísérleti munkák során szerzett tapasztalatokat.

A kísérleti eredmények és tapasztalatok alapján összefoglalóan megfogalmazták az e területen a jövőben végzendő alap- és alkalmazott kutatási feladatokat.

Paál Tibor (OGIL) korreferátumában ismertette, hogy a modellkísérleteknek választ kell adni, hogy milyen feltételek mellett mobilizálható az olaj, mi a maradékolaj mobilizálásának mechanizmusa, milyenek az adszorpciós, deszorpciós, nedvesítési, mobilitási viszonyok, agyaghatás stb.

Pontosította a modellel szemben támasztott követelményeket és ismertette a porított kőzetmagból előállított modellek előnyeit.

Dr. *Balázs Ádám, Gesztesi Gyula* (OGIL) felületaktív anyagokat alkalmazó olajtermelési eljárások fejlesztésének helyzete és feladatai tárgyú referátumukban megállapították, hogy a hazai tároló- és rétegfluidum-viszonyok mellett a témakör tárgyalását célszerű a petróleumszulfonáttal végzett nem elegyedő olajkiszorításra leszűkíteni.

Az olajkihozatalt befolyásoló paramétereket tároló-, fizikai-kémiai és technológiai szempontok szerint csoportosították, ismertették e paramétercsoportok összefüggését, bemutatták a technológiai paraméterek kombinációinak számát.

Az alap- és alkalmazott kutatások egyik céljaként jelölték meg, hogy a tudományos törvényszerűségek, összefüggések és tendenciák megismerése alapján a technológiai kombinációk 10^5 nagyságrendű számából kiszűrhetők legyenek a műszakilag és gazdaságilag hatékony kombinációk, amelyek a kiszorítási modellkísérletek paramétereit képezhetik.

Schmidt László (NAKI) korreferátumában a fizikai-kémiai paraméterek — különösen az adszorpció — jelentőségét emelte ki.

Miután a petróleumszulfonát hatóanyag adszorpció következtében bekövetkező vesztesége összemérhető a teljes petróleumszulfonát-felhasználással, az adszorpciós veszteségek csökkentése útján a műszaki és gazdasági hatékonyság jelentősen javítható.

Csikós Rezső, Földes Ernő, Báthory József (MÁFKI) szulfonátelőállítási technológiák kidolgozása tárgyú referátumukban a hazai nagyüzemi petróleumszulfonát-gyártás előkészítésére folyamatban levő kutatómunkát ismertették. A laboratóriumi kísérletek alapján kialakított technológiai változatokat ez évben már folytonos üzemű berendezéssel ellenőrzik.

Dénes Ferenc (KKV) korreferátumában ismertette, hogy a KKV felkészül a következő ötéves tervben megvalósítandó nagyüzemi szulfonátgyártásra.

Május 18-án *Böhm József* és *Csőke Barnabás* előadásukban előbb a modern nedves mágneses szeparátorok kifejlesztésének alapelveit, ezt követően az NME ásványelőkészítési tanszék szeparátorán elvégzett kísérleti eredményeket ismertették. Erről részletesebben a Bányászati és Kohászati Lapok számolnak be.

A munkabizottság ülése május 18-án dr. *Tóth József* és dr. *Pethő Szilveszter* elnökök rövid összefoglalójával ért véget, amelyben a következő — az 1979. novemberi — ülés programját is körvonalazták.

Dr. Balázs Ádám
a BKM titkára

A magyarországi szénhidrogén-kutatások szerepe a hévízkincs feltárásában

BÉLTEKY LAJOS—
KORIM KÁLMÁN

Magyarország 35 °C-nál melegebb vizű kútjainak kb. 20%-át a szénhidrogén-kutatás során eredménytelen fúrásokból hévíztermelésre kiképzett kutak teszik ki. A Kőolajkutató Vállalat 1979. I. 1-ig 737 meddő fúrást adott át egyéb célú hasznosításra a földtani főhatóságnak.

Szerzők részletesen ismertetik a hasznosítás lehetőségeit és az azzal kapcsolatos nehézségeket. Röviden ismertetik a kutak vizének vegyi összetételét és a kutak felső szakaszában történő sólerakódás okozta nehézségeket.

Bár a tanulmányban ismertetett tényezők miatt szénhidrogénekre meddő fúrásoknak víztermelő kuttá való kiképzése nagyobb kockázatot rejt magában, mint egy új kút fúrása, népgazdasági érdekből — az eddigi tapasztalatok tekintetbevételével — ezt célszerű folytatni.

Hazánkban a hévízfeltárás és -hasznosítás több mint 100 évre tekinthet vissza. A harkányi, budapest-margitszigeti és városligeti fúrásokat a múlt század hatvanas-hetvenes éveiben Zsigmondy Vilmos vezetésével mélyítették le.

A második világháború idején még csak 68 volt a 35 °C-nál melegebb vizű fúrt kutak száma, 1977. január 1-ig ez 545-re növekedett, a feltárt vízhozam pedig 36,98-ról 456,36 m³/percre emelkedett.

A fejlődés alakulása a következő volt.

A felszabadulás után 1954-ben indult meg ismét a hévízkutak fúrása, és a biztató eredmények láttán 1963-ban kapott újabb lendületet a hévízfeltárás, amikor felvetődött a geotermikus energia nagyüzemi felhasználásának gondolata, melyet az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság is a magáévá tett s annak gyakorlati megvalósulását messzemenően támogatta.

Az 1963—1972 közötti 9 éves időszakban készült a legtöbb, 292 db hévízkút. Az évenkénti növekedés a következő volt:

1963-ban 14 db kút
1964-ben 12 db kút
1965-ben 52 db kút
1966-ban 26 db kút
1967-ben 29 db kút
1968-ban 32 db kút
1969-ben 44 db kút
1970-ben 52 db kút
1971-ben 31 db kút

A kútfúrási tevékenység csökkenése 1971-ben kezdődött, a következő években pedig ez a folyamat elég rohamosan így folytatódott:

1972-ben 29 db kút
1973-ban 18 db kút
1974-ben 12 db kút
1975-ben 10 db kút
1976-ban 10 db kút.

A legutolsó öt évben tehát csak 79 db-bal növekedett a 35 °C-nál melegebb vizet adó kutak száma, a feltárt vízhozam pedig 63,8 m³/perccel. A 79-ből azonban 65 volt hévízkutató vagy -feltáró fúrás, 4 kutat földtani kutatófúrásból képeztek ki hévíztermelésre.

A több mint egy évszázados magyarországi hévízkutatás és hévízfeltárás eredményeképpen 1979. január 1-én már 575 olyan termálkutat tartunk nyilván, melynek a kifolyóvíz-hőmérséklete magasabb volt 35 °C-nál.

A vízhőmérséklet szerinti megoszlást az 1979. január 1-i állapot szerint az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

Termálkutak vízhőmérséklet szerinti megoszlása

°C	db	%	Hozam liter/perc	%
35—44	235	41,1	139 630	28,6
45—59	164	28,4	125 342	25,7
60—69	69	12,0	76 749	15,7
70—79	48	8,3	56 034	11,6
80—89	29	5,0	38 695	7,9
90—	30	5,2	51 196	10,5
Összesen	575	100,0	487 646	100,0

Hévízkutak létesítése

A hévízkutak létesítésénél a fő cél nem mindig a hévízfeltárás. Vannak 35 °C-nál melegebb hévizet termelő kutak, melyek fúrásának elsődleges célja pl. földtani szerkezet, szilárd ásványi nyersanyagok (szén, érc) kutatása volt. Azonkívül elég sok szénhidrogén-kutató fúrást képeztek ki víztermelő kúttá, miután a fúrás fő célját tekintve meddőnek bizonyult.

A hévízkutaknak közel negyedrészét ivóvízellátás céljából fúratták a tanácsok és a vízművek, s csak azért soroljuk ezeket a hévízkutak közé, mert 35 °C-nál melegebb vizet szolgáltatnak. Ennek az a magyarázata, hogy az ország néhány részén, közelebbről a békési és a jászsági depresszió területén, a pleisztocén rétegsorban kevés, vékony és túlságosan aprószemű porózus víztartó réteg van, s csak 600—800 m mélységben települtek olyan homokrétegek, melyekből egy-egy község vízszükségletét 1—2 kúttal mennyiségi és minőségi szempontból ki lehet elégíteni. Az ebből a mélységszakaszból termelhető víz pedig 35 °C-nál melegebb. A Szolnoktól É-ra fekvő nagyközségekben pl. (Zagyvarékas, Besenyszög, Jászkisér, Jászladány, Jászapáti) az 500—800 m mélységű kutak vizének hőmérséklete a kis geotermikus gradiens (15—18 m/°C) következtében meghaladja a 40, sőt az 50 °C-ot is. A kutakkal azonban sikerült megoldani ezeknek a 8—10 000 lakosú községeknek központi vízvezetékes ellátását, ami 10—15 évvel ezelőtt, az akkor ismert víztartó rétegekből ún. közkutakkal még megoldhatatlannak látszott.

Békés megyében Orosházán, Szarvason és környékén ugyancsak a kis geotermikus gradiens miatt van nagyszámú 300—400 m mélységű, 35 °C-nál melegebb vizű, csak ivásra használt kút. Vízminőség szempont-

jából ivásra nagyon alkalmasak ezek az 500—800 m-ben feltárt jászsági és békési vizek, mivel kémiai összetételük folytán az 1. típusú egyszerű termálvizek közé tartoznak.

Magyarország gazdag hévízkincsének felkutatásában és feltárásában a szénhidrogén-kutató és -feltáró tevékenység igen fontos szerepet játszott. Hévízelőfordulásaink földtani jellegét és általános hidrodinamikai-hidraulikai, valamint vízkémiai szabályszerűségeinek megismerését az a nagyszámú kőolaj- és földgázkutató fúrás és rétegvizsgálat tette lehetővé, mely a két világháború közötti időszakban, de különösen a felszabadulás után történt. A magyar medencében kialakult hévíztároló rendszerek sok tekintetben szoros kapcsolatot mutatnak a szénhidrogéntelepekkel. Hévizeink jelentős része változó, de sokszor viszonylag nagy mennyiségű oldott gázt is tartalmaz, ami különleges adottságot kölcsönöz a hévíztermelés folyamatának.

A szénhidrogén-kutatásnak sokat köszönhet a magyar hévízfeltárás és -hasznosítás: látható ez abból, hogy 90 db meddő fúrást képeztek ki hévíztermelésre. Ezenkívül igen sok és értékes földtani és geofizikai kutatási anyagot kapott a hévízkutatás, melyek alapján biztonságosabban lehet tervezni a hévízkutató és -feltáró fúrások mélységét. Ezenkívül a hidrodinamikai műszeres mérések gyakorlati alkalmazása is a kőolajipari kútvizsgálati technológián alapul.

Arról sem lehet megfeledkezni, hogy a hévízkutak létesítésénél alkalmazott kútfúrási és kútkiképzési technológiának, amelyet a szénhidrogén-kutatástól vett át az 1950-es évek második felében a kútfúróipar, döntő szerepe volt abban, hogy az 1957 utáni években nagy lendületet vett hazánkban a hévízfeltárás. Az akkor kialakult technológia időt állónak bizonyult. Módosítani csak ott kellett, ahol a megnyitandó porózus réteg nem volt elég tömör, és omlékonysága miatt a perforátorral való rétegnyitás azzal a következménnyel járt, hogy a kút homokolt, és a furat rövid idő alatt feltöltődött homokkal annyira, hogy üzemképtelenné vált.

Néhány év óta ilyen viszonyok között 1000—1800 m-ig hagyományos szűrőt alkalmaznak, és a szűrő feletti porózus rétegeket ún. ernyős cementezéssel zárják le és választják el egymástól.

A 2000 m alatti mélyszinti hévíztároló sorozatot harántolt fúrások kiképzésénél eltértek a hagyományos cementpalást + jet-perforálásos rendszerű rétegmegnyitástól, tekintettel a felső pannóniai feküben levő vízadó rétegek erősen tömörödött, kompakciós jellegére és állékonyságára. E homokkövek már jóval kisebb áteresztőképességűek (50—200 mD), mint a fő hévíztároló szint homokjai. Mindezek figyelembevételével ebben a szakaszban a VIKUV 4½"-es előre perforált béléscsőrakatot (ún. linert) épít be, és palástcementezést nem alkalmaz. A gyakorlati tapasztalatokon alapuló összehasonlító elemzés szerint ilyen kútkiképzés mellett 50—100%-kal nagyobb vízhozam érhető el a rétegekből.

A hévízkutak nagyobb részét azonban közvetlenül hévízfeltárás céljából létesítették. Eleinte fürdő- és úszómedencék, strandfürdők meleg vízzel való ellátása volt a cél, majd az 1957—58 utáni években a lakóépületek és a mezőgazdasági létesítmények fűtése.

A hévízkutak hasznosítása

1960 óta 1979. január 1-ig a kőolajipar 737 meddő kutatófúrást adott át hasznosításra. Ezek közül kb. 100 volt olyan, amely a kedvezőtlen vízföldtani viszonyok folytán, vagy műszaki okokból nem volt víztermelésre kiképezhető, 90-ből pedig már a jelenlegi állapotában termelhető víz. Ennek ellenére a kutak egy része le van zárva, mert vagy kevés volt a vízhozam, vagy a fúrás befejeztével nem volt vagy még ma sincs jelentkező a hasznosításra. Ezeket a fúrásokat ugyanis víztermelés céljára az Országos Földtani Hivatal bocsátja a Vízügyi Hivatal rendelkezésére, egy részük ugyanis hévízkúttá alakítható.

A hasznosítás nehézségei

Felmerülhet mindjárt az a kérdés, hogy az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) miért nem végzi el minden egyes meddő fúrásnak melegvíztermelő kúttá való kiképzését, hiszen ilyen módon a későbbi újrafelvonulás nagy összeget kitevő költségét meg lehetne takarítani.

A gyakorlati tapasztalatok szerint azonban nehézséget jelent elsősorban az a körülmény, hogy a szénhidrogén-kutató fúrások túlnyomó része várostól, községtől, tehát lakott területtől több km távolságra van, ami a fürdő és kommunális fűtés céljára való hasznosítás szempontjából igen kedvezőtlen. Ilyen esetben tulajdonképpen csak a mezőgazdaság jöhet szóba a hévíz hasznosítására, fürdő pedig csak kivételes esetben. De ott is alaposan megnöveli a hasznosítással kapcsolatos beruházási költségeket az, hogy a létesítményhez még bekötő útról és elektromos vezetékről is kell gondoskodni.

Példaképp megemlíthetők az *Endrőd-1.*, *Öcsöd-1.*, *Tótkomlós-18.* (Végegyháza), *Demjén-42.* (Egerszalók), jelű üzemképes állapotban levő, magas hőmérsékletű, nagy mennyiségű értékes hévizet szolgáltató kutak, mert ezek közül többnek a hasznosítására eddig nem akadt jelentkező.

Vannak azután olyan fúrások, amelyek alsó részében több száz méteres szakasz maradt béléscsövezés nélkül „nyitva", a melegvíz-termelésre pedig akkor lesz alkalmas a fúrás, ha az alsó nyitott szakaszba béléscsöveket helyeznek el. Ennek a munkának a költsége több millió Ft körül van, mert megfelelő teherbírású berendezést kell a fúrásra állítani. Ezt a műveletet kellett végrehajtani a büki fürdő kútjának üzembe helyezésénél.

Számos olyan eredménytelen kutatófúrás is van, melybe 10—15 cementdugót építettek be a perforálással már megnyitott rétegek lezárása céljából. Ha azután a rétegvizsgálatok elvégzése után valamelyik mélyebben települt réteg látszik meleg víz termelésére alkalmasnak, a felette levő cementdugókat ki kell fúrni, és a közbeeső szakaszokban a perforációkat el kell cementezni.

Ezek a műveletek is nagyon költségesek, és olyan furatnál, amelynek hasznosítási lehetősége még nincs biztosítva, semmi esetre sem érdemes a víztermelő kúttá való kiképzését elvégezni.

Jellemző példa erre az *Oltárc-2.* jelű fúrás, melyben a legalsó nyitott szakaszból nyert 94 °C-os, nagy

bromid- (69,5 mg/l) és jodid- (50,7 mg/l) tartalmú hévíz 13 cementdugóval van lezárva, és az alsó nyitott szakasz 500 m hosszú. Mindezeken felül még a községtől való elég nagy távolság (4 km) is nehezíti a kút hasznosítását.

Azt is számításba kell venni, hogy a hévízkutak túlfolyó vagy használt vizének elvezetéséről is gondoskodni kell. A legújabb gyakorlat szerint ugyanis a rétegnyitást a vízügyi hatóság addig nem engedélyezi, amíg a befogadóig való elvezetés, vagy legalábbis egy víztároló el nem készül. Ennek költsége több százezer forintot is kitehet.

Mindezeket figyelembe véve, mielőtt a meddő szénhidrogén-fúrásból nyerhető hévíz felhasználási lehetősége tisztázva és a hasznosító létesítménynek beruházási költsége biztosítva nincs, nem kifogásolható, hogy a kútkiképzési munkákat nem végzik el, mert ha a hasznosítás nem valósul meg, esetleg feleslegessé válik a költséges rétegnyitás és az előre elkészített vízelvezetés.

Előfordul, hogy már fúrás közben van érdeklődő és jelentkező a hasznosításra. Ebben az esetben a leghelyesebb, ha a hasznosító a fúróvállalattal előre megállapodik — meddőség esetén — a víztermelésre való kiképzési munkák elvégeztetésére. Ilyen megállapodásnak újabban a kőolajipar részéről már nincs akadálya. A rétegnyitás költségét természetesen a hasznosító viseli.

Az eddigi gyakorlati tapasztalatok alapján azonban rá kell mutatni arra, mi az oka annak, hogy jóval kevesebb meddő szénhidrogénfúrást lehet víztermelésre kiképezni, mint ahogy azt a kérdéssel csak felszínesen foglalkozók gondolják.

A már említett nehézségeken kívül csökkenti a víztermelésre felhasználható fúrások számát az a körülmény is, hogy legalább 400—500 l/perc az a vízhozam, amelyre akár fűtési, akár fürdési célra hasznosítást érdemes, gazdaságos tervezni. A kis vízhozamnak megvan az a hátránya is, hogy a víz lassú felszállása következtében a hőmérséklet alacsony marad.

Azt sem szabad elfelejteni, hogy a hévíznyerés eredménye a szénhidrogén-kutató fúrásoknál a vízhozamot illetően jóval kockázatosabb és igen sokszor kisebb, mint a kifejezetten hévízkutató fúrásoknál. Igazolják az utóbbi megállapítást a debreceni kertészet, a kiskőrösi, kabai, nagykőrösi, kecskeméti, karcagi, szolnoki fürdők részére készült újabb fúrások, melyeknek vízhozama jóval nagyobb, mint az ugyanott levő régebbi olajkutató fúrásokból kiképzett víztermelő kutaké.

Ennek az a magyarázata, hogy a szénhidrogén-kutatásnál a víztartó rétegeket nem részesítik olyan védelemben, mint a vízkutatásnál. Az előbbieknél nincs szükség arra, hogy a csak víznyerésre szóba jöhető rétegeket egymástól ún. palástcementezéssel elválasszák, elzárják, ezért sok esetben — főleg a régebbi fúrásoknál — nem tartották szükségesnek a csőrakat végig való cementezését. Ha ez hiányzik, abban a szakaszban semmi sem akadályozza meg, hogy a különböző nyomású rétegek a cső külső palástja mentén kapcsolatba kerüljenek egymással és a béléscső mögötti iszap lerontsa a kút közvetlen környékén a termelő porózus réteg áteresztőképességét s ennek következményeként a kút vízhozamát.

Ez az egyik oka annak, hogy a régebbi szénhidrogénkutató fúrásokból kiképzett víztermelő kutak vízhozama jóval kevesebb az országos átlagnál.

Az 1979. január 1-i helyzet szerint hazánk kb. 575 db 35 °C-nál melegebb vizet termelő kútja közül 90 volt olyan, melyet szénhidrogén-kutató fúrásból képeztek ki víztermelésre. Ezeknek a kutaknak az összes vízhozama 52 176 liter/perc.

A meddő szénhidrogén-kutató fúrásból hévíztermelésre kiképzett kutak jegyzékét a *2. táblázat* tartalmazza.

A meddő szénhidrogén-kutató fúrások megyénkénti megoszlása

1960 óta a hasznosításra átadott 737 meddő fúrás megyénkénti megoszlása a következő (db):

Zala	176	Heves	23
Somogy	138	Borsod-Abaúj-Zemplén	18
Hajdú-Bihar	91		
Bács-Kiskun	68	Csongrád	13
Pest	50	Veszprém	9
Szolnok	45	Tolna	3
Vas	34	Baranya	3
Békés	36	Komárom	1
Győr-Sopron	28	Szabolcs-Szatmár	1

A legtöbb meddő szénhidrogén-kutató fúrás Zala, Somogy és Hajdú-Bihar megye területén van.

Zala megyében a földtani adottságok hévízfeltárás szempontjából elég kedvezőnek látszanak. A hévizet tározó földtani képződmények egyike, a karbonátos, repedezett triász a megye nyugati és keleti nagyobb részén megtalálható. A másik víztartónak, a felső pannonnak a feküszintje a megye nyugati és déli részén elég mélyen van ahhoz, hogy onnan 50 °C-nál melegebb vizet lehessen nyerni. A geotermikus gradiens 19 m/°C, tehát valamivel nagyobb az országos átlagnál. Hogy ennek ellenére kevés a víztermelő hévízkút a megyében, annak egyik oka az, hogy a Zala megye területén levő kutatófúrások nagy része magas fekvésű, 160 m-t jóval meghaladó térszinten van, ennek következtében mind a statikus, mind a dinamikus, ill. az üzemi vízszint mélyen marad a kutakban, rétegvizsgálat során tehát a víz nem „tör fel", nincs szabad kifolyása, hanem csak kompresszorral, dugattyús mélyszivattyúval vagy búvárszivattyúval lehetne kitermelni. Erre jelenleg még nincs lehetőség, mert hazánkban hordozható kivitelben csak 7—8 baros kompresszort gyártanak. Nagy nyomású portábilis kompresszor csak külföldről, devizáért szerezhető be. Ugyanez a helyzet a hévíztermelő búvárszivattyúval is, mert a magyar ipar jelenleg csak hideg vizet szállító búvárszivattyút gyárt. A szóba jöhető kompresszoros vízemelésnek pedig igen rossz a hatásfoka.

Kompresszorozással termelő meddő olajkutató fúrás volt a vasvári fúrás, melynek hévízkúttá való kiképzése kutatási és kísérleti célt szolgált, ennek a munkának az OVH fedezte a költségeit.

A próbakompresszorozás Vasváron sikerrel járt. A kút és a víztermelés főbb adatai:

A kút mélysége 2190 m. A felső triász dolomitot 2149 m-ben érte el a fúrószerszám. A fúrás hévíztermelésre van kiképezve.

Meddő szénhidrogén-kutató fúrások hévíztermelő kúttá történt kiképzése

A kút helye	Mélység m	Vízhozam l/p	Hőmérséklet °C	Összes szilárd-anyag-tartalom mg/l	Hasznosítás
Baranya megye					
Dobsza-1. (Pettend)	2416	240	40		fürdő
Sellye Se-1.	1973	310	48	1 359	fürdő
Bács-Kiskun megye					
Jászszentlászló, Mgtsz	2109	500	60	1 506	mezőgazdaság
Kecskemét-1. CH 1.	1271	430	51	6 681	fürdő
Kiskunfélegyháza	1471	440	51	757	fürdő
Kiskőrös-1.	1162	660	58	4 975	fürdő
Békés megye					
Békéscsaba-2.	2410	1200	98	5 687	zárva
Endrőd—Bogárzó	1571	500	84	7 127	zárva
Mezőkovácsháza-1.	1627	300	62		zárva
Mezőkovácsháza-2.	1476	400	63	3 081	fürdő
Nagyszénás	3009	135	82	5 200	fürdő
Orosháza F-1.	900	230	46		fürdő
Szarvas-3.	2240	460	82	1 460	mezőgazdaság
Tótkomlós-13., tsz.	1413	1200	87	3 659	mezőgazdaság
Tótkomlós T-18, Végegyháza	1366	400	70	3 994	fürdő
Tótkomlós-28, Alkotmány Tsz	1392	530	80	3 659	mezőgzdaság
Borsod-Abaúj-Zemplén megye					
Egerlövő	1513	145	39		ivóvíz
Mezőkövesd, Zsóry-1.	1875	654	71	2 943	fürdő
Sajóhídvég-2.	1880	820	95	2 201	mezőgazdaság
Csongrád megye					
Mindszent, Tiszavirág Tsz	2555	1100	93	2 905	mezőgazdaság
Üllés-8., tsz	2006	200	85	2 649	mezőgazdaság
Hajdú-Bihar megye					
Debrecen-1.	986	1000	62	5 229	fürdő
Debrecen-3.	1196	1700	64	6 000	fürdő
Debrecen—Apafája	1568	925	60	5 840	fürdő
Debrecen—Kerekestelep	800	330	42	1 483	fürdő
Hajdúböszörmény-1.	996	360	62	12 913	zárva
Hajdúszoboszló-1.	1091	1670	70	4 972	fürdő
Hajdúszoboszló-MÁV	2032	1250	78	4 132	fürdő
Hajdúszoboszló-5.	1058	1000	70	5 249	fürdő
Hajdúszoboszló-6.	1820	240	65	5 502	fürdő
Biharnagybajom	1276	600	49	1 984	zárva
Kaba-6., Béke Tsz.	800	500	44	3 200	mezőgazdaság
Kőrösszegapáti	1795	83	60		zárva
Sárrétudvari Bi-2.	1462	33	47		zárva
Heves megye					
Andornaktálya Á-8.	886	3000	46	859	ivóvíz
Bükkszék-27.	517	1100	39	24 809	fürdő
Andornaktálya Á-10.	840	600	50	1 291	ivóvíz
Egerszalók—Demjén-42.	407	1500	65	1 626	mezőgazdaság
Komárom megye					
Ács-1., Ernőmajor	1848	1700	74	1 160	mezőgazdaság
Komáromfürdő	1246	300	47	5 904	fürdő
Pest megye					
Leányfalu	1009	1050	56	1 164	fürdő
Tápiószentmárton	2800	650	54	1 355	mezőgazdaság
Nagykőrös kórház	1832	280	45	2 329	fürdő
Tóalmás	2309	436	46	1 162	fürdő
Törtel-6.	1738	200	42		zárva
Törtel-7.	1502	160	35		zárva
Törtel-14.	1953	160	47		zárva
Tura-4.	2091	1400	95	2 429	mezőgazdaság
Somogy megye					
Babócsa GB-5.	1411	500	63		fürdő
Babócsa GB-4.	986	170	55		fürdő
Csisztapuszta Bu-16.	593	280	42	4 385	fürdő
Csokonyavisonta G-2.	1328	310	75	4 558	fürdő
Igal-1.	651	330	76	9 394	fürdő

A 2. táblázat folytatása

A kút helye	Mélység m	Vízhozam l/p	Hőmérséklet °C	Összes szilárd-anyag-tartalom mg/l	Hasznosítás
Somogy megye					
Kálmáncsa-1.	2218	240	49	2 296	fürdő
Nagybajom-1.	1008	100	43		fürdő
Szulok 2/a.	2854	580	56	1 783	fürdő
Táska-1.	770	1400	80	6 849	mezőgazdaság
Táska-2.	942	300	72	7 740	zárva
Táska-5.	693	480	75	7 438	zárva
Táska-6.	691	470	68	7 262	zárva
Tarany-8.	1532	135	62		mezőgazdaság
Nagykopárd	2179	650	62		fürdő
Szabolcs-Szatmár megye					
Baktalórántháza	862	400	45		zárva
Szolnok megye					
Cserkeszőlő	2311	205	83		fürdő
Karcag—Berekfürdő-1.	1186	1820	56	2 817	fürdő
Karcag—Berekfürdő-2.	801	570	55	2 447	fürdő
Szandaszőlős	1013	360	55		fürdő
Szandaszőlős-13.	1044	750	60	1 762	fürdő
Szandaszőlős-7.	1443	300	54	2 866	fürdő
Szolnok-3.	1183	100	56		mezőgazdaság
Szolnok-8.	1016	200	50		zárva
Szolnok-12.	1763	400	55	2 595	fürdő
Szolnok-19.	1768	260	56	2 462	ipari víz
Szolnok É. 1.	2200	240	54	2 770	zárva
Tiszaörs	1882	390	51	1 973	mezőgazdaság
Turkeve-2.	2352	470	76	4 727	fürdő
Tiszaroff	1414	340	58	1 558	zárva
Öcsöd	2360	680	79	2 146	zárva
Vas megye					
Borgáta	753	360	47	532	fürdő
Bük-1.	1010	900	58	6 566	fürdő
Mesteri-1.	1983	260	61	1 719	fürdő
Rábasömjén-2.	1943	1000	83	44 734	fürdő
Vasvár-1.	2149	600	72	492	zárva
Veszprém megye					
Ukk	815	1100	35		zárva
Zala megye					
Bajcsa-9.	1880	214	70		zárva
Bajcsa-40. (Nagykanizsa)	1650	210	90		fürdő
Csácsbozsok-1. (Zalaegerszeg)	1897	520	57		zárva
Zalakaros-1.	2307	1500	99	12 546	fürdő
Zalakaros-2.	2752	720	95	12 661	fürdő
Kehida-3.	223	100	44		zárva

Kompresszorozás után a nyugalmi szintet —74,3 m-nek mérték, 660 l/perc vizet vettek ki a rendelkezésre álló kompresszorral —55,2 m üzemi szint mellett (a víz gázos!); hőmérséklete 72 °C, a talphőmérséklet pedig 2116 m-ben 103 °C volt.

Nagyobb teljesítményű kompresszornál a vízhozam és a termelt víz hőmérséklete is nagyobb lenne.

A VIKUV vegyvizsgálati bizonylata szerint a víz nem ásványvíz, hanem egyszerű termálvíz, melyben az összes szilárd alkatrész 540,59 mg/l. Sókiválástól, lerakódástól tehát nem kell tartani.

A vasvári kísérlet eredménye alapján érdemesnek látszik Vas és Zala megye hasonló földtani felépítésű mezozoos karsztos területén levő meddő szénhidrogénkutató fúrásokat — hasznosítási igény felmerülése esetén — víztermelésre kiképezni és termelési próbának vetni alá.

Vasváron hasznosításra szóba jöhet egyrészt kertészeti üvegház fűtése, másrészt a szabadtéri strandfürdő. A víz komplex hasznosításra alkalmas: télen fűtésre, nyáron pedig fürdésre. Ebből a szempontból a kút helye is igen kedvező, mert a község felőli oldalon a fürdő, a kút túlsó oldalán pedig a kertészet részére megfelelő terület áll rendelkezésre. Ennek ellenére a víz hasznosítása 4 év alatt nem oldódott meg.

A víz kiemelésére itt is elsősorban import búvárszivattyú alkalmazása lenne gazdaságos.

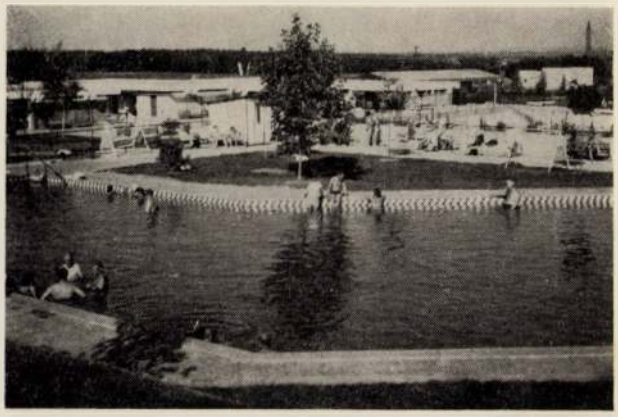
A meddő kútfúrások hasznosítása

Megvizsgálva országos viszonylatban a szénhidrogén-kutató fúrásokból víztermelésre kiképzett 90 hévízkút jelenlegi hasznosítását, megállapítható, hogy szabadtéri (strand-) és zárt fürdőben 46 kút vizét használják fel, mezőgazdasági célú fűtésre pedig 16 kút vizét veszik igénybe. Ivóvíznek 4 kút vizét használják, 24 kút pedig zárt állapotban van. Az utóbbiak között

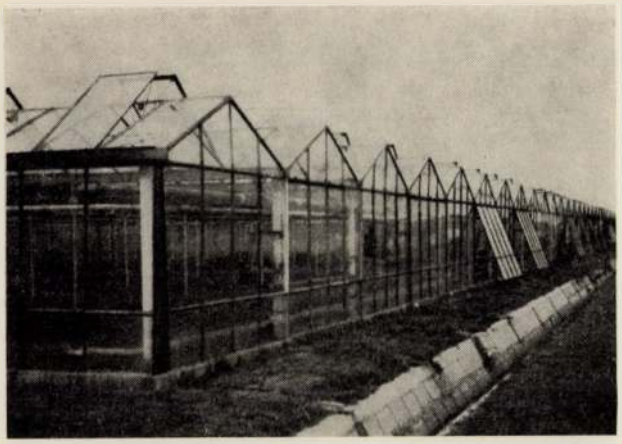
1. ábra
A Táska-1. kút termelésben

4. ábra
Az új büki fürdő

2. ábra
Paprikatermelés Szentesen hévízzel fűtött létesítményben



5. ábra
Strandfürdő Zalakaroson



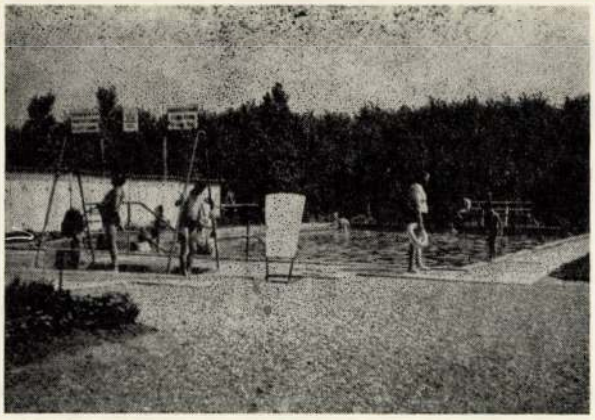
3. ábra
Kertészeti üvegházak sora Mindszenten

6. ábra
A hévízfürdő fejlődésének kezdete Mesteriben

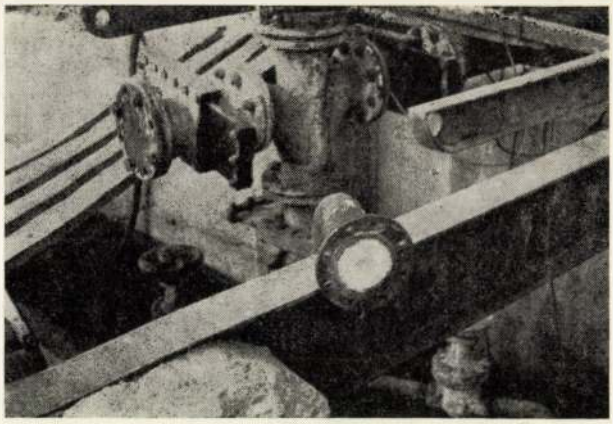
azonban számos olyan kút van, amelynek rövid időn belül való hasznosítására reálisan számítani lehet. Ilyen pl. a négy táskai kút közül három, melyeknek vizét Fonyódra tervezik bevezetni. Feltétlenül hasznosítani fogják rövid időn belül a rábasömjéni kutak vizét is. A használaton kívüli többi kút egyik csoportjába azok a kutak tartoznak, amelyek településektől, műúttól távol esnek, a másik csoport hasznosítását pedig a kis vízhozam teszi kérdésessé.

Mint említettük, csak 16 kút vizét hasznosítják jelenleg mezőgazdasági, kertészeti fűtési célra. Ezek közül leginkább említésre méltó a tótkomlósi, mindszenti, sajóhidvégi kertészeti, üvegházi és fóliafűtés.

Legfontosabb, legszélesebb körű hasznosítási területe a meddő szénhidrogén-kutató fúrásokból kiképzett víztermelő kutaknak a balneológia, a fürdő. Csak a legnevezetesebb fürdőket említjük, melyeknek már országos híre van: Mezőkövesd, Debrecen, Hajdú-



7. ábra
Kiépült hévízfürdő Mesteriben



8. ábra
Sólerakódás a kútfejnél Orosháza—Gyopárosfürdőn

szoboszló, Bükkszék, Csokonyavisonta, Igal, Karcag—Berekfürdő, Bük, Zalakaros.

Van azonban számos helyi jelentőségű fürdő is, amelyek építését a lakosság áldozatkészsége segítette elő. Az utóbbi években Somogyban létesítettek több ilyen fürdőt, pl. Babócsán, Kálmáncsán, Szulokon, Nagybajomban, Taranyon. Általában egy kisebb és egy nagyobb medencét készítettek kabinsorral. Mintaszerű kis fürdők vannak Borgátán, Mesteriben, továbbá Sellyén. Igen látogatottak a nagyszénási, bogácsi, csisztapusztai, cserkeszőlői, szolnoki strand- és zártfürdők.

Több helyen a fürdő fejlesztését a kút kis vízhozama korlátozza.

A közölt képek egy mintaszerű kis fürdő fejlődési fázisait mutatják be. Először a szénhidrogén-kutató fúróberendezés szerelőaknájában fürdőztek, majd kisebb medence készült a kiselejtezett vasúti kocsiban levő öltözőfülkékkel. Végül megépült a szabványos medence és a kabinsor is.

A kutak egy része szabad kifolyással termel, a másik részénél pedig kompresszorral emelik ki a vizet a fúrásból. A túlfolyó kutak között van olyan, amelynek statikus szintje a térszint alatt van, és a víz az elnyelt gáz fajsúlycsökkentő hatására száll fel. Ilyenek a mezőkövesdi, bükkszéki, rábasömjéni kutak. A statikus vízszint e kutakban 60—90 m-re marad a térszint alatt, és a kút termelése csak kompresszorral indítható meg.

3. táblázat

Az OKGT vállalatai által hévízfeltárási célból fúrt vízkutak

A kút helye	Mélység m	Vízhozam l/p	Hőmérséklet °C	Összes szilárdanyag-tartalom mg/l
Csepel-II strand	1135	1600	46	2138
Végardó fürdő-3	328	850	46	1638
Orosháza, Gyopáros Tsz	1700	3500	97	4604
Tiszasziget-1.	2000	1400	68	
Tiszasziget-2.	2000	2300	90	3480
Szeged, konzervgy.	650	800	38	
Szentes, Alkotmány Tsz-1.	2025	1600	90	2128
Szentes, Ilonapart-2.	2000	1600	87	1587
Szentes, Ilonapart-3.	2000	1600	93	1833
Szentes, Donát-3.	1316	1000	85	3187
Szentes, Felszabadulás Tsz-2.	1900	1800	84	2472
Földeák, Kossuth Tsz.	2000	1700	87	4851
Szeged, Mihálytelke Áll. G.	1901	2000	83	
Tótkomlós-20.	2000	540	80	
Mindszent, Lenin Tsz.	2000	1920	76	1506
Pitvaros, Vörös Csillag Tsz.	1700	2600	74	3678
Alcsisziget, Héki Áll. G.	650	430	41	
Mezőtúr, vízmű	650	800	41	
Nagybánhegyes, Zalka M. Tsz	1240	2300	93	3250
Kakasszék, szanatórium	1800	1650	99	4228
Besenyszög, Kossuth Tsz	1092	1500	60	1286
Makó, József Attila Tsz	2105	1650	89	3935
Röszke, Kossuth Tsz	2000	2100	82	3387
Apátfalva, Aranykalász Tsz	2200	2500	86	4297
Baks, Magyar—Bolgár Bar. Tsz	2200	1750	71	1239
Nagyrábé, Petőfi Tsz	1100	830	48	1688
Szolnok, Tiszaliget	1804	870	59	7270

A hévizek kémiai összetétele

A meddő olajfúrásokból kiképzett hévízkutak kémiai összetételét vizsgálva feltűnik, hogy literenként 1000 mg-nál kisebb ásványisó-tartalmú vizet alig találunk. Kiskunfélegyháza, Bogács, Borgáta, Ukk tartozik ezek közé. Vizük a felső pannonból, ill. a kis mélységű karsztból származik.

Viszont számos kút vize elég nagy sókoncentrációjú, sorrendben a következők:

Rábasömjén	48 000 mg/l
Bükkszék	24 809 mg/l
Hajdúböszörmény-1.	12 913 mg/l
Kiskőrös-1.	12 694 mg/l
Zalakaros-1.	12 546 mg/l
Igal-1.	9 394 mg/l

Ez természetes következménye annak, hogy a szénhidrogén-kutatás általában a felső pannonnál idősebb földtani képződmények szénhidrogén-előfordulásainak feltárására irányult, és meddőség esetén természetesen először a mélyebb rétegeket nyitják meg víztermelés céljára. A torton, szarmata és alsó pannon korú porózus rétegeknek bekapcsolása folytán általában nagy a víz ásványisó-tartalma. Ez ugyan a vizet balneológiai szempontból értékesebbé teszi, de növeli a víz sókiválási, sólerakódási hajlamát is, mely üzem közben sok kellemetlenséget okoz.

A sólerakódással kapcsolatos nehézségek kiküszöbölése égető problémája és sürgős feladata a hazai hévízkutatásnak és -hasznosításnak. A kutatások és kísérletek eddigi eredményeiről igen biztatók a jelentések.

Az OKGT által hévíztermelés céljából fúrt kutak

Hazánkban 27 olyan hévízkút is van, melyeket a kőolajipar valamelyik vállalata fúrt le az 1968—1972. években, amikor a Vízkutató Vállalat nem rendelkezett a megnövekedett szükségletnek megfelelő fúrási kapacitással. Az ebben az időszakban fúrt 27 hévízkút átlagmélysége 1600 m, a kutak átlagos vízhozama pedig 2240 l/perc volt. A kutak vizének hőmérséklete:

2 db	35—40 °C
6 db	45—60 °C
4 db	60—80 °C
15 db	80 °C-nál melegebb.

Ezek a kutak a *3. táblázat*ban vannak feltüntetve. A kutak mélyítéséhez a hidrológiai szakvéleményt a MÁFI vízföldtani osztálya adta a szénhidrogén- és egyéb kutatófúrásoknál szerzett hidrológiai adatok felhasználásával.

A magyar hévízkutatás és -feltárás a fentiek tanúsága szerint igen sokat köszönhet a szénhidrogén-kutatás során alkalmazott fúrási, kútkiképzési és kútvizsgálati módszereknek, valamint a kőolajipar egyéb információs és adatszolgáltatási tevékenységének. Összesen 90 meddő szénhidrogén-kutató fúrást képeztek ki hévíztermelő kúttá. Emellett az utóbbi években 27 kimondottan hévízfeltáró jellegű fúrást is mélyítettek, melyek nagyban elősegítették a hazai geotermikus energia feltárását és hasznosítását.

IRODALOM

[1] *Alliquander Ö.:* A meddő olaj- és szénhidrogénfúrások felhasználása víztermelésre. (A mélységi víz c. ankét előadása. Kézirat.)
[2] *Bélteky L.:* A hazai termális vízfeltárás időszerű kérdései. Hidrológiai Közlöny *3* (1961).
[3] *Bélteky L.:* Magyarország hévízfeltárási és -hasznosítási lehetősége. Vízügyi Közlemények *2* (1966).
[4] *Bélteky L.:* Hévíztermelés a meddő szénhidrogén-kutató fúrásokból. Földtani Kutatás *3* (1971).
[5] *Bélteky L.:* A meddő CH kutatófúrások víztermelésre való hasznosítása. Hidrológiai Tájékoztató (1972).
[6] *Bélteky L.:* Problems related to operating thermal wells subject to scaling in Hungary. Geothermics (1975).
[7] *Bélteky—Korim:* Hajdúszoboszló és Debrecen hévizei. Vízügyi Közlemények *1* (1976).
[8] *Csath B.:* Adalékok a hévízkutatás történetéhez. Kőolaj és Földgáz *12* (1978).
[9] *Schmidt E. R.:* A kincstári csonka-magyarországi szénhidrogén-kutató mélyfúrások. M. kir. Földtani Intézet évkönyve. XXXIV. k. *1.* füz.
[10] *Schulhof Ö.:* Magyarország ásvány- és gyógyvizei. Akadémiai Kiadó, 1957, Budapest.
[11] *Tomor J.:* Az alföldi mélyfúrások eredményei a termálvíz feltárása szempontjából. (A tiszántúli hévizek hasznosítása c. ankét előadása. Kézirat.)
[12] Magyarország hévízkútjai. I. k. VITUKI, 1966.
[13] Magyarország hévízkútjai. II. k. VITUKI, 1971.
[14] Magyarország hévízkútjai. III. k. VITUKI, 1977.

KÜLFÖLDI HÍREK

Dánia földgázt vásárol az NSZK-tól

A *Dansk Olie and Naturgas* állami vállalat megállapodást írt alá a *Ruhrgas* konzorciummal, amely szerint a konzorcium 1982 és 1985 között évenként 700—1000 millió m³ földgázt szállít Dániába, amíg az északi-tengeri saját termelés nem fedezi a szükségletet. Később Dánia ad el földgázt az NSZK-nak.

Petroleum Economist, 1979. 4. sz.

Svájc kőolaj- és olajtermékimportja

Svájc szénhidrogénimportja 1978-ban 1,6%-kal emelkedett, és összesen 13 181 000 t-t tett ki. Ebből 3 872 000 t volt a kőolaj és 9 309 000 t a kőolajtermék. Svájc főbb kőolajszállítója az Egyesült Arab Emírségek, Líbia, Nigéria, Irán és a Szovjetunió volt.

Petroleum Economist, 1979. 4. sz.

Fúrási mélységrekord a Kola-félszigeten

A TASZSZ Murmanszkból érkezett jelentése szerint az SG-3. jelű fúrásban 1979. július 6-án túlhaladták a 9670 m-es talpmélységet.

Erdöl-Dienst, 1979. 55. sz.

Az USA földgáziparának 1978. évi eredményei

Az USA-ban 1978-ban 556,7 milliárd m³ földgázt termeltek, azaz 1,8%-kal kevesebbet, mint az előző évben. A földgázimport 4,6%-kal csökkent és 27,3 milliárd m³-t, az export pedig — az előző évi szinten maradva — 1,6 milliárd m³-t tett ki.

Bjulleten' Inosztr. Kommercs. Inf. 1979. 69. sz.

Szegesi K.

Természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs törvényszerűségeinek felhasználási lehetőségei a komplex ásványinyersanyag-kutatásban, különös tekintettel a szénhidrogénfluidum-prognózisra és a tárolók tanulmányozására*
1. és 2. fejezet

ELEK ISTVÁN

A radioaktív és a radiogén elemeknek, valamint izotópjaiknak geokémiai nyomjelzőként való felhasználása egyre nagyobb jelentőségre tesz szert az ásványinyersanyag-lelőhelyek prognosztizálásában, felkutatásában és tanulmányozásában. Ilyen irányú alkalmazások inkább a szilárd halmazállapotú (radioaktív és nem radioaktív) telepekkel kapcsolatban ismertebbek.

A felhasználás lehetősége azonban messze nem korlátozódik a szilárd ásványi nyersanyagok lelőhelyeire, mivel a radioaktív elemek migrációs törvényszerűségei (is) a szilárd és a fluidum bonyolult kölcsönhatásának eredőjeként nyilvánulnak meg, így e törvényszerűségek magát a fluidumot is meghatározott módon kell hogy jellemezzék.

A szerző — alapvetően szovjet szakirodalmi közlések alapján — a hazai irodalomban először áttekintést ad a kőolaj- és földgázlelőhelyek felderítési és kutatási lehetőségeivel kapcsolatos, több mint 50 éve folyó radiometriai-radiohidrogeokémiai vizsgálatok fontosabb eredményeiről és a téma jelenlegi helyzetéről. Mindezek alapján javasolja a szénhidrogén-kutatás céljából végzendő hazai hidrogeológiai és hidrogeokémiai vizsgálatok komplexumának kibővítését a természetes radioaktív elemek és izotópjaik meghatározásával, mindenekelőtt pedig a szénhidrogén-kutató fúrásainkból a 60-as évek közepén begyűjtött, U-ra és Ra-ra egyéb célból elemezett vízminták szénhidrogén-földtani (és uránföldtani) szempontok szerinti feldolgozását.

1. fejezet — A jelenség észlelése és tanulmányozása

Bevezetés

A rádiumemanáció (^{222}Ra) vízben való oldódásának megfigyelésével (*Curie, P.* és *Debierne, A.* 1901) és természetes vizekben való kimutatásával (*Sella* és *Pochettino,* 1902, és tőlük függetlenül *Thomson, J.*) kezdetét vette a természetes vizek radioaktívelem-tartalmának tanulmányozása.

A kutatók mindenekelőtt az ásvány- és gyógyvizeket adó források vizeinek, üledékeinek és a gyógyiszapoknak radioaktivitását tanulmányozták.

A *radioaktivitás* (1896, *Becquerel, H.* és *a mesterséges hasadás* (1938, *Hahn, O., F. Strassmann*) felfedezése közötti időszakban a fő figyelem elsősorban a Ra-ra és közvetlen bomlástermékére, a rádiumemanációra irányult, ezért az 1896—1938 közötti időszakot az uránium ún. „rádiumos" szakaszának is szokás minősíteni.

A Ra-preparátumok sokoldalú alkalmazása és a Ra tartósan magas világpiaci ára miatt érthető volt az egyes országok törekvése, hogy saját Ra-forrást biztosítsanak maguknak.

A kőolajban és a kőolajtelepekben levő sós rétegvizek radioaktivitásának vizsgálatai ugyancsak a század elejétől folynak. *Himstedt* 1903-ban kimutatta két freiburgi olajminta magasabb radioaktivitását [1]. *Becker, A.* 1923-ban a heidelbergi fúrásból származó sósvízben rendkívül nagy ($17{,}92 \cdot 10^{-10}$ g/l-t is elérő) oldott Ra-tartalmat határozott meg [2].

A radioaktivitás jelenségének nyersanyagkutatás céljából való felhasználását *Bogojavlenszkij, L. N.* javasolta 1923-ban. Elgondolásának igazolására (miszerint a Föld radioaktív terének mérése alapján következtetni lehet különböző ásványinyersanyag-telepek jelenlétére) 1924—1926 között terepi emanációs méréseket is végzett pl. Majkop és Unta kőolajtelepei felett. (Talajlevegőben első ízben *Elster* és *Heitel* mutatott ki radioaktív emanációt 1902-ben [3]). Bár mérései az alacsony radioaktív térben kimutatandó kis változások követelménye, és az akkori méréstechnika korlátozott lehetőségei miatt nem szolgáltatták a várt eredményeket, *Bogojavlenszkij* vitathatatlan érdemeket szerzett. Elsőként tett ugyanis kísérletet a természetes radioaktív sugárzás gyakorlati felhasználására nemcsak radioaktív ércek, hanem radioaktív elemeket fokozott mértékben nem tartalmazó hasznos ásványi nyersanyagok kutatásában, valamint ráirányította a fizikusok figyelmét a kőolajlelőhelyek sokoldalú tanulmányozásának problémájára [4].

A kőolajlelőhelyek mélységi vizei radioaktivitásának tanulmányozását a Szovjetunió Rádium Intézete — a radioaktív elemek regionális geokémiájának kérdéseivel kapcsolatban — 1926—27-ben kezdte meg. *Bogojavlenszkij, L. N.* [5] és *Cserepennikov, A. A.* [6] 1928-ban beszámolnak az Uhta kőolajlelőhely fúrásából származó vízminta kiemelkedően nagy ($7{,}5 \cdot 10^{-9}$ g/l) Ra-tartalmáról. 1931-ben *Tageeva, N. V.* és *Sztarik, F. E.*, valamint *Kurbatov, L. M. Cseleken* és *Neftedag, Baranov, V. I.* és *Kurbatov, L. M.*, valamint *Komlev, L. V.* Groznij és Novo-Groznij [7], 1932-ben *Nikitin, B. A.* [8] Fergana lelőhelyein mélyített olajkutakból származó rétegvizek ugyancsak nagy oldott Ra-tartalmáról (és a Ra izotópösszetételéről) számolnak be, ill. azokat értékelik a Tudományos Akadémia ülésein.

* A Magyarhoni Földtani Társulat Dél-dunántúli Területi Szervezetének és a Magyar Geofizikusok Egyesülete Zala megyei csoportjának együttes előadóülésén, 1977. dec. 15-én Nagykanizsán elhangzott előadás alapján.

Ezek és a további felfedezések a rádiumipar fejlesztését új irányba, az izotópjaival dúsult Ra-nak az olajos vizekből való kinyerés útjára terelték a Szovjetunióban. (Korábban kizárólag radioaktív ércekből választottak ki Ra-ot) [3]. *Vernadszkij, V. I.* és *Hlopin, V. G.* 1932-ben kiemelték, hogy valamennyi ismert rétegvíz közül a kőolajlelőhelyek produktív összleteivel kapcsolatos rétegvizekben mutathatók ki a legnagyobb (10^{-8}—10^{-10} g/l-t is elérő) Ra-koncentrációk. *Az olajos vizek a Ra-kinyerés lehetséges nyersanyagának tekinthetők* [8]. *Baranov, V. I., Kurbatov, I. D., Bobin, P. I., Komlev, L. V., Cserdüncev, V. V., Popov, A. A., Scsepoteva, E. Sz.* vizsgálatai nyomán ismertté vált, hogy a Ra-on (^{226}Ra) kívül ezek a vizek ThX-et (^{224}Ra) és MsThI-et (^{228}Ra) is tartalmaznak [9].

Scsepoteva, E. Sz. (1943), *Tokarev, A. N.* és *Scserbakov, A. V.* (1956) vizsgálatai során bizonyítást nyert, hogy a kőolajtelepek rétegvizei Ra-tartalmukat a radioaktív elemeket diszperz állapotban tartalmazó kőzetekből való kilúgozás útján nyerik. A Ra-deszorbciót elősegíti a klór-kalciumos rétegvíztípus. Ugyanezen vizek alacsony U-tartalma a közeg reduktív jellegével függ össze, amelyben az U^{4+} rendkívül kis oldhatóságú vegyületei vannak jelen. (Ismeretes, hogy az uránium migrálóképes vegyületei 6-vegyértékűek). Így *a Ra/U hányados* vízre vonatkoztatott értéke *több nagyságrenddel is meghaladhatja az egyensúlyi* ($3{,}4 \cdot 10^{-7}$) *értéket* [10]. *Komlev, L. V.* [7] és *Nikitin, B. A.* [8] *már a 30-as években megfigyelték*, hogy *a rétegvizek Ra-tartalma a kőolajtelep letermelésének mértékében csökken.*

A kőolajtelepek rétegvizei radioaktivitása szisztematikus tanulmányozásának második időszaka az 50-es évek elején kezdődik. *Ovcsinnikov, A. M.* 1953-ban [11] társszerzőjeként a haszonásvány-lelőhelyek *hidrogeológiai* felderítő kritériumai között — a szénhidrogén-lelőhelyekre vonatkozóan — a szulfátmentes kloridos-kalciumos-nátriumos rétegvizek *specifikus* elemei között szerepelteti a Ra-ot, a szórt elemek közül pedig a radioaktív elemeket. *Karcev, A. A.* 1954-ben [12] megjegyzi, hogy a kőolajat tartalmazó rétegekből származó *nem bármilyen* víznek van magasabb Ra-tartalma. Ekkorra már kidolgozták az U-lelőhelyek felderítésének radiohidrogeológiai módszerét, megfogalmazták az U, a Ra és a Rn migrációs törvényszerűségeit a felszíni és felszín alatti vizekre egyaránt [13].

A vizsgálatok folytatását több körülmény indokolta:

a) a megelőző időszak jelentős felfedezései ellenére az elvégzett nagy mennyiségű vizsgálat sem tisztázta a radioaktív elemeknek a geológiai viszonyok és a vízkémiai típus (valamint a termelés-időtartam) változásával kapcsolatos *(tér- és időbeli)* eloszlását a szénhidrogéntelepek rétegvizeiben [10];

b) az 50-es évek elejétől a terepi radiometria (*Bogojavlenszkij* kísérletei után 30 évvel!) ismét szerepet kapott a kőolaj- és földgázlelőhelyek felderítését célzó módszerek komplexumában.

Az USA, Kanada, Franciaország, a Szovjetunió és más államok szénhidrogén-lelőhelyeinek körzetében végzett gamma-mérések során megfigyelték, hogy a kőolajlelőhelyek felett a radioaktivitás anomálisan lecsökken, míg az olajkontúron túl az aktivitás bizonyos mértékben megemelkedik. A megfigyelés és a jelenség értelmezése körül az 50-es években kibontakozott polémia mellőzésével, konkrét témánknál maradva, idézem *Alekszeev, F. A., Ermakov, V. I.* és *Filonov, V. A.* 1958-ban közzétett vonatkozó megállapításait [10].

1. Különböző típusú kőolajlelőhelyek rétegvizei — a *lelőhely rétegtani-kőzettani és szerkezeti sajátosságaitól függetlenül* — $n \cdot 10^{-10}$ g/l Ra-tartalommal jellemezhetők (ez az érték ritkán $n \cdot 10^{-11}$ g/l-ig csökken). Ugyanezekben a vizekben az U-tartalom csak ritkán haladja meg az $1{,}0 \cdot 10^{-7}$ g/l értéket. A kőolajtelepek felett elhelyezkedő lokálisan meddő rétegek vizeiben [14] a Ra-tartalom $n \cdot 10^{-12}$—$n \cdot 10^{-13}$ g/l-ig csökken, amit az U-tartalom $n \cdot 10^{-5}$ g/l-ig történő növekedése kísér.
2. Maximális Ra-koncentrációk a klór-kalciumos típusú rétegvizekben mutathatók ki. Megjegyzendő, hogy a Ra a $\frac{Cl-Na}{Mg}$ vízmetamorfózis-együttható növekedésével párhuzamosan halmozódik fel, és nincs mindig összefüggésben az összes sótartalommal.
   Az U-maximális mennyiségben a hidrokarbonátos-nátriumos típusú vizekben — a sótlanodás mértékét jelző Na/Cl együttható növekedésével párhuzamosan — halmozódik fel.
3. Kőolaj-előfordulások körzetében megfigyelhető a Ra-tartalom területi (horizontális) változása is: az olajkontúron kívül telepített fúrásokból vett rétegvizek Ra-tartalma tendenciaszerű növekedést mutat, és a *maximális értékek a kontúrvonalhoz legközelebb eső peremi és a talpi vizekben mérhetők.*

A későbbiek folyamán a természetes vizek radioaktívelem-tartalmának vizsgálatát kiterjesztették a szénhidrogénmezők körzetének az aktív vízcsere zónájába tartozó vizeire is. *Filonov* pl. É-Elő-Kaukázus olajterületein ásott kutak, források, artézi kutak vizeinek és rétegvizeinek összehasonlító vizsgálata során [15] az alábbi következtetésekre jutott.

1. A radiohidrokémiai háttér U-ra $n \cdot 10^{-6}$ g/l, Ra-ra $n \cdot 10^{-11}$ g/l.
2. A Ra-tartalom a felszíni és rétegvizekben függetlenül a vízadó szint települési mélységétől, a tárolókőzet litológiai jellegétől és a felszín alatti víz típusától azonos határok: $n \cdot 10^{-13}$—$n \cdot 10^{-11}$ g/l között változik. Kivételt a nemrég termelésbe vont olajlelőhelyek *klór-kalciumos és hidrokarbonátos-nátriumos* rétegvizei képeznek, melyekben a Ra-tartalom néha az $n \cdot 10^{-9}$ g/l-t is eléri.
3. A vizsgált felszíni vizek U-tartalma széles határok között, $n \cdot 10^{-9}$ g/l-től $n \cdot 10^{-4}$ g/l-ig változik.
4. Az olajlelőhelyek rétegvizeiben az U vagy hiányzik, vagy csak jelentéktelen mennyiségben (rendszerint $n \cdot 10^{-7}$—$n \cdot 10^{-8}$ g/l) van jelen. Egyedi mintákban az U-tartalom eléri az $n \cdot 10^{-5}$—$n \cdot 10^{-6}$ g/l-t.
5. Szénhidrogénmezők körzetében a Ra/U arány a Ra-túlsúly irányába tolódik el, míg a szénhidrogénmezőktől távolabb a Ra/U arány az egyensúlyi érték felé közelít, esetenként pedig az U-túlsúly irányába tolódik el, felszíni és rétegvizekben egyaránt. (A felismert és fontosnak vélt jelenség

további, kiegészítő vizsgálatát *Filonov* szükségesnek tartja). Kőolajlelőhelyek rétegvizeiben a Ra/U arány mindig a Ra-túlsúly irányába mutat, amely legélesebben az olaj—víz határzónájában nyilvánul meg.

2. fejezet — A jelenség gyakorlati hasznosítására irányuló törekvések

Scsepak, V. M. a 60-as évek elején az Elő-kárpáti-süllyedék külső és belső zónájának és az Orosz-tábla DNy-i szegélyének *paleozoos, mezozoos* és *kainozoos rétegeiben* vizsgálta a vizek Ra-tartalmának változását. Megállapította, hogy a klór-kalciumos típusú rétegvizek relatív (összes sótartalomhoz viszonyított) Ra-tartalma lényeges eltérést mutat attól függően, hogy az adott réteg tartalmaz vagy nem tartalmaz szénhidrogéntelepet.

A relatív Ra-tartalmat (a horizontálisan és vertikálisan változó összes sótartalom (M) által az abszolút Ra-koncentrációra gyakorolt hatás kiszűrése céljából) a $\frac{Ra \cdot 10^{12}}{M}$ együtthatóval fejezi ki. Az együtthatónak a regionális háttérhez viszonyított (*pozitív radiohidrogeológiai anomáliaként* jelentkező) nagyobb értékét szénhidrogéntelepek előrejelzésére szolgáló közvetett hidrokémiai mutatóként tekinti a vizsgált területeken [16]. Egyben kiemeli, hogy a szénhidrogéntelepekkel kapcsolatos radiohidrogeológiai anomáliák kizárólag csak a szénhidrogén-fluidumot rartalmazó szint *kontúron túli* körzetében keletkeznek és terjednek ki. A szénhidrogén-felhalmozódások a lokálisan meddő rétegvizek Ra-tartalmára már nem gyakorolnak hatást.

*Scsepak*kal azonos következtetésre jutott *L. K. Gucalo* is, aki a Dnyeper—Donyec-medence középső része felszín alatti (ugyancsak klór-kalciumos típusú) vizeinek Ra-eloszlási törvényszerűségeit vizsgálta [17].

Az *1. táblázatban* összevontan ismertetem *Scsepak* [16] és *Gucalo* [17] eredményeit, a $\frac{Ra \cdot 10^{12}}{M}$ mutató *háttér-* (számlálóban) és *anomális* (nevezőben) szintjeinek értékközeit.

Gucalo szerint a Dnyeper—Donyec-medence felszín alatti vizeiben kőolaj- és földgáztelepek körül kialakuló pozitív radiohidrogeológiai anomáliákra utal egyrészt a relatív Ra-koncentráció emelkedése, másrészt a Ra/U hányados értékének az egyensúlyihoz képest a Ra irányába való eltolódása. A szerző szénhidrogéntelepekhez kapcsolódó rétegvizekben (ezen belül különösen a peremi és talpi vizekben) jelentkező, szénhidrogén-prognosztikai célra felhasználható Ra-anomáliáktól elkülöníti az uránásványosodást tartalmazó nagyobb aktivitású (felső karbon és triász) rétegek vizeiben kialakuló Ra-anomáliákat. Utóbbiak rendszerint a kőolaj-sor bitumenes szerves anyagával vagy kőolajtelepekkel kapcsolatosak ugyan, de az ilyen területrészek lokális jellege és jelentéktelen vastagsága miatt lényegesen nem befolyásolják a Ra-eloszlást a felszín alatti vizekben, és nem nyomják el a szénhidrogéntelepek közvetlen hatására kialakult anomáliákat. (Erről az uránérctelep-típusról részletesebben l. [18, [19].)

A szénhidrogéntelepekhez kapcsolódó rétegvizekben a természetes radioaktívelem-tartalom eloszlásának vizsgálatában újabb állomást jelentett az olaj—víz *fázishatár* pillanatnyi *helyzete* meghatározásának, *jellege* és *mozgási üteme* megfigyelésének lehetősége az egyes kutakból kifolyó (peremi és talpi) vizek Ra-tartalmának időszakos meghatározása útján [20]. A módszer lényegének ismertetésére a későbbiekben kerül sor.

A felszín alatti vizek radioaktívelem-tartalmának vizsgálata fokozatosan kiegészül a Ra- és az U-izotópok meghatározásával, *tárolókőzetben* és *fluidumban* egyaránt. Ezek a vizsgálatok egyre gyakrabban párosulnak a víz molekuláit alkotó elemek (a hidrogén és az oxigén) és a természetes szénhidrogének szénizotóp-összetételének vizsgálatával és a felszín alatti vizek kormeghatározásával.

Az első ilyen komplex igényű vizsgálatok eredményeit *Alekszeev, F. A., Gottih, R. P.* és *Lebedev, V. Sz.* publikálták monográfiájukban [21]. A szerzők az Amudarja-medence ipari szénhidrogén-telepeket tartalmazó mezozoos üledékei vízadó összleteiben az (alsó jurától az alsó krétáig) és a fiatalabb mezozoos (cenomán, turon, paleogén) — és neogén-negyedidőszaki üledékek vízadó összleteiben mozgó vizek radioaktívelem- és deutériumtartalma alapján kimutatták azok szelvény szerinti változásának törvényszerűségeit. Megállapították, hogy „az alsó vízadó összlettől a felső vízadó összletbe való átmenetkor megfigyelhető az U-tartalom határozott növekedése és a Ra és D koncentrációjának csökkenése, ami a beszivárgó légköri vizek hányadának növekedését tükrözi a szelvény magasabb szintjeiben" [21]. A szerzők a szénhidrogéntelepeket tartalmazó amudarjai artézimedence felszín alatti vizei radiogeokémiai és izotópösszetétel-adatainak áttekintése és a medence mezozoos üledékei szénhidrogéntárolási perspektíváinak értékelése után javasolják a szénhidrogén- és általában az artézi medencék vizsgálati programjába iktatni az alábbi mutatók meghatározását:

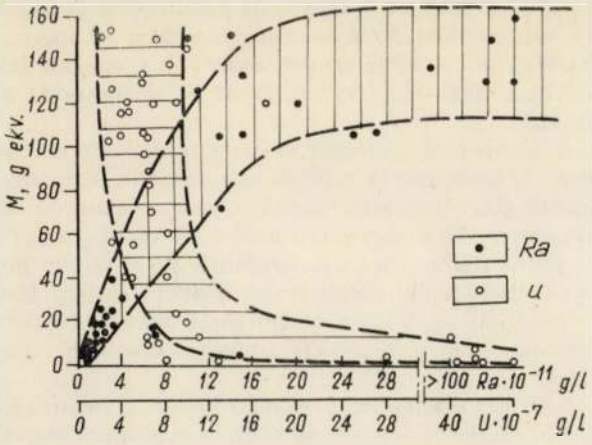
a) a felszín alatti vizek és a feltételezett vízgyűjtő területek vizeinek U- és Ra-tartalmát, a hidrogén és az oxigén (^{18}O) izotópösszetételét, eloszlásuk jellegének területi és szelvénybeli meghatározásával. (Megjegyzik, hogy az U, a Ra, a D és az ^{18}O vizsgálatát kívánatos együttesen elvégezni);

b) a felszín alatti vizek He-Ar-módszerrel meghatározott korát [21].

Javasolják a vízadó összletekben mozgó vizek $^{234}U/^{238}U$ értékének — egyéb hidrokémiai mutatók (D-, Ra- és U-koncentráció) mellett — felhasználását a medencebeli vizek pangási állapota fokának és mozgásirányának minőségi jellemzésére [21].

Az *1. és 2. ábra* [21] nyomán a medencebeli vizek radioaktívelem-tartalma és az összes sótartalom, valamint a D- és a Ra-tartalom közötti összefüggés jellegét szemlélteti. (A *2. ábra* jobb oldali részébe eső pontok a jura vízadó összlet klór-kalciumos és nagy összes sótartalmú vizeivel vannak összefüggésben).

Gorbusina, L. V., és *Tüminszkij, V. G.* az Amudarja-artézimedence legteljesebbkörűen vizsgált részmedencéjének, a Buhara-Karsinszki-medence vizeire vonatkozó kor- és izotópösszetételi ($\delta\,^{18}O$, D, $^{234}U/^{238}U$) adatok alapján lényeges különbségeket állapítottak meg a



1. ábra
Az Amudarja-medence vizei U- és Ra-tartalmának szembeállítása az összes sótartalommal (M)

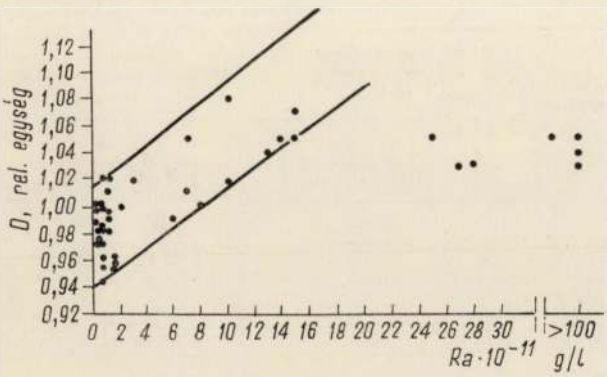
medence mezozoos vízadó összleteinek kialakulási feltételeiben. A különbségek alapján következtetéseket vontak le a kialakult kőolaj- és gázlelőhelyek további fennmaradását befolyásoló kedvező geológiai-hidrogeológiai feltételek meglétéről vagy hiányáról [22].

A 70-es évek közepére megértek a feltételek a mintegy 50 éve (a Ra-alapján) felismert jelenségnek: a szénhidrogéntelepeket kísérő rétegvizekben jelentkező (pozitív) radiohidrogeokémiai anomáliáknak általánosító és komplex értékelésére. Ezt az értékelést *Alekszeev, F. A., Gottih, R. P., Szaakov, Sz. A.* és *Szokolovszkij, E. V.* végezték el és tették közzé 1975-ben megjelent munkájukban [1].

Jelen áttekintés természetesen nem törekedhet az általánosító és komplex értékelés tárgyalására. A korábban kifejtettek szempontjából viszont a 4. fejezet („A felszín alatti vizek természetes radioaktivitásával és izotópösszetételével kapcsolatos adatok felhasználása a szénhidrogén-prognózisban és a lelőhely lemővelési folyamatának ellenőrzésében") közvetlen érdeklődésre tarthat számot.

Regionális szénhidrogén-prognózis (az Amudarja- (a) és a volgográdi Volga-vidék (b) szénhidrogén-medencéinek példáján).

a) Az Amudarja-medence vízadó összleteit szénhidrogén-kutatás szempontjából a szerzők az alábbiak szerint minősítik.



2. ábra
Az Amudarja-medence felszín alatti vizei Ra- és deutériumtartalmának szembeállítása

a_1 — A jura üledékek perspektivikusak a medence teljes területén (max. Ra-, min. U-, nagy D-tartalom, kedvező feltételek a szénhidrogéntelepek keletkezéséhez és fennmaradásához).

a_2 — Az alsó kréta és a cenomán, felső albai üledékek általában perspektivikusak, de különösen azok a medence ÉNy-i részében kisebb Ra- és U-tartalom a vizekben, mint a_1-nél, de ezen a részen a deutériumtartalom megemelkedik; a szénhidrogéntelepek keletkezése és fennmaradása szempontjából kedvező feltételek. A medence K-i részében ugyanezen üledékek perspektívája a *légköri vizek jelenkori beszivárgása* aktivizálódása növekedésének arányában csökken.

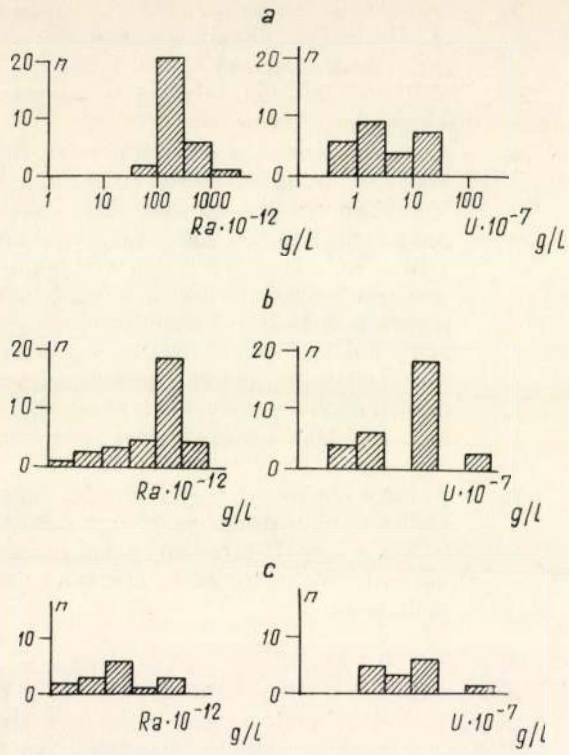
a_3 — A turon-paleocén vízadó összlet hidrogeológiai nyitottsága miatt nem perspektivikus (nagy U-tartalom, a hidrogén és oxigén nehéz izotópjainak minimális koncentrációi).

b) A volgográdi Volga-vidék mélybe süllyedt paleozoos üledékeiben a szénhidrogén-képződés folyamatáról és az olaj- és gáztelepek fennmaradásához kedvező feltételek meglétéről tanúskodik:

b_1 — a devon üledékek vizének nagy Ra-tartalma és a Ra/U hányados jelentős (3—4 nagyságrendű) eltolódása a Ra-túlsúly irányába, és az elég nagy deutériumtartalom. A devon rétegvizek — eltemetett és kisebb mértékben, de csak lokálisan felhígult — tengervizek. (A paleoinfiltrációk helyei a σD értékének lokális csökkenései alapján *rekonstruálhatók* — kivéve az ipari vízzel való rétegvízhígulás eseteit.);

b_2 — a karbon rétegvizek ugyancsak nagy Ra-tartalma. (A karbon rétegvizeknek a devon rétegvizekét meghaladó U-tartalmát adott esetben nem a szénhidrogén-perspektívákat rontó tényezőként kell figyelembe venni). A relatíve megnövekedett U-tartalom ellenére a Ra/U arány még mindig néhány nagyságrenddel a Ra-túlsúly irányába tolódik el. A karbon rétegvizek deutérium- és ^{18}O-tartalma alapján kimutatható, hogy a karbon üledékek magasabb szintjeiben a *szedimentációs vizeket paleoinfiltrációs hatások érték*. A mélyebb szintek már a lelassult vízcsere zónájába tartoztak, ami magyarázatul szolgál a nagy Ra-koncentrációk megmaradására.

A volgográdi Volga-vidék kőolajlelőhelyein a rétegvizek $^{234}U/^{238}U$ aránya $1{,}08 \pm 0{,}03$—$1{,}25 \pm 0{,}07$ értékek között ingadozik. Az aktív vízcsere zónájába tartozó vizek $^{234}U/^{238}U$ aránya mind az Amudarja-medencében, mind pedig a volgográdi Volga-vidéken meghaladja a lelassult vízcsere zónájába tartozó rétegvizek egyensúlyihoz közeli $^{234}U/^{238}U$ arányát. A *3. ábra* a szóban forgó területek közül a volgográdi Volga-vidék vizeiben meghatározott U- és Ra-eloszlást szemlélteti.



3. ábra
Rádium- és uráneloszlás a volgográdi Volga-vidék devon, karbon (b), perm, permotriász és mezozoos (c) vízadó összleteiben

Lokális szénhidrogén-prognózis

A kőolajlelőhelyeket övező rétegekben — a vizsgálati eredmények alapján — *három jellegzetes öv* mutatható ki. Az első *(anomális)* öv a víz—olaj kontúrhoz illeszkedik, anomálisan nagy, a teleptől való távolodással élesen csökkenő rádiumtartalommal bír. A második *(átmeneti)* öv rádiumkoncentrációja kisebb és fokozatosan csökken a harmadik *(háttér-)* övet jellemző háttérszintre. Az a távolság, amelyen az anomális Ra-tartalom a háttérszintre csökken, a vizsgált lelőhelyeken 1000—2200 m volt (a víz—olaj kontúrtól számítva).

A tényadatok elemzése során kitűnt, hogy a rétegvizek U-tartalmának területi változásában nem jelentkeznek éles törvényszerűségek. A szerzők feltevése szerint ennek oka a nagy sótartalmú vizek vonatkozásában az urántartalom meghatározásának jóval kisebb pontosságában rejlik. Összességében azonban úgy tűnik — mondják —, hogy a peremi vizek kevésbé telítettek uránnal, mint a produktív rétegtől távolabbi rétegvizek.

A felderítő kutatási fázisban a lokális szénhidrogéntároló szerkezetek alapvető radiohidrokémiai mutatójaként a Ra-tartalom háttérszinthez képest jelentkező emelkedését kell tekinteni. A minden egyes konkrét *a geológiai és hidrogeológiai feltételek szigorú specifikumával jellemzett* régióra kapott Ra-tartalmak a továbbiakban már nem használhatók fel a mintavétel eredetileg fennálló feltételeitől lényegesen eltérő viszonyok között. (Éppen ez a körülmény rejti magában az operatív beavatkozás lehetőségét a művelési paraméterekre a peremi és a talpi vizek Ra-tartalmának idő- és térbeli változásának megfigyelése alapján.) *Nikolaev, D. Sz.— Komlev, L. V.* és *Nikitin, B. A.* korábbi vizsgálataira utalva — már 1957-ben rámutatott, hogy „egy és ugyanazon rétegnek kémiai összetétel alapján hasonló vizei néha a Ra lényegesen eltérő koncentrációit tartalmazzák. Minden egyes fúrás vizeit saját radioaktivitás jellemzi" [23].

A rádiumtelítettséget meghatározó egyik tényező, a sótartalom, egy és ugyanazon rétegen belül is változhat. Emiatt az abszolút érték mellett a relatív rádiumtelítettség nagyságát is szükséges figyelembe venni.

Éppen a relatív rádiumtelítettség nagy pozitív anomáliái hívták fel a figyelmet pl. az Orosz-tábla dny. szegélyén a középső devon rétegek szénhidrogén-perspektíváinak felülvizsgálatára *(l. az 1. táblázatot)*. *Korábban* ugyanis *minden egyéb mutató és a mélyfúrá-*

1. táblázat

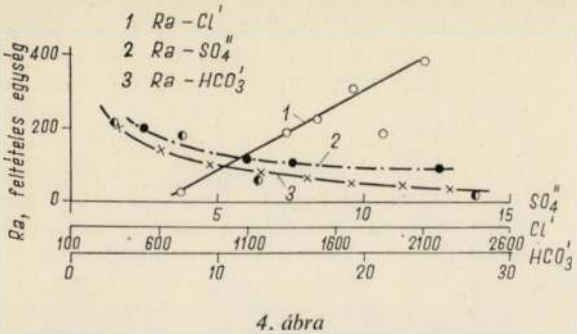
A $\frac{Ra \cdot 10^{12}}{M}$ mutató háttér- és anomális szintjeinek értékközei

A képződmények kora	$\frac{Ra \cdot 10^{12}}{M}$			
	[16]		[17]	
	Elő-Kárpáti-süllyedék		Orosz-tábla DNy-i szegélye (devon)***	Dnyeper—Donyec-medence
	külső zóna	belső zóna (paleogén)		
Paleozoos	4,04—4,33 * / 4,5	— / —	1,64—4,11 / 10,0—19,80	2,51—4,87 / 4,63—37,71
Mezozoos (jura, kréta)	1,16—1,92 ** / 2,22—2,94	— / —	— / —	0,8—1,70 / 2,33—21,62
Kainozoos	1,01—1,74 ** / 2,27—6,06	1,45—1,87 / 2,3—6,74	— / —	— / —

Megjegyzés: * az anomális szint — vizsgálati adat hiányában — csak feltételezett.

** a szerző, mezozoos—kainozoos rétegvizekre összevontan közölt adatai: $\frac{\leq 2}{2,22—6,06}$.

*** a háttér- és anomáliaszint megállapításáig a területen szénhidrogéntelep nem volt ismeretes. A rétegvizsgálatok során egyes fúrásokban gáz kitöréseket figyeltek meg.



4. ábra
A rádium- és az aniontartalom közötti összefüggés a K-Elő-Kaukázus alsó kréta üledékeinek vizeiben

sok eredményei alapján a területet perspektívátlannak minősítették. A relatív rádiumtelítettség pozitív anomáliáinak ismeretében folytatott felderítő kutatás a Velikije Mosztü területen több gáztelep kimutatását eredményezte.

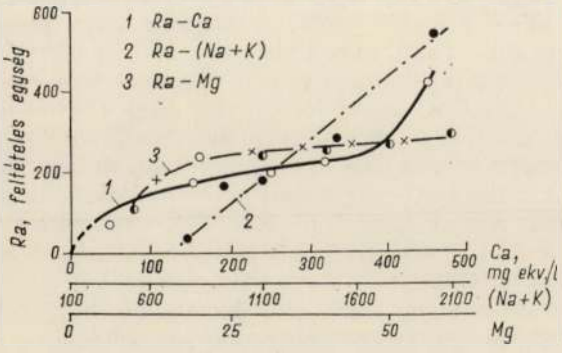
Az U-tartalom és a Ra/U hányados a korábban jelzett okok miatt csak kiegészítő mutatóként vehető figyelembe. A korábban jelzett *1. táblázatban* a különböző korú képződmények rétegvizeiben kimutatott összes Ra-tartalom és az összes sótartalom közötti összefüggés látható. A *4. ábra* a Ra- és az anion-, az *5. ábra* a Ra- és a kation-, a *6. ábra* a ThX (^{224}Ra) és az anionösszetétel közötti összefüggést szemlélteti a K-Elő-Kaukázus kréta üledékeinek rétegvizeire vonatkozóan.

Az ábrákból kitűnik, hogy a *Ra-tartalom, az összes sótartalom és az ionösszetétel között* eléggé határozott *kölcsönös kapcsolat van,* mely a rétegvizek kémiai összetételét alakító közös törvényszerűségekre vezethető vissza.

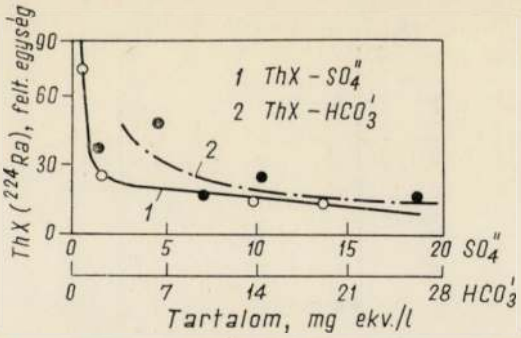
A radioaktív elemek eloszlása kőolajtelepek kontúr menti zónájában (É-Elő-Kaukázus gyűrt hegységei: Malgobek—Voznyeszenszka—Alijurt és Hajan-Kort, ill. táblás: Ozek-Szuat és Russzkij Hutor szerkezeteihez kapcsolódó kőolajtelepeinek két csoportján végzett részletes vizsgálatok eredményei alapján).

A vizsgálat menete az alábbi volt:

A kontúron túli elvizesedett és az elvizesedő *termelőkutakból kútfejnél* vízmintákat vettek. A mintákban meghatározták a Ra- és az U-tartalmat. Az elemzési és számítási adatokat $\left(\text{Ra}, \frac{\text{Ra} \cdot 10^{12}}{\text{M}}, \text{MsThI}, \text{ThX}, \text{U}\right)$ a fázishatártól való távolsággal (L) állították szembe. A vizsgálatok eredményeit a *7. ábra* szemlélteti.



5. ábra
A rádium- és kationtartalom közötti összefüggés a K-Elő-Kaukázus alsó kréta üledékeinek vizeiben

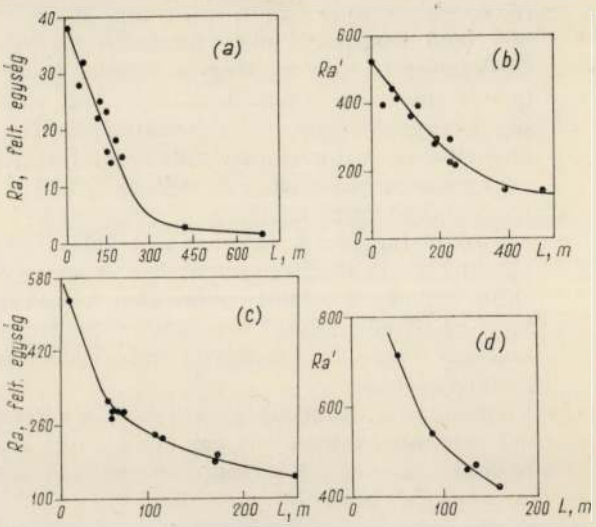


6. ábra
A ThX—SO_4''- és HCO_3'-tartalom közötti összefüggés a K-Elő-Kaukázus alsó kréta üledékeinek vizeiben

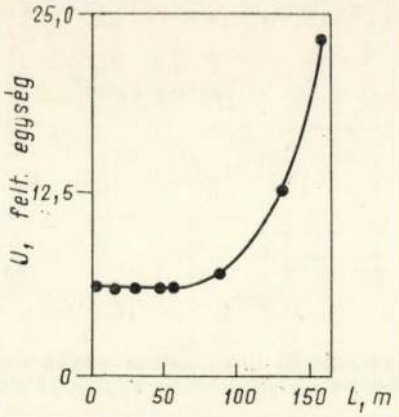
Mindkét kőolajtelep-csoportra (bár azok több lényeges ismertetőjel tekintetében különböznek egymástól) a radioaktív elemek kontúr menti eloszlásában azonos — a szerzők véleménye szerint *minden* kőolajlelőhelyre jellemző — törvényszerűségeket kaptak. Eszerint a rétegvizekben a *kőolajtelepek külső kontúrján pozitív,* az olaj—víz határtól meghatározott távolságig terjedő *rádiumanomáliák jelentkeznek.* A maximális koncentrációk az olaj—víz zónában figyelhetők meg, és a teleptől való távolodás mértékében az exponenciálishoz közeli törvény szerint csökkennek. E zónán kívül a rádiumkoncentráció kevésbé intenzíven változik, fokozatosan közeledve a háttérszintig.

(A görbék jellege a relatív rádiumtelítettségi mutató (k) esetében is ugyanaz marad.) Megállapították továbbá azt is, hogy a kőolajlelőhelyek kontúr menti vizeiben a *Ra valamennyi izotópja részt vesz a pozitív Ra-anomália megjelenítésében,* és zónán belül jellemző eloszlásúak.

Az U-tartalom változásának jellege a rétegvizekben a kőolajtelepek közelében *a rádiuméval ellentétes*



7. ábra
A Ra-tartalom és a víz—olaj határtól való távolság (L) közötti összefüggés
(a) *A Malgobek—Voznyeszenszka—Alijurt terület felső kréta üledékeinek vizeiben*
(b) *A Hajan-Kort terület alsó kréta üledékeinek vizeiben*
(c) *Az Ozek-Szuat-terület (IX. réteg) alsó kréta üledékeinek vizeiben*
(d) *A Ruszkij Hutor terület (VI. réteg) alsó kréta üledékeinek vizeiben*



8. ábra
Az U-tartalom változása a rétegvizekben az olaj—víz határtól való távolság függvényében

(8. ábra). A vizsgált esetben a teleptől mintegy 80—100 m távolságon a víz U-tartalma kisebb, vagy megegyezik az alkalmazott módszerekkel meghatározható minimális ($6{,}5 \cdot 10^{-8}$ g/l) koncentrációval, ezt követően pedig erőteljesen megnövekszik.

Az olaj—víz határ helyzetének és elmozdulási ütemének meghatározása Ra-módszerrel

A *Szokolovszkij* és *Szaakov* által 1967-ben ajánlott módszer [20] alkalmazásának menete a következő.

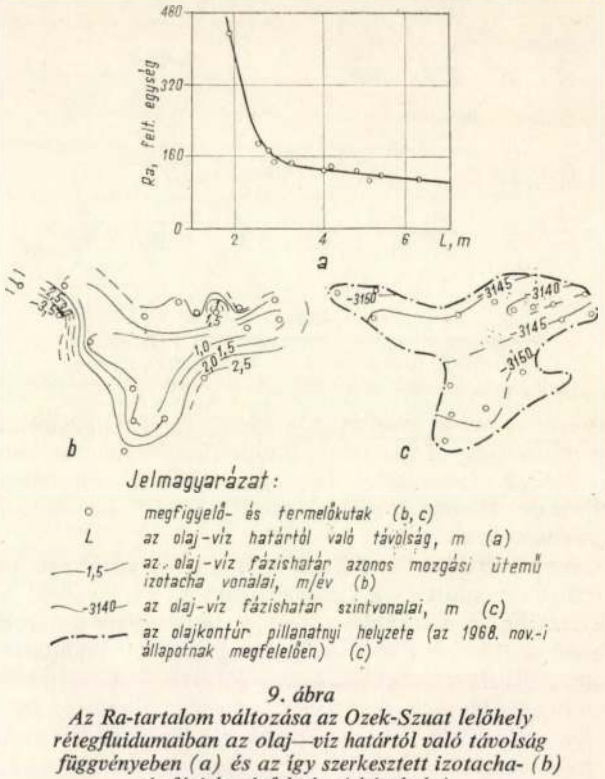
a) Hitelesítő grafikon készítése: bármely ismert (hagyományos) eljárással a produktív terület több fúrásában meghatározzák az olaj—víz határ helyzetét. Egyidejűleg ugyanezekből a kutakból a kútfejnél vízmintát vesznek Ra-elemzésre. A konkrét telepekre, vagy azonos korú képződményekben levő telepcsoportokra hitelesítő grafikont szerkesztenek, mely a rétegvíz fajlagos Ra-tartalmát jellemzi a fázishatártól számított távolság (L) függvényében. (Ezt a grafikont időről időre ellenőrizni kell a lelőhely művelési folyamatával kapcsolatos lehetséges változások miatt.)

b) Az ellenőrző kutak kijelölése: a megoldandó feladatoktól függően a vizet termelő kutak közül kijelölik az ellenőrzésre szolgálókat. A telep egészére vonatkozó adatok nyeréséhez kívánatos, hogy az ellenőrző kutak a produktív terület különböző részein és a kontúron túli zónában helyezkedjenek el.

c) Vízmintavétel: az ellenőrző kutakból a kútszájnál vízmintát vesznek (az egyidejűleg meghatározandó paraméterek számától és fajtájától függő mennyiségben).

d) A Ra-tartalom meghatározása: a radiokémiai laboratóriumban végzik emanációs módszerrel.

e) Az olaj—víz határ elmozdulási mértékének és ütemének meghatározására a Ra-elemzések ismeretében, a hitelesítő grafikonok, vagy az azokat leíró empirikus összefüggések segítségével kutanként *meghatározzák az L távolságot*. Ennek alapján kiszámítják az olaj—víz határ hipszometrikus pontjait. Az olaj—víz határ *elmozdulási ütemének* meghatározásához a hitelesítő grafikonról a Ra-tartalmak ismeretében megállapítják a mintavételi időpontoknak megfelelő távolságokat, melyek különbsége adja az elmozdulás mértékét; ennek, és a mintavételek között eltelt időnek ismeretében a mozgási ütem meghatározható, s izotachatérkép *(9b ábra)* szerkeszthető.



9. ábra
Az Ra-tartalom változása az Ozek-Szuat lelőhely rétegfluidumaiban az olaj—víz határtól való távolság függvényeben (a) és az így szerkesztett izotacha- (b) és fázishatárfelszín-térképek (c)

A *9a-b-c ábrák* a [24] irodalom nyomán az Ozek-Szuat terület IX. (barrémi homokkő) rétegében levő kőolajtelep Ra=f(L) görbéjét *(a)* és a Ra-koncentrációra vonatkozó adatok felhasználásával szerkesztett izotacha- *(b)*, valamint fázishatárfelszín- *(c)* térképet szemléltetik.

A produktív rétegek átlagos paraméterei a következők: porozitás 17—23%; kőolaj-telítettség 50—70%; permeabilitás 150—250 mD; effektív, olajjal telített vastagság 5—6 m.

A szénhidrogén-tároló szerkezetek táblás jegyeket viselnek: széles és lapos boltozatok, kis rétegdőléssel (0°30′—2°) a szárnyakon. A telepeket széles peremivizes zóna kíséri, vagy a víztest az olajtest teljes felületével érintkezik (talpi víz). A tétegvizek klór-kalciumos jellegűek, összes sótartalmuk nagy (2471—4670 mg ekv./l) és metamorfizáltak (Na/Cl=0,7+0,8). Szulfáttartalmuk 0,06—15 mg ekv./l között ingadozik.

A 2. táblázat — ugyancsak a [24] nyomán — a produktív rétegek vizeinek U-, Ra-, ThX-tartalmára és relatív Ra-telítettségére és a k értékére vonatkozó adatokat tartalmazza.

A Ra-módszer segítségével kimutatták, hogy a IX. réteg olaj—víz fázishatárának mozgási sebessége 0,5—4,8 m/év, (átlag 1,1 m/év) — (Ozek-Szuat) —, ill. 1,0—2,8 m/év, (átlag 1,3 m/év) — (Velicsajevszkoje) — értékek között ingadozik és a fázishatár elmozdulási üte-

2. táblázat

K-Elő-Kaukázus két szénhidrogén-lelőhelyének radiohidrokémiai paraméterei

Lelőhely	A produktív réteg jelzése	^{226}Ra	U	^{224}Ra (ThX)	k
		g/l	g/l	g/l (Th-ekv.)	
Ozek-Szuat	IX.	$1{,}10 \cdot 10^{-10}$—$4{,}40 \cdot 10^{-10}$	$6{,}5 \cdot 10^{-8}$—$2{,}8 \cdot 10^{-7}$	$6{,}38 \cdot 10^{-4}$—$8{,}20 \cdot 10^{-3}$	1,42—3,60
Velicsajevszkoje	IX.	$1{,}10 \cdot 10^{-10}$—$4{,}20 \cdot 10^{-10}$	$6{,}5 \cdot 10^{-8}$—$1{,}1 \cdot 10^{-7}$	$2{,}58 \cdot 10^{-4}$—$5{,}36 \cdot 10^{-3}$	1,04—2,36
Velicsajevszkoje	VIII.	$3{,}14 \cdot 10^{-10}$	$6{,}5 \cdot 10^{-8}$	—	2,9
Velicsajevszkoje	I.	$5{,}86 \cdot 10^{-10}$	$1{,}1 \cdot 10^{-7}$	$2{,}54 \cdot 10^{-4}$	5,5

3. táblázat

A Korobkovszkaja kőolajlelőhely karbon összletéből származó rétegfluidumok radioaktívelem-tartalma

Fluidum	U, g/l		Ra, g/l		$Ra_{1\,max}/U_{1\,max}$
	U_1	U_2	Ra_1	Ra_2	
Rétegvíz	$1{,}4$—$3{,}0 \cdot 10^{-6}$	$0{,}2 \cdot 10^{-6}$	13,0—$70{,}0 \cdot 10^{-11}$	$10{,}44 \cdot 10^{-13}$	$2{,}33 \cdot 10^{-4}$
Olaj	$9{,}1 \cdot 10^{-7}$—$1{,}8 \cdot 10^{-6}$	$8{,}3 \cdot 10^{-5}$	$7{,}3 \cdot 10^{-12}$—$2{,}9 \cdot 10^{-11}$	$5{,}9 \cdot 10^{-13}$	$1{,}61 \cdot 10^{-5}$

Megjegyzés:

U_1 — ténylegesen kimutatott U-tartalom,
U_2 — tényleges max. Ra-tartalomból számított egyensúlyi U-tartalom,
Ra_1 — ténylegesen kimutatott Ra-tartalom,
Ra_2 — tényleges max. U-tartalomból számított egyensúlyi Ra-tartalom,
$Ra_{1\,max}$ és $U_{1\,max}$ — a Ra_1-re és U_1-re megadott értékköz felső határa.

me Ozek-Szuat lelőhelyen a kontúrcentrumtól a szegély felé *(9b ábra)*, a Velicsajevszkoje lelőhelyen pedig a kontúrszegélytől a centrum felé növekszik. Az elmozdult fázishatár felszíne egyik esetben sem vízszintes.

Radioaktív elemek és izotópjaik a kőolajtelepben

Vernadszkij és *Hlopin* már 1932-ben rámutattak, hogy a kőolajvizekben migráló rádium szülőelemével fennálló vagy hiányzó kapcsolatának tisztázása szempontjából a *rétegfluidumok* és a *tárolókőzetek* U-tartalma és a Th-sorba tartozó izotópok jelenlétének együttes vizsgálata rendkívül fontos feladat [8].

A 30-as évek elején a természetes vizek emanációs módszerrel meghatározott Ra-tartalmát számos közlemény tárgyalja, és ekkorra már megtörtént a Ra rövid élettartamú izotópjainak első meghatározása is (Uhta olajos vizeiben: *Baranov, V. I.* és *Kurbatov, I. D.* 1927, idézi [22]). Történelmileg a Ra volt az első elem, melynél az izotópfrakcionálódást felfedezték [9]. A természetes vizek U-tartalmáról ugyanezen időpontig viszont csak szórványos és bizonytalan adatok ismertek [8].

Az első megbízható U-meghatározás (lumineszcens módszerrel, tengervízben) *Hernegger, F.* és *Karlik, B.* (1934—1935), az urán izotópfrakcionálódásának felfedezése pedig *Cserdüncev, V. V.* (1953) nevéhez fűződik. Mindezen módszertani nehézségek mellett a fluidum természete is befolyásolta a radiokémiai vizsgálatok metodológiáját és az eredmények megbízhatóságát.

A 70-es évek elejére felhalmozódott kőolajmintákkal kapcsolatban meghatározott U-, Ra-adatokat *Alekszeev, F. A.* és *Gottih, R. P.* összesítette (utalva a meghatározások metodikai különbségeiből eredő eltérések lehetőségeire).

A közölt adatok alapján a kőolaj radioaktívelem-tartalma az alábbi határok között ingadozik (zárójelben a leggyakoribb értékköz szerepel):

U: $n \cdot 10^{-8}$—$n \cdot 10^{-3}$ g/kg ($1{,}1 \cdot 10^{-7}$—$5 \cdot 10^{-5}$ g/kg),

Ra: $5 \cdot 10^{-14}$—$5 \cdot 10^{-11}$ g/kg ($5 \cdot 10^{-13}$—$5 \cdot 10^{-12}$ g/kg).

Saját vizsgálataik alapján szerzők [1] a Szovjetunió különböző lelőhelyeiről származó olajokra az alábbi értékeket közlik:

U: $2{,}1 \cdot 10^{-7}$—$7{,}3 \cdot 10^{-6}$ g/l,

Ra: $1 \cdot 10^{-12}$—$2{,}9 \cdot 10^{-11}$ g/l.

A radioaktív elemek kőolajtelepbeli eloszlását két lelőhelyen („Korobkovszkaja és Oktjabrszkaja") vizsgálták. Az első a volgográdi Volga-vidék, a második a K-Elő-Kaukázus szénhidrogén-lelőhelyei között szerepel.

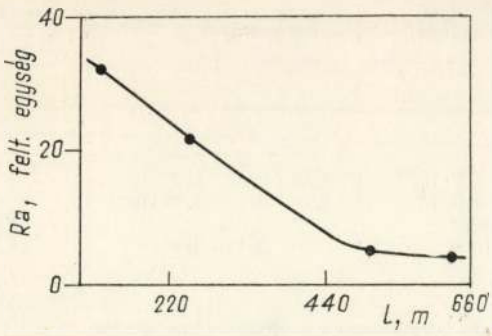
A szerzők, a karbon összletben feltárt „Korobkovszkaja" lelőhelyre vonatkozóan — *Tverdova, R. A.*-val összhangban — megállapították, hogy az U-tartalom a telep legmagasabban fekvő részétől, a boltozattól a szárnyrészig kb. egy nagyságrenddel növekszik.

A lelőhely fluidumainak oldott radioaktívelem-tartalma a vizsgált mintákban a *3. táblázatban* feltüntetett határok között ingadozik.

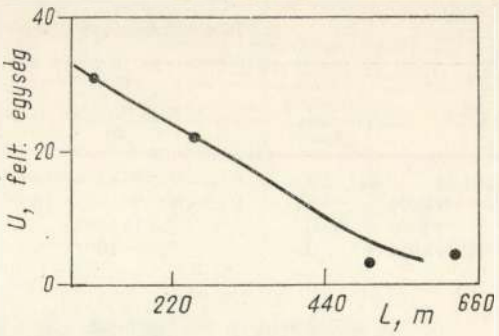
A felső kréta összletben ismert „Oktjabrszkaja" telepből származó olajminták Ra- és U-tartalmának eloszlását a fázishatártól vett távolság (L) függvényében [1] nyomán — *a 10.* és a *11. ábra* szemlélteti.

A *2. táblázat* U- és Ra-adataiból, valamint a *7., 8., 10., és 11. ábrából* a szerzők az alábbi következtetéseket vonták le:

1. A Ra-koncentráció az olaj—víz határ felé közeledve mindkét fluidumban növekszik *(7. és 10. ábra)*.
2. Az U-koncentráció az olaj—víz határ felé közeledve rétegvízben csökken *(8. ábra)*, olajban nő *(11. ábra)*.
3. A Ra-koncentrációnak az olaj—víz határ felé közeledésekor az olajokban megfigyelt törvényszerű



10. ábra
Az Oktjabrszkaja telepből származó kőolajminták Ra-tartalmának változása az olaj—víz határtól való távolság függvényében



11. ábra
Az Oktjabrszkaja telepből származó kőolajminták U-tartalmának változása az olaj—víz határtól való távolság függvényében

növekedése nem fedezheti az olajjal érintkező rétegvíz Ra-tartalmát (l. *3. táblázatot*), ezért a *Ra forrása a tárolókőzetben keresendő.*

A szerzők ismét aláhúzzák, hogy *az anomális zónák* méretei nem nagyok (100 m nagyságban), azok *a lelőhely felderítő kutatási szakaszában figyelhetők meg, és a telepművelés folyamán* a jelzett effektusok gyorsan *eltűnnek*.

Feltételezik, hogy a *Ra-tartalom* azért *növekszik* meg az olajokban a kontakt zónához való közeledéskor, *mert* maga *az olaj víztartalma is megnő.*

A 4. fejezetet a szerzők a Szovjetunió különböző területein (Volga-vidék, K-Elő-Kaukázus, Közép-Ázsia, Dnyeper—Donyec-medence) fekvő kőolajlelőhelyek rétegvíz- és olajmintáiban meghatározott $^{234}U/^{238}U$ arány-értékekkel zárják. Az U izotóparány felhasználási lehetőségeire a következő 3. fejezetben térek ki részletesebben, a legújabb eredmények figyelembevételével.

IRODALOM

[1] *Alekszeev, F. A.—Gottih, R. P.—Szaakov, Sz. A.—Szokolovszkij, E. V.:* Radiohimicseszkie i izotopnüe iszszledovanija podzemnüh vod neftegazonosznüh oblasztej. Moszkva, Nedra, 1975.

[2] *Hlopin, V. G.—Nikitin, B. A.:* K voproszu o szoderzsanii radija v neftjanüh vodah Groznenszkogo rajona. DAN SZSZSZR „A" 393—8 (1930).

[3] *Komlev, L. V.:* Osznovnüe étapü razvitija geohimii radioaktivnüh élementov. V kn. Radiaktivnüe élementü v gornüh porodah. Nauka, Novoszibirszk, 1975.

[4] *Il'ina T. D.:* Nekotorüe prakticseszkie prilozsenija ucsenija o radioaktivnoszti k poiszkam poleznüh iszkopaemüh v SZSZSZR. V kn. Ucsenie o radioaktivnoszti. Nauka, Moszkva, 1973.

[5] *Bogojavlenszkij, L. N.:* Uhtinszkoe mesztorozsdenie radija. DAN SZSZSZR „A" 268 (1928).

[6] *Cserepennikov, A. A.:* F. Vesztnik Geologicseszkogo Komiteta *4* 18 (1928).

[7] DAN SZSZSZR „A" 163—78 (1931).

[8] Ibid. 19—22, 55—9 (1932).

[9] *Cserdüncev, V. V.:* Uran-234. Atomizdat, Moszkva, 1969.

[10] *Alekszeev, F. A.—Ermakov, V. I.—Filonov, V. A.:* K voproszu o szoderzsanii radioélementov v vodah neftjanüh. mesztorozsdenij. Geohimija 7 642—9 (1958).

[11] *Kamenszkij, G. N.—Klimentov, P. P.—Ovcsinnikov, A. M.:* Gidrogeologija mesztorozsdenij poleznüh iszkopaemüh Goszgeolizdat, Moszkva, 1953. 110—1.

[12] *Karcev, A. A.—Tabaszaranszkij, Z. A.—Szubbota, M. I. Mogilevszkij, G. A.:* Geohimicseszkie metodü poiszkov i razvedki neftjanüh i gazovüh mesztorozsdenij. Gosztoptehizdat, Moszkva, 1954. 366 p.

[13] *Germanov, A. I.—Szaukov, A. A.:* Poiszki uranovüh mesztorozsdenij radiogidrogeologicseszkimi metodami. V kn. Iszszledovanija v oblaszti geologii, himii i matullurgii. (Genf, 1955.) Izd. AN SZSZSZR Moszkva, 1955.

[14] *Balázs Á.—Lelkes Á.—Koncz I.:* Mélységi vizek szerves-anyag-tartalmának vizsgálata és szerepe a szénhidrogéntelepek kutatásában. Földtani Kutatás *3* 39—46 (1975).

[15] *Filonov, V. A.:* Radioaktivnüe élementü v vodah neftjanüh mesztorozsdenij Szevernogo Predkavkazja. V kn. Jadernaja Geofizika. Gosztoptehizdat, Moszkva, 1962. 194—5.

[16] *Scsepak, V. M.:* O zakonomernosztjah raszprosztranenija radija v podzemnüh vodah Vnesnej Zonü Predkarpatszkogo Progiba. Geohimija *3* 258—65 (1964).

[17] *Gucalo, L. K.:* O nekotorüh zakonomernosztjah raszpredelenija radija v podzemnüh vodah szrednej csaszti Dneprovszko—Doneckoj vpadinü. Geohimija *12* 1305—12 (1964).

[18] *Dancsev, V. I.—Lapinszkaja, T. A.:* Mesztorozsdanija radioaktivnogo szürja. Nedra, Moszkva, 1965.

[19] *Liszicin, A. K.:* Gidrogeohimija rudoobrazovanija. Moszkva, Nedra, 1975.

[20] *Szokolovszkij, E. V.—Szaakov, Sz. A.:* Iszpol'zovanie dannüh o eszteszvennoj radioaktivnoszti plasztovüh vod dlja opredelenija mesztopolozsenija vodoneftjanogo kontakta. Neftjanoe Hozjajsztvo 1967. 1. 49—52.

[21] *Alekszeev, F. A.—Gottih, R. P.—Lebedev, V. Sz.:* Iszpol'zovanie jadernüh metodov v neftegazonosznoj geologii. Moszkva, Nedra, 1973.

[22] *Gorbusina, L. V.—Tüminszkij, V. G.:* Radioaktivnüe i sztabil'nüe izotopü v geologii i gidrogeologii. Moszkva, Atomizdat, 1974. 78—84.

[23] Radiometricseszkie metodü poiszkov i razvedki uranovüh rud. Szb. Goszgeoltehizdat, Moszkva, 1975. 154 p.

[24] *Szaakov, Sz. A.—Szokolovszkij, E. V.—Ruguzov, L. A.:* Iszpol'zovanie dannüh o eszteszvennoj radioaktivnoszti vod neftjanüh mesztorozsdenij Prikumszkoj vpadinü dlja kontrolja za peremescseniem vodoneftjanogo kontakta. Neftjanoe Hozjajsztvo *1* 52—4 (1970).

KÜLFÖLDI HÍREK

Egyiptomi—francia szerződés kőolajkutatásra

Egyiptom és a francia CFP olajvállalat nyolc évre szóló szerződést írt alá a Szuezi-öböl part menti vizein végzendő kőolajkutatásról. A szerződés értelmében a kitermelt kőolaj 80%-át Egyiptom, 20%-át a francia cég kapja. Az egyiptomi részesedés fokozatosan 85%-ra emelkedik. A kutatást a *Total*, a CFP egyik leányvállalata végzi. A fúrásokat még ez év harmadik negyedében meg akarják kezdeni.

Világgazdaság, 1979. 133. sz.

Szegesi K.

Új módszer földgázok eltérési tényezőjének számítására

PAPP ISTVÁN

A szerző a Standing—Katz-féle eltérési tényező diagramjának elírására közöl számítási módszert, illetve számítógépi programot. Ennek pontosságát $1{,}2 \leq T_r \leq 3{,}0$ és $0{,}2 \leq p_r \leq 15{,}0$ tartományban ellenőrzi. Az eljárás kedvező pontosságú eredményt ad, minimális számítási idő mellett még a szakirodalomból ismert módszerekkel összehasonlítva is.

Bevezetés

A szénhidrogéngázok z eltérési tényezőjének meghatározására általánosan elterjedt a *Standing—Katz*-diagram [1], illetve az abból készült táblázatok használata. Mivel a bonyolultabb számításokat elsősorban számítógépekkel végzik, felmerült az igény a diagramot minél pontosabban reprodukáló módszerek kidolgozására. Ezek összehasonlításából [4] kitűnik, hogy a nagyobb pontosságú módszerek vagy nagyobb memóriaigényűek, vagy viszonylag lassú, iteratív eljárások (pl. [2. és 3]). Az egyszerűbb, számítógépi felhasználás szempontjából kedvezőbb módszerek [5 és 6] viszont lényegesen nagyobb hibákkal terheltek. Célom tehát egy egyszerű, gyors, ugyanakkor a *Standing—Katz*-diagramot minél pontosabban leíró algoritmus megalkotása volt.

A számítási módszer

Az eltérési tényező diagramjának elemzéséből megállapítható, hogy a redukált hőmérséklet növekedésével az izotermák egyre inkább parabolikus jelleget vesznek fel. Adott izotermára egy — a p_r=0, z=1 ponton átmenő, a görbe végső szakaszához simuló — parabolát illesztve e parabola és az eltérési tényező különbséggörbéje racionális törtfüggvénnyel jól leírható.

A megfelelő együtthatókat a redukált hőmérséklet függvényeként regresszióanalízissel képeztem. Az eltérési tényezőt így a következő összefüggés adja:

$$z = 1 + R_1 p_r + R_2 p_r^2 - W R_3 p_r/(p_r^2 + R_5 p_r + R_6),$$

ahol

$$R_1 = -3{,}23716 \cdot 10^{-3} T_r^5 + 4{,}0734 \cdot 10^{-2} T_r^4 - 0{,}202996 T_r^3 + 0{,}494968 T_r^2 - 0{,}573187 T_r + 0{,}244275;$$

$$R_2 = (17{,}5648 T_r^3 + 185{,}316 T_r^2 - 337{,}652 T_r + 420{,}016)^{-1};$$

$$R_3 = T_r^3/(86{,}1372 - 235{,}563 T_r + 256{,}036 T_r^2 - 135{,}986 T_r^3 + 34{,}2576 T_r^4 - 2{,}7089 T_r^5);$$

$$\varrho = 9{,}6283 T_r^2 - 19{,}7803 T_r + 11{,}9919,$$

$$R_4 = (6{,}83622 - 22{,}0656 T_r + 14{,}3817 T_r^2 + 2{,}081973 T_r^3)/T_r^3;$$

$$R_5 = R_3 \varrho - 2R_r^4;$$

$$R_6 = R_4 R_4;$$

ha $p_r \leq R_4$, $W = 1$,

ha

$$p_r > R_4, \quad W = 1 - R_9 (p_r - R_4)^2 (p_r - R_7)(p_r - R_8)^2;$$

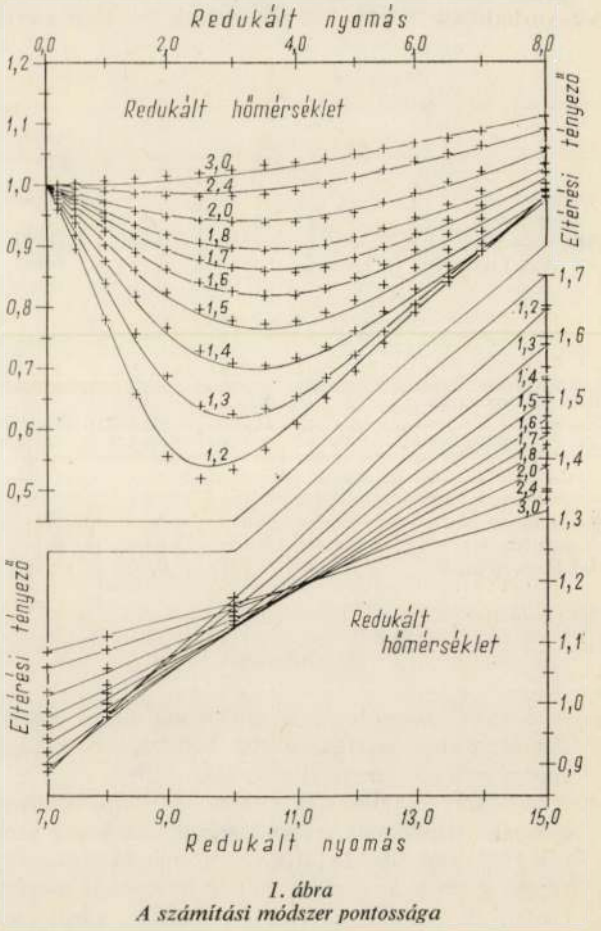
$$R_7 = R_4 + 3{,}7 \cdot 10^{-10} (15{,}1 - R_4)/(T_r - 1{,}1)^9;$$

$$R_8 = 15{,}1 + \frac{2(15{,}1 - R_4)(15{,}1 - R_7)}{45{,}3 - 2R_7 - R_4};$$

$$R_9 = [(15{,}1 - R_4)^2 (15{,}1 - R_7)(15{,}1 - R_8)^2]^{-1}.$$

```
      SUBROUTINE ZFACT (PR,TR,Z)
C
C     SUBROUTINE TO COMPUTE Z-FACTOR
C     IN THE RANGES 1.2<TR<3.0 AND 0.0<PR<15.0
C
      R1=((((-3.23716E-03*TR+4.0734E-02)*TR-0.202996)*TR
     *   +0.494968)*TR-0.573187)*TR+0.244275
      R2=1/(((17.5648*TR+185.316)*TR-337.652)*TR+420.016)
      R3=1/(((86.1372/TR-235.563)/TR+256.036)/TR
     *   -135.986+TR*(34.256-2.7089*TR))
      RO=(9.6283*TR-19.7803)*TR+11.9919
      R4=((6.83622/TR-22.0656)/TR+14.3817)/TR+2.081973
      R5=R3*RO-2*R4
      R6=R4*R4
      W=1
      IF(PR-R4) 20,20,10
10    TT=TR-1.1
      TT=TT*TT*TT
      R7=R4+3.7E-10*(15.1-R4)/TT/TT/TT
      R8=15.1+2*(15.1-R4)*(15.1-R7)/(45.3-2*R7-R4)
      R9=1/(15.1-R4)**2/(15.1-R7)/(15.1-R8)**2
      W=1-R9*(PR-R4)**2*(PR-R7)*(PR-R8)**2
20    Z=1+PR*(R1+R2*PR-W*R3/(PR*(PR+R5)+R6))
      RETURN
      END
```

Számítógépi program



1. ábra
A számítási módszer pontossága

1. táblázat

A fontosabb számítási módszerek jellemzői*

Szerző	Gray—Sims (1959)	Sarem (1961)	Pápay (1968)	Carlile—Gillett (1971)	Hall—Yarborough (1973)	Brill (1974)	Dranchuk et al. (1974)	Dranchuk—A. Kassem (1975)	Gopal (1977)	Jelen módszer
Átlaghiba, %	0,163	−0,025	−4,873	−0,034	−0,158	−3,405	0,001	0,016	0,124	0,120
Átlagos abs. hiba, %	0,208	0,957	7,986	0,226	0,512	3,976	0,375	0,316	1,333	0,539
Átl. szám. idő, s	0,128	0,200	0,067	0,061	0,267	0,122	0,256	0,233	0,050	0,068

* *Takács* után.

A módszer alkalmazható:

$$0{,}0 \leq p_r \leq 15{,}0,$$

$$1{,}2 \leq T_r \leq 3{,}0 \text{ határok között.}$$

A módszer pontossága

Az *1. ábra* folytonos vonalai a fenti módszerrel számított *z*-értékek, a + jellel megjelölt pontok a *Standing—Katz*-táblázat adatai.

A számítási eljárás pontosságát [4] módszere szerint ellenőriztem, hogy eredményeim az ott feldolgozott irodalmi módszerekkel összevethetők legyenek. [4] a fenti határok között 180 pontosnak tekintett *z*-értéket vett föl, majd pontonként

$$d = 100 \frac{z_{\text{eredeti}} - z_{\text{számított}}}{z_{\text{eredeti}}}$$

alakban relatív hibákat számolt. Az egyes módszerek pontosságát ezen hibák átlagértékével, illetve abszolút értékeinek átlagával jellemezte.

Az *1. táblázatban* jelen módszer így kapott értékei mellett feltüntettem [4] eredményeit is. Az összehasonlításból kitűnik, hogy az itt közölt *z*-korreláció átlagos abszolút hibája közel egyezik *Hall—Yarborough* módszerével, számítási ideje azonban annak csak negyede. A módszer pontossági jellemzőinek jobb bemutatása céljából az átlagos hibákat az izotermákon és az izobárokon is közlöm (*2.*, illetve *3. táblázat*)

2. táblázat

Hibák az izotermákon

Redukált hőmérséklet	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,4	3,0
Átlaghiba, %	−0,902	0,238	0,635	0,691	0,252	0,066	0,179	−0,055	−0,183	0,278
Átl. absz. hiba, %	1,068	0,547	0,790	0,877	0,451	0,350	0,325	0,310	0,287	0,382

3. táblázat

Hibák az izobárokon

Redukált nyomás	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Átlaghiba, %	−0,217	−0,354	−0,063	0,202	0,136	0,038	0,102	0,029	−0,079
Átl. absz. hiba, %	0,230	0,375	0,268	0,387	0,891	0,918	0,703	0,658	0,650

Redukált nyomás	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	10,0	15,0
Átlaghiba, %	−0,107	0,005	0,177	0,410	0,521	0,519	0,478	0,230	0,132
Átl. absz. hiba, %	0,532	0,465	0,498	0,579	0,613	0,631	0,616	0,319	0,367

Összefoglalás

1. A közölt összefüggés a szakirodalomból ismert módszerekkel összehasonlítva kedvező pontosságú eredményt ad minimális számítási idővel.
2. A módszer alkalmazása különösen előnyös olyan műszaki problémák megoldásánál, amikor a vizsgált folyamat állandó (átlagos) hőmérsékleten megy végbe. Ebben az esetben elegendő egyszer meghatározni $R_1, \ldots R_9$ együtthatók értékét, mivel ezek csak a redukált hőmérséklettől függenek. Egy *z*-érték meghatározásához szükséges idő így a közölt értéknek csak töredéke.
3. A közölt alapösszefüggésből és a mellékelt FORTRAN-nyelvű programrészből is kitűnik, hogy a számítási eljárás memóriaigénye minimális, zsebszámológépekre vagy asztali kalkulátorra való programozása is jól használható eszközt ad az eltérési tényező számításához.

IRODALOM

[1] *Standing, M. B.—Katz, D. L.:* Density of natural gases. Trans. AIME **146** 1942, 140—149.
[2] *Hall, K. R.—Yarborough, L.:* A new equation of state for Z-factor calculations. Oil a. Gas J. June 18. 82—85, 90—92 (1973).
[3] *Yarborough, L.—Hall, K. R.:* How to solve equation of state for Z-factors. Oil a. Gas J. Febr. 18. 86—88 (1974).
[4] *Takács G.:* Computer study on the application of natural gas Z-factor calculation methods. Reprint from publications of the Technical University for Heavy Industry. Ser. A. Mining, **34** (1978), Fasc. *4* 209—217.
[5] *Pápay J.:* A termeléstechnológiai paraméterek változása a gáztelepek művelése során. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, Bp., 1968. 267—273.
[6] *Gopal, V. N.:* Gas Z-factor equations developed for computer. Oil a. Gas J. Aug. 8. 58—60 (1977).

KÜLFÖLDI HÍREK

A világ 1978. évi kőolajtermelése

Ország	1977	1978	1978/1977 %	1978-ban a világ össz. %-ában
	ezer tonna			
1	2	3	4	5
USA	457 119	485 000	+6,1	15,8
Kanada	71 283	69 000	−3,2	2,3
Észak-Amerika	528 402	554 000	+4,2	18,1
Venezuela	116 605	108 000	−7,4	3,5
Mexikó	52 797	63 000	+19,3	2,1
Trinidad	11 843	12 000	+1,3	0,4
Kolumbia	7 139	6 750	+5,4	0,2
Karib-térség	188 384	189 750	+0,7	6,2
Argentina	21 772	23 000	+5,6	0,8
Ecuador	8 742	9 500	+8,7	0,3
Brazília	8 051	8 000	−0,6	0,3
Peru	3 940	7 600	+92,9	0,2
Bolívia	1 588	1 400	−11,8	—
Chile	972	900	−7,4	—
Latin-Amerika	45 065	50 400	+11,8	1,6
Szaúd-Arábia	428 450	410 000	−10,6	13,4
Irán	282 224	255 000	−9,6	8,3
Irak	112 091	115 000	+5,8	3,8
Kuvait	99 412	110 000	+10,7	3,6
Abu Dhabi	79 797	70 000	−12,3	2,3
Egyiptom	21 034	27 500	+30,7	0,9
Katar	21 017	23 500	+11,8	0,8
Dubai	15 963	18 000	+12,8	0,6
Omán	16 882	16 000	−5,2	0,5
Szíria	10 632	10 500	−1,2	0,3
Bahrain	2 787	2 700	−3,1	0,1
Törökország	2 684	2 500	−6,8	0,1
Sharja	1 347	1 200	−10,9	—
Közel-Kelet	1 134 320	1 061 900	−6,4	34,8
Nigéria	103 301	95 000	−9,0	3,1
Líbia	99 540	95 000	−4,6	3,1
Algéria	54 623	59 000	+8,0	1,9
Gabon	11 219	11 000	−2,0	0,4
Angola	8 643	9 500	+9,9	0,3
Tunézia	4 262	4 650	+9,1	0,2
Kongó	1 819	1 900	+4,5	0,1
Zaire	1 126	1 250	+11,0	—
Afrika	284 533	277 300	−2,5	9,1
Anglia	37 879	53 500	+41,2	1,8
Norvégia	13 717	17 750	+29,4	0,6
NSZK	5 409	5 200	−3,9	0,2
Ausztria	1 789	1 760	−1,6	—
Hollandia	1 596	1 450	−9,1	—
Olaszország	1 122	1 400	+24,8	—

Ország	1977	1978	1978/1977 %	1978-ban a világ össz. %-ában
	ezer tonna			
1	2	3	4	5
Franciaország	1 037	1 100	+6,1	—
Spanyolország	1 224	850	−30,6	—
Dánia	486	370	−23,9	—
Nyugat-Európa	64 259	83 380	+29,8	2,7
Indonézia	83 772	82 000	−2,1	2,7
Ausztrália	20 213	20 250	+0,2	0,7
India	10 560	11 600	+9,9	0,4
Malaysia	9 150	10 850	+18,6	0,4
Brunei	10 303	10 500	+1,9	0,3
Burma	1 300	1 400	+7,7	—
Japán	592	560	−5,4	—
Pakisztán	495	510	+3,0	—
Tajvan	215	245	+14,0	—
Távol-Kelet	136 096	137 355	+0,9	4,5
Szovjetunió	550 000	572 500	+4,1	18,7
Románia	14 650	14 800	+1,0	0,5
Jugoszlávia	3 950	4 100	+3,8	0,1
Magyarország	2 190	2 150	−1,8	0,1
Albánia	1 900	2 000	+5,3	0,1
Lengyelország	450	450	—	—
NDK	200	200	—	—
Bulgária	123	180	+46,3	—
Csehszlovákia	125	120	−4,0	—
Európai szocialista országok	573 588	596 500	+4,0	19,5
Kína	94 000	105 000	+11,7	3,4
Kuba	115	115	—	—
Világ összesen	3 048 762	3 055 700	+0,2	100,0

Megjegyzés: Millió tonnára kerekítve a termelés a következők szerint alakult:

	1977	1978
	millió tonnában	
tőkés országok	2381,1	2354,1
(ebből OPEC-országok)	1558,1	1462,2
szocialista országok	667,7	701,6
világ összesen	3048,8	3055,7

(Pétrole Informations 1979. febr. 1.)

Kassai Lajos

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Lyukbővítés az álmosdi kutatási területen

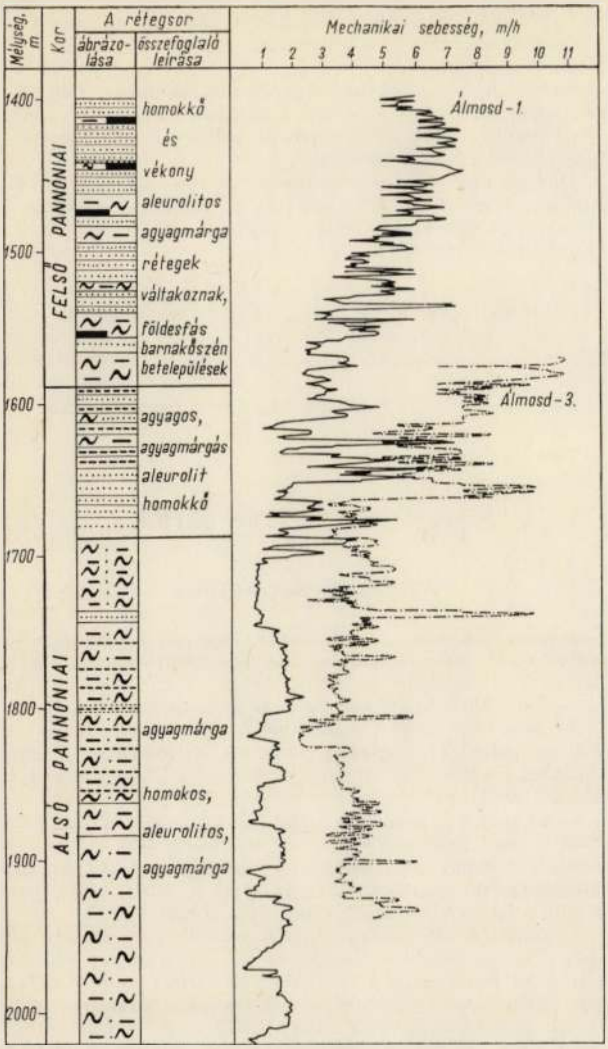
Az álmosdi kutatási területen az *Álmosd-1., -3.* jelű fúrásokban a felső és alsó pannon rétegsorban a könnyen fúrható, nem koptató lágy kőzetek (homokkő, vékony aleurolitos agyagmárga) 1700 m alatt olyan nagy vastagságú, képlékeny agyagmárga rétegekbe mennek át, amelyeknek fúrhatósága rossz, a kőzetbontás nehéz. A mélyítés sebessége fokozatosan lassul, majd alacsony értéken állandósul *(1. ábra)*.

Az *Álmosd-1.* fúrás 1510 m hosszú 12¼ hüvelykes szakaszát

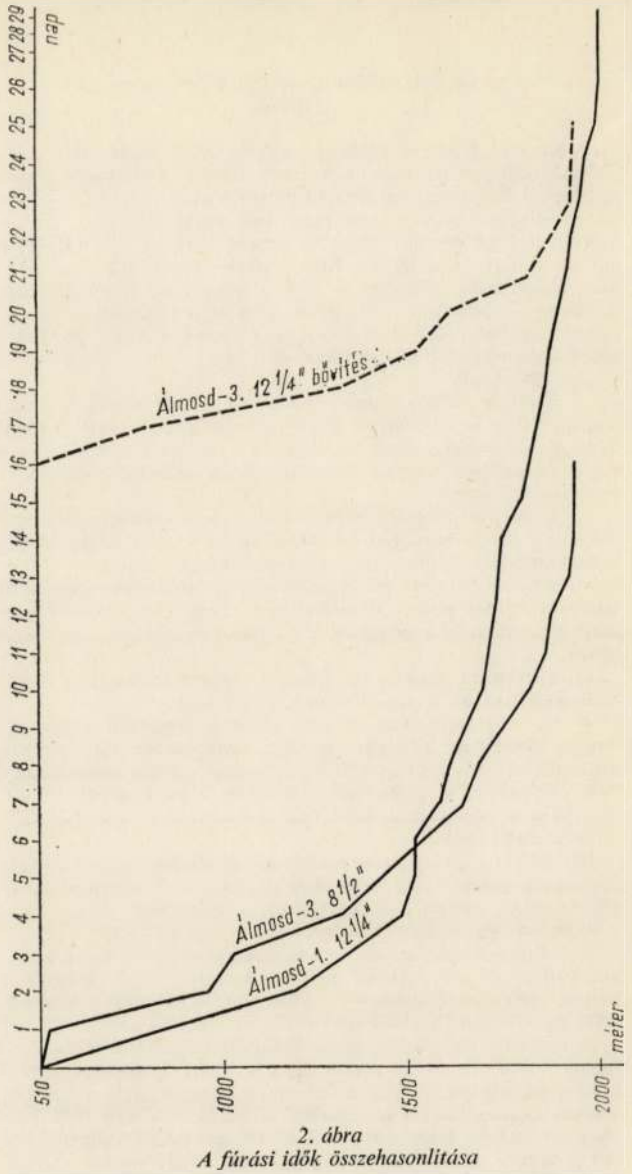
1. táblázat

A fúrási eredmények összehasonlítása

A fúrás jele	Mélység	A felhasznált fúrók				1 m-re eső fúróköltség	Rotációs idő	Mechanikai sebesség
		mérete hüvelyk	típusa	mennyisége db	költsége Ft			
	m					Ft/m	h	m/h
Álmosd-1.	510—2020	12¼	AOH	10	161 700	107,09	456	3,31
Álmosd-3.	510—1936	8½	AOH A1H A2H	3 3 3	21 900 22 005 21 900	46,15	196,5	7,26
		12¼	bővítő	1	45 070	31,61	143,5	9,94
	Összesen			10	110 874	77,76	340	4,19



1. ábra
Rétegsor és a mechanikai sebességek összehasonlítása



2. ábra
A fúrási idők összehasonlítása

29 nap alatt fejezték be, ebből 456 órát (19 napot) fordítottak a fúró forgatására. Ez a hosszú mélyítési idő nemcsak költségnövekedésre vezetett, hanem növelte azt a veszélyt is, hogy a kevéssé állékony, fiatalabb korú kőzetek omlása megindul.

Ezek alapján hozták azt a döntést, hogy az *Álmosd-3.* jelű fúrásban a 12¼ hüvelykes szakaszt először $8^1/_2$ hüvelykes fúróval mélyítik le, majd bővítő fúróval 12¼ hüvelykre bővítik. A műveletet SECURITY gyártmányú, C—12 típusú, cserélhető görgőjű (M görgők) bővítő fúróval végezték el. Az 1426 m-es szakasz előfúrását, majd a lyuk bővítését 25 nap alatt fejezték be, ebből 340 óra (14,2 nap) volt a tényleges rotációs idő.

Az *1. táblázat* és a *2. ábra* áttekinthetően szemlélteti a két fúrás eredményeit. Az összehasonlításokból kitűnik, hogy a lyukbővítési módszerrel 4 nap megtakarítást értek el, kevesebb lett a felhasznált fúrók költsége, csökkent az egy méterre eső fúróköltség, valamint a rotációs idő, nőtt a mechanikai sebesség.

Azonban a ritkán alkalmazott technológiával járó bizonytalanság, a görgőcserék és egyéb, a lyukbővítéssel kapcsolatos tevékenységek a mellékmunkálatokat megnövelték. Ez vezetett oda, hogy a sokkal kedvezőbb fúrási eredmény — kevesebb rotációs idő, illetve nagyobb mechanikai sebesség — ellenére is csak 4 napot tudtak megtakarítani.

Összességében viszont elmondható, hogy a lyukbővítés műszakilag és gazdaságilag is eredményes volt. A további sikeres eredmények elérése érdekében meg kell valósítani:

— a jobb bővítőfúró-kiválasztást és a görgőmegválasztást;
— a lyukbővítési technológia alaposabb tanulmányozását, megismerését;
— a lyukbővítési paraméterek optimális meghatározását, valamint
— az előfúrás és lyukbővítés együttes, egyidejű alkalmazását (esetleges turbinával történő összekapcsolását), és ezzel
— a mellékmunkálatok idejének csökkentését is meg kell próbálni.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(KV, Szolnok)

FELHÍVÁS CIKKÍRÓINKHOZ!

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete 1980. január 1-től az SI nemzetközi mértékegység-rendszer használatát írja elő.

Ennek megfelelően a jövőben csak olyan cikket fogadunk el közlésre, amely e rendeletnek eleget tesz.

Lapunk 1978. júliusi számában részletesen ismertettük az SI nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és a gyakorlatban való bevezetéséhez az átszámítási tényezőket.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

Sikeresen befejeződött a derecskei 5000 m-es fúrás mélyítése

A Körös—Berettyó kutatási tájegység ÉK-i részén több év óta folytak reflexiós mérések. A mérések alapján a kismarjai magas szerkezeti helyzetű résztől ny. irányban a medencealjzatot — rövid távolságon belül — igen nagy mélységben találták. A jelentős elmélyülést mutató területrész peremvidékén számos kiékelődő réteg, illetve összlet van. Ezek részletes kutatása a közelmúltban indult meg. Figyelembe véve a nagy vastagságú üledékes összletet — amelynek összetétele nem volt ismeretes —, a derecskei mélyzóna területén 5400 m-re tervezett földtani-geofizikai alapfúrás mélyítése vált szükségessé.

A fúrás céljai:

— a teljes neogén rétegsor átharántolása és annak megállapítása, hogy a feltehetően fiatal mélymedence lehetett-e szénhidrogén keletkezésének területe (anyakőzet-kutatás), illetve mely szintekben várható szénhidrogének felhalmozódása (tárolószint-kutatás);

— a neogén rétegsor harántolása után megfelelő mélységig feltárni a paleo-mezozoos medencealjzatot, s ezzel meghatározni a mélymedence földtani, nagyszerkezeti hovatartozását;

— a fúrásból nyert információk alapján adatokat szolgáltatni az egyes szintek pontos követéséhez, a tájegység magasabb helyzetű perspektivikus területein a kutatás pontosabb megtervezéséhez;

— a földtani célokon túl műszaki tapasztalatszerzés a nagymélységű fúrások tervezéséhez és lemélyítéséhez.

A várható (tervezett) földtani képződményekhez képest lényeges eltérés az alsó pannon fekü mélységében (kb. 400 m), valamint az idősebb képződmények vastagságában mutatkozott. A fúrás földtani és geofizikai célját elérte, s mivel a paleozoikumot 5030 m-ben találták, ezért 5205 m-ben (175 m feltárása után) a fúrást befejezték.

Bár 2970 m-ig hidrosztatikusnak tételezték fel a rétegnyomást, 2646 m-es talpmélység elérésekor 1,22 kg/dm³ sűrűségű iszap alkalmazása mellett a lyukegyensúly megbomlott, és azt csak 1,50 kg/dm³-es sűrűségű iszappal lehetett helyreállítani.

A 276 napos mélyítési idő — a fellépett problémák ellenére is — kedvező az elmúlt években mélyített nagymélységű fúrásokhoz képest (*Hódmezővásárhely-I.* 5842,5 m, 711 nap; *Makó-2.* 5038 m, 439 nap; *Sarkadkeresztúr-I.* 4841 m, 377 nap).

A rotációs idő 38,89% (ezen belül lyukszakaszonkénti megoszlás: 0,08% a 36 hüvelykes, 1,16% a 24 hüvelykes, 5,94% a 17½ hüvelykes, 27,51% a 12¼ hüvelykes, 65,31% a 8½ hüvelykes szakaszban) a mechanikai sebesség 2,02 m/h volt. Felhasznált fúrók: teljes szelvényű 47 db, gyémántmagfúró 4 db. Alkalmazott iszaptípusok: agyagiszap, olajemulziós agyagiszap, gipszes olajemulziós iszap, invert emulziós iszap. Fajlagos iszapalapanyag-felhasználás 882,72 Ft/m, fajlagos iszapjavítóanyag-felhasználás 2712,57 Ft/m, fajlagos összes iszapanyag-felhasználás 3595,30 Ft/m. Mért réteghőmérsékletek: 1778 méterben 102 °C; 3762 méterben 162 °C; 4985 méterben 220 °C, 5100 méterben 241 °C.

A „Hevi-Wate" fúrócső alkalmazása kedvező hatással volt a fúrószár kritikus feszültségeinek levezetésére; részben ennek is köszönhető — és természetesen az alapos fúrószár-ellenőrzésnek, a menetek előírásszerű összehúzásának, a speciális (hő- és nyomásálló) menetkenőcs alkalmazásának is —, hogy fúrócsőtörés nem volt. A *Hódmezővásárhely-I*-en 6, a *Makó-2*-n 5, a *Sarkadkeresztúr-I*-en 4 alkalommal volt fúrócsőtörés, illetve a nagymélységű fúrásokban a fúrócsőtörések gyakorisága eddig 1630 m/db, súlyossága pedig 1147 h/db volt.

A derecskei mélyfúrásnál a három súlyosbítótörés közül kettő a lengéscsillapító hiánya, egy pedig anyagkifáradás miatt következett be. Kedvező, hogy a három műszaki baleset felszámolásához 80 órára volt szükség, azaz a súlyosbítótörés gyakorisága 1735 m/db, súlyossága pedig 26,7 h/db. Az előző nagymélységű fúrásoknál a súlyosbítótörések gyakorisága 2989 m/db, súlyossága pedig 65 h/db volt.

A mechanikai sebességet vizsgálva megállapítható, hogy a nagy vastagságú pannon üledékekben — elsősorban az agyagmárgák fúrásakor — a megfelelő előhaladás és a gazdaságos felhasználás biztosítására mart fogazású, zárt sikló-csapágyazású fúrókat is kell alkalmazni.

A 18⅝, a 13⅜ és a 9⅝ hüvelykes béléscsőoszlop cementezését kísérő műszaki problémák arra figyelmeztetnek, hogy a lyukbőségmérés megbízhatóságának fokozása mellett sürgősen be kell fejezni a cementező műszerkocsi kialakítását, hogy a pontos mennyiségmérés és a cementezési adatok ellenőrzése és rögzítése biztosítva legyen.

Ahhoz, hogy a nagymélységű fúrások optimális hidraulikai feltételeit biztosítani lehessen, a fúróberendezés szivattyúinak tökéletes állapotban kell lenniük, és elsősorban azokhoz olajálló alkatrészekről kell gondoskodni.

Dicséret illeti a fúróberendezés dolgozóit, irányítóit és mindazokat, akik pontos, lelkiismeretes és hozzáértő munkájukkal elősegítették és végrehajtották a harmadik alföldi, 5000 m-es fúrás sikeres mélyítését.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(KV, Szolnok)

Bottyán László
okl. bányamérnök
(KV, Szolnok)

SZAKOSZTÁLYI HÍREK

Kirándulás Salgótarjánba

A szakosztályközi- és rendezvénybizottság a bányászati- és vaskohászati szakosztályok nógrádi csoportjainak közreműködésével — nyugdíjas tagjaink részére — 1979. május 16-án tanulmányi kirándulást szervezett Salgótarjánba.

Az öreg bányászok-kohászok 40 főnyi csoportja nagy várakozással indult el a gazdag programú kirándulásra. A résztvevőknek felejthetetlen élményt, gazdag szakmai tapasztalatokat nyújtott az út.

Salgótarjánban először a kohászati üzemekbe látogattak el, ahol a fiatal részlegvezető kohómérnök kollégák adtak nagy szakmai szeretetet és alapos tudást eláruló tájékoztatást. Az üzemlátogatás a résztvevőkben megerősítette a nehéz körülmények között dolgozó kohászok munkájának megbecsülését.

A kohászati üzemekből a nyírkos hűvösséget árasztó föld alatti bányamúzeumba látogattak el. A múzeum második helyen áll Európában a szénbányászati múzeumok között és igen értékes ipartörténeti emléke a magyar szénbányászatnak. *Liptay Jenő* bányamérnök lelkes, szakavatott vezetése mellett járták végig az egykori József-lejtősakna felhagyott — múzeummá kiképzett — vágatait. Az alacsony vágatokban meghajolva, bányászsisakban vonultak végig a bányász-kohász veteránok, emlékezve azokra a bányászokra akik verejtékes munkával biztosították egykor innen az ipar kenyerét, a szenet.

A múzeumot elhagyva, a hegytetőről gyönyörködtek hazánk egyik legszebb — a korszerű városépítési elveknek megfelelően kialakított — városában. Salgótarjánt a százéves nógrádi szénbányászat teremtette meg, s a szocialista bányászati, kohászati nagyipar fejlesztette ragyogó szocialista várossá, megyeszékhellyé.

Hazafelé az út Benczúrfalván keresztül vezetett, ahol meglátogatták alkotó műhelyében *Szabó István* Kossuth-díjas szobrászművészt. A neves művészt sok szál fűzi a bányászathoz, azért a kirándulókat is megkülönböztetett figyelemmel kalauzolta műtermében. Az életet árasztó csodálatos faszobrai, reliefjei, amelyek közül nem egy a bányászok nehéz munkáját örökíti meg, előtérbe helyezve az alkotó embert, lenyűgözték a látogatókat. Felejthetetlen élménnyel gazdagodva búcsúztak a szerény, egyszerű, kimagaslóan nagy tehetségű művésztől.

A kirándulás utolsó állomása a balassagyarmati Palóc Múzeum volt. A gazdag néprajzi kiállítást és a skanzent szakavatott vezetéssel tekintették meg. Kellemes meglepetés volt, hogy Balassagyarmat város tanácselnöke, dr. *Vass Miklós* — régi tagtársunk — közvetlen kedvességgel fogadta a kirándulókat, és tájékoztatást adott a fejlődő város eredményeiről és gondjairól.

A sikeres tanulmányútért köszönet illeti a rendezvénybizottságot a körültekintő rendezésért, de legfőképpen a bányászati és vaskohászati szakosztályok nógrádi csoportjait és titkárait, *Jambrich Gyulát* és *Liptay Pétert*, akik magyaros vendégszeretettel, körültekintő figyelmességgel tették felejthetetlenné a kirándulók Nógrád megyei tartózkodását.

Bándi József

A vízfúrási szakcsoport kiránduása

1979. június 8—10. között az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület kőolaj-, földgáz- és vízszakosztályának vízfúrási szakcsoportja, a „Zsigmondy Béla" nyugdíjas klub tagjai és a Vízkutató és Fúró Vállalat dolgozóinak 44 fős csoportja közös kiránduláson vett részt — az eddigi tapasztalatcserékhez és kirándulásokhoz hasonlóan — Miskolcon és a Zemplén-hegységben.

Miskolcon az OMBKE egyetemi osztálya által biztosított autóbusz várta csoportunkat. Megtekintettük a Nehézipari Műszaki Egyetem központi könyvtárát, valamint megismertük a selmeci műemlék könyvtár történetét és gazdag — értékét tekintve páratlan — könyvállományát. Egy kis egyetemi körséta után az olajtermelési tanszék előadójában találkoztak csoportunk tagjai dr. *Szilas A. Pál* tanszékvezető egyetemi tanárral és munkatársaival. *Tihanyi László* az egyetemi osztály, *Szilas* professzor a tanszék nevében köszöntötte szakcsoportunk tagjait, majd röviden vázolta a fluidumbányászat helyzetét. Dr. *Szepesi József* a mélyfúrás jelentőségét — különös tekintettel a gázvédelemre —, valamint az egyetemi oktatás és az ipari kutatás kapcsolatát értékelte. Dr. *Tóth János* a rezervoármechanika tudományának rejtelmeivel ismertette meg tagjainkat. Dr. *Bobok Elemér* a geotermikus energia egyre növekvő fontosságáról, valamint a tanszéken ez irányban folyó kutatásokról tartott előadást. A zsúfolt program ellenére megismerkedtünk a tanszék oktatási és kutatási célkitűzéseivel, valamint a laboratóriumokkal és a fakultás „mini" számítógépközpontjával.

Sajnálatos eseményként ezen a napon volt dr. *Falk Richárd* professzor temetése, így ezen a szakcsoport és a VIKUV képviseletében csoportunk néhány tagja vett részt.

Másnap, 9-én reggel 8 órakor autóbusszal indultunk egész napos programunkra, a „Sárospatak" túrára. Boldogkőváralján áthaladva megnéztük a boldogkői várat, majd első állomásunkra, Vizsolyra érkeztünk. Itt a XIII—XIV. században épült, korabeli freskókkal díszített, jelenleg restaurálás alatt álló református templomot néztük meg. Ebben a kis zempléni faluban, 1590-ben nyomták ki *Károli Gáspár* gönci református lelkész első magyar nyelvű bibliafordítását. A „Vizsolyi Biblia" egy példánya a templomban megtekinthető.

Utunkat folytatva Göncön keresztül Telkibányára érkeztünk. A középkorban arany- és ezüstbányáiról nevezetes kis bányászvárosban a helytörténeti és ipartörténeti gyűjteményben tanulmányoztuk a bányászat, az erdészet és erdésztörténet, valamint a kőedénygyártás emlékeit is.

Innen a füzéri vár romjai mellett elhaladva a Hollóházi Porcelán- és Kerámiagyár kapujához érkeztünk. *Tóth Ferencnek*, a gyár igazgatójának engedélye alapján, módunkban állt megismerkedni a világszerte megbecsült és jól ismert termékek teljes gyártási folyamatával, amit csoportunk tagjai nagy érdeklődéssel tekintettek végig.

Hollóházát elhagyva utunkat Széphalmon szakítottuk meg. Ebben a községben élt hosszú időn át és itt is halt meg a XVIII—XIX. század fordulójának nagy irodalmi vezére, jelentős írója és költője, a nyelvújítás egyik irányítója, a felvilágosodott gondolkodású *Kazinczy Ferenc* (1759—1831). Egykori lakóháza helyén 1873-ban *Ybl Miklós* által épített mauzóleumot körülvevő parkban tett rövid séta után folytattuk utunkat Sátoraljaújlyhelyen át Sárospatakra.

Itt a hangulatos Borostyán étteremben — a volt trinitárius kolostorban — elfogyasztott ebéd után, az alapjaiban a XI. századból származó vár előtt találkozott csoportunk. Az udvaron a kirándulás résztvevői nagy érdeklődéssel hallgatták a vár és a város történetét, szerepét a magyar történelemben. A vár, a Magyar Nemzeti Múzeum Rákóczi Múzeumának kiállítása, a Sárospataki Galéria képzőművészeti anyaga, a Vörös-torony bolthajtásos emeletei, és az 1666—1671-es Habsburg-ellenes Wesselényi-összeesküvés tanácskozásai alapján híressé vált „Sub rosa" terem megtekintése után a Kádár Kata utcai, többször átalakított késő gótikus r. k. templomot néztük meg. A műemléki szempontból helyreállított templomban Rákóczi-sírok, a templomon kívül szépen megóvott alapfal- és várfalmaradványok láthatók.

Innen a híres Sárospataki Kollégiumba vezetett utunk. Az 1531-ben alapított iskola I. *Rákóczi György* és felesége, *Lórántffy Zsuzsánna* életében, a XVII. század derekán élte fénykorát, 1650—1654 között itt tanított *Comenius* (eredeti nevén *Jan Amos Komensky*), a magyar származású kiváló cseh-morva pedagógus, a modern oktatási rendszer egyik megteremtője. A kollégium és méltán híres könyvtárának megtekintése után Sárospatak egy kedves kisvendéglőjében rövid, jó hangulatú tokajibor-kóstolással fejeztük be a napi programot. Innen kora este érkeztünk vissza — Szerencsen át — Miskolcra.

Másnap — vasárnap reggel — itt találkoztunk előző napi idegenvezetőnkkel, *F. Tóth Gézával*, aki ezen a délelőttön Miskolcot és Lillafüredet mutatta meg nekünk.

Lillafüreden kellemes séta keretében megtekintettük a nagynevű természettudósról elnevezett és az egykori lakóházában elhelyezett Herman Ottó Emlékmúzeumot, a Petőfi-barlangot — amely Európában képződményeivel méltán egyedülálló —, valamint a híres Palota Szállót. Visszafelé jövet rövid diósgyőri városnézés következett.

Azt hiszem, 10-én este Budapesten a vonatból kiszállva, mindenki egy kicsit fáradtan, de kellemes emlékekkel gondolt vissza az eltelt három napra. Ezúton is szeretném megköszönni a részvételt és közreműködését mindazoknak, akik a kirándulást részünkre felejthetetlenné tették.

Kassai Ferenc
okl. bányamérnök
(VIKUV, Budapest)

KÜLFÖLDI HÍREK

Növekszik az Európai Gazdasági Közösség földgázimportja

Gm³

	1978	1985*	1990*
Algériából	3,6	37,5	47,1
Norvégiából	13,1	27,1	35,5
Iránból	—	6,2	7,7
Líbiából	2,2	2,5	2,5
Összesen	32,1	91,6	115,9

* Prognózis.
Bjulleten' Inosztr. Kommercs. Inf. 1979. 32. sz.

Az olajtermékimport korlátozása Franciaországban

A francia kormány hozzájárult, hogy 1980. június 30-ig terjesszék ki az olajtermékek importjára vonatkozó korlátozásokat. Az olajfinomítóknak 90 napra elegendő biztonsági tartalékkal kell rendelkezniök.

Világgazdaság, 1979. 123. sz.

Szegesi K.

KÖNYVISMERTETÉS

Development in Petroleum Geology-1 *(Új eredmények a kőolajföldtanban)*. Szerkesztő: HOBSON, G. D. 1977. p. 335. Kiadó: Applied Science Publishers Ltd.

A 10 fejezetből álló könyv röviden áttekinti a kőolajföldtan elvi és gyakorlati vonatkozású ismeretanyagát. Valamennyi fejezetet bőséges irodalomjegyzék követ, ami lehetővé teszi, hogy az olvasó a még oly szakavatott kézzel, de a korlátozott oldalszám miatt mégiscsak igen tömören megfogalmazott fejezetekben helyenként csak informative említett megállapítások forrásáig eljusson.

Korunk „földtudományi divatjának" megfelelően a lemeztektonika kapta az első fejezetet. Ebben *Osmaston, H. F.* 52 oldalon fejti ki a kb. 300 km mélységig szeizmikusan nyomozható alacsony sebességű zóna és a regionális kiterjedésű medencék fejlődéstörténeti kapcsolatát. A fejezetet 174 címszavas irodalomjegyzék követi.

A 2. fejezet, *Tissot, B.* 30 oldalas összefoglaló tanulmánya, igen jól összegezi a szerves geokémia olajbányászati alkalmazási lehetőségeit (31 címszavas irodalomjegyzék).

Kinji Magara a szénhidrogének migrációjának és csapdázódásának fizikai, kémiai alapelveit tárgyalja 3. fejezetként, korábbi publikációitól némiképpen eltérően a másodlagos (és harmadlagos) vándorlás kérdéseiben is elmélyedve (43 oldal, 43 irodalmi hivatkozás).

Cooper, B. S. az üledékes kőzetek paleohőmérséklet-viszonyainak meghatározására szolgáló módszerekkel foglalkozik (4. fejezet, 29 old., 42 irodalmi hivatkozás).

Terjedelmét és témáját tekintve is a könyv legfontosabb 3 fejezete az 5—7. fejezet. Az 5-ös, *Taylor, J. C. M.* munkája (49 oldal, 127 irodalmi hivatkozás) a homokkő tárolók ülepedési és fáciesviszonyainak, valamint diagenetikus átalakulásainak összefoglalása. Ennek mintegy kiegészítése a „Delta fáciesek és a kőolaj" címmel a 6. fejezet (szerző *Selley, R. C.;* 31 oldal, 30 irodalmi hivatkozás), valamint a mélytengeri homoküledékekkel foglalkozó 7. fejezet) szerző: *Parker, I. R.;* 17 oldal, 25 irodalmi hivatkozás).

A három zárófejezet interdiszciplináris területekre vezeti az olvasót: a kőzetparaméterek szeizmikus úton való meghatározásának lehetőségeit *Sheriff, R. E.* ecseteli (8. fejezet, 32 oldal, 19 irodalmi hivatkozás), míg *Stone, C. B.* eszmefuttatása a „bright spot" technika alkalmazásáról és veszélyeiről szól (9. fejezet, 17 oldal; 3 referencia).

Az 50 $-os áron (1978-ban szállítva 1950,— Ft) megvásárolható, nyomdailag szépen kivitelezett könyv a címe szerint egy sorozat első kötete. Az olajiparban jártas olvasó érdeklődéssel várja az újabb köteteket, bár ebbe az érzésbe némi kétkedés is vegyül, mivel e kerek egésznek tűnő összeállításhoz belátható időn belül hasonló témában sok új eredményt nehéz lesz hozzátenni.

Dr. Bérczi István

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Д-р *В. Балинт*, инж.-нефтяник, канд. тех. наук—*Т. Пал*, инж.-нефтяник: **Изменение смачиваемости и гидродинамических показателей при движении систем флюидов, насыщенных углекислотой в пористой среде .... Стр. 321**

В работе рассматриваются вопросы изменения физико-химических показателей системы вода—нефть—CO_2—коллекторская порода и его влияния на гидродинамические показатели.

Авторами устанавливается, что CO_2, растворяясь в нефти, снижает растворимость полярных компонентов нефти (асфальтенов-мальтенов), их адсорбция увеличивается, вследствие набухания нефти они соприкасаются с большей поверхностью пород и в результате их смачиваемость нефтью усиливается. Формирование более сильного характера смачиваемости нефтью, которое зависит от качества нефти, удельного количества растворенной CO_2, минералогического состава и структуры пор коллекторских пород показывается на серии гидродинамических параметров.

Л. Белтеки, инж.—д-р *К. Корим*, геолог: **Роль геолого-поисковых и разведочных работ на нефть и газ в разведке термальных вод в Венгрии ..... Стр. 328**

В Венгрии около 20% скважин, температура воды которых превышает 35 °C составляют те, которые с точки зрения получения углеводородов оказались безрезультатными и были переоборудованы для получения термальной воды. До I. I. 1979 г. нефтеразведочным предприятием было передано геологическому управлению 737 безрезультатных скважин с целью их использования по другому назначению.

Авторы детально излагают возможности использования указанных скважин и возникающие затруднения. Коротко приводится химический состав вод и осложнения, вызываемые отложением соли в верхних участках скважин.

Несмотря на то, что переоборудование скважин на получение термальной воды из-за вышеуказанных факторов связано с большим риском, чем бурение одной новой скважины, эту практику следует продолжать в интересах народного хозяйства, учитывая приобретенный до сих пор опыт.

И. Элек, геофизик: **Возможности использования закономерностей миграции естественных радиоактивных элементов и их изотопов при комплексных поисках месторождений полезных ископаемых, уделяя особенное внимание прогнозированию углеводородных флюидов и изучению коллекторов. Раздел I и II. Стр. 336**

Применение радиоактивных и радиогенных элементов и их изотопов в качестве геохимических индикаторов приобретает все возрастающее значение в прогнозировании, поисках и изучении месторождений полезных ископаемых. Применения такого направления скорее известны в связи с залежами радиоактивных и нерадиоактивных полезных ископаемых.

Однако возможность применения далеко не ограничивается месторождениями полезных ископаемых, так как (и) закономерности миграции радиоактивных элементов проявляются как результирующее сложного взаимодействия твердых веществ и флюидов, и таким образом указанные закономерности должны характеризировать определенным образом и сам флюид.

Автором — в основном на основе советской спецлитературы — впервые в отечественной литературе приводится обзор о более важных результатах радиометрических и радиогидрогеохимических исследований, выполненных за более чем 50 лет в связи с возможностями поисков и разведки месторождений нефти и газа, а также о современном состоянии темы. На основании вышеуказанных рекомендуется расширение комплекса отечественных гидрогеологических и гидрогеохимических исследований, направленных на поиски и разведку нефтяных и газовых месторождений, определением естественных радиоактивных элементов и их изотопов, но рекумендуется прежде всего обработка образцов вод, взятых в середине 60-х годов из разведочных скважин на нефть и газ и проанализированных для прочих целей на содержание урания и радия, с точки зрения геологии нефти и газа и урана.

И. Пап, инж.-нефтяник: **Новый метод определения коэффициента сверхсжимаемости природных газов .. Стр. 345**

Автором приводится метод расчета и программа для ЭВМ для описания диаграммы коэффициента сверхсжимаемости природных газов, составленной Стендингом и Кацом. Ее точность проверяется в диапазонах $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ и $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$. Метод, даже при сопоставлении с методами, опубликованными в спецлитературе, дает результат удовлетворительной точности при минимальном времени (продолжительности) расчета.

*

AUS DEM INHALT

Dr.-Ing. *Valér Bálint*, Kandidat der technischen Wissenschaften—Dipl.-Ing. *Tibor Paál:* **Änderung des Benetzungszustands und der rheologischen Kennwerte bei der Strömung CO_2-gesättigter Flüssigkeitssystemen im porösen Mittel ..... S. 321**

Der Beitrag beschäftigt sich mit den Änderungen der physikalisch-chemischen Kennwerte des Systems Wasser /Öl/CO_2/ Speichergestein und mit den Wirkungen dieses Systems auf die Strömungskennwerte.

Die Verfasser stellen fest, dass CO_2 bei seiner Auflösung im Öl die Löslichkeit der polaren Erdölkomponenten (Asphaltene und Malthene) vermindert; ihre Adsorption nimmt zu; sie berühren sich mit einer grösseren Gesteinsfläche infolge des Schwellens des Öles und dementsprechend gewinnt die Gesteinsfläche einen in höherem Masse ölnassen Charakter. Die Ausgestaltung dieses Charakters wird an einer Reihe von rheologischen Parametern gezeigt, die von der Qualität des Öles, der spezifischen Menge an gelöstem CO_2, der materiellen Zusammensetzung und Porenstruktur des Speichergesteins abhängt.

Dipl.-Ing. *Lajos Bélteky*—Dr.-Geol. *Kálmán Korim:* **Über die Rolle der Kohlenwasserstoff-Erkundung beim Aufschluss von Thermalwasservorräten ..... S. 328**

Etwa 20% der Thermalwassersonden mit Temperaturen über 35 °C in Ungarn sind trockene Bohrungen, die im

Laufe der Kohlenwasserstoff-Erkundung niedergebracht und für Thermalwasserproduktion komplettiert wurden. Das Unternehmen Erdölerkundung hat bis zum 1.1. 1979 der geologischen Oberbehörde 737 trockene Bohrungen zwecks Benutzung übergeben.
Möglichkeiten der Nutzung und die damit verbundenen Schwierigkeiten werden behandelt. Die chemische Zusammensetzung der Wässer der Sonden und die Probleme der Salzsedimentation in den oberen Sektionen der Sonden werden dargelegt.
Infolge der im vorliegenden Beitrag beschriebenen Faktoren weist die Komplettierung der trockenen Bohrungen für wasserfördernde Sonden eine höheres Risiko auf als das Niederbringen neuer Bohrungen. Trotz dieser Tatsache lohnt es sich unter Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen und im Interesse der Volkswirtschaft diese Praxis fortzusetzen.

Dipl.-Geophysiker *István Elek:* **Anwendungsmöglichkeiten der Gesetzmässigkeiten der Migration von natürlichen radioaktiven Elementen und ihren Isotopen in der komplexen Mineralrohstoff-Erkundung mit besonderer Rücksicht auf die Kohlenwasserstoff-Flüssigkeit-Prognose und auf das Studium der Lagerstätten 1. und 2. Teil** ..... **S. 336**

Die Andwendung von radioaktiven und radiogenen Elementen sowohl ihren Isotopen als Indikatoren hat eine immer grössere Bedeutung bei Prognostizierung und Erkundung ferner bei Studium von Mineralrohstoff-Lagerstätten. Die Anwendungen solcher Richtung sind mehr in Verbindung mit Lagerstätten die festen (radioaktiven und nicht-radioaktiven) Mineralien enthalten, bekannt.
Die Anwendungsmöglichkeit beschränkt sich bei weitem auf die Lagerstätten von festen Mineralien nicht, da sich die Migrationsgesetzmässigkeiten der radioaktiven Elemente als eine *Resultante* der komplizierten Wechselwirkung der *Feststoffe* und der *Flüssigkeiten* äussern. So müssen diese Gesetzmässigkeiten auch die Flüssigkeiten selbst auf eine bestimmte Weise charakterisieren.
Aufgrund von vorwiegend sowjetischer Fachliteratur gibt der Verfasser, *zum ersten Male in der ungarischen Fachliteratur,* einen Überlick über die Ergebnisse der seit über 50 Jahren vor sich gehenden radiometrischen und radiohydrogeochemischen Untersuchungen in Verbindung mit der Such- und Erkundungsmöglichkeiten von Erdgas- und Erdöllagerstätten und über die gegenwärtige Lage dieses Themas. Anhand dessen schlägt der Verfasser vor, den Komplex der zwecks Kohlenwasserstoff-Erkundung durchzuführenden einheimischen hydrogeologischen und hydrogeochemischen Untersuchungen durch die Bestimmung der natürlichen radioaktiven Elementen und ihrer Isotope zu erweitern. Die Aufbereitung der in der Mitte der sechzigeren Jahren von den Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrungen gesammelten Wasserproben nach den kohlenwasserstoff-geologischen (und urangeologischen) Gesichtspunkten wird auch vorgeschlagen. Diese Wasserproben wurden für *sonstige Zwecke* für U und Ra analysiert.

Dipl.-Ing. *István Papp:* **Neue Methode zur Berechnung des Abweichungsfaktors von Erdgasen** ..... **S. 345**

Eine Methode für die Beschreibung des Diagramms des Standing-Katzschen Abweichungsfaktors, bzw. ein Rechnerprogramm werden dargestellt. Die Genauigkeit der Methode wird im Bereich von $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ und $0{,}2 \leqq p_r \leqq$ $\leqq 15{,}0$ kontrolliert. Das Verfahren gewährleistet ein Ergebnis günstiger Genauigkeit bei einer minimalen Berechnungszeit auch im Vergleich mit aus der Literatur bekannten Methoden.

*

Dr. *Valér Bálint,* Petroleum Eng., Candidate of Technical Sciences—*Tibor Paál,* Petroleum Eng.: **Changes of wettability conditions and flow characteristics when flowing fluid CO_2-saturated systems in porous media** ..... **p. 321**

The paper discusses changes of physical and chemical characteristics of the water-oil-CO_2-reservior rock system and their effects on flow properties.
The authors claim that CO_2, when dissolving in oil, diminishes the solubility of polar oil components (asphalthenes and malthenes); their adsorption increases; as a result of the swelling of the oil, they are in contact with a larger rock surface, therefore, they give the rock surface a more pronounced oil-wet character. Shaping of this character is shown by means of a series of rheological parameters. This character depends on oil quality, on the amount of dissolved specific CO_2, material composition and pore structure of the reservoir rock.

Lajos Bélteky, Eng.—Dr. *Kálmán Korim,* Geologist: **On the role of hydrocarbon exploration in developing thermal water resources in Hungary** ..... **p. 328**

About 20 per cent of the Hungarian thermal water wells with temperatures over 35 °C are dusters drilled for hydrocarbons equipped for thermal water production. The petroleum exploration company has handed over 737 dusters to the supreme geologic authority for utilization until 1st January 1979.
Possibilities of utilization and inherent difficulties are discussed in detail. Chemical compositions of the waters of the wells are given together with problems caused by salt sedimentation in the upper regions of the wells.
Because of the factors outlined in the paper, the well construction of dusters drilled for hydrocarbons in order to obtain water involves higher risks than drilling a new well. In spite of this — taking into account experience gained so far — it is expedient for the interest of the People's Economy to continue this practice.

István Elek, Geophyisicist: **Application possibilities of migration regularities of natural radioactive elements and their isotopes in the complex mineral resource exploration with special regard to hydrocarbon fluid prognose and reservoir study — Parts 1 and 2** ..... **p. 336**

The use of radioactive and radiogeneous elements, as well as of their isotopes as geochmical tracers is gaining ground in the prognose, exploration and study of mineral resource sites. Uses of such nature are known rather for reservoirs containing solid minerals (radioactive and non-radioactive).
The possibility of the use is not limited by far for solid mineral deposits since the migration regularities of the radioactive elements manifest themselves as a *resultant* of the complicated interaction of the *solids* and the *fluids.* Thus, these regularities should characterize the fluid itself in a determined way.
Based primarily upon Soviet literature data, the author gives a survey, *for the first time in Hungarian literature* of the most important results of radiometrical and radiohydrogeochemical research activity of more than 50 years pertinent to the possibilities of exploring petroleum and natural gas reservoirs. He discusses the present status of this work. On the basis of all these, the extension of the complex of domestic hydrogeological and hydrogeochemical examinations to be performed for hydrocarbon exploration is suggested by determining the natural radioactive elements and their isotopes. Special stress is laid to the processing of water samples analyzed for some *other* purposes for U and Ra according to hydrocarbon geological (and uranium geological) view-points. These samples were taken in the mid-sixties from Hungary's hydrocarbon exploration wells.

István Papp, Petroleum Eng.: **A new method for calculating natural gas Z-factor** ..... **p. 345**

A calculation method, and/or computer programme is shown for describing the graph of the Standing—Katz Z-factor. The accuracy of this is checked in the range of $1{,}2 \leqq T_r \leqq 3{,}0$ and $0{,}2 \leqq p_r \leqq 15{,}0$. The method supplies results of favourable accuracy within a minimum computer time even as compared with methods known from literature.

OKGT

ÁLLJ!

NE LEPLEZD A HIBÁKAT

MINDENT HIBA NÉLKÜL!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

1979

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
12. (112.) évfolyam 353—384 oldal BUDAPEST, 1979. DECEMBER HÓ 12

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868-BAN

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061
Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Венгерский Журнал Горного Дела и Металлургии
НЕФТЬ И ГАЗ
Ungarische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen
ERDÖL UND ERDGAS
Hungarian Journal of Mining and Metallurgy
OIL AND GAS

TARTALOM

KONCZ ISTVÁN — A pirolízisvizsgálatok eredményeinek felhasználása a szénhidrogén-képződés folyamatának megismerésére a neogén üledékes kőzetekben 353

ELEK ISTVÁN — Természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs törvényszerűségeinek felhasználási lehetőségei a komplex ásványinyersanyag-kutatásban, különös tekintettel a szénhidrogén-fluidum-prognózisra és a tárolók tanulmányozására 3. fejezet 361

CSELEY ALPÁR — A tárolókőzet savazásának tervezése 365

PATVAROS JÓZSEF — A több telepes szilárdásvány-előfordulás fúrólyukas kitermelésének lehetőségei 369

CSATH BÉLA — A mélyfúrástudomány irodalmi művelői Európában a XIX. század végéig 371

Személyi hírek 381
Egyetemi hírek 382
Hírek az üzemekből 381, 382
Külföldi hírek 364, 382, 383
Gyárismertető 360
ИЗ СОДЕРЖАНИЯ — AUS DEM INHALT — FROM THE CONTENTS 384

A SZÁM SZERZŐI:

CSATH BÉLA okl. bányamérnök, termelési előadómérnök (Vízkutató és Fúró Vállalat, Budapest); CSELEY ALPÁR okl. olajmérnök, tanársegéd (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc); ELEK ISTVÁN okl. bányamérnök, tudományos főmunkatárs (Mecseki Ércbányászati Vállalat, Kővágószőlős); KONCZ ISTVÁN okl. vegyészmérnök, osztályvezető (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Nagykanizsa); PATVAROS JÓZSEF dr., okl. bányamérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc).

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

Az ábrákat BISZTRAY GÁBORNÉ rajzolta.

MINDEN KEDVES OLVASÓNKNAK KELLEMES KARÁCSONYI ÜNNEPEKET ÉS BOLDOG ÚJ ÉVET KÍVÁN

A SZERKESZTŐSÉG

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-5046 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta — Megjelenik havonta — Egyes példány: 16 Ft

Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A szerkesztésért felelős:

KASSAI LAJOS (a szerkesztő bizottság elnöke)

Szerkesztő bizottság

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

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET lapja

12. (112.) évf. 12. szám 1979. december

A pirolízisvizsgálatok eredményeinek felhasználása a szénhidrogén-képződés folyamatának megismerésére a neogén üledékes kőzetekben

KONCZ ISTVÁN

A kőzetmintákon Gransch és Eisma módszere szerint végzett pirolízisvizsgálatok eredményei (CR/CT-értékek) 700 °C felett a pirolízis hőmérsékletének növekedésével csökkenést mutattak. A csökkenés oka a szerves anyag és a szervetlen közeg oxidáló komponensei (fém-oxidok) közötti kölcsönhatás, valamint a szerves anyag oxigéntartalma. A csökkenés mértékére a CR/CT arány 700 °C és 900 °C hőmérsékleten mért értékének különbsége (ΔCR/CT) jellemző.

A ΔCR/CT értéke függ a kőzetminta szervesszén-tartalmától és mélységétől. A 900 °C-on mért CR/CT arányok statisztikai jellemzőiben a különböző hatások kompenzálják egymást. A 900 °C-on mért CR/CT arányok statisztikai feldolgozásával nyert eredmények felhasználhatók a szénhidrogén-képződés folyamatának megismerésére és kijelölhetők a neogén üledékekben a szénhidrogén-képződés jellegzetes zónáinak megfelelő mélységtartományok, valamint megállapítható a szerves anyag típusa és a képződött szénhidrogének minősége szerinti (kőolaj, földgáz) megoszlása.

Bevezetés

Az üledékes kőzeteken végzett pirolízisvizsgálatok alkalmasak arra, hogy a szénhidrogének forrásának tekinthető diszperz szerves anyag természetes viszonyok között végbemenő termikus bomlását modellezzék. A pirolízisvizsgálatok eredményei — a diszperz szerves anyag típusának, átalakultsági fokának becslésén keresztül felhasználhatók — a szénhidrogén-képződés folyamatának megismerésére.

Pirolízisvizsgálatainkat *Gransch* és *Eisma* módszerével [1] végeztük, amely a nem oldható szerves anyag 900 °C-on nem pirolizálható széntartalmának (CR) és a pirolízis előtti szervesszén-tartalmának (CT) arányát (CR/CT) adja meg. A 900 °C pirolízis-hőmérséklet a szenek minősítésére használt „fix karbon"-tartalom meghatározásánál előírt hőmérsékletből adódott.

A CR/CT arány a teljes, nem oldható diszperz szerves anyagot jellemzi, ezért értéke mind a szerves anyag típusától, mind a hőbomlás mértékétől, az átalakultság fokától egyaránt függ. Azonos típusú szerves anyag esetén csak az átalakultság foka befolyásolja. Ebben az esetben az átalakultság fokának növekedésével a CR/CT arány értéke nő.

A CR/CT arány információtartalmának tisztázása céljából *Gransch* és *Eisma* módszerét kritikai vizsgálat alá vetettük [2]: megvizsgáltuk a pirolízis hőmérsékletének hatását a CR/CT arányokra mesterséges és természetes (kőzet-) mintákon. A CR/CT arányok értéke 500 °C-ig intenzíven csökken, 500—700 °C hőmérséklet-intervallumban közel állandó, 700 °C-nál nagyobb hőmérsékleten csökken, vagy állandó marad. Az irodalmi adatok [3] arra utalnak, hogy a diszperz szerves anyag természetes viszonyok között végbemenő hőbomlásának megfelelő reakciók a pirolízis mesterséges viszonyai között 500 °C-ig végbemennek. A CR/CT arányok 700 °C-nál nagyobb pirolízis-hőmérsékleten bekövetkező csökkenése olyan másodlagos (szekunder) hatások következménye, amelyek a diszperz szerves anyag természetes viszonyok között végbemenő hőbomlása során nem jelentkeznek. Kísérleti adatokkal bizonyíthatóan e szekunder hatások a magas hőmérsékleten, katalitikus hatásra végbemenő szén-monoxid-képződésre vezethetők vissza. A szén-monoxid-képződést a szerves anyag és a szervetlen közeg fém-oxidjainak kölcsönhatása, valamint a szerves anyag oxigéntartalma teszi lehetővé. A másodlagos hatások mértéke a CR/CT arány 700 °C-on és 900 °C-on mért értékének különbsége (ΔCR/CT).

Gransch és *Eisma* módszere kritikai vizsgálatának eredményei alapján kérdésessé vált a CR/CT arányok

900 °C-on mért értékének információtartalma és felhasználhatósága a szénhidrogén-képződési folyamatok megismerésében. A CR/CT arány megállapítására elvégzett mérések viszonylag nagy száma lehetővé tette e problémakör vizsgálatát.

A vizsgált kőzetminták jellemzése

A *Gransch* és *Eisma* módszerének megfelelő, 900 °C-on végzett pirolízis mellett mintegy 160 kőzetmintánál 700 °C-on is meghatároztuk a nem pirolizálható szén mennyiségét és a ΔCR/CT-értékeket.

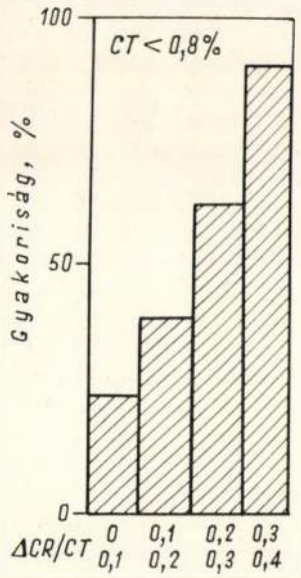
A vizsgált kőzetminták 0—4,0 km mélységintervallumból származtak, zömük (75%) neogén korú volt. A pelitek részaránya 75%. A pelitek részaránya a nagy szervesszén-tartalmú ($CT \geqq 0{,}8\%$) kőzetmintákban 89%, a kis szervesszén-tartalmú ($CT < 0{,}8\%$) kőzetmintákban 53%. A kőzetminták kor, kőzettípus és szervesszén-tartalom szerinti megoszlása közel azonos volt a 2,5 km-nél kisebb és az ennél nagyobb mélységből származó mintákban.

Mind a 700 °C-on, mind a 900 °C-on végzett pirolízisvizsgálatok közül csak azokat vettük figyelembe, amelyeknél a pirolízis után mérhető maradványszén mennyisége 0,1%-nál nagyobb volt.

A ΔCR/CT értékére ható tényezők vizsgálata

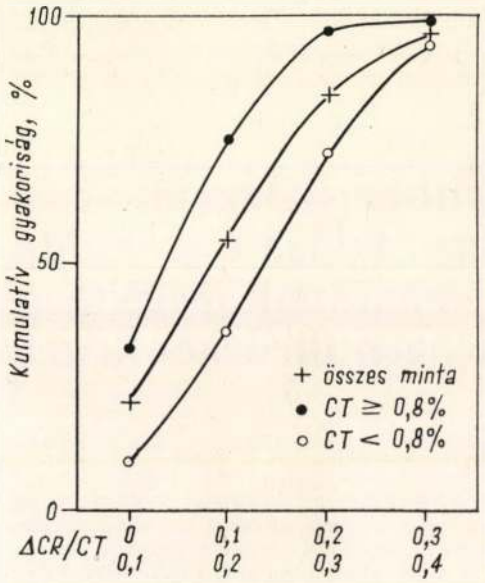
Megvizsgáltuk az említett, mintegy 160 ΔCR/CT-érték gyakoriságeloszlását a kőzetminta szervesszén-tartalmának (CT) és a mélységnek függvényében.

A szervesszén-tartalom hatásának vizsgálata céljából a rendelkezésre álló adathalmazt nagy ($CT \geqq 0{,}8\%$) és kis ($CT < 0{,}8\%$) szervesszén-tartalmú csoportra osztottuk. A nagy és a kis szervesszén-tartalom határaként választott 0,8% önkényes érték, de statisztikai szempontból azzal indokolható, hogy ennek az értéknek segítségével az adatok majdnem azonos számú elemet tartalmazó halmazokra bonthatók. (Ez a megoszlás a 2,5 km-nél kisebb és az ennél nagyobb mélységből származó minták esetében is fennáll.)



1. ábra
A kis szervesszén-tartalmú minták gyakorisága a ΔCR/CT különböző intervallumaiban

A ΔCR/CT különböző intervallumaiban megvizsgáltuk a kis szervesszén-tartalmú minták előfordulásának gyakoriságát *(1. ábra)*. A gyakoriságértékeknek a ΔCR/CT függvényében tapasztalt változása arra utal, hogy összefüggés van a ΔCR/CT-értékek nagysága és a szervesszén-tartalom között: a ΔCR/CT növekedésével a kis szervesszén-tartalmú minták gyakorisága nő. A különböző szervesszén-tartalmú minták ΔCR/CT-értékei kumulatív gyakoriságeloszlásában szignifikáns különbség mutatható ki *(2. ábra)*.



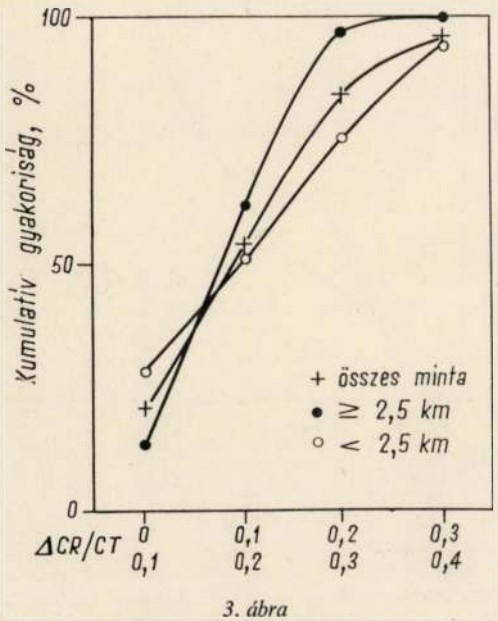
2. ábra
A különböző szervesszén-tartalmú minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlása

(A szignifikanciavizsgálatot a *Kolmogorov—Szmirnov*-féle nem paraméteres statisztikai próbával végeztük 5%-os szignifikanciaszinten.)

A ΔCR/CT és a szervesszén-tartalom közötti összefüggés jelenlegi ismereteink szerint alternatív módon magyarázható meg. A kőzetminták jellemzésekor említettük, hogy a kis szervesszén-tartalmú kőzetminták között lényegesen nagyobb az oxidatívabb körülmények között keletkezett nem pelites üledékes kőzetek részaránya. A nem pelites üledékes kőzetekben feltehetően nagyobb mennyiségben vannak jelen azok az oxidáló hatású fém-oxidok, amelyek nagyobb ΔCR/CT-értékeket eredményeznek. A ΔCR/CT és a szervesszén-tartalom közötti összefüggés azzal is indokolható, hogy a szervetlen közeg statisztikai szempontból azonos mérvű (azonos mennyiségű szén eltávozásával járó) oxidáló hatása a kis széntartalmú mintákban nagyobb ΔCR/CT-értéket hoz létre. Valószínűleg mindkét hatás együttes eredménye a ΔCR/CT -értékek növekedése a szervesszén-tartalom csökkenésével.

A mélység hatásának vizsgálata céljából az adathalmazt 2,5 km-nél kisebb és 2,5 km-nél nagyobb mélységből származó minták adataira osztottuk . A statisz-

tikai próba segítségével megállapítható volt, hogy a különböző mélységből származó minták ΔCR/CT -eloszlása szignifikánsan különbözik *(3. ábra)*. A kis mélységből származó minták között a nagy ΔCR/CT-értéket mutató kőzetminták gyakoribbak. Tekintettel arra, hogy a különböző mélységből származó minták között a kis és a nagy szervesszén-tartalmúak azonos arányban szerepeltek, a ΔCR/CT-értékeknek a csökkenése a mélység növekedésével nagy valószínűséggel a mélység hatásának tulajdonítható. A mélység hatása összefüggésben van azzal, hogy a mélység növekedésével a nem oldható diszperz szerves anyag oxigéntartalma csökken a labilis szén-oxigén kötések termikus hatásra bekövetkező felszakadása következtében. Erre utalnak a különböző átalakultsági fokú kerogén-minták elementáranalitikai eredményei is [4].

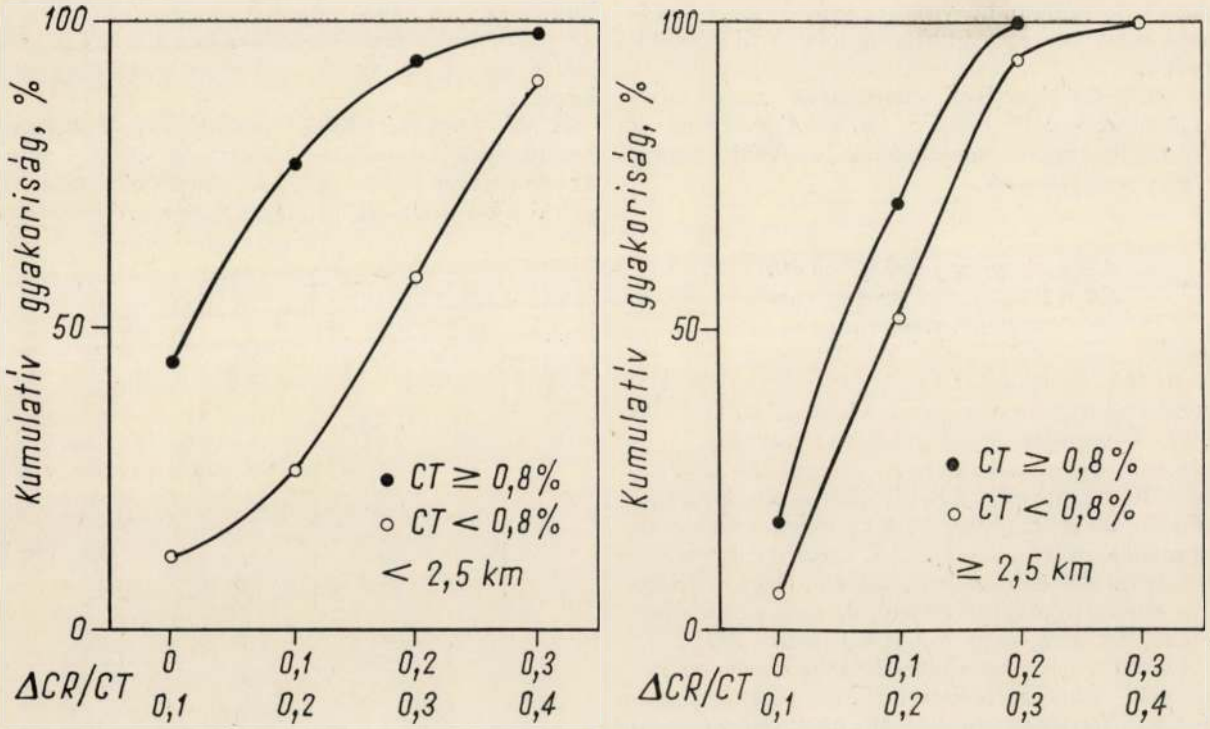


3. ábra
A különböző mélységből származó minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlása

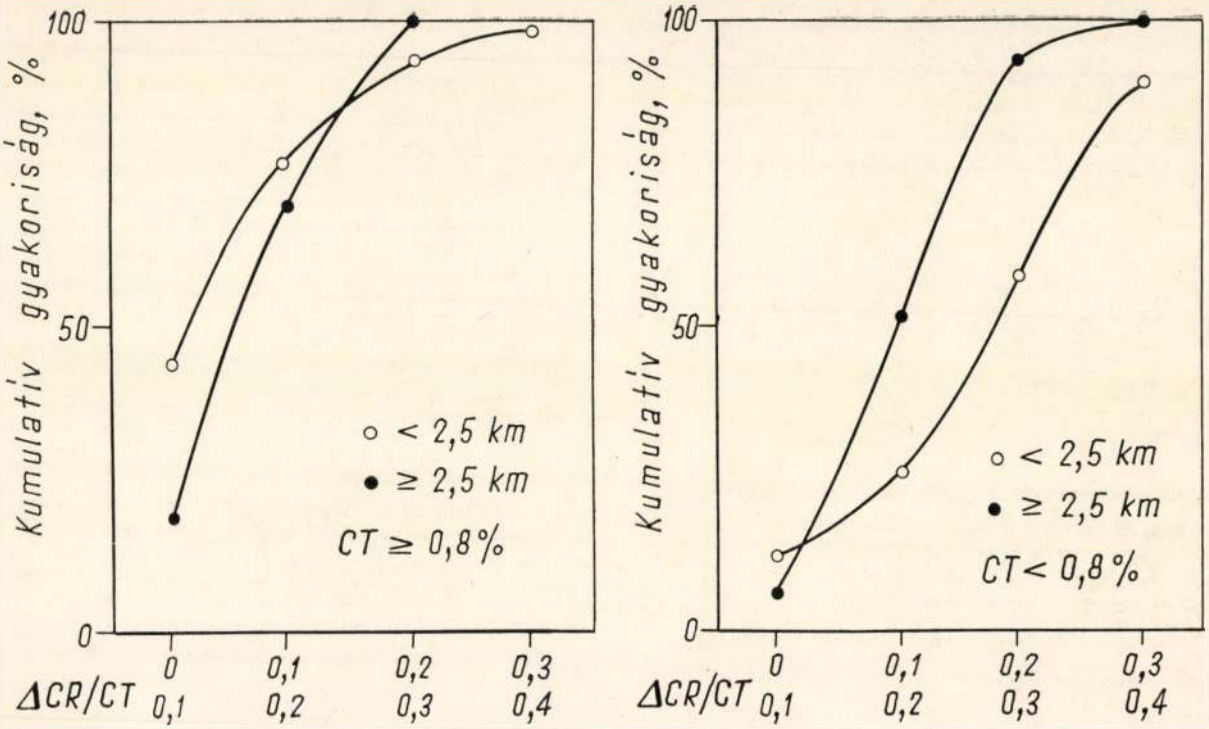
A ΔCR/CT-értékekre mind a szerves széntartalom, mind a mélység hatást gyakorol, ezért indokoltnak látszott e befolyásoló tényezők elkülönített vizsgálata.

Megvizsgáltuk a nagy és a kis szervesszén-tartalmú minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlását a különböző mélységtartományokban *(4. ábra)*. Kis mélységben a nagy és a kis szervesszén-tartalmú minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlása szignifikánsan eltért, nagy mélységben ez az eltérés statisztikai szempontból nem szignifikáns. A kis mélységben jelentkező eltérés a korábbi megállapítással megegyezően azt mutatta, hogy a nagy ΔCR/CT-értékek a kis szervesszén-tartalmú mintákban gyakoribbak. E jelentős mértékű eltérés megszűnése a nagy mélységből származó mintáknál a nem oldható diszperz szerves anyag oxigéntartalmának csökkenésével függ össze.

A kis és a nagy mélységből származó minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlását különböző szervesszén-tartalom mellett megvizsgálva arra az eredményre jutottunk, hogy a ΔCR/CT-eloszlások csak a kis szer-



4. ábra
A nagy és a kis szervesszén-tartalmú minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlása különböző mélységtartományokban



5. ábra
A kis és a nagy mélységből származó minták ΔCR/CT-értékeinek eloszlása különböző szervesszén-tartalmú kőzetekben

vesszén-tartalmú mintáknál mutatnak szignifikáns eltérést *(5. ábra)*. Ez a tény szintén arra utal, hogy az oxidációs folyamatokra visszavezethető másodlagos hatások a kis szervesszén-tartalmú mintáknál nagyobb mérvűek.

A ΔCR/CT-eloszlások eltéréseinek nagyságából megállapítható volt, hogy a ΔCR/CT-értékekre a szervesszén-tartalom nagyságának nagyobb hatása van, mint a mélységnek.

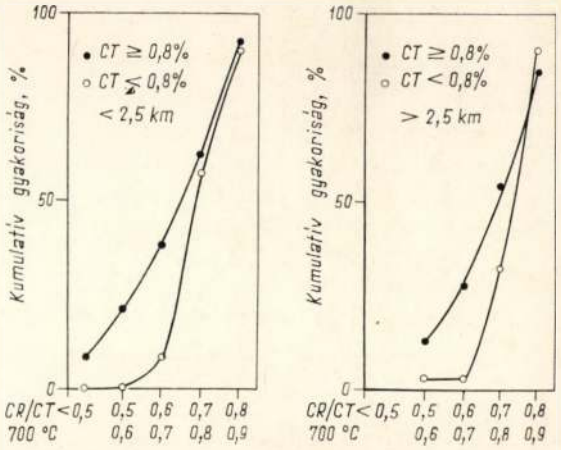
A 700 °C-on és a 900 °C-on mért CR/CT arányok eloszlására ható tényezők vizsgálata

A ΔCR/CT-értékekhez hasonlóan megvizsgáltuk a szervesszén-tartalom és a mélység hatását a 700 °C-on és a 900 °C-on mért CR/CT arányok eloszlására.

Kis mélységben a különböző szervesszén-tartalmú minták 700 °C-on mért CR/CT arányainak eloszlása szignifikánsan eltért *(6. ábra)*. A kis szervesszén-tartalmú minták között a CR/CT 700 °C-on mért nagy értékei nagyobb valószínűséggel fordultak elő. Nagy mélységben az eltérés ugyanazon előjelű, de nem szignifikáns.

Tekintettel arra, hogy a CR/CT arány 700 °C-on mért értékét a másodlagos jellegű hatások még nem befolyásolják, a kis szervesszén-tartalmú kőzetek magasabb CR/CT-értékei arra utalnak, hogy szerves anyaguk a szénhidrogének képzésére kedvezőtlenebb humuszosabb karakterű [1]. A különböző szervesszén-tartalmú kőzetek 700 °C-on mért CR/CT-értékeinek eloszlásában a kis mélységben mutatkozó eltérés csökkenése a mélység növekedésével annak tulajdonítható, hogy a szerves anyag típusában meglevő különbségek az átalakultsági fok növekedésével a CR/CT arányok 700 °C-on mért értékeiben csökkenő mértékben jelentkeznek.

A 700 °C-on mért CR/CT-értékek eloszlásában nem mutatkozott szignifikáns különbség akkor, amikor az azonos szervesszén-tartalmú minták eloszlását vizsgáltuk a kis és a nagy mélységből származó kőzeteknél.

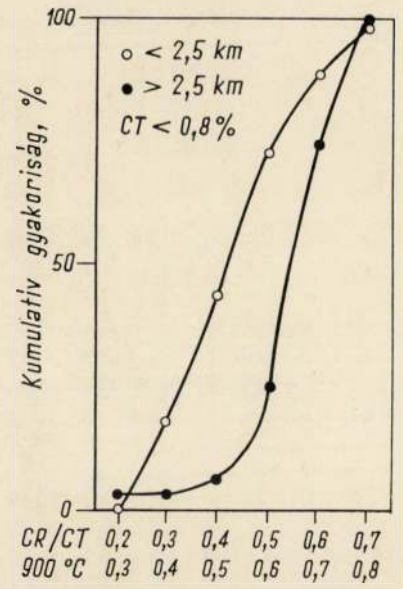


6. ábra
A kis és a nagy mélységből származó minták 700 °C-on mért CR/CT arányainak eloszlása különböző szervesszén-tartalmú kőzetekben

A nem szignifikáns eltérést az jellemezte, hogy nagy mélységben a 700 °C-on mért CR/CT kis értékeinek valószínűsége csökkent a kis mélységből származó mintákhoz viszonyítva. Ez a csökkenés a kis szervesszén-tartalmú kőzeteknél kifejezettebb volt. Maga a csökkenés a termikus bomlásnak a nagyobb mélységek felé bekövetkező fokozódására utal.

A 900 °C-on mért CR/CT arányok eloszlása a különböző szervesszén-tartalmú kőzetekben szignifikáns mértékben nem különbözött sem a kis mélységből, sem a nagy mélységből származó mintáknál. A különböző szervesszén-tartalmú kőzetek 700 °C-on mért CR/CT arányainak eloszlása kis mélységben szignifikánsan eltért, ezzel szemben a 900 °C-on mért CR/CT arányok eloszlásában ez az eltérés nem jelentkezett. Ennek oka az, hogy a CR/CT arányok 900 °C-on mért értékeiben két ellenkező előjelű hatás statisztikai értelemben kompenzálta egymást: a kis szervesszén-tartalmú kőzetekben a ΔCR/CT megnövekedett értékei mellett a CR/CT 700 °C-on mért értékei is nagyobbak. *A CR/CT arányok 900 °C-on mért értékeinek statisztikai jellemzői tehát függetlenek a másodlagos hatásoktól.* A másodlagos hatásokat a szerves anyag típusából adódó változás statisztikai értelemben kompenzálja.

A 900 °C-on mért CR/CT arányok nagy mélységben statisztikai értelemben nagyobbak, mint kis mélységben. A kis szervesszén-tartalmú kőzeteknél ez a változás döntő mértékben jelentkezik *(7. ábra)*, a nagy szervesszén-tartalmú kőzeteknél nem szignifikáns. A 900 °C-on mért CR/CT-értékek növekedése a mélységgel a diszperz szerves anyag termikus átalakultságának fokozódását jelzi.

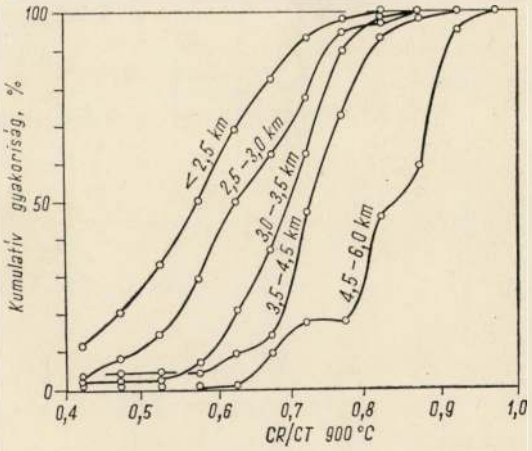


7. ábra
A kis szervesszén-tartalmú kőzetek 900 °C-on mért CR/CT arányainak eloszlása különböző mélységből származó mintákban

A neogén kőzetminták 900 °C-on mért CR/CT arányainak statisztikai vizsgálata a mélység függvényében

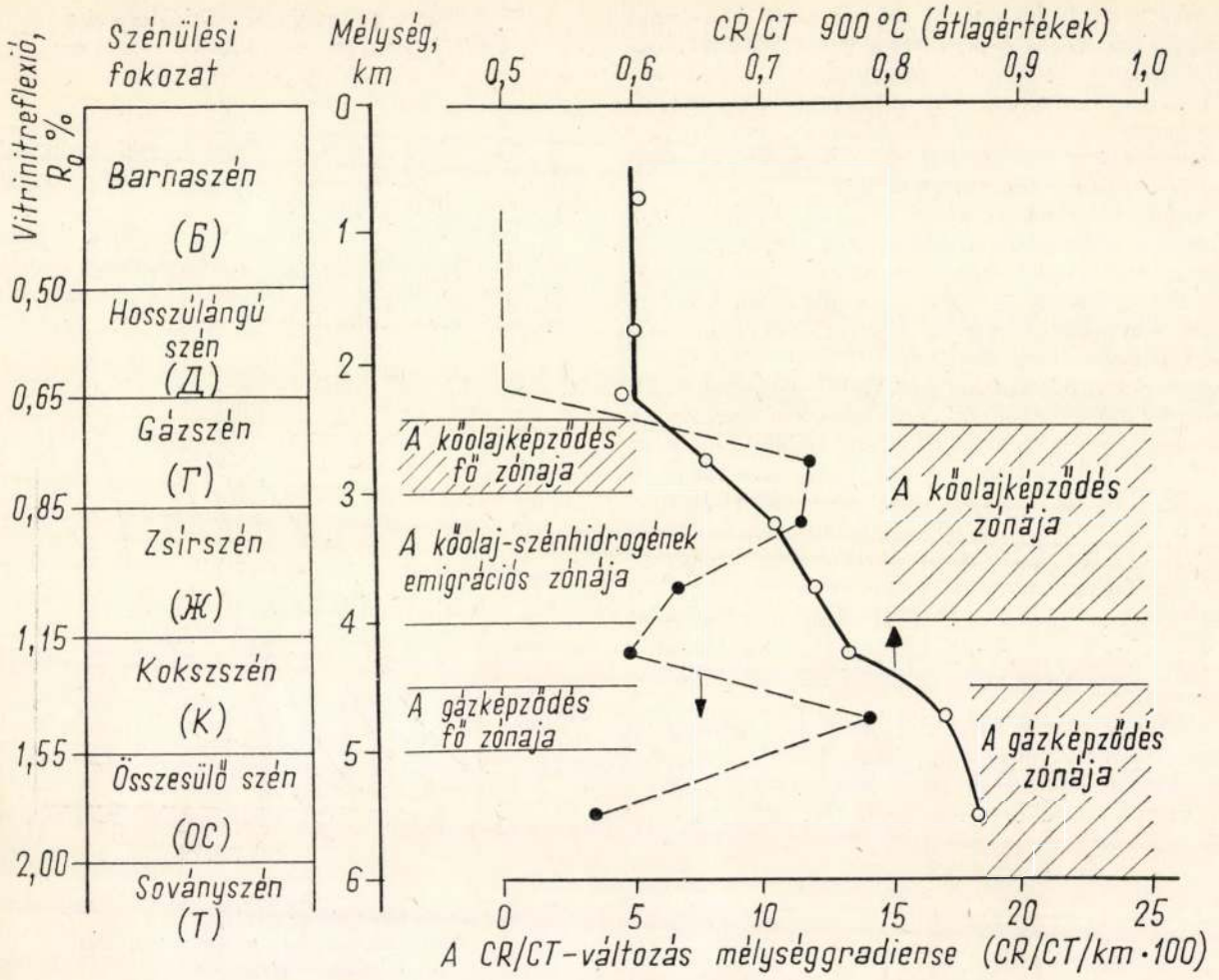
A nagyszámú (mintegy 440 db), 900 °C-on mért CR/CT arány statisztikai jellemzőit vetettük vizsgálat alá a mélység függvényében.

A különböző mélységintervallumokba tartozó CR/CT arányokat egy-egy adathalmaznak tekintettük. Ezen adathalmazok kumulatív gyakoriságeloszlását a *8. ábra* szemlélteti. A 0—1,5, 1,5—2,0 és a 2,0—2,5 km mélységből származó kőzetek CR/CT arányainak eloszlása szignifikáns mértékben nem tért el egymástól. Ezért e kőzetminták CR/CT arányait egy adathalmazként kezeltük, mint a jelentős termikus átalakulást nem szenvedett szerves anyagra jellemző CR/CT arányok halmazát. A CR/CT arányok eloszlásában a mélység függvényében jelentkező eltérések a diszperz szerves anyag hőbomlásának szakaszos jellegét támasztották alá [5].



8. ábra
A neogén kőzetminták 900 °C-on mért CR/CT arányainak kumulatív gyakoriságeloszlása a mélység függvényében

A 0—2,5, 2—3,0 és 3,0—3,5 km mélységintervallumba tartozó minták CR/CT arányainak eloszlása szignifikánsan különbözött. Az eloszlások változására az jellemző, hogy a mélység növekedésével az alacsony CR/CT arányok gyakorisága jelentős mértékben csökkent, a magas CR/CT arányok gyakorisága csak kismértékben változott. Az eloszlásokban mutatkozó változások összhangban vannak azzal, hogy az alacsony kezdeti CR/CT arányt mutató, szapropelesebb típusú szerves anyag szenved nagyobb mérvű átalakulást (CR/CT arány növekedést) a diszperz szerves anyag termikus bomlásának kezdeti szakaszában. Nem jelentkezett szignifikáns különbség a 3,0—3,5 km és a 3,5—4,5 km mélységintervallumba tartozó kőzetminták CR/CT arányainak eloszlásában. Ez a tény arra utal, hogy a termikus bomlási szakasz végén a hőbomlás sebessége csökken a reakcióképes csoportok koncentrációjának csökkenése következtében [6]. A 3,5—4,5 km és a 4,5—6,0 km mélységintervallumba tartozó



9. ábra
A neogén kőzetminták 900 °C-on mért CR/CT arányainak átlagértékei a mélység függvényében

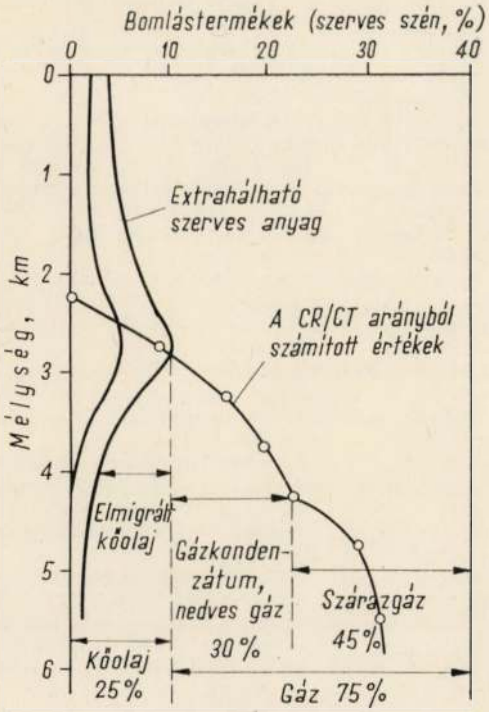
kőzetminták CR/CT arányainak eloszlása között jellemző mértékű eltérés mutatkozott. Ezt az eltérést az jellemezte, hogy a magas CR/CT arányok gyakorisága nőtt meg a 4,5—6,0 km-es mélységben. Az említett mélységintervallumok CR/CT arányainak eloszlásában jelentkező jelentős eltérés a termikus bomlás második szakaszát jelzi.

A szénhidrogén-képződés folyamatának megismerése céljából a neogén kőzeteken 900 °C-on mért CR/CT arányok átlagértékeit vizsgáltuk a mélység függvényében *(9. ábra)*. Ennek alapján a diszperz szerves anyag hőbomlásának folyamata a neogén üledékes kőzetekben a 0—6 km mélységintervallumban három bomlási szakaszra osztható: 0—2,5 km mélységben a jelentős termikus átalakulással nem járó diagenezis és protokatagenezis szakaszára, 2,5—4,0 km mélységben a termikus bomlás első, 4,5 km-nél nagyobb mélységben a termikus bomlás második szakaszára. A neogén üledékes kőzeteken mért vitrinitreflexió-értékek [8] alapján a *9. ábrán* feltüntettük a szénülési fokozatok mélységhatárait. Az egyes szénülési fokozatok határainak megfelelő vitrinitreflexió-értékeket a Donyec-medence szeneire alapozott skála szolgáltatta [9].

A diagenezis és protokatagenezis szakaszában (0—2,5 km) a CR/CT arány a termikus átalakulást nem szenvedett diszperz szerves anyag típusára ad információt. Ebben a szakaszban a neogén kőzetminták CR/CT arányai eloszlásának mediánja a CR/CT 0,6 körüli értéke. Ez azt jelenti, hogy a neogén üledékes kőzetek diszperz szerves anyagának 50%-a humuszos típusú, 50%-a kevésbé humuszos karakterű a diagenezis és protokatagenezis szakaszában [1]. Ha a jelenleg nagyobb mélységben levő neogén üledékes kőzetek diszperz szerves anyaga majdnem azonos típusú volt a diagenezis és protokatagenezis szakaszában levő diszperz szerves anyagéval, akkor a neogén üledékes kőzetekben keletkezett termikus bomlástermékek nagyobb hányada gáz és kisebb hányada kőolaj. A CR/CT arány lényeges változásával nem járó ezen mélységtartományban a diszperz szerves anyag szénülési fokozata a barnaszén—hosszúlángú szén tartományába esik.

A CR/CT arányok jelentős növekedésével járó első termikus bomlási szakaszt (2,5—4,0 km) a gázszén—zsírszén szénülési fokozat jellemzi. Bitumenológiai mérések szerint 2,5—3,0 km mélységben volt észlelhető a bitumoidok részarányának maximuma a diszperz

szerves anyagban. 3,0 km-nél nagyobb mélységben ez a részarány fokozatosan csökkent a bitumoidok elmigrálása következtében *(10. ábra)* [10, 11]. Ezek az ada-



10. ábra
A neogén üledékes kőzetekben képződött bomlástermékek mennyiségének mélységfüggése

tok arra utalnak, hogy a kőolajképződés fő zónája 2,5—3,0 km mélységben volt, a kőolaj-szénhidrogének primer migrációja tömeges méretekben 3,0 km-nél nagyobb mélységben ment végbe a neogén üledékes kőzetekben. Ez a megállapítás összhangban van a diszperz szerves anyag átalakultsági fokára utaló szénülési fokozattal [12].

A potenciális kőolajkészletek becslése szempontjából figyelemre méltó, hogy a kőolaj-szénhidrogének effektív anyakőzetei — amelyek a neogén keletkezésű kőolajtelepek forrásául szolgáltak —, vizsgálati eredményeink alapján 3,0 km-nél nagyobb mélységben találhatók.

A termikus bomlás második szakaszának kezdete (4,5 km) a kokszszén szénülési fokozattal esik egybe, és a gázképződés zónája kezdetének felel meg [12].

A CR/CT arányokból a keletkezett bomlástermékek közül a szénhidrogének és a szén-dioxid relatív mennyisége számítható [13]. A szén-dioxid a diszperz szerves anyag termikus átalakulásának kezdeti (barnaszén, hosszúlángú szén) stádiumában képződik jelentős mértékben [14]. Ebből következik, hogy a gázszén szénülési fokozattal kezdődően (2,25 km) a CR/CT arányból számított bomlástermék-mennyiség a szénhidrogének mennyiségére utal *(10. ábra)*. A kőolajképződés fő zónájában (2,5—3,0 km) az extrahálható szerves anyag és a CR/CT arányból számított bomlástermék-hányad egymáshoz közeli értéket szolgáltat (5—10%, ill. 8%). Nagyobb mélységben (3,0 km felett) a CR/CT arányból számított bomlástermék-mennyiség tovább növekszik, az extrahálható szerves anyag mennyisége pedig a bitumoidok elmigrálása következtében csökken. Az extrahálható szerves anyag maximális és a nagyobb mélységekben mért alacsonyabb részaránya közötti különbség az elmigrált kőolaj-szénhidrogének mennyiségével arányos. A CR/CT aránynak a bitumoidok maximális részarányához képest bekövetkező további növekedése a mélységgel arra utal, hogy a termikus bomlástermékek a bitumoidoknál illékonyabbak, a hagyományos extrakciós eljárásokkal mennyiségileg nem határozhatók meg. Ezek a bomlástermékek a diszperz szerves anyag bomlástermékeinek evolúciós sorában a kőolaj és a száraz gáz közé esnek, és a gázkondenzátum—nedves gáz bomlástermék-sort foglalják magukban. A termikus bomlási folyamat első szakasza (2,5—4,0 km) tehát a kőolajtól a nedves gázig terjedő bomlástermékek képződési zónáját tartalmazza. A termikus bomlási folyamat második szakasza (4,5 km-nél nagyobb mélységben) a száraz gáz képződési zónájának felel meg. A diszperz szerves anyag típusát illetően analógiát feltételezve, a CR/CT kezdeti értékéből (0,6) az következik, hogy a szerves anyag széntartalmának 40%-a alakul át szénhidrogénekké a termikus átalakulások sorozatában. Ennek a szénhidrogén-képződési potenciálnak 25%-a kőolaj, 75%-a földgáz, amelyen belül 30% a nedves gáz és gázkondenzátum, 45%-a száraz gáz.

A CR/CT arányok alapján a neogén üledékes kőzetek 5,5 km mélységben szénhidrogén-képződési potenciáljuk 78%-át realizálták. Ezt figyelembe véve 0—5,5 km mélységintervallumban a képződött szénhidrogének 32%-a kőolaj, 68%-a földgáz és gázkondenzátum. A neogén keletkezésű szénhidrogéneket tartalmazó tárolókőzetekben felhalmozódott készletek ilyen arányoknak (egyharmad rész kőolaj, kétharmad rész gáz, gázkondenzátum) kell megfeleljenek.

Következtetések

A nagyszámú pirolízisvizsgálat értékelése a következő eredményekre vezetett:

1. A diszperz szerves anyag természetes viszonyok között végbemenő hőbomlásától eltérő folyamatok (másodlagos hatások) következtében a 700 °C és 900 °C hőmérsékleten mért CR/CT arányok általában eltérőek. Az eltérés mértéke (ΔCR/CT) a szerves-szén-tartalom, kisebb mértékben a mélység függvénye.
2. A 900 °C-on mért CR/CT arányok *statisztikai jellemzőiben* az ellentétes hatások kompenzálják egymást, és ennélfogva azonos típusú szerves anyag esetében felhasználhatók az átalakultsági fok relatív becslésére és a szénhidrogén-képződés folyamatának megismerésére a mélység függvényében.
3. A 900 °C-on mért CR/CT arányok átlagértékeinek mélységfüggése alapján a neogén üledékes kőzetekben kijelölhetők voltak a diszperz szerves anyag termikus bomlásának szakaszai, amelyek összefüggnek a szénhidrogén-képződés jellegzetes zónáival.
4. A 900 °C-on mért CR/CT arányok felszín közeli (0—2,5 km) értékéből — analógiát feltételezve —

megállapítható volt a neogén üledékes kőzetek szerves anyagának átlagos típusa és szénhidrogén-képződési potenciálja, valamint a képződött szénhidrogének minőség szerinti (kőolaj, földgáz) megoszlása.

A dolgozat alapját képező méréseket az OKGT geológiai főosztálya által az OGIL-nál megrendelt „Komplex szerves geokémiai vizsgálatok" c. téma keretében az ELTE szerves kémiai tanszéke végezte. A szerző köszönetét fejezi ki az OKGT geológiai főosztálya vezetőjének, *Komjáti Jánosnak* az eredmények publikálásának engedélyezéséért, az ELTE szerves kémiai tanszékén dr. *Medzichradszky Kálmánné* tudományos főmunkatársnak és munkatársainak a mérések színvonalas elvégzéséért, és az OGIL vegyészeti főosztály-vezetőjének, dr. *Balázs Ádámnak* az értékes tanácsaiért.

IRODALOM

[1] *Gransch, J. A.—Eisma, E.:* Charakterisation of the insoluble organic matter of sediments by pyrolysis. Adv. in organic geochemistry. Proc. of the 3rd Int. Congress, London, 1966 Sep. 407—26.

[2] *Koncz I.:* Az üledékes kőzetek nem oldható diszperz szerves anyagának jellemzésére szolgáló magas hőmérsékletű pirolízis eredményeit befolyásoló tényezők vizsgálata.(Gransch és Eisma módszerének kritikai vizsgálata; megjelenés alatt.)

[3] *Espitalié, J.* et al.: Méthode rapide de caracterisation des roches méres de leur potentiel petrolier et de leur degre d'evolution. R. IFP XXXII., *1* 23—42 (1977. jan.—febr.).

[4] *Tissot, B.* et al.: Influence of nature and diagenesis of organic matter in formation of petroleum. B. Am. Ass. Petr. Geol. **58** *3* 499—506 (1974).

[5] *Vaszszoevics, N. B.:* Osznovnüe zakonomernoszti, harakterizujuscsie organicseszkie vescsesztva szovremennüh i iszkopaemüh oszadkov. Priroda organicseszkogo vescsesztva szovremennüh i iszkopaemüh oszadkov. Moszkva, Nauka, 1973. 11—51.

[6] *Koncz I.:* Kerogen thermal decomposition reactions: simulation of kinetics by measurements of katagenetic factor. 8th Int. Congress on Organic Geochemistry, Abstracts of reports. Moscow, 1977. Vol. 1., p. 114.

[7] *Tissot, B.—Espitalié, J.:* L'evolution thermique de la matiere organique des sediments: application l'une simulation mathematique. R. IFP XXX., *5* 743—77 (1975).

[8] Diszperz szerves anyagok vitrinitreflexiójának mérése fúrásmintákban. BKI-jelentés, 1978.

[9] *Nerucsev, Sz. G.—Vaszszoevics, N. B.—Lopatin, N. V.:* O skale katageneza v szvjazi sz neftegazoobrazovaniem. Mezsdunarodnüj geologicseszkij kongreszsz, XXV. szeszszija, Gorjucsie iszkopaemüe. Izd-vo Nauka, Moszkva, 1976. 47—62.

[10] Komplex geokémiai vizsgálatok. A Dunántúl területén az 1973—77. évi időszakban végzett vizsgálatok prognózisszempontú összefoglalása és értelmezése. OGIL-zárójelentés, 1977. szept.

[11] Komplex geokémiai vizsgálatok. Az Alföld területén az 1969—76. évi időszakban végzett vizsgálatok prognózisszempontú összefoglalása és értelmezése. OGIL-zárójelentés, 1977. dec.

[12] *Lopatin, N. V.:* K opredeleniju vlijanija temperaturü i geologicseszkogo vremeni na katageneticseszkie proceszszü uglefikacii i nefteobrazovanija. Iszszledovanija organicseszkogo vescsesztva szovremennüh i iszkopaemüh oszadkov. Izd-vo Nauka, Moszkva, 1936. 361—6.

[13] *Balázs Á.—Koncz I.:* Geochemische Untersuchungen übertiefer Bohrungen. Compendium 74/75 Band 1. Vorträge der 24. Haupttagung der DGMK, Hamburg, 1974. 84—95.

[14] *Sokolow, W. L.—Simonenko, W. F.:* Die Evolution der Gasbildung bei der Inkohlung nach experimentell ermittelten Daten. Z. angew. Geol., Bd. **24** *4* 156—62 (1978).

GYÁRISMERTETŐ

Megismerkedtem a VEW-gyárral

A múlt év végén a Nemesacél Kereskedelmi Kft. által képviselt Vereinigte Edelstahlwerke AG VEW-SBS cég ternitzi és mürzzuschlagi gyáraiban voltam szakmai látogatáson.

1975-ben a Gebr. Böhler and Co. AG, a Schoeller Bleckmann Stahlwerke AG és a Steirische Gußstahlwerke AG cégek a Vereinigte Edelstahlwerke AG (Egyesült Rozsdamentes Anyagok Gyára), a VEW név alatt egyesültek. Az egyesülés biztosította, hogy az új vállalkozás a fém- és kohászati technikai ismeretek szélesebb alapjaira támaszkodhatott. A saját nemesacél készítményeik minőségileg magas színvonalúak.

A Schoeller Bleckmann cégnek a rozsdamentes anyagok, valamint az ezekből készült késztermékek előállításán kívül fontos területe volt az olajfúró berendezések és tartozékok gyártása is. Az előbbiek közül a magyar olajbányászatban kb. 24 db lyukbefejező berendezés dolgozik.

Bécs városát dél felé elhagyva, a Sehneeberg tövében, a festői Semmering völgyén keresztül haladva érjük el a kohóművéről nevezetes Ternitzet. A gyár munkájával és gyártmányaival dr. *Otmár Ladányi* igazgató ismertetett meg, majd ezt követően *Gimesi László* mérnök kalauzolt végig a gyáron.

A TMB-3 szerelőműhelyben két összeszerelésen levő lyukkezelő, illetve fúrást is végző berendezést láttunk.

A műhely melletti óriási gyártó műhelyben a forgatórudak, súlyosbítórudak, átmenetek és fúrócsőkapcsolók API-előírás szerinti gyártásával ismerkedhettem meg.

A VEW egy másik gyártelepe Ternitztől a kb. 40 km-re levő, 12 000 lakosú Mürzzuschlag, a Mürz völgyének főhelye, melyet a Fischbachi-Alpok, a Raxalpe, a Schneealpe és a Veitschalpe magaslatai határolnak. A rohanó Mürz völgye itt szélesedik ki, majd hirtelen kanyarral DNY-ra fordul. Az 1200 táján alapított település jómódjának alapjait a vaskohászat vetette meg. Ezekből a vaskohókból fejlődött ki a hírneves Phoenix Acélmű.

Ebben a gyárban az alábbi késztermékeket állítják elő:

— általános készülékek,
— söröshordók,
— gyógyászati technikai cikkek összeszerelése,
— csőtartozékok, csőfeldolgozás,
— különleges pótalkatrészek,
— egyéb prototípusok legyártása,
— mélyfúrási szerszámok.

Hans Kaiserfeld kohómérnök, igazgató kalauzolt végig a gyártelep régi műhelyeiben és ismertette a gyár tevékenységét, illetve az új típusú termékek előállításához szükséges új létesítményeket.

A mélyfúrási szerszámok közül az egyik gyárrészleg 3 részes fúrócső- és súlyosbítóékeket, univerzális gépkulcsokat és az ezekbe szükséges ékpofákat készít. Külön rendelésre (afrikai igény) még mélyszivattyúk készítését és összeállítását is vállalják.

A gyárak látogatásakor az általunk is használt szerszámok gyártásával ismerkedhettem meg. Különösen a súlyosbítógyártás volt számomra érdekes. A nyers súlyosbítórúdnak a megmunkálása, edzése automata csőpadokon megy végbe, amelyek mellett embert szinte alig lehetett látni. Az API szabványnak megfelelő előírásokat évente ellenőrzi az amerikai intézet, s a tökéletes munkavégzésért adott dicsérő oklevelek egész sorát láttam *Richard Reiterer* főművezető irodájának falán.

Csath Béla
termelési előadó mérnök

Természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs törvényszerűségeinek felhasználási lehetőségei a komplex ásványinyersanyag-kutatásban, különös tekintettel a szénhidrogénfluidum-prognózisra és a tárolók tanulmányozására 3. fejezet

ELEK ISTVÁN

Lapunk előző számában az 1. fejezetben a jelenség észlelését és tanulmányozását, a 2. fejezetben pedig a szénhidrogén-teleptanban való gyakorlati hasznosítására irányuló törekvéseket ismertette a szerző. A 3. fejezetben a jelenség természetének megismerésére irányuló törekvéseket, a szénhidrogéntelepek körzetében ismert radiokémiai anomáliák eredetének tisztázásával kapcsolatos legújabb eredményeket ismerteti.

3. fejezet — A jelenség természetének megismerésére irányuló törekvések

A szénhidrogéntelepek körzetében ismert radiokémiai anomáliák eredetének tisztázásával kapcsolatos legújabb eredmények

A cikk 1. és 2. fejezetében elsősorban magára a jelenségre, ill. a gyakorlati felhasználás lehetőségeinek bemutatására törekedtem. Viszonylag kevesebb helyet szenteltem a radiokémiai anomáliák eredetének tisztázásával kapcsolatos kérdésekre, két okból. Először azért, mivel az irodalomban közölt elemzési adatokat meglehetősen eltérő (változó és fejlődő) méréstechnika és metodológia alkalmazása mellett határozták meg, másrészt azért, mivel viszonylag kevés volt a fluidumokra és a tárolóra egyidejűleg meghatározott, szembeállítható, mélyebb szintű következtetések levonására alkalmas adatok száma. Hasonló problémákra esetenként a hivatkozott szerzők is többször utaltak [1, 2, 8].

A következőkben a VNIIJAGG (Moszkva) — korábban is gyakran idézett — munkatársainak legújabb közleményei [25, 26] felhasználásával megkísérlem röviden összefoglalni a legutóbbi vizsgálatok eredményeit.

A víz és az olaj U-izotópösszetétele egyes szénhidrogén-provinciákban (Közép-Ázsia, Terszk-szunzseni terület, Volga-vidék)

Az uránium izotópösszetételét 1939-ben *Nier, A.* határozta meg tömegspektrométerrel. Az U izotópfrakcionálódásának felfedezéséig (*Cserdüncev,* 1953) a természetes urán izotópjai (^{238}U, ^{235}U, ^{234}U) között egyensúlyt ($^{234}U/^{238}U = 1$, —aktivitásegységekben), ill. állandó arányokat ($^{238}U : ^{235}U : ^{234}U = 139{,}838 : 1 : 0{,}00704$, súlyegységekben [27]) tételeztek fel. 1953—1967 között elsősorban földtörténeti és uránteleptani oldalról vizsgálták az U-izotópösszetétel és -frakcionálódás jelenségét. 1968-tól e jelenség geodinamikai, hidrogeológiai, hidraulikai, hidrokémiai és mérnökgeológiai vonatkozásai is megfelelő hangsúlyt kapnak. A természetes radioaktív elemek — köztük az urán — izotópfrakcionálódását *kémiai* pl. izotópcsere- és *magfolyamatok* (pl. a *Szilárd—Chalmers*-effektus természeti analógja) *együtt* okozzák. Részletesebben lásd [1, 9, 21, 22, 28].

A 2. fejezetben már utaltam a $^{234}U/^{238}U$ paraméter felhasználási lehetőségeire a szénhidrogén-, ill. artézimedencék rétegfluidumainak meghatározott oldalról való jellemzésére [1, 21, 22]. A szerzők [1] rámutatnak, hogy a vizsgált kőolaj-lelőhelyekről származó számos rétegvíz- és olajminta $^{234}U/^{238}U$ aránya gyakorlatilag egyensúlyi, a többi mintában pedig az egyensúlyi értéktől az ^{234}U-túlsúly irányában való eltérés láthatóan nem nagy, és gyakorlatilag egybeesik az üledékes összlet vizeire elfogadott [9] 1,25 átlagértékkel.

Az olajok és a rétegvizek $^{234}U/^{238}U$ aránya a fázishatárzónában gyakorlatilag — hibahatáron belül — megegyezik.

A szerzők felhívják a figyelmet a szóban forgó izotóparány felhasználhatóságára a kőolajtelepek állapotának megítélésében. Ugyanis, mint rámutatnak, az oxidatív hatásokra roncsolódó olajtelepből az ^{234}U (U^{6+} alakban!) feltehetően intenzívebben mosódik ki, mint az ^{238}U, ezért az olajban ^{234}U hiány, a vízben ^{234}U többlet alakul ki (pl. az Amudarja-medence cenomán-albai vízadó összletében ismert Karul-Bazar lelőhely kontakt zónájában az olajra megállapított izotóparány értéke $0{,}7 \pm 0{,}1$, a vízre pedig $1{,}23 \pm 0{,}05$ [1]). Ami pedig az uránnak mint elemnek az olajban való előfordulási alakját illeti, a szerzők — izotópgeokémiai megfontolások alapján — a szerves komplexek alakjában való uránmegkötés mellett foglalnak állást [1].

Végül a rétegvízben és az olajban meghatározott — korlátozott számú — $^{234}U/^{238}U$ arány birtokában, azok szembeállításával a szerzők kimondják: a két fázis közül *az olajok U-izotóparánya* tendencionálisan *nagyobb mértékben közelít az* egyensúlyi értékhez [1].

A rétegvizek és az aktív vízcsere zónájába tartozó vizek U-izotópösszetételének együttes vizsgálata során kimutatták, hogy az aktív vízcsere zónájába tartozó vizek ^{234}U-túlsúlya az esetek többségében meghaladja a kőolaj-lelőhelyek rétegvizeinek ^{234}U-túlsúlyát [25]. A vizsgált szénhidrogén-provinciákra közölt adatokat a *4. táblázatban* foglaltam össze.

4. táblázat

Az U-tartalom és az $^{234}U/^{238}U$ arány a Szovjetunió néhány szénhidrogén-medencéjének rétegvizeiben

Szénhidrogén-provincia	Kor, (összlet)	U-tartalom, 10^{-7} g/l		$^{234}U/^{238}U$, aktivitásegységekben	
		Az aktív vízcsere zónájának vizeiben	Olajlelőhelyek rétegvizeiben	Az aktív vízcsere zónájának vizeiben (min)—(max) / átlag	Olajlelőhelyek rétegvizeiben
Közép-Ázsia	Q: — Cr;	4,8—10,0	—	$\frac{(1{,}31\pm0{,}05)—(1{,}42\pm0{,}07)}{1{,}36}$	—
	A. karbon; F. karbon; (tarka összlet);	—	<1,0—7,0	—	$\frac{(1{,}08\pm0{,}11)—(1{,}32\pm0{,}10)}{1{,}25}$
Terszk-szunzseni terület	—	3,0—3,3	—	$\frac{(1{,}33\pm0{,}12)—(2{,}10\pm0{,}15)}{1{,}73}$	—
	Cr; Cr_1; Cr_2; (Csokrak); (Karagan) J_{1-2};	—	<1,0—5,0	—	$\frac{(1{,}10\pm0{,}06)—(1{,}56\pm0{,}22)}{1{,}28}$
Volga-vidék	D_3; —;	<1,0—18,0	—	$\frac{(1{,}41\pm0{,}05)—(2{,}24\pm0{,}21)}{1{,}70}$	—
	D_3; C_3; J;	—	6,0—21,0	—	$\frac{(1{,}08\pm0{,}03)—(1{,}25\pm0{,}07)}{1{,}16}$

A szerzők megállapítják, hogy a vizsgált területek rétegvizeiben meghatározott $^{234}U/^{238}U$ arányok ingadozási határai gyakorlatilag egybeesnek az Amudarja-szénhidrogén-medence vizeire korábban közölt U-izotóparányok szélső értékeivel, ami *pangó vizekre jellemző* körülményekre utal a mintázott szinteken.

A legújabban közölt adatok szerint a Szovjetunió különböző lelőhelyeiről származó olajok $^{234}U/^{238}U$ aránya 0,98—1,29 között változik, és ez az értékköz gyakorlatilag azonos a fázishatárzóna rétegvizeinek U-izotóparány-változási tartományával [25]. Ez a tény — a szerzők szerint — olyan *izotópcsere-folyamatról tanúskodik,* amely az olaj—víz határon *izotópegyensúly* beállását eredményezi.

A szerzők [25] a szénhidrogén-provinciák víztartó kőzeteiben egyensúlyhoz közeli ($0{,}95\pm0{,}05$—$1{,}17\pm\pm0{,}11$) $^{234}U/^{238}U$ arányt határoztak meg, ellentétben a hipergenezis zóna (az aktív vízcsere zónájába tartozó) kőzeteire általánosan jellemző ^{234}U-hiánnyal $U^{234}/U^{238}<1$). Mindebből azt a következtetést vonják le, hogy a szénhidrogén-provinciák kőzeteiben az U intenzív migrálási folyamatai hiányoznak [25].

Az olaj—víz határzóna vizeiben jelentkező Ra-anomáliák természetéről

A szénhidrogén-medencék felszín alatti vizeire vonatkozó radioaktivitás-mérési adatok lehetővé teszik az alábbi *általános tétel* megfogalmazását: a Ra-koncentráció a Ra-nak az olajlelőhelyek vizeire jellemző magas háttérszintjén a kőolaj- és gáztelepekhez való közeledéssel növekszik [26].

E cikk 2. fejezetében bemutatott *1. táblázat,* továbbá az *1., 4. és 5. ábra* jól érzékeltetik, hogy a rétegvizek Ra-tartalma és összes sótartalma (ezen belül anion- és kation-összetétele) között határozott összefüggés van. Ugyanakkor azonban az is megállapítható, hogy a kontúrvizekben a *Ra-tartalom* az összes sótartalomhoz képest jóval *intenzívebben növekszik,* éppen ezzel a többletnövekedéssel kapcsolatos a relatív Ra-telítettségi mutató megnövekedése — vagyis az olaj—víz fázishatárzónában a vizek Ra-telítettségének magyarázatához más forrást (is) kell keresni (uo. p. 1853).

A szerzők az olaj—víz fázishatárzónában a vizek Ra-anomáliái természetének tisztázásához mindenekelőtt a másik fluidum, a kőolaj radioaktívelem-tartalmának megbízható, pontos ismeretét tartották szükségesnek. Ezt a kérdést speciális metodika (*f*-radiográfia) alkalmazásával sikerült az U vonatkozásában úgy megoldani, hogy magát a nyers kőolaj U-tartalmát közvetlenül határozták meg.

A Szovjetunió különböző lelőhelyeiről származó, különböző korú (alsó kambriumtól a paleogénig), eltérő települési viszonyokkal és összetétellel jellemzett (tároló-) kőzetekből származó mintákban ($0{,}4$—$6{,}2\times\times10^{-7}$% között ingadozó) kis U-tartalmakat mutattak ki. Az U-tartalom csak Ny-Üzbegisztán erősen oxidálódott olajában ért el $3\cdot10^{-6}$%-ot meghaladó értéket. Ha tehát az olaj Ra-tartalmát az U-tartalmából származtatnánk, akkor abban (egyensúlyi viszonyok feltételezésével) $1{,}0\cdot10^{-11}$ g/kg-nál, (az esetek többségében $n\cdot10^{-13}$ g/kg-nál) nagyobb Ra-tartalmat nem lehet várni. Az uránnal párhuzamosan Ra-meghatározásokat a szerzők a Pripjaty-süllyedék devon korú olajaiban végeztek. Az elemzési adatok szerint az olajokban a radioaktív egyensúly több esetben a Ra-túlsúly irányába való eltolódást mutat az olaj tényleges U-tartalmához képest.

A szerzők paleozoos korú tárolókból származó olajminták desztilláltvizes átmosása során azt tapasztalták, hogy a többlet Ra könnyen kimosódik az olajból.

Ily módon megállapítható volt, hogy maga az olaj U-t és Ra-ot anomálisan nagy mennyiségben nem tartalmaz, az olajok radioaktivitása többszörösen kisebb a produktív szintek kőzeteinek és vizeinek radioaktivi-

5. táblázat

A szénhidrogén-medencék rétegfluidumainak és kőzeteinek U- és Ra-tartalma

Elem	Egység	Rétegfluidum		Kőzet
		olaj	víz	
U	%	10^{-7}—10^{-8}	10^{-8}	10^{-4}
Ra	%	10^{-13}—10^{-14}	10^{-11}	10^{-11}

tásánál. Vagyis az olaj maga nem vehető forrásként figyelembe az olaj—víz határzóna vizeinek Ra-mal való dúsulásában.

A szénhidrogén-medencék rétegfluidumainak és kőzeteinek nagyszámú tényleges mérésre támaszkodó U- és Ra-tartalma a szerzők szerint az *5. táblázatban* közölt adatokkal jellemezhető.

A két elem (az U és a Ra) viszonya a víz—olaj-rendszerben a mélységgel — a kőzetek gyakorlatilag konstans U- és Ra-tartalma mellett — általában nem az olaj javára változik: a Ra-(U-) tartalom az olajban csökken, a vízben növekszik. Mindezek alapján feltételezhető — vonják le következtetésüket a szerzők —, hogy a rétegvizek Ra-tartalmának forrásául tárolókőzeteik szolgálnak.

Az olaj—víz fázishatárzóna vizeiben Ra-anomáliák kialakulási mechanizmusának megközelítésére a szerzők felhasználták a rétegvizek és homokos-aleurolitos tárolóik U-tartalmára és a rétegvizek Ra-tartalmára vonatkozó adatokat. Ezeknek az adatoknak birtokában kiszámították a Ra-leadási együttható értékét a kőzetre: a produktív rétegre általában (K_0), és külön az olaj—víz határzónára (K_0'). Az együtthatók értékének ismeretében megállapították, hogy

— a K_0 értéke annál nagyobb, minél idősebb a kőzet,

$$(K_{0_{C_r}} < K_{0_C} < K_{0_D}),$$

— a K_0 értéke minden esetben <1,

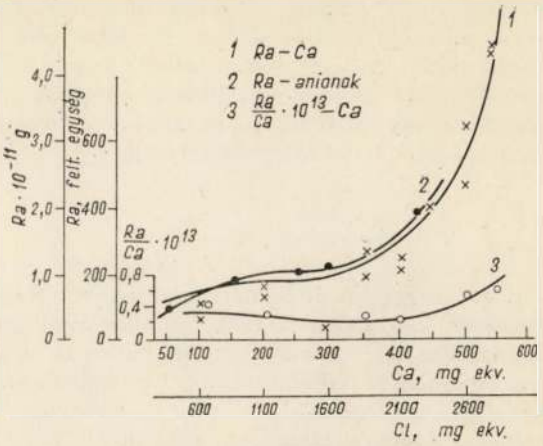
— a K_0' minden esetben $>K_0$.

A vizek Ra-telítettsége fokozódásának oka az olaj—víz fázishatárzónában a vizek összes sótartalmának és metamorfózisának növekedése lehet. Figyelembe veendő azonban, hogy ugyanez az összefüggés a Ra-tartalom és a sóösszetétel vonatkozásában nem a teljes sókoncentráció-tartományban lineáris.

A vizek Ra-telítettsége fokozódásának oka az olaj—víz fázishatárzónában a vizek összes sótartalmának és metamorfózisának növekedése lehet. Figyelembe veendő azonban, hogy ugyanaz az összefüggés a Ra-tartalom és a sóösszetétel vonatkozásában nem a teljes sókoncentráció-tartományban lineáris.

Ennek szemléltetésére közlöm [26] nyomán a *12. ábrát*. A feltüntetett 1, 2, 3 görbék közül az 1-es „kísérleti" görbe jól egyezik a 2-es „rétegvíz"-görbével. (Az utóbbi azonos az 5. ábra 1-es görbéjével). A hatás a relatív rádiumtelítettségnek a 400 mg ekv./l feletti kationkoncentráció-tartományban való növekedésében fejeződik ki (3-as görbe). Adott esetben a Ra-nak a kontakt zóna vizeibe való bekerülésére pótlólagos forrást kell keresni. A *3. táblázattal* kapcsolatban már utaltam arra, hogy a víz—olaj viszonytól függően a fluidum Ra-tartalma más és más lehet.

A szerzők a továbbiakban az olaj, az olajban megkötött víz és a rétegvíz Ra-tartalmát hasonlítják össze. Kimutatják, hogy a kötöttvíz 0,1%-os aránya esetén



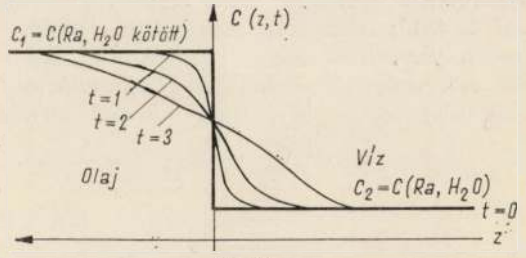
12. ábra
A rádium kőzetből vízbe történő kilúgozhatóságának függése a vízösszetételtől

annak Ra-telítettsége 1-2 nagyságrenddel meghaladja a rétegvizek és jelentős mértékben az olaj Ra-telítettségét. A réteg- és a kötöttvíz Ra-telítettségében mutatkozó különbség mértéke *elegendő feltételként szolgál a Ra-koncentrációk diffúziós kiegyenlítődési folyamatának létezésére a víz—olaj-rendszerben.*

Végül, több megközelítésben is (a Korobkovszkaja lelőhely kötött- és rétegvizének Ra-tartalma ismeretében, felvett olajtest- és víztesttérfogatokkal, a lelőhely produktív szintjének viszonyaihoz közeli Ra-leadási együtthatóval, a Ra kötöttvízből rétegvízbe való diffundálásának mechanizmusát leíró diffúziós egyenlet felvett feltételek melletti megoldásával) bizonyítják a Ra-koncentrációknak az olajtest és víztest közötti diffúziós kiegyenlítődési mechanizmusának létezését.

A *13. ábra* azt szemlélteti, hogyan megy végbe a Ra-koncentráció kiegyenlítődése az egymást követő időpontokban ($t=1$, 2, 3; t — feltételes egységekben). A stacioner állapot $1=3$ időpontban következik be, amikor a Ra belépése az olajtestben kompenzálódik a Ra víztestbe való diffúziós átmenetével. Az ábrából az is nyilvánvalóan kitűnik, hogy a Ra-koncentráció megnövekedése a víztestben az olaj—víz határ közelében annál intenzívebb lesz, minél nagyobb a C_1 értéke.

A szerzők ugyanakkor lehetségesnek tartják, hogy a többlet Ra bizonyos hányada is a kőolaj- és/vagy földgáztelepek alatt elhelyezkedő, lokálisan meddő rétegek vizéből — törésvonalakon keresztül — is bejuthat az olaj—víz fázishatárzónába akár közvetlenül, akár — *vertikális* másodlagos migráció útján létrejött szénhidrogéntelepek esetében — az olajjal együtt.



13. ábra
A diffúziós egyenlet megoldásának sematikus ábrázolása C(z, t) Ra-koncentrációkra C(z, o) kiinduló feltételekkel

Az elmondottak alapján, állapítják meg a szerzők, érthetővé válik egyrészt *az anomális zóna viszonylag kis szélessége*, amely rendszerint nem haladja meg a 200—500 m-t, ritkán az 1000 m-t, másrészt *az anomális zóna eltűnése* a lelőhely művelése során, amikor az olajtest alá peremi és talpi vizek nyomulnak be [26].

Következtetések, javaslatok

Az előző fejezetben áttekintettük az olajbányászati mélyvizekkel, különösen pedig a szénhidrogéntelepek olajkontúrjának, ill. az olaj—víz fázishatárnak rétegvizeivel kapcsolatos radiohidrokémiai anomáliák megjelenési módját, a radioaktív elemek és izotópjaik eloszlásának jellegét a rétegfluidumokban (1. fejezet). A radiohidrogeokémiai anomáliák létezése és megjelenési módja térben és időben — mint a bemutatott példákból láthattuk — lehetővé teszi a jelenség gyakorlati felhasználását a szénhidrogéntelepek lokális és regionális prognosztizálására, valamint sajátos jelzőrendszerként szolgálhat a telepek leművelésének folyamatában. A radiohidrogeokémiai paramétereknek és a víz nehézizotópjainak, valamint a természetes szénhidrogének szénizotópjainak (^{12}C, ^{13}C, ^{14}C) *párhuzamos* meghatározása rendkívül hatékony eszköz lehet paleorekonstrukciós feladatok megoldásában (2. fejezet).

A szénhidrogéntelepek olaj—víz fázishatárzónája rétegvizeiben kialakuló rádiumanomáliák természetének tisztázását (3. fejezet) alapvetően a radioaktív izotópok koncentrációja és eloszlása meghatározását célzó módszereknek a 70-es évek közepére elért fejlettségi színvonala tette lehetővé. (A korlátozott terjedelem miatt a meghatározási módszerekre a cikkben nem térhettünk ki.)

Az elemkoncentráció-, eloszlás- és izotópösszetétel-meghatározások a bemutatott példákon döntően — de nem kizárólag — a fluidumokra (víz, olaj) történtek. A hivatkozott irodalmi forrásokból összeállított tanulmány — elsősorban természetesen maguk a források — szemléletesen bizonyítják, hogy *a víznek óriási szerepe van* mind a kőolajtelepek kialakulásában, mind elroncsolásukban. Mint *Alekszeev, F. A.* és *Gottih R. P.* írják: „Bizonyítottnak vehető, hogy a felszín alatti víz hathatós geokémiai tényező a *szerves anyag szénhidrogénekké való átalakulásának folyamatában*, elősegíti migrációját és kedvező földtani szerkezetekben való felhalmozódását. Kőolaj- és földgázlelőhelyek körzetében az olaj, a gáz és a felszín alatti vizek elválási zónáiban utóbbiak (a vizek) bizonyos specifikus tulajdonságokra tesznek szert, melyek — ismert behatároló feltételek mellett — mint *új hidrogeokémiai mutatók* felhasználhatók ilyen vagy olyan régió, vagy olajmező kőolaj- és földgázperspektíváinak értékeléséhez" [1].

Elhatározásomban, hogy a természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs-akkummulációs törvényszerűségeinek — egyéb irányú témák mellett — szénhidrogén-földtani alkalmazási területét is érintsem (jelen cikkben), megerősítettek és bátorítottak azok a véleménycserék, amelyeket hazai kőolajipari szakemberekkel (köztük) dr. *Balázs Ádám*mal, dr. *Réti Sándorné*val, dr. *Dallos Illés*sel, *Bíró Ernő*vel, *Jesch Aladár*ral és *Koncz István*nal folytattam, mely lehetőségért ezúton fejezem ki köszönetemet.

Külön hálával tartozom *Koncz István*nak, aki vállalta kéziratom átnézését, és hasznos szakmai tanácsokat adott a szöveg végleges megfogalmazásához.

Nem kevésbé fontos ebből a szempontból azoknak a hazai műszaki lehetőségeknek az ismerete, amelyek megléte nélkül illúzió lenne a téma felvetése.

Végül, de nem utolsósorban köszönettel tartozom a hazai uránipar vezetőinek a választott téma kidolgozásához nyújtott támogatásukért.

Javaslataimat a [29]-ben, [30]-ban és a [31]-ben publikált idevágó állásfoglalások és ajánlások ismeretében teszem meg.

1. A folyamatban levő kutatási témák mellett kapjon helyet „A természetes radioaktív elemek és izotópjaik migrációs törvényszerűségeinek felhasználási lehetőségei a hazai szénhidrogén-prognózisban és a tárolók tanulmányozásában" c. és
2. „A szénhidrogén-lelőhelyek és exogén uránlelőhelyek lehetséges kapcsolatának vizsgálata hazai viszonyok között" c. téma.
3. A fenti két téma eredményes kimunkálásának alapvető feltételéül — az anyagi fedezet és műszaki bázis fejlesztése mellett — biztosítandó a hazai kőolaj- és urániparban dolgozó kutatók konstruktív együttműködése.

   Az együttműködés kezdetéhez, ill. folytatásához jó alapul szolgálhat a 60-as években mélyített szénhidrogén-kutató fúrásokból származó, rendelkezésre álló (radiológiailag is vizsgált kőzet- és vízmintákra vonatkozó) adatok kicserélése és közös feldolgozása.

A 3. FEJEZET IRODALMA

[25] *Alekszeev, F. A.—Zver'ev, V. L.—Szpiridonova, A. I.—Csesko, A. L.:* Izotopnüj szosztav urana vod i neftej nekotoriih neftegazonosznüh provincij. Geohimija *3* 475—8 (1977).
[26] *Alekszeev, F. A.—Gottih, R. P.—Glotova, J. Sz.—Luhminszkij, B. J.:* O prirode radievüh anomalij v vodah zon vodoneftjanüh kontaktov. Geohimija *12* 1852—61 (1977).
[27] Szvravocsnik po radiometrii. Goszgeoltehizdat, Moszkva, 1957. 25 p.
[28] *Ferronszkij, V. I.—Dubinesuk, V. I.—Poljakov, V. A.—Szeleckij, Ju. B.—Kupcov, A. V.—Jakubovszkij, A. V.:* Prirodnüe izotopü gidroszferü. Moszkva, Nedra, 1975.
[29] Földtani Kutatás *3* 3—48 (1975).
[30] Ibid. *2* 27—46 (1976).
[31] MTA X. Osztályának Közleményei, Geonómia és Bányászat *3—4* 275—290 (1977).

KÜLFÖLDI HÍREK

A földgáztermelés jelentős növekedése Algériában

Algéria földgáztermelése az 1977. évi 8,3 milliárd m³-ről 1978-ban 14,1 milliárd m³-re emelkedett, cseppfolyós földgázból pedig exportja 4 milliárd m³-ről 6,4 milliárd m³-re nőtt.
BIKI, 1979. 36. sz. *Szegesi K.*

A tárolókőzet savazásának tervezése

CSELEY ALPÁR

A tanulmány a tárolókőzetek savazásának tervezési módját ismerteti. A tervezési módszer meghatározza a kőzetrepesztést még nem okozó maximális folyadékáram nagyságát, az előmosó és kezelőfolyadék mennyiségét és a beszivattyúzáshoz szükséges időt, végül pedig a réteg termelékenységének várható növekedését. A tervezési módszer hibáinak és előnyeinek felsorolására a megtörtént rétegsavazások tapasztalatai alapján került sor.

A savazással kapcsolatos irodalomban a művelet tényleges megtervezésének módjára kevés utalás található. Ennek az a valószínű oka, hogy a rétegserkentéssel foglalkozó szervízvállalatok tervezési eljárásaikat üzleti okokból nem közlik a megrendelőkkel. A tervezés egy lehetséges módja az alábbiakban leírt eljárás, amelynek hibáit és előnyeit a rétegkezelések tervezett és tényleges adatainak összehasonlítása mutatja meg.

A besajtolási folyadékáram nagysága

A tervezés alapvető célja a kőzetrepesztést még nem okozó maximális besajtolási folyadékáram nagyságának meghatározása. Ez *Darcy* szűrődési egyenletének felhasználásával lehetséges. Az összefüggés

$$Q = f(H; k; p; \mu; R_w; R_x) \qquad (1)$$

több változót tartalmazó függvény. A nevezőben szereplő R_x — az „élő sav" behatolásának sugara — ismeretlen. Az [1]-ben közölt módon — egyszerű térfogati egyenlőség alapján — felírható egy

$$R_x = f(R_w; t; \phi; Q) \qquad (2)$$

függvény.
A

$$Q = f(\ldots R_x) \qquad (3)$$

és az

$$R_x = f(\ldots Q), \qquad (4)$$

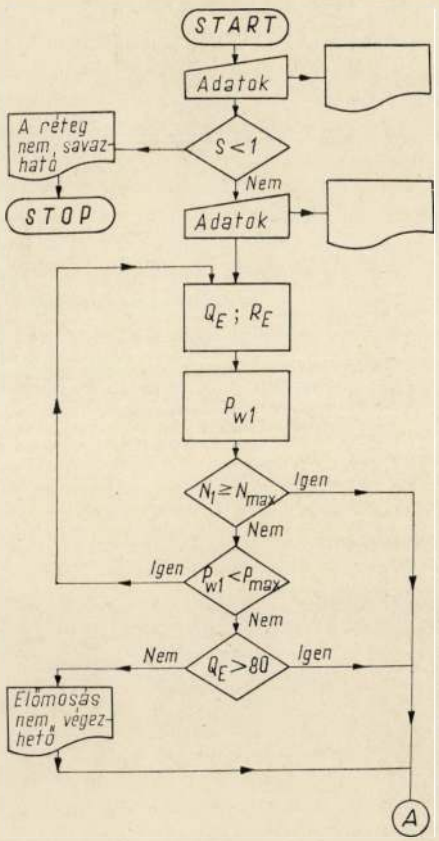
függvényekből a Q és az R_x mennyiségek iterációval határozhatók meg. A nyomásviszonyok előzetes tisztázása után a rétegrepesztést nem okozó folyadékáram és az ennek megfelelő behatolási sugár kiszámítható.

Bár az $R_x = f(Q)$ nem lineáris függvénykapcsolat, a besajtolási folyadékárammal a behatolás távolsága nő. Ezért a megvalósítható legnagyobb folyadékáramot (legnagyobb kútfejnyomást) célszerű létrehozni. Ennek meghatározásához a termelőcsőben fellépő súrlódási nyomásveszteségeket meg kell állapítani. A savkeverékek vízbázisú folyadékok, és jó közelítéssel newtoni viselkedésűnek tekinthetők. A newtoni viselkedésű folyadékok súrlódási nyomásveszteségének kiszámítására szolgáló közismert összefüggésekben szereplő relatív érdesség, a k/d értéke — a rá vonatkozó adatok hiányában — $1 \cdot 10^{-5}$-nek vehető fel. Pontos meghatározása béléscsövezett fúrólyukban a termelőcsövön és a gyűrűs téren át vízzel végzett öblítés nyomás- és folyadékáram-adataiból lehetséges. A számítások pontosabbá tételéhez ez elengedhetetlen.

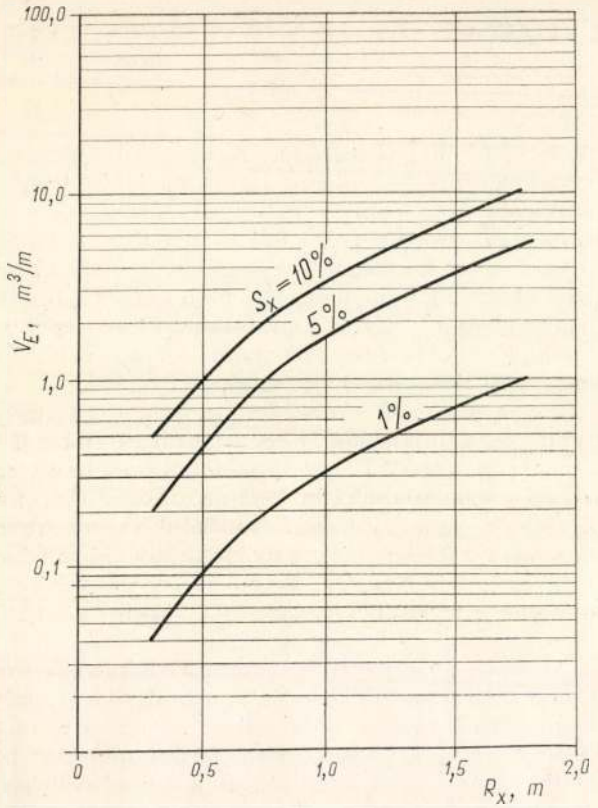
Mivel a számítási eljárás és a számítógépi program úgy épül fel, hogy a kútfejnyomás a megengedett maximális béléscső- vagy termelőcsőnyomással megegyezzék, a szükséges hidraulikus teljesítmény csak megközelítőleg felel meg a megadott maximális szivattyúzási teljesítménynek. A program úgy is felépíthető, hogy a szükséges teljesítmény a maximális hidraulikus teljesítménnyel megegyezzék. Ekkor azonban a kútfejnyomás és a maximális megengedett nyomás között nagy eltérés adódhat, ami végső fokon vagy túlságosan nagy nyomást, vagy a megvalósítható legnagyobbnál kisebb besajtolási folyadékáramot — azaz kisebb savbehatolási távolságot — eredményez.

Mint a folyamatábrából *(1. ábra)* látható, a számítás során meg kell vizsgálni, hogy a maximális besajtolási nyomás elérésekor a besajtolási folyadékáram nagyobb-e, mint 80 dm³/min. Ha nem, akkor a megadott adatok alapján az előmosó folyadék folyamatosan nem sajtolható a rétegbe, azaz alkalmazásától el kell tekinteni, ugyanis a jelenlegi szivattyúegységekkel kb. 80 dm³/min a legkisebb, folyamatosan besajtolható előmosó vagy kezelő folyadékmennyiség.

Az előmosó folyadék besajtolási viszonyainak tisztázása után a számításokat a kezelőfolyadékra nézve is meg kell ismételni. A megadott maximális nyomás elérésekor, ha a folyadékáram 80 dm³/min értéknél kisebb, a program futása leáll, és a korábban leírtak értelmében a formáció savazása nem végezhető el. A kezelőfolyadék besajtolási folyadékárama, a kút-



1. ábra
Az AC/DESIGN jelű program folyamatábrájának részlete

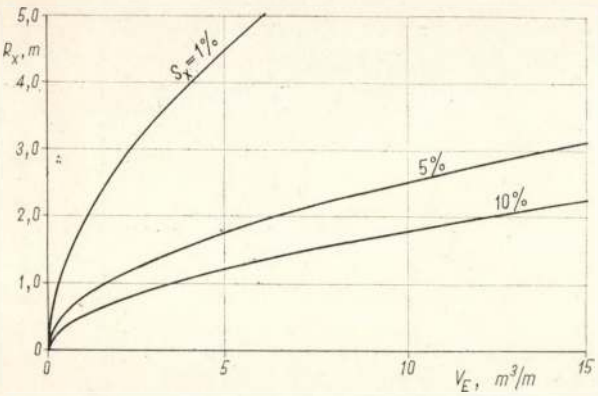


2. ábra
A szükséges előmosó folyadék mennyisége a [2] ajánlása alapján — R_x= a behatolás sugara; — S_x= oldhatóság; — V_E= az előmosó folyadék mennyisége

fejnyomás, valamint a teljesítményigény értékének kiszámítása után kerül sor — a 2. pontban leírt módon — az előmosó folyadék mennyiségének meghatározására. A kezelőfolyadék mennyisége a bemenőadatként megadott optimális kezelési mennyiség és a sav behatolásának figyelembevételével számított bruttó tárolótérfogat szorzataként számítható ki.

Az előmosó és a kezelőfolyadék beszivattyúzásához szükséges idő kiszámítása a művelet kivitelezéséhez nyújt segítséget (pl. az inhibitor kiválasztása).

A nem károsított tiszta homokkő — vagy agyagos homokkő formáció — termelékenységi indexének növekedése azért számítható ki, mert a hidrogén-fluorid



3. ábra
A szükséges előmosó folyadék mennyisége, a [2] ajánlása alapján meghatározott V_E= f (R_x, S_x) függvényből számítva

és a réteg anyagának reakciója pórustérfogat-növekedést okoz, amely átszámítható permeabilitásnövekedéssé, a kumulatív permeabilitás növekedése pedig a termelékenységi index növekedését jelenti. A számítás figyelembe veszi a pórusokon átáramló sav, valamint a pórusokban maradó sav által kioldott homokkő, illetve agyag és homokkő tömegét. A kumulatív permeabilitás változása szimulációval számítható. A számítással meg kell határozni a fakadó felszíntől radiális irányban a rétegbe sajtolt sav (HF) koncentrációjának változását, a sav behatolási mélységét, a kioldott kőzetanyag tömegét, térfogatát, a porozitás és a permeabilitás növekedését. A sav behatolásának szimulációját addig kell folytatni, amíg a savkoncentráció a kezdeti érték 10%-ára nem csökken.

Az előmosó folyadék mennyisége

A szükséges folyadékmennyiség meghatározásának alapja a [2]-ben közölt diagram. A *2. ábrán* levő diagram közvetlen számítógépi feldolgozásra a következő módon vált alkalmassá:

a) A [2] eredeti paraméteres görbeseregét digitalizálva és metrikus egységekre átszámítva az 1,5 és 10%-os oldhatósághoz tartozó $V=f(R_x; S_x)$ összefüggésnek megfelelő értéktáblázatok készíthetők.

b) A HP 9810/A típusú számítógép segítségével az értéktáblázatokból az átlakított $R_x=a \cdot V_E^b$

$$V_E = \text{num log} \frac{R_x^{\frac{1}{b}}}{a}$$

függvénykapcsolat a és b állandói mint az oldhatóság (S_x) függvényei meghatározhatók. Ugyancsak meghatározhatók számítógép alkalmazásával az $a=f(S_x)$, illetve a $b=f(S_x)$ függvények is.

c) Fentiek szerint tehát tetszőleges S_x oldhatóságra meghatározható az előmosó folyadék legmegfelelőbb mennyisége [2] ajánlása szerint. Bár a matematikai leírásban korlátozások nincsenek, mivel az eredeti görbesereg R_x=0,30—1,83 m kezelési sugár és S_x=1—10% oldhatósági határ között ismert; a számítások során e határok túllépése végeredményben ismeretlen nagyságú hibát okozhat.

d) A $V_E=f(R_x; S_x)$ függvény 1,5 és 10%-os oldhatóságra számítógéppel rajzoltatott görbéi a *3. ábrán* láthatók.

A termelékenység várható növekedése

A tervezési eljárás a [3]-ban leírt módszerek közül a tiszta homokkövekre és az agyagtartalmú homokkövekre érvényes összefüggéseket használja fel. A program továbbfejlesztéseként sor kerülhet a károsított formációra érvényes összefüggések feldolgozására is. A termelékenység növekedésének kiszámítása a sav által kioldott és eltávolított kőzettömeg meghatározásán alapszik.

A hidrogén-fluorid besajtolásakor egy-egy behatolási sugárhoz tartozó kioldott homokkő tömege két tényezőtől függ:

a) az azonos behatolási sugárhoz tartozó kőzetgyűrűn átáramló sav mennyiségétől és koncentrációjának az átáramlás közbeni változásától;

b) a besajtolás végén a kőzetgyűrűben maradó sav mennyiségétől és koncentrációjának változásától.

Egy-egy kőzetgyűrűn átsajtolt sav koncentrációjának változása a sav kezdeti koncentrációjától és a kőzetgyűrű anyagával való érintkezés idejétől függ. Az érintkezési időt a kőzetgyűrűnek a fakadó felszíntől való távolsága és a besajtolási folyadékáram határozza meg. A számítási módszer [3] a következőket tételezi fel:

a) A pórusfelület és a pórustérfogat állandó; így a sav és a homokkő között fellépő reakció sebessége állandó marad az első savazott pórustól az utolsóig.

b) Mindig jelen van a HF-dal reakcióképes kőzetanyag.

c) A *Kozeny—Carman*-egyenlettel a formáció pórusfelszínének és pórustérfogatának aránya megközelítően meghatározható.

A kőzetanyag eltávolítása a porozitás növekedésével jár, és ha sikerül jó korrelációs indexű $k=f(\phi)$ összefüggést felírni, a savazás következtében megváltozott permeabilitás kiszámítható. A [3] szerzői arról számolnak be, hogy 36 USA-beli tároló formációadatainak feldolgozásával — a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva — az alábbi egyenlettel kapták a legkisebb szórást:

$$k = 4{,}0256 \cdot 10^{-2} \cdot e^{38{,}22 \cdot \phi}. \qquad (6)$$

Célszerű meghatározni a valószínűleg savazásra kerülő, hazai homokkőtárolók porozitás-permeabilitás-függvényeit. A Kőolajkutató Vállalat által rendelkezésünkre bocsátott adatok közül két kút maganyagának porozitás- és a végtelen nyomásra extrapolált, vízszintes folyadékpermeabilitás adatait dolgoztuk fel.

A HP 9810/A típusú számítógép segítségével elvégzett regresszió eredményeképpen a $k=f(\phi)$ összefüggéseket határoztuk meg. Megjegyezzük, hogy a maganyagokból csak a homokkövek adatait vettük figyelembe.

A $k=f(\phi)$ exponenciális jellegének ellenőrzésére célszerű a maganyagok adataiból lineáris és hatványfüggvényes regresszióval is megkísérelni a $k=f(\phi)$ függvény felírását.

Az egyik maganyag esetében a $k=C_1 \cdot \phi + C_2$ alakú egyenlettel való közelítéskor a korrelációs index 0,253, a $k=C_1 \cdot \phi^{C_2}$ egyenlet esetében 0,689, míg a $k=C_1 \cdot \phi^{C_2}$ egyenlet esetében 0,857. A másik maganyag adataival kapott 0,92-es korrelációs index igazolja az exponenciális regresszió alkalmazásának helyességét.

A tervezési eljárás továbbfejlesztése során a termelékenységnövekedés becslésének pontosabbá tételéhez ismert tárolók adatainak feldolgozására van szükség, amelyekből a telepekre jellemző $k=f(\phi)$ függvények felírhatók.

Bemenőadatok

A HP 9830/A típusú számítógépre írt BASIC nyelvű program AC/DESIGN számos bemenőadatot használ fel *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Bemenőadatok

AC/DESIGN NME-OT	
A kút neve	= minta-3
Kútszerkezet: nyitott (0), zárt (1)	= 0
A kút átmérője a perforálás helyén,"	= 8,50
Max. megengedett bcsőnyomás, bar	= 210,0
Perforált szakasz, m	= 2230,0—2233,0
A termelőcső névleges mérete,"	= 2,875
Belső átmérője, mm	= 62,0
Végcsőállása, m	= 2230,0
Max. tcsőnyomás, bar	= 510,0
Max. szivattyúzási telj., LE	= 800
A kezelendő réteg neve	= A-1
Kora	= alsó pannon
Anyaga	= homokkő
Sűrűsége, kg/dm³	= 2,180
Porozitása, %	= 15,26
Permeabilitása, mD	= 2,81
Oldhatósága HCl-ban, %	= 21,48
Agyagossága, %	= 0,00
A tápterület sugara, m	= 150,0
Rétegnyomás, bar	= 230,0
Rep. gradiens, bar/m	= 0,190
Hőmérséklete, °C	= 105,0
Az előmosó folyadék	= 15% HCL+INHIBITOR
Sűrűsége, kg/dm³	= 1,020
Viszkozitása, cP	= 0,3
Kimerülési idő	= 15,0
A kezelőfolyadék	= 15% HCL+3% HF+COAT—412
Sűrűsége, kg/dm³	= 1,060
HF-koncentráció, %	= 3,0
Viszkozitás, cP	= 0,3
Kimerülési idő, s	= 20,0
A jav. mennyiség, m³/m³	= 1,00

— Kútszerkezet: A program számára azért szükséges megadni, mert a művelet közbeni felszíni nyomás meghatározásánál nyitott tömítő nélküli kútszerkezet esetén a maximálisan megengedett béléscsőnyomást (a zárásvizsgálat nyomása) figyelembe kell venni.

— A fúrólyuk átmérője a perforáció helyén: A tároló fúrólyukkal megnyitott, ún. fakadó felszínének meghatározásához szükséges.

— Maximálisan megengedett béléscsőnyomás: Értéke a béléscső zárásvizsgálatának nyomásértéke, a savazás ideje alatti feltöltőfolyadék sűrűségének figyelembevételével számítva.

— Perforált szakasz.

— A termelőcső névleges mérete.

— A termelőcső belső átmérője.

— A termelőcső végcsőállása.

— Maximális termelőcsőnyomás: Értéke vagy a termelőcső zárásvizsgálatának nyomásértékéből — a termelőcsőben és annak gyűrűs terében levő folyadék sűrűségének figyelembevételével — számítandó ki, vagy másként határozható meg.

— Maximális szivattyúteljesítmény: Megfelelő biztonsággal kell megadni. Ha a számítással kapott hidraulikus teljesítmény a maximális szivattyúteljesítmény 90%-ánál nagyobb, a program a kútfejnyomást és a besajtolási folyadékáramot nem növeli tovább.

— A kezelendő kőzet (formáció) neve.

— A kezelendő kőzet (formáció) kora.

— A kezelendő kőzet (formáció) anyaga.

— A kezelendő kőzet (formáció) sűrűsége: Légszáraz állapotban, laboratóriumi méréssel határozható meg.

— A kezelendő kőzet porozitása: A homokkövek mátrixporozitása laboratóriumban határozható meg.
— A kezelendő kőzet permeabilitása: A kezelőfolyadékkal saválló permeaméterben mért permeabilitás.
— Oldhatóság HCl-ban: A réteg felaprózott anyagának savfölöslegben végzett maratásával határozható meg.
— A kezelendő kőzet agyagossága: A réteg anyagának agyagtartalma %-ban.
— A tápterület sugara: A szokásos rezervoármechanikai módszerekkel határozható meg.
— Rétegnyomás: Statikus, zárt nyomás.
— Kőzetrepesztési gradiens: Rétegterhelési próbákkal, előző repesztések adataiból kutanként, telepenként határozható meg.
— Hőmérséklet: Statikus talphőmérséklet.
— Előmosó folyadék: Neve, összetétele.
— Sűrűsége.
— Viszkozitása: Célszerű a rétegnyomáson és a réteghőmérsékleten mért viszkozitásértékkel számolni, ami a számításokban — a savazó folyadékok newtoni tulajdonsága miatt — nagy hibákat nem okoz.
— Kimerülési idő: Az az idő, amíg a savkoncentráció a kezdeti érték 10%-ára csökken.
— Kezelőfolyadék: Neve, összetétele.
— Kezelőfolyadék sűrűsége.
— A kezelőfolyadék HF-koncentrációja.
— A kezelőfolyadék viszkozitása az előzőkben leírtaknak megfelelően.
— A kezelőfolyadék kimerülési ideje az előzőkben leírtaknak megfelelően határozható meg.
— A kezelőfolyadék javasolt mennyisége: 1 m³ bruttó tárolótérfogatra számított, laboratóriumi mérésekkel meghatározott optimális mennyiség.

Eredmények

A szükséges számítások elvégzése után a számítógép kiírja az alábbi végeredményeket *(2. táblázat)*:

2. táblázat

Eredmények

Előmosás:	
A szükséges folyadékmennyiség, m³	= 8
Max. besajtolási ütem, dm³/min	= 2155
A sav behatolási mélysége, m	= 1,06
Kútfejnyomás, bar	= 183
Teljesítményszükséglet, LE	= 876
Időszükséglet, min	= 3,8
Kezelés:	
A szükséges folyadékmennyiség, m³	= 15
Max. besajtolási ütem, dm³/min	= 2273
A sav behatolási mélysége, m	= 1,25
Kútfejnyomás, bar	= 175
Teljesítményszükséglet, LE	= 881
Időszükséglet, min	= 6,4
A termelékenységi index várható növekedése	= 6,1

a) Előmosást alkalmazva:
— A szükséges folyadék mennyisége.
— A maximális besajtolási ütem.
— Az „élő sav" behatolási mélysége.
— Kútfejnyomás.
— Teljesítményszükséglet.
— Az előmosás időszükséglete.

b) Hasonlóképpen a kezelőfolyadék alkalmazásához:
— A szükséges folyadékmennyiség.
— A maximális besajtolási ütem.
— Az „élő sav" behatolási mélysége.
— A kútfejnyomás.
— Teljesítményszükséglet.
— A kezelés időszükséglete.

c) Végül pedig a termelékenységi index várható növekedése.

A tényleges rétegsavazások tapasztalatai

Az NKFÜ, ill. a KV igényeinek megfelelően több kút savazásának terve készült el. A kivitelezésnél nyert tapasztalatokból a tervezésre nézve levonható az a következtetés, hogy a műveletek előkészítéséhez feltétlenül szükség van a várható nyomások 5—10 bar pontosságú előrejelzésére. A kezelések eredményességének leméréséhez pedig a termelékenységi index növekedésének megbízható megadására. Mindehhez a következő problémákat kell a jövőben megoldani:

— A súrlódási nyomásveszteségek pontosabb meghatározásához tisztázni kell a használatos termelőcsövek belső falának relatív érdességét. Irodalmi adatok alapján az általánosan használt termelőcsövek abszolút érdessége $6—7 \cdot 10^{-4}$ hüvelyk, azaz átlagosan $1{,}65 \cdot 10^{-2}$ mm. Ez $2^{7}/_{8}''$ termelőcsőnél $2{,}17 \cdot 10^{-4}$ relatív érdességet jelent. A súrlódási nyomásveszteség, ill. a relatív érdesség értékének tisztázásához béléscsövezett kútban a termelőcsövön át édesvízzel öblítési kísérleteket kell végezni, amelyek során a folyadékáramot és a nyomást pontosan mérni kell.

— A savkeverékek (hőfoktól függő) reológiai tulajdonságait mérésekkel a szükséges intervallumokban meg kell állapítani. A HF-tartalmú savkeverékek sűrűségének, ill. viszkozitásának mérései nehézségekbe ütköznek.

— A savazás tervezésének programját a tárolófluidum tulajdonságainak figyelembevételével tovább kell fejleszteni.

— A kezelések eredményességének megítéléséhez a kezeletlen és a kezelt kútra érvényes termelékenységi indexeket is ki kell számítani.

— Nagy hangsúlyt kell fordítani a savelegyek kimerülési idejének dinamikus viszonyok közötti pontos meghatározására. Az ebben elkövetett hibák a rétegsavazás tervét döntően befolyásolják.

— A számítógépes feldolgozás egyszerűsítése céljából át kell térni a savkeverékek arab számjegyekkel való jelölésére (001—999; ezen belül csoportokat lehet képezni).

— A programok a továbbfejlesztés során a több részes perforációk adatainak figyelembevételével kiegészítésre kerülnek.

IRODALOM

[1] *Van Poollen, H. K.—Jargon, J. R.:* How to engineer those acid jobs for better well stimulation. The Oil a. Gas J. March 3, 123—5 (1969).
[2] Engineered formation cleaning and sandstone stimulation. Bul. No BJI—67—1AA. Bayron Jackson Inc.
[3] *Gatewood, J. R.—Hall, B. E.—Roberts, L. D.—Lasater, R. M.:* Predicting results of sandstone acidizing. J. Petr. Technology 693—700 (1970).

A több telepes szilárdásvány-előfordulás fúrólyukas kitermelésének lehetőségei

PATVAROS JÓZSEF

A tanulmány egyszerű műszaki-gazdasági számításokkal elemzi a több telepes szilárdásvány-előfordulások fúrólyukas kitermelésének lehetőségeit. Az elvi összefüggések kéttelepes előfordulásra mutatják be a fúrólyukas kitermelés optimális paramétereinek (lefejtési hatósugár, művelési határmélység) meghatározását egyszerre, illetve időben széttagoltan való leművelés esetére.

Bevezetés

A bányászati gyakorlatban többször találhatók olyan ásványelőfordulások, amelyek több telepes kifejlődésűek. Ezek lehetnek azonos (több telepes szénelőfordulások), vagy különböző anyagúak, például szén-, bauxit- és homoktelepek.

A több telepes előfordulások kitermelése a legnagyobb műszaki nehézséggel akkor jár, ha a művelésre érdemes ásványok a nyugalmi karsztvízszint alatt helyezkednek el. Ebben az esetben a hagyományos mélyművelési módszerek rendszerint csak a tetemes költségeket okozó aktívvízszint-süllyesztés után alkalmazhatók.

Kisebb kiterjedésű, de jelentős vastagságú, olykor a tömör mészkő-dolomit alaphegységbe beágyazott ásványtestek esetén, még ha az aktívvízszint-süllyesztés műszakilag kivitelezhető is, a hagyományos kitermelési módszerek (külfejtés, mélyművelés) rendszerint gazdaságilag irreálissá válnak.

A felemlített bányaművelési nehézségek fúrólyukas hidraulikus kitermeléssel műszakilag és gazdaságilag elkerülhetőkké válnak. Ezt egyrészt az aktívvízszint-süllyesztés elmaradása, másrészt a kitermelendő ásványtestek legrövidebb úton (függőleges irányban) való elérhetősége, végül a kutatási, feltárási és lefejtési munkafolyamatok szoros tér- és időbeli összekapcsolása teszi lehetővé [1, 2, 3, 4, 5].

A fúrólyukas kitermelés fő paramétereinek meghatározása több telepes előfordulás esetén

A fúrólyukas művelés fő paramétereinek meghatározására (kitermelési hatósugár, művelési határmélység) az alapvető összefüggések tisztázása érdekében a kitermelési költségeket az *1. ábrán* szereplő vázlat alapján kéttelepes előfordulás esetére vizsgáljuk.

A kitermelési költségek arra az esetre, ha mindkét telep művelése közelítőleg egyidőben történik meg, a következő formában írhatók fel [5]:

$$(H_1+H_2+M_1+M_2)\cdot k_f+R^2(\delta_{f1}+\delta_{f2})\cdot k_{ü}=$$
$$=R^2(\delta_{f1}+\delta_{f2})\,k_{é},$$

amelyben

H_1 és H_2 — az 1., ill. a 2. telepnek a külszíntől mért mélysége, m,

M_1 és M_2 — az 1., illetve a 2. telep átlagos vastagsága, m,

k_f — a termelő fúrólyuk átlagos kihajtási költsége, Ft/m,

$k_{ü}$ — az átlagos termelési önköltség az 1. és a 2. telep együttes fúrólyukas kitermelése esetén, Ft/t,

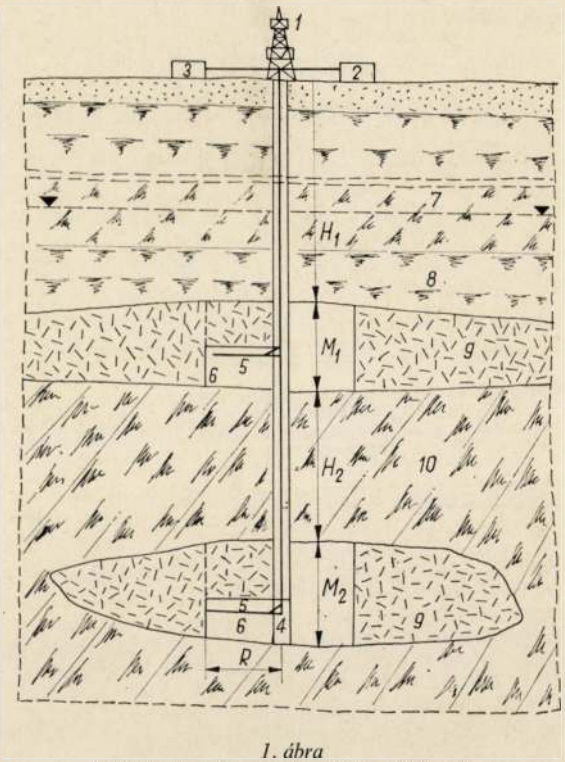
$k_{é}$ — az 1. és a 2. telep ásványanyagának átlagos értéke (világpiaci ára), Ft/t,

δ_{f1} és δ_{f2} — az átlagos teleptermelékenység, vagyis az 1 m² alapterületről kitermelhető ásványvagyon mennyisége az 1. és a 2. telep fúrólyukas kitermelése esetén, t/m².

A fenti összefüggésből megfelelő átrendezéssel a fúrólyukas kitermelés műszakilag-gazdaságilag minimális hatósugarára a következő összefüggés nyerhető:

$$R_{\min}\cong\sqrt{\frac{(H_1+H_2+M_1+M_2)\cdot k_f}{(\delta_{f1}+\delta_{f2})\cdot(k_{é}-k_{ü})}},\quad \text{m}.$$

Adott h_1, M_1 és M_2 esetén megállapítható az a H_2 határmélység, ameddig gazdaságilag indokolt lenyúlni



1. ábra
A fúrólyukas kitermelés vázlata több telepes ásványlelőhely esetére
1 fúrótorony; 2 a munkafolyadék szállítására szolgáló berendezés; 3 a kitermelt hasznos ásványanyag tárolására és előkészítésére szolgáló berendezések; 4 a munkafolyadék leadását és a kitermelt hasznos ásványanyag szállítását biztosító csővezeték; 5 jövesztő berendezés; 6 fejtési térség; 7 nyugalmi vízszint; 8 márga; 9 bauxit; 10 mészkő-dolomit

a nagyobb mélységben elhelyezkedő ásványtestekért:

$$H_2 \leqq \frac{R^2(\delta_{f1}+\delta_{f2})\cdot(k_é-k_ü)-(H_1+M_1+M_2)\cdot k_é}{k_f}, \quad \text{m.}$$

Abban az esetben, ha a két telep fúrólyukas kitermelését időben széttagoltan valósítjuk meg, vagyis először az 1., majd a 2. telepet termeljük ki, akkor a műszakilag-gazdaságilag szükséges minimális művelési hatósugarak;

$$R_{1\min} \geqq \sqrt{\frac{(H_1+M_1)\cdot k_f}{\delta_{f1}\cdot \Delta k_1}}, \quad \text{m,}$$

illetve

$$R_{2\min} = \sqrt{\frac{(H_2+M_2)\cdot k_f}{\delta_{f2}\cdot \Delta k_2}},$$

amelyekben

$$\Delta k_1 = k_{é1}-k_{ü1}, \quad \text{Ft/t,}$$

illetve

$$\Delta k_2 = k_{é2}-k_{ü2}, \quad \text{Ft/t}$$

a fajlagos nyereség az 1., illetve a 2. telep fúrólyukas kitermelése esetén.

Időben késleltetett kitermeléskor a 2. telep műszakilag és gazdaságilag megengedhető határmélysége

$$H_2 \leqq \frac{R^2\cdot\delta_{f2}\cdot k_2 - M_2\cdot k_f}{k_f}, \quad \text{m.}$$

Példa

Két ásványtelep fúrólyukas kitermelésének műszaki-gazdasági megítéléséhez legyenek adva a következő alapadatok:

$H_1 = 100\,\text{m}$; $H_2 = 50\,\text{m}$; $M_1 = 20\,\text{m}$; $M_2 = 15\,\text{m}$;

$\delta_f = 263{,}76\,\text{t/m}^3$; $\delta_{f1} = 150{,}72\,\text{t/m}^3$;

$\delta_{f2} = 113{,}04\,\text{t/m}^3$;

$k_{f1} = 30000\,\text{Ft/m}$; $k_{f2} = 40000\,\text{Ft/m}$;

$k_1 = 50\,\text{Ft/t}$; $k_2 = 20\,\text{Ft/t}$.

Abban az esetben, ha a két telep kitermelése egyidőben valósul meg, akkor az átlagos kitermelési hatósugár

$$R_{\min} \geqq \frac{185\cdot 30000}{263\cdot 50} = 20{,}42\,\text{m} = 20{,}5\,\text{m}.$$

Időben széttagolt művelés során pedig

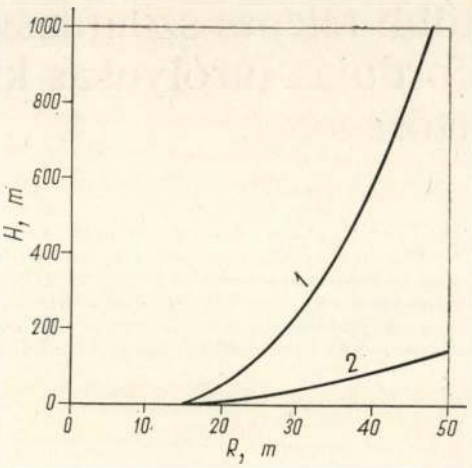
$$R_{1\min} \geqq \frac{120\cdot 30000}{150{,}72\cdot 50} = 21{,}86\,\text{m} = 22\,\text{m},$$

illetve

$$R_{2\min} \geqq \frac{65\cdot 40000}{113{,}04\cdot 20}\ 35{,}86\,\text{m} = 36\,\text{m}.$$

Az itt bemutatott számpéldáknál azt az esetet tételeztük fel, amikor a mélység függvényében az elérhető nyereség csökken.

Természetesen, ha az alacsonyabban elhelyezkedő ásványtest anyaga jobb minőségű, mint a felsőbb szintű, akkor az üzemi költségek növekedését kiegyenlítve az árbevétel azonos szinten maradhat, vagy kedvező esetben növekedhet is.



2. ábra
A kitermelési határmélység változása a fúrólyuk művelési hatósugarának függvényében
1 együttes lefejtés; 2 széttagolt kitermelés

A részleteket mellőzve, a kitermelési határmélység alakulását a művelési hatósugártól függően az összekapcsolt, illetve az időben széttagolt fúrólyukas lefejtés eseteire a *2. ábra* tünteti fel. Magától értetődően a 2. ábrán szereplő görbék elsősorban a nagyságrendi különbségek kifejezésére alkalmasak.

Következtetések

A több telepes ásványelőfordulások fúrólyukas kitermelésére az eocénprogram keretében reális lehetőségek nyílnak.

Ahhoz azonban, hogy a lehetőségek valóra is váljanak, szükség van arra, hogy a szénhidrogén-bányászat nagy teljesítményű fúrási, szivattyúzási, csővezetékes szállítási technológiái megfelelő módosításokkal behatoljanak a szilárd ásványanyagok kitermelésébe.

Ezzel egyrészt a jelenlegi bányaművelési módszerekkel dolgozó, kedvezőtlen természeti adottságú ásványelőhelyek kitermelésének gazdaságosságát lehetne fokozni, másrészt az ország művelésbe vonható ásványi erőforrásainak körét lehetne jelentősen bővíteni.

IRODALOM

[1] *Arensz, V. Zs.:* Geotehnologicseszkie metodü dobücsi poleznüh iszkopaemüh. Izd. „Nedra" Moszkva, 1975. 263 p.

[2] *Roberts, A.:* Geotechnology. An introductory text for students and engineers. Pergamon Press, Oxford—New York, 1977. 347 p.

[3] *Patvaros J.:* Geotechnikai (fúrólyukas) bányaművelési módszerek alkalmazási lehetőségei ércelőfordulások kitermelésére. BKL Bányászat 9 589—98 (1976).

[4] *Patvaros J.:* A víznívó alóli fúrólyukas hidraulikus bauxittermelés összehasonlító műszaki-gazdasági vizsgálata. MTA X. Osztályának Közleményei, Geonómia és Bányászat 9 *3—4* 245—52 (1976).

[5] *Patvaros J.:* Geotechnikai bányaművelési módszerek alkalmazhatósága ásványi erőforrásaink hatékonyabb kiaknázására. Akadémiai kutatási pályázat. Miskolc, 1978. Kézirat. 141 p.

A mélyfúrástudomány irodalmi művelői Európában a XIX. század végéig

CSATH BÉLA

A mélyfúrástudományban a vízkutatási és kútfúrási technológia fejlődésével párhuzamosan szaporodott azoknak száma, akik irodalmi tevékenységükkel járultak hozzá a tudományág fejlődéséhez jeléül annak, hogy a víz az ipari és társadalmi élet fejlődésében egyre fontosabbá vált a századfordulóig, de ezt követően természetesen napjainkig is.

Garnier pályadíjnyertes munkájától Tecklenburg hatkötetes művének megjelenéséig eltelt közel 80 év alatt óriási mértékben fejlődött a vízkutatás és feltárás technikája. A vízkútfúrás kimagasló egyéniségein kívül, a kor legjelesebb íróinak megjelent műveit időrendben mutatja be a tanulmány, s ahol szükségesnek látszott, párhuzamot von a külföldi és hazai irodalmi tevékenység között.

1. A mélyfúrás helyzete Európában 1820-ig

Az észak-franciaországi Pas-de-Calais megyében, az egykori *Artois* grófságban, a lillers-i karthauzi kolostor kútjáról számos író emlékezett meg. E kút fúrásának időpontjául az 1126-os évet jelölik meg, s a kutat Európa legrégibb „artézi" kútjának tartják [1]. „Lillers artézi kútja, történelem vagy legenda?" címmel *Wimet* fejtegeti a kút létezésének valódiságát [2].

Az ezt követő XV. és XVI. századból nincsenek feljegyzések artézi kutakról, viszont a XVII. század számos kimerítő hírt szolgáltatott, különösen ami Európát illeti.

Már az évszázad kezdetén a híres velencei mechanikus, *Fausto Veranzo* jelentései [1] szerint hazájában már ismerték a felszökő vizeket, s azok feltárására fúrószerszámokat alkalmaztak.

A francia *Bernhard de Pallisy* (Palyssey) 1640 körül rudazatos fúrásmódot használt artézi kutak lemélyítésére Artois-ban és Modenában; *Héricart de Thury* a mélyfúrás felfedezőjeként emlegeti [1, 16].

Giovanni Dominicus (Domenico) Cassini, a híres csillagász, 1650-ben Urbinóban kutat fúrt, miként az a Modena és Bologna vidéki kutakkal foglalkozó jelentéséből kitűnik [3]. *Cassini* elkészítette Franciaország részletes térképét, majd kartográfiai munkájának kiegészítésére a szomszédos államokat beutazva Alsó-Ausztriában — a XVII. sz. második felében — nagy meglepetésére ugyanolyan felszálló kutakat („élő" kutakat) talált, mint hazájában, csupán létesítésük volt más, mint az otthon látottaké. *Cassini* ezen észrevételeit és tapasztalatait a Párizsi Királyi Tudományos Akadémia folyóiratában le is írta [4].

1650 körül — *Lersch* és *Hartmann* [1] szerint — számos artézi kutat fúrtak Oroszországban, és Amsterdamban is próbálkoztak ilyen kutak fúrásával.

Bernardini Ramazzini, a modenai főiskola tanára Bologna és Modena város artézi kútjairól 1691-ben már részletes leírást készített [5]. Művét magyarázó ábrákkal, rajzokkal egészítette ki. *Ramazzini* munkája nem jutott el a párizsi akadémiára, illetve nem jutott tudomásukra, mert minden bizonnyal szélesebb nyilvánosságra került volna. A XVIII. század kezdetén, 1717-ben unokaöccse, *Bartolo Ramazzini* Genovában kiadta nagybátyja összegyűjtött műveit [6].

Leonhard Christoph Sturm 1720-ban megjelent könyvében [7] szerepelnek az alsó-ausztriai artézi kutak; e könyvből az is kitűnik, hogy Németországban is jól ismerték az ilyen fajta kutakat.

Sturm könyvecskéjének megjelenése után egy évtizeddel — *1729*-ben — *Belidor*, a Porosz, valamint a Párizsi Tudományos Akadémia tagja, illetve levelező tagja a „Science de l'Ingenieur" című könyvében [8] az Artois grófság felszökő forrásairól tudósít és azt írja, hogy „megcsodált egy pompás fúrt kutat Saint André les Aire kolostorában"; megemlékezik a modenai, a bolognai, valamint az alsó-ausztriai felszökő kutakról.

1750-ben egy Züllichauban megjelent értekezésben *Lehmann* már egy fúrógépet ír le [9]. Ez a „földfúrók" első részletes leírása.

Christoph Traugott Delius, selmecbányai akadémiai tanár 1773-ban megjelent könyve szerint Itália és Franciaország északi részén fúrtak először vízkutakat [10] *(1. kép)*.

Az angliai Shernessben 1781-ben víznyerés céljából mélyített fúrásról tesz említést *Hartmann* [35], amit *Bruckmann* is megerősített.

Ugyancsak *Hartmann* szerint London közelében Norland Hause-nál 1784-ben létesült egy artézi kút, s a XVIII. század végén már számos artézi kút volt Angliában.

Az Oroszországban 1796-ban megjelenő „Szabad Gazdasági Egyesülés Munkái" című periodika [11] a fúrótechnikával foglalkozó közleményében már egy ütveműködő fúróberendezésről számol be. A közleményből az is kitűnik, hogy az ívóvíznyerés céljából létesített kutak fúrásának kezdetleges technikája is kialakult már *(2. kép)*.

A XIX. század elején aztán jelentősen szaporodott az artézi kutak száma és az ezek létesítésének tökéletesítését célzó törekvések elsősorban Angliában, majd Franciaországban és csaknem ezzel egyidőben Németországban is.

Bruckmann [18] az angliai Kertkultúra Társaság Temze-parti kertjének kútjairól, a Hammersmithben levő Brook ház, valamint a Tooting-i nevelőintézet nagy erejű vízfeltöréses kútjairól emlékezik meg. Meglepő, hogy az akkori angol irodalomban egyetlen olyan mű sincs, amely a kútfúrás elméleti vagy gyakorlati vonatkozásáról szólna. Csupán elszórtan találhatók egyes fúrásokra vonatkozó feljegyzések.

Olaszországban ebben az időben az osztrák kormány végeztetett Velencében sikertelen vízkutató fúrásokat.

Az első artézi kút Bécsben 1816-ból ismeretes, Hundsturm elővárosában, a Weissbleicher Gramser mellett.

Oroszországban a „Szabad Gazdasági Egyesülés Munkái" című, már idézett folyóiratban [11] az épülő és megépült városok ivóvízellátásának korszerűsítéséről is szó esik.

Anleitung
zu der
Bergbaukunst
nach ihrer Theorie und Ausübung, nebst einer Abhandlung von den Grundsätzen
der Berg- Kammeralwissenschaft,
für die Kaiserl. Königl. Schemnitzer Bergakademie
entworfen, von
Christoph Traugott Delius,
Ihro Röm. Kaiserl. Königl. Apostol. Majestät wirklichen Hof- Kommissionsrathe
bey Dero Hofkammer in Münz- und Bergsachen.
WIEN,
gedruckt auf Unkosten des höchsten Ærarii bey Joh. Thomas Edlen v. Trattnern,
kaiserl. königl. Hofbuchdruckern und Buchhändlern.
1773.

1. kép
Christoph Traugott Delius „Bergbaukunst"-jának fedőlapja

ТРУДЫ
ВОЛЬНАГО ЭКОНОМИЧЕСКАГО
ОБЩЕСТВА
КЪ ПООЩРЕНІЮ
ВЪ РОССІИ
ЗЕМЛЕДѢЛІЯ
И
ДОМОСТРОИТЕЛЬСТВА
1765 года.
Часть I.
ВЪ САНКТПЕТЕРБУРГѢ 1766 году.

2. kép
Az oroszországi „Szabad Gazdasági Egyesülés Munkái" című folyóirat

Németországban a XIX. század elején fúrt artézi kutak közül az 1818 körül elkészült nauheimi fúrások méltóak említésre.

Hogy a XIX. század első részében miért terjedt el Franciaországban oly gyorsan az artézikút-fúrás — elsősorban a Pas-de-Calais tartományban —, az azzal magyarázható, hogy Bethune vidékén már a sekély és kis fáradsággal készített ásott kutak is artézi vizet tártak fel, de a szomszédos Anglia jó példája is hatott.

Mindenesetre a franciák érdeme, hogy a vízfeltáró fúrásokat szokatlan gyorsasággal honosították meg, és az ezekről szóló tudósításaik révén igen sokat tettek elterjedésük érdekében.

2. A mélyfúrástudomány irodalmi művelői, különös tekintettel az artézi kutak fúrására

A fúrástechnika fejlesztőinek mellőzésével — vagy csak a legszükségesebbek érintésével — a következők azokról szólnak, akik irodalmi tevékenységet fejtettek ki, vagy mint vezető mérnökök, fúrási vállalkozók, fúrómesterek vagy fúróberendezéseket, fúrási eszközöket gyártók e minőségükben a mélyfúrástudomány fejlődéséhez járultak hozzá.

1. F. Garnier nyertes pályadíja

A párizsi akadémia, de különösen a Nemzeti Iparfejlesztési Társulat (Societé d'encouragement pour l'industrie nationale) fontos tényezői voltak a vízkútfúrási törekvések terjesztésének és megvalósításának. Az említett társulat 1818-ban pályázatot hirdetett a felszökővíz feltárásával kapcsolatos műre.

A pályadíjat az Arrasi Bányaműveknél alkalmazott *F. Garnier* bányamérnök nyerte el „A forráskutak feltárására használható bányafúró berendezések alkalmazásáról és a kútberendezés-féleségekről Artois grófságban" címmel írt művével [12], amely 1821-ben jelent meg, és szerzőjének 3000 frank pályadíjat jövedelmezett. Az élénk érdeklődés, amelyet a kormány a kútfúrás ügye iránt tanúsított, abban is megnyilvánult, hogy *Garnier* munkáját „De l'art du fontainiers sondeur et puits artésiens" címmel kinyomatta [13].

Három év múlva, vagyis 1824-ben *Garnier* műve Bécsben is megjelent J. Waldauf von Waldenstein cs. és kir. fogalmazó német fordításában [14]. 1826-ban az eredeti francia mű második kiadására is sor került Párizsban, *Bachelier* kiadásában.

Garnier pontos leírást adott az általa alkalmazott és megfigyelt ütőfúrás-módszerekről. Ezek meglehetősen eltértek a valamivel később Németországban szokásossá vált módszerektől. (A *Garnier*-féle módszer lényeges fejlesztését jelenti a párizsi *Flachat* fivéreké, majd a mérnöktestület egyik tagja, de *Bellonet* is részt vett a fúrás tökéletesítésében.)

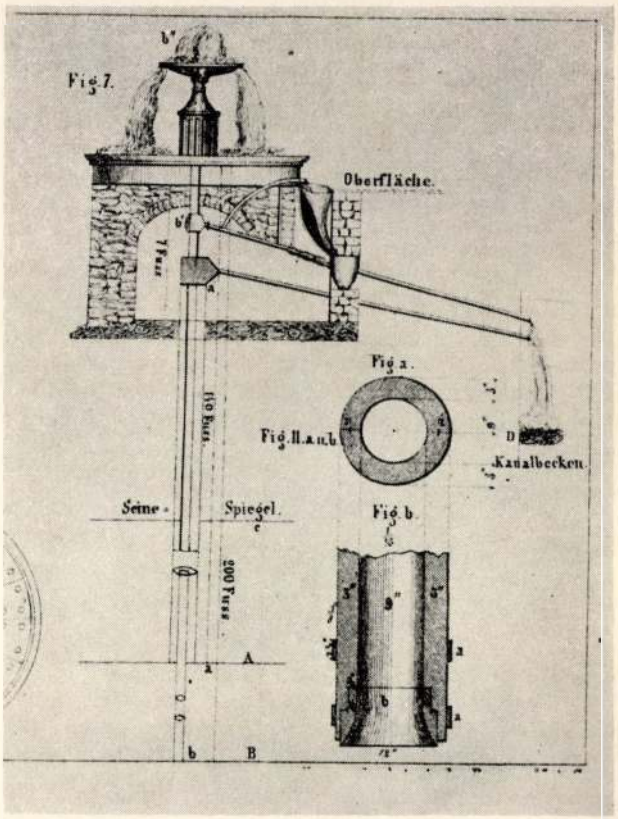
Az Egyesült Államokban 1824—25-ben a *Disbrow* javaslata alapján fúrt kutakra vonatkozó részletes jelentés *Dickson* 1826-ban New Brunswickben megjelent könyvében található, amely egy értekezés a felszállóvíz-nyerés érdekében végzett fúrás „mesterségéről" rövid utalással a víz felszökésének új elméletére [15].

2. Héricart de Thury

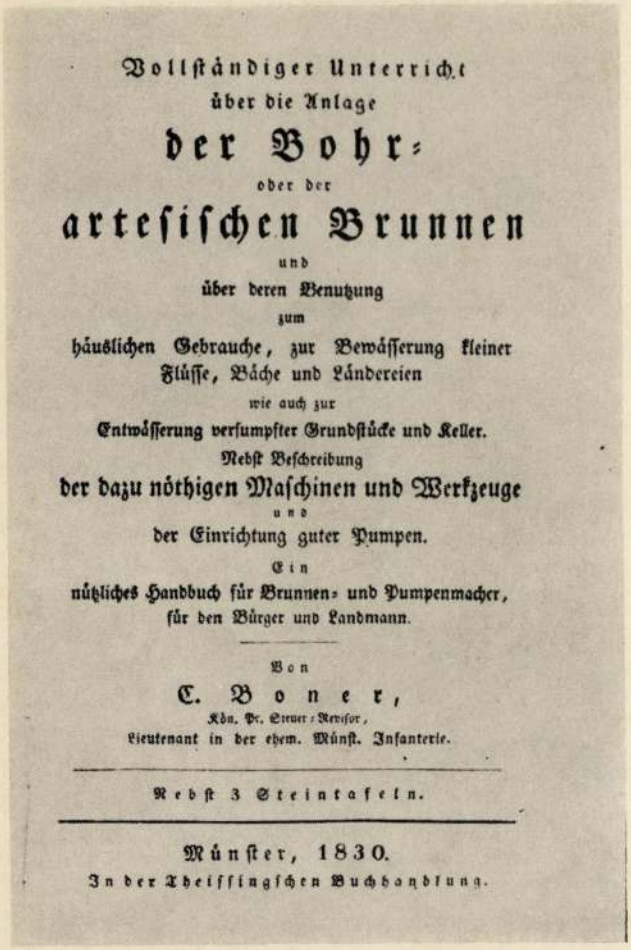
Héricart de Thury vicomte, a francia királyi becsületrend tisztje, a királyi bányák főmérnöke, a francia akadémia tagja, a Királyi Kertészeti és Mezőgazdasági Társulat elnöke 1829-ben jelentette meg könyvét „A felszálló vizet adó fúrt kutak földtani és fizikai jellemzői" címmel [16]. A könyvben szereplő ábrán *(3. kép)* bemutatott metszet az artézi kút mechanizmusáról kellő tájékoztatást nyújtó St-Quen-i kettős „forrást" mutatja be, amelynek két különböző szinten fekvő rétegéből látható a víz felszínre vezetése.

3. C. V. Boner

1830-ban lát napvilágot *C. V. Boner* „Átfogó tanulmány a fúrt vagy artézi kutak fúróberendezéséről és annak használatáról" című könyve [17] *(4. kép)*. Ebben kiemeli a földtan ismeretének



3. kép
A St-Quen-i kettős „forrás"



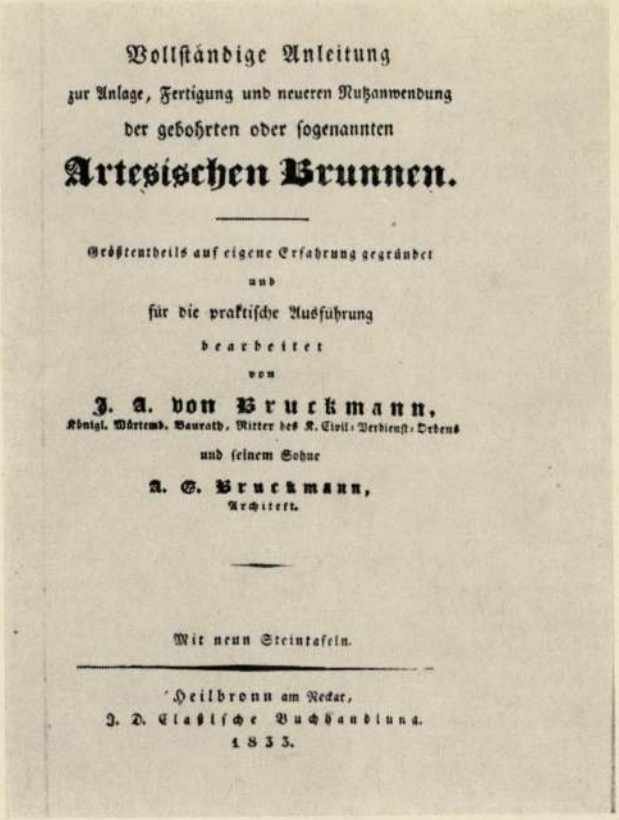
Vollſtändiger Unterricht
über die Anlage
der Bohr-
oder der
arteſiſchen Brunnen
und
über deren Benutzung
zum
häuslichen Gebrauche, zur Bewäſſerung kleiner
Flüſſe, Bäche und Ländereien
wie auch zur
Entwäſſerung verſumpfter Grundſtücke und Keller.
Nebſt Beſchreibung
der dazu nöthigen Maſchinen und Werkzeuge
und
der Einrichtung guter Pumpen.
Ein
nützliches Handbuch für Brunnen- und Pumpenmacher,
für den Bürger und Landmann.

Von
C. Boner,
Kön. Pr. Steuer-Reviſor,
Lieutenant in der ehem. Münſt. Infanterie.

Nebſt 3 Steintafeln.

Münſter, 1830.
In der Theiſſingſchen Buchhandlung.

4. kép
C. V. Boner könyvének címlapja



Vollſtändige Anleitung
zur Anlage, Fertigung und neueren Nutzanwendung
der gebohrten oder ſogenannten
Artesiſchen Brunnen.

Größtentheils auf eigene Erfahrung gegründet
und
für die praktiſche Ausführung
bearbeitet
von
J. A. von Bruckmann,
Königl. Württemb. Baurath, Ritter des K. Civil-Verdienſt-Ordens
und ſeinem Sohne
A. E. Bruckmann,
Architekt.

Mit neun Steintafeln.

Heilbronn am Neckar,
J. D. Claßiſche Buchhandlung.
1833.

5. kép
A két Bruckmann „Artézi kutak" című könyvének fedőlapja

szükségességét, részletesen ismerteti a fúrószerszámokat, és több éves megfigyelésének, valamint kutatásának eredményeit foglalja össze. A jövő vízkutatóinak a föld alatti források felszínre hozatalának „művészetét" szeretné a kezébe adni.

Boner könyvében ír a vizek természetéről is, a vizek tulajdonságainak vizsgálatát taglalja, majd a fúróberendezések leírását részletezi és mutatja be egy táblázat segítségével.

4. J. A. Bruckmann és A. E. Bruckmann

Az apa, a híres artézikút-fúró mester, építési tanácsos. 1827—29 között Heilbronnban 10 artézi kutat létesített, és eredményeit, módszereit a Stuttgarti Mezőgazdasági Egyesület jelentésében publikálta [18].

Bruckmann a feltárt vizet sajátos módon hőleadásra használta fel, ugyanakkor ezzel akadályozta meg, hogy hidegben a rendes víz befagyása miatt a malomkerekek hajtása leálljon. Mindezekről részletes jelentésében számolt be a „Societé d'encouragement pour l'industrie national en Paris-"nak. A Nemzeti Ipar Fellendítésének Társasága nagy érdeklődéssel hallgatta a közleményt *Héricart de Thury* előadásában.

A két *Bruckmann* — az apa és fia — különböző kutak sorozatát fúrták és a fúrt kutak gyors elterjedésére jellemző az id. *Bruckmannak* 1831-ből származó alábbi megjegyzés: „Az utóbbi évtizedben Németországban, különösen Württembergben és Badenben számos mély fúrólyukat fúrtak sóra és ennek során nem jelentéktelen számú munkást tudtak foglalkoztatni. Mihelyt azonban az én, 1827-ben bekövetkezett sikeres és eredményes édesvíz-feltáró fúrásaimnak híre terjedt, röviddel rá a napilapokban is megjelent Franciaországban és Angliában fúrt kutakról szóló híradás, Németországban is igényelni kezdték az efféle kutakat, amelyek elszaporodtak és általánossá váltak". Angliában 1830-ig 500-nál is több kutat fúrtak. Ezeknek azonban legfeljebb egyharmada szolgáltatott felszökő vizet.

J. A. Bruckmann az 1827—29 között fúrt eredményes kútjairól 1833-ban fiával, *A. E. Bruckmann* építésszel könyvet írt, amelynek címe: „A fúrt vagy az úgynevezett artézi kutak létesítésének és újabb hasznosításának ismertetése" [18] *(5. kép)*. Ők terjesztettek először helyes nézeteket az artézi kutak fúrásáról.

A könyv előszavában olvasható, hogy az „...azok számára készült, akik artézi kutakat akarnak furatni. Nem fog senki fényes hipotéziseken alapuló feltételeket találni, hanem a kutatási munkák alapján elért megfigyeléseket és következtetéseket. Miután ennek a munkának a célja a tanítás, nem kizárólag ebben a munkában járatosok részére íródott, hanem mindazoknak, akik érdeklődést mutatnak ez iránt."

A könyv szól a forrásokról és a fúrt kutakról, leírja a különböző területeken alkalmazott fúrási módszereket. Részletesen foglalkozik a tulajdonképpeni fúróval, a mentéseknél előforduló „fogó szerkezetek"-kel, megismertet a fúrócsövek konstrukcióival és a vékony homokrétegekbe való „lehajtással"; kitér a víz általános vegyvizsgálatára és a kutak költségeire is. A fúrási módszerek beható leírásán kívül a könyv földtani ismereteket is közöl.

Ezekben az években mind több munka jelent meg Németországban, amelyeknek tárgya a kútfúrás volt. *Bruckmannék*on kívül *J. A. Blume* [19], *K. W. Schimming* [20], *J. H. M. Poppe* [21], *J. A. Spetzler* [22], *G. Meyer* [23] írtak könyveket. Mindez a kútfúrás németországi gyors terjedésére mutat.

5. Id. Derczeni Dercsényi József

Dercsényi, kir. tanácsos és a cs. és kir. Mezőgazdasági Társaság tagja, 1836-ban a Magyar Tudós Társaság által közrebocsátott „Tudománytár" harmadik kötetében adja közre az első magyar nyelvű vízkútfúrási munkát, amely „Az artézi kutakról, honunkra alkalmaztatva" címet viselte akkor, amikor Magyarországon még csak néhány eredményes fúrás volt ismert [24],

Dercsényi a mű elején így ír: „Több helyekről lett felszólíttatásim arra bírának, hogy a ‚víz' fogyatkozásainak annyira ki nem tétetett artézi kutakról való esméreteimet a' közönséggel honi nyelven közöljem; annyival inkább, mivel az illy tárgyú idegen, nevezetesen franczia és német nyelven készült munkákat 's tudosításokat csak a' tehetősebb magányosok szerezhetik 's olvashatják meg, 's nem fordíthatják hasznukra".

A már említett szerzők *(Garnier, Héricart de Thury, J. A. Bruckmann)* műveinek ismertetése után az artézi kutak eredetéről, majd azok hasznairól így ír: „Tudva van közönségesen, hogy honunkban is több ollyan vármegyék vagynak, amellyekben jó ivóvizeket nem igen lehet találni, mellyekben folyóvizek nincsenek, ha vagynak is, a' szárazabb esztendőkben kiapadnak..." „Mindezek a' hiányok és fogyatkozások az artézi kutak' készítésüket 's minél közönségesebbé tételöket igen szükségesekké, ohajtandó dologgá teszik".

Beszél az áteresztő és átnemeresztő rétegekről a „vízgyüledéknek" fajtáiról. A hazai artézi kút hiányára utalva a következőket mondja: „Nem szükséges említenem azt sem, hogy ártézi kutak Európa minden nevezetes tartományiban is számosan léteznek. Hogy honunkban is artézi kutakat bírni nemcsak némelly nagyobb városok és közönségek, hanem magányos földesuraságok is törekednek, tudva van. De a ‚melly czél' elérése végett vagy Bécsből, vagy más hozzánk közelebb fekvő országból, p. o. Bajorországból kellett hozatni furó mestereket". „... Angliában és Londonban a furó mesterek nagy számmal találtatnak, 's onnan mindenfelé hívatnak". „Tudtomra angol nyelven nincsenek is írt munkák az artézi kutakról, olly közönséges és ismeretes dolognak tartják ezeknek furásokat".

A kutak fúrásának taglalásánál a kút készítését két csoportra osztja *Dercsényi:* új kút készítése és egy már készen levő, víz nélkül való kútban kútkészítés továbbfúrással. Részletesen taglalja a fentieket, bécsi minta szerint a fúrási eszközök magyarázatát is adja, sőt *Bruckmann* eljárását is ismerteti, és a fúráshoz szükséges eszközök rajzát is mellékeli.

A rajzban közölt fúrási módszerek „más országakban gyakrabban használtatnak, mint nálunk, sőt még mint Ausztriában is". „Nevezetes, hogy Francziaországban a 'királyi tudós academia, és a' mostan fönálló ártézi-kúttársaság, jutalmakkal mozdítja elő az efféle kutak ásását".

Tekintettel arra, hogy honunkban fúrómesterek még nincsenek, felhívja a fúratni szándékozók figyelmét, hogy mérnök vagy bányász felvigyázása alatt fúrassanak, de a mérnököket előbb tapasztalatcserére küldjék ki külföldre, vagy külföldi fúrómestert hozassanak, ámbár „felesleges kívánságai nem valának teljesíthetők". (Ez az intelem valósult meg 55 év múlva, amikor a megalakult Kultúrmérnöki Intézménynél szolgálatot teljesítő Farkas Kálmán műszaki tanácsost, osztályvezetőt, gr. Bethlen András földművelésügyi miniszter 1891-ben megbízta, hogy mind a Rajna vidékén használatos és más fúrási rendszerek alapján készült artézi kutakat és a létesítésükkel kapcsolatos eljárást tanulmányozza, s a tanulmányút befejezése után az érdekelteknek az artézi kutak fúrásáról útbaigazítással és lényeges segítséggel szolgáljon.)

Az „Észrevételek" című fejezetben többek között már a geotermikus gradiens kérdésével is foglalkozik, a „hőbuzgású" kutak alkalmazására is tesz javaslatot.

6. J. B. Viollet

J. B. Viollet „Az artézi kutak elmélete, hasznosításának teljes útmutatójával, különböző létesítményeknél és a mezőgazdaságban" című, 1840-ben írt könyvében [25] az artézi kutakkal foglalkozik. Megkísérelte, hogy a víznek a vezetékekben való áramlására vonatkozó képleteket alkalmazza a kutak vízhozamainak vizsgálatára talaj feletti különböző magasságokban, továbbá annak meghatározására, hogy milyen magasságban szolgáltat a kilépő víz „maximális mozgatási munkát" („la maximum de travail moteur"). Ezt a munkát úgy mérjük — írja Viollet, hogy „megszorozzuk a szolgáltatott víznek a súlyát a nyílásnak a talajszint feletti magasságával".

A víz hidrosztatikai szintjének meghatározása előtt tisztázza a felszállócső fogalmát, amelynek „rendeltetése, hogy magában foglalja a kúttalpról felszálló vizeket". A mindenkori veszteség elkerülése érdekében szükséges, hogy ennek a felszállócsőnek az alapja, saruja arra az átnemeresztő rétegre támaszkodjék, amely közvetlenül lefedi a vízadó réteget, és így pontosan illeszkedjék a cső külső körvonala és ezen átnemeresztő réteg. Ebben a csőben „a víz egy rögzített, meghatározott szintet ér el, amelyet a fúrt kút hidrosztatikai szintjének nevezhetünk". A különböző hidrosztatikai szinthez tartozó vízhozam pontos meghatározásánál hosszú ideig kell várni „ha bizonyosak akarunk lenni abban, hogy pontos eredményeket kapunk, mert a nyomásnak és a vízsebességnek a stabilitási rezsim állapota csak nagyon lassan következik be".

Viollet elméleti fejtegetéseit gyakorlati példákkal támasztja alá. Az utóbbi eset igazolására maga végzett megfigyeléseket egy *Champoiseau* nevű polgár megjavított kútjain Tours-ban, amikor az egyik üzemi szintről a másik szintre való átállás után 54 óra elteltével érte el a vízkifolyás az egyenletes mértéket.

Két szomszédos kút kölcsönhatásának vizsgálatáról *Viollet* megjegyzi, hogy igen érzékeny kölcsönhatás áll fenn azok között a kutak között, amelyeket egy szomszédos lakos, (Tours-i), *Tessier* és — a már említett — *Champoiseau* részére egymástól 50 m távolságra fúrtak. Közölte továbbá, hogy ez a hatás még számottevő két oly kút között is, amelyeket ugyanezen városban egymástól 200 m távolságban fúrtak.

Viollet az elméleti megállapítások terén úttörő munkát végzett.

7. K. G. Kind

Karl Gothelf Kind az 1820-as évektől kezdve tevékenykedett a mélyfúrás terén. Freibergben volt főaknász, amikor 1834—41 között, a tömör farudazattal végzett fúrási tapasztalatait összegyűjtve „Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher nach den neuesten zu bewährtesten Erfahrungen nebst Beschreibung der hölzernen Bohrgestänge" című tanulmányában [26] 1842-ben Luxemburgban kiadta.

A híres fúrótechnikus — akinek nevét később számtalan sikeres fúrás fémjelezte, s ezek alapján a „fúrómesterek Napóleonja" nevet vívta ki — tanulmányának előszavában megemlíti hogy 20 éve foglalkozik fúrásokkal és kb. 10 000 láb lefúrása áll mögötte.

8. M. Ch. Combes

1844-ben jelenik meg *M. Ch. Combes* bányafőmérnöknek, a párizsi L'Ecole Royale des Mines (Királyi Bányászati Főiskola) kutatási professzorának háromkötetes „Traité de l'exploitation des mines" című modern bányaműveléstana Párizsban amely megjelenésének idején messze a legkiválóbb mű volt [27].

Könyvének előszavában — miután *Delius* művének megjelenése óta a gépek lényeges tökéletesítésen mentek át — többek között így ír *Combes:* „semmit sem hanyagoltam el azon a téren, hogy szabatosan megismerjem azokat a legtökéletesebb módszereket, amelyek jelenleg használatban vannak".

E mű már 110 oldalt szentel a mélyfúrásnak és ezen belül 25 oldalt az artézi kutaknak „Des puits artésiens" címmel. Úgyszólván még rajta a nyomdafesték, amikor németül is kiadják 1852-ben Weimarban, *Hartmann* fordításában [28].

A mű nagy hatással volt a Bécsben tartózkodó *Zsigmondy Vilmos*ra, s mint forrásmunkát említi a „Bányatan"-ában [37].

A „Mélyfúrás" „Des puits artesiens", azaz „artézi kutak" címet viselő II. fejezetében hivatkozik *Héricart de Thury* és *Garnier* megjelent munkáira, majd részletes tárgyalásakor sok esetben hivatkozik *J. B. Viollet* előzőekben tárgyalt művére is.

A föld alatti vizeknek pozitív és negatív jellege után a felszállócsövekről szól, melyeknek az a rendeltetésük, hogy magukban foglalják a kúttalpról felszálló vizet. Ez megfelel a mai értelemben vett termelési béléscsőoszlopnak, azonban a továbbiakból kiderül, hogy ez időben szűrőcsövet nem használtak, mivel „a felszálló csőoszlop a maga lapjával szorosan illeszkedik ahhoz az átnemeresztő réteghez, amely befedi a talajvízrétegeket, és a csőnek az átnemeresztő réteggel való ezen összeköttetése az, amely a műveletnek a nehéz mozzanatát alkotja". Ezeket a csőoszlopokat szűk, előfúrt szakaszba préselik, a vízzáró rétegbe, majd a gyűrűs térbe cementet öntenek. *Combes* említést tesz a mai értelembe vett tömszelencéhez hasonló fadugó szerkezetnek használatáról is „mert ez a megoldás előttem alkalmasnak látszik annak az elektrokémiai hatásnak elkerüléséhez, mely létrejön akkor, ha érintkezésbe kerülne egymással a vörösréz és a vaslemez béléscső".

Combes ismerteti a hidrosztatikus szint fogalmát, a vízadó réteg áteresztőképességét, majd a hozammméréssel kapcsolatban az alábbiakat közli: „nagyon hasznos, ha a fúrt kút hidrosztatikus szintjét a felszállócső elhelyezése után azonnal meghatározzuk és pontosan megismerjük a vízhozamokat, melyeket a kút különböző talaj feletti magasságokban szolgáltat". A hidrosztatikus szintek meghatározását 135 év után is ugyanazon módszerekkel végzik, mint akkor, azaz a felszállócső meghosszabításával — *Combes* szerint — egészen „addig a magasságig, ahol a víz már nem ömlik ki", vagyis a nyugalmi szintig.

Abban az esetben, ha a sztatikus szintet a cső hosszabítási nehézsége miatt nem tudták mérni, a méréshez manométert használtak, ahogy ezt *Sagey* bányamérnök javasolta „Note sur le jaugeage des puits artésiens" („Az artézi kutak hozammérésérőI") című cikkében [29].

A különböző kifolyási szinthez tartozó hozamot ismert térfogatú edényben mérik: *Combes* is hivatkozik a *Viollet* által említett hozam stabilitásának bevárására. Vizsgálja továbbá két szomszédos kút közötti kölcsönhatást, amivel kapcsolatban közli, hogy ez „a befolyásolás nem terjed ki nagy távolságokra, vagy legalábbis rohamosan csökken, ha nem is szűnik meg teljesen, amikor a két kút közötti távolság növekedik".

Elnyelőkutaknak, „mindent megivó"-knak (boitout) nevezi *Combes* azokat a kutakat, amelyeknek a szintje a talajszint alatt van. Ezek a kutak elnyelik azt a vizet, amelyet a nyíláson keresztül beléjük öntenek, és ez a víz befolyik az alsó víztartó rétegbe.

A felszállócső anyaga fa, vas vagy rézlemez, öntöttvas, olykor bádog vagy cink volt. Ezeknek tulajdonságairól szólva megállapítja, hogy a facsövezés egyesíti magában mindazokat a kívánatos előnyöket, amelyeket a gazdaságosság, a szilárdság és a tartósság képviselnek, míg a vascsövek alkalmazása egyre ritkábbá válik az oxidáció révén való „gyors pusztulás" miatt.

Befejezésképpen egyes artézi kutak vízhozam-csökkenésének lehetőségeit taglalja *Combes,* amely előállhat a felszín alatti járatok eltömődéséből, esetleg omlás következtében elzáródásból, a megrongálódott csőfalon keresztüli elszivárgásból, s nem utolsósorban, ha a talajvízszint csökken. Igyekszik mindjárt a hibák okait megmagyarázni, és a javítási módra is ad útmutatást; leszögezi azonban, hogy az új kút termelésbe állításakor „nagyon hasznos meghatározni a hidrosztatikus szintet, valamint azt, hogy a fúrt kutak milyen vízhozamot szolgáltatnak különböző talaj feletti magasságokban", mert a bekövetkező bajokra ezen adatok megváltozásából lehet következtetni.

9. Haering Károly

1844-ben jelenik meg Temesváron *Haering Károly* „Gyakorlati útmutatás az artézi kutak fúrására" című 135 oldalas, 13 táblázattal ellátott könyve, amely ebben a tárgykörben az első bővebb magyar nyelvű szakirodalom [30].

10. M. Fauvelle

A XIX. század legnagyobb vívmánya a fúrástechnika terén az öblítéses (vízöblítéses) fúrási módszer bevezetése és sikeres alkalmazása a francia *M. Fauvelle* nevéhez fűződik. Meg kell jegyezni azonban, hogy *Robert Beart* 1844 júniusában benyújtott szabadalma mégiscsak a legrégibb ismert leírás az öblítéses kútfúrásról. A normális öblítéses fúrásról így írt: „a használt szerszámmal leválasztott vagy elmozdított anyagot a víz ragadja el".

1845-ben *Fauvelle* a dél-franciaországi Perpignanban öblítéses forgófúrással 170 m-re fúrt le 23 nap alatt, (140 h a tiszta fúrási idő), 15 cm átmérővel. Az 1,2 m/h fúrási sebesség, az akkori felkészültséggel, rendkívüli teljesítmény volt.

Erről a rendszerről maga *Fauvelle* 1846-ban „Egy új módszerről az artézi kutak fúrásánál, iszapkanál használata nélkül" címmel [31] számolt be, amit felolvastak a philadelphiai Franklin Intézetben is.

Beszámolójában az egyik fúrásnál a lyukbővítési munkálat alkalmával látottakról így ír: „meglepődtem annak megfigyelésekor, hogy nem volt szükség forgatni a fúrószerszámot, hogy megszabaduljon az agyagtól és hogy emelkedjék az a talpról, felkerült azzal együtt oldat formájában az összes kőzetanyag, amelyet a bővítőszerszám leválasztott a lyukfalról". „Ez a megfigyelés adta azt a gondolatot, hogy fúrórúdként csövet használva azon át vizet lehet szivattyúzni a lyukba és amint a víz a fúrólyukba süllyed, úgy fel is emelkedik és magával kell hozzon minden furadékot".

11. M. M. Degousée

1847-ben Párizsban „Guide du Sondeur" („A fúrás segédlete") című könyv [32] jelent meg *Degousée* tollából. Ez értékes adatokkal gyarapította az akkori idevágó szakirodalmat. A könyv német fordításban 1851-ben jelent meg Quedlinburgban [33].

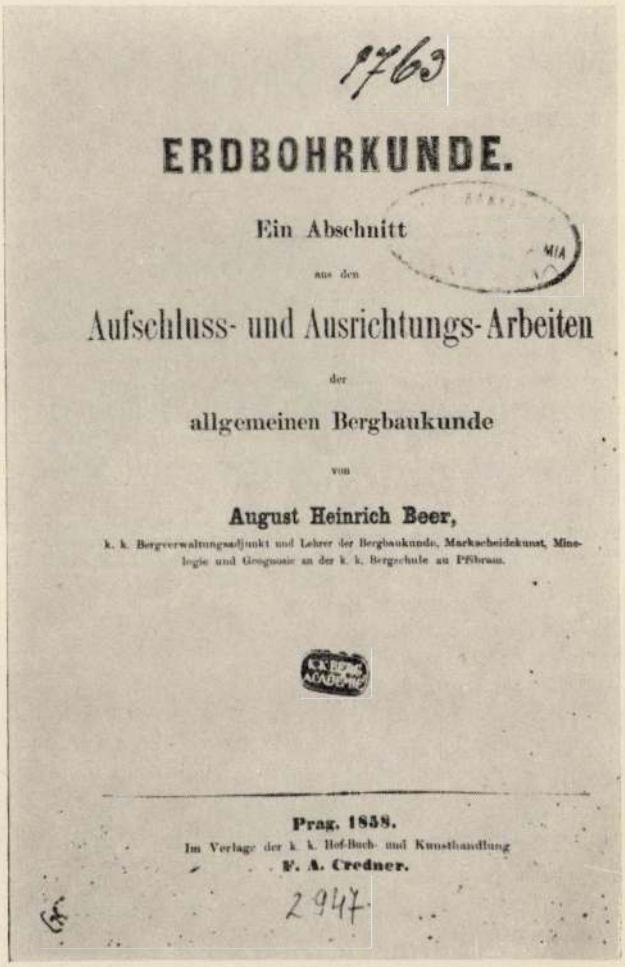
12. A. H. Beer

A kor legbővebb és legrészletesebb anyaga a volt selmeci diáknak, a császári és királyi bányászati hivatal adjunktusának és a Pribrami csász. és kir. bányaiskola bányaépítéstan-, felméréstan-, ásványtan- és földtantanárának, *August Heinrich Beernek* tolla alól került ki 1858-ban Prágában „Erdbohrkunde" címmel [34] *(6. kép)*.

Beer könyvének előszavában a napról napra erőteljesebben előretörő fúrásról beszél, amelyről a különböző folyóiratokban, kiadványokban számtalan értekezés jelent meg, azonban a szerzőnek jutott azon kötelesség, hogy „az akkori kor követelményeinek megfelelő szisztematikus tankönyvet kell a tanulók kezébe adni, a sok irodalmat egy speciális cél érdekében át kell dolgozni a fúrásra vonatkozóan", amely tankönyv „minden más bányaipari szakembernek, mérnöknek és iparosnak jól kezelhető vezérfonalat ad".

Munkáját öt fő fejezetre osztja az alábbiak szerint:

I. Az ütőfúrás előmunkálatai és felszerelése;
II. Az egyes fúrófelszerelések, szerszámok és berendezések vizsgálata és leírása;


1763

ERDBOHRKUNDE.

Ein Abschnitt

aus den

Aufschluss- und Ausrichtungs-Arbeiten

der

allgemeinen Bergbaukunde

von

August Heinrich Beer,

k. k. Bergverwaltungsadjunkt und Lehrer der Bergbaukunde, Markscheidekunst, Mineralogie und Geognosie an der k. k. Bergschule zu Přibram.

Prag. 1858.

Im Verlage der k. k. Hof-Buch- und Kunsthandlung

F. A. Credner.

2947

6. kép
Az „Erdbohrkunde" címlapja August Heinrich Beertől

III. A tulajdonképpeni fúrási módszer;
IV. A fúrásnál fellépő nehézségek kiküszöbölése (a mentés);
V. A fúrás más fajtái a felszín alatt és a föld felett (beleértve a forgófúrás alkalmazásának lehetőségét is).

Mindezt 380 oldalon keresztül tárgyalja, és közben a mondottakat 371 ábrával szemlélteti, amelyekről így ír: „az összes ábrát mértékhelyesen rajzoltuk, így mindegyik könnyen használható". *Beer* könyve végén a talaj- és kútfúrás bőséges irodalmi felsorolását is adja.

13. C. Hartmann

Carl Hartmann bánya- és kohómérnök 1843-ban adja ki „Gyakorlati útmutatás ásott és fúrt kút, vagyis ún. artézi kutak telepítésére és hasznosítására" című könyvét Weimarban, *B. F. Vogt*nál. E munka a maga idejében az idevágó irodalom egyik kiemelkedő műve.

„A művészetek és kézműipar új területei" című sorozat keretében az 1859-ben megjelent 3. bővebb kiadás [35] *(7. kép)* a legújabb forrásmunkák felhasználásával, főleg a tárgybeli számos művel kiegészítve készült el.

A mű négy fejezetre oszlik. Az első fejezetben a különféle kutakról, valamint a kútvíz adottságairól tesz említést. A második fejezet címéül „Az artézi kutak általános szemléletét" választotta a szerző. A következő fejezet a legjobb és legújabb fúróeszközök és a velük való munkafolyamatok leírását tartalmazza, míg a befejező — negyedik — fejezet több tanulságos (köztük a passyi) artézi kút létesítéséről szóló beszámolót tartalmaz.

Hartmann művének megírásához a szaklapokban megjelent újabb cikkeken kívül *Buchland* és *von Leonhard* geológiai kézikönyvét, *Fischer* freibergi gépmester cikkét, valamint *V. Dechen* bonni bányamester értekezését is felhasználta.

Practiſche Anleitung

zur

Anlage und Benutzung gegrabener und gebohrter

oder ſogenannter

artesiſcher Brunnen,

zur

Aufſuchung von Süßwaſſer-, Salzſool- und Mineralquellen, ſowie auch zum Erbohren von Steinſalz-, Braun- und Steinkohlen-Lagerſtätten.

Nach den beſten Hülfsmitteln bearbeitet

von

Dr. Carl Hartmann,

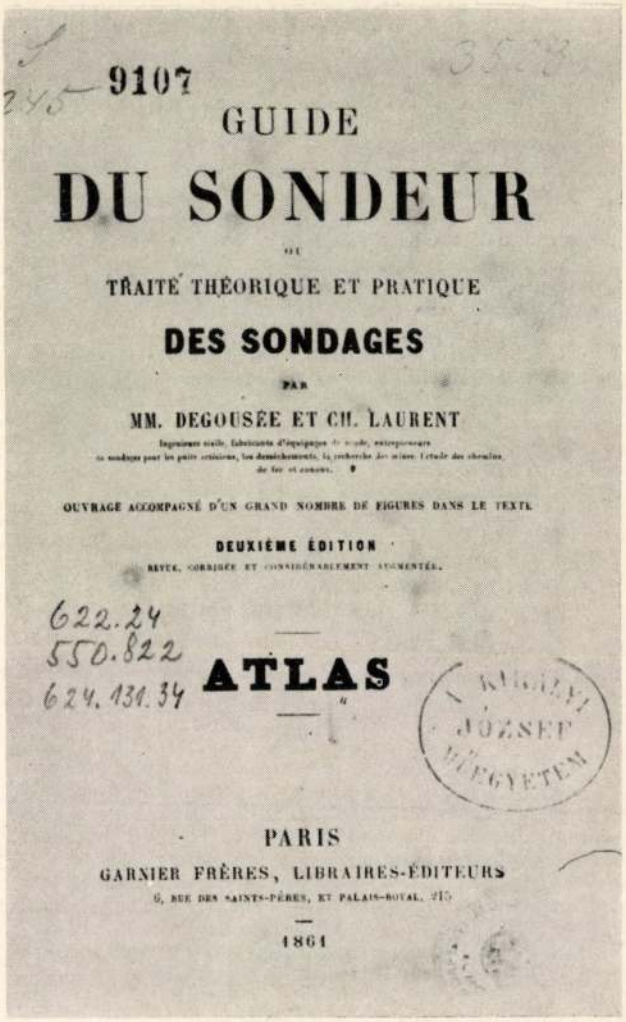
Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 8 lithographirten Langfolio-Tafeln.

Weimar, 1859.

Verlag, Druck und Lithographie von B. F. Voigt.

7. kép
Carl Hartmann „Artézi kutak" című könyve harmadik kiadásának címlapja



9107

GUIDE

DU SONDEUR

OU

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE

DES SONDAGES

PAR

MM. DEGOUSÉE ET CH. LAURENT

OUVRAGE ACCOMPAGNÉ D'UN GRAND NOMBRE DE FIGURES DANS LE TEXTE.

DEUXIÈME ÉDITION

622.24
550.822
624.131.34

ATLAS

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

1861

8. kép
A francia szerzőpár fúrási kézikönyve és ábragyűjteménye

14. M. M. Degousée és Ch. Laurent

1861. április 4-én *M. M. Degousée* és *Ch. Laurent* fúrásvezetők felügyelete mellett kezdték meg Franciaországban a Rochefort melletti fúrást. Az 1866 szeptemberében elért 2636 láb — 856,76 m — mélységével a világ legmélyebb fúrása volt.

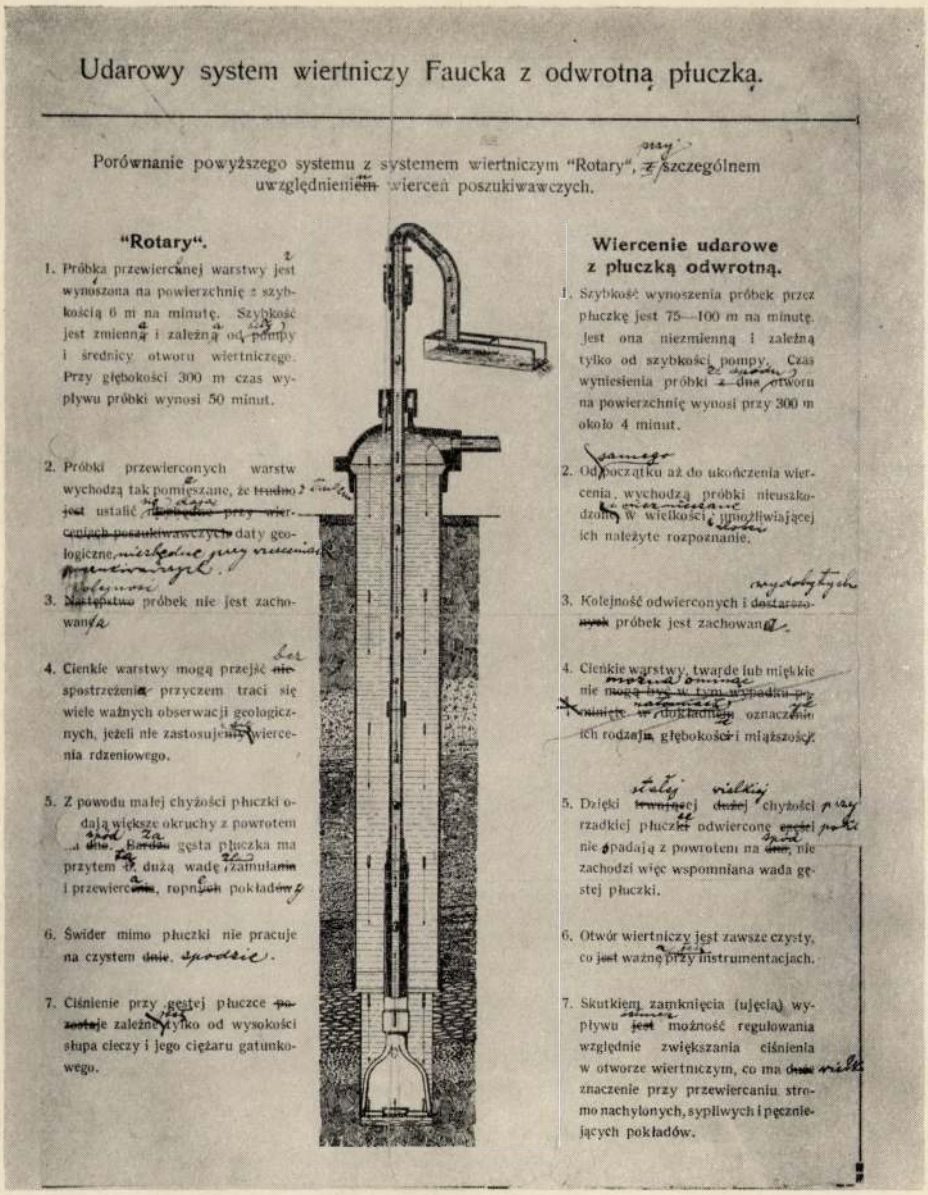
A fúrást vezető kettősnek a műszaki irányítás mellett még arra is maradt ideje, hogy a fúrás megkezdésének évében kiadják a „Fúrás elméletére és gyakorlatára vonatkozó kézikönyv vagy segédlet" című könyvüket. Rövid leírást adtak benne az angliai, németországi kútfúrásokról a *Fauvelle*-féle öblítési módszerről, majd a francia fúrási módszereket írják le.

Ugyancsak e két szerzőtől származik az a fúrási „Atlas" [36], amelyben szerszámok, fúrótornyok stb. ábráit gyűjtötték össze *(8. kép)*.

15. Zsigmondy Vilmos

Zsigmondy Vilmos, megválva a vidéken hosszú ideig folytatott gyakornoki tevékenykedéstől, a kért önálló bányaügynökségi iroda felállításának engedélyezése után 1860-ban Pestre költözött.

Bányaügynöki munkája mellett — a folytonos tevékenységet megszokva — *Zsigmondy* egy nagyon jelentős vállalkozásba, egy *Combes*-szerű magyar nyelvű, 4 kötetre tervezett bányaműveléstan megírásába fogott. Az első kötetét 1864. okt. 24-én fejezte be az előszó szerint, és a könyv 1865-ben Pesten meg is jelent, a korszerűen hangzó „Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra" címmel, „A kutatás, furászat, s az artézi kutak" alcímmel [37]. Az első részben — azaz kötetben — tárgyalja



9. kép
A fordított (bal-) öblítésű ütőfúrás előnyei az egyenes (jobb-) öblítésű rotari fúrással szemben Fauck szerint. A javítások B. Petuchtól származnak

a szénkutatással és a bányaműveléssel kapcsolatos problémákat, de nagy teret szentel a fúrásnál használatos eszközöknek, majd röviden megemlékezik az artézi kutak elméletéről és vizük felszínre hozataláról.

E munka magyar nyelven az első bányászati szakmunka. Sajnos a négy kötetre tervezett sorozat folytatása a szerző súlyos betegsége miatt — a magyar bányászat nagy kárára — elmaradt.

Zsigmondy „Bányatanának" előszavában így ír: „a fúrást tárgyaló fejezetre nézve leginkább *Beer, Bruckmann* és *Kind* kitűnő munkái után indultam. Nem hinném, hogy a furászat jelenlegi álláspontját tekintve találhatnánk valami fontosabb idevágó készüléket, eszközt vagy műtétet, mely figyelmemet elkerülte volna, habár elismerem, hogy igen sok régibb készüléket és eszközt, mely az újabbkori találmányok következtében nélkülözhetővé vált, annak tekintetbe vételével mellőzendőnek véltem". Jelentős továbbá az előszóból az a rész, melyben *Zsigmondy* az artézi kutaknak hazánkban az ivóvíz kérdésének szempontjából való fontosságára utal az alábbiak szerint: „Pedig az artézi kutak kérdése vajmi fontos hazánkra nézve, melynek számtalan helysége jó minőségű s mindennemű czélra használható vizet nélkülözni kénytelen, holott ezen bajnak az orvoslása az érintett kutak előállítása által sok helyütt véglegesen eszközöltethetnék."

A kiváló és korszakalkotó munka tulajdonképpen a későbbi vízfeltáró munkáinál bizonyult nagyon hasznosnak és az elért eredmények tették — *Zsigmondy*nak a „furász"-nak — nevét ismertté az egész országban, sőt hazánk határain túl is.

16. A. Fauck

Az amerikai születésű *Albert Fauck* mérnök elméleti és gyakorlati téren remekül felkészülve, 1867-ben hozta az első amerikai kötél-fúróberendezést Galiciába. Ő dolgozta ki a szabadoneső vízöblítéses fúrást, midőn elsőként megfogalmazta a tiszta lyuktalp megvalósításának szükségességét, mint a fúrási teljesítmények fokozásának alapfeltételét. Szerinte a „tiszta lyuktalp" megvalósításának legjobb módja a fordított (bal) öblítés. Ennek előnyeit a jobböblítésű rotari fúrással szemben pontokba szedve foglalta össze *(9. kép)*.

Albert Fauck, a XIX. század fúrási technikájának egyik leg-

kiválóbb képviselője, számtalan újításával különös gondot szentelt az olcsó és biztonságos fúrásnak.

*Fauck*nak a mélyfúrás technikájával kapcsolatos irodalmi hagyatéka a következő:

1877-ben Lipcsében *A. Félix* kiadásában „Bevezetés a földfúró használatába" című könyvet ad közre [38], melynek előszavában így ír: „Ennek a kis műnek az a célja, hogy egy rövid összehasonlító összefoglalást adjon az új és a régi fúrási módszerek között, valamint ezeknek felhasználására útmutatást nyújtson, mivel a régi és az újabb szakmai irodalomban egyes módszerek leírása vagy egészen hiányzik vagy legfeljebb ezeket hézagosan érinti, és a szaklapokban megjelenő új fúróberendezések leírása sem mindenkinek hozzáférhető", valamint „a kezdők is könnyen tudjanak tájékozódni, egy fúrási munka kezdéséhez a megfelelő fúróberendezést ki tudják választani, és a saját kísérletek miatt sok időt és költséget tudjanak megtakarítani."

Könyvében részletesen tárgyalja fejezetenként a fúrási szerszámokat (a forgó, ejtő- és ütőfúrásokhoz), a segédeszközöket (csövező-, bővítő- és fogószerszámok), a fúrótornyokat és azok felszerelését (kézi és gőzgéphajtású fúrásmódokhoz), magát a fúróberendezést és a fúrási munkák során előforduló műszaki baleseteket (rudazattörés, kötélszakadás, vésőtörés, szorulások stb.).

A fúrómérnökök és fúrótechnikusok nemzetközi vándorgyűléseinek (Wander-Versammlung) alapítási évével, 1885-tel esik egybe az első, tisztán műszaki oldalról megvilágított fúrási tudományt felölelő „A földfúrás-technika fejlődése" című műve [39] első kötetének lipcsei kiadása.

1889-ben ismét Lipcsében adja ki *Fauck* „A mélyfúrástechnika újdonságai" című munkáját [40], amelynek előszavában indokolja újabb könyve szükségességét, mondván: a „Bevezetés a földfúró használatába" című mű [38] megjelenése óta a mélyfúrás-technika területén számos újdonság jelent meg, ez tette szükségessé a további kiegészítést. . ., amely főleg az ütveműködő berendezések tökéletesítésével foglalkozik."

Fauck ebben a könyvében, amelyet 32 ábra és 5 litografált táblázat egészít ki, a bevezető történeti visszapillantás után az „ütvefúrás"-ról szól, majd ismerteti ennek szerszámait. néhány fúróberendezés jellemzőit, a fúrószerszámok összekapcsolási megoldását, a kézi és a gőzgéphajtású fúráshoz alkalmazható fúrótornyokat és fúrási eszközöket, a fúrólyuk csövezését, a fúrási munkáknál előforduló baleseteket, a fúrásnál alkalmazható ferdeségméréseket és a fúrási módszerek kiválasztását.

Fauck a harmadik, idézett könyvében több alkalommal kitér a *Zsigmondy Béla* által használt szerszámokra (Keilverschluss, Müfferring). említést tesz a *Zsigmondy* alkalmazta rókalyukról (Füchse), amelyet dinamitrobbantással készített és hasadékos mészkőben alkalmazott, majd ismerteti a *Zsigmondy* által kivitelezett legegyszerűbb fúrólyuk mélyítését.

17. E. Spon

Albert Fauck második könyve megjelenésének évében, 1885-ben Londonban lát napvilágot *Ernest Spon*nak, a Mérnöki Társaság, a Franklin Intézet és a Geológiai Szövetség tagjának a „Water Supply" azaz a „Vízellátás" főcímű sorozat keretében *(10. kép)* „A süllyesztett és fúrt kutak jelenlegi gyakorlata geológiai megfontolásokkal és gyakorlati példákkal" című munkája [41].

Spon könyvének célját úgy fogalmazza meg, hogy ismertetni kívánja „a vízbeszerzés modern gyakorlatát, egyrészt személyes tapasztalata, másrészt a legtekintélyesebb szakemberek véleménye alapján. A vízellátás fontossága ahelyett hogy csökkenne, az ipari és társadalmi élet fejlődésében egyre fontosabbá válik."

Miből adódik a kutak működésének sok szabálytalansága? — teszi fel a kérdést a szerző, majd azonnal megadja a választ is: „. . . ez a kutak rossz elhelyezéséből, telepítéséből vagy a föld alatti víz kutatásának igen gyakran elhamarkodott módjából ered. Ami az első okot illeti óvatosság szükséges a kút helyének kiválasztása során. Az e célra kiválasztott terület földtani ismerete nélkül való kúttelepítés felesleges pénzkidobás. A kutak telepítésére alkalmas területek kijelöléséhez a geológia gyakorlati alkalmazása elmaradhatatlan."

A kúttelepítés szemszögéből kiindulva, geológiai megfontolásokkal ismerteti a szerző a fúrt és a süllyesztett kutak készítésének gyakorlatát, számtalan információval — amelyeket a világ minden tájáról levelező partnerektől kapott — és példával, mintegy 271 oldalon keresztül.

Angol nyelven talán ez a mű a század legrészletesebb, összefoglaló anyaga a vízellátásról és a kútfúrásról.

18. Th. Tecklenburg

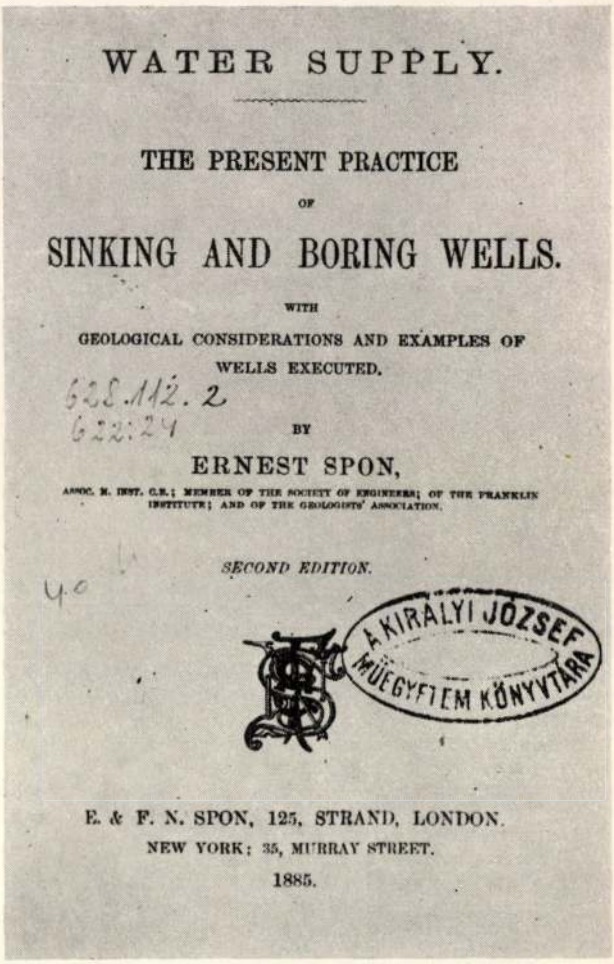
Theodor Tecklenburg titkos bányatanácsos, „a mélyfúrás tanának atyja" —, ahogy magát tréfásan nevezte —, szakmájában a mélyfúrástudomány területe felé fordult, s ezen a területen korának egyik legelső tekintélyévé vált.

A mélyfúrástan minden területének alapvető műve az 1886—1896 között hat kötetben megjelent „Handbuch der Tiefbohrkunde" [42], azaz „A mélyfúrástudomány kézikönyve" című munkája. Amit a mélyfúrástudomány területén az egész világon elértek, arról könnyen felfogható, általános ismereteket nyújtott, s így a fenti munka gyakorlati jelentőségét nem lehet elég nagyra értékelni.

Az egyes kötetek címe az alábbi:

I. kötet: Az angol, német és kanadai fúrásmód (Lipcse, 1886),
II. kötet: Öblítéses fúrási mód (Lipcse, 1887),
III. kötet: Gyémántfúrási mód (Lipcse, 1889),
IV. kötet: Kötélfúrási mód (Lipcse, 1889),
V. kötet: A vízszintes és ferdefúrás. A fúrólyukfal bővítése és biztosítása. A fogómunka. A szivattyúüzem. Mélyfúrás elektromos és különleges új német, osztrák, francia, angol, dán, amerikai és kínai berendezésekkel (Lipcse, 1893),
VI. kötet: Aknafúrás (Lipcse, 1896).

Mint *Tecklenburg* mondja: „Jelen mű megírásánál az volt a vezérlő elv, hogy a szaktársak és a többi érdeklődő számára rendszeres áttekintést adhassunk, amely irodalmunkban hosszú évek óta a mélyfúrástudomány anyagáról lényeges", kezdte *Tecklenburg* az I. kötet előszavát. Majd a továbbiakban így ír: „Ennek kapcsán ügyelnünk kellett arra, hogy minden felhasználható adatról tegyünk jelentést. Az anyag sokrétűségéből adódott az a célszerűség, hogy a mélyfúrástudományt egyedi,


WATER SUPPLY.

THE PRESENT PRACTICE
OF
SINKING AND BORING WELLS.
WITH
GEOLOGICAL CONSIDERATIONS AND EXAMPLES OF WELLS EXECUTED.

622.112.2
622:24

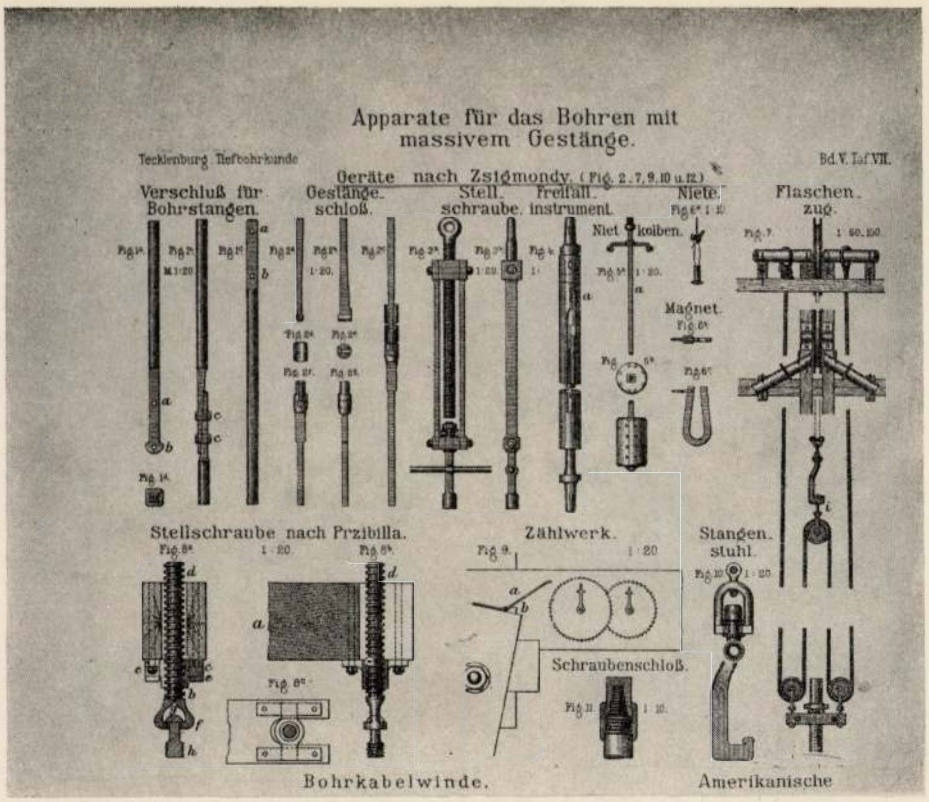
BY
ERNEST SPON,
ASSOC. M. INST. C.E.; MEMBER OF THE SOCIETY OF ENGINEERS; OF THE FRANKLIN INSTITUTE; AND OF THE GEOLOGISTS' ASSOCIATION.

SECOND EDITION.

4°
A KIRÁLYI JÓZSEF MŰEGYETEM KÖNYVTÁRA

E. & F. N. SPON, 125, STRAND, LONDON.
NEW YORK: 35, MURRAY STREET.
1885.

10. kép
Ernest Spon a „Water Supply" című sorozatban megjelent könyvének fedőlapja



11. kép
Zsigmondy Béla fúrási szerszámai — a 2., 7., 9., 10., és 12. ábrán — Tecklenburg „Mélyfúrástudomány" című kézikönyvéből

önálló munkálatok szemszögéből mutassuk be, és így lehetőséget adjunk a tanároknak és tanulóknak egyaránt, a bányásznak és a fúrótechnikusnak, a mérnöknek, a gyártónak és a vállalkozónak, hogy ezen a területen naprakész színvonalon tarthassák magukat. Olyan művet adunk a kezükbe, amely a tanulmányokhoz és az ismereteknek bővítéséhez vezet, és amely a lehetséges legtökéletesebb irodalmi összefoglalóval speciális forrásmunkák felhasználását teszi lehetővé. A képes ábrázolást, a nemzetközi irodalmi nyelvezetet, a leírást mint az ábrázolás szükséges kiegészítését elengedhetetlennek és fontosnak tekintettük." Majd így folytatja „.... jogosultnak érzem magam, hogy egy olyan átfogó, kizárólagosan a mélyfúrástudománynak szentelt munkával lépjek a nyilvánosság elé, amely 1858-tól, *Beer* „Földfúrástan"-ának [34] kiadása óta nem jelent még meg."

Tecklenburg műveihez — hogy a kép minél tökéletesebb legyen — részben saját tapasztalataiból szerzett bőséges adatokat, részben megjelent szakcikkeket, a másoktól kapott kitűnő értesüléseket, találmányokat és eszmefuttatásokat, már kivitelezett vagy éppen folyamatban levő munkálatok adatait gyűjtötte össze.

A hazai mélyfúrástechnikát különösen az V. kötet érinti közelebbről, ahol „A pesti *Zsigmondy Béla* fúróberendezése" cím alatt a *Zsigmondy* által használt szerszámokat: a rudazatkapcsolót, az állítócsavart, a szabadonejtő készüléket, a rudazatéket, a fúrócső kiemelésére és beengedésére szolgáló emelőművet, valamint az acél fúrókábelcsörlőt ismerteti *(11. kép)*.

Tecklenburg neve a mélyfúrás tudományának történetével elévülhetetlenül összeforrott.

19. Litschauer Lajos

A század utolsó évében jelentkezik *Litschauer Lajos* királyi főmérnök a „Mélyfúrás, különös tekintettel Magyarország bányászati viszonyaira" című könyvecskéjével, amely „A Magyar Bányászfelőr Kézi Könyvtárá"-nak VI. kötete volt *(12. kép)*. „A kis füzetben mindazt el akarjuk, el fogjuk mondani — írja az előszóban *Litschauer* — amit a bányászfelőrnek, a fúrómesternek a hasznosítható ásványok telepeinek földfúrás útján való megnyitása köréből tudnia kell, s még a kútfúrás mesterségébe is be fogjuk vezetni az olvasót".

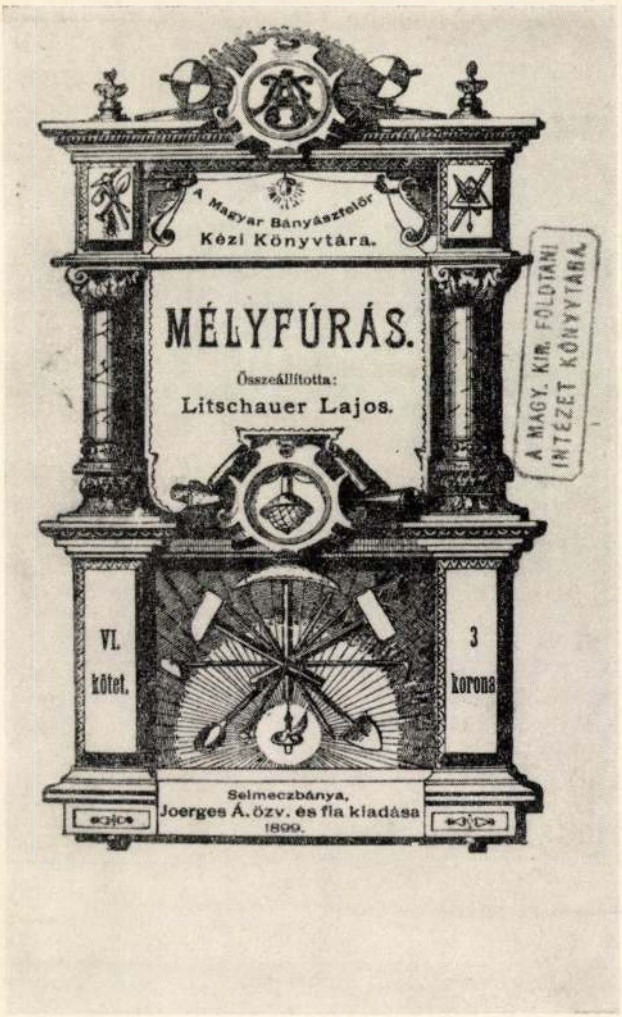
A szerző Selmecbányán, 1898 júliusában írt művéhez *Zsigmondy* „Bányatanát", *Beer*, *Serló* és *Köhler* műveit, valamint *Tecklenburg* híres mélyfúrástanát használta fel. A 172 oldalas könyvecskét *Litschauer* 157 ábrával illusztrálta és több táblázatot közölt. A VI. fejezetben a mélyfúrás céljából kiindulva a különböző rendszerű fúrásokat ismerteti, s ezenkívül a mélyfúrás alkalmazását is tárgyalja. Műve céljáról ezt írja: „A gyakorlat foglalkozásai közben felmerülő kérdésekre gyorsan megtalálhatni a könnyen nyerhető, további beható tanulmányozást nem kívánó felvilágosító feleleteket" [43].

*Litschauer Lajos*nak a három kötetet felölelő „Bányaművelés-tan"-án [44] és a Bányászati és Kohászati Lapokban megjelent folytatásos ismertetésén kívül [45] a fent tárgyalt könyvecskéjéhez könnyen hozzáférhettek a vízkutatási szakmával foglalkozó kivitelezők.

Összefoglalás

A mélyfúrástudomány területét érintő és megjelenésük sorrendjében ismertetett művek nemcsak a kutak fúrására, kiképzésére kialakult módszerekről szóltak, hanem a kutak termelésének irányvonalait is tárgyalták. E művek közül néhány még ma sem avult el, sőt számos, e könyvekben felvetett probléma ma is élő, megoldásra váró feladat.

A tárgyaltakon kívül természetesen sok más munka is megjelent Európában. Hazánkban *Zsigmondy Vilmos* „Bányataná"-n és *Litschauer* „Mélyfúrás"-án kívül a századfordulóig — egy-egy nevezetesebb fúrási részletkérdés ismertetésén, leírásán [46—50] kívül — a vízkutatást és mélyfúrást tárgyaló újabb összefoglaló mű nem jelent meg. A hazai vízkutatás és kútfúrás fellendülése pedig éppen *Zsigmondy Vilmos* nyomán, halála után vette kezdetét. Az általa kijelölt úton — és hozzá méltóan — unokaöccsén, a híres fúrási vállalkozón, *Zsigmondy Béla* mérnökön kívül nagyon kevés hazai kivitelező haladt. A szakirodalom hiánya éreztette is hatását az 1890 után fúrt kutak, sokszor szakszerűtlen kiképzésén. A kútfúrás terén vezető szerepet játszó, európai hírű *Zsigmondy Béla* mérnök, és vállalkozó,



12. kép
A Magyar Bányászfelőr Kézi Könyvtára VI. köteteként megjelent „Mélyfúrás" fedőlapja, Litschauer Lajos összeállítása

valamint egynéhány jól képzett fúrási kisiparos igen sok jó kutat fúrt, azonban számos kontárnak ítélhető kútfúró tevékenysége folytán szaporodtak az országban a rossz kutak is.

Érdekességként említhető, hogy a jelen század 60-as, 70-es években előtérbe és a megvalósítás stádiumába került *Zsigmondy* ama gondolata, amelyik a geotermikus energia felhasználását szorgalmazza és amellyel már *Dercsényi József* is foglalkozott, sőt *Bruckmann* a módszert a gyakorlatban is alkalmazta.

IRODALOM

[1] *Corazza, O.:* Geschichte der artesischen Brunnen. Leipzig, 1902. 119 p.
[2] *Wimet, P. A.:* Histoire ou legende? Le puits artésien de Lillers nyomán *Biske, E.:* Der artesische Brunnen von Lillers — Geschichte oder Legende? Bohrtechnik Brunnenbau Rohrleitungsbau Apr. 123—5 (1963).
[3] *Cassini, D.:* Histoire de l'Academie Royale de Sciences (1671).
[4] *Cassini, D.:* Sur la maniére de faire des puits et des jets d'eau a Modéne, 1684.
[5] *Ramazzini, B.:* De fontium mutinensium admiranda scaturigine, tractus physico-hydrostaticus 1691, Mutinae.
[6] *Ramazzini, B.:* Bernardini Ramazzini Opera omnia medicea et physiologica etc. Genevae, 1717.
[7] *Sturm, L. Ch.:* Vollständige Anweisung, Wasserkünste, Wasserleitungen, Brunnen und Cisternen wohl anzugeben etc. etc. Augsburg, 1720.
[8] *Belidor, B. F.:* Science de l'Ingenieur (1729).
[9] *Lehmann, Chr. Tr.:* Beschreibung eines Bergbohrers, wie solcher nebst seinen dazu gehörigen Stücken gefertigt und damit operiert werden solle. Züllichau (Jena) A. 1750.
[10] *Delius, Chr. Tr.:* Anleitung zu der Bergbaukunst nach ihrer Theorie und Ausübung, nebst einer Abhandlung von den Grundsätzen der Berg-Kammeralswissenschaft für die Kaiserl. Königl. Schemnitzer Bergakademie. Wien, 1773. (Bevezetés a bányatan elméletébe és gyakorlásába, valamint a bányakincstári tudományok alaptételeinek ismertetésébe. Bp. OMBKE bányászati szakosztály kiadás. 1972. 479 p. 24 tábla.)
[11] *Gordiev, D. I.:* Osznovnüe detali isztorii otecsesztvennoj gidrogeologii. Izd. Akademii Nauk SZSZSZR. Moszkva, 1958. p. 61—160.
[12] *Garnier, F.:* Traité sur les puits artésiens, ou sur les différentes éspeces de terrains, dans lesquels on doit rechercher des eaux souterraines. Paris, 1821.
[13] *Garnier, F.:* De l'art du fontainiers sondeur et puits artésiens. Paris, 1824.
[14] *Garnier, F.:* Ueber die Anwendung des Bergbohrers zur Aufsuchung der Brunnenquellen und die Art der Anlage von Brunnen in der Grafschaft Artois von J. Waldauf von Waldenstein. Wien, 1824.
[15] *Dickson, N.:* An essay on the art of boring the earth, for the obtainment of a spontanious flow of water, with hints towards forming a new theory for the rise of waters. New-Brunswick, 1826.
[16] *Thury, H.:* Considérations geologiques et physiques sur la cause du jaillisement des eaux des puits fores on fontaines artificielles et recherches sur l'invention de la sonde, l'etat de l'art, du fontenieur-sondeur et le degré de probabilité du succes des puits fores. Paris, 1829.
[17] *Boner, C. V.:* Vollständiger Unterricht über die Anlage der Bohr- und artesischen Brunnen. Münster, 1830. 74 p. 3 tábl.
[18] *Bruckmann, J. A.—Bruckmann, A. E.:* Vollständige Anleitung zur Anlage, Fertigung und neueren Nutzanwendung der gebohrten oder sogenannten artesischen Brunnen. Heilbronn am Neckar, 1833. 384 p. 9 tábl.
[19] *Blume, J. A.:* Die artesischen Brunnen. Dresden und Leipzig, 1831.
[20] *Schimming, K. W.:* Einige Worte über artesische Brunnen und deren Erdbohrung. Halle, 1831.
[21] *Poppe, J. H. M.:* Die artesischen Brunnen, ihre Beschaffenheit, die Art ihrer Verfertigung und ihre Benutzung, mit allen dazu gehörigen Instrumenten und Maschinen zum Bohren, Ausfüttern und guten Einrichten dieser Brunnen als Spring-, Lauf- und Pumpbrunnen. Tübingen, 1831.
[22] *Spetzler, J. H.;* Anleitung zur Anlage artesischer Brunnen. Lübeck, 1832.
[23] *Meyer, G.:* Die neuesten Erfahrungen und Verbesserungen in der Anlegung und im Bohren artesischen Brunnen. Quedlinburg, 1833.
[24] *Id. Derczeni Dercsényi J.:* Az artézi kutakról, honunkra alkalmaztatva. Tudománytár, Buda, 1836. p. 132—151. 1 táblázat.
[25] *Viollet, J. B.:* Theorie des puits artésiens suirie d'une instruction practique trés-étuende sur les moyens d'utiliser ces puits dans les arts et dans l'agriculture. Paris, 1840.
[26] *Kind, K. G.:* Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher nach den neuesten und bewährtesten Erfahrungen nebst Beschreibung der hölzernen Bohrgestänge. Luxemburg, 1842.
[27] *Combes, M. Ch.:* Traité de l'exploitation des mines I—II—III. Paris, 1844—45.
[28] *Combes, M. Ch.:* Handbuch der Bergbaukunst oder die Lehre von der Aufsuchung u. Gewinnung nutzbaren Mineralien. 2 Bd. Weimar, 1852.
[29] *Sagey, M.:* Note sur le jaugeage des puits artésiens. Ann. des Mines III. 4., 1843. 347 p.
[30] *Haering K.:* Gyakorlati útmutatás az artézi kutak fúrására. Temesvár, 1844. 135 p., XIII táblázat.
[31] *Fauvelle, M.:* Über eines neues Verfahren (ohne Anwendung der Schmantlöffel) artesische Brunnen zu bohren. Comptes-rendues des travaux des ingenieur des mines 1846. No 9 und Vol. 23. p. 438—40. Hartmann Zeitschrift I. 6 (1847). p. 721. Journal of Franklin Institut, XII. kötet.
[32] *Degousée, M. M.:* Guide du sondeur. Paris, 1847.
[33] *Degousée, M. M.:* Die Anwendung des Erd- und Bergbohrers zu Aufsuchung nützlicher Mineralien etc. Quedlinburg, 1851.
[34] *Beer, A. H.;* Erdbohrkunde. Prag, 1858. 399 p., IV táblázat.
[35] *Hartmann, C.:* Practische Anleitung zur Anlage und Benutzung gegrabener und gebohrter oder sogenannter artesischer Brunnen. Weimar, 1859. 283 p., 8 tábl.
[36] *Degousée, M. M.—Laurent, Chr.:* Guide du sondeur ou traité théorique et pratique des sondages. — Atlas. Paris, 1861.
[37] *Zsigmondy V.:* Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra. A kutatás, fúrászat és az artézi kutak. Pest, 1865. 183 p., XVII tábla.
[38] *Fauck, A.:* Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig, 1885. 76 p., X táblázat.
[39] *Fauck, A.:* Fortschritte in der Erdbohrtechnik. Leipzig, 1885.
[40] *Fauck, A.:* Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Leipzig, 1889. 68 p., 32 ábra, V táblázat.
[41] *Spon, E.:* The present practice of sinking and boring wells. With geological considerations and examples of wells executed. Water Supply. London, 1885. 272 p., 1 tábl.
[42] *Tecklenburg, Th.:* Handbuch der Tiefbohrkunde, I—VI.
I. Das englische, deutsche und canadische Bohrsystem. Leipzig, 1886. 116 p., 32 tábl. (Zweite Auflage 1900. 234 p., 22 tábla.)
II. Das Spülbohrsystem und besonders die Schnellschlagmethode. Leipzig, 1887. 140 p., 13 tábla. (Zweite Auflage 1906. 208 p., 15 tábla.)
III. Das Diamantbohrsystem. Berlin, 1889. 153 p., 26 tábla.
IV. Das Seilbohrsystem (Brunnenbohren). Leipzig, 1890. 141 p., 26 tábla.
V. Das Horizontal- und Geneigthbohren, da Erweitern und Sichern der Bohrlochswände, die Fangarbeit, der Pumpbetrieb, das Tiefbohren mit elektrischen und sonstigen deutschen, österreichischen, französischen, englischen, dänischen, schwedischen, amerikanischen und chinesischen Apparaten. Leipzig, 1893. 213 p., 30 tábla. (Zweite Auflage neubearbeitet von B. Baak, Berlin, 1914. 276 p., 27 tábla.)
VI. Das Schachtbohren. Leipzig, 1896. 237 p., 27 tábla.
[43] *Litschauer L.:* Mélyfúrás. Különös tekintettel Magyarország bányászati viszonyaira. A Magyar Bányászfelőr Kézi Könyvtára. VI. kötet. 1898. 172 p.
[44] *Litschauer L.:* A magyar bányászati viszonyokat felölelő magyar bányamíveléstan. I—III kötet. Mélyfúrás. II. kötet. p. 685—809. Selmecbánya, 1892.
[45] *Litschauer L.:* A mélyfúrás technológiájának haladása. Bányászati és Kohászati Lapok XXXIII. évf. p. 62—70, 101—14, 161—9.
[46] *Zsigmondy B.:* A talajfúrásokról. Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye 1879. p. 19—33, 156—7.
A ránkherlányi artézi szökőkút. Különlenyomat a Természettudományi Közlöny 1875. novemberi füzetéből. p. 1—14. A hengerfúrás. Földtani Közlöny 1878. III. évf. p. 38—9.
[47] *Halaváts Gy.:* A hód-mező-vásárhelyi két artézi szökőkút. A m. kir. Földtani Intézet évkönyve VIII. kötet, 1889. p. 205—222.
A szentesi artézi kút. Ibid. VIII. kötet, 1888. p. 159—86, IV. táblázat. A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti feloszlása, mélységök, vizök bőségének és hőfokának ismertetése. Budapest, 1896. 103 p. A szegedi két artézi kút. A m. kir. Földtani Intézet évkönyve IX. kötet, 1891. p. 79—97. Versec és vidéke. Budapest, 1885. 22 p., II táblázat.
[48] *Karafiáth Th.:* Die Gasbeleuchtung aus den artesischen Brunnen zu Püspök-Ladány. Allg. Öst. Chem. u. Tech. Ztg. Ig. IX. p. 9.
[49] *Szumrák P.:* Az artézi kutakról, különös tekintettel a hazai ilynemű kutakra. Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye X. kötet, 1876. p. 289—305.
[50] *Herczog Ö.:* Vízszerzés artézi kutak segítségével. Ibid. 1895. évi febr.—márc. havi füzet. 29 ábra, 3 táblázat.

KÖSZÖNTŐ

Tisztelettel és szeretettel köszöntjük a kőolaj- és gáziparért évtizedeken át fáradhatatlanul munkálkodó *PÓRA FERENC*-et 70-ik születésnapja alkalmából.

Egy Nógrád megyei kis bányatelepen született és ott töltötte gyermekéveit is. A bányamérnök apa hamar felébresztette benne a matematika, a műszaki munka iránti érdeklődést.

A budapesti Műegyetemen 1934-ben általános mérnöki diplomát szerzett, elvégezte közben az egyetem közgazdasági szakát is. Érdeklődése a nagy fejlődés előtt álló útépítés felé fordult. Két évig vállalati építésvezető volt, majd a zalaegerszegi Állami Építészeti Hivatal szolgálatába lép. Gyakorlata alapján itt is építésvezetői beosztást kap — az akkor még köves úton meg nem közelíthető, télen a világtól elzárt új olajmezőn — Bázakerettyén. Ez a megbizatás sorsdöntő lett életében. A bányatelepekhez hasonló élet a kedves gyerekkori emlékeket elevenítette fel, és az olajmező útjának átadásakor a jó barátokká vált olajbányász kollégáktól azzal búcsúzik, hogy ha majd a mező bővülése nagyobb építési programot kíván, örömmel dolgozna az olajbányászatban. Erre 1941-ben került sor, amikor is a MAORT alkalmazottja lett.

A Nagykanizsán működő építési osztály munkáját irányító *Bősze Kálmán* közvetlen munkatársaként részt vett az olajmezők úthálózatának, különböző üzemi építményeknek és vállalati lakótelepeknek tervezésében és építésében.

A MAORT államosításával az építési osztály megszűnt, de ő továbbra is az olajbányászatban maradt. 1949 végén az Országos Tervhivatalba helyezték, ahol a kőolajipari csoport vezető főmérnöke lett. Munkájának elismeréseként két ízben kormánykitüntetést kapott.

1957 elején a Kőolajipari Tröszt szervezésekor visszakerült a kőolajbányászathoz, és e szervezetben (OKGT) a földgázipar szervező és vezető egyénisége volt nyugdíjazásáig.

Fáradhatatlanul munkálkodott a gázgazdálkodás kialakításában, annak széles körben való ismertetésében. Szenvedélyesen szerette és ma is szereti szakmáját. Műszaki munkájában alapvető szerepet kapott a gazdaságosság elemzése. Oktatott, szívesen adta és adja tovább gazdag tapasztalatait.

70 évesen, teljes szellemi frisseségben ma is érdeklődő, nem szakadt el a gázgazdálkodástól. Véleményét, tanácsait a gázipar szakemberei kérik és igénylik.

Kívánjuk, hogy még sokáig éljen igen jó egészségben!

Jelinek Tamásné

FELHÍVÁS CIKKÍRÓINKHOZ!

A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) számú rendelete 1980. január 1-től az SI nemzetközi mértékegység-rendszer használatát írja elő.

Ennek megfelelően a jövőben csak olyan cikket fogadunk el közlésre, amely e rendeletnek eleget tesz.

Lapunk 1978. júliusi számában részletesen ismertettük az SI nemzetközi mértékegység-rendszer egységeit és a gyakorlatban való bevezetéséhez az átszámitási tényezőket.

A KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
szerkesztősége

HÍREK AZ ÜZEMEKBŐL

A teljes szelvényű gyémántfúrás legújabb eredményei

A szénhidrogén-bányászatban a gyémántfúrókat 1946-ban kezdték használni, azonban csak az 1950-es évek második felében vált általánossá alkalmazásuk.

A kísérleti eredmények felhívták a mérnökök és a technikusok figyelmét arra, hogy a gyémántfúrók magas beszerzési ára ellenére kedvező méterköltség érhető el, jóllehet, a fúrási szakemberek egy részének még ma is az a véleménye, hogy a teljes szelvényű gyémántfúrókat csak közepes és nagy keménységű rétegek fúrására ajánlatos felhasználni.

A korábbi évek próbálkozásai az NKFÜ-nél nem hozták a várt eredményeket, s ennek okát elsősorban a hiányzó technikai feltételekben kell keresni.

1977-ben lehetőség nyílt arra, hogy az *Algyő-kelet-1.* jelű fúrás mélyen fekvő alsó pannon rétegsorában azonos mélységben és

1. táblázat

A teljes szelvényű gyémántfúrók összesített eredményei

A fúró mérete, típusa	Fúrási pont	A fúró teljesítménye					Gazdaságossági számítás		
		mélység m	a kiépítések száma db	előrehaladás m	fúrási idő h	mechanikai sebesség m/h	méterköltség Ft/m	időmegtakarítás h	rentabilitás Ft
8 $^{15}/_{32}$″ OVB 3 gömbölyű gyémántszemmel	*Algyő-kelet-1.*	2858—3502	1	644	284	2,27	1523	231	324 042
8 $^{15}/_{32}$″ OVB 3 szögletes gyémántszemmel	*Derecske-I.*	3899—3916	1	16	15	1,07	1885	—3	—10 432
	Forráskút-5.	2257—2970	3	701	335	2,09	1621	63	31 825
	Sarkad-keresztúr-20.	2330—2807	4	415	206	2,01	1636	—2	—75 220
	Összesen		8	1132	556	2,04		58	—53 827
8 $^{15}/_{32}$″ OVB 73 szögletes gyémántszemmel	*Forráskút-6.*	2260—3120	1	860	336	2,56	1435	250	362 920
	Sarkad-keresztúr-23.	2396—2893	1	497	219	2,27	1564	91	64 113
	Összesen		2	1357	555	2,45		341	427 033

kőzetben összehasonlítsuk a teljes szelvényű gyémántfúró, a hazai mart fogazású görgős fúró és a korszerű zárt kenőrendszerű, siklócsapágyazású, keményfém fogazású fúró teljesítményeit. (Kőolaj és Földgáz 1978. 7. sz.) A kapott eredmény alapján a forráskúti kutatási területen a $8^1/_2$ hüvelykes alsó pannon szakasz fúrását tökéletesebb kőzetaprítást végző gyémántfúróval terveztük. A megrendelt gyémántfúrók kemény mátrix alapba helyezett, lágy és középkemény kőzetek fúrására alkalmas formájú gyémántszemekkel érkeztek. A fúrók a furadék újraaprításának megakadályozására nagyszámú öblítőcsatornával készültek.

A 8 $^{15}/_{32}$″ OVB3 gyémántfúrókat (szögletes gyémántdarabokkal) végül is három kutatási területen alsó pannon korú agyagmárga és homokkő rétegek fúrására használták fel. E három területen nyolcszor építették ki a gyémántfúrót. Így annak ellenére, hogy a fúróteljesítmény kedvező volt, a gazdasági mutatók kedvezőtlenül alakultak. *(1. táblázat)*. Az elérhető megtakarítás egyszeri kiépítés esetén 136 óra és 136 805 Ft lehetett volna. (Érdemes megemlíteni a kiépítések okait: béléscsősérülés; az öblítőfej meghibásodása; a rotari tömlő cseréje; forgatóasztal-meghibásodás; fúrócső-kinyalódások sorozata!). Ha az előírt fúrási paraméterek legalább a közepes szinten tarthatók lettek volna, a mechanikai sebesség 3 m/h értékre nő.

Az eredmények és tapasztalatok figyelembevételével került sor a 8 $^{15}/_{32}$ hüvelykes OVB73 típusú, szögletes gyémántszemekkel készített fúró használatára. Ezt a gyémántfúrót csak kétszer építették ki (két kutatási területen használták), s az előírt paramétereket is be tudták tartani, így nagyon kedvező eredmények születtek *(1. táblázat)*.

Bízunk a fejlődés további lehetőségében, azonban a gondosan előkészített fúrókiválasztás és -felhasználás mellett, hogy az gazdaságos is legyen, minden esetben meg kell teremteni a szükséges technikai feltételeket is.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(KV, Szolnok)

Schwendtner Imre
okl. kőolajbányász
és mélyfúróipari technikus
(KV, Szolnok)

EGYETEMI HÍREK

Mérnöktovábbképző tanfolyamok

A Mérnöktovábbképző Intézet programja és az OKGT továbbképzési terve szerint az 1978/79. oktatási év tavaszi félévére meghirdetett két tanfolyamunk sikeres vizsgával zárult.

A 68. sz. **Szénhidrogének távvezetéki szállítása, gáz- és folyadékáram-mérés** c. kéthetes tanfolyamon 1979. máj. 7—18. között 22 fő vett részt, főleg a GOV (11 fő) és az NKFV (4 fő) dolgozói. A záróvizsgán 19 fő jelent meg és tett eredményes vizsgát.

A 64. sz. **A szénhidrogénvagyon meghatározásának módszerei** c. egyhetes tanfolyamon 1979. máj. 21—25. között 24 fő vett részt (OGIL 6 fő, KV 6 fő, KFV 6 fő), és a vizsgán minden résztvevő eredményesen vizsgázott.

Az OKGT-vel egyeztetett mérnöktovábbképzési terv szerint az 1979/80. tanévben két tanfolyamot szervezünk, várhatóan a következő időszakban:

1980. január: egyhetes, bentlakásos tanfolyam Miskolcon **Az olajkút mechanikus termelése** címmel.

A tanfolyamon a kőolajtermelés területén dolgozó technológusok és irányító mérnökök részére kívánunk áttekintést nyújtani a segédgázos és mélyszivattyús termelés fejlődéséről.

1980 májusában: **A mélyfúró-berendezések felszíni öblítőrendszere** c. egyhetes, bentlakásos tanfolyamon a mélyfúró-berendezések irányító szakembereinek és az öblítőfolyadékokkal foglalkozó szakembereknek kívánjuk bemutatni a korszerű mélyfúró-berendezések felszíni öblítőrendszerét és az annak gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges szempontokat.

Mindkét tanfolyam az OKGT irányítása alá tartozó vállalatok dolgozói részére vizsgaköteles. A két tanfolyammal zárul az OKGT-vel egyeztetett mérnöktovábbképzési terv első négyéves szakasza. Az OKGT és az NME olajtermelési tanszéke között folyó megbeszélések és egyeztetések szerint az 1980/81. tanévtől újabb 5 éven át az OKGT nem céltanfolyamok, hanem az egyes szakágak fejlődését átfogó vizsgaköteles tanfolyamok szervezését látja szükségesnek, amelyeken kb. öt év alatt minden szakember részt vehet. A nem az OKGT-hez tartozó vállalatok mérnökei részére a tanfolyamok nem vizsgakötelesek és a jelentkezési rendszer változatlan.

Dr. Szepesi József

KÜLFÖLDI HÍREK

Adatok az Európai Gazdasági Közösség kőolaj-feldolgozó iparáról

Mt

	Összes feldolgozó-kapacitás	Tényleges feldolgozás	Leterhelés %	Belföldi értékesítés
1973	795,2	620,2	78	511,5
1974	838,7	573,2	68	476,8
1975	855,7	490,5	57	443,5
1976	855,0	532,7	62	468,4
1977	843,7	530,7	63	459,9

Bjulleten' Inosztr. Kommercs. Inf. 1979. 74. sz.

Kanada földgázfogyasztása

Gm^3

	1978	1990*	2000*
Háztartási szektor	9,6	12,5	15,4
Kereskedelem	9,5	14,1	17,9
Ipar	15,5	23,1	37,0
Összesen	34,6	49,7	70,3

Az ország 1978-ban 71,6 Gm^3 földgázt termelt, amelyből 28,7 Gm^3 jutott exportra.
* Prognózis.
Petroleum Economist 1979. 4.

Szegesi K.

A DKG kísérleti görgős fúróival elért eredmények

A DKG 1978-ban folytatta — egy év kihagyása után — a korszerű zárt, siklócsapágyazású, mart és keményfém fogazású görgős fúrók gyártását. A KV vállalta a kísérleti görgős fúrók kipróbálását és munkájuk kiértékelését.

A görgős fúrók munkájának összehasonlíthatósága érdekében bizonyos szempontokat be kell tartani, mert ezek figyelembevételével lehet csak reális összehasonlító értékeket kapni. A szempontok az alábbiak:

— a mélységi intervallum figyelembevétele;
— a kőzetazonosság figyelembevétele (azonos korú és típusú kőzet);
— közel azonos, illetve az adott típusnak megfelelő fúrási paraméterek betartása (terhelés, fordulatszám, öblítési mennyiség, szivattyúnyomás, iszapfajsúly stb.);
— azonos fúrási terület.

A $8^1/_2$ hüvelyk méretű kísérleti görgős fúrók típusait és eredményeiket az *1. táblázat* foglalja össze.

Típusmagyarázat:

A1NGS — mart fogazású, keményfém átmérővédelemmel, zárt siklócsapágyazással;
M2NGS — mart fogazású, keményfém átmérővédelemmel, zárt siklócsapágyazással;
M4I — keményfém fogazású, keményfém átmérővédelemmel, zárt siklócsapágyazással.

A kísérleti görgős fúrók teljesen elhasználódtak (csapágy vagy fogazás), azokkal a fúrólyukban tovább dolgozni nem lehetett. Az M4I 08 görgős fúró keményfém fogazása kihullott. Általános tapasztalat, hogy a hagyományos fúrókhoz képest jobb eredményt a kísérleti fúrók nem adtak. A fejlesztésnek törekedni kell

1. táblázat

A $8^1/_2$ hüvelykes kísérleti görgős fúrókkal elért eredmények

Fúrási terület	Kísérleti fúró				Összehasonlító fúró			
	típus	sorszám	teljesítmény		típus	sorszám	teljesítmény	
			méter	óra			méter	óra
Forráskút	A1NGS	20	110	32	A1H	41 523	72	24,5
					A1H	41 542	69	19
	M2NGS	12	53	27	A2H	44 410	63	17,5
	M2NGS	13	32	24,5	A2H	44 418	66	14,5
	M2NGS	18	31	23	MOH	27 570	21	17
					M2H	26 398	27	20
Verpelét	M4I	08	22	10	3JS	VT 456	86	29
Sarkadkeresztúr	M4I	09	27	21	A1H	44 324	42	20

2. táblázat

A 12¼ hüvelykes kísérleti görgős fúrókkal elért eredmények

Fúrási terület	Kísérleti fúró					Összehasonlító fúró				
	típus	sorszám	eredmény			típus	db	átlagos eredmény		
			méter	óra	m/h			m/db	h/db	m/h
Komádi	AOHGS	01	337	61	5,5	AOH	12	380	40	9,5
Sarkadkeresztúr	AOHGS	02	428	58	7,4	AOH	14	375	40	9,4
	AOHGS	03	241	49	4,9					

a csapágyak minőségének javítására, valamint a keményfém betétek behelyezésének, illesztésének gondosabb megoldására, a felhasználóknak pedig igyekezni kell a gyártó által javasolt üzemeltetési körülmények betartására.

A 12¼ hüvelyk méretű kísérleti görgős fúrók típusait és a velük elért eredményeket a *2. táblázat* foglalja össze.

Típusmagyarázat:

AOHGS — mart fogazású, keményfém átmérővédelemmel, zárt siklócsapágyazással.

A kísérleti görgős fúrók fajlagos adatai: 335 m/db, 56 h/db és 6 m/h. A fúró élettartamának növekedése 40%-os, de a méretteljesítmény 40 m/db-bal kisebb és a mechanikai sebesség is jóval alacsonyabb a kísérleti típusoknál. A kísérletek tapasztalatai alapján elmondható, hogy a zárt siklócsapágy további fejlesztése mellett nagyobb élettartamú fogprofilokat, erősebb vértezésű mart fogazást, illetve keményfém betétes fogazást kell kialakítani. A nagyobb mechanikai sebesség elérése érdekében pedig — kis fordulatszám (percenként 35—40) mellett — a nagyobb terhelés lehetőségét kell biztosítani.

A DKG a görgős fúrók minőségének javítása érdekében 20 db — meghatározott sorszámú — $8^1/_2$ hüvelykes A1H típusú fúró csapágyrészeit mérettűrés, keménység, felületi megmunkálás stb. alapján — külföldi tapasztalatokra támaszkodva — válogatta és szerelte össze. A válogatott és a válogatás nélkül készült görgős fúrókkal elért eredmények összehasonlítását is elvégeztük.

Az átlagos eredmények összehasonlításából megállapítható, hogy a válogatott fúrók csapágyai jobbak és teljesítményükben javulás látható *(3. táblázat)*.

A minőségjavítási kísérlet eredményei *3. táblázat*

Átlagos eredmények	Teljesítmény	
	méter	óra
Nem válogatott	112,4	17,7
Válogatott	118,1	19,4
Javulás, %	+4,98	+9,61

Összegezve: az elvégzett kísérletek alapján tovább kell keresni a megfelelő utat a DKG gyártmányú görgős fúrók minőségének javítása érdekében.

Ősz Árpád
okl. olajmérnök
(KV, Szolnok)

Schwendtner Imre
okl. kőolajb. és
mélyfúróipari. techn.
(KV, Szolnok)

KÜLFÖLDI HÍREK

Ausztria földgázfogyasztása 1976 és 1978 között fogyasztócsoportonként

Ezer m^3

	Gázművek	Villamos erőművek	Ipar	Petrolkémia	Háztartás	Távfűtőművek	Kőolaj-finomítók	Összesen
1976	271 113	911 385	1 884 936	454 779	624 778	67 159	201 261	4 414 591
1977	167 517	996 589	1 773 758	521 984	737 038	65 424	171 916	4 434 226
1978	98 236	984 237	1 737 756	535 373	932 662	65 821	229 166	4 583 251

Erdöl—Dienst, 1979. 37. sz.

Szegesi K.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ AUS DEM INHALT FROM THE CONTENTS

И. Конц, инж.-химик: **Использование результатов пиролизных исследований для изучения процесса образования углеводородов в осадочных породах неогена. Стр. 353**

Результаты пиролизных исследований, проведенных на образцах пород по методу *Гранш* и *Эйшма* (величины CR/CT) выше 700°C с возрастанием температуры пиролиза показывают снижение. Причиной снижения является взаимодействие между органическим веществом и окисляющими компонентами (окислами металла) неорганической среды, а также содержание кислорода в органическом веществе. Величина снижения характеризуется разностью величин соотношения CR/CT (*Δ*CR/CT), полученной при температурах 700 и 900 °C.
Величина соотношения CR/CT зависит от содержания органического углерода в образцах пород и от глубины. В статистических показателях соотношений CR/CT, полученных при температуре 900 °C различные эффекты друг другом компенсируются. Результаты, полученные путем статистической обработки величин соотношения CR/CT, определенных при т-ре 900 °C можно использовать для изучения процесса образования углеводородов, для выделения интервалов глубин, соответствующих характерным зонам образования углеводородов в отложениях неогена, для определения типа органического вещества и его распределения по качеству углеводородов (нефть, природный газ).

И. Элек, геофизик: **Возможности использования закономерностей миграции естественных радиоактивных элементов и их изотопов при комплексном поиске месторождений полезных ископаемых, уделяя особенное внимание прогнозированию углеводородных флюидов и изучению коллекторов. Раздел III. .....Стр. 361**

В прежнем номере журнала в первом разделе было изложено наблюдение и изучение явления, а во втором разделе — стремления, направленные на их практическое использование в изучении залежей нефти и газа. В разделе III излагаются стремления, направленные на изучение природы явления, далее приводятся последние результаты, достигнутые в области выяснения происхождения радиохимических аномалий, наблюдаемых в районах залежей углеводородов.

А. Челеи, инж.-нефтяник: **Проектирование кислотных обработок коллекторских пород .....Стр. 365**

Излагается метод проектирования кислотной обработки коллекторских пород. Методом проектирования определяется максимальный расход жидкости, не приводящий к гидравлическому разрыву пласта, объем промывочной и технологической жидкостей и время их подачи, наконец ожидаемое увеличение производительности пласта. Приводятся недостатки и преимущества метода проектирования на основании опыта проведенных кислотных обработок.

Д-р *Й. Патварош*, горный инженер, канд, тех. наук: **Возможности применения геотехнологических методов разработки многопластовых месторождений полезных ископаемых .....Стр. 369**

В статье на основе простых технико-экономических расчетов рассматриваются возможности разработки многопластовых месторождений полезных ископаемых по геотехнологическому методу. Приводятся принципиальные зависимости для определения оптимальных параметров (радиус выемки, предельная глубина последней) при данном методе разработки двухпластового месторождения в случае их одновременной или во времени отделенной разработке.

Б. Чат, дипл. горный инженер: **Авторы европейских литературных источников по науке о глубоком бурении, работавшие до конца XIX века 371**

Параллельно с развитием технологии разведки воды и бурения скважин, в области глубокого бурения возрастало число специалистов, которые своей литературной деятельностью содействовали развитию данной отрасли науки, подтверждая тот факт, что вода приобретала всё более важное значение до конца прошлого столетия, в процессе индустриализации и развития общественной жизни. Безусловно, это характерно и в настоящее эремя,
За 80 лет, прошедшие от создания удостоившегося приза труда *Гарншера* до выхода в свет шеститомника *Текленбурга*, произошло грандиозное развитие техники водоразведки. В статье, наряду с публикациями выдающихся личностей, трудившихся в области бурения водных скважин, в хронологической последовательности приводятся труды, изданные под редакцией наиболее известных авторов. Там, где в этом появляется необходимость, сравнивается зарубежная и отечественная литературная деятельность.

*

Dipl.-Ing. *István Konz:* **Anwendung der Ergebnisse der Pyrolysenuntersuchungen für das Studium des Prozesses der Kohlenwasserstoff-Genese in den Neogen-Sedimentgesteinen ..... S. 353**

Die Ergebnisse der an Gesteinsproben nach der Methode von *Gransch* und *Eisma* durchgeführten Pyrolysenuntersuchungen (CR/CT-Werte) zeigten eine Abnahme mit der Erhöhung der Temperatur der Pyrolyse über 700 °C. Die Ursache der Abnahme ist die Wechselwirkung zwischen der oxydierenden Komponenten (Metalloxyde) der organischen Substanz und des anorganischen Mittels, sowie der Oxygengehalt der organischen Substanz. Für den Ausmass der Abnahme ist der Unterschied der Werte des Verhältnisses CR/CT gemessen bei 700° und 900° charakteristisch (*Δ* CR/CT).
Der Wert CR/CT hängt vom Gehalt des Gesteinsmusters an organischen Kohlen und von der Teufe ab. Die verschiedenen Effekte kompensieren einander in den statistischen Kennwerten der bei 900 °C gemessenen CR/CT-Verhältnisse. Die bei statistischer Verarbeitung der bei 900 °C gemessenen CR/CT-Verhältnisse gewonnenen Ergebnisse können für das Studium der Prozesse der Kohlenwasserstoff-Genese angewandt werden und die den charakteristischen Zonen der Kohlenwasserstoff-Genese entsprechenden Teufenbereiche in den Neogen-Sedimenten bezeichnet werden. Ausserden kann der Typ der organischen Substanz und die Verteilung der gebildeten Kohlenwasserstoffe nach ihrer Qualität (Erdöl, Erdgas) bestimmt werden.

Dipl.-Geophysiker *István Elek:* **Anwendungsmöglichkeiten der Geseztmässigkeiten der Migration von natürlichen radioaktiven Elementen und ihren Isotopen in der komplexen Mineralrohstoff-Erkundung mit besonderer Rücksicht auf die Kohlenwasserstoff-Flüssigkeit-Prognose und auf das Studium der Lagerstätten 3. Teil.....S. 361**

In der vorherigen Nummer Kőolaj és Földgáz, im 1. Teil behandelte der Verfasser die Beobachtung und das Studium der Erscheinung, und im 2. Teil die Bestrebungen für

die praktische Benutzung in den Kohlenwasserstoff-Lagerstätten. Im 3. Teil werden die Bestrebungen für das Erkennen der Natur der Erscheinung, die Ergebnisse der Klärung der Ursprungs der in der Zone der Kohlenwasserstoff-Lagerstätten bekannten radiochemischen Anomalien erörtert.

Dipl.-Ing. *Alpár Cseley:* **Planung der Säurebehandlung des Speichergesteins** ..... **S. 365**

Der Beitrag behandelt die Planungsmethode der Säurebehandlung von Speichergesteinen. Die Planungsmethode bestimmt die Grösse des eine Rissbildung noch nicht verursachenden maximalen Flüssigkeitsstromes die Menge der Vorwaschungs- und Behandlungsflüssigkeit, die für das Einpumpen erforderliche Zeit und die zu erwartende Zunahme der Produktivität der Formation. Die Bewertung der Fehler und die Vorteile der Planungsmethode kann aufgrund der Erfahrungen der schon durchgeführten Säurebehandlungen gemacht werden.

Dr.-Ing. *József Patvaros,* Dozent, Kandidat der technischen Wissenschaften: **Über die Möglichkeiten der Gewinnung fester Mineralien aus mehrlagigen Vorkommen durch Bohrlöchern** ..... **S. 369**

Der Beitrag analysiert mittels einfacher technisch-ökonomischer Berechnungen die Möglichkeiten der Gewinnung von festen Mineralien aus mehrlagigen Vorkommen durch Bohrlöchern. Die theoretischen Zusammenhänge zeigen die Bestimmung der optimalen Parameter (Wirkungsradius des Pressbaus, Abbau-Grenzteufe) der Gewinnung durch Bohrlöchern für ein zweilagiges Vorkommen für den Fall des simultanen Abbaus, bzw. für den Fall, wo der Abbau zeitlich zergliedert vor sich geht.

Dipl.-Ing. *Béla Csath:* **Verfasser der Literatur der Tiefbohrwissenschaft in Europa bis zum Ende des 19. Jahrhunderts** ..... **S. 371**

Mit der Entwicklung der Wasserforschung und des Bohrens nahm in der Tiefbohrwissenschaft die Anzahl der Personen zu, die zur Entwicklung dieses Wissensgebiets durch ihre literarische Tätigkeit beitrugen. Dies hat darauf hingewiesen, dass das Wasser in der Entwicklung des industriellen Lebens und des gesellschaftlichen Lebens bis zur Jahrhundertwende aber natürlich darauffolgend bis zu unseren Tagen immer wichtiger wurde.
Vom preisgekrönten Beitrag von *Garnier* bis zur Erscheinung des sechsbändigen Werkes von *Tecklenburg* verflossen beinahe 80 Jahre. Während dieser Zeit entwickelte sich die Technik der Wasserforschung und des Aufschlusses in grossem Masse. Ausser den hervorragenden Personalitäten des Wasserbohrens führt der Beitrag die publizierten Werke der ausgezeichneten Verfasser des Zeitalters vor. Wo es für nötig erscheint, wird die ausländische und inländische literarische Tätigkeit verglichen.

*

István Koncz, Chemical Eng.: **Use of the results of pyrolysis examinations for studying the process of hydrocarbon genesis in Neogene sedimentary rocks** ..... **p. 353**

Results of pyrolysis examinations (CR/CT values) performed after *Gransch* and *Eisma* showed a decrease over 700 °C with the increase in pyrolysis temperature. The cause of the decrease is the interaction between the oxidizing components (metal-oxides) of the organic substance and the inorganic medium, as well as the oxygen content of the organic substance. For the measure of the decrease is the difference of the values of the CR/CT ratio measured at 700 °C and 900 °C characteristic (Δ CR/CT).

The CR/CT value depends on the organic carbon content of the rock sample and on the depth. In the statistical characteristics of the CR/CT ratios measured at 900 °C, the various effects compensate each other. The results obtained when processing statistically the CR/CT ratios measured at 900 can be used for studying the process of the hydrocarbon genesis and in the Neogene sediments the depth ranges corresponding to the characteristic zones of hydrocarbon genesis can be indicated. In addition to this, the type of the organic substance and the distribution of the hydrocarbons formed according to quality (oil, natural gas) can be determined.

István Elek, Geophysicist: **Application possibilities of migration regularities of natural radioactive elements and their isotopes in the complex mineral resource exploration with special regard to hydrocarbon fluid prognose and reservoir study — Part 3** ..... **p. 361**

In the previous issue of Kőolaj and Földgáz, Part 1 has dealt with the observation and study of the phenomenon and Part 2 with efforts directed to the practical utilization of the phenomenon in hydrocarbon reservoirs. In Part 3, endeavours for examining the nature of the phenomenon and latest results of the clarification of the origin of radiochemical anomalies known in the nearness of hydrocarbon reservoirs are discussed.

Alpár Cseley, Petroleum Eng.: **Planning an acidization job** ..... **p. 365**

A method for planning a reservoir rock acidization job is discussed. The planning method determines the amount of the maximum fluid flow still causing no rock fracturing, the quantity pre-wash, and of the treating fluid, time necessary for the pumping, and the increase in formation productivity to be expected. The evaluation of the errors and advantages of the planning method is done on the basis of the experience of formation acidization jobs performed.

Dr. *József Patvaros,* Mining Eng., Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences: **Possibilities of the exploitation of solid minerals from multi-layer reservoirs through boreholes** ..... **p. 369**

Possibilities of the exploitation of solid minerals from multi-layer reservoirs through boreholes are analyzed by means of simple technical and economical calculations. Determination of the optimum parameters of exploitation through boreholes (extraction working radius, exploitation depth limit) is shown by theoretical relationships for two-layer mineral deposits for the case of simultaneous exploitation and for the case when exploitation is done in divided periods of time.

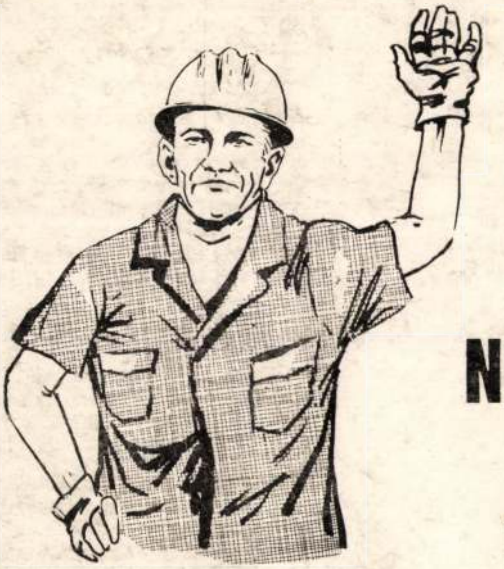
Béla Csath, Mining Eng.: **Authors of deep-drilling science in Europe until the end of the 19th century** ..... **p. 371**

Parallel to the development of water prospecting and drilling technology in the deep-drilling science, the number of those increased who, by virtue of their literature activity, contributed to the evolution of this branch of industry. This fact showed that water has become more and more important in the development of the industrial and social life until the turn of century but, of course, also until today.
From *Garnier*'s prizewinning paper until the publication of *Tecklenburg*'s six-volume work nearly 80 years passed. During this time, the technology of water prospecting and development of water reservoirs showed a tremendous evolution. In addition to outstanding persons of water well drilling, the paper gives a chronological review of the works written by eminent authors of this era. Where it seemed to be necessary foreign and domestic literature activity is compared.

OKGT

dh

ÁLLJ!



NE LEPLEZD A HIBÁKAT

MINDENT HIBA NÉLKÜL!

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

KÜLÖNSZÁM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
BUDAPEST, 1979. OKTÓBER HÓ

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

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

Szerkesztőség: Budapest VI., Anker köz 1. I. em. 102. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.

Felelős szerkesztő:
KASSAI LAJOS

Szerkesztők:
SZEGESI KÁROLY
TILESCH LEÓ

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

TARTALOM

Előszó 3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel 4
1. Mélyfúrás 5
2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás 45
3. Mélyfúrási geofizika 53
4. Rezervoármérnöki tudomány 73
5. Kőolaj- és földgáztermelés 135
6. Kőolaj- és földgázszállítás 142
Névmutató 161
Tárgymutató 173
Helynévmutató 179
Részletes tartalomjegyzék B-3

A FŐ FEJEZETEK SZERZŐI:

Dr., dr. h. c. ALLIQUANDER ÖDÖN okl. bányamérnök, egyetemi tanár (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) 1. fejezet
Dr.-Ing. ARNOLD, WERNER tszv. egyetemi tanár (Bergakademie Freiberg, NDK) ..... 2. fejezet
JESCH ALADÁR okl. gépészmérnök, műszaki-gazdasági tanácsadó (Kőolaj- és Földgázbányászati V., Nagykanizsa) ..... 3. fejezet
KASSAI LAJOS okl. bányamérnök, igazgatóhelyettes (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest) ..... 4. fejezet
Dr. TAKÁCS GÁBOR okl. olajmérnök, egyetemi adjunktus (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc) ..... 5. fejezet
Dr. BÁLINT VALÉR okl. olajmérnök, igazgató (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest) ..... 6. fejezet

MUNKATÁRSAK:

Dr.-Ing. ARNOLD, W. (Freiberg, NDK); ÁRPÁSI MIKLÓS okl. olajmérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest); Dr. rer. nat. BÜTTNER, G. (Freiberg, NDK); Dr. sc. techn. HÄFNER, F. (Freiberg, NDK); Dr. sc. techn. HEEG, W. (Freiberg, NDK); Dipl.-Ing. HORN, D. (Freiberg, NDK); Dipl.-Ing. HUELLWECK, E. (Halle, NDK); Dr. KÓKAI JÁNOS okl. bányamérnök, okl. geológus (Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium, Budapest); Dipl.-Ing. LANGE, W. (Freiberg, NDK); PAULIK DEZSŐ okl. geofizikusmérnök (Kőolaj- és Földgázbányászati V., Nagykanizsa); Dr. rer. nat. PÄTZ, H. (Freiberg, NDK); Dipl.-Ing. POHL, A. (Freiberg, NDK); Dr. sc. nat. SCHÖN, J. (Freiberg, NDK); SZEGESI KÁROLY dokumentátor (NIMDOK, Budapest); TÖRÖK ATTILA okl. olajmérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest); TURKOVICH GYÖRGY okl. bányamérnök (Kőolaj- és Gázipari Tervező Vállalat, Budapest).

Műszaki szerkesztő: MUNKÁCSI ZOLTÁN okl. bányamérnök (Budapest); TIHANYI GÁBOR okl. olajmérnök (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, Budapest).

Az egyidejűleg Freibergben (NDK) megjelenő német nyelvű kiadás szerkesztője: Geol. Ing. REICHEL, W. (Freiberg, NDK).

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ KÜLÖNSZÁM

A szerkesztésért felelős: KASSAI LAJOS
A szerkesztőség címe: Budapest, Anker köz 1. 1061 Telefon: 229-870, 423-943, 427-386.
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin körút 9—11. 1073 Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: SIKLÓSI NORBERT igazgató
79-1895 — Szegedi Nyomda
Felelős vezető: DOBÓ JÓZSEF

Terjeszti a Magyar Posta
Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, Budapest, Postafiók 149. H—1389

Index: 25 154

HU ISSN 0572—6034

A KŐOLAJ- ÉS FÖLDGÁZBÁNYÁSZAT MŰSZAKI FEJLŐDÉSE 1976

Bibliográfiai tanulmány

ELŐSZÓ

A szénhidrogén-bányászat műszaki tökéletesedését az 1976. évben világszerte publikált szakirodalom alapján bemutató — immár kilencedik — tájékoztatónk késedelemmel jelenik meg. A késedelem oka e sorozat egyik kezdeményezőjének és szellemi atyjának, a magyar olajbányászat nesztorának, Gyulay Zoltánnak tragikus halála. Félbemaradt munkáját, a „Rezervoármérnöki tudomány" c. főfejezet írását egy munkaközösség vette át, Kassai Lajos okl. bányamérnök vezetésével. Mindent megteszünk, hogy méltóan, Gyulay Zoltán elgondolása szerint vigyük tovább ezt a munkát, s mielőbb megvalósítsuk az általa oly sokszor említett legközelebbi célkitűzést: a 10. füzet megjelentetését.

1978. december

DR. ALLIQUANDER ÖDÖN
NME, Miskolc

DR. ARNOLD WERNER
Bergakademie Freiberg
(NDK)

AZ IRODALOMJEGYZÉKBEN SZEREPLŐ FOLYÓIRATOK ÉS ELŐNYOMATOK CÍMEI ÉS RÖVIDÍTÉSEI*

Folyóiratok

American Association of Petroleum Geologists Bulletin	AAPG B.	Tulsa
Azerbajdzsanszkoe Neftjanoe Hozjajsztvo	ANH	Baku
Bohrtechnik, Brunnenbau, Rohleitungsbau	BBR	Köln
Burenie	Bur.	Moszkva
Drilling	Drllg.	Dallas
Drilling Contractor	Drllg. Contr.	Dallas
Erdoel Erdgas Zeitschrift	EEZ	Hamburg—Wien
Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie	EK (EKEP)	Hamburg
Forages		Paris
Földtani Kutatás	FK	Budapest
Gas und Wasserfach — Gas, Erdgas	GWF GE	München
Gazovaja Promüslennoszt'	GP	Moszkva
Geologija i Geofizika	Geol. i. Geof.	Novoszibirszk, Nauka
Geologija Nefti i Gaza	GNG	Moszkva
Geophysics	G	Tulsa
Hydrocarbon Processing	HP	Houston
L'Industrie du Pétrole dans le Monde Gaz—Chimie	IPM	Paris
Izvesztija Akademii Nauk SZSZSZR—Mehanika Zsidkoszti i Gaza	IMZSG	Moszkva
Izvesztija Vüszsih Ucsebnüh Zavedenij Geologija i Razvedka	Izv. VUZ GR	Baku
Izvesztija Vüszsih Ucsebnüh Zavedenij Neft' i Gaz	Izv. VUZ NG	Baku
Journal of Canadian Petroleum Technology	JCPT	Calgary
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
Mine, Petrol şi Gaze	MPG	Bucuresti
Nafta	N (jug.)	Zagreb
Nafta	N (pol.)	Katowice
Neftegazovaja Geologija i Geofizika	NGG	Moszkva
Neftepromüszlovoe Delo	ND	Moszkva
Neftjanaja i Gazovaja Promüslennoszt'	NGP	Kiev
Neftjanoe Hozjajsztvo	NH	Moszkva
Neue Bergbautechnik	NBT	Leipzig
Oil and Gas Journal	OGJ	Houston
Petroleum Engineer	PE	Dallas
Pipeline and Gas Journal	PGJ	Dallas, Tex.
Pipe Line Industry	PLI	Houston
Pipe Line Management	PLM	Bayonne, N. J.
Pipes and Pipelines International	PPI	London
Prikladnaja Geofizika	Prikl. Geof.	Moszkva, Nedra
Razvedka i Ohrana Nedr	RON	Moszkva
Razvedocsnaja Geofizika	Razv. Geof.	Moszkva, Nedra
Referativnüj Zsurnal — Geologija	RZSG	Moszkva
Revue de l'Association Française des Techniciens du Pétrole	R. AFTP	Paris
Revue de l'Institut France du Pétrole	R. IFP	Paris
SPE (Society of Petroleum Engineers) Journal	SPEJ	Houston
Sztroitel'sztvo Truboprovodov	SZT	Moszkva
Transzport i Hranenie Nefti i Nefteproduktov	TH	Moszkva
Wasserwirtschaft — Wassertechnik	WW	Berlin, DDR
World Mining	WM	San Francisco, USA
World Oil	WO	Houston
Zeitschrift für angewandte Geologie	ZAG	Leipzig
Zentrales Geologisches Institut — Wissenschaftlich-Technischer Informationdienst	ZGIWTI	Berlin, DDR

Előnyomatok, jelentések

American Petroleum Institute Specification, Bulletin, Recommended Practice	API Spec. Bull. RP és a sorszám	Houston
American Society of Mechanical Engineers, Preprints	ASME és a kiadványszám	New York
International Gas Union, 13th World Gas Conference, London, 1976	IGU	
8th Annual Offshore Technology Conference, Preprints, 1976. máj. 3—6.	OTC és a kiadványszám	Houston
Práce Výzkumnèho Ústavu Geologického Inženýrstvi	Práce VUGI	Brno
Proceedings of the 23rd Annual Southwestern Petroleum Short Course. Lubbock, Texas, 1976. ápr.	SWPSC	
Simpozij o razradi lezista i pridobivanju nafte i plina. Cavtat, 1976. okt. 18—22. (Jugoszlávia)		
Society of Petroleum Engineers of AIME, Preprints	SPE és a kiadványszám	
Society of Professional Well Log Analysts XVII. Annual Logging Symposium, June 9—12 1976, Denver, Colorado	SPWLA	Houston
Society of Professional Well Log Analysts Fourth European Symposium Trans., Oct. 18—19, 1976, London	SPWLA, London	

* A felsorolt folyóiratokat, periodikákat a szerzők teljes mértékben feldolgozták; ezeken kívül a tájékoztató szövegében számos hivatkozás található egyéb folyóiratokra is.

Az irodalmi felsorolásban valamennyi mű megjelenési éve 1976.

A szövegben csillaggal jelölt irodalmi hivatkozási számok olyan végleges nyomtatott publikációt jelölnek, amely az előző évek egyikében már előnyomatként megjelent és fejlődési tájékoztatónkban már szerepelt.

A szövegben előforduló mennyiségek a „Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége" című szabványnak (MSZ 4900/1—11—70) megfelelően szerepelnek. Ez gyakorlatilag azt jelenti pl., hogy az *erő, súly* newtonban (1 kp = 9,806 N, 1 Mp = 9806 N ≈ 10 kN); az *erőnyomaték* Nm-ben (1 Nm = 0,102 kpm; 1 kpm ≈ 10 Nm); a *nyomás* pascalban, barban (1 at ≈ 1 kp/cm² = 98 066 Pa; 1 at ≈ 1 bar ≈ 0,1 Mpa); a teljesítmény LE helyett kW-ban (1 LE = 0,736 kW) szerepel. *(A szerkesztő.)*

1. Mélyfúrás

1.1. A fejlődés általános irányai

A világszerte tovább fokozódó kőolaj- és gázigény a fúrási tevékenység mértékét jelentősen növelte; egyidejűleg a fúrási — s ezen belül különösen a lyukbefejezési — technológia tökéletesítését is erőteljesen serkentette.

1976-ban a legjelentősebb volt a fúrásitevékenységnövekedés az Egyesült Államokban, ahol 1657 fúróberendezéssel 57,3 millió m-t fúrtak (WO 1977. Febr. 15. 77.), ami a világ szocialista államok nélkül számba vett fúrási tevékenységének több mint $^3/_4$ része. Az 1976-ban az Egyesült Államokban elért fúrási teljesítmény mind volumenében, mind fajlagos teljesítményében megfelel annak a programnak, amely annak érdekében, hogy a mai 55% helyett 75%-ban önellátóvá tegye szénhidrogénekkel az USA-t 1985-ig, az 1975. évi fúrási tevékenység megkétszerezését tűzte ki célul (Drllg. 1975. Sept. 43—4). Ez a terv a fúróberendezés-ellátás és a fúrási személyzet várható utánpótlási nehézségeire való tekintettel nem irányozta elő a fúróberendezésenkénti méterteljesítmények lényeges növekedését, de ezt 1975-ről 1976-ra mégis sikerült kereken 32 000 m/fúróber./évről 34 600 m/fúróber./évre növelni, ami már megfelel az 1980-ra tervezett teljesítménynek, és nagyobb, mint a 10 évre tervezett átlag. Egyidejűleg a világ többi nem szocialista országában is jelentősen növekedtek a fúrási teljesítmények, s megnyugtatóan stabil egyenletességgel (mintegy évi 5—6%-kal) a szocialista államokban is.

Mindezeknek a teljesítményeknek és annak ellenére, hogy [1] szerint a kutatófúrások eredményesebbek a szénhidrogének szempontjából, mint valaha, a jelenlegi energiahelyzetben a mostaninál sokkal nagyobb fúrási tevékenységre van szükség. Természetesen ennek a mennyiségileg fokozott és mind mélyebb, nagyobb vízmélységekbe telepített, nehezebb feltételek, kedvezőtlenebb szállítási és időjárási körülmények közé [2] kerülő fúrási tevékenységnek gazdaságos kielégítésére egyrészt elengedhetetlen követelmény a rotari fúrási technológia még ma sem — tehát 75 évvel a rotari fúrás spindletopi világsikere után sem — kihasznált lehetőségeinek minél hatékonyabb érvényesítése, másrészt tovább tökéletesedő fúrási eszközökre, fúróberendezésekre, továbbá — de nem utolsósorban — sokkal jobban képzett személyzetre van szükség mind a fúróberendezésnél dolgozók [3], mind a fúrási műveletet tervezők, irányítók szempontjából is [4, 5].

A fokozódó kőolaj- és gázigény azonban nemcsak a több, mélyebb, gyorsabb, több információt nyújtó és természetesen a növekvő nehézségek ellenére is gazdaságosabb, hanem az eredményesebb fúrási és lyukbefejezési technológia kialakulását is előmozdította. Ez

— egyrészt a geotudományok és a fúrás—termelés, valamint a rezervoármechanika közötti jobb koordinációt igényelte és igényli; *Halbouty* [6], amikor az energiaigények minél jobb kielégítése érdekében a geológiai és geofizikai, valamint a kőolajmérnöki diszciplínák tökéletes összehangolását sürgeti, leszögezi, hogy a kőolajmérnök egyik tagja a földkéreg tudományos kutatását végző együttesnek, és fordítva: a földtudományok művelőinek meg kell ismerkedniük a kőolajmérnöki tudományok alapelveivel és alkalmazniuk kell azokat. A rohamosan fokozódó kőolaj- és gázigény
— másrészt azt is eredményezi, hogy mindjobban eltűnnek a korlátok — és el is kell tűnniük — a fúrás, termelés és a rezervoármechanika ágazatai között.

Kétségtelen, hogy a kis permeabilitású formációk, a nagyobb mélység és az azzal gyakran együtt járó rendellenesen nagy hőmérséklet ráirányították a figyelmet a formációkat kevésbé károsító átfúrás módszereire, eszközeire és fúrási folyadékaira, a tökéletesebb béléscső-cementezésre, a hatékonyabb formációmegnyitásra, -serkentésre.

Az érdeklődés középpontjában tehát nemcsak a gyorsabb és olcsóbb (optimális), valamint nagyobb mélységű, mélyebb vizekbe telepített fúrások, de egyúttal a több információt nyújtó és a szénhidrogének szempontjából eredményesebb, jobb kihozatalt ígérő fúrási, lyukbefejezési, kútkiképzési technológiák állottak.

A rotari fúrás technológiájának tökéletesedését ma természetesen a mind mélyebb vizekbe telepített, rohamosan növekvő költségű tengeri fúrások viszik elsősorban előre, ezért a tengeri fúrások technológiájának fejlődése az érdeklődés középpontjában áll. Ennek fényes bizonyítéka többek közt az, hogy az 1977-ben rendezett — sorrendben a 9. — tengeri technológiai konferencia *(Offshore Technology Con-*

ference) regisztrált résztvevőinek száma már meghaladta a 65 000-et, és az elhangzott előadások száma megközelítette a 300-at, nem is szólva arról, hogy a konferenciával kapcsolatos kiállítás a rotari fúrás berendezéseinek, eszközeinek legnagyobb méretű bemutatója volt (JPT 1977. 677—81).

A növekvő fúrási feladatok gazdaságosabb megoldása érdekében változatlan a törekvés újszerű fúrásmódok kialakítására. Ezek között a legbiztatóbb az a megoldás, amelyik a rotari fúrás jelenlegi mechanikus kőzetbontása helyett — amelyet a kisebb szilárdságú kőzetekben a nagyobb sebességű (150—200 m/s-os vagy nagyobb) öblítősugár hidraulikus kőzetbontással is segít (OGJ 1977 *27* 74—81) — jelentősen nagyobb hidraulikus energiával esetleg uralkodóan hidraulikus kőzetbontású „eróziós rotari fúrás"-t alakítsanak ki, amelyben a mechanikus lyuktalpi kőzetbontás már egyáltalán nem, vagy csak másodrendű szerepet játszik.

1.1.1. Kőzetfúrás a mélyben

A mélybeli kőzetfúrás szempontjából

— az ún. hosszú élettartamú fúrókkal — a keményfém fogazású zárt sikló-csapágyazású görgős fúrókkal és a gyémántfúrókkal — végzett kiegyensúlyozott (szabályozott nyomású) öblítéssel végzett fúrás; az ennek feltételét képező
— pórusnyomás-előrejelzés, illetve fúrással egyidejű jelzés;
— az öblítőiszap-tisztítás komplex megoldása, illetve a szabályozott nyomású fúrást, a fokozott lyukfalvédelmet kielégítő jellemzőkkel rendelkező kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszpergált, valamint a szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékok

álltak az érdeklődés középpontjában.

A legáltalánosabban kőzetbontó szerszám, a görgős fúró terén egyrészt tovább bővült, tökéletesedett a keményfém fogazású zárt siklócsapágyas fúrók választéka, másrészt egyszerűsödött, szűkült a méretsorozat. A görgős fúrók fejlesztése a zárt csapágyazás élettartam-fokozása, a jet-öblítés tökéletesítése, a hoszszabbított fúvókamegoldások felé fordult. Figyelemre méltóak az új-mexikói Sandia Laboratorium kísérletei az újszerű, hosszú élettartamú, talpon tárból cserélhető görgőkkel [7], illetve végtelen láncon elhelyezett gyémántszemekkel megoldott fúrókkal. A gyémántfúrók tökéletesítésének középpontjában a műgyémánt szemekkel kirakott szárnyas gyémántfúrók és a nagy nyomáseséssű öblítéssel megoldott gyémántfúrótípusok álltak.

A behelyezett keményfém és a mart acélfogazású görgős fúrók nagy árkülönbsége fokozottan előtérbe helyezte a gondos fúrókiválasztást, a legkedvezőbb fúróterhelés és fordulatszám és az ezzel összhangban álló lyuktalptisztítás mértékének, valamint a fúrókiépítés időpontjának meghatározását, vagyis a fúrási művelet optimalizálását. Egy a görgős fúrók fejlődését összefoglaló tanulmány [8] a zárt csúszócsapágyas keményfém fogazású görgős fúrók hatását 3000 m-es fúrásokra úgy értékeli, hogy a zárt csapágyazású, keményfém fogazású fúrók alkalmazása a fúrócserére fordított időt egynegyedére csökkenti, a teljes fúrási időben pedig közel egyharmadra becsülhető az elérhető időmegtakarítás.

A szabályozott nyomású fúrás módszerének mind szélesebb körű alkalmazását jelzi az a nagyszámú közlemény, esetleírás, amely a fúrási tényezők szelvényezését — azaz a mélység függvényében való regisztrálását —, s ezeknek, valamint a geofizikai fúrólyukszelvényeknek értelmezését a pórusnyomás és az ebből leszármaztatott kőzetrepesztési nyomás szempontjából értékeli. A fúrási paraméterek s ezek közt is elsősorban a fúrási sebesség, valamint a „d" tényező szelvényezése — számos esetleírás szerint — érzékeny jelzése a pórusnyomás változásának, s mint ilyen, mind a szabályozott nyomású fúrás, mind pedig ezen keresztül a kitörésvédelem egyre inkább elengedhetetlen módszerévé válik.

A tökéletesebb, hosszú élettartamú görgős és gyémántfúrók (az utóbbiak talpi fúrómotoros meghajtással), a mélybeli kőzetbontást kevésbé akadályozó, ugyanakkor jobb furadékelsodrást eredményező öblítőfolyadékkal megvalósított, szabályozott nyomású öblítéssel alkalmassá teszik a rotari fúrást a vázolt rohamosan növekvő fúrási igények kielégítésére.

Ennek az utóbbi megállapításnak érvényét igazolja annak az élenjáró, 24 fúróberendezéssel dolgozó (tehát a két hazai OKGT fúrási üzem összkapacitásának megfelelő nagyságú) fúrási vállalkozásnak teljesítménye, amelyik a rotari fúrás vázolt mai technológiájával 1,365 millió m-t fúrt egy év alatt, tehát fúróberendezésenként 56 875 m-t, vagyis 666 átlagosan 2050 m mélységű fúrást fejezett be, amelyek $^1/_3$-a felderítő kutatófúrás volt [9].

1.1.2. Fúróberendezések, fúrási eszközök

A fúróberendezések egésze szempontjából elsősorban a különleges körülmények közötti munkára tervezett és a nagy vízmélység-kapacitású tengeri fúróberendezések felé fordult a legnagyobb figyelem.

A fúróberendezések egészére jellemző továbbá, hogy 3000 m mélységkapacitásig terjed az önjáró, illetve a kerekeken vontatható berendezések alkalmazása; mind ezekre, mind pedig a konvencionális, illetve nagy egységekbe (modulokba) szerelt berendezésekre jellemző a ma már szinte kizárólagosan alkalmazott fúróárbochoz tartozó magas (6—10 m) alépítmény (munkapad) a mind nagyobb méretű kitörésgátló, illetve ellennyomás-szabályozó rendszer elhelyezésére. Gyorsan terjednek a kettős iker, kéthatású iszapszivattyúk helyett a nagy löketszámú, nagy nyomású hármas iker iszapszivattyúk. Ugyanakkor igen nagy figyelmet fordítanak az öblítőiszap felszíni tisztítórendszerére. Ennek megoldását képezik az egy egységbe szerelt, ún. totális mechanikus szilárdanyag-kiválasztó rendszerek [10].

A fúrási eszközök közül természetesen éppen a hatékonyabb kőzetbontást eredményező, új típusú, hosszú élettartamú fúrókkal végzett kiegyensúlyozott fúrást szolgáló fúróberendezés-elemek, tartozékok fejlődését tükrözi a legélesebben az 1976. évi szakirodalom.

A kis fordulatszámot igénylő keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas görgős fúrók és a gyémántfúrók terjedése érthetően erősen mérsékelte az érdeklődést mind a teljesen automatikus fúróberendezés, mind

pedig a felcsévélhető fúrószárral dolgozó ún. flexofúrás iránt; bár az utóbbi új elrendezésű fúróberendezés-változatával Hollandiában, 1974—75-ben lemélyítettek tíz 1450—1550 m mélységű, nagy átmérőjű (22″, illetve 14 ¾″-es) fúrólyukszakaszt csoportosan telepített fúrások felszíni béléscsőoszlopai részére. E fúrások biztató eredményei alapján — a különleges flexo-fúróberendezés fúrótömlő-csévélési rendszerének tökéletesítése után — 1978-ban hasonló körülmények közt tíz, 3000 m mély fúrást terveznek (WO 1977 July 127—30, 133).

A kis fordulatszámot igénylő, hosszú élettartamú keményfém fogazású görgős fúrók terjedése a talpi fúrómotorok alkalmazását a mind nagyobb jelentőségű irányított ferdefúráson kívül — amelyekhez mind szélesebb körben alkalmazzák a pozitív folyadékkiszorítással dolgozó hidromotorokat — a gyémántturbófúrás felé tereli. A Szovjetunióban a fejlesztés továbbra is a nagy nyomatékú, kis fordulatszámú fúróturbinák és a több bekezdésű spirális tengellyel megoldott hidromotorok irányába halad, de biztató eredményekről számolnak be osztott folyadékáramú, fúróturbinával végzett jet-turbófúrásról is [11].

A nagyobb terhelést igénylő keményfém fogazású, csúszócsapágyas fúrók előtérbe helyezték a nagyobb terhelést biztosító túlméretes súlyosbítórudakat, a vastag falú fúrócsöveket, a fúrószár stabilizálását, továbbá a súlyosbítóvégek, a fúrócsőkapcsolók kifáradásos törésének elkerülésére alkalmas megoldásokat, módszereket. A nagyobb fúrási mélységek magyarázzák viszont a nagyobb szilárdságú fúrócsőacélok bővítési törekvésén kívül azt is, hogy szaporodtak a fúrószerszám, illetve a béléscső kopásvédelmét érintő kutatási eredményeket közlő tanulmányok.

Rohamos a fejlődés a szabályozott nyomású, a nagyobb sebességű fúrás, az optimalizált fúrási művelet alapját képező műszerezésben. Feltűnő az elektronikus műszereket, valamint a lyuktalpi érzékelők lehetőségeit, megoldásait ismertető publikációk viszonylag nagy száma. A lyuktalpi érzékelés és a jeltovábbítás lehetőségeit még csak taglaló és azokat inkább negatívan értékelő tanulmányokon kívül biztató tény, hogy legújabban egy 1500 m mély fúrásban sikeresen alkalmaztak egy talpi érzékelőkkel, de a fúrószárba helyezett elektromos továbbítású (OGJ 1977 *24* 63—6) és egy, az öblítőiszapon át nyomáshullámokkal megoldott jeltovábbítású rendszert vízközegű öblítőiszapban, amelyet sikeres üzemi kísérletek alapján 6000 m mélyből való jeltovábbításra is alkalmasnak ítéltek [12].

A rendkívül költséges ultramély, valamint tengeri fúrásokból a fúrással egyidejűleg nyerhető minél több információ érdekében számos adatgyűjtő és értékelő műszerkabint alakítottak ki, amelyek különösen előnyösek és gazdaságosak az olajközegű öblítéssel mélyített vagy a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés szempontjából problematikus nagymélységű, nagy hőmérsékletű, rendellenesen nagynyomású formációkat harántoló fúrásokban.

Egyrészt a mind szélesebb körű műszerezés, másrészt a mért (érzékelt) adatoknak az idő függvénye helyett — vagy mellett — a mélység függvényében való regisztrálása elvezetett ahhoz a „fúrási szelvényezés"-hez, amely szilárd alapot nyújt a fúrási művelet optimalizálásához, s a pórusnyomás és az ebből levezethető kőzetrepesztési nyomás folyamatos jelzése útján a szabályozott nyomású fúráshoz, valamint természetesen egyben a hatékony kitörésvédelemhez.

1.1.3. Nagymélységű fúrások

A nagymélységű fúrások fellegvárában, az Egyesült Államokban a kedvezőtlen földgázár következtében egyelőre visszaesett ugyan a nagymélységű fúrási tevékenység, de világszerte — s így Európában is [13] — fokozódik a nagymélységű fúrások száma.

Az mindenesetre leszögezhető tény, hogy a rotari fúrás éppen a kiegyensúlyozott, sőt esetenként kiegyensúlyozatlan öblítésű technológiája, továbbá a hosszú élettartamú fúrók, illetve az ehhez alkalmazott szilárdanyag-szegény vagy szilárdanyag-mentes, tehát jól szabályozható sűrűségű és reológiai jellemzőjű, valamint a lyukfal épségét és a tárolókőzetek áteresztőképességét viszonylag jól megőrző öblítőfolyadékok segítségével a nagymélységű fúrások, kutak mind gyorsabb, zavarmentesebb és gazdaságosabb mélyítésére alkalmassá válik. Ezt tükrözte már a 8., majd ezt követően a 9. Kőolaj-Világkongresszus ultramély fúrásokról tartott keretvitája [14]. Ezek szerint ma már rendelkezésre áll az ultra-, sőt a szupermélységekre, vagy akár a 10—12 000 m-es mélységek elérésére alkalmas fúróberendezés és fúrási szerszám. Az elérhető fúrási mélységet elhatároló tényező nem is annyira a várható nyomás, mint inkább a várható hőmérséklet nagysága, vagyis az egy-egy területen elérhető fúrási mélységet a terület geotermikus gradiensének nagysága szabja meg.

A világ legmélyebb fúrása (Bertha Rogers-1, 9583 m) közismerten kis geotermikus gradiensű területre esik. Ugyanennek a mélységnek elérése vagy túllépése normális geotermikus gradiensű területen az öblítőiszap, a cementtej, a mélyfúrási geofizikai eszközök és a csőacélok hőtűrésének lényeges fokozását feltételezi. Mind a fúrási csövek [15], mind pedig a fúrási folyadékok hőtűrésének fokozása szempontjából jelentős eredményekről számoltak be a DGMK/ÖEGW 1976 őszén Salzburgban tartott közös kongresszusán az ultramély fúrás és termelés lehetőségeiről tartott keretvitán. Ezek, valamint az 1977 tavaszán Porecben tartott 3. Adriai Fúrástechnikai Szimpozionon *Gray* elhangzott előadása (Treci Jadranski Susret Busaca Porec. 1977. 235—42) szerint a vízközegű öblítőfolyadékok hőtűrése ma már 370 °C és az olajközegűeké 260 °C, a fúrási csöveké pedig 300 °C.

Ezek a jelentős eredmények azonban még mindig csak azt jelentik, hogy a normális geotermikus gradiensű területeken az elérhető mélységhatár 10 000—11 000 m, de pl. a Kárpát-medencebeli geotermikus viszonyokhoz hasonló, rendellenesen nagy geotermikus gradiensű (0,045—0,050 °C/m) területeken egyelőre csak az ún. ultramélységek (6000—7000 m) elérésére nyílik lehetőség.

1.1.4. Lyukbefejezés, kútkiképzés

A fennálló, illetve fenyegető kőolaj- és földgázhiány az érdeklődés előterébe helyezte a tágabb értelemben vett lyukbefejezésnek a produktív formációk át-

fúrásától a hozamvizsgálatig, illetve a termelés stabilizálásáig számított műveletsorát. A fúrással feltárt tárolókőzetek produktivitásának helyes értékelése, megőrzése, valamint a nagyobb végső kihozatal a fúrás tervezőinek, végrehajtóinak — ezen belül az üzemi fúrómérnököknek, geológusnak, iszapmérnöknek, továbbá a cementezés, a formációvizsgálat, a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés mérnökeinek —, továbbá a rezervoármérnöki feladatokkal, a szűkebb értelemben vett lyukbefejezési, vagyis kútkiképzési feladatokkal, a tárolókőzet megnyitásával, serkentésével foglalkozó szakembereknek jól egybehangolt együttműködését igényli. Szükségképpen közelebb kellett és kell kerülniök ezért a fúrási, a lyukbefejezési (kútkiképzési) és a rezervoármérnöki osztályok mérnökeinek. Ennek a szükségszerűségnek felismerését igazolják: a fúrással egyidejű komplex információs rendszerek kialakulása, maga a szabályozott nyomású fúrási technológia, a szilárdanyag-szegény és -mentes öblítőfolyadékok előtérbe helyezése, a lyukbefejezési (pakker-) folyadékok mind szélesebb körű használata stb.

A legnagyobb azonban a fejlődés a serkentési műveletek szempontjából. A folyadékos kőzetrepesztés új távlatait nyitották és nyitják meg az ultranagy viszkozitású repesztő folyadékok, a nagy szilárdságú támasztékok. Az ún. masszív kőzetrepesztési műveletek beköszöntése lehetővé tette az igen kis — csak mikrodarcykban kifejezhető — áteresztőképességű formációk gazdaságos termelésbe állítását. A savazás, a savazásos kőzetrepesztés műveletéhez változatlanul a sósav az uralkodóan használatos savféleség, azonban viszkózussá tett formában, vagy legalábbis nagy viszkozitású előmosó folyadékkal. Egy további új irány a formációsavazásban a relatív folyadéksűrűség szabályozása a létesített hasadékfelületek ujjasodásának kedvezőbb maratása érdekében.

1.1.5. Tengeri fúrási technológia

A rotari fúrás berendezéseinek, eszközeinek, műszereinek és természetesen a technológiájának tökéletesedését ma leghatékonyabban a rendkívül költséges és mind költségesebbé váló tengeri fúrások viszik előre.

A mind tökéletesebb úszó tengeri fúróberendezésekhez, vagyis a lábakra emelhető fúrófedélzetekhez, a kihorgonyzott, illetve dinamikus helyben tartású fúróhajókhoz, félig merülő fúrófedélzetekhez, továbbá az óriás stabil fúrási/termelési fedélzetek fúróberendezéseihez alkalmazott vezérlő műszerkabinok, műszertermek és kitörésgátló-komplexumok, az ezekkel megoldott szabályozó rendszerek, az öblítőiszaptisztító, a fúrószerszám-kezelő eszközök éppúgy, mint a tengeri fúróberendezésekkel kialakított egyenes és irányított ferdefúrási technológia hamarosan a rotari fúrás általánosan, tehát a szárazföldön is alkalmazott eszközévé, módszerévé válik. Az előzőekben vázolt fejlődés is sok szempontból a tengeri fúrásoknál kialakult technológia, fejlődés gyümölcse.

A tengeri fúrások jövője szempontjából a legfontosabb feladat természetesen a fúrási lehetőség megteremtése a még nagyobb vízmélységekben. A tengeri fúrási technológia lehetőségeit bővítő legjelentősebb eredmények az immár 8 éve folyó mélytenger-kutatási program végrehajtása során születtek. Ennek keretében ugyanis sikeresen fúrtak 6250 m mély vízen át a tengerfenékbe, s a tengerfenékbe hatoló legmélyebb fúrás 1740 m volt. A tengeri fúrási technológia lehetőségeit bővítő legbiztatóbb eredmény azonban az ugyancsak ennek a programnak keretében kifejlesztett mélytengeri fúrószerszám-visszavezérlési, vagyis az ún. re-entry művelet. Ennek segítségével például 9 fúrószerszám-visszavezérléssel sikerrel fúrtak le egy 4485 m mély tengerfenékre telepített lyukfejszerelvényhez csatlakozó, mindössze 4,2 m átmérőjű vezető tölcséren át a vízfelszíntől mért 5149 m mélységig [16]. Ennek a sikeres műveletnek alapján tervezték az Atlanti-óceán törésvonala mentén 1800 m vízmélységbe telepíthető s 3600 m-nyire a tengerfenékbe hatoló fúrást, amelyben a fúrószerszám 40 visszavezérlésére számítanak (OGJ 1975. *28* 52—3). Ennek realitását megerősíti az a tény, hogy legújabban már 5400 m vízmélységben is végeztek sikeres fúrószerszám-visszavezérlési műveletet (WO 1977 Apr. 17.).

1.1.6. Újszerű fúrásmódok

Azok az újszerű vagy hatékonyabb kőzetbontáson alapuló fúrásmódok, amelyek a megvalósulás vagy a nagyüzemi kísérlet, sőt az alkalmazás stádiumába kerültek — kivéve talán a „szikrafúrás"-t —, lényegében megtartották az öblítéses forgófúrás, vagyis a rotari fúrás elvét, s azt igyekeztek valamilyen többlet hidraulikus vagy mechanikus energiával hatékonyabbá tenni.

Lényegében a konvencionális rotari fúrás görgős fúróval folyó kőzetbontását igyekszik könnyebbé tenni az új-mexikói Sandia Laboratorium „terrafúrás"-nak elnevezett fúrásmódja, éspedig oly módon, hogy a görgős fúrók 3 görgője között egymástól 120°-nyira elhelyezett tárból igen keményre edzett, kis méretű acéltorpedóknak háromszoros hangsebességgel való kilövellésével teszi repedezetté, könnyebben fúrhatóvá a kőzetet. Ugyancsak a Sandia Laboratorium — régebbi szovjet kísérletek nyomán — foglalkozik a „szikrafúrás"-sal is, vagyis a fúrófejen elhelyezett elektródpárok között nagyfeszültségű árammal gerjesztett szikrákkal az öblítőfolyadékban keltett nyomáshullámok felütésének kőzetbontásra, illetve a kőzetbontás megkönnyítésére alapított fúrási módszer kísérleteivel [17].

Bár az eróziós, illetve eróziós rotari fúrás újabb üzemi eredményeiről nem jelent meg esetleírás, de mind a tulsai egyetemi laboratóriumban [18], mind pedig a hollandiai Shell Laboratoriumban [19] és a moszkvai össz-szövetségi fúrási kutatóintézet — a VNIIBT — laboratóriumában [20] további széles körű kísérletek folytak a különféle kőzetek hidraulikus sugárral lehetséges kőzetbontásának tisztázására, a kőzetfajtákhoz tartozó kőzetbontási küszöbnyomások meghatározására, éspedig természetesen lyuktalpi körülmények között. A Shell Laboratórium kísérleti beszámolója az eróziós rotari fúrás gazdaságosságának feltételeit is igyekezett tisztázni azzal az eredménnyel, hogy a napi 20 000 $-nál nagyobb költségű fúróberendezéssel lehet gazdaságos az eróziós rotari fúrás.

Nem tisztán eróziós, de hidraulikus kőzetbontási segítséggel végzett 5 texasi kísérleti fúrás biztató eredményeiről számol be egy új keletű esetleírás (OGJ 1977 *27* 74—81). A kísérleti fúrások során hosszabbított fúvókájú görgős fúrókkal 140 bar helyett 420 bar szivattyúzási nyomással 2000 m mélységhatárig — vagyis ameddig oly kőzetek fordultak elő a rétegsorban, amelyek hidraulikus kőzetbontásának küszöbnyomását elérte a fúróból kilövellő folyadéksugár felütési nyomását — a fúrási sebesség 60—100%-kal növekedett; 150—180 bar öblítési nyomás helyett 700—840 bar nyomást alkalmazva, úgyszintén 2000 m mélységig terjedő kőzetekben kétszerestől négyszeresre nőtt fúrási sebességet értek el.

1.2. Fúrási felszerelés

1.2.1. Fúróberendezések

A világ aktív rotari fúróberendezéseinek száma nem növekedett jelentősen 1976-ban, viszont a fajlagos teljesítmények igen, jeléül annak, hogy a fúróberendezés-állomány felújítása és a berendezésekkel alkalmazott tökéletesedő technológia a mind nehezebb fúrási körülményeket, a feladatok nehézségeit nemcsak ellensúlyozni tudta, de futott még teljesítményfokozásra is. Mint az 1.1 fejezetből már kitűnt, igen jelentős volt a fúróberendezésenként elért átlagos évi előrehaladás növekedése az Egyesült Államokban, ahol az 1974. évi mélypont után ismét emelkedőben van ez a legfontosabb fúrási teljesítménymutató. A legjelentősebben emelkedett az aktív fúróberendezések száma Algériában, ahol kétszer annyi fúróberendezés dolgozott 1976-ban, mint 1975-ben (OGJ 1977 *6* 75), továbbá Kanadában, ahol az 1975. évi 135 helyett 1976-ban 178 rotari fúróberendezés dolgozott, s ezekkel kereken 31 000 m/fúróberendezés/év teljesítményt értek el (WO 1977 Febr. 15. 122—4).

A fúróberendezés-állomány felújítása során világszerte nagy az érdeklődés a legnehezebb kategóriába tartozó fúróberendezések, az 5000 m-nél nagyobb mélységkapacitásúak iránt. Ez kitűnik egyrészt az úszó tengeri fúróberendezések számának az 1976. évi — az igényekhez képest túlzott — növekedéséről szóló tanulmányból [21], hiszen ezek úszó testei mind nagy mélységkapacitású fúróberendezést hordanak fedélzetükön, de erre mutatnak a világszerte szaporodó nagymélységű fúrások esetleírásai is (l. az 1.3.5. fejezetet). Látszólag ezt a képet mutatja az Egyesült Államok 2204 rotari fúróberendezése növekedésének számbavétele [22] is, amely szerint az 1976. évi 176 egységből álló növekmény csaknem 30%-a az 5000 m-nél mélyebb fúrásokra alkalmas berendezésekre esik. Ennek ellentmond az a közlemény [23], amelyik szerint a nagy mélységkapacitású fúróberendezések iránt megcsappant az érdeklődés egyrészt azért, mert az ultramély felfedező fúrások ritkábbak lettek, másrészt azért, mert az ilyen fúrásokkal feltárható gáz kötött ára bizonytalanná teszi az ultramély gázkutak fúrásának gazdaságosságát. A nagy mélységkapacitású fúróberendezések számának [22] által mégis kimutatott jelentős növekedése minden bizonnyal nagyrészt azzal magyarázható, hogy az 1976-ban az USA-ban épülő 23 úszó testre és 28 stabil fúrófedélzetre kerülő fúróberendezés nagy része 5000 m-nél nagyobb mélységkapacitású. *Hunter* [24] szerint viszont a 10 000 m-nél nagyobb mélységkapacitású szuper rotari fúróberendezésekre az igény továbbra is fennáll, éspedig egyrészt ilyen mélységű szénhidrogén-kutató fúrások, másrészt az igen nagy (3 m körüli) átmérőjű és 2500 m mélységet is elérő atomenergia-kutatási célokat szolgáló fúrások mélyítésére. Egy ilyen, 9000 m-nél nagyobb mélységkapacitású 3385 kW hajtógép-teljesítményű, 2210 kW teljesítményű emelőművel 7500 kN horog-teherbírású és két, egyenként 1180 kW teljesítményű iszapszivattyúval ellátott dízel-elektromos fúróberendezést a világ legnagyobb szárazföldi fúróberendezésének nyilvánítja [25] leírása; ennél azonban nagyobb teljesítményű, illetve mélységkapcitású az Azerbajdzsánban a *Szatlinszkaja-1* fúráson álló URALMAS—15 000 típusjelű dízel-elektromos fúróberendezés a maga összesen 10 000 kW hajtóteljesítményével és a típusjelében is megadott mélységkapacitásával [26].

Különleges, 6000 m mélységkapacitású, helikopteres szállításra tervezett, s éppen ezért 2 t tömegű egységekre bontható, s az indonéziai dzsungelben való fúrásra szánt fúróberendezést mutat be [27]. A berendezést teljes felszerelésével 151 helikopteremeléssel lehet átszerelni az egyik fúrópontról a másikra.

Forgatóasztal és emelőmű helyett hidromotorhajtású forgatóasztallal és a fúrószerszám emelésére, süllyesztésére hosszú hidraulikus henger/dugattyúpárhoz csatlakozó járommal dolgozó hidraulikus fúróberendezés-sorozat (350—1085 kW hajtóteljesítménnyel) egyik üzembe helyezett tagját mutatja be [28], kiemelve ezeknek a hidraulikus fúróberendezéseknek messzemenő automatizálási lehetőségeit.

Az elektromos hajtású, pontosabban a dízel-elektromos fúróberendezések változatait (a Ward—Leonard, a tirisztoros vezérlésű és a szabályozható frekvenciájú inverteres rendszerűeket) egyrészt a robbanásveszély, másrészt a környezetnek megfelelő kiválasztás szempontjából értékeli *Woodbury* és *Thomas* [29]. Tanulmányuk második részében a fúróberendezés emelőművének energiaszükségletét, nyomatékigényét, illetve a fordulatszám/nyomaték kedvező viszonyát elemzik, és a különböző dízel-elektromos hajtások rugalmasságát hasonlítják össze. A különböző hajtások (mechanikus, egyenáramú-egyenáramú dízel-elektromos és egyenirányított váltóáramú-egyenáramú dízel-elektromos) hatékonysága és teljesítménye összehasonlítását végzi el tanulmányában *Bynum* [30], s végeredményben leszögezi, hogy a dízel-elektromos berendezések versenyképesek, ha a teljes fúrási költséget veszik tekintetbe.

Az emelőmű teljesítményének elemzése alapján annak növelését jelöli meg követendő útnak a hazai fúróberendezés-állomány fejlesztéséről szóló tanulmányában *Szabó* [31]. Ezt a megállapítását azzal támasztja alá, hogy ez nem ütközik fúrástechnológiai korlátok-

ba, hiszen a lassú áttétel részesedése a kiépítéskor 75%-os. *Tatu* és *Popa* egyik tanulmányukban [32] az emelőműnek a fúrószár be- és kiépítéséből adódó dinamikus terheléseit elemzik, míg egy másik tanulmányukban [33] új módszert mutatnak be az emelőkötélben fellépő ekvivalens erők meghatározására. *Calota* [34] az emelőmű szalagfékjében fellépő nyomatékok számítására kidolgozott egyszerű módszert ismertet, és az ennek alapján alkalmazandó más fékrendszerek, mint pl. a tárcsafék vagy segédfékek lehetőségére, szükségességére mutat rá. A fékszalagnak a fékdobra való új rendszerű rászorítását és ezzel a fékszalag egyenletes terhelését és nagyobb féknyomatékot eredményező megoldását ismertetik [35] szerzői.

A fúróberendezés emelőrendszerét érintő tanulmány a kihorgonyzott fúróárbocok kikötő köteleinek horgonyaiban a szélnyomás következtében fellépő erőket elemzi. Erre vonatkozó kísérleti mérések alapján *Hoyt* [36] leszögezi, hogy ezek az erők nem nőnek olyan gyorsan, mint amilyen mértékben a szélsebesség nő.

A fúróberendezéseknél mind jobban terjedő egyhatású triplex szivattyúk üzemének szimulálására felállított számítógépes modellt mutat be *Parker* [37], amely jelentősen csökkenti a terhelések meghatározásához szükséges időt.

A korszerű szabályozott nyomású öblítés, valamint a nem diszpergált és szilárdanyag-mentes öblítőfolyadékok terjedésével fokozott figyelem fordult az iszapszivattyúkhoz tartozó felszíni öblítőrendszer felé, amelynek *Bingham* szerint [38] a rázószita változatlanul a legfontosabb alapvető eszköze, és amelynek hatékonysága sokrétűen szabályozható. Új szabályozási lehetőségnek tekinthető a több szitafelület alkalmazása egymás alatt. A szitaméret kiválasztásának alapelveit *Shuman* [39] foglalja össze. [40] a másik igen elterjedt, de már centrifugális elven dolgozó és ennek megfelelően a szilárdanyag-szemcse tömege szerint osztályozó kiválasztó eszköz, a hidrociklon kiválasztásának alapelveit foglalja össze; hangsúlyozza, hogy a tömeg szerinti kiválasztási elvet a nehezített öblítőiszaphoz való alkalmazásakor messzemenően figyelembe kell venni. A zárt rendszerű — egy egységbe szerelt — rázószitából, hidrociklonokból és két nagy fordulatszámú centrifugából álló — szilárdanyag-kiválasztó berendezéssel sikeres üzemi próbáját írja le [41], amellyel egy wyomingi fúrás 3550 m szakaszán 20 nap időmegtakarítást értek el. Az egység lényegében száraz anyagot választott ki, s a kísérlet során a nehezített öblítőiszaphoz víz utánpótlására nem volt szükség. Ugyancsak egységesíti, egyetlen nagy méretű iszaptartályra helyezi az összes szilárdanyag-kiválasztó eszközöket az a szokatlan elrendezésű fúróberendezés, amelyik a hatékonyabb fúrás érdekében a fúrómesteri állás oldalára helyezi a felszíni öblítőrendszert. Ez a megoldás az öblítés és a munkapad egyidejű jobb szemmel tartását, biztonságosabb fúrási műveletet, tisztább, áttekinthetőbb fúrási telepet eredményez [42].

[43] szerzői szovjet gyártmányú rotációs öblítőiszap-gáztalanító egységet mutatnak be, amelyik egy nagymélységű fúráson végzett kísérleti eredmények szerint az öblítőfolyadék sűrűségétől, viszkozitásától és mozgási ellenállásától függetlenül teljes mértékű gáztalanítást eredményez.

Két különleges fúróberendezésről számol be [44] és [45]. Az előbbi egy 1000 m mélységig $6\,^1/_4$″-es fúrólyuk mélyítésére alkalmas $2\,^3/_8$″-es felcsévélhető acélcsővel dolgozó berendezést ír le. Ehhez a berendezéshez elegendő 2 főnyi kiszolgáló személyzet. A béléscsövezésre a berendezéshez egy daru tartozik. A másik közlemény lényegében egy különleges „segéd-fúróberendezés"-t ismertet, illetve annak munkáját írja le. Ez lényegében egy vibrációs cölöpverő kalapács, amely excentrikus lengősúlyok keltette rezgésekkel dolgozik, és elsősorban csoportosan telepített irányított ferdefúrások felszíni vezető béléscsőoszlopainak gyors és gazdaságos lefúrására alkalmas.

1.2.2. A fúrószerszám

Magának a kőzetbontó szerszámnak, a fúrónak szempontjából az érdeklődés középpontjában az ún. „hosszú élettartamú" fúrók: a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas görgős fúró és a gyémántfúró álltak.

A görgős fúrók fejlődését áttekintő tanulmányában *Jackson* [46] megállapítja, hogy az 1909-ben „sziklafúró"-ként szabadalmaztatott görgős fúró fejlődésében átlag tízévenként jelentkeztek azok a legfontosabb tökéletesítések: az öntisztító fogazás (1925), a háromgörgős fúró görgős/golyós csapágyazással, külpontos tengelyelrendezéssel (1933—35), talpra irányított öblítésű jet-görgős fúró (1949), keményfém lencsés görgőkkel kiképzett, ún. kobrafúró (1955), zárt görgős/golyós csapágyazású görgős fúró (1960), zárt csúszócsapágyas, keményfém fogazású görgős fúró (1970), amelyek útján az eredetileg csak a kemény kőzetek céljaira szerkesztett görgős fúró minden kőzetféleség leghatékonyabb fúrójává tökéletesedett. A másik megállapítása *Jackson*nak, hogy a tökéletesítés legutóbbi lépése oda vezetett, hogy a keményfém fogazású zárt csúszócsapágyas görgős fúróval, amely ma már teljes fogazásválasztékkal rendelkezésre áll, általában elérhető a 100 órás vagy a fölötti fúróélettartam, és az alkalmazható nagyobb fúróterheléssel és kisebb fúrófordulattal elérhető nagyobb fúrási sebesség útján 40 év alatt, vagyis a háromgörgős fúró bevezetése óta, konzervatív becsléssel is megháromszorozta a fúrási sebességet. *Greaves* és *Moerbe* [47] ugyancsak a zárt csapágyazású görgős fúrókkal elérhető eredményeket elemzik, és egy texasi (Ward County) területen 1966-ban fúrt 4500 m-es fúrások fúrófelhasználását és fúrási idejét hasonlítják össze az 1972-ben ugyanezen a területen mélyített fúrásokéval. Eszerint 1966-ban 130 nap alatt 78 mart fogú és 21 keményfém fogú, de nem sikló-csapágyazású fúróval érték el a 4500 m-es mélységet, 1972-ben 9 mart fogú, 10 keményfém fogú zárt görgős/golyós csapágyazású és 10 zárt sikló-csapágyazású keményfém-fogazással ellátott görgős fúróval — tehát mindössze 29 fúróval 99 helyett — 96 nap alatt érték el ugyanazt a mélységet. [47] szerzői irányelveket is adnak a zárt siklócsapágyas keményfém fogazású görgős fúrók kiválasztására és az alkalmazandó fúróterhelés/fúrófordulatszám nagyságára. *Garner* és *Millar* [48] a görgős fúró elemeinek új tervezési elveit foglalják össze, különös tekintettel a siklócsapágyazás élettartam-növelésére és a hosszabbított fúvókájú fúrókra. Bemutatnak néhány új fúrótípust is, így: mart és keményfém fogazású, hosszabbított fúvókájú három-, illetve kétgörgős fúrót képlékeny kőzetekhez, ke-

ményfém fogazású görgős magfúrókoronákat és ezek kombinált formáit műgyémánt (compax) betéttel, továbbá ugyancsak magfúrókoronákat, de a mélytengerkutatás folyamatos (kötéllel kiemelhető) magszedő készülékéhez is, oly kivitelben, amely kielégíti a fúróvisszavezérlés követelményét is.

Laird [49] a görgős fúró tervezési elvein túl a gyártásának metallurgiai szempontjait, a legkedvezőbb acélféleségek kiválasztásának és hőkezelésének kialakult módszereit foglalja össze. *Zsidovcev* és szerzőtársai [50] az aszimmetrikus elhelyezésű fúvókákkal kiképzett 3 görgős fúrókkal végzett üzemi kísérletről számolnak be. E fúrók 4 fúvókája közül egy központi a görgőkre irányul, s azokat, valamint a lyuktalp egy részét öblíti, egy oldalsó fúvóka a furadék elsodrását célozza, két felfelé irányított fúvóka pedig az ejektor szerepét játssza, és a furadékszemek felszívása, felkapása útján kívánja biztosítani a tisztább lyuktalpat; a fúrókkal 1200—1400 m közötti mélységben végzett üzemi kísérlet szerint mintegy kétszeres fúrónkénti előhaladást és 20—30%-os fúrási sebességnövekedést sikerült elérni. *Vüszkrebcov* [51] a nyílt csapágyazású görgős fúrók csapágyaiban a tengelyirányú és a radiális terhelések egyenlőtlensége, illetve a csapágy két vége közötti nyomáskülönbség következtében fellépő szívóhatásra hívja fel a figyelmet. Ez a hatás kiszorítja a csapágyból a kenőanyagot, és helyére a többé-kevésbé abrazív öblítőfolyadék lép be.

Constantinescu [52] a háromgörgős fúró csapágyazásának tökéletesítése érdekében matematikai úton elemzi a különböző csapágyazási rendszerekkel elérhető élettartamot. *Tatu* [53] a görgős fúrókat a csapágyaik tartóssága függvényében értékeli az optimális fúrási technológia követelményeinek szempontjából.

Szemencov és szerzőtársai [53] a fúrófog kopására állítanak fel analitikai összefüggéseket, és megállapítják, hogy ez jól egyezik a *Galle—Wood*-elmélettel.

A gyémántfúrók, éspedig a rotari (turbórotari) fúráshoz alkalmazott gyémántfúrók tervezésének, kialakításának és formáinak, valamint kőzetbontásának elveit, a felhasznált gyémántféleségekre, mátrixanyagokra és a gyártásra is kitérve, 25 év rotari gyémántfúrási, illetve turbógyémántfúrási tapasztalatai alapján *Ritter* [55] könyv alakban adja közre. Ez a könyv a gyémántfúróról és a gyémántfúrási technológiáról írott legteljesebb és legkorszerűbb összefoglalás. Könyvében igen részletesen kitér a fúró fölé helyezett vagy azzal a turbó-gyémántfúrás céljaira szinte egybeépített stabilizáló szükségességére, ami természetesen nem teszi szükségtelenné, sőt feltételezi a súlyosbítóoszlop stabilizálását is.

A gyémántfúró alakjának változóit matematikai modellbe foglalva, ennek a modellnek optimalizálásával a gyémántfúró legkedvezőbb alakját, öblítésmegoldását igyekszik elérni *Peterson* [56]*. Tanulmányának konklúziója szerint ennek a modellnek szisztematikus alkalmazásával legalább 25%-kal növelhető a fúrási sebesség, és ezzel természetesen csökkenthető a fúrás folyóméterköltsége. A modell, vagyis a tervezési alapelv változatai:

1. kis gyémántszemeket alkalmazva azok számát konstans értéken tartani;
2. a gyémántszemek méretét állandó értéken tartva azok számát csökkenteni;
3. a gyémántszemek összkarátszámát konstansnak véve a gyémántszemek nagyságát növelni.

A könnyen programozható modell segítségével, tényleges üzemi adatok alapján kialakítható a legkedvezőbb fúróváltozat. A gyémántfúrókkal való fúrás helyzetéről szóló összefoglalás [57] kiemeli a tökéletesebb gyémántfúrók kialakításának és mátrixanyagának szükségességét, mint a gyémántfúrás továbbfejlődésének egyebek közt (növekvő fúróberendezés-költségek, tökéletesedő talpi fúrómotorok) két alapvető tényezőjét. *Karaev* szerzőtársaival [58] tökéletesített öblítésű (35 öblítőcsatorna, 75—90 m/s kiáramlási sebesség, 0,37 kW/cm² lyuktalpra juttatott öblítési teljesítmény) gyémántfúrókkal elért eredményekről számol be. [59] a középkemény és lágy kőzetekhez kialakítandó gyémántfúrókhoz alkalmazható polikristályos műgyémánt (Stratapax) formadarabokról tudósít.

Slalina [60] a gyémántfúrók és a görgős fúrók energiaigényét kísérleti alapon határozza meg, s az eredményeket a mélyfúrások tervezéséhez diagramokban foglalja össze.

Az amúgy is hosszú élettartamú gyémántfúró még hosszabb élettartama érdekében az új-mexikói Sandia Laboratóriumban elkészítették a végtelen szalagon, (láncon) kiképzett gyémántfúrót [61]. Ez lényegében kiküszöböli a gyémántszemek kiesése, kitöredezése következtében beálló fúrási sebességcsökkenést azzal, hogy bizonyos fúrási idő után a szalagon kiképzett további új fúróprofil átváltására van mód az öblítési nyomás változtatása útján. A végtelen láncon kiképzett gyémántfúró negyedik változatával az utahi fúrási laboratóriumban négyszeres-ötszörös fúrási sebességet sikerült elérni. Ugyanitt próbálták ki a talpon cserélhető görgőjű, vagyis a működő fúró fölötti tárból váltható görgőkkel kiképzett fúró prototípusát is. A márgában és gránitban végzett kísérleti fúrások során 22 kN/∅ hüvelyk fúróterheléssel azonos fúrási sebességet sikerült elérni a váltható görgőkkel megoldott fúróval, mint a konvencionális fúróval. A szokványoshoz képest viszonylag gyengébb elemekkel kiképzett kísérleti fúróra adott 180 kN összterhelés azonban túlzottnak bizonyult, a fúró elemei megsérültek. Az új megerősített prototípus görgőit részben műgyémánt lapkákkal igyekeznek kopásállóbbá, hatékonyabbá tenni.

A fúrószár legalsó elemein, a fúróhoz csatlakozó súlyosbítórudak végein jelentkező kifáradásos töréseknek elkerülésére alkalmazott külső feszültségmentesítő hornyok kedvező üzemi eredményeiről számol be *Primm* [62], de kiemeli egyrészt azt, hogy elsősorban az új súlyosbítórudakon célszerű a külső feszültségmentesítő hornyokat alkalmazni, másrészt azt, hogy a feszültségmentesítő hornyok pontos megmunkálása alapvető követelmény. *Bradley* szerzőtársaival [63]* a kimerült urániummal és a volfrám-karbiddal ötvözött „nehéz" merev súlyosbító előnyös voltát a fúrólyukirány-stabilizálás, a függőleges terhelés és az elérhető fúrási sebesség szempontjából üzemi tapasztalatokkal támasztják alá. Lengyel szerzők [64] a súlyosbítórudak meneteinek szilárdítási módszeréről számolnak be.

[65] szerzői a fúró fölött alkalmazott lengéscsillapító kifejlesztésével kapcsolatban a lengéscsillapítás dinamikus folyamatát kísérlik meg matematikailag — *Lap-*

lace-transzformáció segítségével — leírni. A kifejlesztett lengéscsillapítók üzemi kísérletei jelentős fúrási sebességnövekedést mutattak.

Rowe [66] a súlyosbítóoszlop és a fúrócsőoszlop közé iktatott, s a kifáradásos törésnek jobban ellenálló vastag falú fúrócsövek kiképzéséről, viszonylagos merevségéről, méretének megválasztásáról ad jó összefoglalást.

Fajn és *Sznarev* [67] a fúrószár tartós szilárdságra való méretezéséhez használt összehasonlító feszültség meghatározásának különböző módszereit hasonlítja össze. *Mocsernjuk* [68] a fúrólyukban függő fúrószárra ható felhajtóerő értelmezése közül az egyenletes súlycsökkenés és nem a felhajtóerő következtében fellépő nyomott és húzott szakasz kialakulása mellett tör lándzsát. *Walker* és *Friedman* [69] háromdimenziós matematikai modellel írja le a fúrószár kihajlását, ennek segítségével jobban meghatározható a fúró iránya és a pontosabb stabilizálás útján alkalmas a fúró teljesítményének és élettartamának növelésére. *Farr* és *Smith* [70] rámutat arra, hogy az újonnan szabványosított fúrócsőacélok ismét felvetik a kérdést, hogy a fúrócső terhelhetősége szempontjából a cső vagy a fúrócsőkapcsoló a gyengébb elem. Elemzésük szerint a fúrócsőkapcsolók torziós szilárdsága kisebb, mint a nagy szilárdságú, ma már szabványos (X—95, G—105, S—135) csőacélokból készült csöveké, ezért a túlzott meghúzást kerülni kell, s figyelembe kell venni a fúrás közben felléphető túlzott kapcsolómenet-összehúzódást is. Ezel szemben *Strozier* különböző nagy fémtartalmú menetkenőcsökkel elérhető nagyobb meghúzási nyomatékokat mutat be. *Tatu* [71] úgyszintén a fúrócső terhelhetőségének lehetőségeit elemzi, és biztonsági tényezőket vezet le, nomogramokat mutat be a kopott és az új fúrócsövekre. *Calota* [72] a fúrószár fúrólyukban való lefelé mozgását írja le matematikai modellel, és ebből következtetéseket von le a csőoszlop kezelésére, elsősorban a fékkel való lassítására. A fúrószár üresjárási forgatásának meghatározására szolgáló képleteket pontatlannak ítélve *Kirillov* és szerzőtársai [73] kísérleti úton határoznak meg összefüggéseket. Tapasztalataik szerint a fordulatszám növelésekor a csavarónyomaték ugrásszerűen megnő, majd stabilizálódik.

A fúrószár eszközökkel való kezelésére, a korróziós kifáradás elkerülésére, vizsgálatára vonatkozó elveket, szabályokat *Rogers* [74] foglalja össze, s kiemeli a roncsolásmentes, megbízható vizsgálat szükségességét. A fúrótelepen alkalmazható automatikus roncsolásmentes vizsgálati módszert, illetve eszközt ír le *Kahil* [75].

Mauzy [76] felhívja a figyelmet a kén-hidrogén okozta szulfidos korróziós törés veszélyére a fúrószár nagy feszültségkoncentrációjú helyein, így elsősorban a fúrócsőkapcsolók ún. utolsó ép menetének gyökében. Ennek elkerülésére az acél szilárdságát bizonyos kritikus határ alatt kell tartani, s az acél atomos hidrogéntartalma sem léphet túl egy bizonyos határt. Ezért a fúrócsőkapcsolók acélanyagának kiválasztása, ilyen szempontok szerinti hőkezelése a korróziós törések elleni védekezés legjobb módja.

Smith [77] a rotari menetek helyes meghúzási nyomatékán, illetve a megfelelő menetkenőcsön, valamint a korróziós kifáradás okozta törések, mint a fúrószárelemek élettartamát csökkentő tényezőkön kívül a fúrószárelemek hosszabb élettartama érdekében újból felhívja a figyelmet az ékelés okozta sérülések elkerülésére, a fúrószár külső felületei abrazív kopásának és a tömítetlenségből eredő kimosásainak elkerülésére.

A fúrószár ékben való felfüggesztése okozta sérülések és a helyes, kíméletes fúrószár-összecsavarás érdekében a gyakorlás szerepét emeli ki *Gill* és *Boyadjieff* [78]; a rotari menetek meghúzásának múltját foglalja össze és a ma követelményeit, megoldásait értékeli *Foster* [79].

[80] szerzői a fúrócsőkapcsolón alkalmazott olyan újszerű keményfém védőgyűrűvel végzett kísérletekről számolnak be, ami lényegében kevésbé okoz kopást a béléscsőben, mint a védőgyűrű nélküli sima fúrócsőkapcsoló, s természetesen a fúrócsőkapcsolónak is megfelelő védelmet nyújt a kopás ellen. *Bradley* [81] viszont a fúrócsővédő gumigyűrűk oly típusairól számol be, amelyekkel végzett üzemi kísérletek szerint ezek nagy érintkezési terhelés esetén is megfelelő kopásvédelmet nyújtanak, és nem csúsznak el a fúrócsövön. A kísérletek szerint nem a felhúzott gyűrűk, hanem az ékes kapcsolódású és rögzítésű protektor-gumigyűrűk a kedvezőbbek. *Bradley* egy további tanulmányában [82] üzemi adatokra alapított olyan empirikus képleteket, illetve ezekre alapított nomogramokat közöl, amelyek alapján a béléscsőkopás mértéke és sebessége a fúrólyuk könyökeiben, vagyis irányeltéréses szakaszaiban is előre jelezhető. Ez a béléscsőkopás jelentős mértékben mérsékelhető a fúrócsövön alkalmazott védő gumigyűrűk megfelelő program szerinti használatával. *Bradley* módszert is bemutat a megfelelő védő gumigyűrű kiválasztására. *Bakulin* [83] a fúrócsőkapcsoló és a béléscső közötti kopás intenzitásának laboratórumi méréseiről számol be. A béléscső legintenzívebb kopását a fúrócsőkapcsoló folyamatos, ütés nélküli csúszása esetében tapasztalták.

Az alumínium, illetve könnyűfém fúrócsövek tartós szilárdságáról, amely 2,7-szer nagyobb, mint az acél fúrócsöveké, számolnak be [84] szerzői. [85] szerzői viszont a könnyűfém fúrócsövek ferde fúrólyukakban fellépő kopását vizsgálták, s azt találták, hogy az egyenesen arányos a teljes úttal. 16—26°-os lyukferdeség mellett a megengedett fúrócsőkopásig a használhatóság szélső értéke 900 000—700 000 m. *Szinjavszkij* és *Uszt'jancev* az alumíniumötvözetű fúrócsövekről írott összefoglalásukban [86] az alumínium fúrócső számos előnyös tulajdonságát hangoztatva, a hátrányokról is szólnak, éspedig elsősorban a korrózióval szembeni viszonylag kis ellenállásukról és az ugyancsak kedvezőtlen hőállóságukról (max. 150 °C-ig alkalmazhatók!) A korrózióállóság szempontjából az erősen ötvözött Al—Zn—Mg ötvözetű rendszert (Cu- és Cr-adalékkal is) ítélik a legkedvezőbbnek, bár ez a tartós szilárdság szempontjából kedvezőtlenebb, mint az eddig alkalmazott D 16 T ötvözet, de ezt a hátrányt a sokkal kedvezőbb korróziállóság bőségesen ellensúlyozza.

A *talpi fúrómotorokról* mint a fúrószerszám részéről szóló közlemények közül a legjelentősebb *Guszman* és szerzőtársainak [87] a szovjet fúróturbinákról és pozitív kiszorítású talpi hidromotorokról szóló könyve. Ebben átfogó képet adnak a talpi hidromotorok, s ezen belül elsősorban a fúróturbinák történetéről és a kialakult (egyszerű, szekciós, fordulatszám-csökkentésű, csökkenő nyomásesésű, ferdítő, több szekciós, re-

duktoros) típusairól, és külön az ún. pozitív kiszorítású hidromotorokról. Természetesen a könyv tárgyalja a turbinalapátok kinematikáját, valamint a fúróturbinák csapágyazásának és tengelytömítésének kialakult új megoldásait, valamint a továbbfejlesztés irányait is.

Garrison, E. P. a talpi fúrómotorok összehasonlítását célzó tanulmányában a különböző származású fúróturbinák és az amerikai pozitív kiszorítású hidromotorok összehasonlítását kísérli meg. Rámutat a talpi fúrómotorok alkalmazásának korlátait jelentő jellemzőkre (viszonylag rövid — a zárt csapágyazású görgős fúrókénál sok esetben rövidebb — élettartam, viszonylag gyors fordulatszám, 150 °C-t alig meghaladó hőmérséklettűrés, hiányos lyuktalpi információ stb.). Ezek alapján megjelöli a továbbfejlesztés követendő útjait.

A pozitív kiszorítású talpi fúrómotorokkal a Szovjetunió különböző területein elért eredményekről szóló beszámoló [89] szerint 1,6-szer nagyobb átlagos fúrónkénti előhaladást és 35%-kal nagyobb fúrási sebességet értek el, és sikeresen alkalmaztak ilyen talpi fúrómotort egy baltikumi ultramély fúrás 5898—7243 m közötti szakaszán is. [90] szerzői a pozitív folyadékkiszorítású (térfogat-kiszorítású) talpi fúrómotorokkal való fúrás technológiájának kialakítása érdekében végzett permi fúrásokról számolnak be. Az ilyen talpi fúrómotorokkal a fúrás — a pozitív kiszorítású hidromotorok merev karakterisztikája miatt — lényegesen különbözik a turbófúrástól. A permi kísérleti fúrásoknál is nagyobb fúrónkénti előhaladást és nagyobb fúrási sebességet értek el, mint a fúróturbinával. Kis átmérőjű (85 mm), pozitív kiszorítású talpi fúrómotor sikeres üzemi tapasztalatairól (200 órás élettartamot értek el, 3900 m-ig használták cementfúrásra, összesen 6451 m hosszon) számol be [91].

A fúróturbinák tökéletesítését érintő tanulmányok közül ugyancsak *Gjuli-Zade* [92] a hidraulikus fékezésű fúróturbinákkal Azerbajdzsánban elért eredmények alapján ezt a típust — amellyel 250—400 percfordulat mellett lehetett dolgozni — jobbnak ítéli, mint a háromszekciós spindeles turbinát; *Malüsev* [93] a hidraulikus fékezésű fúróturbináknak — ezek AGT és BGT típusainak (az utóbbiak jet-fúráshoz osztott folyadékáramúak) — továbbfejlesztési terveiről számol be, amelyek közt szerepel a rugós lengéscsillapító beépítése is. A fúróturbinák fölé is építhető rugós — éspedig „poliuretán rugós" — lengéscsillapítót ismertet [94], mindenesetre meglehetősen korlátolt hőtűréssel (100—130 °C).

1.2.2. Fúrási műszerek

A [95] szerzői „A fúrólyuk mint információforrás" című munkájukban összefoglalják a fúrási információszerzés felszíni és mélybeli érzékelőkkel, illetve az utóbbiak jeleinek felszínre továbbításával lehetséges műszeres adatszerzésnek kialakult módjait, s azok felhasználását. Lándzsát törnek a folyamatos, a fúrással lehetőleg egyidejű műszeres adatgyűjtés minél szélesebb körű alkalmazása mellett. Ugyanebben a szellemben *Vándorfi* [96] a mélybeli és felszíni érzékelőkkel megoldott műszeres adatszerzésnek (a fúrási szelvényezésnek, iszapszelvényezésnek stb.) lehetőségeit elsősorban a földtani információszerzés szempontjából értékeli, de összefoglalójában gazdaságilag is; hangsúlyozza ugyanis, hogy a rendkívül drága műszercsoportokkal szerzett adatok mégis a „legolcsóbbak", mert a fúrási műveletek megszakítása nélkül, tehát fúrási időköltség nélkül folyamatosan nyújtják az adatokat, és a mélység függvényében a fúrással egyidejűleg szelvényeznek.

Ez az utóbbi megállapítás a magyarázata annak, hogy miért éppen a legdrágább tengeri fúróberendezéseknél jelennek meg a legköltségesebb, legbonyolultabb műszercsoportok. A fúrási műszerezés egyik legteljesebb megoldását ismét egy úszó fúróberendezés, egy új fúróhajó — a Discoverer 511 — bonyolult műszeres/számítógépes rendszere képezi. Ez a *Pomrenke* és *Cox* által leírt rendszer [97] lehetővé teszi a helyszíni számítógépes fúrási optimalizációt, beleértve ebbe a folyamatos pórusnyomás és kőzetrepesztési nyomás meghatározást, és az ennek megfelelő optimális öblítőfolyadék-sűrűség beállítást. A rendszer magában foglalja a hidraulikus program folyamatos ellenőrzését, az öblítőfolyadék szilárd anyagának és gáztartalmának ellenőrzését is. Egyszerűbb, de az elektronika mind szélesebb körű alkalmazására mutató rendszert ír le [98]. E szerint egy oklahomai nagymélységű fúráson dolgozó berendezés 6 konvencionális érzékelőjéről, azok mindegyikét elektromos jellé alakítva egy „sötét kamrán" („black boxon") keresztül a jel egy képernyőre, a lyukkártyára és a mágnesszalagra kerül, és mutatja, feldolgozásra továbbítja, tárolja a 6 fúrási információs adatot. A mélység függvényében vizuálisan és maradandóan rögzített fúrásitényező-változás a fúrás irányítása és az átfúrt formációk értékelése szempontjából igen fontos és a fúró haladásával egyidejűleg rendelkezésre álló információkat biztosít. *Moore* [99] a fúrási műveletek irányítására, optimalizálására használatos számítógépek rentabilitását értékelő összeállításában abból indult ki, hogy az erre a célra használatos számítógépek költsége igen széles határok közt (12—1200 $) változik, éspedig aszerint, hogy egy kis zsebszámítógépet vagy egy számítógép-központ időosztásos nagy számítógépét veszik igénybe. A fúrási vállalakozókhoz intézett körkérdés alapján leszögezi, hogy a fúrási vállalkozók nagy része a két szélső határ közötti középutat választja. A fúrási vállalkozók 62%-a a számítógép alkalmazását a fúrás irányítására hasznosnak tartja, 69%-a a fúróberendezés mellett alkalmazott és helyben értékelhető számítógépes irányítást tartja a legkedvezőbbnek. Szinte egyhangú a vélemény a vészjelző kürt szükségességéről a fúróberendezés munkapadján. *Fülöp* [100] hazai megoldásként a fúróberendezés mellett elhelyezett mágnesszalagegységgel ellátott asztali számítógépet javasol azzal, hogy amíg a digitális kimenőjelű műszerekkel látják el a fúróberendezéseket, az adattömeget ezen a gépen billentyűzik be. A mágneskazettákat azután a fúrási üzem irodájában dolgoznák fel.

A fúrással egyidejű fúrási szelvényezés 40 fúrásnál nyert kedvező tapasztalatairól számol be egy olasz—francia szerzőpár [101]. A „sigmalog"-nak nevezett rendszer kitünően bevált az átfúrt formációk túlnyomásosságának, porozitásának, s geológiai viszonyainak jelzésére, mindössze néhány felszínen mért tényező mérése és helybeni számítógépes értékelése alapján.

A fúrással egyidejű, s lyuktalpi érzékelőkkel mért

jelek felszíni továbbításán alapuló műszerezés: a folyamatos fúrási szelvényezés iránti nagy érdeklődést az 1976-ban erről a témáról szóló tanulmányok viszonylag nagy száma mutatja. *McDonald* [102] azzal kezdi az e témakörről írt összefoglalóját, hogy „a fúrással egyidejűleg végzett műszeres mérések hatékonyabb, gazdaságosabb fúrási üzemet biztosítanak", s bár egyelőre nincs általánosan bevált és alkalmazható ilyen rendszer, nagy erőfeszítéseket tesznek ennek a technológiának előbbrevitelére. 10 különböző rendszert vesz szemügyre, amelyek lényegében négy jeltovábbítási alaptípusra vezethetők vissza (öblítőiszapon át nyomásimpulzusok, villamos vezetékes továbbítás, elektromágneses rendszer, akusztikus hullám), s ezeken az utakon a mérési rendszer célja a fúrási művelet ellenőrzése, dőlés- és irányellenőrzés, fúrási optimalizáció és formációkiértékelés. A talpi információs jelek a felszíni érzékelőkkel nyerhető megbízható információs jelekkel a számítógépes fúrási irányításhoz vezethetnek. *McDonald* véleménye szerint ilyen rendszerek néhány év múlva kereskedelmi forgalomba kerülhetnek.

Hasonló összefoglalásban, elsősorban a nagymélységű fúrások szempontjából, s inkább műszertechnikailag értékelik a mélybeli jelfogás és a kábel nélküli jeltovábbítás lehetőségeit [103] szerzői. Összefoglalásuk konklúziójában kevésbé optimisták. Ezzel szemben [104] szerzői az iszaposzlopon át ún. iszapszirénával megoldott folyamatos nyomásimpulzusos, fúrással egyidejű szelvényezés sikeres üzemi kísérleteiről számolnak be. Szerintük ez a rendszer vízközegű öblítőiszappal végzett fúrás esetében 6000 m-nél nagyobb mélységben is használható, ha az öblítőfolyadék kinematikai viszkozitása nem nagyobb 200^{-6} m²/s (20 cSt-nál, sőt 4200 m-ig nehezített invert emulziós öblítőiszapban is, ha annak viszkozitása nem haladja meg az 500^{-6} m²/s (50 cSt-nál). Az adatközvetítés felbontóképessége és gyorsasága (1000—1200 m/s) is kielégítő. *Denison* [105] különlegesen kiképzett fúrócsövön át villamos vezetékkel megoldott jeltovábbítású talpi érzékelésű rendszer biztató üzemi kísérleteiről számol be. A fejlesztés következő lépcsője a jelfogó rendszernek a súlyosbítóoszlop felső végéről közvetlenül a fúró fölé való elhelyezése lesz. Lényegében villamos vezetékes jeltovábbítású a *Marshall* által leírt [106] irányított ferdefúrást vezérlő műszerrendszer is, amelyet elsősorban a talpi hidromotorral végzett irányított ferdefúrásokhoz fejlesztettek ki, és amelyik a talpi fúrómotor fölé elhelyezett nem mágneses súlyosbítóban mért dőlés- és irányváltozást folyamatosan méri; a mélység függvényében digitálisan jelzi a felszínen a dőlés szögét és irányát a mágneses északhoz, valamint a kitűzött irányhoz képest. A talpi műszer méri továbbá a mindenkori talpi öblítési hőmérsékletet, s természetesen azt is mutatja a felszíni vezérlő táblán.

Lényegében szintén talpi érzékelésű az a fúrófog és fúrócsapágy kopását mérő műszer [107], amely bizonyos mérvű kopás után kieső dugók következtében fellépő felszíni öblítési nyomásváltozással jelzi a fúró fogainak, illetve csapágyazásának kritikus mérvű kopását.

A felszíni érzékelőkkel dolgozó műszerek közt *Records* [108] a fúrószár beépítési sebességét, illetve az ezáltal gerjesztett nyomáshullámot jelző és regisztráló műszert mutat be; [109] az öblítőfolyadékok felszíni rendszerének típusműszerein (tartályszintmérő, folyamatos sűrűségmérő, ömlesztett anyagok tömegének mérőműszere stb.) kívül a hozzá tartozó öblítőiszaplaboratóriumban nagynyomású és nagy hőmérsékletű vízleadásmérő műszert is tartalmaz.

A fúrási művelet automatizálásáról szóló közlemények közt [110] szerzői a talpi villamos fúrómotorral végzett fúrás szabályozására alkalmas fúró-utánengedő berendezést írnak le.

Az automatikus fúrószárkezelés több mint 50 fúróhajón alkalmazott rendszeréről részletes leírást tartalmaz [111]; ennek a rendszernek számítógép-irányítású megoldását [112]* ismerteti. Ez az úszó fúróberendezésekhez kialakított, számítógéppel vezérelt fúrószerszám-be- és -kiépítő komplexum teljesen kiküszöböli a fúrótoronyban az emberi munkát, mindössze a fúrómester nyomógombokkal való műveletirányítását feltételezi. A rendszer digitálisan jelzi a mindenkori fúrólyukmélységet és a fúró állását a fúrólyukban.

1.3. Fúrási technológia

1.3.1. A kőzetfúrhatóság és a fúrókiválasztás szempontjai

A kőzetfúrhatóságot és az ezt befolyásoló számos egyéb kőzettulajdonságnak a *Poisson*-tényezővel való összefüggését elemzi *Kumar* [113]. Viszont a *Poisson*-tényező geofizikai lyukszelvényezéssel való meghatározásának lehetőségeire is kitér a kőzetfeszültség és a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatairól szóló összefoglalásában [114]. Egy másik, információszerzésről szóló munkájában *Jesch* [115] rámutat arra, hogy a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés módot nyújt a kőzetek fúrhatóságának becslésére a porozitásszelvény megfelelő kiértékelése alapján. A kőzetmechanikai tulajdonságok meghatározásának szonikus és természetes-gamma-szelvényezéssel való lehetőségeit értékelik [116] szerzői. *Valickij* és *Dranker* [117] a görgős fúrók fogainak statikus és lyuktalpi dinamikus terhelése között igyekeznek olyan összefüggést találni, ami felhasználható a kőzetek fúrási módjának kiválasztásához.

Ritter a gyémántfúrásról szóló könyvében [118] összefoglalja a gyémántszemekkel való fúrólyuktalpi kőzetbontás folyamatait; kitér a gyémántszemek alakjának, orientáltságának hatására is, valamint a gyémántszemekre ható tangenciális és normális erők viszonyára.

A folyadéksugárral való eróziós kőzetbontás körülményeinek, feltételeinek tisztázásáról megjelent közlemények között *Melaugh* és *Livesay* [119]* a tulsai egyetem laboratóriumában végzett kísérleteik alapján leszögezik, hogy a lyuktalpi hidraulikus nyomás lényegesen csökkenti a nagy sebességű folyadéksugár kőzetbontó hatását, továbbá azt is, hogy a folyadékkal telített porózus kőzet eróziós kőzetbontása könnyebb, mint a száraz kőzeté. *Pols* [120] viszont a hollandiai Shell Laboratórium kísérletei alapján leszögezi, hogy a kemény rétegzett kőzetek eróziós kőzetbontása mechanikus segítséget igényel, továbbá, hogy a fúrási sebesség növekedése a fúróban létesített nyomásesés fokozására kisebb az impermeábilis kőzetben, mint a permeábilisban, valamint hogy a kemény, izotrop, impermeábilis üledékes kőzet gyorsabban fúrható folyadéksugárral, mint konvencionális fúrásmóddal. Szovjet szerzők [121] a moszkvai VNIIBT-ben, lyuktalpi körülmények közt folytatott eróziós kőzetbontási kísérleteinek, vagyis a különféle kőzetek bontásához szükséges küszöbnyomás megállapítását célzó kísérleteknek eredményeit közlik.

Newsom [122] az új-mexikói *Sandia Laboratórium* „terrafúrás"-nak elnevezett újszerű fúrásmódjának laboratóriumi kísérleteiről is szól. Ez a fúrásmód lényegében a konvencionális rotari fúrásmód kombinálása a lyuktalp fellazítását célzó művelettel, a görgős fúró 3 görgője között — vagyis egymástól 120°-ra elhelyezett tárból — igen nagy sebességgel (háromszoros hangsebességgel) a talpra lőtt acéltorpedókkal. Ezzel a módszerrel laboratóriumi viszonyok közt kétszeres fúrási sebességet értek el a kovencionális görgős fúrással elérhetővel szemben. Ezeket a kísérleteket éppúgy biztatónak ítéli *Newsom*, mint az ugyanitt folyó „szikrafúrás" kísérleteit, amelynek lényege az, hogy a fúrófejen elhelyezett elektródpár mint szikragenerátor elektródjai közt nagyfeszültségű árammal gerjesztett szikrákkal az öblítőfolyadékban keltett nyomáshullámok a talpon ütközve, bontják a kőzetet.

Timofeev és *Orlov* [123] az elektromos fúrólyuk-szelvényezési adatainak és a *Shreiner*-féle keménységmérési vizsgálatok felhasználásával módszert mutatnak a fúrótípus kiválasztására. *Garner* és *Allen* [124] a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas fúrók kiválasztására — tekintettel ezek nagy árára — a találgatás helyett megfelelő adatbankra támaszkodva számítógépes programmal való kiválasztást javasolják, és erre példákat mutatnak be.

1.3.2. Fúrási tényezők

A fúrási tényezők együttesének, vagyis a fúrási rendszernek elemzésére, valamint a helyes fúróválasztás gyors megítélésére *Prazsky* [125] nomogramot dolgozott ki. *Nekraszov* [126] a háromgörgős fúró terhelésének különböző keménységű kőzetekre érvényes dinamikus tényezőjét, a dinamikus terhelési együtthatót laboratóriumi és üzemi mérésekkel ellenőrizte, a forgatóasztalos és a turbinás fúrás esetére. Megállapításai szerint 10°-nál kisebb ferdeségű fúrólyukakban a fúróterhelés középértéke kellő pontossággal beállítható. [127] szerzői nem tartják alkalmasnak a fúrón érvényesített és a fúrási hajtóművön rendelkezésre álló teljesítmény viszonyszámát a különféle fúrásmódok (felszíni hajtású és talpi hajtású rotari fúrás) hatékonyságának összehasonlítására, hanem csak egy-egy fúrásmód hatékonyságának megítélésére; [128] szerzői viszont 4 kaukázusi 3000—3500 m mély fúrás tényleges eredményei alapján a turbinás fúrást csak a felső szakaszokban találták hatékonyabbnak a forgatóasztalos rotari fúrásnál.

Zsidovcev szerzőtársaival [129] a talpra irányított, a periferiálisan a lyuktalpat tisztító és felfelé irányított injektoros hatást kifejtő fúvókákkal ellátott fúrók áramlási viszonyait hasonlítja össze a szimmetrikus öblítőfúvóka-elhelyezésű jet-fúrókkal; az előbbiek előnyeit kedvezőbb fúrási eredményekkel támasztják alá. [130] szerzői a szovjet és magyar sorozatgyártású görgős-jet fúrók üzemi tapasztalatait rögzítik, s gyakorlati szabályt állítanak fel a fúvókákban létesített nyomásesés és a gyűrűs tér nyomásesésének legkedvezőbb arányára.

A fúrási hidraulikának az öblítési jellemzőkkel együttes tervezésére hívja fel a figyelmet *Korry* és *Lowrance* [131], és ilyen elveken nyugvó számítógépes tervezési programot mutatnak be.

Crowley [132] a fúrás hidraulikus tervének a fúrás végrehajtásával párhuzamos, folyamatos pontosítását tartja szükségesnek, és erre módszert javasol. A legfontosabb átdolgozást követelő változás a ténylegesen a fúrás során mért, illetve leszármaztatott pórusnyomáshoz alakítandó öblítőfolyadék-sűrűség, amelynek módosítása viszont a teljes hidraulikus program átdolgozását teszi szükségessé.

Walker [133] több részben megjelent „Öblítőiszap

hidraulikája" c. tanulmányában a fúrási tényezők optimalizációs eljárásaiban az öblítőfolyadék-jellemzőknek — mint optimalizációs tényezőknek — fontosságát emeli ki. Az öblítőfolyadék nyírási sebesség/nyírási feszültségének függvényében négy vonallal grafikusan jelöli ki, azaz határolja körül azt a „működési ablakot", amelyen belül tartva a reológiai tényezőket elkerülhetők a fúrási nehézségek (formációk felrepesztése, elégtelen lyuktalptisztítás, túlzottan nagy vagy kicsi felfeláramlás a gyűrűs térben), s kijelöli azokat az öblítőfolyadék-jellemzőket, illetve azt az áramlási mértéket, amelyek segítségével a „működési ablakon" belül tarthatók a reológiai jellemzők. A lyuktalptisztítás mértékét mint a fúrási sebességet elhatároló tényezőt *Walker* az ún. „fúrásisebesség-index"-szel jellemzi, ami nem más, mint az a *Reynolds*-számhoz hasonló kifejezés, amellyel *Eckel* (JPT 1967. 541—6) megtoldotta a fúrásisebesség egyenletét. A „működési ablak" és a „fúrási sebességi index"-ből kiindulva *Walker* példákon mutatja be a teljes fúrási hidraulika kidolgozásának módját.

A fúrási művelet fúróterhelés/fúrófordulatszám legkedvezőbb társítására alapított optimalizációjának jelenleg használatos módjairól nyúj tösszefoglalást *Bentsen* és *Wilson* [134]. Az első módszer egy fúrómenet hosszában minimalizálja a költségeket, a második módszer egy kiválasztott szakaszra, a harmadik több szakaszra terjed ki (JCPT 1977. *1.* 91—6.). Mindegyik módszer tényleges költségmegtakarítással jár, és a megtakarítás a szakaszok és a módszer összetettségével növekszik. Természetesen a szakaszhossz és az összetettség növekedésével fokozódik az igény az információs adatokkal szemben is, ezért adott esetben a műszerezéshez, tehát a rendelkezésre álló adatokhoz kell a három módszerből a megoldhatót kiválasztani. *Walczak* [125] a fenti három lehetőség közül az elsőre kidolgozott módszerét mutatja be egy számpélda keretében.

Boone [136] a fúrási költségek minimalizálásához, vagyis a fúrási művelet optimalizálásához alapvető szempontnak tartja a megbízhatóan előre jelzett és fúrás közben folytonosan pontosított pórusnyomást, illetve az ezzel egyeztetett öblítőfolyadék-sűrűséget. Ezen alapelv mellett 8 pontba foglalja a minimális költségű fúrás tervezésének lépcsőit és ezen belül a pórusnyomás meghatározására szolgáló előrejelzés, illetve a fúrással egyidejű jelzés módszereit.

[137] szerzői a „komplex optimalizációs módszer"-t javasolják olyan sokváltozós folyamatok optimalizálására, mint amilyen a fúrási művelet változó fúrófordulatszám/fúróterhelés elvére alapított rendszere. Ez az eljárás nemcsak gyorsabb (48 változó optimalizációja IBM 370/165 típusú számítógéppel 29 s!), de hatékonyabb is a *Monte Carlo*-eljárásnál. [138]-ban *Moore* egy a fúrási vállalkozókhoz és beruházókhoz intézett körkérdés értékelése alapján egyébként leszögezi, hogy a fúrási vállalkozók és beruházók nagy része helyesli a fúrási művelet optimalizációja útján annak számítógépes irányítását, s ennek megoldására kedvezőbbnek ítéli a fúróberendezésnél elhelyezett kisszámítógépet, mint a fúróberendezéstől távoli számítógép-központból időosztásos alapon megoldott irányítást.

[139] szerzői leírják és kedvezőnek ítélik a fúrási rendszer hazai kifejlesztésű optimalizációs eljárásának alkalmazásával tényleges fúrásokon elért eredményeket. Ez az eljárás a fúrás aktív kőzetbontó tényezőit a tökéletesítéshez közelítő lyuktalptisztítás feltételével optimalizálja, de figyelembe vesz néhány egyéb, a kőzetfúrhatóságot befolyásoló és a fúrószerszámtól függő tényezőt is.

1.3.3. Öblítés, öblítőiszap

A rotari fúrás túlellensúlyozásos öblítési elve helyett mind szélesebb körben érvényesülő szabályozott nyomású öblítési elv fokozott mértékben előtérbe helyez minden olyan eszközt, módszert, amely alkalmas az öblítőfolyadékból minden felesleges gáznemű és szilárd anyagnak kiválasztására, az öblítőfolyadék sűrűségének szabályozására. A szilárdanyag-kiválasztó rendszer tervezéséhez átfogó képet nyújt és a tervezéshez diagramokat közöl *Wells* [140]. A megoldások közt [141] egy egységbe szerelt s lényegében rázószitából, hidrociklonokból és két nagy fordulatszámú centrifugából álló rendszer sikeres üzemi próbáját írja le. A sikert az jelezte, hogy az egység gyakorlatilag csak száraz anyagot választott ki, a kísérlet során víz utánpótlására nem volt szükség. Az átgázosodott öblítőfolyadék gáztalanításának feladatát szeparátor és vákuumos gáztalanító kombinációjából álló rendszerrel oldja meg a [142]-ben leírt eszköz.

Az öblítőiszap szilárdanyag-tartalmának csökkentése kulcskérdés a tárolóformációk károsításának mérséklése szempontjából is. Ez tűnik ki *Abrams* [143] tanulmányából, amelyben azokról a laboratóriumi vizsgálatokról számol be, amelyeket nagy permeabilitású konszolidálatlan homokban és kis permeabilitású dolomit formációban végzett, a formációba kiszűrődő szilárd részek okozta károsítás körülményeinek tisztázására. Megállapításai szerint a formáció károsításának mélysége kisebb lesz egy hüvelyknél, ha az öblítőfolyadékba adagolt szilárd anyag szemnagysága eléri a pórusok nagyságának egyharmadát, vagy annál valamivel nagyobb, és ennek az adaléknak koncentrációja legalább 5%-ot tesz ki. *Maly* [144] a tárolókőzeteket mélybeli szűrőnek tekinti, mégpedig az egyik legjobb és legköltségesebb szűrőnek, amelynek szűrőképességét, vagyis áteresztőképességét mindenképpen meg kell őrizni. Nagy gondot kell fordítani arra, hogy ehhez a szűrőhöz, vagyis a fúrólyukba ne kerüljön csak tiszta folyadék, s olyan, amelyik nem okozza a szűrőt képező szemek duzzadását és ezzel a szűrő, vagyis a formáció áteresztőképességének csökkenését. Mindez a megfelelő öblítőfolyadék helyes alkalmazásán, a kellő mértékű felszíni szilárdanyag-kiválasztáson és azon múlik, hogy mindent megtesznek-e annak érdekében, hogy egyéb forrásból ne juthasson szilárd anyag (csőfalról reve, tartályüledék stb.) a fúrólyukba, formációba. A tárolókőzetek károsításának leküzdésében jelentős szerep juthat az oldható szilárd anyag alkalmazásának. Erre tesz javaslatot *Crowe* és *Cryar* [145], amikor a sósvíz-közegű öblítőfolyadékba diszpergálható „mérsékelten lágy, olajban oldható" műanyag szemcsék adalékolását javasolják. Ez az adalék (etilénvinil-acetát gyanta) kellő mértékben deformálható a kiszűrődés meggátlására. A laboratóriumi és üzemi kísérletek szerint a képződött iszaplepény olajban tökéletesen oldható, és nem okoz károsítást, könnyen diszpergálható minden sósvíz-közegű öblítőfolyadékban.

Az olajközegű, kis sűrűségű öblítőfolyadék szilárdanyag-tartalmának ellenőrzése, feleslegének kiválasztása fontos követelmény, viszont meghatározásához nem volt ismeretes gyors módszer. Erre mutat be ötlépcsős grafikus eljárást [146].

Az öblítőfolyadék reológiai jellemzésére a *Bingham*- és a hatványkitevős modell helyett a nyírási sebességhez pontosabb nyírási feszültségeket rendelő, vagyis effektív viszkozitásokat eredményező modellt javasol [147]. A modell előnyös azért is, mert egyszerű számításokhoz vezet. *Forbes* [148] a gyakorlati számítások céljaira a hatványkitevős modellt használja, és alkalmazását be is mutatja egy fúrás hidraulikus programjának 10 pontba foglalt tervezéséhez. *Chamberlain* [149] öblítőiszap 11 felsorolt funkcióját — és ezek között is elsősorban a lyukfal épségét érintőket — befolyásoló 18 pontban összefoglalt indikátorok és vizsgálatok közt az áramlási viszonyokat jellemzők számítására szintén a hatványkitevős modellt használja. *Chamberlain* tanulmánya végén törzsfaszerűen foglalja össze a fúrólyukban jelentkező nehézségek indikátorainak és szimptomáinak összefüggéseit. [150] szerzői a mélybeli és felszíni öblítőrendszer elemeiben fellépő áramlási nyomásveszteségek és a nyomáshullámok számításával foglalkoznak könyvükben. Kitérnek a nem stacioner áramlások kísérleti vizsgálatára és a mérési hibák vizsgálatára matematikai statisztikai alapon. *Golubev* és szerzőtársai [151] laboratóriumi és üzemi kísérleteik alapján leszögezik, hogy a csöves, vagyis a kapillárviszkoziméterrel mért viszkozitással számolt áramlási ellenállás a fúrási csövekben valóságban 3—7-szer nagyobb, a dinamikus mozgási ellenállás pedig 20—70%-kal kisebb. A szerzők kísérleteik alapján korrekciós görbéket közölnek.

A mind szigorúbban betartandó öblítőfolyadék-jellemzők ellenőrzésére szerkesztett, tökéletesített műszerek közt említhető az öblítőfolyadékok kenőképességének javítására szolgáló adalékok dinamikus körülmények közti vizsgálatára szerkesztett és *Alford* [152] által nemcsak ismertetett, hanem a legkedvezőbb kenőképességet eredményező adalék kiválasztását célzó vizsgálati tervet is tartalmazó közlemény. Az öblítőfolyadékok kenőképességének mérésére használt 4 golyós súrlódásvizsgálóval nyert eredmények kiértékelésére [153] szerzői mutatják be eljárásukat, s leszögezik, hogy a csúszósúrlódáson kívül a gördülősúrlódásra is kell számítani.

Igen jelentős a *Garrett* által leírt [154] módszer, illetve eszköz, amely a vízközegű öblítőfolyadékok szulfidkoncentrációjának nemcsak meghatározására alkalmas, de segít a szükséges vegyszeres kezelés kiválasztásában is. A módszert az API fúrási folyadékok vizsgálatáról kiadott ajánlott gyakorlata [155] kísérletképpen elfogadta. A leírt GGT/$S^=$ (Garrett Gas Train/Sulfide) vizsgálat sokkal pontosabb, mint a régi kiadású, API ajánlott gyakorlatban javasolt „Hach papír" módszer. A GGT/$S^=$ módszer abból áll, hogy az öblítőiszapból H_2S formájában kivált szulfidok konstans inert gázárammal a három vizsgálócellával rendelkező átlátszó műanyag elemző készülékbe, illetve a cellákban elhelyezett *Dräger*-vizsgálócsövekbe kerülnek. A készülék portábilis, s a fúróberendezésnél való alkalmazásra is alkalmas.

Zsuhovickij [156] öblítőiszapról írott általános jellegű könyvében leírja a nagy nyomású (500 bar) és nagy hőmérsékletű, szovjet gyártmányú, RVR típusjelű torziószálas (torziósrugós) rotációs viszkozimétert. *Carico* [157] a polimer öblítő- és lyukbefejezőfolyadékok alkalmazásával kapcsolatban az öblítőfolyadékok szilárd anyagot hordozó és lebegésben tartó képességének vizsgálatára kifejlesztett és üzemi körülmények közt is bevált módszert közöl.

A mind mélyebb, s mind nehezebb felszíni és mélybeli körülmények közt, drágább fúróberendezéssel mélyített fúrások természetesen a gyorsabb fúrást eredményező, és a fúrólyuk épségét megőrző (fúrási üzemzavarokat: megszorulást, iszapveszteséget, kitörést megelőző) és nagy hőtűrésű öblítésfajtákat helyezték előtérbe [158]. Ez egyrészt azt jelenti, hogy az öblítésfajták tovább differenciálódtak ugyan, de másrészt azt is, hogy — a szabályozott nyomású fúrás igényeinek megfelelően — a kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszpergált és a szilárdanyag-mentes öblítésfajtákra irányult a legnagyobb figyelem annál is inkább, mert ezek általában kielégítik a fúrólyukfal stabilitását megőrző követelményeket is. Elsősorban az utóbbi szempontból vizsgálja az öblítéstől megkívánt funkciókat, s 11 pontba foglalva ezek kielégítését 18 lépéssel vizsgálja *Chamberlain* már idézett tanulmánya [159], amelyben a legnagyobb súlyt a lyuk épségét és ezzel a formációból eredő nehézségeket megelőző funkciókat érintő öblítési jellemzők ellenőrzésére helyezi; az öblítési jellemzők összefüggését a fúrólyuk épségét érintő, s nehézségekkel törzsfaszerűen is szemlélteti.

[160] az öblítésfajták általános osztályozása és az öblítőfolyadékok adalékainak nevezéktana után összefoglalja a nem szocialista államokban forgalmazott reagenseket, adalékokat, és táblázatosan közli azok alkalmazási ajánlását és funkcióit.

A polimeres öblítőfolyadékok fajtáinak széles körű terjedését sokoldalúsága magyarázza. Ezt a sokoldalúságot, vagyis azt, hogy az elérhető ultra kis szilárdanyag-tartalom alkalmassá teszi a polimeres öblítőfolyadékokat gyors fúrásra, a lyukfal stabilitásának megőrzésére, kedvező reológiai jellemzők biztosítására, *Darley* [161] foglalja össze. Ugyanezt teszi *Dormán* is összeállításában [162], amikor kiemeli, hogy különösen a hidrofil polimerek alkalmasak az öblítőfolyadékban funkcionális szerepet betöltő szilárd anyagot teljes mértékben helyettesíteni. Ugyanakkor előnyösen szabályozhatók velük a reológiai tulajdonságok, és flokkulens jellegüknél fogva megakadályozzák a felfúrt kőzetek felaprózódását, tehermentesítik a felszíni mechanikus szilárdanyag-szabályozást. A tanulmány leírja a polimer jellegű öblítőfolyadékokat, és beszámol az eddig elért hazai üzemi eredményekről. A hazai eredmények részletesebb elemzését *Dormán* és *Szabó M.* [163], s végső következtetésükben a kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív polimerrel kezelt öblítőfolyadékok hazai alkalmazását — bár nem átütően, de — sikeresnek ítélik. Általában sikerült ugyanis az öblítőiszap sűrűségét 1,10 g/cm³ alatt tartani, és a fúrási sebességet növelni. A külföldi példákkal szemben szerényebb eredmény legfőbb oka minden bizonnyal a felszíni szilárdanyag-kiválasztó eszközök nem kielégítő működésében keresendő. Egyébként a polimerek olajmezei alkalmazásáról és a polimerek nevezéktanáról *Tiner* [164] nyújt átfogó képet.

A polimer öblítőiszapoknak a lyukfal stabilitását megőrző szerepéről sikeres esetleírásban számolnak be

[165]* szerzői. A vízzel való érintkezésre rendkívül érzékeny és ragadós agyagösszlet átfúrása vízközegű KCl+poliakril-amid adalékos öblítőfolyadékkal nemcsak zavartalan volt, de a lyukfal stabilitását is sikerült biztosítani. KCl-os polimer öblítőfolyadék hasonlóan sikeres wyomingi és új-mexikói alkalmazásáról számol be *Davis* [166], grafikusan közli az iszapjellemzők szelvényét, és kitér a korrózióvédelmi intézkedésekre is. A lyukfalstabilitás megőrzésének lehetőségét az édesvízközegű diszpergált és nem diszpergált, valamint a sósvíz-közegű polimer öblítőiszapok összehasonlításában *Tschirley* [167] mutatja be, és kitér a KCl-polimer iszapok kedvező hatására.

A louisianai tengeri fúrások lyukfal-stabilitási nehézségeinek megoldására *Sampey* [168] a polimer öblítőiszapok helyett — költséges voltuk miatt — az olajközegű öblítőiszapokat javasolja vagy kompromisszumként, az agyag hidratálódásának meggátlására, meszes iszapot. A louisianai fiatal agyag-, agyagmárgaformációk átfúrása során a lyukfal stabilitásának biztosítását fontosabb szempontnak ítéli, mint a fúrási sebesség fokozását. — Alsó-Volga menti fúrások lyukfal-stabilitási nehézségeinek megoldására sikeresen alkalmazott szabályozott stabilitású, olajbázisú öblítőiszapról számol be [169], míg az invert emulziós iszap alkalmazásainak eredményeiről [170].

A lyukfalállékonyság előrejelzésére felszínen meghatározott kőzetjellemzőkre és kőzetbontási számításokra alapított módszert mutatnak be [171] szerzői, és a lyukfal megbomlásának elkerülése érdekében a fúrási folyamat dinamikus hatásainak mérséklését javasolják. *Vargha* [172] az agyagásványok szerepét elemzi a lyukfal stabilitásában azzal a végkövetkeztetéssel, hogy főleg azok amorf megjelenési formája játszik fontos szerepet a lyukfal épségének megőrzésében; ezért az amorf agyagásványok jelenlétének ismerete az átfúrandó formációkban a megfelelő öblítőfolyadék, illetve öblítési technológia kialakításához alapvető fontosságú. Román szerzők [173] a különböző öblítésfajták hatását vizsgálták az agyag diszperziójára, és vizsgálataik eredményei alapján 12 pontba foglalják javaslataikat a lyukfal épségének megőrzésére. [174] szerzői az ozmózis szerepét vizsgálják a lyukfal épségének megőrzése szempontjából, és az ozmózisnyomás és a dehidrációs fok számítására mutatnak be módszert. A laboratóriumi eredmények alapján az invert emulziós iszap hatását vizsgálják két fúrólyukból származó agyagra.

A különleges öblítőiszapról szóló esetleírások közt [175] szerzői ismertetik a levegővel kevert és tenzidadalékos öblítőiszap kedvező hatását a fúrások sebességére. [176] szerzői nagy hőtűrésű, barittal és ólomkoncentrátum-őrleménnyel 2,5—2,55 g/cm³-re nehezített öblítőiszappal a sztavropoli terület nagymélységű fúrásaiban elért kedvező eredményekről számolnak be. [177] szerzői szerint a nehezített öblítőiszapokban a barit flokkulációját a kalciumionok, az anionos tenzidek és az olaj jelenléte különösen intenzívvé teszi. Ennek meggátlására a kalciumion-tartalmat csökkenteni kell, ennek egyik lehetősége az öblítőfolyadékba kalciumot lekötő anyagok, pl. nátrium-polifoszfát adalékolása.

A lyukbefejezési, kútkiképzési műveletekhez a formációkárosítási és korróziós szempontból kedvező öblítőfolyadékként *Lipton* és *Burnett* [178] polimerek vizes oldatát javasolják, és ilyen szempontból a vizsgálataik alapján a polimereket sorrendbe állították. Legkedvezőbbnek a Xanthan biopolimert és a hidroxietil-cellulózt találták. A kútkiképzési „pakkerfolyadék" követelményeit 12 pontban foglalják össze a [179] szerzői, s ezek tükrében mérlegelik a szilárd anyagot tartalmazó és a szilárd anyag nélküli folyadékok alkalmasságát a pakkerrel kiképzett kutak gyűrűs terének feltöltésére. Hasonló elemzés eredményeit tette közzé a [180] szerzője is.

Öblítőiszapok pH-értékének hatását a fúrócsövek kifáradási határára, erre a célra szerkesztett „korróziós fárasztó kádakban", dinamikus körülmények közt vizsgálta *Azar* és *Lummus* [181]. Megállapították, hogy az öblítőiszap pH-szintje nem befolyásolja jelentősen a *D* fokozatú fúrócsövek korróziós kifáradását. Mindenesetre a bentonitos öblítőiszap 8-as pH-val kedvezőbb, mint 9 pH-értékkel, és csak 1%-kal csökken a kifáradási határ akkor, ha az öblítőiszap pH-ja 10-re emelkedik.

A szennyezett olajközegű öblítőiszapnak elhelyezése a mind szigorúbb környezetvédelmi szabályok miatt gondot okoz. Üzemi vizsgálatok szerint ennek megoldására alkalmasak a tengeri olajkút-hozamvizsgálatokhoz kifejlesztett nagy teljesítményű égők [182].

Az öblítőfolyadékok, de általánosabban a fúrási folyadékok hőtűrése szempontjából egyaránt fokozódó jelentőségű a hőmérséklet alakulása a fúrási műveletek alatt a fúrólyukakban, kutakban. A fúrás közben kialakuló hőmérsékletszelvény pontosabb meghatározása céljából a *Burunnaja-1* jelű fúrásban 4700—7190 m közötti lyukszakaszban végzett mérésekről számol be, és az eredményekből leszűrt empirikus összefüggést vezet le *Poljakov* és *Ajrapetjan* [183]. A fúrószerszám beépítésekor fellépő hőmérséklet alakulását elemzik [184] szerzői. A lyukban a mélységgel növekvő, illetve a beépítéskor fellépő hőmérséklet, a csőoszlop leeresztésével ébredő hidrodinamikus nyomásokkal együttesen kőzetfelrepesztéshez vezet. Célszerű a kritikus beépítési sebességek és a kritikus hőmérsékletváltozás nagyságainak meghatározása. *Oster* és *Scheffler* [185] a vízvezető formációk harántolásának befolyását vizsgálták az öblítőkör hőmérsékletére azzal a végkövetkeztetéssel, hogy ez a hatás erősebben érvényesül, ha a vízvezető réteg a talphoz van közelebb, mint ha a felszínhez van közel.

1.3.4. Fúrólyukszerkezet, szabályozott nyomású fúrás

A fúrólyukszerkezet tervezésének egységes alapelve egy új szovjet technológiai utasítás szerint az, hogy egy-egy béléscsőoszloppal biztosítandó lyukszakasz hosszát, vagyis a védő béléscsőoszlopok saruállásait úgy kell megválasztani, hogy a pórusnyomáshoz igazodó sűrűségű öblítőiszappal végzett fúrási műveletek során a fúrólyukban ébredő nyomások ne lépjék túl a mélységnek megfelelő kőzetrepesztési nyomást [186]. A fúráshoz tervezett öblítőfolyadék sűrűségének megválasztására egy szovjet technológiai utasítás viszont már — a kiegyensúlyozott (szabályozott) nyomású fúrási technológia elvét elfogadva — azt is kimondja, hogy az öblítőiszapnak — sűrűség-egyenértékben kifejezve — mindössze 0,030—0,035 g/cm³-rel kell túllépnie a pórusnyomást [187].

Világszerte továbbra is nagy figyelmet keltett a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás gradiensvonalainak előrejelzése, illetve a fúrási műveletek során ezeknek az előre jelzett gradiensvonalaknak mint határvonalaknak pontosítása. E témakörbe tartozó publikációk közt *Dumont* és *Purdy* [188] a kanadai arktikus felderítő kutatófúrásoknak a szeizmikus adatok alapján előre jelzett pórusnyomásokra alapított tervezéséről számol be. *Leiper* [189] úgyszintén a kanadai nagymélységű kutatófúrások szomszédos fúrások pórusnyomás-, illetve repesztési nyomásadataira alapított tervezését mind a szabályozott nyomású fúrási technológia, mind pedig a lyukszerkezet tervezése szempontjából sikeresnek ítéli.

A kőzetrepesztési nyomást, illetve ezek gradiensvonalait meghatározó módszereket érintő számos tanulmány közt *Fertl* [190] áttekintést nyújt a kőzetrepesztési nyomás levezetésére kialakult számítási módszerekről. Éppen arra való tekintettel, hogy ez a nyomásgradiens döntő fontosságú a fúrás biztonsága és a fúrólyuk minimális költségű béléscsövezése szempontjából, *Fertl* kiemeli a kőzetrepesztési nyomások kiszámításához szükséges tényezők minél pontosabb, lehetőleg in situ körülmények közti meghatározásának fontosságát. Ilyen módon — tényleges üzemi mérési adatok alapján — határozza meg a kőzetsűrűség, pórusnyomás és a *Poisson*-tényező értékekkel egy délalföldi területre a kőzetrepesztési gradiensvonalakat *Szabó M.* [191].

A kőzetrepesztési nyomás kiszámításának és a kiegyensúlyozott, azaz szabályozott nyomású fúrásnak alapját képező pórusnyomás meghatározásának — lehetőleg előrejelzésének vagy fúrással egyidejű jelzésének — fontosságát emeli ki *Fertl* és *Chilingarian* [192]. Összefoglalásukban táblázatosan bemutatják a pórusnyomás-rendellenességeknek okait, kimutatási lehetőségeit, illetve az azokat befolyásoló tényezőket; elemzik a túlnyomásosság és a túlnyomásos tárolókőzetek előfordulásának, méreteinek összefüggéseit.

A [193, 194] szerzői a pórusnyomás változásának rendellenességeit a hazai nagynyomású és nagy hőmérsékletű formációkban a fúrási tényezők (fúrási sebesség, „d" tényező, kőzetfúrhatósági tényező, hőmérséklet) szelvényezésével — tehát a fúrással egyidejűleg — lehetséges jelzését, az előre jelzett rendellenességek pontosítását üzemi példákkal annak ellenére bizonyítják, hogy a túlnyomásos tárolókőzetek fölött a bemutatott esetekben az átmeneti zóna igen vékony.

Eaton [195] a túlnyomásos formációk mélyfúrási geofizikai módszerekkel lehetséges kimutatását értékelve rámutat arra, hogy ezek csak ott váltak be, ahol a túlnyomásosság oka a kőzettömörülés rendellenessége. A fedőkőzet feszültségének gradiense és a túlnyomásosság összefüggése azonban megbízható alapot teremtett a túlnyomás mértékére, függetlenül a túlnyomásosság keletkezésének módjától. [196] szerzői viszont éppen kőzettömörülési rendellenességekből adódó túlnyomásosság mélyfúrási geofizikai módszerekkel — ellenállásméréssel, szonikus szelvényezéssel — lehetséges kimutatását értékelték. Az ötven fúrásban végzett ilyen célú szelvényezésnek csak 60%-a volt alkalmas a túlnyomásos tárolókőzetek fölött az átmeneti zóna kimutatására. Ez a tény a szerzők szerint egyrészt a komplex fúrási, iszap- és geofizikai szelvényezés szükségessége mellett szól, másrészt a mélyfúrási geofizikai szelvényezés módszerein belül az ellenállás- és szonikus szelvényezésen kívül a sűrűségszelvények és a fajlagos ellenállásszelvények nagyobb érzékenységű felvételét indokolja. Mindezeknek a meggondolásoknak alapot nyújt *Rieke* és szerzőtársainak a gravitációs kőzettömörülési folyamatot összefoglaló tanulmánya [197], amely nemcsak rámutat a túlnyomás keletkezéseinek folyamatára, a pórusok közti fluidum kémiájára, bemutatja a tömörülési modelleket, de rámutat a tárolókőzetek összenyomhatóságára és a felszíni süllyedés lehetőségére is.

Az iszapszelvényezés, illetve ezen belül a gázdetektálás helyes értékelésének érdekében *Mercer* [198] az öblítőiszap gázosodásának példáit értékeli. Az iszapszelvényezési módszerek közt a furadéksűrűség mérésén alapuló túlnyomásosság kimutatását zavaró tényezőről, a furadékszemek vastartalmáról szól [199], és ennek a zavaró tényezőnek kiszűrésére alkalmas módszert, illetve műszert (röntgensugaras fluoreszcenciavizsgálót) javasol.

Parker [200] a Mississippi-medence mély, túlnyomásos Smackover-formációjának kimutatási nehézségei kapcsán a túlnyomásosság lehetséges okairól tájékoztat.

Koch [201] és *Andriesse* [202] tanulmányaikban a mélyvízi fúrásban előforduló túlnyomásos formációk esetében a hosszabbítócső kifolyónyílása és a tengerfenék közötti szintkülönbségben levő vízoszlop, illetve levegőoszlopnak és a hosszabbítócsőben levő iszaposzlopnak nyomásgradiensei közötti különbségből adódó megfontolásokat foglalják össze a lyukszerkezet, vagyis a védő béléscsőoszlop tervezése szempontjából. A tengerfenék alatti, kb. 600 m-ig terjedő laza üledékben előforduló túlnyomásos formációk előrejelzése kitörésvédelmi szempontból igen fontos. Ezért [203] szerzői esetleírásokkal bizonyítják, hogy a szeizmikus mérések alapján való előrejelzésre nagy gondot kell fordítani.

A szabályozott nyomású fúrás kisebb kockázatáról és a differenciális nyomás csökkentése útján elérhető nagyobb fúrási sebességekről szólva [204] szerzői rámutatnak arra, hogy szovjet mezőkön ezen az úton jelentősen csökkenteni lehetett a rétegnehézségek leküzdésére fordított időt, és egyszerűsödött a fúrólyukszerkezet. A fúrási folyamattal kapcsolatban pedig az elért eredmények ismételten alátámasztották azt a megállapítást, hogy „a fúrási folyamat intenzívebbé tétele szempontjából gyakorlatilag a legnagyobb érdeklődésre a kiegyensúlyozotthoz közeli állapot és a kiegyensúlyozatlan nyomások zónája tarthat számot".

Matematikai modellre alapított számítógépes kockázatelemzéssel határozza meg *Turley* [205] az iszapsűrűség, a megengedhető hirtelen fluidumbeáramlási mérték és a formáció pórusnyomása között fennálló azt a viszonyt, amely még a továbbfúrást, illetve amely már a védő béléscsőoszlop beépítését indokolja.

Grace [206] elemzése azt a technológiát ismerteti, amely szükséges a kiegyensúlyozatlanná vált öblítési rendszer egyensúlyba hozásához anélkül, hogy a fúrólyuk lezárására lenne szükség. Egy, a Szunda-szorosban mélyített sikeres fúrás kiegyensúlyozatlan öblítési technológiájának esetleírása bizonyítja, hogy ez a rendszer olajközegű öblítéssel és hatékony szilárd-

anyag-kiválasztó felszereléssel még akkor is alkalmazható, ha a túlnyomásos bentonitos agyagösszletek között rendellenesen kis nyomású permeábilis vulkáni tufából álló formációk is előfordulnak [207].

1.3.5. Nagymélységű fúrások

Az Egyesült Államok nagymélységű fúrási tevékenysége 1975-ben tovább csökkent; mindössze 410 volt a 4500 m-nél mélyebb fúrások száma [208], s ezen belül csak 46 az ultramély fúrásoké [209]; 1976-ban azonban már ismét emelkedőben van (PE 1977 March 25—31) mind a nagymélységű fúrások, mind pedig az ultramély fúrások száma (az előbbi 449-re emelkedett, az utóbbi 59-re). *Spörker* [210] az európai nagymélységű fúrásokról szóló összeállításában 20 ultramély fúrást tart számon Nyugat-Európában és négyet Kelet-Európában. Megjegyzi, hogy az USA-n kívül csak az NDK-ban és a Szovjetunióban fúrtak 7000 m-nél mélyebbre. Összeállítása szerint — amiből még hiányzik a 7198 m-ig lefúrt [211] kaukázusi *Bur-1* fúrás — a legmélyebb európai fúrás a *Sevcsenkovo-1* 7500 talpmélységgel [212], de szerinte több 8000 m-es fúrási terv ismeretes. Megjegyzendő, hogy a SZU-ban azóta a legmélyebb fúrásban a fúró túlhaladt a 8000 m mélységen (Nauka i Zsiznyi 1977. *11.*).

Egy másik tanulmányában *Spörker* [213] a nagymélységű fúrások további lehetőségeit taglalva elöljáróban a világ és az európai fúrási mélységrekordokat elemezve leszögezi, hogy Európa ebből a szempontból mintegy 15 évvel elmaradva követi É-Amerikát, másrészt, hogy a legutóbbi 9000 m-nél mélyebb fúrás tapasztalatai szerint ma már műszakilag a 12 000 m-es fúrások is megvalósíthatók ugyan, de a fúrólyukak mélységének további növelése előtt tisztázni kell, hogy:

1. geokémiai szempontból milyen nyomás- és hőmérséklethatárig lehet szénhidrogéntelepek létezésére számítani;
2. a megfelelő tárolótelepek létezésének mik a földtani-petrofizikai előfeltételei;
3. mik a várható költségek, mert hosszabb távlatban a nagymélységű fúrásoknak természetesen önfinanszírozóknak kell lenniük.

Az utóbbi vizsgálatokat részletezve *Spörker* a költségek csökkentésének lehetőségét elsősorban a fúrási idő (rotációs idő+toldás+be- és kiépítési idő) lerövidítésében látja, s ezzel kapcsolatban reménytkeltőnek ítéli azt a tényt, hogy ma már a „hosszú élettartamú" fúrók: a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyazású görgős fúrók és a gyémántfúrók megbízható minőségben állnak rendelkezésre. A nagymélységű és szupermélységű fúrások távlati összefoglalásaként — figyelembe véve a világon elért ez irányú fejlődést és a drága tanulópénzen gyűjtött tapasztalatokat — legalább a közép-európai térségre érvényesen *Spörker* leszögezi, hogy a 6000 m-nél mélyebb fúrási tevékenység mind geológiai, mind kémiai és fizikai szempontból egyaránt indokolt; technikai vonalon azonban mindent el kell követni az ilyen fúrások időráfordításának jelentős csökkentésére. Azt a jelszót tehát, hogy „20 000 láb, vagyis 6000 m, ill. pontosabban 6100 m 100 nap alatt" Európában is érvényre kell juttatni.

Az ultramély és szupermély fúrások iránti európai érdeklődés további megnyilvánulása volt a DGMK/ÖEGW (az NSZK és Ausztria Kőolajipari Egyesületei) salzburgi kongresszusán „Az igen nagy mélységű kutatás és termelés" tárgykörében tartott keretvita. Ennek bevezetésében *Lorbach* professzor [214] kiemeli, hogy a 7000 m-nél mélyebb fúrások kutatási és termelési problémáiról aktuális szólni, mert egyrészt *Hunt* közismert tanulmánya (SPE 5177) leszögezi, hogy az igen nagy költségek ellenére megalapozott a 7000 m alatti mélységek kutatása, másrészt 1973-ban az 5000—7000 m közötti kutatófúrások 31%-a eredményes volt, tehát a mélységhatár meghúzása gazdaságossági kérdés, amely viszont tökéletesedő fúrási technológiával a mind nagyobb mélységek felé tolódhat el. Ma ugyanis a 10 000 m-es mélységhatár már nem egy különleges csúcsteljesítmény annak ellenére, hogy ezt a határt még egyetlenegy fúrás sem lépte túl, de mind Keleten, mind Nyugaton ismeretesek 15 000 m-es mélységű fúrások tervei.

A keretvita témájának geológiai-geofizikai tárgyalása során *Kröll* [215] geológiai és geofizikai szempontból a szupermélységű kutatást indokoltnak tartja, de esetről esetre megvizsgálandónak tartja a szénhidrogén-felhalmozódás lényeges tényezőinek mérlegelését. *Wieseneder* professzor [216] a kőzetek viselkedését igen nagy nyomás és hőmérséklet körülményei közt vizsgálva kőzetfizikai és geokémiai meggondolások alapján a gazdaságosan művelhető szénhidrogéntelepek előfordulását 10 000 m alatt is lehetségesnek ítéli. *Welte* professzor [217] a szénhidrogén-képződés határfeltételeinek mérlegelése után kimondja, hogy 200—250 °C fölött nem lehet számítani kőolaj-előfordulásra ugyan, de a metán oly stabil, hogy előfordulása a legnagyobb mélységekig lehetséges; 300 °C hőmérséklet fölött a metánon kívül csak az etán és propán tekinthető stabilnak.

Rühl professzor [218] a szupermélységű fúrásokat, illetve az azokból kiképzendő kutakat rezervoármérnöki szempontból értékelő összefoglalását azzal zárja, hogy különösen a geológiailag idősebb, szupermélységű tárolókőzetek negatív tényezőinek összhatását kompenzáló pozitív olyan tényezők, mint a feltárt tárolókőzet vastagsága, repedezettsége, nyomásesése összegének a 7000 m mélységben 50—100-szor nagyobbnak kell lennie, mint egy 1000 m mélységben fekvő kőzetben ezeknek a pozitív tényezőknek a nagysága. Ez a viszonyszám azonban csak egy nagyságrendet jelez a szupermélységű fúrások gazdaságosságának jellemzésére.

A keretvita ezen szupermély szénhidrogén-előfordulást mérlegelő és tárolókőzet lehetőségét értékelő előadásai után *Spörker* [219] a szupermély fúrási technológia lehetőségeit úgy foglalta össze, hogy a 12 000 m mélységű fúrások mélyítésére a korszerű fúróberendezés és felszerelés rendelkezésre áll, s különösebb technológiai problémák sem akadályoznák ilyen fúrások mélyítését, a 15 000 m mélység elérése azonban már valószínűleg nehézségekbe ütközne a várható nagy nyomások és hőmérsékletek miatt. Ha a kőolajipar a szervizvállalatokkal karöltve meg is tudná oldani a problémákat, még mindig nyitva marad a gazdaságosság kérdése. Az ausztriai ultramély fúrások

költségelemzése lehetőségeket ígér a fúrási költségek mérséklésére, éspedig elsősorban a tiszta fúrási időnek (rotációs időnek) és a fúrócserék idejének csökkentése útján. *Hauk* professzor [220] leszögezte, hogy a szupermélységek eléréséhez szükséges fúrócsövek és biztosítására alkalmas béléscsövek rendelkezésre állnak. Úgyszintén rendelkezésre állnak az ilyen mélységekből a gáz felszínre vezetésére alkalmas csövek korrózióálló anyagai is, bár rendkívül aránytalanul nagy költséggel. A 300 °C-nál nagyobb telephőmérséklet azonban egyelőre megoldatlan problémákat vet fel. *Graf* [221] rámutatott a szupermélységű kutak nagy hőmérsékletű és nagynyomású telepeinek termelésekor fellépő fizikai, kémiai és egyéb műszaki következményekre. Ilyen kutak kiképzésére és termelési technológiájának megoldására fel lehet és fel kell használni a világ számos területén kiképzett ultramély kutak tapasztalatait.

Ezek áttekintése után *Graf* rámutatott a szupermély kutak korróziós veszélyeire és arra, hogy különösen ha savanyú gáz termelése a feladat, annak megoldása csak rendkívül drága egzotikus acélféleségekkel lehetséges. A szupermély fúrások keretvitájához tartozott még két esetleírás. Mindkettő a nagymélységű, illetve ultramély fúrások öblítési és lyukfal-stabilitási problémáinak olajközegű öblítéssel lehetséges megoldását érintette. Ezek közt *Maier* és szerzőtársai (EEZ 1977 Sondernummer 89—95) elsősorban az ausztriai ultramély fúrások kedvező tapasztalatait értékelik, s javasolják az olajöblítést európai ultramély fúrások lyukfal-stabilitási és formáció-ellenőrzési, valamint korróziós problémáinak megoldására. A másik esetleírásban *Gebert* (EEZ 1977 Sondernummer 96—101) a déloldenburgi nagymélységű fúrásokban olajközegű, majd invert emulziós öblítőiszappal a sótömzsök plasztikus folyását és az ebből eredő béléscsősérüléseket kiküszöbölő hatására mutat rá, továbbá arra, hogy az olajközegű öblítés megakadályozta a fúrólyuk kiöblösödését is.

Az ultra- és szupermélységű fúrások technológiáját érintő publikációk közt [222] szerzői az azerbajdzsáni szaatli területen tervezett 15 000 m mély fúrás 6240 m-ig tervezett „előfúrásában" alkalmazott iszapkezelést, iszaptechnológiát ismertetik, [223] szerzői pedig egy a moszkvai VNIIBT-ben kidolgozott és 6000 m mélység alatt is alkalmazható magszedő készüléket mutatnak be, amely hidraulikus úton jelzi a magnak a magcsőbe való behatolását is.

A nagymélységű fúrásokat érintő esetleírások közt *West* [224] egy texasi fúrásról számol be, amelyet 19 fúróval 129 nap alatt mélyítettek le 6644 m-es talpmélységig. A sikert a szerző a gondos előtervezéssel és a fúrótípusokkal összhangban tervezett öblítőfolyadékprogrammal magyarázza. [225] egy 144 nap alatt 5772 m-ig 72,9 nap tiszta rotációs idővel, vagyis kereken 50%-os tiszta fúrási idővel lemélyített fúrásról számol be. Kitér a lyukbefejezés serkentési műveleteire is, s kiemeli a serkentési műveletek és a hőmérsékletváltozások okozta termelőcső-hosszváltozás kiegyenlítésére a termelési pakker fölött alkalmazott 12 m hosszú csúszóhüvelyes közdarabra. — Hasonlóan csúszóhüvelyes közdarabokkal képezték ki azt a kettős kiképzésű gázkutat, amelynek alsó megnyitott szintje kereken 6600 m mélységig terjed [226]. *Lindsey* [227] a nagymélységű fúrások kúttá való kiképzésének egyszerűsítésében, gazdaságossá tételében nagy jelentőséget tulajdonít a beakasztott termelési és fúrási béléscsőoszlopoknak és a termelési pakkerokhoz, illetve béléscsőakasztókhoz csatlakozó csúszóhüvelyes közdaraboknak.

1.3.6. Béléscsövezés, cementezés

A béléscsövek szilárdságának mind pontosabb meghatározására változatlanul nagy figyelem irányult. *Weiner* és szerzőtársai [228] a mind mélyebbre kerülő technikai béléscsőoszlopok megbízhatóságának ellenőrzésére, illetve a beépíthetőségi mélység pontosítására a $13\,^3/_8$″-es N—80 buttress menetű béléscsövek menetszilárdságának természetes méretű csöveken végzett kísérleteikről számolnak be. [229] szerzői matematikai modellt fejlesztettek ki ezen béléscsövek nyúlási határának meghatározásához, s ezeket összehasonlították a [228]-ban leírt vizsgálatok eredményeivel. Ezek szerint a csövek — a legkedvezőtlenebb terhelési feltételek mellett — 3,4%-kal megnyújthatók, illetve 2,3%-kal összenyomhatók, mielőtt a menetes kapcsolat tönkremenne. *Kromec* [230] összefüggést dolgozott ki az ovális és egyenlőtlen falvastagságú béléscsövek kritikus horpadási nyomásának meghatározására. *Murphey* [231] a béléscső belső kopása és a horpadási szilárdság közti összefüggést széles körű kísérletsorozattal igyekezett tisztázni, és eredményeiket üzemi használatra alkalmas diagramban foglalták össze. *Bradley* [232] viszont olyan üzemi adatokra alapított empirikus képleteket, illetve nomogramokat közöl, amelyek alapján a béléscsőkopás mértéke és sebessége a fúrólyukkönyökökben, tehát irányeltéréses szakaszaiban is előre jelezhető. *Christman* [233] több egymáson belül elhelyezkedő béléscső kihajlással szembeni stabilitása meghatározására dolgozott ki módszert; a problémának a nem felszínig becementezett béléscsőoszlopok esetében és a tengeri fúrásoknál, kutaknál van jelentősége. Megállapításai szerint a több egymáson belüli koncentrikus cső stabilitását meg lehet határozni az összesített stabilitási erő és a teljes inercianyomaték segítségével a klasszikus szilárdságtani formulák segítségével. A tanulmány szerint mód van a szabálytalan, nem egyforma átmérőjű fúrólyukban is kihajlott cső csigavonalú alakjának megközelítő leírására is.

A Szovjetunióban 1976-tól kötelező béléscső-méretezési előírásokat ismertető könyvben [234] — amely függelékként a GOSZT- és az API-szabványú csövek adatait is tartalmazza — foglalt méretezési elv alapja az ún. szelektív számítási rendszer. Ennek során figyelembe veszik a béléscsőoszlop és a fúrólyuk rendeltetését, a beépítés módját is. *Izmajlov* és *Bulatov* a kőolaj- és gázkutak lyukfalának biztosításáról írott könyvük [235] első részében szintén a béléscső méretezésével, éspedig a VNIIKrneft'-ben kifejlesztett „szelektív" számítási rendszerrel foglalkoznak, amelynek során a méretezés a mindenkori mélybeli viszonyok mellett veszi számba a külső és belső nyomásokat. [236] szerzői a terrasztatikus nyomás értékét meghaladó tektonikai erők és duzzadó agyagokból származó oldalirányú nyomások horpasztó hatását elemzik. *Mitchell* és *Goodman* [237] a tartósan átfagyott (permafrost) kőzetek fölengedéséből eredő talajsüllyedést, illetve

az ebből adódó maradó alakváltozást okozó húzó- és összenyomó erejének megengedhető értékét vizsgálta a 13 3/8″-es buttress menetű, N—80 anyagból készült béléscső esetére. *Jagubov* [238] leszögezi, hogy a fúrólyuk körüli, nem rugalmas alakváltozást szenvedett kőzetgyűrű béléscsőre ható erőhatásait a kőzet reológiai tulajdonságainak figyelembevételével kell számításba venni. A fúrólyukkal megzavart kőzetgyűrű egy része viszkózus-rugalmas, egy további része a rugalmas tartományba esik.

A béléscsőoszlop egyoldalú, túlságosan nagy nyomóerői által behorpasztott szakaszainak kiigazítására torpedó robbantásának elvén dolgozó módszert mutat be *Zerscsikov* és *Lukov* [239].

Stepan [240] a nagymélységű fúrások előtérbe kerülésével a béléscső-méretezés optimalizálására ellenőrzéselméleti feltételezéssel egy olyan megoldást mutat be, amely a „diszkrét maximum elvre" épül. A javasolt módszert számpéldán alkalmazva mutatja be, amelyből kitűnik, hogy a megoldás lényegesen kisebb számítási kapacitást igényel, mint a dinamikus programokon alapuló módszerek.

A nagymélységű savanyúgáz-kutakhoz alkalmazható béléscsőacélok anyagát és korróziós vizsgálatát tárgyalják [241, 242] szerzői. Új elektromágneses elven dolgozó, s a béléscsőoszlopok külső és belső korróziós sérüléseit szelvényező módszert ismertet *Bradshaw* [243]. A szelvényezési módszerrel kimutathatók a 3 mm-nél nagyobb átmérőjű és a névleges csőfalvastagság 20%-át kitevő korróziós sérülések. Egy kísérleti, napenergiával táplált, 11 kút korrózióvédelmére kiépített katódos rendszerről és üzemi tapasztalatairól nyújt tájékoztatást *Wylie* [244].

Stewart és *Meyer* [254] texasi kutatófúrásokban sikeresen alkalmazott béléscső-visszanyerési rendszerről számol be. A visszanyerést egy olajalapú zselatinos pakkerfolyadék alkalmazásával biztosították. Ez a módszer, illetve pakkerfolyadék jó megoldása kockázatos, de végül is meddőnek bizonyult felderítő kutatófúrások költségeinek csökkentésére. Üvegszállal erősített 7″-es műanyag béléscsövek geotermikus kutakban való sikeres franciaországi alkalmazását írja le *Salmon* [246].

A cementezés művelete mint a fúrólyuk kúttá való kiképzésének alapvető művelete, továbbra is nagy figyelmet keltett. Ezt igazolja az a tény, hogy a Society of Petroleum Engineers monográfiát [247] szánt a cementezés témakörének átfogó — mintegy 800 irodalmi hivatkozást is tartalmazó — összefoglalására. A monográfia a cementezési művelet kialakulásának történeti áttekintése után a cementek gyártását, kémiáját, fajtáit, osztályozását tárgyalja, majd részletes fejezetekben foglalkozik a cement, a cementtej adalékolásával, vizsgálatával. Nagy teret szentel a könyv az elsődleges cementezési művelet tervezésének, s kiemeli a formációk egymástól való elszigetelésének elsőrendű tervezési szempontját. Külön fejezeteket szentel a szerző — *D. K. Smith* — a nagymélységű fúrások béléscsőoszlopainak, illetve a beakasztott béléscsőoszlopok cementezésének, a nyomásos cementezésnek és a cementdugózásnak, továbbá a cementtej áramlásának, a cementezési művelet vizsgálatának, a különleges cementezési feladatoknak (nagy átmérőjű fúrások cementezése, vízkutak cementezése, gázbesajtoló kutak cementezése, cementezés permafrost kőzetekben). A könyv függelékben példákat, számítási eljárásokat is közöl. Úgyszintén nagy figyelmet érdemel *Bulatov* [248] a cementtejek fizikai-mechanikai tulajdonságairól, azok befolyásolási lehetőségeiről írott könyve, amelyben a szerző a krasznodári intézetében végzett kísérleteinek eredményeit összegezi. Bemutatja a cementező anyagokra kialakított osztályozási rendszerét, a használatos reagensek hatásmechanizmusát. Kitér egyrészt az intézetben kialakított új — a vízkiszűrődést, a gázzal szembeni áteresztőképességet, nyomó- és hajlítószilárdságot mérő — műszerekre, másrészt az ugyancsak ott kifejlesztett polimercementekre, a megszilárduló öblítőfolyadékokra is. Ezt a témakört érinti [249] is, amelyben a cementezéshez használt anyagok új szovjet szabványtervezetéhez fűz megjegyzéseket *Danjusevszkij;* elegendőnek tartja ötféle cement szabványosítását, éspedig az ásványos összetétellel, a fajlagos felülettel, a szivattyúzhatósággal, a kötésidővel és a kezdeti szilárdsággal.

A nagymélységű és a geotermikus fúrások (kutak) céljaira kifejlesztett cementféleségekről számol be *Kalousek* és *Chow* [251]. A 125—400 °C közötti talpi fúrólyuk-hőmérsékletnek megfelelő cementfajták kialakítását tűzték ki célul, és hatféle hidratált kalcium-szilikátot minősítettek megfelelő kötőanyagnak, és megállapították, hogy az Al_2O_3 hatása kedvezően és károsan is befolyásolhatja a hőállóságot. [251] szerzői viszont a nagy hőmérsékletnek hosszú időn át való hatását vizsgálták a cementkő szilárdságára és áteresztőképességére. A vizsgálatok szerint puzzolán adagolása kedvező hatású a szilárdság és az áteresztőképesség megőrzése szempontjából.

A minimális porozitású és áteresztőképességű cementkő elérése érdekében folytatott kísérletsorozatról tudósít *Nechuta* [252] szerzőtársaival. Lerögzítik e két tényező függését a víz/cement tényezőtől, a hidratáció idejétől, a hőmérséklettől, a nyomástól, valamint kapcsolatukat az összenyomó- és hajlítószilárdsággal.

Számos tanulmány foglalkozik a cementtej vízleadásának szabályozásával. *Cook* és *Cunningham* [253] a cementtej vízleadásának szabályozását mind az elsődleges, mind pedig a nyomásos cementezés kulcskérdésének tekinti olyannyira, hogy fontosságát egyenlőnek tartja a kellő mértékű kötési idővel és az összenyomószilárdsággal. Tanulmányukban módszert mutatnak be a cementtej megengedhető mértékű vízleadásának számítására. A vízleadás csökkentésére [254, 255, 256] szerzői vízben oldódó polimereket (módosított CMC-t, a vinil-akril polimerjeit), keményítőt, szulfonát alapú adalékokat javasolnak, és ezek sikeres üzemi alkalmazásáról számolnak be. *Tomiska* szerzőtársaival [257] a cementtej plaszticitásának fokozására kikísérletezett adalékokról — polihidroxisavakról, aromatikus aminoszármazékok kondenzátumairól — tudósítanak.

A különleges cementekről, illetve cementtejekről szóló publikációk közt *Beirute* [258] a kereskedelmi forgalomban levő duzzadó cementek duzzadási tulajdonságait vizsgálta lyuktalpi körülmények közt, és többek közt megállapította, hogy a cement frissesége, a nagyobb lyuktalpi hőmérséklet csökkenti az expanziós potenciált. Tixotrop cementet javasol a veszteségre hajlamos formációk elcementezésére, és a tixotrop cement laboratóriumi vizsgálatairól számol be, továbbá mélybeli viselkedésének matematikai leírását adja *Clement* [259]. — [260] szerzői a latex-adagolású cementről

megállapítják, hogy az a legszilárdabb, legrugalmasabb térbeli szerkezetet biztosítja. A könnyített, kis sűrűségű (1,60—1,40 g/cm³) cementtej előállítását habosító eljárással írja le, és annak a szamotlori területen való sikeres alkalmazásáról számol be *Detkov* és *Szabirjzanov* [261]. A cementtej könnyítésére [262] szerzői nitrogénnel töltött műanyag gömböket (plamilon-t) javasolnak.

A nagy sűrűségű (2,4 g/cm³) cementtejek készítésére a kétszeres keverést és a második cementkeverőn való átfuttatáskor cementporral együtt nehezítő anyagok adalékolását javasolják [263] szerzői.

Raczkowski és további három lengyel szerző [264] a Balti-tenger vizével kevert cementtej jellemzőiről és szilárdulásáról számolt be. Vizsgálataik szerint a tengervíz hátrányosan befolyásolja a reológiai jellemzőket, és a szivattyúzhatóságot $^1/_3$-dal csökkenti. Szovjet szerzők [265] viszont azzal zárják a tengervízzel kevert cementtejjel kapcsolatos vizsgálataikat, hogy a tengervíz hideg kutak cementezéséhez megfelelő alapközeg. Cement helyett a béléscsőoszlopok rögzítésére, illetve a formáció szigetelésére polimerrel (fenolformaldehiddel) adalékolt agyagos iszapot, ún. szilárduló agyagot javasol *Gol'dstejn* [266] és ennek helyes keverési módját írja le [267].

Az öblítőiszap után, illetve a cementtej előtt pufferfolyadékként *Beirute* [268] hőstabil, olaj a vízben emulziót javasol azzal a megkötéssel, hogy alkalmazásához a béléscsőnek és a lyukfalnak nedvesíthető felületűnek kell lennie. [269] szerzői tixotrop cementtej előtt kis vízleadású gélesített vizet javasolnak, és annak sikeres alkalmazásáról számolnak be.

A cementelhelyezés részletkérdéseit vizsgálva [270] szerzői a cementtej dinamikus körülmények közti, tehát a beszivattyúzás közben végbemenő hidratációs folyamatát vizsgálták, és ezeknek a tapasztalatoknak alapján beállítva a cementjellemzőket biztosítani lehet a béléscső-cementezés sikerét. *Komorin* és *Karmanov* [271] a béléscső-cementezés alatt a lyuktalp közelében fellépő nyomás- és hőmérséklet-változást mérték, és megállapították, hogy erős hidrosztatikusnyomáscsökkenés lép fel 40—50 perccel a második dugó ütközését követően, és a cementkötési szünet alatt felvett görbe szerint a lyuktalp körül erős lehűlés tapasztalható, amit a szerzők azzal magyaráznak, hogy a cement egyes klinkerásványainak megszilárdulásakor szelektív hőkiválás lép fel.

A [272]* szerzői szerint a cementtej, illetve a cementpalást átgázosodását — a megfelelő kiszorítási módszeren kívül — elsősorban a cementtej minél jobb víztartó képességével lehet megakadályozni. *Garcia* és *Clark* [273] egy évtizedes vizsgálatsorozat alapján a cementpalást kötés közbeni átgázosodásának elkerülése érdekében kis vízleadású, kis vízszázalékú cementet javasolnak. Fontosnak ítélik az átgázosodás elkerülésére a minél tökéletesebb kiszorítást is, és a csőoszlop mozgatását a cementelhelyezés közben. *Holley* [274] a kis átmérőjű, ún. termelőcső nélküli kútkiképzés cementezési műveletének tapasztalatai alapján — különösen akkor, ha szűk gyűrűs térről van szó — szintén a cementelhelyezés közbeni emelgetést és forgatást javasolja.

A különleges elsődleges béléscső-cementezési műveletekről szóló közlemények egyike [275] a gázkommunikációnak az irányított ferdefúrásokban való elkerülése érdekében nemcsak a turbulens vagy a dugós áramlásos elhelyezést javasolja, de egyidejűleg a lyukfalkaparókkal és központosító rugókosarakkal felszerelt béléscsőoszlop emelgetését is a cementezési művelet közben. A nagy átmérőjű béléscsőoszlop cementezéséről szólva *Callihan* [276] cement- és időmegtakarítás érdekében a béléscsősaruba ültetett fúrócsőoszlopon keresztül végzett cementezési műveletet javasol. *Karanjac* [277] nagymélységű kutakban gyakran alkalmazott fúrási és termelési beakasztott béléscsőoszlop cementezési elveit foglalja össze.

A cementpalást korrózióját érintő tanulmányok közt *Pilkington* és *Scott* [278] a tízéves, illetve annál régebben elhelyezett cementpalástok épségének vizsgálatára alkalmazott szelvényezési műveleteket értékelve megállapította, hogy a béléscsőoszlop külső felületén műgyanta bevonattal ellátott béléscsöveken jól kötött maradt a cement, ezzel szemben a sima csövek 60%-án a kötés rossz volt. *Tomiska* szerzőtársaival [279] a cementpalást sav hatására fellépő korrózióját tanulmányozta szimulált lyuktalpi körülmények közt.

A másodlagos cementezési műveletek közt a nyomásos cementezés sikerét *Murphy* [281] azzal látja megalapozottnak, hogy a kút szerkezetéhez, illetve az elzárandó lyukszakasz, a formáció milyenségéhez szabja a műveletet; vagyis fontos szerep jut a művelet sikerében a helyesen megválasztott lyukbefejező folyadéknak, cementtejnek éppúgy, mint a helyesen kiválasztott és megfelelő helyen ültetett pakkernek. A siker lehetőségét *Murphy* néhány esetleírás révén tárja fel. *Ljatifov* és *Ahundov* [282] víztermelő formációk nyomásos cementezéssel való elzárásának feltételeit olajközegű cementtejekkel, vagyis dízelolajos cementezéssel végzett műveletek elemzésével vizsgálták; megállapították, hogy ahol a vízzel együtt beáramló homok dugókat képezhet a fúrólyukban, a vízközegű cementtejjel hatékonyabb a nyomásos cementezési művelet. Azt is leszögezték azonban, hogy nagy nyelőképességű formációk elzárása érdekében a cementtej nagy besajtolási sebességére van szükség. [283] szerzői a siker érdekében a közönséges cementdugót is az elhelyezőcső emelgetésével, forgatásával, sőt hajlítgatásával (külpontos szerelvény segítségével) javasolják elhelyezni.

1.3.7. Fúrási üzemzavarok, mentés

A kitörés úgy is, mint a fúrás normális menetét megszakító legsúlyosabb, gyakran katasztrófába torkolló üzemzavar, s úgy is mint amelynek keletkezése, kockázata, leküzdése, összefügg a szabályozott nyomású fúrással, változatlanul igen sok publikációhoz vezetett. Lényegében ehhez a problémakörhöz számíthatók a nagynyomású formációk keletkezését, előrejelzését, detektálását érintő és már idézett [188—206] közlemények is. Ezeken túlmenően [284]-ben *Dittmer* és *Fisher* az öblítőkör hirtelen fluidumbeáramlással megbomlott egyensúlyának jelzésére alkalmas műszerek (áramlásmérő, tartályszintmérő, állócsőnyomás-regisztráló) érzékenységét értékelik. *Mercer* [285] az öblítőiszap átgázosodásának okait,

mértékét elemezve és értelmezve rámutat a helyesen értelmezett gázdetektálás folyamatos kitörésveszélyt jelző lehetőségére. [286] szerzői a fúrószerszám kiépítése közbeni beáramlással fellépő fenyegető kitörés detektálására grafikus módszert javasolnak, amely lényegében a kiépítés közbeni töltés elméleti és gyakorlatilag alkalmazott tényleges mennyiségének folyamatos grafikus összehasonlításából áll.

Turley [287] számítógépes elemzéssel kísérli meg a túlnyomásos átmeneti szakaszban való továbbfúrás kockázatát tisztázni, *Grace* [288] pedig a kiegyensúlyozatlanná váló öblítési viszonyok súlyosságának, az esetleges kitörés kockázatának megítélésére alkalmas eljárást ismerteti. *Bourgoyne* [289] a hirtelen fluidumbeáramlás közben, a beáramlott fluidum dugó kiöblítése során a gyűrűs térben fellépő maximális nyomás megközelítő előrejelzésére alkalmas grafikus módszert mutat be. *Grace* [290] egy másik tanulmányában a nagy sűrűségű öblítőiszapokkal végezhető egyensúly-helyreállítási műveletekhez kíván segítséget nyújtani. Új eljárást javasol ún. vadkitöréses esetekben az egyensúly nagy sűrűségű öblítőiszappal való helyreállítására, éspedig nem a talpról való feltöltéssel, hanem a talp fölé bizonyos távolságra beépített csőoszlopon keresztül. *Rehm* [291] a hirtelen fluidumbeáramlás, vagyis a fenyegető kitörés jelzésére lezárt fúrólyukban fellépő lyukfejnyomás hatására bekövetkezett iszapveszteség egyensúly-helyreállítási esetét nemcsak költséges, de veszélyes műveletnek nevezi. Az ilyen esetek megelőzésének módjait mérlegelve, elzárására vizes baritdugó elhelyezését javasolja. *West* [292] a hasonló esetek megoldására a szabályozószeparátorokkal és/vagy fokozat nélküli fúvókákkal, a kitörésgátlók bezárása nélkül megoldott hidraulikus szabályozású egyensúly-helyreállítási módszert tartja jónak, és egy így végrehajtott műveletet ír le.

Beall [293] szerint a mélyvízi (tengeri) fúrások tengerfenékhez közeli túlnyomásos formációkból megindult fenyegető kitörésének intenzitását fokozza, és az egyensúly-helyreállítást nehezíti a hosszabbítócső alkalmazása. Néhány kismélységű formációból bekövetkezett súlyos kitörés elemzése után leszögezi, hogy megfelelő tervezéssel hosszabbítócső nélkül, illetve a tengerfenék szintjében felülről vezérelt megcsapoló szeleppel ellátott hosszabbítócsővel mind a vezető, mind pedig a felszíni fúrólyukszakasz fúrása közben egy túlnyomásos formációból megindult hirtelen fluidumbeáramlással megbomlott öblítési egyensúly helyreállítása megnövelt sűrűségű öblítőiszap megfelelő nagyságúra beállított folyadékáramával kitörésgátlók nélkül, vagy azok lezárása nélkül is megbízhatóan megoldható feladat. Lényegében szintén ezt a feladatot: a kis mélységben fekvő túlnyomásos formációkból bekövetkezett hirtelen beáramlással megbomlott egyensúly kitörésgátlók lezárása nélküli egyensúly-helyreállítását segíti a *Suter* [294] által leírt automatikus eltérítőszelep, amely a fölötte levő kitörésgátló lezárása esetében, ha a felgyűlő nyomás veszélyes méreteket öltene, automatikusan nyit a lefúvató vezeték felé. *Rehm* [295] úgyszintén a mélyvízi fenyegető kitörésekkel megbomlott egyensúly helyreállításának módozatait elemzi, s kitér az eltérítőszelepre, a kismélységű túlnyomásos formációkból megindúló kitörés elfojtásának nehézségeire, módozataira. [296]* a víz alatti gázfúvások hangszintjének mérésére alapított módszert alkalmaz a kitörés mértékének megítélésére.

A kitörésvédelmi oktatás fontosságát emeli ki *Bourgeois* [297], és bemutatja egy francia kitörésvédelmi iskola oktatási anyagának vázát, amely mindjárt áttekintést is nyújt a modern kitörésvédelem állásáról. *Coppes* és *Rudd* [298] a kitörések leküzdésében elkövetett hibák elkerülésére a fokozatos szintű és folytonos szimulátoros továbbképzést alapvető fontosságúnak tartja, és a hollandiai Shell kiképző központban kialakult rendszert ismertetik. *Day* [299] egy két szemináriumból álló kiképző rendszert ismertet, amelyek közül az első a kitörésvédelmi szerelvényekről szól, a második az egyensúly-helyreállítás módszereit foglalja magában. *Taylor* [300] egy kitörés leküzdésének esetleírása kapcsán rámutat a bekövetkezett kitörések leküzdése után az elemzésnek, a tanulságok levonásának szükségességére.

A kutak kitörésvédelmének a mind szigorúbb, a környezetvédelmi előírások miatt is mind aktuálisabbá váló fontos eszközének a „viharfúvókáknak" jelentőségét emelik ki, és kialakult típusoknak, elzáró rendszereknek áttekintését nyújtják [301] szerzői. [302] egy akusztikus vezérlésű, teljesen automatikusan működő vezérlő hidraulikus vagy villamos vezeték nélküli viharfúvókát ismertet, [303] pedig a viharfúvóka tömítésének tökéletesítéséről szól.

A kitörés veszélyével járó másik súlyos üzemzavarnak, az *iszapveszteség*nek gyakori esete a védő béléscsőoszlop saruja alatti nyitott formációk valamelyikének felrepesztése. Ennek elkerülésére az „egyenértékű öblítési sűrűség" folytonos jelzésének és ellenőrzésének fontosságát emeli ki *Chauvin* [304]; a megoldás az öblítőfolyadék jellemzőinek folyamatos műszeres ellenőrzése, az öblítési folyadékáram lehető mérséklése és a fúrószár külső átmérőjének nem túlságos nagyra választása útján a dinamikus nyomáshullámzás lehetőségének minimumra csökkentése. [305] rámutat arra, hogy az iszapveszteségek bármely esete leküzdhető az ún. szisztematikus módszerrel, vagyis a rendelkezésre álló információk, termékek és eszközök együttes értékelésével kiválasztott módszerrel.

A béléscsövezett fúrólyukszakaszban megszorult fúrószerszám mentésére rendelkezésre álló eszközökről szól, a lehetséges szerszám-összeállításokra nyújt tájékoztatást, és ezek közt kiemeli a fordulatirányfordító eszköz előnyeit *Aulenbacher* [306].

1.3.8. Fúrólyukak elferdülése, irányított ferdefúrás

A formáció anizotrópiájának hatását a fúrólyuk eltérítésére a görgős fúró fogának a plasztikusan deformálódó kőzetbe való behatolásának elemzésén keresztül vizsgálta *Smith* és *Cheatham* [307]. Úgyszintén anizotrop kőzetben vizsgálja matematikai elemzéssel az anizotrop fúrónak eltérülését *Dragoev* [308]. *Wilson* és *Garrett* [309] négyrészes tanulmányukban a fúrólyuk elferdülését kiváltó okok feltárása után leszögezik, hogy a fúrási terület sajátosságai, a kőzetviszonyok a fúrólyuk elferdülését okozhatják ugyan, de a fúró fölötti fúrószárszakasznak a várható fúrási viszonyoknak és a fúrólyukméretnek megfelelő elemekből való összeállítása útján az elhajlási hajlam jelentős mérték-

ben mérsékelhető; elkerülhetők a fúrószárelemek sérülését és megszorulását okozó lyukkönyökök. [310] szerzői a fúrólyukelhajlásra hajlamos területeken a lyukkönyökképződés elkerülésére alkalmas fúró fölötti fúrószár-összeállítás szempontjait foglalják össze; bemutatják az esetleges lyukkönyökben való megszorulás megelőzésére alkalmas szerszám-összeállítást is. *Kavedzija* [311] a fúrólyukban a fúrószerszám sérülésének elkerülése szempontjából még megengedhető lyukkönyökképződés mértékét elemzi.

Az irányított ferdefúrás ferdeségintenzitásának a fúrólyuktengely mentén lehetséges ésszerű elosztását az egyenletes lyukelferdítésben jelölik meg [312] szerzői. Ez a megoldás lehetővé teszi a horogterhelés egyenletes változását a mélység függvényében és az optimális szabályozási módszer kidolgozását. Az erre bemutatott példa 7—10 km mély fúrólyukat és könnyűfém fúrószárat feltételez. Úgyszintén az irányítottan ferde fúrólyuk optimális profiljának szempontjait foglalja össze [313]; lényegében azt a fúrási és a béléscsövezési költségek együttes minimalizálása útján javasolja meghatározni.

Az irányított ferdefúrások ferde szakaszaiban megengedhető fúróterhelést a súlyosbítóoszlop és a fúrócső ferde fúrólyukban való kihajlási feltételből kiindulva határozza meg *Mitchell* [314].

Craig és *Randall* [315] az irányított ferdefúrások műszeres mérési eredményeinek kiértékelési módszereit hasonlítja össze. A lyuktengely térbeli alakulásának meghatározását célzó ismert módszerek közül a szögátlagoló módszert üzemi használatra elfogadhatónak tartják ugyan, de a fúrólyuk tengelyének geológiai korrelációs célokra is alkalmas pontosságú leírására a görbületi sugár vagy a minimális görbület módszerét ítélik alkalmasnak; elvetik a tangencionális módszert, mint nem kellő pontosságút. *Guillory* [316] az irányított ferdefúrás tengelye térbeli elhelyezkedésének pontos számítógépes meghatározására a konstans görbület módszerét javasolja, *Callas* [317] pedig a helicalis megoldást ismerteti.

Az irányított ferdefúrás eszközeit érintő publikációk közt [318] a 4000 m-nél mélyebb fúrásokban alkalmazott ferdítési műveletekhez kifejlesztett ferdítőpályát írja le. *Thometz* [319] a talpi mágneses irányító műszerekhez szükséges nem mágneses súlyosbítók hosszúságát földrajzi övek alapján adják meg. [320] a béléscsövön mart ablakon keresztül való elferdítéshez szükséges eszközök után a gyémántfúróval megoldott rendszer részleteit ismerteti.

Az irányított ferdefúrások esetleírásai közül [321] egy 82° maximális dőlésű, s az 1341 m vertikális mélységhez képest 3020 m vízszintes eltérítésű tengeri feltárófúrást ír le. Nagy átmérőjű irányított ferde lyukszakaszok mélyítésének bővítéses módszerét ismerteti *Kalinin* [322] szerzőtársaival. *Grigorjan* [323] a Szovjetunióban fúróturbinával mélyített, és a vízszintesbe forduló ferdefúrásokról számol be. Ezek közül a fúróturbinával és talpi villamos motorokkal fúrt vízszintes lyukszakasszal végződő fúrások közül egy nyugat-szibériai fúrásnak vízszintes szakasza 650 m hosszúságú. *Dutcsik* [324] a horizontális gyökérfúrások talpi villamos fúrómotorral mélyített ilyen fúrások eszközeit és technológiáját írja le, és kiemeli a talpi villamos fúrómotoroknak erre való alkalmasságát.

1.3.9. Rotari fúrási gyakorlat

Moore cikksorozatban számol be a távoli idegenbe való, a kedvezőtlen szállítási, idő- és tengerjárási körülmények közötti fúrástelepítés szempontjairól. Az első részben [325] az előzetes gondos tervezés és a körülmények mérlegelését, a távoli idegenben való fúrástelepítés kulcskérdését tárgyalja; a második közleményben [326] a berendezés és felszerelés helyesen választott helyszínre szállításának költséget befolyásoló hatását elemzi. [327]-ben *Moore* kifejti magának az egyedi fúrásnak gondos tervezését mint alapvető követelményt s azt, hogy a távoli kutatófúrás sikerének alapfeltétele, hogy a személyzet minden tagja ismerje a beosztásához tartozó feladatot, amit a fúrást indító, s a fúrási tervet részleteiben is megvitató ún. indító értekezlet biztosíthat. [328]-ban *Moore* kiemeli, hogy a távoli idegenbe telepített fúrás anyagszükségletének időzítése fokozott fontosságú, ezért a fúrás tervezésének rendkívül gondosnak és az anyag- és felszerelésszükséglet időbeli és mennyiségi felmérésének nagyon pontosnak kell lennie. [329]-ben *Moore* az ilyen fúrásokhoz kiemelten javasolja a légi szállítás igénybevételét.

Porosin [330] a fúróberendezések szállítási módjait értékelve kifejti, hogy az ún. nagyblokkos szállítás rovására a szétszerelhető állapotban való szállítást jobban előtérbe kell helyezni, természetesen ennek megfelelően a fúróberendezések gyors össze- és szétszerelhetőségét konstrukcionálisan is biztosítani kell. Szibéria nehéz terepein pedig egyre jobban terjed a fúróberendezések légpárnás platformon való szállítása. Az észak-alaszkai légpárnás fúróberendezés-szállítást működési és környezetvédelmi szempontból értékeli *Abele* és *Brown* [331].

A nagy átmérőjű fúrólyukszakaszok különleges fúrási módját, a Kaliforniában alkalmazott vibrációs cölöpverő kalapáccsal való béléscsőleverést írja le [332]. Ezzel a módszerrel a 18 m hosszú, 20″-es vezetőcső leverése mindössze 3 percet vesz igénybe. A Kaukázusban, Groznij vidékén a nagy átmérőjű lyukszakaszok függőlegességének biztosítására egyrészt túlméretes súlyosbítóoszloppal dolgozó konvencionális rotari fúrást, másrészt a reaktív turbófúrási módszert alkalmazzák, de jó eredményeket értek el a 269 mm-es fúróval dolgozó fúróturbinával is úgy, hogy a fúróturbinát forgatják és a fúróturbina fölött elhelyezett külpontos stabilizátorral bolygómozgásra kényszerítik a talpon a fúrót és így végeredményben 346 mm-es fúrólyukat készítenek. Az utóbbi módszerrel 500 m-ig mélyített fúrásban 60 m/h fúrási sebességet értek el, és a maximális eltérés a függőlegestől 0° 45′ volt. [333] és [334] szerzői a 394 mm-es fúrólyukat készítő reaktív fúróturbinával elérhető fúrási sebesség és a fúrási tényezők közötti összefüggéseket elemzik.

A nyugat-texasi területen mélyülő, gázt kutató és feltáró fúrásokhoz elterjedten használják a légöblítéses fúrást. [335] esetleírása szerint a 2100 m-es fúrásokat ezzel a rendszerrel 7 nap alatt lefúrják. Ugyanezen a területen a felszíni lyukszakaszok légöblítéses fúrásához sikeresen alkalmaztak felújított zárt csapágyas, keményfém fogazású görgős fúrókat. A sikert legjobban a rendkívül kis fúrásköltséggel lehet lemérni. Miután egy ilyen fúróval 10 fúráson 204 óra alatt 3800 m-t teljesítettek, ez mindössze 0,22 $ méterenkénti fúrásköltségnek felel meg.

séghez vezetett [335]. A Kárpátok előterében, a Szovjetunióban széles körben használják a meredek dőlésű kemény kőzetek átfúrására talpi villamos fúróval együttesen a légöblítéses fúrást [337, 338].

A levegővel kevert, tehát könnyített sűrűségű iszappal mélyített fúrások esetleírásai közt [339] a Szovjetunió számos területén sikerrel alkalmazott talpi hajtású fúrómotorral és levegővel kevert öblítőiszappal mintegy 300 000 m-nyi fúráshoz használt felszerelést ismerteti. *Jokhoo* [340] Trinidadban sikerrel alkalmazott haböblítéses fúrásokról szól, amely módszert előnyösen alkalmaztak letermelt kis nyomású, konszolidálatlan formációk zavarmentes és a tárolókőzet termelőképességét nem károsító átfúrására. Hasonlóan kedvezőnek bizonyult az előformált stabil haböblítés Albertában sekély gázkutak fúrásához, és az így fúrt kutak kiértékeléséhez [341].

A sivatagi fúrás különlegességeiről: a nagy egységekben való szállításról, vagyis a fúróberendezés egészének ballonkerekeken való továbbvontatásáról, s fúróberendezésnek a sivatagi porral szembeni védelméről, a szélsőséges hőmérsékleteket tűrő hajtómotorokról, továbbá a vízellátás megoldásáról számol be *Morris* [342]. A sótömzsök átfúrására kialakult fúrási technológiát érinti a [343]-ban foglalt esetleírás, amely a Kaszpi-mélyföld képlékeny magnézium-klorid formációjának átfúrására kialakult technológiát írja le; *McNabb* [344] a dél-alabamai igen drága, 5500 m mély fúrásokban — ahol a nagy költséget a rendellenesen nagy hőmérséklet és a vastag sótömzs plasztikus folyása, továbbá $CaCl_2$-oldat beáramlása okozza — sikerrel alkalmazott öblítési technikát és a vastag falú béléscsövezést ismerteti. *Carlton* és *Veazey* [345] az oklahomai, bomlásra hajlamos agyagmárga rétegeket harántoló, 2043 m mély fúrólyuk 6 fúróval való átfúrását írják le, s a sikert a nem diszpergált öblítőiszapnak és a gondosan tervezett fúrási hidraulikának tulajdonítják.

Az irányított ferdefúrással mélyített fúrásokat leíró közlemények közt idézni kell *Eberst* és *Barnett* [346] már említett beszámolóját. Ebben egy louisianai szinte vízszintesbe forduló tengeri fúrás mintaszerű leírását adják a szerzők, kiemelik a kenőképes öblítőiszap alkalmazásának fontosságát és a lyukbefejezéshez kialakított leszivattyúzható szerszámokat is bemutatják. Úgyszintén nagy dőlésű fúrások esetleírását publikálta *Koch* [347], az északi-tengeri Forties óriás mező 55°-os lyukeltérítést kívánó szakaszán (300—2400 m) 42° dőlésszöggel 1500 m eltérítéssel tervezett fúrásait. Az esetleírás bemutatja a ferdítési szakasz és az iránytartó szakasz fúró fölötti fúrószerszám-összeállítását. [348] szerzői 60° dőlésű tengeri fúrások tárolókőzetéből a homokbeáramlást megakadályozó üveggyöngy szűrőágyas kútkiképzésről számolnak be. [349] a nagymértékben elferdített fúrásokhoz, illetve kutakhoz megosztott geofizikai fúrólyuk-szelvényezést javasol.

O'Brien [350] az olaj- és gázár növekedésével megélénkült fúrási tevékenységgel egyidejűleg az ugyancsak megnövekedett fúrási költségek elemzése útján kívánja feltárni a költségcsökkentés lehetőségeit.

1.4. Lyukbefejezés

1.4.1. Formációvizsgálat, formációmegnyitás, kútkiképzés

A formációvizsgálat zárt kamrás fúrócsöves változatának előnyeit, elsősorban a nagy biztonságot, a mérések helyszíni optimalizálásának lehetőségét emeli ki *Alexander* [351]; tanulmányában kitér a művelet tervezésére, számítására, és mindezt üzemi példával illusztrálja. *Farley* [352] a formációvizsgálat tengeri úszó fúróberendezésekről, illetve nagy dőlésű tengeri fúrásokban való alkalmazásának helyzetét, illetve az ezekhez kifejlesztett szerszámokat ismerteti és rámutat ezek ma már kiforrott voltára. *Demis* [353] összefoglalja a formációvizsgálat diagramlapjainak, nyomásgörbéinek kiértékelési szempontjait. Meglepően egyezik a szovjetuniói [354] és a hazai [355] formációvizsgálatok eredményességének értékelése. [354] szerint míg 1967-ben az összes rétegvizsgálatnak még csak 10,7%-át végezték teszterrel, 1975-ben már a formációvizsgálatok 70%-a fúrócsöves vagy kábeles rétegvizsgálatra esik. Annak ellenére, hogy mind nagyobb hőmérsékletű és nyomású vizsgálatok végrehajtása a feladat, a teszteres vizsgálatok 87%-a műszakilag sikeres volt. Az 1967—1972. évek közötti 388, fúrócsövön át végzett hazai formációvizsgálat mintaszerű értékelésében [355] szerzői kimutatják, hogy a hagyományos és a teszteres rétegvizsgálatok eredménye az esetek 89,1%-ában megegyezett. [356] a formációvizsgáló grozniji területen nagy mélységekben (5000 m alatt) földtani célokra való alkalmazásáról (kőzethatárok, nyomás és hőmérséklet mérése) számol be. [357] szerzői a tárolókőzetek rövid termelékenységvizsgálatára, illetve mintavételre, sőt korlátozott volumenű fluidumbesajtolásra is alkalmas dugattyús depressziós eszközt mutatnak be.

A formációvizsgálat adataira épült lyukbefejezési, kútkiképzési tervezési elveket foglalja össze *Rochemont* és *Ledet* [358]. Az erre hivatott s az operátorból, a fúrási (lyukbefejezési) vállalkozóból és a szervizvállalatok képviselőiből álló együttesnek kell a rendelkezésre álló információs adatok alapján a szükséges serkentési műveletre, illetve a tárolókőzet megnyitási módjára és mélybeli szerelvényekre, a kútkiképzés miként jére a tervet elkészítenie. A terv elkészítése viszont megkívánja a számba jöhető formációk átfúrásától nyert információs adatoknak, az esetleges serkentési művelet eredményének beható elemzését, továbbá ennek alapján a várható termelés becslését. Az utóbbi a helyes termelőcsőültetés szempontjából is döntő fontosságú.

A formáció megnyitásának hatékony módszerét szolgálja a *Brieger* és *Stoval* által ismertetett [359] „károsítás nélküli" perforálás, ami lényegében termelőcsövön beépített perforátor, a perforátor fölött elhelyezett pakkerrel. A perforáláskor, illetve az azt követően ébredő nagy visszaható nyomáshullám elegendő energiát jelent a perforációs csatorna kőzetanyagának el-

távolítására, a közel ideális formációmegnyitás megvalósítására. [360] és [361] szerzői a tárolókőzetet a perforálás következtében érő károsító hatás mérséklésére olajközegű, illetve invert emulziós iszapban való perforálás mellett szólnak. *Anderson* [362] a perforálás hatékonyságának értékelésére benyomatvevő pakkert alkalmazott, s a kidolgozott értékelési módszerét üzemi vizsgálatokra alkalmazott példán mutatta be.

A kútkiképzésekhez rendelkezésre álló termelőcsövek szabványos és különleges típusait és méreteit ismerteti [363]. A különleges kútkiképzések jellemző példáját mutatja be [364] egy nagy dőlésszögű (60°) kétszintes termelésű kútra. A nagy hozamú tengeri kutak acélhuzalos műveletekre alkalmas, viharfúvókával ellátott kiképzésére szép példa az Ekofisk-mezőn alkalmazott megoldás [365]. A viharfúvókák különböző megoldásainak nemcsak táblázatos összehasonlítását nyújtja, de vázlatosan az egyes rendszereket is ismerteti [366]. Úgyszintén a nagy dőlésszögű, ferde kutak több szintű kiképzésről szól *Parmigiano* [367]. A leírt kaliforniai kutak kiképzéséhez felfújható pakkerek alatt és fölött csúszóhüvelyes, acélhuzallal nyitható, ablakos közdarabokon keresztül kavicságyas szűrővel akadályozzák meg a homokbeáramlást. A homokbeáramlás megakadályozása kavicságyas szűrőzéssel egyébként igen előtérbe került, amiről számos tanulmány publikálása tanúskodik. Ezek közt [368] szerzői a Kaliforniában bevált viszkózus hordozó folyadékkal elhelyezett, nagy koncentrációjú kavicságyas megoldást ismertetik. *Gurley* és szerzőtársai [369] összefoglaló tanulmányukban a kavicságyas szűrőzés tervezésének és végrehajtásának mai állását ismertetik, és leszögezik, hogy a legnagyobb produktivitást a [368] által leírt nagy viszkozitású hordozó folyadékkal nagy koncentrációban bevitt kaviccsal lehet elérni. A lépésről lépésre való gondos tervezés az alapja [370] szerint a nagy dőlésszögű kutak sikeres kavicsszűrőzésének; a tervezés lépcsőit texasi tengeri kutak példáján mutatják be [370] szerzői. A homokbeáramlás megakadályozására alkalmazott epoxigyantás homokszilárdítás után az újraperforálás módszerét javasolja *Thomas* és *Johnson* [371], azzal az előnnyel, hogy nemcsak homokmentes, de megnövelt termelést lehet elérni ezen az úton. Nagy viszkozitású olajtermelés homokolásának megakadályozására *Charles* [372] a kalcium-hidroxidos formációkezelést célravezetőnek tartja. *Holman* [373]*, valamint *Likwartz* [374]* a trinidadi Teak-mező konszolidálatlan kőzetliszttartalmú homok tárolókőzetének homokolást meggátló módszerét mutatja be. Miután a perforációs formációmegnyitás és a konvencionális kavicsszűrőzés nem vált be, nyitott lyukszakaszban elhelyezett kavicsággyal és háromszoros tekercselésű szűrőzéssel próbálkoztak, és ez a megoldás bevált.

A kútban keletkező lerakódások problémakörének átfogó tanulmányában *Vetter* [375] a lerakódások keletkezése előrejelzésének, az eltávolításának és inhibitálásának problémakörét tárgyalja. *Brownscombe* [376] a kútban levő lerakódások szonikus ütőhullámokkal való eltávolításának módszerét ismerteti. Az ütőhullámokat keltő szerszámban nagyfeszültségű szikra ugratásával dolgozik, amelyet kábelen engednek le a lyukba, pl. a perforációk tisztítására.

Graf [377] az ultramély gázkutak termelési problémáit elemezve elsősorban a termelőcső problémájával foglalkozott, és kiemelte a korrózió kockázatát különösen a savanyú gáz jelenlétében.

Brown [378] a kútátalakítási (kútjavítási) munkák tervezésének szempontjait foglalja össze, és az ilyen munkálatokat négy csoportba osztva a tervezés hat fő szempontját emeli ki. *Jameson* [379] a nagymélységű kutak — elsősorban gázkutak — átalakításának különleges szempontjairól szól, és az erre alkalmas berendezések jellemzőit rögzíti. [380] szerzői a kútátalakítási, kútjavítási munkákhoz, elsősorban az újrafúrás, vagy az elferdített fúrás céljaira a stabil haböblítést javasolják, s bemutatnak egy, a betétcső lefúrására alkalmas szerszám-összeállítást.

EnDean [381] törzsfaszerűen lépésről lépésre mutatja be a kutakban fellépő korrózió lehetőségét és az alkalmazandó védelem eljárását.

1.4.2. A tárolókőzetek serkentése

A megnövekedett olaj- és gázár élénkítő hatása a tárolókőzetek serkentési, illetve károsításukat megszüntető eljárásaira változatlanul tovább tartott. Különösen nagy erőfeszítéseket tettek és tesznek a formációkárosítás mérséklésére. A formációkárosítás megelőzéséről és megszüntetéséről Houstonban tartott második szimpozionon az elnöklő *Maly* [382] a vezérelőadásában abból indult ki, hogy a jelenlegi kitermelési technológiával az USA feltárt földtani kőolajkészletének 69%-a — mintegy 44 milliárd m^3 — a mélyben marad. Ennek a hatalmas kőolajmennyiségnek új eljárásokkal való kihozatalára óriási erőfeszítéseket tesznek. A minimumra csökkentve azonban a károsítás mértékét, eleve jobb feltételeket lehet biztosítani a nagyobb kihozatalra. *Maly* kiindulva abból, hogy a tárolókőzet egy rendkívül finom mélybeli szűrő, rámutat arra, hogy ennek a szűrőnek eltömése a fúrási, lyukbefejezési, kútkiképzési műveletek, sőt a termelés során milyen sokrétűen lehetséges; mindez egyrészt sokkal gondosabb műveletekre int, a tárolókőzet kezelését, szolvensek alkalmazását teszi szükségessé, másrészt kőzetrepesztési, savazási műveleteket követel. *Records* [383] rámutat arra, hogy a fúrási műveletek során fellépő nyomások mérséklése (kisebb sűrűségű öblítőfolyadék alkalmazása, a dinamikus nyomáshullámzással járó műveletek ellenőrzése) jelentősen csökkentheti a tárolókőzetek károsítását. A károsítás mértékét kiértékelő új módszereket és eszközöket ismertet [384]. Ezek célja elsősorban a rendkívül tömött — csak mikrodarcykban kifejezhető áteresztőképességű — homokkőtárolók kőzetrepesztési műveletéhez alkalmazandó, s a legkisebb károsítást okozó repesztőfolyadék kiválasztása.

1.4.2.1. A folyadékos kőzetrepedés

A folyadékos kőzetrepesztés elméletének összefoglalása után *Coulter* [385] rámutat az új repesztőfolyadékok kialakítási szempontjaira, előnyeire, és kitér a repesztési eljárások legújabb fejlődésére. Kiemeli, hogy a jelenleg alkalmazott folyadékos kőzetrepesztési technikát a sokkal viszkózusabb folyadékok alkalmazása jellemzi. Ezek különböző kombinációjú eljárásai sok ilyen formáció sikeres kőzetrepesztési műveletéhez vezettek.

Az USA energiakutatási és fejlesztési szervezete, az ERDA (Energy Research and Development Administration) kutatási központjai útján széles körű kutatást folytat a kőzetrepesztési műveletek tökéletesítésére. A kutatások célkitűzése egyrészt új elgondolások, eljárások kidolgozása a gáz kinyerésére tömött és a jelenleg ismert eljárásokkal gazdaságosan nem művelhető tárolókőzetekből, másrészt az ilyen új eljárások demonstratív kipróbálása és átvitele, elterjesztése a gyakorlatban. *Komar* [386] a fenti program célkitűzéseit és eredményeit foglalja össze. Eszerint az ERDA egyik kutatási központjának tevékenysége a tárolókőzetek fluidumának a természetes és a mesterségesen keltett repedés-, helyesebben hasadékrendszereken át való jobb kitermelésére irányult. Ez a program legújabban kibővül a habbal való kőzetrepesztésre, a repesztett kutak termelési történetének tanulmányozására, a repesztési műveletek költségének és hatékonyságának vizsgálataira. A másik kutatási központ az Egyesült Államok nyugati területein fekvő rossz áteresztőképességű, s a jelenlegi módszerekkel gazdaságosan nem művelhető tárolókőzeteinek kőzetrepesztési műveleteivel foglalkozik, éspedig elsősorban a nagyméretű, ún. masszív kőzetrepesztéssel, de ezeken kívül a nukleáris és robbantásos kőzetrepesztés lehetőségeit is vizsgálja. Ezek a kutatási központok az üzemi kipróbálásra, bemutatásra érett, újonnan kidolgozott kőzetrepesztési technológiákat szervizvállalatoknak adott megbízások útján hajtják végre. Az ERDA kőzetrepesztési kutatási témái sokrétűek, s az alábbi módon tagozódnak:

1. *Hidraulikus kőzetrepesztés* (*a* új repesztő fluidumok, mint a folyékony CO_2 és az alkohol; *b* nagy volumenű repesztőfolyadék alkalmazása);
2. *Ferde kutak* (*a* többlet beáramlási felület képzése kutanként a tárolókőzet ferde harántolásával; *b* természetes hasadékok metszése; *c* többszörös kőzetrepesztés);
3. *Kőzetrepesztési módszerek* (*a* Dynafrac, vagyis több vertikális hasadék képzése csepegő kutakban; *b* robbantásos kőzetrepesztés a hasadékba bevitt vékony folyékony robbanóanyagnak a formációban való robbantása útján; *c* a hasadék kiterjesztésének mechanizmusa; *d* a keltett hasadék irányának szabályozása).

A kőzetrepesztési folyamatot érintő tanulmányok közt [387] szerzői a kőzet felrepesztéséhez szükséges nyomást és a hasadék irányát érintő laboratóriumi kísérleteikről és elméleti vizsgálataikról számoltak be. A kőzetek póruselasztikus viselkedésének felállított elméletét 4″-es üreges (szferikus és hengeres) magokon triaxiális cellában végzett kőzetrepesztési kísérletekkel igyekeztek igazolni. A cellában uralkodó különböző térnyomáson és pórusnyomás mellett különböző terheléssel végrehajtott kísérletek során csak részben egyezett a felállított elmélet a gyakorlattal. Nem hidrosztatikus térnyomás esetén az elméletet nem igazolták a kísérletek. A hasadék irányának iniciálása bemetszésekkel csak akkor bizonyult hatékonynak, ha az mélyebb, mint azt a *Griffith*-féle elmélet megadja. [388] szerzői analitikai és kísérleti szimulációval igyekeztek tisztázni a hidraulikus kőzetrepesztés során fellépő feszültségeloszlást, illetve a kritikus repesztési nyomást és irányt; [389] szerzői viszont a coloradói Wattenberg-mezőn végrehajtott kísérletekkel és felszíni azimutmérésekkel határozták meg a hasadékok irányát, amelyek jól egyeztek a magokon meghatározott szilárdsági anizotrópiák irányával. *Daneshy* [390]-ben koncentrikus kőzetmaggyűrűkön végrehajtott ún. kettős gyűrűs vizsgálatot javasol két kőzet repeszthetőségének összehasonlítására; [391]-ben pedig kísérletileg tisztázta a hasadék terjedését rétegzett kőzetben; megállapította, hogy akadálymentes kőzetben a hasadék terjedése csökken a repesztőfolyadék csökkenő nyomásával. A kőzetben levő akadályok a repesztő folyadék nyomásának növekedését okozzák.

Sinha [392] a repesztőfolyadékok kiszűrődésének statikus és dinamikus körülmények közötti különbségét elemezve két dinamikus szűrődésvizsgáló készüléket és az azzal végzett kísérleti eredményeket mutatja be és megállapítja, hogy a porózus kőzetben a szűrődést elsősorban a kőzet pórusszerkezetének szigetelő, tömítő hatása befolyásolja, ezért ennek megfelelően a szűrődésgátló adalék szemcseösszetételének ilyen szempontból döntő a befolyása. „Tiszta repesztő folyadék"-ként vegyszeres kezelésű természetes gumiszármazékot javasol *Guthens* és *Burnham* [393]. A természetes gumiderivátum maradéka mindössze 2—3%, kis koncentrációval nagy viszkozitást eredményez, sóval való érintkezésre alig érzékeny, turbulens áramlás mellett is kicsi a súrlódási vesztesége, kedvezőbb a hőstabilitása, mint a többi poliszacharidé. *Hannah* és *Baker* vízközegű hidratált karboxi-metil-cellulózzal térhálosított repesztőfolyadék formációt nem károsító, kis vízleadású, kedvező reológiai jellemzőkkel rendelkező repesztőfolyadékoknak nemcsak összetételét, jellemzőit írják le, de kedvező üzemi alkalmazásáról is beszámolnak. Agyagtartalmú tárolókőzetek repesztőfolyadékkal való károsításának elkerülésére hidrolizált cirkóniumsókkal adalékolt repesztőfolyadéknak az Appalach-medencei Clinton-formációban való sikeres alkalmazását írja le *Stout* és *Peters* [395]. A cirkónium hidrolizált fémionjainak igen erős pozitív töltése biztosítja az agyagszemek stabilizálását. Egyébként éppen ezeknek a nem ilyen — tehát nem cirkóniumsóadalékos — repesztőfolyadékkal régebben repesztett és lecsökkent hozamú kutaknak újrarepesztéssel elért eredményeiről összefoglaló esetleírásban számol be *Greene* [396]. *Frederickson* és *Broaddus* [397]* tanulmánya azokkal a laboratóriumi kísérletekkel foglalkozik, amelyekkel megállapították, hogy két egymással teljes mértékben elegyedő folyadék a hasadékban elkülönítetten áramoltatható a folyadékok sűrűségének (0,025 g/cm³ különbség is elegendő!) és viszkozitásának megfelelő beállításával; ez a megállapítás a savazásos kőzetrepesztés szempontjából lényegbevágó.

A kőzetrepesztési műveletek esetleírásai közt *Hannah* [398]*-ban nagyon repedezett tárolókőzetben alkalmazott újszerű módszerről ír. Oklahomában a kis mélységben fekvő Mississippi-tárolókőzetbe szakaszosan nagyon viszkózus gélt sajtolnak be, és a két besajtolási szakasz közötti időben a hasadékban levő folyadék olyannyira kocsonyásodik, vagyis folyási határa oly nagyra növekszik, hogy az újabb besajtolási periódus során a folyadékot a hasadékból eltéríti, tehát inkább további új repedések nyílnak felfelé és oldalirányban, mintsem a már megnyitott hasadék tovább terjedne. Egy további művelet leírása [399] egy habbal végzett nagyméretű kőzetrepesztési művelet részleteit ismerteti.

A szelektív kőzetrepesztési művelet lehetőségeit: a repesztőbombás, a differenciális repesztési nyomás, a tömítőgolyós és a béléscsődugóval való elválasztás módszereit ismerteti *Henry* [400] és a Spraberry-mező példáján a leggyakrabban alkalmazott repesztőbomba-módszerrel végzett művelet részleteit ismerteti. *Ripley* és *Young* [401] egy szelektív (közrefogó pakkerrel kombinált) besajtoló szerszámot mutat be, amely alkalmas a szelektív kőzetrepesztést megelőző előkezelésre, besajtolási próbákra, sőt esetleg magára a repesztési műveletre. Az eszköz használhatóságát a szerzők az üzemi alkalmazás tapasztalataival bizonyítják. [402] rámutat arra, hogy a hasadék vezetőképessége a kőzetrepesztési művelet termelési szintállandóságának kulcskérdése, ezért a kitámasztás helyes megválasztása a siker alapvető feltétele. Ennek érdekében laboratóriumi vizsgálatokra támaszkodva irányelveket nyújt a megfelelő kitámasztási rendszerre, nagy összezáródási nyomás esetére, kiemelve a homok és üveggyöngy keverékének előnyös voltát.

Igen nagy figyelem fordult a kis áteresztőképességű tömött gáztároló formációk repesztésére. Ennek a feladatkörnek és a megoldás lehetőségeinek átfogó képét adja *Slusser* és *Rieckmann* [403]. A kis áteresztőképességű tárolókőzetekkel megnyíló nagy készletfeltárási, vagyis termelési lehetőségekre mutat rá *Cornett* [404]. Az erre a feladatra alkalmas masszív kőzetrepesztési eljárás, vagyis a vastag tárolóformációknak nagy — több ezer m^3 — volumenű folyadékkal nagy — több száz t — tömegű támasztékkal több lépcsőben végrehajtott repesztés szélsőségesen jelentkező eredményeire kőzetmechanikai kutatásokkal igyekezett magyarázatot találni *Simonson* [405] szerzőtársaival. A hidraulikus kőzetrepesztést a lineáris elasztikus repesztés szemszögéből vizsgálva három esetet elemeztek:

1. a tárolókőzet különböző anyagösszletű
2. a repedésterjedés változó in situ feszültségű régiókba hatol be;
3. a hidrosztatikus nyomásgradiens hatása a repedés terjedésére, ha a fedő- és fekükőzetek gátat képeznek.

Az elemzések kimutatták, hogy a repedés terjedésére, illetve létrejöttére nagy befolyása van a kőzet rugalmas tulajdonságainak, az in situ feszültségnek és a nyomásgradiensnek. A masszív hidraulikus kőzetrepesztés lehetőségeinek feltérképezésére kifejlesztett modellezési módszerét írják le a Sandia Laboratórium kutatói [406].

Kuznecov és *Mikerin* [407] a szovjetunióbeli „Hadüzsenneft'" kőolaj- és földgáztermelő vállalat 10 éves periódusra eső, csaknem 1000 kőzetrepesztési műveletének statisztikai értékelését és az alkalmazott technológiát ismerteti.

Warren és *Hayatdavoudi* [408] vékony széntelepek szénelgázosítási műveleteinek céljaira alkalmazandó hidraulikus kőzetrepesztés előkészítéséről értekezik. A felállított repesztési modell feltétele az, hogy a széntelep elasztikus médium három különböző nagyságú főfeszültséggel. A szerzők úgy értékelik, hogy a modell alkalmas a szénelgázosítási kútelosztás meghatározására.

[409] szerzői beszámolnak Új-Mexikó északi részén forró gránitba (200 °C a talpon) lemélyített két 3000 m mély fúrásról, amelyek talpán hidraulikus kőzetrepesztéssel létesített repesztéssel a két fúrás között kommunikációt teremtve, vízkörfolyammal geotermikus energiát kívánnak nyerni. A két fúrólyukban létesített hasadék rádiusza kb. 90 m. Sikerült lyuktalpi körülmények közt megmérni a gránit hővezető képességét (3 W/mK). A kellő hőmérséklet, a megmért hővezető képesség és hasadékrádiusz kielégítőnek bizonyul egy hőkinyerési kísérlet elvégzéséhez. Ezt megelőzőleg azonban az egyik fúrólyuk alsó szakaszát felcementezve elferdítik, hogy közvetlen kapcsolatot sikerüljön létesíteni a másik fúrólyukból kiinduló hasadékkal.

A folyadékos kőzetrepesztési műveletek eszközigényéről szóló publikációk közt *Gibbs* [410] a kútfejszerelvény nyomásállóságának fokozására alkalmas felszerelést mutatja be. *Farley* és *Jefford* [411] szintén említik ezt a megoldást a serkentési műveletek újonnan kialakított szerszámai közt. A [411]-ben azonban kitérnek egy, a szelektív repesztési műveletet segítő egyszerű és több szintes visszanyerhető folyadékáram-szabályozó eszközre is, továbbá egy önmagát központosító nagynyomású, flexibilis csővégre csatlakozó vízágyúfejre. Az utóbbival nyitott lyukszakaszban lyukfaltisztítás, repesztés, illetve hasadékiniciálás és egyéb műveletek végezhetők. Ide sorolható az *Anderson* [412] által leírt, felfújható kalibrált benyomatvevő pakker is, amely alkalmas perforációk helyének, alakjának kimutatására. [413] szerzői a masszív kőzetrepesztési műveletekhez kialakított nagynyomású és nagy folyadékáramot biztosító szivattyúegységekről és nagy teljesítményű homokkeverőkről, s az ilyen műveletek megkívánta műszerekről tájékoztatnak.

1.4.2.2. Különleges kőzetrepesztési módszerek

A különleges kőzetrepesztési műveletek közül stabil habbal, vagyis gáz a vízben emulzióval mint kőzetrepesztő fluidummal dolgozó kőzetrepesztési eljárással 1973 óta több mint 400 kutat repesztettek meg az USA-ban, elsősorban kis áteresztőképességű gáztároló formációkból termelő kutak hozamának növelésére [414]. A Kanadában 150 kútban habbal végzett kőzetrepesztési művelet alapján, igen sikeresnek ítéli ezt a serkentési módszert *Bullen* és *Bratrud* [415]. Szerintük a hab igen kedvező reológiai tulajdonságai, kis kiszűrődése, jó homokhordozó képessége, könnyű visszanyerhetősége, kis súrlódási ellenállása, a formációt nem károsító tulajdonsága, továbbá a hasadék vezetőképességét nem vagy csak alig csökkentő tulajdonságai ezt a médiumot igen alkalmassá teszik a kőzetrepesztés műveletére. Két másik szerző, *Holditch* és *Plummer* [416] számítógépes tervezési eljárást mutat be. *Lewis* és *Ferguson* [417] a stabil hab homokhordozó képességének növelésére alkalmas eljárásról értekeznek és erre kialakított módszerüket ismertetik. Ennek lényege, hogy a folyékony fázist, vagyis a gélesített vízben a szuszpendált homokot a homokkeverőből közvetlenül a nagynyomású szivattyú szívócsonkjába táplálják be visszacirkulálás nélkül.

Új mélybeli eszközök és kútkiválasztások új szempontjai képezik az alapot a vegyszeres robbantással végzett kőzetrepesztési műveletek technológiájához. Ez az újonnan kialakított, *Hill* és *Daggett* által ismertetett [418] technológia érinti a kiválasztott tárolókőzet felrepesztését, a hasadékképzést, a robbanófolyadék elhelyezését és elrobbantási módját. Az ERDA kutatási programja keretében végzett laboratóriumi és

üzemi kísérleteknek leglényegesebb konklúziója az, hogy az eredeti hasadékbehatolást nem növeli a vegyszeres robbantásos kőzetrepesztés eléggé ahhoz, hogy jelentősen növekedjék a kút termelékenysége. Ezért ez a művelet nem célszerű kis áteresztőképességű tárolókőzetben, a legcélszerűbb a 10—25 mD nagyságú tartomány.

1.4.2.3. Formációsavazás

Gidley és szerzőtársai [419] statisztikai elemzéssel igyekeztek tisztázni a homokkősavazás hatását befolyásoló tényezőket. Megállapították, hogy a legkritikusabb tényezők a hatékonyság szempontjából a HCl/HF savkeverék mennyisége és a kezelés nyomása. A HCl/HF savkeverék reakciósebességére és a sav mozgásának, valamint a savazással elért áteresztőképességnek előrejelzésére [420]* szerzői a savkoncentráció és az áramlási sebesség függvényében matematikai modellt állítottak fel. *Novotny* [421] a savazással, illetve savazásos kőzetrepesztéssel karbonátos tárolókőzetekben elért termeléstöbbszörözés előrejelzésére mutat be módszert. Ez a módszer a hasadék vezetőképességének számítására a savkoncentráció profiljából indul ki, és számításba veszi a hasadék felületére vonatkoztatott kioldott kőzet mennyiségét, a zárófeszültség nagyságát és a formációt alkotó kőzet szilárdságát. Az előrejelzésnek 31 tényleges savazási eredménnyel való egyezősége igazolja a módszer helyességét. *Hong* és *Millhone* [422] üzemi példákkal megerősített laboratóriumi eredményekkel igazolta, hogy a nem keveredő fluidumok fajsúly szerinti elkülönülése a kútban és — a perforációkon bejutva — a hasadékban lényegesen befolyásolja a besajtolási profilt; következésképpen a fajsúly szerinti elkülönülés fontos tényezője a savazási művelet sikerének. Az elméleti tanulmányok közt még figyelemreméltó *Athanasiadis* [423] összefoglalása a savazási műveletek alkalmazhatóságáról a különböző tárolókőzetekben.

Karbonátos kőzetek új mély behatolású savazási technológiáját mutatja be *Coulter* [424] szerzőtársaival. Módszerük lényege az, hogy a kiszűrődés megakadályozására viszkózus, nem reaktív, finom homokot hordó folyadékot váltakozó lépcsőkben sajtolnak be a savval. Ezen az úton meg lehet akadályozni a kiszűrődést. Ezt megerősítették az elektronmikroszkópos vizsgálatok, valamint a savazási művelet nyomásának elemzése is. A [425] szerzői: *Ellenberger* és *Aseltine* négy vízbesajtoló kút szelektív savazási technológiáját elemezve rámutat arra, miszerint a siker kulcsa az, hogy a szelektív savazással a rossz besajtolású szakaszoktól kell haladni a jobbak felé. *Dill* [426] a szelektív savazáshoz eltérítő gél alkalmazását javasolja; *Sutton* [427] folyadék formájában alkalmazott, a gyakorlatban bevált szintetikus polimert ajánl a savazásos műveletekhez.

A savazási műveletek esetleírásai közt [428] szerzői a romaskinói mezőben az Al'keevszk-tárolókőzetben koncentrált kénsavval végzett sikeres műveletről számolnak be, ami 13,5% olajhozam-növekedést és 34%-os víztermelés-csökkenést eredményezett. *Vüzsigin* szerzőtársaival [429] a kujbisevi terület karbonátos tárolókőzetében végzett 150 savazásos műveletet elemezve ezek sikerességéről számol be. A volgográdi területen a savazáshoz adalékként szintetikus zsírsavakat alkalmaztak sikerrel [430]; a hatékony alkalmazás érdekében az ilyen műveleteket mindenképpen laboratóriumi vizsgálatoknak kell megelőzniök. *Rogers* [431] sikeres kaliforniai tisztítósavazásról számol be. Kőzetanyaggal és aszfalténekkel teljesen eltömődött perforációkat tisztítottak meg szívásos és öblítéses savas oldószeres kezeléssel.

1.5. Tengeri és arktikus fúrások

1.5.1. Tengeri fúrások

Közismert, hogy a rotari fúrás eszközeinek és technológiájának tökéletesedését a mind mélyebb vizekre telepített, mind költségesebb tengeri fúrások viszik a legnagyobb mértékben előre. [432] leszögezi, hogy csak a legjobb és a legnagyobb méretű, teljesítményű felszereléssel oldhatók meg az észak-amerikai kontinens atlanti partjainak és az Alaszkai-öbölnek fúrási problémái, nem is szólva a mind jobban előtérbe kerülő nyílt tengeri fúrásokról. *Geer* [433] szerint az Észak-Amerika körüli kontinentális küszöb és lejtő 8000 láb (2440 m) vízmélységig mintegy 3,6 millió km²-t kitevő területének kutatására, feltárására és a feltárt szénhidrogéntelepek művelésére az ezredfordulóig megérnek a feltételek. A közeljövőben viszont várható, hogy a termelés lehetősége 300 m vízmélységig lehetővé válik. A fúrási tevékenység határa ma 180—300 m vízmélység között változik. *Gulizade* [434] a Szovjetunió tengerpartjain kívül a kontinentális küszöb területét 6 millió km²-ben adja meg. Ezen a hatalmas területen a szénhidrogének kutatása és feltárása szükségessé teszi a 300 m-nél mélyebb vizeken át való fúrás technológiájának, illetve az erre alkalmas berendezéseknek, felszereléseknek kifejlesztését.

Scott [435] a világ tengeri fúrási tevékenységét elemezve több mint 600-ban jelöli meg a nem szocialista államok tengeri kutatásra, feltárásra 1976 elején rendelkezésre, illetve építés alatt álló fúróberendezéseinek számát, amelyek közül 334 a meglevő és 137 az építés alatt álló úszó fúróberendezés, a 162 stabil fedélzethez tartozó fúróberendezés közül négy áll építés alatt. *Scott* elemzésén kívül számos felmérés mutat rá a rendelkezésre álló úszó fúróberendezés-állomány foglalkoztatottságának bizonytalanságára [436, 437]. *Sheffer* [438] szerint 1976 végén az úszó fúróberendezések 22%-a, vagyis 85 egység fúrási szerződés nélkül fog állni. Ezen csak a kutatásra fordított költségkeretek növelése segít, éspedig oly mértékben, hogy ha a teljes foglalkoztatottságot 2 év alatt akarják elérni, akkor a kutatásra fordított költségek 55%-os, ha 5 év alatt akkor 27%-os, ha hosszabb távon akkor 20%-os növelése szükséges. Más vélemény szerint [439] 1977—78-ban 400 úszó fúróberendezéssel tetőzni fog a tengeri

fúrási tevékenység, de a világszerte mutatkozó jelentős tengeri felfedező fúrások ennek az előrejelzésnek ellenkezőjét is eredményezhetik, vagyis további fellendülésre is lehet számítani. Az utóbbi véleményt megerősíti [440] is, amikor leszögezi, hogy lényeges előrehaladást értek el a mélyvízi rácsos acélszerkezetű fúrási/termelési fedélzetek létesítése terén, ami megnyitja a feltárási, termelési műveleteket a 300 m-nél mélyebb vizekkel fedett területeken is. A mélyvízi kutatás szempontjából azonban a legjelentősebb eredmény a mélytenger-kutatási program keretében kifejlesztett fúrószerszám-visszavezérlési ún. re-entry rendszer. Ennek egy sikeres alkalmazását írja le *Noran* [441], amelynek során 9 fúrószerszám-visszavezérléssel sikerrel fúrtak le egy 4485 m mélységű tengerfenékre telepített lyukfejszerelvényhez csatlakozó 4,2 m átmérőjű tölcséren át a vízfelszíntől számított 5149 m-ig. Ennek a kísérleti eredménynek alkalmazhatóságát megerősíti egy újabb eredmény is, miszerint már 5400 m vízmélységbe telepített lyukfejen, illetve vezérlő tölcséren át is végeztek sikeres fúrószerszám-visszavezérlési műveletet (WO 1977 Apr. 17.).

A mélyvízi kutatás alapját képező fúrószerszám-visszavezérlési rendszer megvalósulása természetesen serkentőleg hat a mélyvízi fúrást és termelést célzó felszerelések tervezésére. Ennek komplex programját mutatták be a Düsseldorfban tartott harmadik „Interocean '76" kongresszuson. A program első két pontja a mélyvízi úszó fúróberendezéseket és termelési fedélzeteket érinti [442]. *Meyer-Detring* [443] már egy 2000 m vízmélységre tervezett félig merülő fúrófedélzet és egy ugyanilyen mélységben dolgozó — 7500 m összmélység-kapacitású — fúróhajó tervét is bemutatta az „Interocean '76"-on. Mindkét dinamikus helyben tartású úszó egységhez a felső végén oldható hosszabbítócső-végződést is terveztek.

A tengeri fúrási tevékenységet értékelve *Rothrock* [444] Délkelet-Ázsiát kivéve világszerte növekvő tengeri fúrási tevékenységről számol be, aminek alapja az 1975. évi néhány igen nagy hozamú felfedezőfúrás (pl. Zaire 4000 m^3/d), valamint a főbb kutatási területeken elért újabb jelentős felfedező fúrások [445].

Az úszó fúróberendezések közül a világ egyik legnagyobb, kereken 10 000 kW hajtógép-teljesítményű, félig merülő fúrófedélzete — az Ocean Ranger — Hiroshima és az alaszkai Bristol-öböl közötti útjáról, valamint az alaszkai partok előtt tervezett, a kontinentális parton túli sztratigráfiai vizsgálatokat célzó ún. COST-fúrások előkészületeiről tudósít [446]. *Vasseur* [447] a világ két, talán legmodernebb, dinamikus helyben tartási rendszerrel ellátott fúróhajójának ötéves üzemi tapasztalatait foglalja össze. Ezek a hajók (Pelican, Hawdrill) sikerrel fúrtak a világ legkülönbözőbb tengerein (Kelta-tenger, Földközi-tenger, Labrador-tenger, Északi-tenger, Atlanti-óceán) 300 m-t elérő, sőt ennél mélyebb tengereken; gyorsan tudták változtatni helyüket és bevált fúrószerszám-visszavezérlő rendszerük. *Vasseur* a tapasztalatok alapján lehetőséget lát 900—1000 m vízmélység-kapacitású hajók építésére. Megjegyzendő, hogy ezt követően már 1977-ben a Pelican megerősítettt testvérhajója, a Pélerin az algériai partok előtt, 925 m mélységű vízben, hosszabbítócsövön át fúrt sikeresen 3000 m-nél mélyebbre a tengerfenékbe; ennek alapján 1500 m-re növelt hosszabbítócsővel a Pélerint alkalmasnak ítélik 1500 m mélységű vízen át való fúrásra (WO 1977 July 71—5).

A hosszabbítócső szilárdsági méretezése és feszesen tartása továbbra is az érdeklődés középpontjában állott. Az ezeket érintő publikációk között *Szarkiszov* [448] a hosszabbítócső méretezésének könnyítésére nomogramokat közöl, [449] és [450]* szerzői a hosszabbítócsövön érvényesülő dinamikus hatásokat a véges elemek módszerével elemzik. *Kozik* és *Noerager* [452] a hosszabbítócsövet feszesen tartó erők elemzése alapján a feszítőrendszer követelményeit foglalják össze. A [453] a hosszabbítócső feszítőrendszeréhez tartozó forgógyűrű folyadék-csapágyazásának előnyeiről szól. *Watkins* és *Howard* [454] a felhajtóerővel feszesen tartott hosszabbítócsővel az 1800 m mélységű vízen át is lehetségesnek tartja a fúrást. A felhajtóerő biztosítására úsztató anyagként műanyaghabot alkalmaznak. [455]* szerzői egy 1200 m-es hosszabbítócsövet mutatnak be. *Loeper* [456] a vezetőkötél nélküli hosszabbítócső-visszavezérlés megoldását, eszközeit ismerteti. [457] szerzői a hosszabbítócső terhelésének, illetve terhelésváltozásainak hatását a kitörésgátló-egység felső peremére elemzik, s leszögezik, hogy a hosszabbítócső okozta erőhatások jelentős mértékben csökkenthetik a peremes kötések előterhelését, ami tömítetlenséghez vezethet. A kitörésgátlóra ható erők okozta rezgések triaxiális méréseiről számolnak be [458] szerzői.

McLeod [459] a hosszabbítócső nélküli fúrási lehetőségeket mutatja be, és kiemeli ezeknek a rendszereknek idő- és költségmegtakarítási lehetőségeit is.

Az úszó fúróberendezések automatikus fúrószerszámbe- és -kiépítő rendszerének részleteit írja le *Schultz* [460]. A leírás szerint kellő gyakorlattal elérhető a rakatonként 1 perces kezelési idő. *Tucker* [461] egy új, spanyol és görög vizekre szerződött fúróhajó automatikus helyben tartási és időjárás-ellenőrzési rendszerének műszerezését írja le. *Schellin* [462] leegyszerűsített hidrodinamikus szemlélet alapján összefüggéseket állít fel tanulmányában a dinamikus helyben tartási rendszerrel ellátott úszó fúróberendezés mozgása és egy példaképpen felvett szabályozó rendszer között; az összefüggéseket számítási példákkal valószínűsíti. Ilyen számítások alapján, illetve elemzések révén a dinamikus helyben tartású úszó testek tervezési feltételezésének felülvizsgálatára nyílik lehetőség. *Lockhart* [463] a nyílt tengeri fúráspontok kijelölésére, illetve meghatározására kidolgozott, mindössze 9—12 m hibahatárral dolgozó műholdas navigációs rendszerét mutatja be; a hibahatár mérséklése 3 m-re lehetséges.

Az úszó fúróberendezések mélybeli és felszíni mozgáskiegyenlítő berendezéseit rendszerezi *Krueger* [464], és a [465]-tel egybehangzóan leszögezi, hogy a mélybeli mozgáskiegyenlítő csúszóhüvelyes közdarab csak kisebb amplitúdójú lengés kiegyenlítésére alkalmas, kritikus esetekben a megoldás a felszíni, a fúróberendezés csigasorrendszerébe iktatott mozgáskiegyenlítő rendszer. [464]-ben *Krueger* az ismert közel 150 típus rendszerezését adja; [465[szerzői a Szovjetunióban kialakított, hidraulikus kiegyenlítéssel dolgozó horog és csigasor, illetve a koronacsigasor és a torony közé iktatott rendszereket ismerteti. [466]*-ban *Woodall-Mason* és *Tilbe* leszögezi, hogy az úszó fúróberendezések felszíni mozgáskiegyenlítő rendszere az úszó testekről mélyített tengeri fúrások technológiájá-

nak egyik legjelentősebb tökéletesítése, amely nemcsak egyenletes fúróterhelést, nagyobb fúrási sebességet és hosszabb fúróélettartamot biztosít, hanem biztonságosabb kitörésgátló-egység kezeléshez, lyukelfojtási művelethez is vezet. *Barton* [467] az úszó fúróberendezések öblítőrendszeréhez kifejlesztett kiegyenlítő rendszert ismertet, amelynek segítségével a fúróberendezést hordó úszó test jelentős mozgása ellenére mind az öblítőáram egyensúlyának, mind az öblítőiszap tartályainak szintmérése, s ezzel a kitörésveszély jelzése megbízhatóvá tehető. Az úszó fúróberendezés önlengési periódusának meghatározására egyébként *Szarkiszov* [468] szerzőtársaival képletet dolgozott ki.

A mind nagyobb mélységekbe telepített, nagyobb méretű és nehezebb, tengerfenékre ültetett fúrási és fúrási—termelési fedélzetek, valamint cölöpökhöz kötött rácsos szerkezetű stabil fúrási—termelési fedélzetek fokozták az érdeklődést a tengerfenék talajmechanikai viszonyai iránt. Az ezzel kapcsolatos intenzív kutatási tevékenység nyomán megjelent publikációk közül említésre méltó *Parrot* [469] összefoglalása a lábakra emelhető fúrófedélzetek telepítéséről, valamint *Gabaix-Hiale* tanulmánya a rácsos szerkezetű stabil fedélzetekről [470]. Az északi-tengeri feltárási munkákhoz mind jobban előtérbe kerülő gravitációs fedélzetek telepítési problémái a tengerfenék talajmechanikai viszonyainak széles körű tanulmányozásához, s az eredményeket tükröző számos publikációhoz vezettek.

Ezek közt *Smits* [471] a delfti talajmechanikai laboratóriumban a gravitációs fedélzetek alapozásának elemzéséről végzett munkát foglalja össze, míg [472]* szerzői a gravitációs fedélzetek talajmechanikai követelményeit rögzítik. [473]* a gravitációs fedélzetek alapjául szolgáló tengerfenék szilárdságának megbízhatóságát valószínűségszámítási elemzéssel határozza meg. *Eekelen* [474]* a tengerfenék talajának kifáradási elméletét fejti ki; *Zienkiewicz* [475] szerzőtársaival a tengerfenék mint alap progresszív deformációjának numerikus elemzését ismerteti. A nagyméretű gravitációs fedélzetek alapjának kiválasztásához *Goulmy* [476] módszert és eszközt ír le, amellyel nagy vízmélységekben is viszonylag egyszerűen meghatározható a tengerfenék simasága.

A rácsos szerkezetű fedélzetek rögzítését szolgáló cölöpök leverhetőségének elemzése alapján *Mes* [477] leszögezi, hogy nagy vízmélységben a legnehezebb cölöpverő kalapácsokkal is az egy-egy alap elkészítéséhez szükséges pl. 20 cölöp közül csak alig egynéhány verhető le. Ez a tapasztalat a belső cölöpök leverésének módszerét helyezte előtérbe. *Mes* egy másik tanulmányában [478] kifejti, hogy nagy vízmélységek esetén a tengerfenék talajviszonyainak kis változásai is jelentős mértékben befolyásolják a cölöpök leverhetőségét; ezért a mélyvízi rácsos szerkezetű stabil fúrási/termelési fedélzet telepítése gondos geotechnikai vizsgálatot igényel. Ehhez zavartalantalajminta-vevőt, portábilis triaxiális vizsgálókészüléket alakítottak ki. *Van Hussen* [479] mélyvízi stabil fúrófedélzetek alapozásához kialakított óriás, víz alatt működő cölöpverő kalapácsot ismertet.

A stabil fúrási/termelési fedélzetek Északi-tengeren — tehát közepes mélységű, de viharos vízben — kialakult típusait osztályozza *Baldwin* [480], s lényegében a cölöpökhöz erősített rácsos szerkezetű fedélzetet és a gravitációs fedélzetet, illetve az utóbbinak két változatát (betonszerkezet, betonszerkezet acéllábakkal és/vagy fedélzettel kombinálva) különbözteti meg.

A rácsos acélszerkezetű fedélzetek közül kis vízmélységbe alkalmazottakat érinti [481]. Leírja a Kaspi-tengeren 10—15 m mélységig alkalmazott, s egy darabban 2500 kN teherbírású úszódaruval beemelhető változatát. Délkelet-Ázsia viharmentes területeire szerkesztett stabil, rácsos szerkezetű fedélzetek két olyan változatát, s azok számítógépes tervezését mutatja be [482], amelyek megfelelnek az API RP 2A ajánlás szerinti minimális helyigényű fúróberendezés-elrendezésnek.

Számos tanulmány, leírás foglalkozik az új-zélandi Maui tengeri mező feltárásához Japánban épített és onnan 9200 km úton a helyszínre vontatott, s 132 m vízmélységben felállítandó 7000 t tömegű rácsos szerkezetű, modulokba épített fúrási—termelési fedélzettel, amely egyébként 15 kút telepítésére alkalmas. A tervezés elveiről, megoldásáról [483] és [484] szól; [485] érinti a modulokból való építés részleteit, [486] pedig a felállítás mozzanatait ismerteti.

A viharos Északi-tenger 165 m mély vizébe 60 kút fúrására és termelésére telepített 60 000 t tömegű óriás fedélzet alsó rácsos szerkezetű felének helyszínre vontatásával és felállításával foglalkozik [487].

A mélyvízbe telepíthető stabil, rácsos szerkezetű fúrási—termelési fedélzetek megoldásának érdekes és megvalósult példája a kaliforniai Santa Barbara-csatornában felfedezett olajmezők feltárására szerkesztett megoldás, a kihorgonyzott rácsos szerkezetű stabil fedélzet. Ennek a 180—600 m vízmélységig való használatra szánt „toronyrendszerű" fedélzetnek előnye a nagy vízmélységben való alkalmazhatóságán kívül a viszonylag kis költség. A nagyméretű kísérleti fedélzetet 90 m vízmélységben a Mexikói-öbölben állították fel [488]. Ennek kedvező tapasztalatai alapján az első fedélzetet a Santa Barbara-csatornában, a „Hondo"-t 260 m mély tengerben állították fel [489]. Magának a rácsos szerkezetnek magassága 288 m, a fúrótoronnyal együtt 354,5 m. Ezt, az ez idő szerint a világ legmélyebb vízben felállított fúrási—termelési fedélzetét 28 kút mélyítésére, illetve termelésére szánják. Mind az ilyen típusú fedélzetnek kihorgonyzási feladata, mind pedig a mélyebb vizekben dolgozó és kihorgonyzott fúróberendezések (fúróhajók, félig merülő fúrófedélzetek) előtérbe helyezték a biztonságos horgonyzás feltételeit homokban, képlékeny agyagban [490, 491]; amelynek érdekében új rendszerű horgonyokról tudósít [492, 493].

A mélyvízi (400 m) fúrási—termelési fedélzet lehetőségét a konvencionális úton, vagyis a szokványos rácsos szerkezetű megoldással, de nagyobb méretekben, mérlegeli *Loftin* [494] egy ausztráliai tengeri mező feltárásával kapcsolatban. A tervezett fedélzet 60 000 t tömegű lenne, és 56 cölöp hordaná ezt a terhet. A cölöpök külső, hüvelyeiként szolgáló 152 cm-es külső átmérőjű csöveket 75 m-re vernék le, és ezeken belül a 119 cm-es belső csöveket 137 m mélyre fúrnák le. A tervet a szerző nehezen kivitelezhetőnek és igen költségesnek tartja.

A nagy vízmélységbe telepített fedélzetek dinamikus erőhatásokkal szembeni ellenállását vizsgálva *Berge* [495] kitér a szélsőséges erőhatásoknak (viharos tengernek, földrengésnek) való ellenállás számbavételi

lehetőségeire. [496] szerzői előtérbe helyezik a víz alatti roncsolásmentes vizsgálat módszerét.

A cölöpökhöz erősített rácsos szerkezetű acélfedélzetek mellett mind jobban terjednek a gravitációs fedélzetek, éspedig mind acélszerkezetes, mind pedig — és főleg — feszített betonszerkezetek formájában.

A gravitációs fúrási—termelési és rendszerint egyben ezek alapján a kőolajtárolás céljait is megoldó fedélzetek tervezése fokozott mértékben összefügg azok telepítésével. Ezt tükrözi [497], amikor leszögezi, hogy a fúrási—termelési és egyben tárolási fedélzet telepítési helyének kiválasztása bonyolult és költséges feladat ugyan, de a helytelen kiválasztás óriási költségekhez és katasztrófához vezethet. [498] a gravitációs fedélzetek stabilitását elemezve a tengerfenék teherbírási kapacitására két formulát ismertet, és bemutatja a csúszó felület módszerét. [499] szerzői a gravitációs fedélzetek dinamikus terhelését elemzik egy tényleges ilyen fedélzet (Dunlin „1") példájával.

Két, tisztán acélszerkezetű gravitációs fedélzet tervezési és szerkesztési elveit leíró előnyomat közül [500] a kongói partok előtti Loango-mező 90 m-es vízmélységben felállítandó azon fúrási—termelési fedélzetről szól, amelynek fúrástechnikai különlegessége az, hogy 12 ferde és 3 vertikális vezetőcsövű kút mélyítésére készült; [501] az Északi-tenger 180 m mélységű, rendkívül viharos vizeire szánt és rossz tengerfenéki talajviszonyok közt is felállítható fedélzet részleteiről szól.

Az ún. Condeep típusú betonfedélzet felállítását megelőző kutatási és kísérleti munkáról szól, és a ténylegesen felállított ilyen fedélzeteken végzett összehasonlító feszültségmérések eredményeit értékeli [502]. A másodikként felállított Condeep betonfedélzet a 140 m vízmélységbe helyezett és összesen 375 000 t tömegű óriás fedélzet leültetéséről számol be [503] és [504]. — [505] az ugyancsak északi-tengeri Ninian-mező 42 kút mélyítésére alkalmas központi fúrási—termelési gravitációs betonfedélzetét mint ez idő szerint a világ legnagyobb ilyen létesítményét ismerteti.

Az igen nagy vízmélységekben levő mezők feltárására javasolt húzott lábú, vagyis acél sodronykötéllel a tengerfenékre lefeszített fedélzet kísérletéről és elméletéről írt tanulmánya [506] kiemeli a kábelek rugalmasságát mint a fedélzetre ható dinamikus erők szempontjából igen kedvező tényezőt.

Tekintettel a tengerfenék igen rossz talajviszonyaira és a hurrikánra, [507] értékelte a Mexikói-öbölben 1300 fúrás esetében alkalmazott rácsos talpra támaszkodó, lábakra emelhető fúrófedélzet teljesítményeit, használhatóságát. Az értékelés szerint az igen gyenge talajra ültetett rácson álló fúrófedélzet laterális és vertikális mozgása is a megengedhető határok között maradt. Az ilyen lábakra emelhető fúrófedélzetek teleszkopikus lábakkal megoldott, 115 m vízmélységig használható változatát írja le [508].

Különleges, görbe vezetőcsövekkel ellátott fúrási—termelési fedélzetről számol be *Cox* és *Bruha* [509], amelyet viszonylag nagy vízmélységen (45—150 m) át kis mélységben (1000—1800 m) fekvő mezők feltárására terveztek. E különleges fedélzeteket, illetve a módszert sikeresen alkalmazták a louisianai vizeken.

A tengeri fúrások gyakorlati esetleírásai közül [510] a spanyolországi — pontosabban a valenciai-öböli — kutatófúrások technológiáját a fellépő lyukfal-stabilitási nehézségek és a karsztosodott mészkőben fellépő iszapveszteségek leküzdésének megoldásával foglalkozik. Az iszapveszteségek elkerülésére kis sűrűségű öblítőiszapot alkalmaznak, és ellenőrzik a csőoszlopok mozgatásának sebességét.

A tengeri feltárófúrási műveletek esetleírásai között *Noran* [511] a perui kutató jellegű tengeri feltárófúrások költségcsökkentési lehetőségeiről számol be a stabil fedélzetek egyszerűsítése, illetve áttelepíthető megoldása útján. *Kendall* és *Morgan* [512] az Északi-tenger déli felén levő „gázterület"-en kialakult, s főleg a fúrószerszám megszorulását, a gyémánt-turbófúrást, az irányított ferdítést érintő tökéletesített fúrási technológiáról szólnak. Két északi-tengeri óriás, az Ekofisk- és a Forties-mező feltárásáról számol be [513] és [514]. — [513] szerzői kitérnek a nagy telepnyomás és a nehezen egyensúlyban tartható agyagmárga lyukfal miatt bonyolult kútszerkezet kialakításának szempontjaira. [514] a Forties-mező négy fedélzetről, 27—27 kúttal megvalósítás alatt álló feltárásának tervéről, állásáról szól. A fúrástechnikai nehézségek a Forties-mezőn az igen nagy ferdeségek (60°-ig) eléréséből, a ragadós agyagformációk átfúrásából adódnak. *Eckerfield* és *Soemantri* [515] az indonéziai East-Kalimantan-mező fúróhajóról megoldott feltárási műveletét írja le; ennek lényege, hogy tengerfenékre helyezett elosztó rácsra megfelelő elosztásban kerülnek azok az újszerű lyukfejek, amelyek lehetővé teszik a termelési béléscsőoszlop későbbi meghosszabbítását a termelési fedélzetre. *Mosby* [615] a louisianai partok mentén a kis vízmélységben fenékre meríthető fúrófedélzetekről való kutatófúrások és kutak gazdaságosságát mérlegeli.

Huff [517] a tengeri fúróberendezések veszteségeiről értekezve abból indul ki, hogy évenként 2—3%-ot tesz ki a tengeri fúróberendezések sérüléséből, teljes tönkremeneteléből adódó anyagi veszteség. A legtöbb sérülés és teljes berendezéselvesztés a lábakra emelhető fúróberendezéseknél, a legkevesebb az úszó fúróberendezés típusok közt a félig merülő fedélzeteknél fordul elő.

McAuliffe és *Palmer* [518] beszámol a Chevron Olaj Társaság Kutatólaboratóriuma által a fúrási folyadékok és furadékszemek tengerbe való egyszerű eleresztésének környezetszennyező hatásáról végzett vizsgálatairól. A vizsgálatok, vagyis a laboratóriumban végzett biotanulmányok szerint — amelyek azonban csak vízközegű öblítőfolyadékokra vonatkoztak — a mérgező anyagok, iszapok a tengerben oly gyorsan diszpergálódnak és oly mértékig felhígulnak, hogy hatásuk már nem minősül szennyezőnek; egyébként is a hulladék szilárd anyag (furadék) mennyisége a folyók hordalékaihoz, illetve a viharok alkalmával a tengerfenékről újra szuszpenzióba kerülő szilárd anyaghoz képest elenyésző. Mindezek alapján a szerzők a felesleges fúrási folyadékok és furadékszemek tengerbe való elhelyezését környezetvédelmi szempontból megengedhetőnek tartják. Lényegében hasonló megállapításra jutnak [519] szerzői a cellulózszármazékokkal kezelt öblítőiszapokkal (polimer öblítőfolyadékokkal) végzett vizsgálataik során is.

A tengeri fúrások kitörésvédelmének, illetve valamely tárolókőzetből megindult beáramlással felbomlott öblítési egyensúly helyreállításának kérdéskomplexuma a mélyvízi fúrásokkal került az érdeklődés homlokterébe. A hirtelen beáramlással megindult fe-

nyegető kitörés veszélyét ugyanis fokozza és az egyensúly helyreállítását nehezíti a hosszabbítócső alkalmazása. *Beall* [520] leszögezi, hogy hosszabbítócső nélkül (illetve a tengerfenék szintjében felülről vezérelt záróelemmel megcsapolt hosszabbítócsővel) mind a vezető, mind pedig a felszíni fúrólyukszakasz fúrása közben egy, a tengerfenékhez képest kis mélységben levő túlnyomásos formációból megindult hirtelen fluidumbeáramlással megbomlott öblítési egyensúly helyreállítása kitörésgátlók nélkül is, megnövelt sűrűségű öblítőfolyadék kellő nagyságúra beállított folyadékáramával megbízhatóan megoldható feladat. Ugyanezt segíti a *Suter* [521] által leírt, a kitörésgátlók alá beépített automatikus eltérítő szelep, amely a kitörésgátlók lezárása esetében — mielőtt a felgyűlő nyomás a béléscsősaru alatti formációk valamelyikének felrepesztése útján vad kitöréshez (kráterképződéshez) vezetne — automatikusan nyit a lefúvatóvezeték irányában. *Rehm* [522] a mélyvízi kitörésvédelem különleges egyensúlyhelyreállítási módozatait elemzi, s kitér az eltérítő szelepre is mint a tengerfenékhez képest kis mélységű túlnyomásos formációkból beáramló fluidumdugóval fellépő fenyegető kitörésnek a kitörésgátlók esetleges lezárása következtében vad kitöréssé fajulását megakadályozó eszközre, illetve módszerre. [523]* a víz alatti gázkitörés mértékének megítélésére a gázkifúvás hangszintjének mérésén alapított módszert ismertet. *Taylor* [524] egy tengeri kitörés sikeres leküzdésének esetleírása során rámutat az elemzésnek, a tanulságok levonásának fontosságára. *Goodwin* [525] az északitengeri fúrási—termelési munkafázisokra, a fúró-, illetve lyukbefejező berendezések felszerelésének idejére és a katasztrófa, vagyis a kitörés esetére az általánosan a szárazföldi műveletekre érvényes tűzvédelmi és biztonsági rendszabályokon felül érvényes előírásokat ismerteti. Igen lényegesnek ítéli az automatikus jelző és oltó, illetve robbanást megelőző előírásokat. Vonatkozik ez természetesen az ún. viharfúvóka alkalmazására is, amelynek kialakult típusairól [526] nyújt áttekintést; [527] pedig egy akusztikus vezérlésű (elektromos vagy hidraulikus vezeték nélküli) és így teljesen automatikus mélybeli elzárószelepet ír le. [528] a kitörésgátló-szerelvényre ültethető, hidraulikusan vezérelt formációvizsgáló karácsonyfát mutatja be. [529] a kaliforniai Santa Barbara-csatorna különösen szigorú környezetvédelmi előírásainak megfelelő mélybeli kútkiképzést írja le; ennek lényege egy hidraulikus ültetésű, kis átmérőjű gázcső átvezetésére alkalmas permanens termelési pakker, továbbá egy acélhuzallal ültethető és kiemelhető viharfúvókából áll.

A tengeri lyukbefejezési, kútkiképzési műveleteket érintő publikációk közül a legtöbb a víz alatti kútkiképzéssel, kútfejrendszerekkel foglalkozik. *Henson* [530] leszögezi, hogy az északi-tengeri műveletek bebizonyították, hogy a rendkívül viharos viszonyok ellenére egész éven át fenntartható a kutak zavartalan termelése a víz alatti lyukfejeknek mind a nedves, vagyis nyílt, mind pedig a száraz, vagyis zárt (kamrás rendszerű) bevált megoldásaival. A nedves kútfej részben hidraulikus, részben manuális, továbbá teljesen hidraulikus és elektrohidraulikus vezérlésű, búvár segítsége nélkül szerelhető megoldásait ismerteti *Hoes* [531]. Mindhárom megoldás alkalmas a leszivattyúzható szerszámokkal való kútkezelésre.

Modulokból összeépített, hasonló „nedves" karácsonyfákkal használható, tetszés szerint bővíthető kútrendszert mutat be *Snyder* [532], s leírja a moduloknak úszó fúróberendezésről lehetséges lehelyezési módját is. [533] a víz alatti, ún. SPS-termelési rendszer szerelési alapját képező, s a feltárófúrási munka megkezdése előtt a tengerfenékre lehelyezett olyan rácsot mutat be, amely egyben a fúrások osztólemezéül is szolgál.

A leszivattyúzható szerszámokkal megoldott kútkiképzést messzemenően indokoltnak tartják [534] szerzői; hangsúlyozzák azonban ennek feltételei közt azt, hogy az ilyen kiképzés mélybeli szerelvényeinek összeegyeztethetőnek kell lennie a teljes termelési rendszerrel, továbbá azt, hogy a műveletek közben a nyomás fenntartása mellett csak minimális folyadékveszteség fellépése engedhető meg. A rendszerhez továbbá szelektív módon elhelyezhető szerelvények szükségesek, és a műveleteknek hosszú folyóvezetékeken is elvégezhetőknek kell lenniük. Mindezeknek a feltételeknek a leszivattyúzható szerszámokkal megoldott kútkezelési, kútkiképzési rendszer ma már megfelel.

A nedves és száraz víz alatti kútfejek átmenetét képezi az az 1 bar nyomású búvárharangban 900 m vízmélységig végezhető kezelési rendszer, amelyik lényegében a „nedves" karácsonyfát 1 bar nyomású manipulátoregységgel kezeli [535]. E rendszerhez kétszemélyes 1000 m vízmélységre lebocsátható harangot is terveznek.

A „száraz" kútfejekkel foglalkozó publikációk ennek a rendszernek már érett megoldásait mutatják be. Így [536] a brazíliai Garoupa-tengeri olajmező 9 Lockhead rendszerű egyenkénti kútkiképzéssel való megoldását, illetve termelési rendszerét mutatja be. Ez a rendszer a víz alatti karácsonyfát a hozzá tartozó csatlakozásokkal és szabályozó rendszerrel horizontálisan elhelyezett hengeres, 1 bar nyomású kamrába helyezi. *Massad* [537] az északi-tengeri Beryl-mező víz alatti száraz kútfejeken át megindult termelési rendszerét ismerteti. Ezek az ún. SIS- (Seal Intermediate System) kútfejek közepes és nagy termelési hozamok közepes vízmélységben való kezelésére alkalmasak.

Víz alatti kútfejekhez való csatlakozás létesítésére, illetve az egyedi kútfejek megkeresésére kialakított akusztikus rendszert mutat be *Moody* [538].

Tengeri kutak kezelésére, javítási műveleteinek elvégzésére kialakított hidraulikus berendezést (ún. „snubber"-t) és annak helikopteres kútfejre emelésének módszerét ismertetik [539] szerzői. Ez az elsősorban dróthuzalos szerelvényekkel ellátott kutak kezelésére kialakított rendszer a helikopteres szerelés lehetőségével különösen gazdaságosnak bizonyul.

1.5.2. Arktikus fúrások

Határozott fellendülés tapasztalható a messze északi területek szénhidrogén-kutatása, s most már hozzátehető, a feltárófúrásai terén is. *McLeod* [540] az Alaszkai-öbölben meginduló kutatófúrások előkészítéséről szól; [541] a Grönland partjai előtt meginduló kutatófúrásokat megelőző tengerfenék-kutatásról számol be; [542] a kanadai Beaufort-tenger északi részén telepítendő — a világ talán legköltségesebb — azon fúrásainak telepítéséről szól, amelyektől a kanadai energiaellátás jövőjét remélik. Ezeknek a 4500 m-re tervezett fúrásoknak költségeit egyenként 35 millió $-ra ter-

vezik, de csak abban az esetben, ha sikerül egy-egy ilyen fúrást 100 nap alatt, vagyis egy az időjárás engedte fúrási szezon alatt lemélyíteni; ha a fúrás áthúzódnék egy következő évi fúrási szezonra, akkor a költség becslés szerint 50—60 millió $ is lehet. Jelentős kutatási sikernek számít a kanadai arktikus tengeri Mellville-sziget előtt felfedezett gázmezőt a partoktól 13 km-re kiterjesztő fúrás. Ennek a mezőnek előző fúrásai ugyanis 2,7—6,7 millió m^3/d számított szabad termelési kapacitást nyújtottak [543]. Az ezen a területen jégtáblárol mélyített, gyakorlatilag mélyvízi (128—386 m) tengeri fúrások kialakult technológiáját írják le [544] szerzői. Ugyancsak a kanadai arktikus szigetek közt kialakult jégpáncélról való fúrási technológia lehetőségeit érinti [545] is.

A Labrador-tengeren vizein végzett fúrások nehézségeiről számol be [546]; a jelenlegi 3000—4000 m mély kutatófúrások állásáról és a fúrás nehézségeiről, a kialakult béléscsövezési tervről, az alkalmazott öblítésfajtákról [547] tudósít. A Labrador-tengeren a fúrás folyamatát legfőbbképpen a jéghegyek mozgása akadályozza. A jéghegyek jellemzőit, mozgását a fúrási műveletek szempontjából *Benedict* [548] foglalja össze. A jéghegyveszélyes labradori vizeken ezért a kihorgonyzott úszó fúróberendezések helyett a dinamikus helyben tartásúak célszerűbbek. A jéghegyek előrejelzési rendszerét, azok elvontatását, illetve szükség esetén a kihorgonyzott úszó test eloldásának, a fúrólyuk biztonságba helyezésének módszerét ismerteti [549]. — [550] a Pelican fúróhajó jéghegyek közti műveleteit írja le.

[551] a Beaufort-tenger sekély vizein való fúrás lehetőségeit mérlegeli, s az itt kialakult, fúrás céljait szolgáló és ilyen körülmények közt bokorfúrások mélyítésére szánt berendezést mutat be *Kolomackij* [552]. Arktikus fúrások esetleírásai közt *Atkinson* [553] az alaszkai feltárófúrási műveletekről, *Willis* és *Lindsey* [554] pedig a Prudhoe-mező feltárófúrásairól, ezeknek a permafrost kőzetek miatt fellépő kútkiképzési nehézségeiről szólnak.

Az arktikus kutató- és feltárófúrások, akár szárazföldi, akár tengeri fúrásról legyen is szó, különleges fúrási technológiát kívánnak. Az arktikus tengeri fúrások ezenkívül megfontolt döntést igényelnek a fúróberendezés elhelyezését, telepítését érintő kérdésben is. *Adams* [555] szerint a zord tengerekre való fúróberendezés-típus kiválasztásának a kiindulása is természetesen a vízmélység. A hullámzás és az azt gerjesztő szél rendkívül fontos, figyelembe veendő szempontok. Úgyszintén figyelembe kell venni továbbá az árapályt, a viharféleségeket, a tengeráramot, a jéghegyek vonulását is; fontos követelmény továbbá a zord tengeren alkalmazandó fúróberendezés típusának kiválasztása szempontjából a viharos időjárás gyakorisága és előrejelzési lehetősége is. A tengerfenék talajviszonyai is elhatározóak a tengerfenékre támaszkodó fúróberendezések (fúrási fedélzetek) telepítése szempontjából. A különlegesen hideg időjárást természetesen mind a fúróberendezés, mind pedig a fúróberendezést hordó szerkezet acélanyagának kiválasztása szempontjából is tekintetbe kell venni. *Brown* az arktikus tengereken már beváltnak ítéli a sekélyvizi mesterséges szigetről és a megvastagított jégtáblárol való fúrást. A nyílt tengeri fúrási módszerek közt kipróbált, sőt bevált módszernek tekinthetők az egyoszlopos gravitációs fedélzet alkalmazása, továbbá a fúróhajóról, félig merülő fúrófedélzetről való fúrás (a tengerfenéken védőaknába süllyesztett kitörésgátló-szerelvénnyel). Úgyszintén megoldottnak tekinthető a légpárnás platformról mint alapról való fúrás is. A már bevált rendszereken kívül néhány újszerű arktikus fúrási lehetőség (jégtörő szigetként működő, egymásnak fordított kónikus testen, lefelé fordított kúpon mint úszó kihorgonyzott testen nyugvó fúróberendezés, ill, fúrófedélzet jégtörő félig merülő fúrófedélzet, jégolvasztó légpárnás platform) is szerepel *Schultz* [557] összefoglalásában. Mindezeknek a kialakult rendszereknek alkalmazási lehetőségeit vizsgálja *Cochard* [558] a vízmélységtől, tenger és időjárási viszonyoktól függően Grönland és Alaszka között.

A szárazföldi (észak-alaszkai) arktikus fúrások telepítését érinti *Abele* és *Brown* [559] a fúróberendezések légpárnás platformon való szállításáról szóló tanulmányukban. A kedvező szállítási lehetőségeken kívül a tapasztalatok szerint környezetvédelmi szempontból is megengedhető ez a szállítási mód. Bevált a fúróberendezés szállítási eszközeiként a szibériai fúrási műveleteknél is a légpárnás szállítóplatform, erről *Porosin* [560] számol be részletesen.

Az arktikus fúrások tervezése szempontjából *Dumont* és *Purdy* [561] különösen fontosnak tartja a túlnyomásos formációk előrejelzését a szeizmikus mérések értékelésével. A szeizmikus mérések egyébként alkalmasak a permafrost és a konszolidálatlan kőzetek kimutatására. [561] szerzői kitérnek természetesen a túlnyomásos kőzetek fúrással egyidejű jelzésének lehetőségeire, valamint a fúrókiválasztás és a fúrólyukszerkezet szempontjaira is.

A fúrólyukszerkezet kialakítását nagymértékben befolyásolja az ún. permafrost kőzeteknek, vagyis a tartósan átfagyott konszolidálatlan üledékek pórusai között jéggel kitöltött formációnak jelenléte. Ennek a kőzetösszletnek a fúrás okozta felengedését, s a felengedés következtében fellépő süllyedését a Prudhoe-öböl fúrásaiban végrehajtott tényleges üzemi mérések [562] alapján modellezte *Mitchell* [563] egyrészt azzal a konklúzióval, hogy mechanikai szempontból a permafrost kőzetek a termelő olajkút okozta felengedés, ill. annak rádiusza szempontjából izotrop közegnek tekinthetők, másrészt azzal, hogy a permafrost kőzetek felengedése következtében fellépő tömörülés uralkodóan radiális irányú, s a jég fázisváltása vízzé a kőzetekben pórusnyomás-csökkenéssel jár; a pórusnyomás-csökkenés a kőzet különböző rétegeiben változó húzó- és összenyomó feszültséget ébreszt a permafrost kőzetösszletbe helyezett béléscsőoszlopban. Mivel a permafrost kőzetek pórusnyomás-csökkenése a permafrost kőzetek alapjának emelkedését okozza, ez megváltoztatja a béléscsőoszlopban fennálló húzó- és nyomófeszültség állapotát, nyúlást, rövidülést okoz. Ezeknek mértékét ugyancsak a Prudhoe-öböl fúrásaiban végzett üzemi kísérlettel igyekeztek tisztázni [564] szerzői, és a maximális rövidülést 0,13%-osnak, a nyúlást 0,08%-osnak mérték, a maximális talajsüllyedést pedig néhány centimétertől 10 cm-t is meghaladó mértékűnek találták. A szibériai Medvezsje-mezőben a permafrost kőzeteket harántoló fúrásokban a cementezést követő nyomás- és hőmérséklet-változásokat mérte *Vidovszkij* szerzőtársaival [565]: fokozatos felmelegedést és ezzel párhuzamos nyomáscsökkenést tapasztaltak. [566] az ark-

tikus viszonyok között végzett öblítéses fúráskor az öblítőfolyadék és a permafrost kőzetek közt fellépő hőcsere folyamatára mutat be egyszerű számítási módszert.

A permafrost kőzetek felengedése miatt várható nehézségek elkerülésére *Adorian* [567] kettős falú béléscsőoszlopot javasol — egyrészt a permafrost kőzetek, másrészt a kút védelmére —, és bemutatja a kettős falú, a két cső közt szigetelő anyaggal töltött csőoszlop, illetve a csatlakozásuk megoldását. *Remont* és *Nevins* [568] a béléscső mögötti gyűrűs térbe hőszigetelésül emulzifikált gélek elhelyezését javasolja.

Az arktikus fúrásoknál felhasznált anyagokat és felszereléseket érintő közlemények közt említhető *Fowler* és *Taylor* [569] munkája, amelyben acélanyagok s tömítőanyagok kiválasztásának szempontjait foglalják össze — 50 °C hőmérséklet viszonyainak megfelelően, és leszögezik, hogy a ferrites acélok igen érzékenyek a repedésre: ezért a karácsonyfa és a szabadban elhelyezett tolók céljaira egy martenzites acélféleséget javasolnak. Rugalmas tömítőanyagként az epiklór-hidron kopolimerféleségeket megfelelőbbnek tartják a nitrilféleségeknél. Az arktikus körülményekre szerkesztett iszapkeverő egységet és üzemét mutatja be [570, 571].

IRODALOM

[1] *Kaufmann, H. C.:* EXXON president views international drilling scene. Drllg. Contr. Nov-Dec 31, 34, 36.

[2] *Moore, B.:* Action focuses on frontier drilling. OGJ *38* 139—93.

[3] *O'Brien, T. B.:* Incapable people — unused technology — poor performance. ASME 76—Pet—6 5 o. (Drilling 1977 Feb 61—8).

[4] *Glenn, W. E.:* Future trends in supply of petroleum engineering manpower. SPE 6029 6 o.

[5] *Brown, K.:* Future trends in petroleum engineering education. SPE 6031 8 o.

[6] *Halbouty, M. T.:* Needed: more coordination between earth scientists and petroleum engieers. SPE 6107 9 o.

[7] *Newsom, M. M.:* Drilling research at Sandia Laboratories. SWPSC 45—54.

[8] *Jackson, R. A.:* Rock bit technology — the effect on drilling costs. JCPT Jan—March 64—8.

[9] *Strabala, B.:* Pace-setting Exeter girds for tougher times. Drllg. May 66—7.

[10] — Closed mud system passes field tests. OGJ *39* 24—5.

[11] *Malüsev, D. G.:* Novüe napravlenija razvitija i szoversensztvovanija vüszokomomentnüh turboburov. Bur. *9* 6—7.

[12] *Patton, B. J.—Gravley, W.—Godbey, J. K.—Sexton, J. H. —Gawk, D. E.—Sloer, V. R.—Harrel, J. W.:* Development and successful testing of a continuos wave logging-while-drilling telemetry system. SPE 6157 12 o.

[13] *Spörker, H.:* 75 Jahre nach Spindletop — Eine Standortbestimmung der modernen Tiefbohrtechnik. EEZ 20—7.

[14] — The drilling the ultra-deep wells — Panel Discussion 13. Proc. of the 9th World Pet. Cong. **4** 129—83. London, 1976.

[15] *Hauk, V.:* Rohre und Verbindungen für übertiefe Bohrungen. EEZ *12* 420—2.

[16] *Noran, D.:* Techniques developing for deep offshore drilling. OGJ *39* 69—75.

[17] *Newsom, M. M.:* Drilling research at Sandia Laboratories. SWPSC 45—54.

[18] *Melaugh, J. F.—Livesay, B. J.:* Confining pressure affects jet-erosion-drilling rate. OGJ *45* 188—90.

[19] *Pols, A. C.:* High-pressure jet-drilling experiments in some hard rocks. ASME 76-PET-50 9 o.

[20] *Szobolevszkij, V. V.—Sevcsenko, Ju. M.—Mitel'man, B. I.:* Opütnoe burenie sz iszpol' zovaniem razrusajuscsego dejsztvija vüszokonapornüh sztruj burovogo rasztovora. NH *12* 11—3.

[21] *Sheffer, L.:* How long will imbalance last? Drillg. Apr 20. 27—9.

[22] *Wiley, Ch. L.:* Strong rig demand alleviates "slump" fears. Drllg. Oct 27, 30—2.

[23] *Long, M.:* Big land rigs hurting as deep drillings lags in U. S. OGJ *1* 39—42.

[24] *Hunter, H. E.:* Developing super big rigs. Drllg. May 49—52.

[25] — Delta dedicates world's largest land rig. PE *10* 72, 74.

[26] *Ibragimov, O. N.—Éfendiev, R. A.—Avaneszova, A. M.:* Opüt himicseszkoj obrabotki burovüh rasztvorov pri burenii operezsajuscsej szkvazsinü v Szaatljah. ANH *9* 23—6.

[27] *McNabb, D.:* Giant helicopter rig en route to Indonesia for Pertamina. OGJ *10* 60—2.

[28] — The nuts and bolts of HDR-635-130-1. Drllg. Oct. 74.

[29] *Woodbury, F. A.—Thomas, P. J.:* Drilling-rig electrical design: Environment and service affect choice of electrical component. OGJ *19* 71—6. Here is effective way to determine drilling-rig power requirements. OGJ *20* 151—5.

[30] *Bynum, D. Jr.:* Drilling rig cost effectiveness. PE Sep 98, 102, 105.

[31] *Szabó Gy.:* A hazai mélyfúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányai. FK *2* 15—22.

[32] *Tatu, N.—Popa, P.:* Regimul functional si numerele de cicluri de incarcari ale mecanismului de manevra de la instalatiile de foraj. MPG 168—76.

[33] *Tatu, N.—Popa, P.:* Determinarea nicarcarii echivalente a mecamismului de manevra pentru calculul durabilitatij cablului de foraj. MPG 224—32.

[34] *Calota, N.:* Asupra calculului momentului capabil al frinei mecanice a troliului de foraj. MPG 120—4.

[35] *Mirzadzsanov, D. B.—Aszkerov, T. M.—Agaeva, Sz. E.—Raszulov, R. A.:* O novoj konsztrukcii lentocsnokolodocsnogo tormoza sz ravnomernüm raszpredeleniem udel'nogo davlenija po kolodkam. Izv. VUZ NG *7* 95—6.

[36] *Hoyt, P. M.:* An investigation of wind induced load on guyline anchors. SPE 6209 8 o.

[37] *Parker, C. J.:* Mathematical model of a triplex pump. ASME 76-Pet-95 5 o.

[38] *Bingham, M. G.:* Shakers are first line of defense against excess mud solids. Drllg. Contr. Jan-Feb 42—4, 46.

[39] *Shuman, C. E.:* A little attention will ensure the most from shale-shaker screens. Drllg. Contr. Jan—Feb 50—1.

[40] — Hydrocyclones can cut mud, drilling costs. Drllg. Contr. May-June 59—60, 63—4.

[41] — Closed mud system passes field tests. OGJ *39* 24—5.

[42] *Long, M.:* Higher efficiency goal of unusual rig layout. OGJ *6* 106, 111—2.

[43] *Szkvorcov, D. Sz.—Petroszjanc, A. A.—Dzsumagaliev, T. N.— Angelopulo, O. K.—Szemenovüh, A. V.—Szkazütkin, A. F.—Dejkalo, T. A.:* Universzal'nüj centrobezsnovakuumnüj agregat CVA—3. Mas. Neft. Oborud. *3* 3—6.

[44] *Wright, T. R., Jr.:* New developments will cut drilling time, expense. WO Oct 79—83.

[45] — Vibrating hammer drives conductor. OGJ *34* 64—5.

[46] *Jackson, R. A.:* Rock bit technology — the effect on drilling costs. JCPT Jan-March 64—8.

[47] *Greaves, B.—Moerbe, Ed.:* Insert rock bits reduce drilling costs. SWPSC 31—7.

[48] *Garner, L. L.—Millar, D. J.:* Rotary drilling bits 1976. ASME 76-Pet-93 8 o.

[49] *Laird, J. B.:* Three cone rock bit design and metallurgical considerations. SPE 5902 8 o.

[50] *Zsidovcev, N. A.—Korotkov, V. A.—Polcserednikov, I. N.—Matveev, G. I.—Bragin, A. F.—Bikbulatov, I. K.:* Razrabotka i iszpütanie dolot 1AV393, 7SZGP sz novoj szhemoj promüvki. Mas. Neft. Oborud. *9* 10—4.

[51] *Vüszkrebcov, V. C.:* Naszosznüe éffektü v oporah sarosecsnüh dolot. Izv. VUZ NG *6* 28—32.

[52] *Constantinescu, D.:* Despre variatia capacitătil de funcţionare a lagărelor sapelor cu trei conuri pentru forajul sondelor. MPG 87—91.

[53] *Tatu, Gr.:* Echivalarea sapelor cu role, referitor la durabilitatea lagărelor. MPG 222—4.

[54] *Szemencov, G. N.—Gorbijcsuk, M. I.—Beszteleszttnüj, A. G. Zamihovszkij, L. M.—Sapoval, A. A.:* Analiticseszkie i promüszlovüe iszszledovanija iznosza vooruzsenija porodorazrusajuscsego insztrumenta. Izv. VUZ NG *10* 34—7.

[55] *Ritter, M. G.:* Cours de forage, Deuxieme partie: Methodes de forage, Fascicule 3: *Le forage au diamant.* Technip Paris, 1977. 294 o.

[56] *Peterson, J. E.:* Diamond drilling model verified in field and laboratory tests. JPT 213—22.

[57] — Status report diamond bit drilling. PE Sep 136, 138.

[58] *Karaev, Sz. K.—Kaszparov, M. A.—Mdivani, A. G.—Szimonjan, A. A.—Hubov, A. N.:* Iszszledovanie rabotü almaznüh dolot sz bol'sim perepadom davlenij. Bur. *2* 11—4.

[59] — Polycrystalline diamond bits for medium hard formations. PE *2* 60.

[60] *Slanina, W.:* Energetická bilance vrtnych nastroju pro velmi hluboké vrty. Práce VUGI XXXIV 69—83.

[61] *Newsom, M. M.:* Drilling research at Sandia Laboratories. SWPSC 45—54.

[62] *Primm, L. A.:* Field application of externally stress-relieved drill collars. ASME 76-Pet-39 3 o.

[63] *Bradley, W. B.—Murphey, C. E.—McLamore, R. T.—Dickson, L. L. :* Advantages of heavy metal collars in directional drilling and deviation control. JPT 521—30.

[64] *Witek, W.—Wisniowsky, Z.:* Rolowanie gwintu szopa obciaznikow jako metoda zwiekszania wytrzymalosci zmeczeniowej zlacza. N (pol.) 46—9.

[65] *Szepiasvili, A. D.—Dilanov, G. M.—Sotadce, R. G.:* Rezul'tatü dinamicseszkogo raszcseta i promüslennüh iszpütanij naddolotnogo vibrogaszitelja. ANH *10* 21—3.

[66] *Rowe, M. E.:* Heavy wall drill pipe — a key member of drill stem. ASME 76-Pet-90 5 o.

[67] *Fajn, G. M.—Sznarev, A. I.:* Raszcset buril'noj kolonnü, predotvrascsajuscsij usztalosztnüe razrusenija. Mas. Neft. Oborud. *7* 16—9.

[68] *Mocsernjuk, D. Ju.:* O traktovke zakona Arhimeda pri szvobodnom pogruzsenii kolonnü trub v szkvazsinu, zapolnennuju promüvocsnoj zsidkoszt'ju. Izv. VUZ NG *9* 34—9.

[69] *Walker, B. H.—Friedman, M. B.:* Three-dimensional force and deflection analysis of a variable cross section drill string. ASME 76-Pet-48 7 o.

[70] *Farr, A. P., Jr.—Smith, T. B.—Strozier, C. A.:* For long tool-joint life, avoid excess torque. Drllg. Contr. May-June 51, 54, 57—8, 68.

[71] *Tatu, Gr.:* Metodă grafică pentru proiectarea statică, la eforturi combinate a garniturii prăjinilor de foraj. MPG 536—42.

[72] *Calota, N.:* Dinamica garniturii de foraj in timpul procesului de introducere in sonda. MPG 543—7.

[73] *Kirillov, A. G.—Sevelev, V. A.—Guzev, V. D.:* Opredelenie krutjascsego momenta i zatrat moscsnoszti pri vrascsenii buril'noj kolonnü v szkvazsine. Bur. *2* 14—6.

[74] *Rogers, W. M.:* Care and handling of drill stems. SWPSC 65—8.

[75] *Kahil, J. E.:* Automatic nondestructive testing. Drllg. June 47—50, 52.

[76] *Mauzy, H. L.:* Tool joints need closer look in sour-gas drilling. Drllg. Contr. Jan-Feb 55, 58—9.

[77] *Smith, T. B.:* How to make your drill string last longer. Drllg. June 55—6.

[78] *Gill, J.—Boyadjieff, G.:* Training requirements to accompany advencement and technology — a manufacturer's and supplier's viewpoint. ASME 76-Pet-7 4 o.

[79] *Foster, J. L.:* A study of various methods of drill string make-up. ASME 76-Pet-92 5 o.

[80] *Gooch, A.—Wallace, D. W.:* Wear protection for casing and tool joints .ASME 76-Pet-88 3 o.

[81] *Bradley, W. B.:* An experimental evaluation of drill pipe protectors. ASME 76-Pet-47 9 o.

[82] *Bradley, W. B.:* Minimizing casing wear in dog legs. ASME 76-Pet-56 9 o.

[83] *Bakulin, V. M.:* Ocenka éffektivnoszti primenenija rezinovüh protektorov dlja zascsitü obszadnüh kolonn ot iznosza. Bur. *7* 13—4.

[84] *Zaikin, P. A.—Fajn, G. M.:* Analiz rabotü LBT pri rotornom szposzobe burenija. Bur. *5* 9—11.

[85] *Izrail'szkij, A. M.—Kotel'nikov, R. A.—Mdivani, A. G.—Kozlov, I. M.:* Iznosz legkoszplavnüh buril'nüh trub pri burenii naklonno-napravlennüh szkvazsin turbinnüm szposzobom. NH *4* 30—2.

[86] *Szinjavszkij, V. Sz.—Uszt'jancev, V. U.:* Zascsita ot korrozii buril'nüh trub iz aljuminievüh szplavov. Nedra, Moszkva, 1976. 106 o.

[87] *Guszman, M. T.—Ljubimov, B. G.—Nikitin, G. M.—Szobkina, I. V.—Sumilov, V. P.:* Raszcset, konsztruirovanie i ékszpluatacija turboburov. Nedra, Moszkva, 1976. 368 o.

[88] *Garrison, E. P.:* Downhole motors should get wider use for straight-hole drilling. Drllg. Contr. March-Apr 53—5.

[89] *Boldenko, D. F.—Guszman, M. T.—Szemenec, V. I.:* Iszpütanija zabojnüh vintovüh dvigatelej v glubokom burenii. NH *11* 9—12.

[90] *Vadeckij, Ju. V.—Kaplun, V. A.—Knjazev, I. K.—Asztaf'ev P. I.:* Oszobennoszti tehnologii burenija vintovümi zabojnümi dvigateljami. NH *6* 7—10.

[91] *Gjuli-Zade, U. A.:* Opüt promüslennüh iszpütanij zabojnüh dvigatelej D—85 v Azerbajdzsane. Bur. *7* 15—6.

[92] *Gjuli-Zade, U. A.:* Rezul'tatü iszpütanij opütnoj partii turboburov A6GTS. NH *10* 13—4.

[93] *Malüsev, D. G.:* Novüe napravlenija razvitija i szoversensztvovanija vüszokomomentnüh turboburov. Bur. *9* 6—7.

[94] *Bidegaray, D. A.:* Christensen Shock EZE. Forages Oct-Dec 15—6, 18—20, 22—4, 26, 28—30, 32—4.

[95] *Gyulay Z.—Alliquander Ö.—Jesch A.:* A fúrólyuk mint információforrás. KF 321—9.

[96] *Vándorfi R.:* A szénhidrogén-kutatás földtani adatszerzésének lehetőségei a fúrás közben végzett mérések útján. FK *2* 23—6.

[97] *Pomrenke, R. W.—Cox, T.:* Latest technology to supervise drilling in Discoverer 511. WO Apr 79—83.

[98] — Here comes the black box. Drllg. May 35—9.

[99] *Moore, W. D.:* Computer-aided drilling pays off. OGJ *22* 56—60.

[100] *Fülöp M.:* A mélyfúrási számítástechnika új irányai. KF 229—32.

[101] *Belotti, G.—Gerard, R. E.:* Instantaneous log indicates porosity and pore pressure. WO Oct 90—4.

[102] *McDonald, W. J.:* Fernmessung von Bohrloch-Daten während des Bohrens. EEZ 258—64.

[103] *Bankwitz, H.—Forssmann, B.—Herdlitzka, H.—Herpfer, E.—Neuhuber, W.—True, W.—Schröder, J.:* Möglichkeiten und Chancen der kabellosen Übertragen von Messwerten aus tiefen Bohrlöchern. Előadás a DGMK/OEGEW 1977. évi, salzburgi kongresszusán.

[104] *Patton, B. J.—Gravley, W.—Godbey, J. K.—Sexton, J. H.—Hawk, D. E.—Slover, V. R.—Harrell, J. W.:* Development and successful testing of a continuous wave logging-while-drilling telemetry system. SPE 6157 12 o.

[105] *Denison, E. B.:* Downhole measurements through modified drill pipe. ASME 76-Pet-53 6 o.

[106] *Marshall, G. D.:* Survey steering tool: The ultimate for saving rig time. SPE 5897 10 o.; OGJ *52* 192—6, 198.

[107] — The bit that hollers "Uncle" — Drllg. March 74.

[108] *Records, L.:* Run drill pipe slower and reduce formation damage. WO June 83—4.

[109] *Bazsenov, V. Sz.—Zaharov, A. P.:* Szosztojanie i perszpektivü szozdanija szisztem i priborov dlja kontrolirovanija szvojsztv burovüh rasztvorov. Bur. *10* 40—1.

[110] *Pljuscs, B. M.—Breszlav, B. M.—Szabitov, R. Sz.:* Upravlenie proceszszom burenija pri iszpol'zovanii reguliruemüh élektroburov. NH *4* 20—1.

[111] — Le systeme de gerbage vertical. Forages Juill-Sept. 35—64.

[112] *Ward, D. H.—Thale, J. S.—Tomashek, J.—Howard, J. A.—Sheldon, L. B.:* A computer-controlled system for automated racking of pipe on drilling vessels. J PT 253—8.

[113] *Kumar, J.:* The effect of Poisson's ratio on rock properties. SPE 6094 12 o.

[114] *Jesch A.:* A kőzetfeszültség, a kőzetszilárdság és a mélyfúrási geofizika kapcsolatai. KF 171—7.
[115] *Jesch A.:* A mélyfúrási geofizikai információszerzés és a fúrástechnika kapcsolatairól. FK *2* 43—6.
[116] *Alekszeev, Ju. F.—Zaripova, V. V.—Szemenov, E. V.—Laptev, V. V.:* Prognozirovanie mehanicseszkih szvojsztv porod po dannüm akuszticseszkogo i plotnosztnogo gamma-gamma karotazsa. Bur. *11* 9—13.
[117] *Valickij, V. P.—Dranker, G. I.:* Koéfficientü dinamicsnoszti. Mas. Neft. Oborud. *12* 15—8.
[118] *Ritter, M. G.:* Cours de forage, Deuxieme partie: Methodes de forage, Fascicule 3: *Le forage au diamant.* Technip, Paris, 1977. 294 o.
[119] *Melaugh, J. F.—Livesay, B. J.:* Confining pressure affects jet-erosion-drilling rate. OGJ *45* 188—90.
[120] *Pols, A. C.:* High-pressure jet-drilling experiments in some hard rocks. ASME 76-Pet-50 9 o.
[121] *Szobolevszkij, V. V.—Sevcsenko, Ju. M.—Mitel'man, B. I.:* Opütnoe burenie sz iszpol'zovaniem razrusajuscsego dejsztvija vüszokonapornüh sztruj burovogo rasztvora. NH *12* 11—3.
[122] *Newsom, M. M.:* Drilling research at Sandia Laboratories. SWPSC 45—54.
[123] *Timofeev, E. I.—Orlov, Ju. M.:* Primenenie élektrometricseszkih iszszledovanij dlja vübora tipa dolota. Bur. *2* 8—11.
[124] *Garner, C. R.—Allen, J. H.:* Economical bit runs. Drllg. June 42—3.
[125] *Prazsky, J.:* Podvrtavaci krivka jako zdroj informaci o procesu rozpojovani hornony na celbe vrta. Banicky listy. Vedecke prace banickeho ustovu Slovenskij Akademi Vied. Kosice. 147—55.
[126] *Nekraszov, A. M.:* O dinamicseszkoj szosztavljajuscsej oszevoj nagruzki pri rabote razlicsnüh konsztrukcij. NH *4* 21—5.
[127] *Szadühov, Ju. V.—Kerimov, G. M.—Dadasev, N. G.:* O koéfficiente peredacsi moscsnoszti na zaboj pri burenii glubokih szkvazsin razlicsnümi szposzobami. ANH *1* 33—5, 51.
[128] *Belikov, V. G.—Szarkiszov, V. A.—Goncsarenko, A. M.—Szameszenenko, V. I.—Kosztjanov, V. M.:* Obscsij analiz pokazatelej rabotü dolot v intervalah odinakovoj burimoszti pri burenii szkvazsin na Oktjabr'szkoj ploscsadi pod pervuju promezsutocsnuju kolonnu. Bur. *12* 3—5.
[129] *Zsidovcev, N. A.—Matveev, G. I.—Bikbulatov, I. K.—Mavljutov, M. R.—Matjusin, P. N.—Bakulin, L. I.:* Iszszledovanie dvizsenija potokov promüvocsnoj zsidkoszti v nadsarosecsnoj i prizabojnoj zonah pri burenii gidromonitornümi dolotami. Mas. Neft. Oborud. *8* 12—5.
[130] *Zseleznjakov, F. I.—Orlov, A. V.:* Opüt burenija gidromonitornümi dolotami v karbonatnüh porodah. NH *2* 20—3.
[131] *Korry, D.—Lowrance, M.:* Mud/hydraulics programs. Drllg. May 55—6, 58.
[132] *Crowley, M.:* Procedure updates drilling hydraulics. OGJ *7* 59—63.
[133] *Walker, R. E.:* Mud hydraulics, Part 1—6. Operating window outlines drilling mud optimization limits. OGJ *32* 59—62; Cleaning bits key to high penetration rates. OGJ *33* 138—40, 145; Drilling-rate index specifies optimum cleaning. OGJ *35* 59—62; Mud behavior can be predicted. OGJ *37* 63—8; Hydraulics limits are set by flow restriction. OGJ *40* 86—90; Annular calculations balance cleaning with pressure loss. OGJ *42* 82—6, 88; Operating window gives best fluid performance. OGJ *44* 72—6, 81—2.
[134] *Bentsen, R. G.—Wilson, D. C.:* Optimization techniques for weight-on-bit and rotary speed. Part I.: Point and interval optimization. JCPT Oct-Dec 78—84.
[135] *Walczak, A.:* Optymaliczazja parametrow w procesie wiercenia. N (pol.) *3* 80—4.
[136] *Boone, D. E.:* Use of drilling data to cut costs. PE Sep 70, 74, 79—80.
[137] *Shum, Y. M.—Konopnicki, D. T.:* Application of the complex method for constrained optimization to oilfield problems. SPEJ 123—9.
[138] *Moore, W. D.:* Computer-aided drilling pays off. OGJ *22* 56—60.
[139] *Csaba J.—Fülöp M.—Tóth B.:* A rotari fúrás optimalizálásának elmélete és hazai gyakorlata. KF 198—207.
[140] *Wells, P.:* Mud maintenance through proper solids control systems. PE June 62, 66, 68, 70.
[141] — Closed mud system passes field test. OGJ *39* 24—5.
[142] *Miller, C. D.:* Proper handling of gas-cut mud boots drilling efficiency. OGJ *13* 166—8, 170, 173.
[143] *Abrams, A.:* Mud design to minimize rock impairment due to particle invasion. SPE 5713 12 o.
[144] *Maly, G. P.:* Close attention to the smallest job details vital for minimizing formation damage. SPE 5702 19 o.; Proper fluid selection helps avoid damage. OGJ *12* 68—70, 75—6; *13* 162, 164—6.
[145] *Crowe, C. W.—Cryar, H. B.:* Development of oil-soluble resin mixtures for control of fluid loss in water-base workover and completion fluids. SPE 5662 10 o.
[146] *Grantham, K.—Shoults, L.:* How to analyse oil mud contamination solids. Drllg. July 51—3.
[147] *Robertson, R. E.—Stiff, H. A., Jr.:* An improved mathematical model for relating shear stress to shear rate in drilling fluids and cement slurries. SPEJ 31—6.
[148] *Forbes, G.:* Hydraulics: shear stress and shear rate. PE Sep 92, 94, 96.
[149] *Chamberlain, D. E.:* A d fferent approach to solving mud-related hole problems. SPE 5901 5 o.
[150] *Siscsenko, R. I.—Esz'man, B. I.—Kondratenko, P. I,:* Gidravlika promüvocsnüh zsidkosztej. Nedra, Moszkva. 293 o.
[151] *Golubev, D. A.—Kon'kov, B. V.—Szagündükov, N. A.:* Ob ucsete éffekta prisztennogo szkolzsenija v gidravlicseszkih raszcsetah. NH *1* 20—2.
[152] *Alford, S. E.:* New technique evaluates drilling mud lubricants. WO July 105—6, 108, 110.
[153] *Angelopulo, O. K.—Picsugin, V. F.—Kovaleva, E. V.:* O metodike ocenki szmazocsnoj szposzobnoszti burovüh rasztvorov v rezsime trenija szkol'zsenija. Bur. *5* 18—21.
[154] *Carrett, R. L.:* A new field method for the quantitative determination of sulfides in water-base drilling fluids. SPE 6146 12 o.
[155] — API Recommended Practice — Standard Procedure for Testing Drilling Fluids. API RP 13B 6th Ed.
[156] *Zsuhovickij, Sz. Ju.:* Promüvocsnüe zsidkoszti v burenii. Nedra, Moszkva, 200 o.
[157] *Carico, R. D.:* Suspension properties of polymer fluids used on drilling, workover, and completion operations. SPE 5870 10 o.; OGJ *27* 81—4.
[158] *Lipkesz, M. I.:* Szoversensztvovanie metodov himicseszkoj obrabotki burovüh rasztvorov. Bur. *10* 13—5.
[159] *Chamberlain, D. E.:* A different approach to solving mud-related hole problems. SPE 5901 5 o.
[160] *Wright, T. R. ,Jr.:* Drilling fluids file. WO Jan 37, 39—40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 57—60, 62, 64, 66, 68, 70—1.
[161] *Darley, H. C. H.:* Advantages of polymer muds. PE Sep 46, 48, 52.
[162] *Dormán J.:* Polimerek szerepe a korszerű öblítőfolyadéktechnológiában. KF 179—85.
[163] *Dormán J.—Szabó M.:* Kis szilárdanyag-tartalmú, nem diszperzív öblítőfolyadékok alkalmazásának tapasztalatai. KF 263—8.
[164] *Tiner, R.:* Polymers and their use in the oil field. SWPSC 173—81.
[165] *Clark, R. K.—Scheureman, R. F.—Rath, H.—Van Laar, H. G.* Polyacrilamid/potassium-chloride mud for drilling water-sensitive shales. JPT 719—27.
[166] *Davis, N.:* How to drill troublesome shales. Drllg. June 33—4, 36.
[167] *Tschirley, N. K.:* Hole stability through mud technology an organized approach. SWPSC 77—85.
[168] *Sampey, J. A.:* Offshore Louisiana — pick your mud wisely, make hole with care. Drllg. May 61—2, 64—5.
[169] *Dolgih, A. E.—Anan'ev, A. N.—Novikov, V. Sz.—Lipkesz, M. I.:* Iszszledovanie vzaimodejsztvija glinisztüh porod sz rasztvorami na uglevodorodnoj osznove. NH *9* 22—5.
[170] *Kasz'janov, N. M.—Stürlin, V. F.—Muszlimov, R. H.—Plotnikov, Sz. P.—Pusztovojt, Sz. P.:* Rezul'tatü vszkrütija plasztov sz primeneniem invertnüh émul'szij. NH *4* 25—9.
[171] *Turchaninov, I. A.—Medvedev, E. V.—Kasparjan, E. V.:* Boreholes' stability and its prognosing in ledge rock masses. ASME 76-Pet-58 5 o.
[172] *Vargha N.:* Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában FK *2* 47—50.
[173] *Ana, I.—Mihut, M.—Tanasescu, M.—Popescu, M.:* Determinarea dispersarii rocilor argiloase. MPG 315—20.
[174] *Pólchlopek, T.—Fornal, T.:* Wplyw procesów osmotycznych na stabilnosc otworu w warstwach olasto-lupkowich. N (pol.)378—82.

[175] *Vahitov, R. Zs.—Kagarmanov, N. F.—Sztoljarov, E. V.—Mezslumov, A. O.:* Vlijanie obrabotki aérirovannoj zsidkoszti PAV na pokazateli rabotü dolot. NH *7* 44—5.
[176] *Brincev, A. I.—Guszev, V. G.—Mavljutov, M. R.—Cselombiev, V. K.:* Szverhutjazselennüj burovoj rasztvor. Bur. *6* 20—2.
[177] *Rjabokon', Sz. A.—Pen'kov, A. I.—Anikeenko, G. I.—Klempert, B. N—Unda, I. A.:* O vlijanii vodorasztvorimüh szolej kal'cija na sztabil'noszt' burovüh rasztvorov. NH *3* 22—3.
[178] *Lipton, D.—Burnett, D. B.:* Comparaison of polymers used in workover and completion fluids. SPE 5872 11 o.
[179] *Prikryl, J.—Mylonasova, E.:* Uzaverové kapaliny na bazi roztoku mineralnich soli. Práce VUGI XXXIV 271—93.
[180] *Chauvin, D. J., Jr.:* Selecting packer fluids: Here's what to consider. WO June 87—91.
[181] *Azar, J. J.—Lummus, J. L.:* Mud pH vs corrosion performance. PE Sep 86, 88, 90.
[182] — Burning oil muds may solve disposal problems. WO Jan 109, 112—3.
[183] *Poljakov, G. G.—Ajrapetjan, Sz. H.:* Raszpredelenie temperaturü v trubah i sztvole burjascsejszja szkvazsinü. NH *9* 13—7.
[184] *Haszaev, R. H.—Dadasev, I. A.:* Iszszledovanie kolebanij temperaturü promüvocsnoj zsidkoszti v proceszsze szpuszka v szkvazsinu buril'nüh i obszadnüh kolonn. ANH *3* 30—3.
[185] *Oster, C. A.—Scheffler, W. A.:* Well-hole temperature distribution in the presence of aquifers. ASME 76-Pet-59 9 o.
[186] *Krülov, V. I.—Levin, E. M.:* Szovremennüe zadacsi v oblaszti povüsenija kacsesztva kreplenija szkvazsin. NH *5* 3—7.
[187] *Movszumov, A. A.—Mamedov, D. A.—Halikov, N. Ju.—Kuliev, R. I.—Szafarov, V. A.:* Regulirovanie udel'nogo vesza promüvocsnoj zsidkoszti i kacsesztva pri provodke szkvazsin. ANH *2* 41—4.
[188] *Dumont, A. E.—Purdy, V. S.:* In well planning ... use of seismic data can cut Arctic drilling costs. WO Jan 71—4, 119.
[189] *Leiper, H. W.:* Use offset well data to reduce drilling problems. WO Sep 57—60.
[190] *Fertl, W. H.:* Predicting fracture pressure gradients for more efficient drilling. PE Dec 56, 60, 65, 67, 69, 71.
[191] *Szabó M.:* A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében. KF 330—9.
[192] *Fertl, W. H.—Chilingarian, G. W.:* Importance of abnormal formation pressures to the oil industry. SPE 5946 11 o.
[193] *Alliquander Ö.—Csaba J.:* Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai. KF 116—21.
[194] *Csaba J.:* Túlnyomásos formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai. FK *2* 27—32.
[195] *Eaton, B. A.:* Graphical method predicts geopressures worldwide. WO May 51—6; July 100—4.
[196] *Markó L.—Gellért T.:* A túlnyomásos szénhidrogén-tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel. KF 257—63.
[197] *Rieke, H. H.—Chilingar, G. V.—Fertl, W. H.:* Compaction of argillaceous and coarse-grained sediments. SPE 5944 16 o.
[198] *Mercer, R. F.:* Gas-cut mud: causes, effects and cures. WO Sep 63—8, 70, 72.
[199] *Brooks, R. A.—Kovisars, L.:* Iron in shale samples can mask geopressured zones. WO July 123—4.
[200] *Parker, C. A.:* Deep Smackover drilling in Mississippi reveals geopressured oil and gas. OGJ *32* 95—8.
[201] *Koch, R. D.:* Determining casing setting depths in deep water wells. WO March 45—6, 50, 52.
[202] *Andriesse, D.:* Effect of abnormal pore pressure on deep water drilling SPE 5753 8 o.
[203] *Aud, B. W.—Fertl, W. H.:* Evaluating overpressure in the twilight zone. PE May 122, 124, 128, 130.
[204] *Marcsenko, R. N.—Izmajlov, L. B.—Jakimenko, T. P.—Ezopihin, V. V.:* Vlijanie velicsinü differencial'nogo davlenija na uszpesnoszt' burenija i kreplenija szkvazsin. Bur. *6* 8—11.
[205] *Turley, J. A.:* A risk analysis of transition zone drilling. SPE 6022 12 o.
[206] *Grace, R. D.:* Pressure control in balanced and underbalanced drilling in the Anadarko Basin. SPE 5396 8 o.
[207] *Cook, Ch.:* Underbalanced drilling in the Sunda strait. PE June 34, 37, 40.
[208] *Scott, J.:* Deep well costs soar as completions decline. PE March 25—30.
[209] *Scott, J.:* Ultradeep drilling activity slows. PE March 32, 34.
[210] *Spörker, H.:* Ultra deep drilling in Europe. EEZ 24—9.
[211] *Poljakov, G. G.—Ajrapetjan, Sz. M.:* Raszpredelenie temperaturü v trubah i sztvole burjascsejszja szkvazsinü. NH *9* 13—7.
[212] *Andrijcsuk, I. Sz.—Babajan, E. B.—Babak, V. K.:* Kreplenie szkvazsinü glubinoj 7022 m. Bur. *8* 17—20.
[213] *Spörker, H.:* A nagymélységű fúrás távlatai. KF 1—9.
[214] *Lorbach, M.:* Probleme überstiefter Exploration und Produktion — Paneldiskussion anlässlich der DGMK-ÖEGEW-Tagung 1976 in Salzburg. — Einleitung. EEZ 407—9.
[215] *Kröll, A.:* Geologie, Geophysik. EEZ 409—11.
[216] *Wieseneder, H.:* Verhalten der Gesteine unter extremen Druck- und Temperaturbedingungen. EEZ 411—3.
[217] *Welte, D.:* Grenzbedingungen für Kohlenwasserstoffbildung und- umbildung. EEZ 413—5.
[218] *Rühl, W.:* Lagerstätte — Behandlungen — Wirtschaftlichkeit. EEZ 416—8.
[219] *Spörker, H.:* Tiefstbohrtechnik. EEZ 418—9.
[220] *Hauk, V.:* Rohre und Verbindungen für übertiefe Bohrungen. EEZ 420—2.
[221] *Graf, H.-G.:* Tiefstfördertechnik. EEZ 423—5.
[222] *Ibragimov, O. N.—Éfendiev, R. A.—Avaneszova, A. M.:* Opüt himicseszkoj obrabotki burovüh rasztvorov pri burenii operezsajuscsej szkvazsinü v Szaatljah. ANH *9* 23—6.
[223] *Bergstejn, O. Ju.—Velikoszel'szkij, M. A.—Vorozsbitov M. I.—Vugin, R. B.:* Szposzobü i szredsztva povüsenija éffektivnoszti otbora kerna v szverhglubokom burenii. Bur. *3* 40—3.
[224] *West, E. R.:* Drilling deeper with fewer bits. Drllg. Aug 27—30.
[225] — How ARCO saved 36 days. Drllg. July 28—31, 33.
[226] — Milch Ranch field. Drllg. May 77—9.
[227] *Lindsey, H. E., Jr.:* Deep well completions can be simple. PE Apr 82, 84, 86, 88.
[228] *Weiner, P. D.—Wooley, G. R.—Christmann, S. A.—Coyne, P. L.:* Casing strain tests of 13 $^3/_8$" in., N-80 Buttress connections. JPT 1301—3.
[229] *Wooley, G. R.—Christman, S. A.—Crose, J. G.:* Strain limit design of 13 $^3/_8$", N-80 buttress casing. SPE 6061 8 o.
[230] *Kromec, C.:* Turtirea burlanelor de foraj ovalizate si cu pereti de grosime variabila. MPG 264—71.
[231] *Murphey, C. E.:* Collapse worn casing. ASME 76-Pet-51. 7 o. — Collapse-pressure strength of casing reduced by wear. OGJ *45* 206—8, 213, 216.
[232] *Bradley, W. B.:* Minimizing casing wear in dog legs. ASME 76-Pet-56 9 o.
[233] *Christman, S. A.:* Casing stresses caused by buckling of concentric pipes. SPE 6059 16 o.
[234] — Insztrukcija po raszcsetu obszadnüh kolonn dlja neftjanüh i gazovüh szkvazsin. VNIIneft' Kujbüsev, 1976. 217 o.
[235] *Izmajlov, L. B.—Bulatov, A. I.:* Kreplenie neftjanüh i gazovüh szkvazsin. Nedra, Moszkva. 199 o.
[236] *Krülov, V. I.—Szitnikov, M. F.:* O davlenii maszsziva porod na obszadnüe kolonnü i pricsinah ih szmjatija. NH *2* 31—4.
[237] *Mitchell, R. F.—Goodman, M. A.:* Permafrost thaw — subsidience casing desing. SPE 6060 8 o.
[238] *Jagubov, N. I.:* Pojavlenie oblaszti neuprugih deformacij vokrug sztvola szkvazsinü. ANH *6* 21—3.
[239] *Zerscsikov, A. E.—Lukov, V. P.:* Izucsenie tehnicseszkogo szosztojanija, vüpravlenie szmjatüh ucsasztkov obszadnüh kolonn v szkvazsinah. NH *1* 51—3.
[240] *Stepan, A.:* Ein kontroltheoretischer Ansatz zur Casing-optimierung. EEZ 106—13.
[241] *Heacox, R. A.—Stroup, R. A.:* A material for tubing and casing applications in deep sour gas wells. JPT 705—8.
[242] *Watkins, M.—Greer, J. B.:* Corrosion testing of highly alloyed materials for deep, sour gas environments. JPT 698—704.
[243] *Bradshaw, J. M.:* New casing log defines internal/external corrosion. WO Sep 53—5.
[244] *Wylie, C. M., Jr.:* Cathodic casing protection using solar panels. PE July 21—2, 24, 28.
[245] *Stewart, S.—Meyer, J.:* Casing-recovery program pays off for operator in East Texas wells. OGJ *28* 61—2.

[246] *Salmon, E.:* Utilisation de tubage en fibre de verre sur les puits de geothermie de Villeneuve-La-Garenwe. Forages Juil.-Sept. 25—31.
[247] *Smith, D. K.:* Cementing. PSE of AIME New York/Dallas, 184 o.
[248] *Bulatov, A. I.:* Upravlenie fiziko-mechanicseszkimi szvojsztvami tamponazsnüh szisztem. Nedra, Moszkva, 247 o.
[249] *Danjusevszkij, V. Sz.:* O racional'noj sztandartizacii i organizacii proizvodsztva szpecial'nüh tamponazsnüh cementov. NH *10* 18—21.
[250] *Kalousek, G. L.—Chow, S. Y.:* Research of cements for geothermal and deep oil wells. SPEJ 307—8.
[251] *Eilers, L. H.—Root, R. L.:* Long-term effects of high temperature on strength retrogression of cements. SPE 5871 7 o.
[252] *Nechuta, V.—Tomiska, J.—Burget, C.:* Vliv ruznich faktoru na porozitu cementového tamponazniko kamene. Práce VUGI XXXIV 161—85.
[253] *Cook, C.—Cunningham, W.:* Filtrate control — a key in successful cementing practices. SPE 5898 8 o.
[254] *Il'jaszov, E. P.—Utrobin, N. Sz.—Mel'nikov, Ju. V.—Mariampol'szkij, N. A.—Limanovszkij, V. M.:* Iszpol'zovanie modificirovannoj metilcelljulozü dlja sznizsenija vodootdacsi tamponazsnüh rasztvorov. NH *2* 65—7.
[255] *Mariampol'szkij, N. A.—Limanovszkij, V. M.—Mel'nikov Ju. V.—Kapralov, V. I.:* Poniziteli vodootdacsi tamponazsnüh rasztvorov dlja cementirovanija "holodnüh" szkvazsin. Bur. *2* 26—8.
[256] *Gorlov, A. E.—Kogan, E. V.—Novohatszkij, D. F.—Szidorenko, Ju. I.—Filippov, V. T.:* Opüt primenenija tamponazsnüh rasztvorov sz povüsennümi izoljacionnümi szvojsztvami. Bur. *5* 23—5.
[257] *Tomiska, J.—Hechuta, V.—Samsulova, V.:* O vlivu nekterych aditiv na reologické parametry cementacnich praci. Práce VUGI XXXIV 187—212.
[258] *Beirute, R. M.:* True expansive characteristics of commercially available expansive cement under actual well condition. SPE 6013 8 o.
[259] *Clement, C.:* A scientific approach to the useage of thixotropic cements. SPE 6011 8 o.
[260] *Kurocskin, B. M.—Gorskov, G. F.—Poljakov, L. P.—Pargatov, V. M.—Raev, L. M.—Sisakin, B. A.:* Opüt primenenija tamponirujuscsej szmeszi sz dobavkoj lateksza. Bur. *2* 34—6.
[261] *Detkov, V. P.—Szabirzjanov, A. K.:* Primenenie aérirovannüh tamponazsnüh szuszpenzij dlja cementirovanija szkvazsin. NH *5* 16—20.
[262] *Lukmanov, R. R.—Kljavin, R. H.—Saripov, A. U.:* Raszcset plotnoszti i vodocementnogo otnosenija tamponazsnogo rasztvora, oblegcsennogo plamilonom. Bur. *1* 30—2.
[263] *Logvinenko, Sz. V.—Loszkutov, D. A.—Fel'dman, I. M.—Kol'cov, O. P.—Bateev, D. E.—Puskarev, V. Sz.:* Tehnologija prigotovlenija tamponazsnüh rasztvorov povüsennoj plotnoszti. Bur. *12* 24—6.
[264] *Raczkowski, J.—Stryczek, S.—Fugiel, K.—Kraj, L.:* Zaczyny cementowe sporzadzane na wodzie morskiej. N (pol.) 343—50.
[265] *Kljuszov, A. A.—Lepnev, É. N.—Batalov, D. M.—Kuljavcev, V. A.:* O vozmozsnoszti iszpol'zovanija morszkoj vodü dlja zatvorenija cementa. Bur. *12* 22—4.
[266] *Gol'dstejn, V. V.—Eremin, G. A.—Uszov, Sz. V.:* Tehnikoékonomicseszkaja éffektivnoszt' primenenija otverzsdaemüh glinisztüh rasztvorov dlja tamponazsnüh rabot. NH *8* 56—7.
[267] *Mil'stejn, V. M.—Alisanjan, R. R.—Gol'dstejn, V. V. Malhazov, N. A.—Eremin, G. A.:* Prigotovlenie i zakacska otverzsdaemogo glinisztogo rasztvora. NH *12* 1—2.
[268] *Beirute, R. M.:* All purpose cement-mud spacer. SPE 5691 8 o.
[269] *Crinklemeyer, O. W.—Puntney, A. W.—Sharpe, J. R.:* Use of water base spacer with thixotropic cement systems improves cement jobs. SPE 6367 4 o.
[270] *Vagner, G. R.—Detkov, V. P.—Kruglickij, N. N.—Latüpova, F. K.—Szabirzjanov, A. K.:* Vlijanie prodolzsitel'noszti peremesivanija tamponazsnogo rasztvora na kinetiku gidratacii cementa: procsnoszt' cementnogo kamnja pri normal'noj temperature tverdenija. Bur. *2* 28—32.
[271] *Komorin, V. K.—Karmanov, I. A.:* Izmerenija tempetraturü davlenija vblizi zaboja szkvazsinü vo vremja cementirovanija i OZC. Bur.*4* 32—4.
[272] *Christian, W. W.—Chatterji, J.—Ostroot, G. W.:* Gas leakage in primary cementing — a field study and laboratory investigation. JPT 1361—9.
[273] *Garcia, J. A.—Clark, C. R.:* An investigation of annular gas flow following cementing operations. SPE 5701 14 o.
[274] *Holley, J. A.:* Field proven techniques improves cementing success. WO Aug. 1. 31—3.
[275] *Cook, C.—Carter, L. G.:* Gas communication in directional wells. Drllg. Feb 75—8; March 57—8, 60, 62.
[276] *Callihan, R. B.:* Improved cementing technique for large diameter casing. Drllg. Oct. 51—5.
[277] *Karanjac, I.:* Ugradnja i cementiranje "linera". N (jug.) *4* 193—9.
[278] *Pilkington, P. E.—Scott, J. B.:* Comparing cement bonds after ten-plus years. PE Apr 52, 54, 58, 60, 62.
[279] *Tomiska, J.—Hanus, Z.—Burget, C.:* Koroze lehcenich cementovich smesi kyselinami I. Zkusebni metody koroze tamponazniho kamene minerálnimi kyselinami. Práce VUGI XXXIV 213—27. — II. Pusobeni mineralnich kyselin na lehceny tamponazni kámen. 229—49.
[281] *Murphy, W. C.:* Squeeze cementing requires careful execution for proper remedial work. OGJ *7* 87—8, 90, 93—4.
[282] *Ljatifov, A. I.—Ahundov, A. G.:* Vlijanie davlenija i szkoroszti prodavlenija cementnogo rasztvora na éffektivnoszt' izoljacionnüh rabot. ND *5* 18—20.
[283] *Asrafjan, M. O.—Eremin, G. A.—Volik, A. L.—Babajan, É. V.—Ladüga, A. V.—Eremenko, V. V.—Kusnarenko, N. A.—Oszpiscsev, B. I.—Lukinova, L. P.:* Novüj szposzob povüsenija kacsesztva cementnüh mosztov. Bur. *6* 25—7.
[284] *Dittmer, A. K.—Fisher, F. J.:* Selection and sensitivity requirements for blowout control detection instruments. SPE 6023 8 o.
[285] *Mercer, R. F.:* Gas-cut mud: causes, effects and cures. WO 63—8, 70.
[286] *Bennett, C.—Garner, W. H.—Coley, J. —Freeman, S.:* Trip profile plot. Drllg. Feb 64—6; March 29—30.
[287] *Turley, J. A.:* A risk analysis of transition zone drilling. SPE 6022 12 o.
[288] *Grace, R. D.:* Pressure control in balanced and underbalanced drilling in the Anadarko basin. SPE 5396 8 o.
[289] *Bourgoyne, T.:* Graphic approach to kick severity calculations. PE Sep 22—4, 26, 28.
[290] *Grace, R. D.:* Practical consideration in pressure control procedure in field drilling operations. SPE 5909 7 o.
[291] *Rehm, B.:* Lost circulation complicates well-killing operations. OGJ *8* 121—2, 124, 126.
[292] *West, E. R.:* Hydraulic control of deep well blowouts. PE March 68, 70, 72, 74, 76, 81.
[293] *Beall, J.:* Riserless shallow blowout-control method is safe and effective. OGJ *31* 125—9.
[294] *Suter, W. R.:* Diverter valve design aids shallow-drilling control. OGJ *15* 66, 71.
[295] *Rehm, B.:* Deepwater drilling poses special pressure-control problems. OGJ *18* 176, 178, 183—4, 187.
[296] *Sheffield, J. R., Jr.—Wienzek, W. F.:* Using noise data from underwater gas vents to estimate the noise level of subsea blowouts. JPT 259—62.
[297] *Bourgeois, A.:* A french contractor looks at well-control procedures. Drllg. Contr. Sep-Oct 45, 47, 50, 53.
[298] *Coppes, J.—Rudd, N. E.:* Blowout prevention is mistake prevention. SPE 5756 11 o.
[299] *Day, J. B.:* Exxon uses hands-on methods to train drilling personnel. WO June 95—8.
[300] *Taylor, G. E.:* Blowout cause and control: a case history PE *7* 82, 84.
[301] *Oubre, H. J.—Robbins, K. W.—Raulins, G. M.:* Emergency shutdown systems — evolution and status. ASME 76-Pet-102 13 o. — OGJ *40* 83—6.
[302] *Pedigo, J.—Parker, W. H.:* An acoustically controlled down-hole safety valve (SCSSSV). SPE 6026 8 o.
[303] *Dean, M. R.—Kent, R. A.:* A new leak-free sealing system for a downhole safety valve. ASME 76-Pet-99 4 o.
[304] *Chauvin, D. J., Jr.:* Stop lost circulation by controlling ECD. WO Feb 1. 36—7.
[305] *Williams, K.—Williams, E.:* How to use a systems approach to combat lost circulation. Drllg. June 73—4.
[306] *Aulenbacher, M. W.:* How to free a stuck string. Drllg. June 37—8, 40.
[307] *Smith, M. B.—Cheatham, J. B., Jr.:* Deviation forces arising from single bit tooth indentation of an anisotropic porous media. ASME 76-Pet-52 5 o.

[308] *Dragoev, I. D.:* Determinarea analitică a devierii sondei la forajul cu sapă anizotropă in strate anizotrope-cilindroforme. MPG 372—5.
[309] *Wilson, E. G.—Garrett, W. R.:* How to drill a usable hole. Part 1—4. WO Aug 1. 40—3; Sep 47—51; Oct 99—102; Nov 85—6, 88, 90.
[310] *Bohme, C. G.—Farries, J. K.—Logan, R. W.:* Good planning is the key to deviation control. WO Dec. 65—9.
[311] *Kavedzija, B.:* Maksimalna dopustena zakrivljenost kanala busotina s obzirom na karakteristike busacih sipki. N (jug.) 143—54.
[312] *Vorozsbitov, M. I.—Golubev, G. R.:* Opredelenie racional'nogo raszpredelenija intenszivnoszti iszkrivlenija po intervalam glubokoj szkvazsinü. NH *5* 13—5.
[313] *Gulizade, M. P.—Halimbekov, B. M.—Badalov, N. S.—Fedorov, K. M.:* Opredelenie optimal'nüh profilej naklonnüh szkvazsin. Izv. VUZ NG *11* 33—7.
[314] *Mitchell, B. J.:* Maximum permissible drillbit weight from drillcollars in inclined (directional) boreholes. SPE 6058 12 o.
[315] *Craig, J. T., Jr.—Randall, J. T.:* Directional survey calculation. PE March 38, 40, 45, 50, 54.
[316] *Guillory, Ch.:* Model gives accurate well-bore displacement. OGJ *36* 138—40.
[317] *Callas, N. P.:* Computing directional surveys with a helical method. SPEJ 327—36.
[318] *Manafov, Sz. T.—Guszejn-Zade, M. M.:* Otklonitel' dlja razburivanija sztvola rotornüm szposzobon pri diametre dolota 190 mm na glubinah bolee 4000 m. ANH *7* 28—31.
[319] *Thometz, T. G.:* Determining nonmagnetic survey collar requirements. WO May 79—80.
[320] *Cagle, W. S.—Brock, K. A.—Dillard, F. H.:* Casing sidetracks made easy. PE Sep 32, 37, 40, 42.
[321] *Eberts, R. D.—Barnett, R. D.:* Ultrahigh-angle wells are technical and economic success. OGJ *29* 115—20.
[322] *Kalinin, A. G.—Nikitin, B. A.—Akszenov, M. G.:* Burenie naklonnüh szkvazsin bol'sogo diametra metodom provodki operezsajuscsih sztvolov. NH *5* 11—3.
[323] *Grigorjan, A. M.:* Razvetvlenno-gorizontal'nüe szkvazsinü. NH *11* 19—22.
[324] *Dutcsik, V. M.:* Burenie razvetvlenno-gorizontal'nüh szkvazsin élektroburami v dolinszkom UBR No. 1 ob"edinenija "Ukrneft". Bur. *1* 3—5.
[325] *Moore, W. D.:* Planning provides key to successful drilling in remote areas of the world. OGJ *38* 140—5.
[326] *Moore, W. D.:* Proper shipping saves time, money. OGJ *38* 165, 168, 173—4, 176.
[327] *Moore, W. D.:* Drilling is routine after good start-up. OGJ *38* 188, 191, 193.
[328] *Moore, W. D.:* Purchasing-program techniques help to balance security with cost. OGJ *38* 146, 151—2, 157—8, 160.
[329] *Moore, W. D.:* Air transportation keeps project rolling. OGJ *38* 181—2, 187.
[330] *Porosin, V. G.:* Transzport burovüh usztanovok. NH *4* 15—9.
[331] *Abele, G.—Brown, J.:* Arctic transportation: operational and environmental evaluation of an air cushion vehicle in Northern Alaska. ASME 76-Pet-41 7 o.
[332] — On Island Chaffee driving 60 ft of conductor in less than three minutes. Drllg. Nov 82—3.
[333] *Zubovszkij, V. I.—Antamanov, Sz. I. —Lebedev, E. A.—Oruncsev, N. I.—Cselombiev, B. K.—Szavenkov, Ju. I.—Ponomarenko, N. A.—Szilaev, V. I.:* Primenenie ékszcentricsnogo bura pri burenii szkvazsin bol'sogo diametra. NGP *3* 18—20.
[334] *Kosztjanov, V. M.—Sesin, D. P.:* Opüt primenenija rotorno-turbinnogo bura RTB—394 v uszlovijah, privodjascsih k isszkrivleniju szkvazsin. Bur. *1* 9—11.
[335] — Air drilling in the land of impossible. Drllg. Feb 84—85, 87, 89.
[336] — Amoco cuts surface hole costs with a rebuilt bit and a blast of air. Drllg. May 46.
[337] *Elmanov, I. P.—Kifor, B. M.—Lopatin, Ju. Sz.—Pütljar, G. G.—Jankevics, A. N.—Jaremijcsuk, R. Sz.:* Burenie szkvazsin sz produvkoj vozduhom na ploscsadjah Prikarpat'ja. Bur. *12* 5—9.
[338] *Valujszkij, I. K.—Dubaev, A. K.—Fomenko, F. N.:* Burenie élektroburom sz produvkoj vozduhom pri pitanii ot avtomnogo dizel'élektricseszkogo privoda. NH *9* 63—6.
[339] — Burenie szkvazsin sz promüvkoj aérirovannoj zsidkoszt'ju. NH *9* 40a—40d.
[340] *Jokhoo, K.:* A rated foam drilling in Trinidad. PE June 24, 26, 28, 32.
[341] *Bentsen, N. W.—Veny, J. N.:* Preformed stable foam performance in drilling and evaluating shallow gas wells in Alberta. SPE 5712. 6 o.
[342] *Morris, J.:* Desert drilling. Drllg. Sep 93—7.
[343] *Muhin, L. K.—Anonin, A. G.—Leonidova, A. I.:* Burenie i kreplenie szkvazsin v szolevüh otlozsenijah bortovoj zonü Prikaszpijszkoj vpadinü. Bur. *1* 24—6.
[344] *McNabb, D.:* Salt-caused drilling troubles plague holes in Hatter's Pond. OGJ *6* 91—6.
[345] *Carlton, A. W.—Veazey, M. J.:* Record Oklahoma well drilled through troublesome Atoka shale. OGJ *34* 125—9.
[346] *Eberts, R. D.—Barnett, R. D.:* Ultrahigh-angle wells are technical and economic success. OGJ *29* 115—20.
[347] *Koch, R. D.:* Forties drilling involves high angles, gumbo. OGJ *50* 70, 75—8.
[348] *Walling, R.—Stabler, F.—Baxter, Ch.:* Cities Service controls sand in High Island completions. OGJ *50* 78—82, 87.
[349] *Haley, R. A.—Kirchoff, D. L.:* Logging system minimizes deviated-hole risk. OGJ *4* 162, 167, 168, 170.
[350] *O'Brien, T. B.:* Drilling costs: a current appraisal of a major problem. WO Oct 75—8.
[351] *Alexander, L. G.:* Theory and practice of the closed-chamber drill-stem test method. SPE 6024 12 o.
[352] *Farley, D. L.:* Status of drill stem testing tools for offshore applications. ASME 76-Pet-72 8 o.
[353] *Demis, A. P.:* Drill stem test chart interpretation and reservoir evalution. SWPSC 17—22.
[354] *Jaszasin, A. M.:* Puti povüsenija éffektivnoszti oprobovanija i iszpütanija plasztov v processze burenija. NH *8* 16—22.
[355] *Barabás L.—Kassai L.—Megyeri M.—Teknyős I.:* A fúrószáras teszteres rétegvizsgálatok üzemi alkalmazásának tapasztalatai. KF 129—37.
[356] *Berkovics, É. A.—Tagunov, É. M.—Rjazancev, N. F.—Csumacskov, P. M.:* Opüt primenenija iszpütatelej plasztov dlja resenija geologicseszkih zadacs. NH *9* 8—11.
[357] *Szitdükov, G. A.—Latüpov, R. Sz.—Gajdamaka, V. I.—Belüj, V. P.:* Iszszledovanie plasztov depreszszionnüm usztrojsztvom. Bur. *8* 20—3.
[358] *De Rochemont, J. F.—Ledet, C. A.:* Planning a well completion for profit. SPE 5703 7 o.
[359] *Brieger, E. F.—Stoval, G. E.:* Perforating damage: here's one field tested solution. WO Nov 69—72.
[360] *Ahmetsin, M. A.—Jurovickij, V. M.:* Raszcset proceszsza fil'tracii n'jutonovszkoj zsidkoszti iz szkvazsinü v plaszt poszle perforacii. NH *9* 25—8.
[361] *Kaszjanov, N. M.—Stürlin, V. F.—Muszlimov, R. H.—Plotnikov, N. A.—Pusztovojt, Sz. P.:* Rezul'tatü vszkrütija plasztov sz primeneniem invertnüh émul'szij. NH *4* 25—9.
[362] *Anderson, G. W.:* Impression tool evaluates perforation effectiveness. WO May 57—62.
[363] — 1976—77 tubing tables. WO Jan 41—3, 49, 52, 56, 58—9, 68.
[364] *Champagne, H. C.—Balley, T. E.:* South Pass block 60• Drllg. May 74—5.
[365] *Hefner, M. R.—Hoch, R. S.—Wilson, E. R.:* Ekofisk field-development drilling called for special care. OGJ *12* 55—9.
[366] *Oubre, H. J.—Robbins, K. W.—Raulins, G. M.:* Variety of emergency shutdown systems provides safety protection. ASME 76-Pet-102 13 o.
[367] *Parmigiano, J. M.:* Multizone gravel-pack completion method works in high-angle holes. OGJ *2* 97—8.
[368] *Gajdosik, W. C.—Willingham, J. R.:* Improved method of gravel packing in California. SPE 5861 11 o.
[369] *Gurley, D. C.—Copeland, C. T.—Hendrick, J. O., Jr.:* Design, plan and execute gravel pack operations for maximum productivity. SPE 5709 12 o.
[370] *Walling, R.—Stabler, F.—Baxter, Ch.:* Cities Service controls sand in High Island completions. OGJ *50* 78—87.
[371] *Thomas, I. P.—Johnson, C. E., Jr.:* Perforating resin consolidated zones for capacity improvement. SPE 5697 12 o.
[372] *Charles, S. R.:* Low-cost chemical cuts sand problems in heavy oil field. WO Dec 61—2, 64.
[373] *Holman, G. B.:* Evaluation of control techniques for unconsolidated silty sands. JPT *9* 979—84.
[374] *Likwartz, D. J.:* A history of sand control in the Teak field. JPT 972—8.

[375] *Vetter, O. J.:* Oil field scale — can we handle it? SPE 5879 9 o.
[376] *Brownscombe, E.:* Scale removal with downhole shock waves. SWPSC 99—105.
[377] *Graf, H.-G.:* Tiefstfördertechnik. EEZ 423—5.
[378] *Brown, C. A.:* A new approach at planing workovers. PE *5* 28, 32, 34.
[379] *Jameson, J. P.:* Working over the deep well. Drllg. July 35—6.
[380] *Essary, R. L.—Rogers, E. E.:* Techniques and results of foam redrilling operations — San Joaquin Valley, California. SPE 5715 7 o.
[381] *EnDean, E. J.:* Corrosion control in the well bore. PE Aug. 50, 52, 59—60, 62.
[382] *Maly, G. P.:* Minimizing formation damage, 1—2.: Proper fluid selection helps avoid damage. OGJ *12* 68—70, 75—6. — Attention to system details helps in prevention of damage. OGJ *13* 162—4.
[383] *Records, L. R.:* Drilling practices that affect formation damage. SPE 5714 5 o.
[384] *Simon, D. E.—Derby, J. A.:* Formation damage is evaluated by new instruments, new methods. OGJ *38* 209—12, 214.
[385] *Coulter, G. R.:* Hydraulic fracturing — new developments. JCPT Oct-Dec 35—40.
[386] *Komar, C. A.:* ERDA research in fracturing technology. SPE 6363 12 o.
[387] *Medlin, W. L.—Masse, L.:* Laboratory investigation of fracture initiation pressure and orientation. SPE 6087 24 o.
[388] *Advani, S. H.—Schuck, L. Z.—Chang, H. Y.—Gangarao, H. V.:* Analytical and experimental investigations on induced fracturing of reservoir rock. ASME 76-Pet-8 9 o.
[389] *Smith, M. B.—Holman, G. B.—Fast, C. R.—Covlin, R. J.:* The azimuth of deep penetrating fractures in the Wattenberg field. SPE 6092 12 o.
[390] *Daneshy, A. A.:* Rock properties controlling hydraulic fracture. SPE 5752 10 o.
[391] *Daneshy, A. A.:* Hydraulic fracture propagation in layered formations. SPE 6088 12 o.
[392] *Sinha, B. K.:* Fluid leak-off under dynamic and static conditions utilizing the same equipment. SPE 6126 8 o.
[393] *Githens, Ch. J.—Burnham, J. W.:* Chemically modified natural gum for use in well stimulation. SPE 5706 9 o.
[394] *Hannah, R. R.—Baker, J. R.:* A new nondamaging, aqueous crosslinked gel with improved fracturing properties and perfect proppant support. SWPSC 123—8.
[395] *Stout, C. M.—Peters, F. W.:* Preventing formation damage during fracturing of the Clinton formation. SPE 6128 12 o.
[396] *Greene, J.:* Study of refracturing results in the Clinton sand formation. SPE 6361 6 o.
[397] *Frederickson, S. E.—Broaddus, G. C.:* Selective placement of fluids in a fracture by controlling density and viscosity. JPT 597—602.
[398] *Hannah, R. R.:* New fracturing technique leads to improved performance in the Mississippian trend. JPT 859—64.
[399] — MHF prods droopy gassers in the Forth Worth basin, in West Virginia. Drllg. Nov 36—7.
[400] *Henry, J. C.:* Better recovery with positive zone separation. PE Apr. 76, 78, 81.
[401] *Ripley, H. E.—Young, F. T.:* Selective fluid placement improves stimulation results. Pet. Soc. CIM Calgary. Preprint 7604 8 o.
[402] *Jennings, A. R.—Lord, D. L.:* Fracture flow capacity — a key to sustained production after hydraulic fracturing. SPE 6127 12 o.
[403] *Slusser, M. L.—Rieckmann, M.:* Fracturing low permeable gas reservoirs. EEZ 70—6.
[404] *Cornett, J.:* Big potential in low permeability rocks. PE July 60—2.
[405] *Simonson, E. R.—Abou-Sayed, A. S.—Clifton, R. J.:* Containment of massive hydraulic fractures. SPE 6089 8 o.
[406] *Bartel, L. C.—McCann, R. P.—Keck, L. J.:* Use of potential gradients in massive hydraulic fracture mapping and characterization. SPE 6090 12 o.
[407] *Kuznecov, V. I.—Mikerin, B. P.:* Sztatiszticseszkaja ocenka éffektivnoszti gidravlicseszkogo razrüva plaszta. ND *7* 19—22.
[408] *Warren, T. M.—Hayatdavoudi, A.:* Hydraulic fracturing thin coal seams in preparation for in-situ gasification. ASME 76-Pet-98 7 o.
[409] *Murphy, H. D.—Lawton, R. G.—Tester, J. W.—Potter, R. M.—Brown, D. W.—Aamodt, R. L.:* Preliminary assessment of a geothermal energy reservoir formed by hydraulic fracturing. SPE 6093 12 o.
[410] *Gibbs, M.:* Working pressure upgrading wellhead equipment for simulation work. SWPSC 23—9.
[411] *Farley, D. L.—Jefford, C.:* Recently developed tools aid in stimulation of production wells. ASME 76-Pet-66 8 o.
[412] *Anderson, G. W.:* Calibrated impression packers define perforation size, shape, connection to permeability in situ. SPE 5707 16 o.
[413] *Matson, B.—Hannah, R. R.—Worley, D.:* Rigging up for MHF. Drllg. March 49—51.
[414] *Abbott, W. A.—Vaughn, H. F.:* Foam frac completion for tight gas formations. PE Apr 38, 40, 44, 46, 50.
[415] *Bullen, R. S.—Bratrud, T. S.:* Fracturing with foam. JCPT Apr—June 27—32.
[416] *Holditch, S. A.—Plummer, R. A.:* The design of stable foam fracturing treatments. SWPSC 135—43.
[417] *Lewis, A. D.—Ferguson, G. F.:* An improved foam fracturing process. SWPSC 155—60.
[418] *Hill, W. L.—Daggett, W. K.:* A new look at chemical explosive fracturing. PE Nov 60, 62, 64, 66, 68.
[419] *Gidley, J. L.—Ryan, J. C.—Mayhill, T. D.:* Study of the field application of sandstone acidizing. JPT 1289—94.
[420] *Fogler, H. S.—Lund, K.—McCune, C. C.:* Predicting the flow and reaction of HCl/HF acid mixtures on porous sandstone cores. SPEJ 248—60.
[421] *Novotny, E. J.:* Predicting of stimulation from acid fracturing treatments using finite fracture conductivity. SPE 6123 12 o.
[422] *Hong, K. C.—Millhone, R. S.:* Injection profile effects due to gravity segregation in the wellbore. SPE 6129 12 o.
[423] *Athanasiadis, A.:* Precizarea domeniilor de aplicabilitate a acidizarilor. MPG 10—5.
[424] *Coulter, A. W.—Crowe, C. W.—Barrett, N. D.—Miller, B. D.:* Alternate stages of pad fluid and acid provide improved leakoff control for fracture acidizing. SPE 6124 12 o.
[425] *Ellenberger, C. W.—Aseltine, R. J.:* Selective acid stimulation to improve vertical efficiency in injection wells. SPE 5869 7 o.
[426] *Dill, W. R.:* A gel diverting agent used in acidizing treatments. SWPSC 111—5.
[427] *Sutton, G. D.:* Uses and results of a liquid friction reducer in acidizing treatments. SWPSC 167—71.
[428] *Glumov, I. F.—Ositko, V. M.—Kocsetkov, V. D.—Ahmetov, Z. M.:* Éffektivnoszt' primenenija koncentrirovannoj szernoj kiszlotü dlja povüsenija nefteotdacsi plasztov. NH *6* 40—2.
[429] *Vüzsigin, G. B.—Krivonogov, A. M.—Grigoreva, K. M.:* Vlijanie szoljanokiszlotnüh obrabotok szkvazsin na uszlovija razrabotki neftjanüh zalezsej v karbonatnüh kollektorah. NH *6* 32—6.
[430] *Zagorujko, A. A.—Pecjuha, R. A.—Gorbacsev, B. I.—Csernüj, Sz. Ja.:* Primenenie kiszlüh sztokov proizvodsztva szinteticseszkih kiszlot dlja uvelicsenija nefteotdacsi. NH *6* 36—9.
[431] *Rogers, R. B., Jr.:* Successfull well stimulation program has revitalized a California oil field. JPT 1420—6.
[432] *McNally, R.:* Offshore at crossroad... for better? PE *6* 20—3.
[433] *Geer, R. L.:* Offshore technology, what are the limits. PE Jan 21—2, 24, 26, 30.
[434] *Gulizade, M. P.:* Problemü razburivanija morszkih neftjanüh i gazovüh mesztorozsdenij. Izv. VUZ NG *3* 51—6.
[435] *Scott, J.:* Offshore in the 70's: Industry to push U. S. hunt. PE Jan 17—20.
[436] *Moore, W. D.:* Offshore rig supply is expanding faster than drilling activity. OGJ *18* 143—8.
[437] — Lengthy world mobile-rig surplus seen. OGJ *45* 130—1.
[438] *Sheffer, L.:* How long will imbalance last? Drllg. Apr. 20. 27—9.
[439] — Offshore outlook. Drllg. Nov 28—9, 31, 34.
[440] — New technology minimizes offshore operating problems· WO May 73—6.
[441] *Noran, D.:* Techniques developing for deep offshore drilling. OGJ *39* 68—74, 76.
[442] *Clauss, G.—Kruppa, C.:* Meeresforschung und Meerestechnik in der Bundesrepublik Deutschland. EEZ 140—3.

[443] *Meyer-Detring, D.:* Projekt einer schwimmenden Bohreinrichtung für den Erdöl- und Erdgasaufschluss in Wassertiefen bis 2000 m. EEZ 245—52.
[444] *Rothrock, R., Jr.:* Drilling outlook 1976. PE Sep 19—21.
[445] *McCaslin, J. C.:* Some areas have big offshore year, while others lag. OGJ *18* 148—50.
[446] *Moore, V. D.;* Massive semi spuds Alascan COST. OGJ *30* 136, 141—2.
[447] *Vasseur, B.:* Five year log, around the world with DP drillships. PE May 38, 42, 46, 50, 54.
[448] *Szarkiszov, V. G.:* Raszcset szvobodnosztojascsego sztvola szkvazsinü, proburennoj sz plavucsej burovoj usztanovki. Bur. *5* 41—4.
[449] *Sexton, R. M.—Agbezuge, L. K.:* Random wave and vessel motion effects on drilling riser dynamics. OTC 2650 14 o.
[450] *Dareing, D. W.—Huang, T.:* Natural frequencies of marine drilling risers. JPT 813—8.
[451] *Gardner, T. N.—Kotch, M. A.:* Dynamic analysis of risers and caissons by the element method. OTC 2651 17 o.
[452] *Kozik, T. J.—Noerager, J.:* Riser tensioner force variations. OTC 2648 16 o.
[453] *Shanks, F. E.—Weber, R. A.—Larralde, E.:* Fluid bearings used in rotating tension rings. OTC 2653 9 o.
[454] *Watkins, L. W.—Howard, M. J.:* Buoyancy materials for offshore riser pipe. OTC 2654 13 o.
[455] *Heuze, L. R.—Chaussumier, D.—Guesnon, J.—Simondon, D.:* A 4,000-foot riser. JPT 489—96.
[456] *Loeper, D.:* Offshore-Bohren ohne Führungsseile. EEZ 256—7.
[457] *Bednar, J. M.—Dixon, W. P.—DuMay, W. H.:* Effects of blowout preventer end connections on the pressure integrity of a subsea BOP stack under riser loads. OTC 2649 11 o.
[458] *Kim, Y. Y.—Simons, L. H.:* Drilling vibration measurements on a BOP stack. OTC 2620 9 o.
[459] *McLeod, W. R.:* A review of riserless drilling alternatives. SPE 5768 16 o.
[460] *Schultz, R.:* Le system de gerbage vertical. Forages Juil-Sept 35—64.
[461] *Tucker, Ch T.:* Safety and efficiency achieved aboard drillship through computer technology. Offshore Nov. 127—9, 130.
[462] *Schellin, T. E.:* Eine rechnerische Analyse von dynamisch positionierten schwimmenden Plattformen. EEZ 253—5.
[463] *Lockhart, J. T.:* Satellites precisely spot offshore rig locations. WO July 97—8.
[464] *Kruger, W. E.:* Motion compensators keep offshore rigs drilling in spite of weather. Drllg. Contr. May-June 37—9, 42—4.
[465] *Ibragimov, I. A.—Zgurszkij, K. N.—Ahadov, T. M.:* Kompenszatorü vertikal'nüh peremescsenij dlja burenija sz plavucsih platform. Mas. Neft. Oborud. *5* 7—10.
[466] *Woodal-Mason, N.—Tilbe, J. R.:* Value of heave compensators to floating drilling. JPT 938—46.
[467] *Barton, Ch. E.:* Heave compensated system for determining return flowrate aboard floating drilling vessels. OTC 2618 6 o.
[468] *Szarkiszov, V. H.—Szemenova, I. I.—Szmagin, N. F.:* Opredelenie perioda szobsztvennüh kolebanij plavucsih burovüh usztanovok. ANH *7* 48—62.
[469] *Parrot, M.:* Recommandations pour l'implantation des jack-up. Forages Jan-Mars 71—86.
[470] *Gabaix-Hiale, J-C.:* Execution et definition des fondations des structures marines treillis. Forages Oct-Dec. 59—77.
[471] *Smits, F. P.:* A review of the experience of the Delft Soil Mechanics Laboratory regarding the soil foundation analysis of offshore gravity structure. SPE 5757 6 o.
[472] *Young, A. G.—Kraft, L. M., Jr.—Focht, J. A., Jr.:* Geotechnical considerations in foundation design of offshore gravity structures. JPT 925—37.
[473] *Kraft, L. M., Jr.—Murff, J. D.:* Probabilistic investigation of foundation design for offshore gravity strucures. SPEJ 97—109.
[474] *Van Eekelen, H. A. M.:* Fatiguet heory for cyclic loading of soils. SPE 5773 6 o.
[475] *Zienkiewicz, O. C.—Lewis, R. W.—Norris, V. A.—Humpheson, C.:* Numerical analysis for foundations of offshore structures with special reference to progressive deformation. SPE 5760 16 o.
[476] *Goulmy, A. L. G.:* An alternative approach using the Resboath System as a tool for a rapid low-cost statistical analysis of the seabed flatness over relatively larger areas. SPE 5762 16 o.
[477] *Mes, M. J.:* Pile deliveability is unpredictable in sand or silt foundation strata. PE Oct 76, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92.
[478] *Mes, M. J.:* Direct platform foundation investigations. PE May 86, 95—6, 98, 100.
[479] *Van Hussen, G.:* Hammer is designed for deepwater pile driving. OGJ *42* 66—9.
[480] *Baldwin, A. H.:* Technische Entwicklung von Offshore-Anlagen für die Nordsee. EEZ 91—8.
[481] *Babaev, N. B.—Kuliev, L. P.—Gadzsiev, F. M.:* Morszkoe osztrovnoe osznovanie odnoblocsnoj konsztrukcii. ANH *1* 52—6.
[482] *Wartelle, T. R.—Lee, G. C.:* Platform design will fit S. E. Asia. OGJ *24* 67—70.
[483] *Steelmers, G. J. W.—Wallwork, D. W.:* Maui field fabrication meets tight schedule. OGJ *3* 60—8.
[484] *Van de Watering, W. P. M.:* Planning pays in setting Maui structure. OGJ *9* 107—13.
[485] *Adams, P. I. F.:* Modular concept used for Maui-field platform equipment. OGJ *1* 76—8, 83—4.
[486] *Kawakatsu, Y.—Matsubara, H.—Watabe, T.—Shiroichi, A.:* Block erection method of Maui "A" tower. OCT 2687 12 o.
[487] — Thistle field well jacket set in 530-foot water. WO Oct 131, 134.
[488] *Finn, L, D.:* A new deepwater offshore platform — the guyed tower. OTC 2688 12 o.
[489] *Wright, T. R., Jr.:* Exxon begins installing world's tallest platform. WO July 81—3, 112.
[490] *Hogervorst, J. R.:* Pipe anchor. SPE 5763 8 o.
[491] *Helfrich, S. C.—Brazill, R. L.—Richards, A. F.—Hirst, T. J.—Terry, T. A.:* Pullout characteristics of a suction anchor in sand. OTC 2469 6 o.
[492] *Taylor, R. J.—True, D. G.:* Use of propellant-actuated anchors in underwater construction. OTC 2465 16 o.
[493] *Kerr, N.:* "Hydropin" a self burying anchor of considerable holding power. OTC 2466 12 o.
[494] *Loftin, T. D.:* Feasibility of a fixed platform for 1300 fee of water. OTC 2689 17 o.
[495] *Berge, B.:* Dynamic response of offshore structures to environmental forces. PE Sep 11—2.
[496] *Goodfellow, R.—Bourne, M. J.:* Underwater inspection of deep water facilities. PE June 11—2, 14.
[497] *Hitchings, G. A.—Bradshaw, H.—Labiosa, T. D.:* The planning and execution of offshore site investigations for a North Sea gravity platform. OTC 2430 14 o.
[498] *Lauritzen, R.—Schjetne, K.:* Stability calculations for offshore gravity structures. OTC 2431 8 o.
[499] *Zijp, D.—Van der Pot, B.—Vos, Ch.—Otto, M.:* Dynamic analysis of gravity type offshore platforms experience, development and practical application. SPE 2433 12 o.
[500] *Alloni, C.—D'Agostino, A.—Priarone, R.:* Design analysis and construction of the Loango steel gravity platform. OTC 2437 16 o.
[501] *Picard, J.—Agnes, H.:* G. B. S. a new design of gravity platform with structure in steel. OTC 2432 6 o.
[502] *Gausel, E.—Flugge, F.—Hafskjold, P. S.:* Concrete offshore structures, strains measured on full scale shells. OTC 2435 11 o.
[503] *Eide, O. T.—Larsen, L. G.:* Installation of the Shell/ESSO Brent B Condeep production platform. OTC 2434 14 o.
[504] — Second concrete Platform set in U. K. 's largest oil field. WO Sep 74, 76.
[505] — Ninian field central platform to be world largest concret gravity platform. OGJ *26* 133, 138.
[506] *Yashima, N.:* The experimental and theoretical study of a tension leg platform in deep water. OTC 2690 8 o.
[507] *Hirst, T. J.—Steele, J. E.—Remy, N. D.—Scales, R. E.:* Performance of mat supported jack-up drilling rigs. OTC 2503 10 o.
[508] *Scales, R. E.:* A deep water mat-supported jack-up drilling unit with tubular telescoping columns and intermediate column frame. OTC 2504 16 o.
[509] *Cox, B. E.—Bruha, W. A.:* Curved well conductors and offshore platform hydrocarbon development. OTC 2621 11 o.
[510] *Williams, R.:* Exploratory drilling offshore Spain. PE Oct 94, 97—8; Nov 92, 96.
[511] *Noran, D.:* Independent slashes offshore development costs in Peru. OGJ *21* 55—9.

[512] *Kendall, H. A.—Morgan, T. A.:* North Sea gas area drilling improved. OGJ *5* 81—7.
[513] *Hefner, M. R.—Hoch, R. S.—Wilson, E. R.:* Ekofisk field-development drilling called for special care. OGJ *12* 55—61.
[514] *Koch, R. D.:* Forties drilling involves high angels, gumbo. OGJ *50* 70, 75—8.
[515] *Eckerfield, R. J.—Soemantri, B.:* Development drilling from a floating rig. OTC 2617 8 o.
[516] *Mosby, R. C.:* What now for shallow water? Drllg. Nov 21—4.
[517] *Huff, J. R.:* Study analyzes offshore rig casulties. OGJ *48* 71—4, 81, 84, 86.
[518] *McAuliffe, C. D.—Palmer, L. L.:* Environmental aspects of offshore disposal of drilling fluids and cuttings. SPE 5864 16 o.
[519] *Hayatdavoudi, A.—Ball, J.:* Addition of environmental safety criterion to design of drilling fluids. OTC 2616 9 o.
[520] *Beall, J.:* Riserless shallow blowout-control method is safe and effective. OGJ *31* 125—9.
[521] *Suter, W. R.:* Automatic divertet reduces shallow blowout hazard. WO Apr 53—4, 56.
[522] *Rehm, R,:* Deepwater drilling poses special pressure-control problems. OGJ *18* 176, 178, 183—4, 187.
[523] *Sheffield, J. R., Jr.—Wienzek, W. .F:* Using noise data from underwater gas vents to estimate the noise level of subsea blowouts. JPT 259—62.
[524] *Taylor, G. E.:* Blowout cause and control a case history. PE June 82, 94.
[525] *Goodwin, B. A.:* Offshore fire and safety system. PE Oct 68, 70, 73.
[526] *Oubre, H. J.—Robbins, K. W.—Raulins, G. M.:* Emergency shutdown systems — evolution and status. ASME 76-Pet-102 13 o.
[527] *Pedigo, J.—Parker, W. H.:* An acoustically controlled down-hole safety valve (SCSSSV). SPE 6026 8 o.
[528] *Franc, J.:* Un nouveau dispositiv de sécurité utilisé durant un D. S. T. réalisé a partir d'apparail de forage offshore: L'E-Z tree Flopetrol/Johnston. Forages Janv.-Mars 89—100.
[529] *Gillen, R. S.:* The Santa Barbara channel where completion accents environmental protection. Drllg. Oct 40—1.
[530] *Henson, G. S.:* Year round access to underwater facilities. PE *3* Feb 15. 62, 66—8, 71, 74.
[531] *Hoes, M. L. M.:* Ensemble de vannes (Christmas trees) et systeme de controle. Forages Janv.-Mars 43—67.
[532] *Snyder, R. E.:* New concept unveiled for subsea completion, production system. OTC 2532 12 o.
[533] *Loth, W. D.—Burkhardt, J. A.—Covellone, T. A.:* Template structure and installation a subsystem of the submerged production system. OTC 2532 12 o.
[534] *Johnston, R.—Arendt, H.—Yonker, J.:* Pumpdown completions in ultradeep waters. PE May 58, 62, 66, 68.
[535] — One atmosphere vessels let divers work to 3,000 feet. WO July 85—7.
[536] *De Vasconcellos, P.—Bleakley, W. B.:* Subsea techniques open up Garoupa. OGJ *25* 107—14.
[537] *Massad, A. H.:* Production to start from subsea wellhead completion in Beryl field. OGJ *26* 100—2, 107—8, 113—4.
[538] *Moody, C. D.:* Wellhead location technique. SPE 5772 7 o.
[539] *Neuhauser, E. M.—Liehmann, G.:* Hubschraubermontage einer hydraulischen Workover-Anlage offshore. EEZ 433—6.
[540] *McLeod, W. R.:* Industry ready for Gulf of Alaska. PE May 24, 26, 28, 32, 34, 37.
[541] — Extensive project studies Arctic sites. PE Oct 11—2.
[542] — How Dome plans to drill in the Artic's Beaufort Sea. WO July 51—5.
[543] — Drilling slump deepens in N. Canada. OGJ *11* 68—9.
[544] *Baudais, D. J.—Watts, J. S.—Masterson, D. M.:* A system for offshore drilling in the Artic Islands. OTC 2622 11 o.
[545] *Hood, G. L.—Strain, H. J.—Baudais, D. J.:* Offshore drilling from ice platforms. JPT 379—84.
[546] *Duval, B. C.—Corgnet, J. L.—Duval, J. J.:* Exploratory drilling on the Canadian continental shelf, Labrador Sea. JPT 372—8.
[547] — Labrador Sea drilling aims at new wildcat areas. WO Oct 65, 68—70.
[548] *Benedict, C. P.:* Icebergs and Canadian East Coast exploration. ASME 76-Pet-103 4 o.
[549] — How East can handles threatening icebergs. WO Oct 66—7.
[550] *Enderle, R. L.:* Big bet in iceberg alley. Drllg. March 78—80.
[551] *Riley, J. G.:* The construction of artificial island in the Beaufort Sea. JPT 365—71.
[552] *Kolomackij, V. N.:* O szozdanii burovoj usztanovki dlja kusztovogo burenija szkvazsin. NH *2* 18—20.
[553] *Atkinson, H. L.:* The cold realities of Alaska's NPR-4. Drllg. Oct 42—6, 48.
[554] *Willis, K. L.—Lindsey, W. C.:* Well completion in the Prudhoe Bay field. PE Feb 48, 50, 52, 56.
[555] *Adams, W. T.:* Drilling in severe seas. Drllg. Sep 121—5.
[556] *Brown, A. D.:* Several techniques to conquer drilling problems in the Artic. OGJ *41* 107—13.
[557] *Schultz, L. A.:* Drilling and production the offshore Arctic. PE Feb 35, 38, 42, 44.
[558] *Cochard, M.:* Forage offshore en zone arctique. Nouveaux types de plate-formes. R. AFTP Juill.-Aout 21—7.
[559] *Abele, G.—Brown, J.:* Artic transportation: Operational and environmental evaluation of an air cushion vehicle in Northern Alaska. ASME 76-Pet-41 7 o.
[560] *Porosin, V. G.:* Transzport burovüh usztanovok. NH *4* 15—9.
[561] *Dumont, A. E.—Purdy, V. S.:* Use of seismic data can cut Arctic drilling costs. WO Jan 71—4, 119.
[562] *Lin, Chen-Jung—Wheeler, J. D.:* Simulation of permafrost thaw behavior at Prudhoe Bay. SPE 6063 11 o.
[563] *Mitchell, R. F.:* A mechanical model for permafrost thaw-subsidence. ASME 76-Pet-54 4 o.
[564] *Ruedrich, R. A.—Perkins, T. K.—Rochen, J. A.—Christman, S. A.:* Casing strain resulting from thawing of Prudhoe Bay permafrost. SPE 6062 16 o.
[565] *Vidovszkij, A. L.—Pusztil'nik, Sz. Ja.—Krülov, V. I.:* Izmenenie temperaturü i davlenija v zakolonnom proszt-ransztve szkvazsin mesztorozsdenija Medvezs'e. GP *5* 35—8.
[566] *Djad'kin, Ju. D.—Kudrjasov, B. B.—Csisztjakov, V. K.:* Oszobennoszti teploobmena i regulirovanie temperaturü pri burenii v mnogoletnemerzlüh porodah. NH *3.* 13—7.
[567] *Adorian, A. S.:* Insulated well casings for the Arctic. ASME 76-Pet-87 5 o.
[568] *Remont, L. J.—Nevins, M. J.:* Arctic casing pack. Drllg. Nov 43—5.
[569] *Fowler, E. D.—Taylor, T. E.:* How to select and test maetrial for —75° F. WO March 65, 68, 70, 72.
[570] *Cock, C.:* North Slope mud mixing unit: construction and assembly. Drllg. Nov 44—6.
[571] *Strong, Ph.:* Mud mixing unit in action. Drllg. Nov 47—8.

2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás

2.1. Sekélyfúrás laza kőzetekben

2.1.1. Általános fejlődési irányzat

A sekélyfúrásnak, éppúgy, mint a mélyfúrásnak, a célkitűzése továbbra is a minél gyorsabb és olcsóbb fúrás során minél több, pontosabb és többet mondó információ szerzése az átfúrt kőzetekről.

A fúrási művelet tudományosodási törekvéseit jelzik azok a vizsgálatok, amelyekkel igyekeznek meghatározni a különböző talaj-, ill. kőzetfajtákban a különböző fúrószerszámokhoz tartozó s a furadékképzéshez szükséges kőzetbontó energiát. Ezen az úton is igyekeznek a kis mélységkapacitású fúróberendezések hajtóteljesítmény-igényét elméletileg is pontosítani. Egy további felismerhető irányzat az öblítéses fúrás során nyert fúrómináták tökéletesítésére törekszik. E célból pl. a légemeléssel dolgozó mammutszivattyúzás fordított öblítésű fúrás furadékát az erre a célra kifejlesztett olyan felfogó edényekbe gyűjtik, amelyekből az öblítővíz kifolyása után a furadék visszamarad. Azonban az átfúrt kőzetek legfinomabb alkotóit csupán a szárazfúrás útján nyert kőzetmintákkal való összehasonlítás alapján lehet azonosítani, s a szükséges korrekciókat elvégezni. Mint eddig is, most is azon fáradoznak, hogy a laza kőzetekből való mintavétel módszereit tökéletesítsék.

A fúrt cölöpök készítéséhez továbbra is a szárazfúrás az uralkodó eljárás (kb. 40 m mélységig), kivéve a sekély tengerben alkalmazott fúrófedélzetek alapozási elemeit (l. a nagy átmérőjű fúrásokról szóló 2.4. fejezetet).

A kisebb átmérőjú kutatófúrásoknál változatlan törekvés, hogy a szárazfúrás helyett öblítéssel dolgozó fúrásmódokat alkalmaznak.

2.1.2. Fúrószerszámok, mintavevő készülékek, fúrólyuk-szerelvények

A laza kőzetekre szánt fúrószerszámok terén elvileg új megoldásról nem jelent meg közlemény. Az ismert fúrási markolók (Benoto típus) alkalmazása egyre terjed és jól beválik [1]. Nagyobb átmérőjú vízkútfúrásokhoz továbbra is előszeretettel használják a görgős fúrókat. (l. a 2.4. Nagy átmérőjű fúrások c. fejezetet.)

Részeredményeket értek el egy kulcsprobléma, a kohézió nélküli, laza kőzetek számára szerkesztett mintavevő készülékek továbbfejlesztése terén is. Jelentősek azok a csigamagfúrók, amelyeknél a kötélmagfúrók (kötéllel kiemelhető magcsövek) elve alapján a megtöltött magcső a csigafúróval, a csigafúró fúrószárának a fúrólyukban való hátrahagyása mellett, ki- és újból beépíthető. Ez a megoldás különösen fontos olyan fúrásoknál, ahol a talajvízszintet már átfúrták, és amelyek a fúrószár kiépítésekor védő béléscső hiányában feltétlenül beomolnának. Mindemellett a mai napig az abszolút biztos és tökéletes mag-, ill. mintanyerésnek kérdése megnyugtatóan még mindig nincs megoldva a vízzel telített laza üledékekben. Egy kereskedelmi forgalomba került készülék (Conrad Storch Combi—71) mintavételének lényege az, hogy fúrás közben a belső magcsőben hidraulikusan felfelé mozgatott dugattyú vákuumot idéz elő, és ily módon a mintát úgy szívja fel, hogy a magcső kiépítésekor annak alsó végén az elzáró elem nélkülözhetővé válik. Ennél kevésbé bonyolult az a készülék [2], amelynek alsó végén elzáró elem van, s ez a mag vétele után összezáródik. E téren egyébként számos más szerkezet szabadalmi leírása is megjelent, anélkül azonban, hogy ezek közül bármelyik a gyakorlatban tényleg általánosan elterjedt volna. Így [3] és [4] ilyen szabadalmazott magcsöveket ismertet zavartalan talajminták kinyerésére, az ezekhez tartozó technológiai elemzéssel. E magcsőtípusok jelenleg még kísérletezési stádiumban vannak, úgy hogy egyelőre alkalmazhatóságukról végleges véleményt mondani nem lehet. Ezzel kapcsolatban megállapítható az, hogy a „zavartalan talajminta" fogalomnak nemzetközileg elfogadott egyértelmű definíciója ez idő szerint még most sincs.

A laza kőzetben való fúrás terén is érvényesül a kisebb átmérőre (5—10 cm) való törekvés, amelynek során 2,5—3,5 cm átmérőjű fúrómagokat nyernek.

A fúrócső-csatlakozásokat és a csőhúzó készülékeket érintő több szabadalmi bejelentés [5, 6, 7, 8, 9], figyelemre méltó olyan különleges készüléket ír le, amellyel csövezetlen fúrólyukban a laza kőzetű fúrólyuk falából lehet talajmintát venni.

2.1.3. Fúróberendezések

A mintegy kb. 10 évvel ezelőtt bevezetett sekély mélységkapacitású fúróberendezés-típusokat ugyanazokkala jellemzőkkel, tehát hidraulikus hajtással, hidraulikus vagy mechanikus terheléssel (rászorítással), továbbfejlesztik, ill. tökéletesítik [10]. Az üzemben levő fú-

róberendezések zöme kezelhetőségével, kombinálhatóságával tűnik ki. Ezek részben hernyóláncon járnak, és kotrókhoz hozzáépítve, alternatív módon alkalmazhatók. Egy közleménysorozatban (Vollhydraulische Bohrgeräte, Schriftenreihe Alfred Wirth Erkelenz) kimerítően közölnek adatokat a berendezés jellemzőiről és alkalmazási területéről, valamint tervezési diagramokat is mellékelnek. Az irányzat az, hogy a legtöbb fúróberendezést, a balöblítéses fúrás érdekében, légemeléses (mammutszivattyúzásos) öblítőberendezéssel is ellássák. A közleménysorozat részletesen kimutatja, hogy a kemény kőzetben való fúráshoz még ma is helyenként a kötélfúrást alkalmazzák. Ennek elméleti alapjait és gazdaságos alkalmazási területeit összefogóan [11] ismerteti.

A [12], [13] és [9] további korszerű, elsősorban talajvizsgáló fúrásokra szánt, sekélyfúrási berendezéseket írnak le. Érdekes továbbá, hogy a sekélyfúrási berendezések szerkesztési elveit a közepes teljesítményű max. 3000 m mélységkapacitásra készült, rotari fúróberendezéseknél is alkalmazzák.

2.1.4. Fúrási eljárások, kutatási és teszteres technológiák

Egyelőre még pontosan nem mérhető fel, hogy a közeljövőben a szárazfúrási eljárás milyen mértékben szorul vissza az öblítéses fúrásokkal szemben. Az azonban biztos, hogy a kismélységű fúrások, elsősorban az alapozási talajvizsgáló fúrások terén, a szárazfúrás egyrészt a nem befolyásolt talajminták, másrészt a kisebb műszaki ráfordítások miatt továbbra is az uralkodó eljárás marad. Az öblítéses fúráshoz képest egyébként a fúrásiteljesítmény-különbözetek is kis mélységben (kb. 25 m-ig terjedően) kisebbek, mint nagyobb mélységek esetén. Másfelől, különösen a 80 m-nél mélyebb fúrásoknál, az az irányzat is tapasztalható, hogy a termelékenyebb öblítéses forgó fúrási technológiákat helyezik előtérbe. Ennek megfelelően változik a kőzetminták kinyerési technológiája is, valamint változnak az ezekkel szemben támasztott minőségi igények.

Az információszerzés terén egyre inkább élnek a geofizikai fúrólyuk-szelvényezések lehetőségeivel is, hogy ezzel a fúrástechnikai adatok nyújtotta információkat kiegészítsék [14, 15].

A jó néhány év óta ismert „Con-Core" fúrási eljárás, amely — mint köztudott — a gyűrűs tér statikus öblítéséből és egy kettős falú fúrószárban létesített fordított öblítésből áll; lehetővé teszi 1000 m mélységig a fúrómináták folyamatos kinyerését és vizsgálatát. E helyett — habár eddig is csak kis terjedelemben — inkább az egyszerű fúrócsővel dolgozó „Counter-flush" eljárást alkalmazzák, amely viszonylag kis munkaráfordítást és kisebb költséget igényel.

A fúrási eredményekkel szemben a hidrogeológiai kutatófúrásoknál támasztott követelményekről szól [16, 17, 18]. Az NDK-ban mélyített ilyen fúrásokkal kapcsolatban rámutatnak az időközben kibocsátott szabvány (TGL) előírásaira, és megkövetelik azoknak következetes betartását. A szerzők ezen túlmenően megfogalmazzák az idevágó szabvány előírásainak kiegészítését, ill. tökéletesítését célzó javaslataikat is.

A [19] és [20] szerzői nyomatékosan hangsúlyozzák az adatbankok megszervezésének, vagyis az adattárolásnak szükségességét a hidrogeológiai kutatófúrásoknál a fúrások közben nyert fúrástechnikai és geofizikai mérések útján nyert információk gyors visszakeresése érdekében.

A [21] és [22] szerzői kiemelik, hogy a hidrogeológiai fúrások teszteres vizsgálatai szempontjából egyre nagyobb jelentőségük van a több, részletesebb információt nyújtó és nagyobb mérési pontossággal dolgozó műszereknek. Hasonlóképpen a kőolaj kutatásához a hidrogeológiai kutatást végző fúrások során is megkülönböztetik a fúrási folyamat közben és a fúrás befejezése utáni teszterezés alkalmával szerzett eredményeket. Lengyelországban — ahogy az a [22]-ből kitűnik — figyelemreméltó pontosságú mérőműszereket alkalmaznak, amelyek lényegesen hozzájárultak a hidrogeológiai információk pontosításához. Szó esik a különböző mérési elvek kezdeti automatizálásáról is. [23] egy kettős pakker alkalmazhatóságát tárgyalja, amelynek segítségével talajvízvezető rétegek szelektív vizsgálatát lehet végezni.

2.2. Sekélyfúrás szilárd kőzetben

2.2.1. Fúrásmódok

Az öblítéses forgó magfúráshoz elterjedt keményfém betétes fúrókoronák, a hozzájuk rendelt kőzetosztályokban, eredményesen felveszik a versenyt a gyémánt fúrókoronákkal, de a keményfém betétes koronákat gyémánt fúrókoronákkal felváltva is alkalmazzák. A KGST-országokban egységesíteni törekszenek a gyémánt- és a keményfém koronák belső átmérőjét.

Jelentős haladást értek el a szuperkemény anyagok alkalmazásával. A szuperkemény „Szlavutics"-ot sikerrel alkalmazták kalibráló szemcsesorként az ASS típusú, szintetikus gyémántokkal impregnált fúrókoronákhoz. Ezzel a megoldással a koronák külső és belső átmérőjének kopása felére, ötödére csökkent; ugyanakkor a korona élettartama az 1,2—2,0-szeresére nőtt; az elért fúrási sebesség pedig 10—20%-kal volt nagyobb. Utánbővítő szerszámokat is gyártottak „Szlavutics" anyagból, amelyeknek — a kisebb gyártási költség mellett — majdnem kétszeres élettartamuk volt a gyémánt bővítőszerszámokhoz képest.

Sokat ígérőek azok a kísérletek is, amelyek során a fúrókoronákat Szlavutics-fémből készített vágóelemekkel látták el. Egy további szuperkemény készítmény — a kocka alakú bór-nitrid — fejlesztésén is dolgoznak.

A felületi befoglalású gyémántkoronák hatékonyságát az alábbi módokon igyekeznek fokozni:

— a gyémántok fajtájának és szemnagyságának jobb kiválasztásával a mindenkori kőzethez, valamint a gyémántszemeknek a fúrón való kedvezőbb elrendezése útján;

— a vágóajkak és a gyémántbeültetési séma variálásával;
— kopásállóbb, kisebb zsugorítási hőmérsékleten előállítható mátrix kifejlesztése segítségével;
— szintetikus gyémántok fokozottabb használatával.

A polikristályos, szintetikus gyémántokkal elért eredményeket kimerítően tárgyalja [25] és [26].

A KSAV jelű, 59 mm átmérőjű szintetikus gyémántkoronákkal a nehezen fúrható kőzetekben 90—150 kN fúróterheléssel, 460—600 l/min öblítés mellett a korona élettartama két és félszeres volt az összehasonlító fúrásban elért élettartamnak 115—150%-os fúrási sebesség és 6—24%-kal hosszabb fúrómenetek mellett; egyidejűleg a fajlagos gyémántfogyasztás a felére csökkent.

A gyémántfúrás technológiájában több év óta tapasztalható azon az irányzaton kívül, hogy a fúrási teljesítményt a fúrólyukátmérők csökkentése, a fúrórudazat nagy fordulatszáma és a kötélmagfúró berendezések, pontosabban a kötéllel a fúrócsövön belül kiemelhető magcsövekkel dolgozó ún. „wire-line" rendszer alkalmazása útján növeljék, a gyémántkoronákkal végzett ütve működő hidrofúrás is igen jó megoldásnak bizonyult a teljesítményparaméterek növeléséhez, továbbá az injektormagcsövek, valamint a légöblítés alkalmazása is eredményes útnak bizonyult, a nehéz földtani viszonyok között, szilárd kőzetből a magnyereség fokozására. E célra olyan különleges gyémántkoronákat használnak, amelyeknek megnagyobbított szelvényű öblítőnyílásaik vannak.

A szilárdásvány-kutatás során a magvétel nélküli, tehát a teljes szelvényű fúrást ma már nemcsak ott alkalmazzák, ahol a földtani adottságok eléggé ismertek, hanem ott és akkor is, ill. ahol és amikor a kőzetvizsgálatokhoz egyéb megbízható módszerek állnak rendelkezésre. Az az irányzat érvényesül, hogy egyrészt a geológiai információk megszerzésének előfeltételeit és lehetőségeit (komplex geofizikai szelvényezéseket, fúrólyukfal-televíziós vagy fotófelvételes vizsgálatait stb.) tökéletesítsék, másrészt a teljes szelvényű fúráshoz optimális technológiát dolgoznak ki.

A mag nélküli — vagyis a teljes szelvényű — fúrás főleg a kemény, zavart településű és hasadékos kőzetekben — tehát ott, ahol a magfúrás egyébként is problematikus — vált be. A [27]-ből kitűnik, hogy ilyen esetben a teljes szelvényű fúrás méterköltsége csupán 43—63%-a a gyémántkoronával végzett magfúrás költségének.

A Szovjetunióban gyártott egyrétű — vagyis felületi befoglalású —, valamint impregnált gyémántkoronákról ad [28] összefoglalást.

Az ütve működő hidrofúrás igen hatékony a közepes dinamikus szilárdságú, ill. a nagy koptató hatású kőzetekben. Alkalmazási területe kibővül a bonyolult földtani felépítésű szerkezetekkel, valamint azokkal a kőzetviszonyokkal, amelyekben gyakoriak a fúrólyuk-elferdülések.

A legelterjedtebbek a közvetlenül ható merülő hidro-fúrókalapácsok (pl. a csökkentett öblítéssel dolgozó típus), amelyekben az öblítőfolyadék-árammal működtetett ütődugattyú, a fúróvéssővel közvetlenül, mereven összekötött üllőre csap.

Legújabban már a gyémántkoronákkal végzett ütve működő hidrofúrás is kezd általánosabbá válni. Ennél a fúrási módszernél nagy frekvenciával hatnak az impulzusok az ütőszerszámra. A 76 mm átmérőjű gyémántkorona optimális terhelése az ilyen ütő-hidrofúrás esetében 50—60 kN.

Az eddig elért kísérleti eredmények szerint a gyémánt-hidrofúrással a teljes fúrási sebesség 35—59%-kal volt nagyobb, mint az egyszerű gyémántfúrásé, továbbá az ilyen fúrás méterköltsége is jelentősen csökken [29, 30].

2.2.2. Az új kutató magfúrási módszerek

A kis átmérőjű kutató magfúrási technikában évek óta az a törekvés, hogy műszaki fejlesztéssel és szabványosítással az átmérőtartományt egyrészt szűkítsék, másrészt nemzetközileg is egységesebbé és természetesen hatékonyabbá tegyék [31].

A ma már mindjobban terjedő kötélmagfúrási eljárás előtérbe helyezte a kisebb fúrólyukátmérőket, hiszen e fúrási mód döntő előnye éppen a kis átmérő (Q- és QU-sorozat).

A jó magnyereség biztosítása kis fúrólyukátmérő mellett is világszerte sok szakmai kutatóintézet munkatervének témája; [32] szerint
— a fúrólyukátmérőnek 93-ról 76 mm-re (lényegében a HQ-ról az NQ-ra) való csökkentése a mechanikai fúrási sebesség 15—20%-kal való növelését eredményezi;
— ehhez hasonlóan a lyukátmérő 76-ról 59 mm-re (NQ-ról BQ-ra) csökkentése is a fúrási sebességet 10%-kal növeli;
— a lyukátmérőnek egy-egy mérettel való csökkentése útján a gyémántkorona élettartama 20%-kal megnő;
— a fúrt méter költségét hasonló lépésekkel 10—20%-kal lehet csökkenteni;
— energia-, gyémánt-, fém-, vegyszer- és szállítási költséget annál jobban sikerül leszorítani, minél kisebb a fúrólyuk átmérője;
— kis lyukátmérők esetén az akaratlan lyukelferdülések és az üzemzavarok veszélye is egyre csökken;
— a munkafeltételek pedig a fúróbrigád számára jelentősen javulnak.

Az öblítéstechnika terén egyre világosabban érvényre jut az a nézet, hogy az öblítés a kutató magfúrások terén is döntő tényezője a fúrási folyamatnak. A mind nagyobb fordulatszámok alkalmazása megköveteli azt, hogy szilárd anyagban szegény öblítőfolyadékokat használjanak, mivel a keletkező centrifugális hatás következtében a szilárd anyag az öblítőfolyadékból a cső-, ill. a rudazatfalra csapódik. Ez a jelenség az igen kis gyűrűstér-méret miatt igen könnyen üzemzavarokat okoz, amelyek különösen a wire-line rendszerű magfúrás (kötélmagfúrás) esetében igen veszélyesek. Ezért a kötélmagfúrási módszer terjedése serkentőleg hat az öblítéstechnika továbbfejlesztéséhez.

A kenőanyaggal adalékolt, szilárdanyag-szegény öblítőfolyadékok használatával máris jelentős eredményeket értek el, s további kutatómunkával új távlatok nyílnak az öblítésvegyészet [33, 34, 35], valamint az öblítéstechnológia számára is. Igen nagy jelentőségű e szempontból az öblítőfolyadék tisztítása is [36].

A kutató fúrástechnikában alkalmazott igen kis fúrólyukátmérők szabatos technológiai számításokat követelnek; éspedig elsősorban a fúrólyuk-hidraulika,

valamint a fúrási folyamat súrlódási kérdései lépnek előtérbe. A kutató magfúrás öblítőfolyadékainak választéka is bővült, az öblítésveszteségek leküzdésére a levegővel kevert öblítőfolyadékkal [37]; a lyukfal szilárdítására, latexadalékot [38] alkalmaztak.

Az elferdült fúrások törvényszerűségeit és okait vizsgálja *Morozov* [47]. Bemutatja a kis átmérőjű irányított és több talpú (gyökér-) fúrásra szolgáló eszközöket, módszereket és a kialakult technológiákat, valamint az irányított ferdefúrás tájolására használt eljárásokat és készülékeket is, végül az orientált magszedést kis átmérőjű fúrólyukból. — [39, 40, 41] szerzői a különböző típusú ferdítőeszközökkel végzett irányított fúrás alkalmazási lehetőségeit és eredményeit is elemzik.

2.2.3. Fúróberendezések és fúrási eszközök

Ez idő szerint a szilárd ásványi nyersanyagok felkutatására kétféle magfúróberendezés-típust használnak:

1. az ún. Craelius-rendszerű, hagyományos kutató magfúró berendezéseket, és
2. a forgató-öblítőfejjel ellátott, hidraulikus hajtású fúrógépeket [42].

A hagyományos *kutató magfúró berendezések* kifejlett megoldások, azonban egyes berendezéselemeken még mindig tökéletesítenek; pl. az emelőművekhez pofás fékeket alkalmaznak az eddigi szalagfékek helyett, mégpedig folyadékhűtéssel; szervoműködtetőket építenek be az emelőmű tengelykapcsolói és fékjei számára. A kötélmagfúrás érdekében a fúrógépeket rendszerint hozzáépített kötélcsörlővel látják el; a forgatóorsónak nagyobb áthaladási szelvényt biztosítanak, hogy ezzel megkönnyítsék a kötélmagfúrás megkövetelte nagyobb átmérőjű fúrócsővel való manipulációt.

A hatékony gyémántfúrás érdekében a fordulatszámtartomány (8—10 kapcsolási fokozattal) 1000—1500 min^{-1} fordulatig tolódott el, ami a rudazatátmérő növelésével együtt a fúrógépnél nagyobb hajtóteljesítményt igényelne. Általában azonban az tapasztalható, hogy a nagyobb mélységekhez könnyűfém fúrócsöveket és könnyebb fúrógépeket használnak.

A villamos hajtású kutató magfúró gépek legátfogóbb fejlesztése jelenleg a fokozat nélküli fordulatszám-szabályozás terén folyik. E célból főleg tirisztorkapcsolásos, azaz -vezérléses megoldásokat alkalmaznak.

A KGST keretében a kutató magfúró berendezések terén a tagállamok által kidolgozott szabványosítási javaslatok érvényesülnek mind magának a fúrógépnek, mind pedig a fúrószerszámnak, mechanikai segédberendezéseknek, valamint az ellenőrző és regisztráló műszereknek szempontjából is. Annak érdekében, hogy a forgó—ütő fúrási módhoz a talpi hidraulikus és pneumatikus fúrókalapácsok is hatékonyan alkalmazhatók legyenek, e fúrógépek fordulatszám-tartományának alsó határát kb. 20 min^{-1}-re kell választani. Ezeket az új irányelveket a szovjet UKB-sorozatú és a román SG-sorozatú fúróberendezéseknél már figyelembe vették [43, 44, 45, 46].

A fúrótornyok fejlesztése terén előtérbe helyezik a szállításra legkedvezőbb megoldásokat, hogy ezáltal is rövid fel- és leszerelési időket biztosítsanak, továbbá, hogy a fúrótorony dőlt felállítási lehetőségével az irányított ferdefúrások lemélyítését is segítsék [47].

Jelentős műszaki fejlesztési tevékenység folyt az axiáldugattyús hidromotorokkal hajtott *forgatóöblítőfejjel dolgozó fúrógépek* terén [64].

Általános tünet, hogy a gyárak az építőkocka elvén szerkesztett fúrógépeket ajánlanak. Ennek során egy bizonyos teljesítményfokozaton belül — egy alaptípusból kiindulva — a különböző változatokban gyártják, így pl. könnyen szétszerelhető, vagy hordozható egységekre bontott, vagy föld alatti használatra is alkalmas, felfüggesztve szállítható, önjáró, vagy helyhez kötött fúrógépek formájában.

A kutató fúróberendezésekhez tartozó *öblítőszivattyúk* új irányban fejlődtek. Az új fúrógépekhez ma már majdnem kizárólag csak a kettős, illetve hármas iker plundzserszivattyúkat, vagy az ugyancsak triplex, de egyhatású dugattyús szivattyúkat alkalmazzák. Ezeknek legfőbb előnyük a kis méret, tömör építés és a kis tömeg. A löketszám és a lökethossz, illetve plundzser- vagy dugattyúméret változtatása segítségével a mindenkori fúrószerszámnak (magcsőnek) legmegfelelőbb öblítésáram biztosítható [49].

Igen kevés szakcikk tárgyalja a kutató magfúrások ellenőrző, mérő- és szabályozó műszereit; pedig a lyukátmérő csökkentésére irányuló törekvések ezen területen is fokozott fejlesztést kívánnak.

Különös jelentősége van e téren a hajtások ellenőrzésének és optimalizálásának [50], valamint az öblítőáram mérésének is [51].

A fúrási folyamat optimalizálása érdekében további műszerkombinációkat létesítenek, hogy a fúrási üzem összes paramétereit nyomon követhessék. Egy ilyen komplex mérőberendezést az [52] szerzői mutatnak be.

A KGST keretében a kutató magfúrások céljaira kialakított mérőműszerekről [53] ad áttekintést. Ez az összeállítás nem teljes ugyan, de hasznos kísérlet a különböző mérőműszerek választékának és mérési módszereinek rendszerezésére és minősítésére.

Mivel a nagy fordulatszámmal való fúrás előfeltétele a fúrólyuk kis (59 mm-nél kisebb) átmérője, illetve az egész fúrószár kellő stabilitása, ezért a fejlesztés irányzata az, hogy a fúrócső átmérőjét a fúrólyuk átmérőjéhez közel vigyék; 0,9, sőt ennél nagyobb fúrócső—fúrólyuk átmérőarány megvalósítására törekszenek.

További általános fejlesztési tendenciák nagyobb szilárdságú csőanyagok bevezetésére és a fúrócső tömegének csökkentésére irányulnak, könnyűfém ötvözetek és üvegszál—műanyag használata útján [54, 55].

Ez idő szerint a Szovjetunióban a fúrócsövet 36 G 2S acélból gyártják, vagyis az eddig használt D-fokozatú acéllal szemben a szakítószilárdságot 650-ről 700 N/mm^2-re, a folyási határt pedig 350-ről 500 N/mm^2-re növelték [56]. Az alumínium fúrócsövek fokozott alkalmazása (ezen mindig alumíniumötvözetek értendők) az alábbi előnyökkel jár: csökkenti a fúrócső fajlagos tömegét, súrlódását, a mozgatott tömegeket mind a fúrólyukban, mind a szállítás során; csökkenti a fúróberendezés hajtógépteljesítmény-igényét, növeli a fúróberendezés mélységkapacitását, és mérsékli a hidraulikus súrlódási veszteségeket a csövek sima felületei útján. Ugyancsak előnyös a könnyűfém fúrócsövek alkalmazása a kisebb vibrációra való hajlam, a jobb magnyereség, a nagyobb fúrási sebes-

ség, a fúrt méterre vonatkoztatott kisebb fúrócsőfogyasztás, végül a megkönnyített munkafeltételek szempontjából.

A kopás csökkentését és a kemény kőzetekben a súrlódással szembeni jobb viselkedését a kisebb súrlódási tényezőnek tulajdonítják, valamint annak, hogy a felületen állandó önfelújuló, igen kemény oxidációs film keletkezik.

Különös jelentősége van az alumínium fúrócsőnek mint mentőrudazatnak, mert a szorulás helyére vonatkoztatva, nagyobb a húzóereje, kis tömegének következtében gyorsabban be- és kiépíthető mint az acél fúrócső, ezzel megrövidíti az üzemzavarok felszámolásának időtartamát, nagyobb biztonságot nyújt a mentési munkák elvégzéséhez; ugyanakkor az alumínium rudazat anyaga könnyen elmarható, ill. forgácsolható. Az alumínium fúrócső felsorolt előnyei arra vezettek, hogy horizontális fúráshoz is sikerrel alkalmazták [57].

Az USA-ban az üvegszálas műanyagból készített kis tömegű (2,87 kg/m) fúrócsöveket sikerrel alkalmazták a Nemzetközi Antarktiszi Glaciológiai kutatócsoport fúrásaiban.

A nagy fordulatszámmal való fúrások esetében az alumínium fúrócsövek követelményei az alábbiak:
- működőképesség 1000 min^{-1} fordulatszám esetén is;
- szigorú gyártási tűrések betartása;
- egyenletes falvastagságok és tömegeloszlás a cső tengelyére vonatkoztatva;
- egyenesvonalúság;
- tömören záró rudazatkötések;
- sima külső felület és egyenletes merevség.

A fúrócsőátmérők illesztése a fúrólyukátmérőkhöz új fúrócsőtípusok fejlesztéséhez vezetett. A hegesztett kötésű kapcsolóidomokkal ellátott fúrócsövek használata esetén a hagyományos méretű csöveket mindig a következő kisebb méretű csőkötéssel hegesztik össze. A fúrócsövek egy másik változatánál a cső és a csőkötő elem közti kapcsolatot egy hengeres trapézmeneten át járulékos támfelületekkel biztosítják. A csőkötésnek ez a módja kiküszöböli a veszélyes finommenet-tartományt. Az ún. előre hegesztett csőkötéseknél még gyakori csaptörések kiküszöbölésének megoldásán nemzetközi (KGST-) viszonylatban is fáradoznak [58]. A kötélmagfúrás fokozott alkalmazása új fúrórudazat-típusok kifejlesztésére ösztönöz. Ezek követelményei a kivitel, a mérettartósság és a kezelés szempontjából különlegesek.

A fúrócsövek tapasztalható egységesítési törekvéseit az indokolja, hogy a csőtartalékolást és -tárolást egyszerűsítsék, továbbá univerzális fogó- és összecsavaró szerszámokat használhassanak.

A flexibilis rudazattal végzett kísérletek — amelyek célja a be- és kiépítési munka elkerülése, egyszerűsítése volt — sikerrel kecsegtetnek [54]. Ugyancsak a gyorsabb, biztonságosabb fúrócsőkezelést szolgálják azok az új készülékek, amelyekkel a kenőanyagot beépítés közben fel lehet hordani a fúrócsőkapcsolók meneteire [60].

2.3. Vízkutak fúrása, kútépítés

A vízkutak elvi felépítése-kiképzése lényegében nem változott meg, azonban néhány tanulmány közelebbről vizsgálja az egyedi problémákat, ezzel fokozza a biztonságot és javítja a minőséget. [61] elméletileg vizsgálja meg a kutak béléscsöveinek mechanikai igénybevételét. Ezzel azonban egyértelműen még nincs tisztázva, hogy a terhelési esetek közül melyik a legkritikusabb; viszont a [61] útmutatást ad arra is, hogy a kutakat hogy kell célszerűen és gondosan kiképezni, továbbá hogy kell új kutak üzembe helyezésekor legkedvezőbben eljárni; ettől remélhető, hogy a berendezések optimális alkalmazásával a súlyos üzemzavarok veszélye csökkenni fog. A kutak méretezésében ma még fennálló bizonytalanságok okai többek közt a terhelés felbecsüléséből is adódnak, ahol továbbra is nyitott kérdés, hogy a „silónyomás" elméletének alkalmazása kellően indokolt-e?

Főleg a mély (300 m) víztelenítő kutak építése során szerzett különleges tapasztalatokat tárgyalja [62]. A geológiai és hidrológiai viszonyok itt részben különféle intézkedésekre kényszeríthetnek, pl. bentonitos öblítés alkalmazására vagy magas talajvízszint esetén annak előzetes lesüllyesztésére.

A 300 m-nél mélyebb, nagy átmérőjű kutak mélyítését átfogóan és összehasonlítható módon tárgyalja [63]. Ebben elsősorban az figyelemre méltó a fúrócsövek, illetve a fúrószerszám kialakítása igen hatásos súlyosbítókkal és teljesítőképes görgős fúróval; ez utóbbi részben bővítőfúróként is működik, ami főleg ott célszerű, ahol a talajvízvezető tartományban minél szélesebb gyűrűs térre törekszenek. Úgyszintén gyakorlatilag fontos utalásokat is közöl [63] nagy átmérőjű kutakban alkalmazott búvárszivattyúk használatára.

A [64] és [65] azt mérlegeli, hogy a szűrőcsövek állapotát kútfényképezés vagy kúttelevízió útján célszerűbb ellenőrizni. Mivel színesen is el lehet az ilyen felvételeket készíteni, fennáll az a lehetőség, hogy a károk okait a múlthoz képest minőségileg jobban elemezhessék, és a szükséges ellenintézkedéseket nagyobb biztonsággal foganatosíthassák.

A kútkiképzés megkönnyítéséről *E. Bieske* tanulmánysorozatban számolt be (BBR 1975. 449—514). E tanulmányokban az összes szűrőtípusok rövid áttekintése után elsősorban a PVC-szűrőcsövekről szól a szerző részletesen. Ismerteti azok mechanikai szilárdsági tulajdonságait, valamint a különböző menetfajtákkal eddig kialakított csőkötéseket. A beépítési technológiáról szóló részben a szűrőkavics elhelyezésére is találhatók itt konkrét útmutatások.

A [66, 67] szerzői a fúrásokhoz közeli hidraulikával, valamint a talajvizet vezető kőzetek áteresztőképességének meghatározásával foglalkozva elsősorban az ismert, egyszerűsített differenciaszámítási móddal dolgoznak, amely a gyakorlati megállapításokhoz kellő pontosságú eredményeket szolgáltat. A kút távoli vízállásmérési adatainak hidrológiai szivattyúzási kísérletekhez való felhasználásának feltételeit [68] tárgyalja, s a bemutatott számítási módszerek elsősorban a nagy kiterjedésű talajvízszint-süllyesztési folyamatok kutatásainak elemzésére alkalmasak.

2.4. Akna- és nagy átmérőjű fúrás

2.4.1. A fejlődés általános iránya

A nagy átmérőjű fúrások súlypontja az igen nagy (5 m-nél nagyobb) átmérőjű aknák fúrásától mindinkább az 1,5—4,0 m átmérőjű fúrólyukak mélyítése felé tolódik el; többségük a 2—3 m-es átmérőtartományba esik [69]. A Szovjetunió talán ma az egyetlen ország, ahol a nagy átmérőjű aknákat még fúrástechnikai módszerekkel mélyítik, de ebben az országban is e fúrásmód alkalmazásában — annak berendezései tekintetében — csökkenő irányzat figyelhető meg. *V. A. Fedjukin* (Prohodka vertikalnüh tornüh vürabatok burenie. NEDRA, Moszkva 1975) áttekintést nyújt a Szovjetunióban alkalmazott aknafúrási eljárásokról. Ezzel kapcsolatban e kérdés állását, különösen az NDK-ban részletesen elemezték. Figyelemre méltó módon a már régebben kifejlesztett géptípusok ismertetésén kivül *Fedjukin* elsősorban a Szovjetunióban ilyen célokra használt reakciós turbófúrásról (RTB-eljárásról), közöl részletesen adatokat, és matematikailag tárgyalja e berendezések kinematikáját. Az ilyen aknafúró berendezések teljesítményi adataiból kitűnik, hogy az utóbbi években e módszer technológiáját és gépi berendezéseit (teljesítményeit) jelentősen továbbfejlesztették. Energetikailag a szovjet aknafúró berendezések igen nagy kapacitásra vannak méretezve.

Az aknabiztosítási anyagok, beépítési technológia és biztosítási (cementezési) munkák terén a Szovjetunióban továbbra is a jól bevált acélbetétes betonbiztosítás módszerét alkalmazzák, éspedig szakaszonkénti beépítési technológiával, s ezt a rendszert igyekeznek tovább tökéletesíteni,

Az acél aknabiztosítást szintén szakaszosan építik be. A beépítési és cementezési technológiák mellett e kérdések matematikai oldalát is taglalják. Az egyre jobban terjedő ún. „raise-boring" eljárás, vagyis egy föld alatti bányaüregbe mélyített vezető fúrólyuk kibővítése a végleges aknaméretű, vagyis nagy átmérőjű fúrásra (felülről lefelé vagy alulról felfelé) elsősorban az angolszász és az általuk befolyásolt országokra korlátozódik. Ennek folytán az angol nyelvű folyóiratok minden közleménye a raise-boring eljárással elért teljesítményekre és fejlesztési eredményekre vonatkozik. Egy áttekintő tanulmányban [70] szerzői azt állapítják meg, hogy a szénbányászatban a raise-boring eljárást sokkal gyakrabban kellene és lehetne használni. Mindenesetre nem minden esetben lesz azonban mód a raise-boring eljárás teljes aknahosszban való alkalmazására, mert a fedü felső rétegsorozata gyakran vízvezető és kevésbé állékony kőzetekből áll. Mindenképpen lehetséges azoban, hogy az ilyen esetekben a felső szakaszt a szokványos aknafúrási technológiával mélyítsék, és e szakaszt egy, a helyzetnek megfelelő aknabiztosítással lássák el. Ezután majd folytatható az aknafúrás a raise-boring eljárással egészen a végső aknamélységig.

2.4.2. A nagy átmérőjű fúrás elért eredményei

Igen figyelemre méltó *Kranner* és *Magnus* esetleírása, amelyben a megelőző beszámolóinkban már említett, a vezető fúrólyuk mélyítésének problémáit és ezek közt is a legfontosabbat: a vertikális irány feltétlen betartását tárgyalják. A vezetőfúrás átmérőjeként a 8 $^3/_4$″ méret igen alkalmasnak bizonyult, s ennek mélyítése során [71] szerzői szerint 1,0—1,3 m/h fúrási sebesség érhető el. A következő bővítési fokozathoz 24″-et választottak, és ezzel is biztosítható volt az 1,0—1,3 m/h-s fúrási sebesség, sőt esetenként ez még 9,5 m/h-ig is fokozható volt. A leírt nagy átmérőjű fúrás összmélysége 701 m volt, vagyis a raise-boring eljárással eddig elért legnagyobb mélység. A végső 3,65 m átmérőre való bővítést alulról felfelé végezték el 5500 kN rászorítási erő alkalmazásával. Ezzel 0,95—1,84 m/h, max. 2,04 m/h fúrási sebességet értek el. A tiszta fúrási idő az összidőnek 40%-a volt. A pilótafúrólyuk mélyítése során fakasztott vizeket el kellett zárni; részben a metánbeszivárgások is hátráltatták a munkát. Ilyen és más munkamegszakítások ellenére a 3,65 m átmérőjű, 701 m mély fúrólyukat 8 hónap alatt elkészítették, amit más bányászati munkamódszerrel elérni nem lehetett volna.

A raise-boring eljárás további részleteiről a [72] és [73] szól. Egyebek közt adatokat közölnek a raise-boring eljárással maximálisan elérhető átmérőre (3,6 m a 85-R típusú *Robbins*-féle modellel) és az alkalmazható fúrási rendszerre vonatkozóan. Ezek szerint 1,5 m átmérő esetén 13,5 percfordulatszámot, 0,9 m átmérő esetén pedig 15 percfordulatszámot javasolnak választani. A fajlagos terhelést görgőnként átlagban 50—110 kN; felfelé fúrásnál az összfelhúzóerőt 5000 kN-ban adják meg. A raise-boring eljárást igen kemény és abrazív kőzetekben (kvarcitban) is alkalmazták [72]; ilyen kőzetekben is elértek a bővítés során 1,5—3,0 m/h sebességet. A keményfém betétes fúrógörgők élettartama — amelyeknek csapágyait 95 bar nyomással szemben eltömítették — átlagban 4 nap volt. A raise-boring eljárást 60—90°-os ferdeség mellett is alkalmazni lehet. A raise-boring eljárásra vonatkozó, már idézett esetleírás szerint az igen kemény kőzetekben való bővítőfúrásnál munkaszervezési intézkedések útján az egyes munkafolyamatokat átfedéssel úgy tudták elvégezni, hogy ezzel a termelékenységet még tovább növelték. A [72] a továbbiakban arról is beszámol, miszerint a raise-boring fúrólyukakat arra is felhasználják, hogy belőlük bányászati módszerekkel 8 m átmérőig terjedő nagy aknákat képezzenek ki.

A nagy átmérőjű fúrólyukmélyítés különleges alkalmazását a helyhez kötött tengeri fúrófedélzetek alapozására szolgáló fúrt cölöpök előállítására is kifejlesztették. Az ilyen fúrólyukakat természetesen csövezni kell, amihez olyan csövező gépeket használnak, amelyekkel 2,2 m-ig terjedő átmérőjű csöveket is be lehet forgatni. A fúrást a mammutszivattyúzásos fordított öblítésű módszerrel végzik. A megjelent közleményekből azonban felismerhető, hogy a raise-boring technológia jelenleg a legtermelékenyebb nagy átmérőjű lyukfúrási módszer mindazokban az esetekben, midőn a fúrólyuk végpontját bányászati módon már alámüvelték. Mivel a bányászati célú fúrásnál ez a követelmény az esetek túlnyomó részénél biztosítva van, ezt a módszert célszerű továbbfejleszteni és alkalmazni.

2.4.3. Nagy átmérőjű fúrások berendezései

Az utóbbi 10 évben alkalmazott ilyen fúróberendezés-típusok továbbra is:
— teljesen hidraulikus hajtással, valamint
— a fúró mechanikus vagy újabban a fúrólyuktalpra való hidraulikus rászorításával dolgoznak.

Egy már idézett tanulmánysorozat kimerítő adatokat közöl, és tervezési diagramokat is csatol az egyes fúróberendezés-típusokról (Vollhydraulische Bohrgeräte, Schriftenreihe A. Wirth und Co., Erkelenz). E fúróberendezések hajtógép-teljesítményét annyira növelték, hogy a több fokozatú fúrás — a pilótafúrólyuk után a végső átmérőig — elmaradhat, úgyhogy a pilótafúrólyuk lefúrása után a következő fúróméretttel már a végső átmérőt is elérik [73, 74, 75]

2.4.4. A nagy átmérőjű fúrás fúrószerszám- és fúrási tartozékai

Úgy mint eddig, továbbra is érvényes az a felismerés, hogy a nagy átmérőjű fúrás teljesítményének a fokozása elsősorban a fúrószerszám minőségétől függ. Három alaptípust alkalmaznak általában, mégpedig a fogazott görgőket, keményfém fogakkal ellátott keményfém betétes görgőket és a tárcsás görgőket, egy vagy több tárcsájú görgővel. Az utóbbi típusokat leginkább a fúrótest külső felületén helyezik el. A keményfém betéteknek azelőtt csak egy gömbhéjnyi felületük állt ki a görgőből, és ezért az ilyen fúrók por alakú furadékot adtak; már több év óta a mélyfúrási technikában egyre nagyobb mértékben a háromgörgős fúróba helyezett vésőszerű végződéssel megoldott keményfém betéttel, ún. „chisel-bit" formájában gyártják. Ezek a vésőszerű foggal kiképzett keményfémcsapok a fúrandó kőzetre főleg ékhatást gyakorolnak, és ezért durvább furadékot termelnek, mely sok tekintetben kedvezőbb a kőzetbontás szempontjából [70]. A fúrószár stabilizálása itt is a legfontosabb segítő intézkedés, hogy a fúrólyuk függőlegességét biztosítsák. A fentiekben már idézett tanulmánysorozat a stabilizátorok újszerű, szántalp alakú típusát mutatja be. Ezeket vagy együttforgó, vagy nem együttforgó elemként gyártják.

2.4.5. A nagy átmérőjű fúrás öblítési problémái és hidraulikája

A legtöbb esetben a fordított öblítést alkalmazzák a mammutszivattyúzási rendszerrel [76]. Ezzel az évtizedek óta tartó az a vita is eldőlt, mégpedig a légemeléses (mammutszivattyúzásos) eljárás javára, vagyis megdőlt az a nézet, hogy a 150 m-nél kisebb mélységekben a felszerelés szempontjából egyszerűbb szívófúrást célszerűbb alkalmazni. A légemeléses öblítéssel dolgozó fúrás az öblítési típus megválasztása tekintetében is lényegesen rugalmasabb, mint a szívófúrás. [76] a légemeléses — air-lift — fúrás hidraulikai összefüggéseit is taglalja. Ez a tanulmány igen tanulságos a nagy átmérőjű fúrások tervezése és végrehajtása szempontjából, és néhány gyakorlati számítási példát is tartalmaz.

IRODALOM

[1] *Medek, K.:* Entwicklung der Technik und Technologie der Greiferbohrens in der ČSSR. ZGIWTI *2* 66—8.
[2] *Sparenberg, H.:* Trockenkernrohr. BRD-Patent Nr. 2 302 411; Kl. 5b, 19/00.
[3] *Gruschwitz, G.—Völker, R.:* Verfahren und Vorrichtung zur Entnahme von ungestörten Bohrkernen, vorzugsweise für nichtbindige Lockersedimente. DDR-Patent Nr. 113 943; Kl. 5a, 25/00.
[4] *Gruschwitz, G.*: Geräte zur Entnahme von ungestörten Bodenproben in Form eines Bohrkernes. DDR-Patent Nr. 114 114; Kl. 5a, 49/02.
[5] *Lüderitz, H.—Schneider, H.:* Einlegeverbindung für lösbare Rohrverbindungen, insbesondere für Bohrrohre. DDR-Patent Nr. 109 935; Kl. 47f1, 25/00.
[6] *Wippig, W.:* Rohrverbindung für Bohrrohre. BRD-Patent Nr. 2 165 827; Kl. E 21b, 17/46.
[7] Einrichtung zum Ziehen von Bohrrohren. BRD-Patent Nr. 2 242 599; Kl. E 02d, 9/02.
[8] *Davis, H. E.:* Hohlkupplung zum Verbinden einer hohlen Antriebsstange mit einer hohlen Schneckenbohrstange und Verfahren zur Entnahme von Bodenproben. BRD-Patent Nr. 2 235 929; Kl. 5b, 15/00.
[9] *Markgraf, H.*: Die Entnahme von Bodenproben im Lockergestein aus der Bohrlochwand unverrohrter Bohrungen. NBT 402—3.
[10] *Arnold, W.—Lehmann, R.:* Derzeitiger Stand und Entwicklungstendenzen der bohrtechnischen Ausrüstungen in der hydrogeologischen Erkundung. ZGIWTI *2* 18—29.
[11] *Lehmann, R.:* Das Seilbohren als schlagendes Bohrverfahren in der Hydrobohrtechnik für das Festgestein in der DDR. ZGIWTI *2* 30—40.
[12] *Gloth, H.—Wazlawik, K.:* Entwicklung und Erprobung einer Flachbohranlage für die Baugrunderkundung. NBT 915—9.
[13] *Heermann, R.:* Erdbohrgerät. BRD-Patent Nr. 1 297 046; Kl. 84c, 17/14.
[14] *Kothen, H.:* Erkundung und Projektion von Braunkohlenlagerstätten. Braunkohle 268—73.
[15] *Lux, K.-N.:* Ermittlung der dynamischen Verhältnisse in hydrogeologischen Bohrungen mit Hilfe der geophysikalischen Bohrlochmessung. ZGIWTI *2* 178—80.
[16] *Meinert, N.:* Erfahrungen mit dem Counterflushverfahren in der hydrogeologischen Erkundung. ZGIWTI *2* 51—65.
[17] *Weder, H. J.:* Geologische Forderungen an Hydrobohrungen und die Qualitätssicherung bei der Durchführung hydrogeologischer Bohr- u. Testarbeiten. ZGIWTI *2* 7—17.
[18] *Dittrich, J.:* Die Forderungen des Objektgeologen an die Bohrprobengewinnung und -ablage. ZGIWTI *2* 133—42.
[19] *Vogt, P.:* Die Dokumentation und Speicherung der Daten von hydrogeologisch-relevanten Aufschlüssen. ZWGITI *2* 106—18.
[20] *Nehring, H.:* Der Aufbau einer geologischen Datenbank im rheinischen Braunkohlenbergbau. Braunkohle 273—8.
[21] *Becker, H.:* Die Technologie der Bohr -und Testarbeiten im Festgestein. ZGIWTI *2* 41—50.
[22] *Lazarski, Z.—Wrzosek, R.:* Die Anwendung von Meßgeräten bei hydrogeologischen Untersuchungen. ZGIWTI *2* 153—63.
[23] *Obermann, P.:* Möglichkeiten der Anwendung des Doppelpackers in Beobachtungsbrunnen der Grundwassererkundung. BBR 93—6.

[24] *Lakomov, I. T.—Svec-Suszt, F. M.—Grabcsenko, A. I.:* Szinteticseszkie almazü i szlavutics v geologorazvedocsnom burenii. Szinteticseszkie almazü (1976), 1/43, 49—52.
[25] *Makszakov, V. I.—Szavel'ev, V. A.—Obidin, V. P.:* Koronki tipa KSZVA, armirovannüe szinteticseszkimi almazami. RON *3* 25—6.
[26] *Pankratov, E. I.—Kruglov, A. N.—Scsabrin, I. A.:* Koronki KSZVA dlja burenija geologorazvedocsnüh szkvazsin. RON *7* 33—6.
[27] *Kozlovszkij, E. A.:* Optimizacija proceszsza razvedocsnogo burenija. Nedra, Moszkva (1975), 303 o.
[28] *Juskov, A. Sz.—Szerik, E. L.:* Burenie geologorazvedocsnüh szkvazsin. Nedra, Moszkva, 1976, 287 o.
[29] *Graf, L. E.—Kiszelev, A. T.—Kruszir, I. N.:* Rezul'tatü opütnogo burenija gidroudarnümi masinami sz almaznümi koronkami. RON *4* 18—21 (1975).
[30] *Kruszir, I. N.—Golikov, V. Ja.—Prihod'ko, A. N.:* Éffektivnoszt' gidroudarnogo burenija v treszte "Vorosilovgradgeologija". Ékszpreszsz-Inform. Tehn. i Tehnol. Geol.-razved. Rabot. VIÉMSZ *6* 1—3.
[31] *Sinóros-Szabó L.:* A kutató magfúrás fejlődési irányai. FK *2* 4—14.
[32] *Lakomov, I. T.—Svec-Suszt, F. M.—Grabcsenko, A. I.:* Szinteticseszkie almazü i szlavutics v geologorazvedocsnom burenii. Szinteticseszkie almazü (1976), 1/43, 49—52.
[33] *Agesin, M. Sz.—Kusnir, B. A.:* Émul'gator dlja prigotovlenija émul'szionnüh promüvocsnüh zsiodkosztej. Ékszpreszsz-Inf. Tehn. i Tehnol. Geol.-razved. Rabot. VIÉMSZ *5* 1—6.
[34] *Morozov, Ju. N.—Truscsin, V. Ja.—Szimonov, G. A.:* Burenie szkvazsin sz primeneniem aérirovannüh zsidkosztej. RON *6* 54—6.
[35] *Didebulidze, I. A.—Szvanidze, V. A.:* Antivibracionnüe szredsztva dlja almaznogo burenija. RON *8* 19—24.
[36] *Heyne, B.:* Spülungsreinigung mit dem Entsander. ZAG *1* 43—5.
[37] *Tujakbaev, N. T.—Medvedev, M. F.:* O szosztojanii rabot po bor'be sz pogloscseniem v geologorazvedocsnom burenii metodom aéracii promüvocsnoj zsidkoszti. RZGL *7* L 85.
[38] *Kurocskin, B. M.—Gorskov, G. F.—Poljakov, L. P.—Pargatov, V. M.—Paev, L. M.—Sisakin, B. A.—Szlavszkij, Sz. V.:* Opüt primenenija tamponirujuscsej szmeszi sz dobavkoj lateksza. Bur. *2* 34—6.
[39] *Evsztaf'ev, V. I.:* Burenie mnogozabojnüh szkvazsin. RON *12* 45—8.
[40] *Zsurniszt, V. I.—Kamenev, G. P.:* Almaznoe burenie napravlennüh szkvazsin. RON *4* 30—5.
[41] *Kosztin, Ju. Sz.—Perminov, V. V.—Szolovov, Ju. G.:* Razrabotka i iszpütanija otklonitelja TC—3—73. RON *3* 21—5.
[42] *Sinóros-Szabó L.:* A kutató magfúrás fejlődési irányai. FK *2* 4—14.
[43] *Szergienko, I. A.—Cinenko, V. P.—Bacanov, L. D.:* Parametrü i osznovnüe konsztruktivnüe oszobennoszti burovüh masin i mehanizmov. Moszkovszkij Geologorazvedocsnüj Insztitut, Moszkva, 1975, 118 o.
[44] *Szergienko, I. A.:* Osznovü proektirovanija usztanovok razvedocsnogo burenija. Ucsebnoe poszobie. Ib. 1975, 118 o.
[45] TGL 23 962: Bohrgeräte für die Erkundung fester mineralischer Rohstoffe. Hauptparameter.
[46] RS 4031—73 (KGST-szabvány) Bohrgeräte für die Erkundung fester mineralischer Rohstoffe. Spezielle technische Forderungen.
[47] *Poljakov, G. D.—Bulgakov, E. Sz.:* Vüski i macstü v razvedocsnom burenii. Kujbisev, 1975, 183 o.
[48] *Moronski, Q.—Kossakowski, L.:* Wiercenia surowcowe w USA wykonywane przez firme Longyear. Technika Poszukiwan Geologicznych *4/64* 10—5.
[49] RS 3187—71 (KGST-szabvány) Ausrüstungen für das Niederbringen geologischer Erkundungsbohrungen. Spülpumpen.
[50] *Szavel'ev, N. N.—Szimkin, V. Ja.:* Kontrol' krutjascsego momenta pri kolonkovom razvedocsnom burenii. Ékszpreszsz-Inform. Tehn. i Tehnol. Geol.-razved. Rabot. VIÉMSZ *5* 7—16.
[51] *Levcsenko, N. Sz.:* Raszhodomer promüvocsnoj zsidkoszti. RON *5* 54—5.
[52] *Brojtman, I. M.—Latüpov, A. Sz.:* Apparatura AKB—7 dlja upravlenija proceszszom razvedocsnogo burenija. Tehnicseszkie Nauki *19* 170—4 (1975).
[53] VEB GFE Halle, Betriebssektion der KDT Reihe Bohrtechnik, Bohrausrüstungen. Teil 2, 18—44.
[54] *Szerb, A. I.—Trofimov, G. M.:* Burenie sz pomoscs'ju legkoszplavnüh trub. RON *11* 50—2.
[55] *Rulisek, P.:* Moznosti bezpecnoho pouziti vrtnych trubek typu CSs a CS pri maloprumerovem vrtani hlubokych vrtu. Prace VUGI XXXIV 311—27.
[56] Buril'nüe trubü sz termicseszki uprocsnennoj rez'boj muftami. Miniszterszvo Geologii SZSZSZR, 1975.
[57] *Volkov, A. Sz.—Petrov, I. P.:* Burenie gorizontal'nüh szkvazsin legkoszplavnümi buril'nümi trubami. RON *6* 29—33.
[58] *Kvilka, V. G.—Pesalov, Ju. A.:* Vnedrenie progreszszivnüh szposzobov v praktiku burovüh rabot. Nedra, Moszkva, 1975, 23—8.
[59] *Andrianov, I. N.:* Szovremennüe i perszpektivnüe szposzobü oszuscsesztvlenija szpuszkoped"emnüh operacij pri burenii szkvazsin. Metodika i Tehnika Razvedki 102, 5—13.
[60] *Didebulidze, I. A.—Szvanibze, V. A.:* Antivibracionnüe szredsztva dlja almaznogo burenija. RON *8* 19—24.
[61] *Schmidt, K. K.:* Mechanische Beanspruchung der Brunnenausbaurohre bei der Herstellung und Inbetriebnahme von Produktionsbrunnen. ZGIWTI *2* 69—82.
[62] *Krowszynski, S.:* Erfahrungen des hydrogeologischen Betriebes Krakow beim Abteufen von großkalibrigen Entwässerungsbrunnen für den polnischen Braunkohlenbergbau. ZGIWTI *2* 129—32.
[63] *Blank, R.:* Tagebauentwässerung im rheinischen Braunkohlenrevier mit großkalibrigen Tiefbrunnenbohrungen und entsprechenden Tauchmotorpumpen. BBR 87—92.
[64] *Bieske E.:* Schadenfeststellung in Brunnen durch Brunnenfernsehen und Brunnenfotografie (I). BBR 367—70. (1975)
[65] *Bieske, E.:* Schadenfeststellung in Brunnen durch Brunnenfernsehen und Brunnenfotografie (II). BBR 415 —8. (1975)
[66] *Dede, E.—Hüper, G.:* Kritische Betrachtungen zur Hydraulik des Groß-Vertikalbrunnens. BBR 133—5.
[67] *Schulz, G.—Schulz, H. D.:* Berechnung des Gesteinsdurchlässigkeit k_F aus Grundwasserständen und Abflüssen. BBR 359—62.
[68] *Kley, W.:* Zur Andordnung von brunnenfernen Meßpegeln bei hydrologischen Pumpversuchen. BBR 357—9.
[69] *Arnold, W.:* Schwerpunkte bei der wissenschaftlich-technischen Weiterentwicklung von Technologien und Ausrüstungen zur Herstellung vertikaler Grubenbaue nach bergmännischen und bohrtechnischen Arbeitsmethoden. (Vortrag: Schachtbaukolloquium, Freiberg, 1976.)
[70] *Kennedy, B. A.—Clews, K. M.—Aimone, J. T.:* Underground mines use more raise shaft borers; New continuous miners. WM June 80—5.
[71] *Kramer, W. M.—Magnus, V. L.:* Drilling record raise bored shaft; 12-foot diameter mud 2300 feet deep. WM Oct 44—7.
[72] Subterrean box hole systems put high performance in low profile. WM May 16.
[73] Worlds most powerful raise drill for South Africa. WM May 33.
[74] Better than double penetration rate, half the cost. WM July 67.
[75] New blind raise boring machine for gold mines. WM Apr 33—4.
[76] *Allan, J. A.:* A review of reverse circulation big hole drilling methods. World Coal Feb *77* 20—4.

3. Mélyfúrási geofizika

3.1. A fejlődés általános irányai

Az 1976. év szakirodalmáról szóló jelen tanulmány a mélyfúrási geofizika jubileumi évében készült: feltehetően 1927. szeptember 5-én került sor a franciaországi Pechelbronnban az első olyan mélyfúrási mérésre, amely már „szelvényezésnek" nevezhető. Egy A 3,5 M 0,1 N elrendezésű inverz vagy gradienssszondával mértek pontonként, méterenként megállva. A pontokat összekötve született meg a világon az első ellenállásszelvény.

A *Schlumberger* testvérek által szabadalmaztatott mérési eljárás rövid idő alatt elterjedt a mélyfúrással foglalkozó országokban. 1929-ben Venezuelában, a Szovjetunióban és az USA-ban, 1930-ban pedig már a mai Indonéziában „szelvényeztek". Megalakult a *Schlumberger* társaság az eljárás, ahogy ekkor nevezték az „elektromos magvétel", „carottage électrique" vagy „electrical coring" hasznosítására.

Ma visszatekintve az ekkor megszületett mélyfúrási geofizika első fél évszázadára, megállapíthatjuk, hogy fejlődése rendkívül gyors volt, nemcsak első éveiben, hanem szinte teljesen végig.

A fejlődés korszakait 1968-ban megjelent könyvében *Desbrandes* (l. Különszám 1969. 3.[30]) a következőképpen osztotta föl: 1945-ig tartott a *kvalitatív* korszak, akkor kezdődött a *kvantitatív*, majd ezt követi 1970-ben (írta 1968-ban) az *analitikus korszak*.

A kvantitatív korszak kezdetét lehetne még korábbra tenni: 1941-ben jelent meg ugyanis *Archie* alapvető tanulmánya, amely arról ad hírt, hogy már az akkori kezdetleges szelvényadatokból is lehetséges rétegparamétereket (porozitást, víztelítettséget) kvantitatíve meghatározni. Ez a bebizonyított megállapítás hosszú időre megszabta a mélyfúrási geofizika fejlődésének irányát.

A műszaki fejlesztés kezdetben kizárólag a technikai előrehaladást tartotta céljának, amint arra szükség is volt. Az első pontonkénti mérés után hamarosan bevezették a félautomata-méréseket, majd ezt is kiszorította a teljesen automatikus, emberi hibáktól mentes fotoregisztrálás. Tulajdonképpen ez tette lehetővé a kvantitatív értelmezés elkezdését, mert így a mért adatok reprodukálhatóvá és pontosabbá váltak.

A kvantitatív munka során észlelt egyéb, nem a méréstechnikából, hanem külső körülményekből származó zavarok kiküszöbölése érdekében fokozatosan bővítették a mérések választékát. Ma — azt mondhatnánk — minden fizikai paramétert megmérnek a fúrólyukban, ha a mérés technikailag megvalósítható, és ha a mérés eredménye felhasználható valamire.

A mérések tökéletesedése, a mérési adatok egzakttá válása eredményezte, hogy jelentős fejlődésnek tudott indulni *az értelmezési munka* is. Sőt ma, a *Desbrandes* szerint már bizonyosan folyamatban levő analitikus korszakban sokkal hatékonyabban tudjuk a megbízhatóvá vált szelvényanyagokat elemezni. A korszakot az *elemző jellegű* mérések és értelmezési módszerek térhódítása jellemzi.

Az analizáló mérési módszerek közé sorolhatjuk azokat, amelyek a környezet elemi összetételének meghatározására alkalmasak; példának említhetnénk közülük a spektrális gamma-mérést, a spektrális neutronélettartam-szelvényezést, az új keletű C/O-mérést, amely a prompt-gamma-sugárzás spektrális észlelésére alapul, és így tovább.

De analizáló a korszak azért is, mert jól ismétlődő, a körülményekhez következetesen alkalmazkodó, a környezet egyes tulajdonságaival törvényszerűen változó mérési eredmények precízebb, pontosabb, mondhatnánk *analizáló* értelmezést tesznek lehetővé.

Ezeknek a gépi úton végzett értelmezéseknek nemcsak a számítógépek elterjedése adta meg az alapját, hanem az eljárások pontossága és a kapott erdmények következetessége is szükséges volt hozzá. Az analizáló értelmezési eljárások többféle irányzata közül a gépi értelmezés legutóbbi fejlődése során — úgy látszik — a matematikai statisztikai módszerek győzedelmeskedtek. A kőzetek, a tárolók sokfélesége miatt a keresett tárolóparaméterek és a mérhető geofizikai paraméterek között fellelhető kapcsolatok általában inkább statisztikai jellegűek, és csak meghatározott helyeken érvényesek. Nyugodtan mondhatjuk, hogy *nincs két egyforma tároló*, és éppen ezért nincsenek mindenütt érvényes kapcsolatok sem a tárolóparaméterek között.

A statisztikai feldolgozás viszont egy nagyobb adathalmazra épül fel, gyakran minden területre új szabályokat, „törvényszerűségeket" állapítanak meg segítségével. A sok adat feldolgozására alapozott módszerek azonban csak a gépi értelmezés bevezetésével terjedhettek el igazán. Ennek során eleinte a nagy számítógépek voltak egyeduralkodók (a vezető szelvényező vállalatoknál uralmuk még ma is tart), de úgy látszik, hogy a jövő útja nem ez. Inkább a kis gépek elterjedése várható, olcsóságuk és flexibilitásuk ugyanis

olyan előnyt jelent, amellyel nagy gépek nem rendelkeznek.

A gépi úton végzett értelmezésnek egyik nagyon fontos célja, hogy a szelvények alapján hibás döntések ne fordulhassanak elő. A jó gépi értelmezésnek helyes és jól érthető eredményeket kell hoznia azok számára is, akik a szelvényezéshez egyáltalán nem értenek [1].

Kívánalom, hogy az értelmezés végeredménye közérthető legyen, ugyanakkor azonban a számolóprogramok rugalmasak szoktak lenni, mert menet közben is felmerülhet a közbelépés szükségessége az interpretátor részéről. Az értelmezés lehet gépi, de nem válhat gépiessé [2].

A mélyfúrási geofizikai fejlesztés célja — úgy látszik — mindenütt a gépi értelmezés megvalósítása, illetve feltételeinek megteremtése. Céltudatos fejlesztési koncepciók irányulnak erre. Nálunk például a lyukhatásra kompenzált eszközök kialakítása és a digitális jelrögzítés megoldása látszik a legégetőbb feladatnak [3]. Persze vannak jelentős hibák is: hiányolható az egységes fejlesztés, nem érvényesül eléggé a pontosságra való törekvés, felesleges átfedések is késleltetik néha az eredmények elérését [4]. Hasznos lehet a nemzetközi együttműködés, ez még különböző technikai színvonalon álló országok között is előnyös mindkét félre nézve [5].

Hasonló elvek jellemzik a *Szovjetunió* fejlesztési munkáját is. *Zsuvagin*nak e kérdéssel foglalkozó tanulmányából ki kell azonban emelni a nagymélységű fúrások geofizikai kérdéseinek megoldására irányuló törekvéseket, mert ilyen teljesítőképességű eszközökre hamarosan szükség lehet [6].

A műszaki fejlesztésben, de általában az egész iparág fejlődésében a számítógépek ma már nem képviselnek külön irányzatot. Az egész műszaki életben várható, hogy a számítógépek lassan-lassan minden területre betörnek, és elfoglalják helyüket. A gépi munkára való előkészítés (amit a mélyfúrási geofizikában a digitális jelrögzítés vagy digitalizálás jelent) és a gépek alkalmazása ma már nem választható el a nem gépi technikától. Ennek megfelelően idei bibliográfiai tanulmányunkban a digitális és számítógépi technikát tárgyaló cikkeket nem külön fejezetben idézzük, hanem témájuk szerint a méréstechnika vagy az értelmezés fejezetében. Ezzel is jellemezni kívánjuk, hogy a számítógép egyre jobban beleolvad a mindennap technikájába.

3.2. Méréstechnológia, mérőeszközök

A tanulmányok áttekintése azt mutatja, hogy a legnagyobb fejlődés a nukleáris mérések, főleg a neutronmérések és az energiaszelektív mérések terén észlelhető.

3.2.1. Nukleáris mérések

Az ütemesen neutronokat kibocsátó neutrongenerátoros eljárásokról beszélünk először, amelyek közé korábban csak a neutronélettartam-szelvényezés tartozott. Újabban más mérésekkel is bővült a *mesterséges neutronforrással* végzett mérések köre. Már előző számainkban is említést tettünk a C/O-mérésről. Néhány újabb adatot közöl erről *Wichmann* és társainak két helyen is megjelent közleménye. Technikai részletek ismertetése mellett bemutatják a kidolgozott eltérési görbeseregeket is, így a C/O függését az S_w-től, az Si/Ca-viszonytól. A bemutatott görbék alapján jó felvilágosítás kapható a szénhidrogén-tartalomról [7, 8].

Ugyanennek az eljárásnak sok technikai és elméleti érdekességét tárgyalja *McWhirter* cikke, kitérve a kalibráció kérdéseire is. Foglalkozik C/O és Si/Ca-mérések együttes lebonyolításával is [9].

A pulzáló működésű neutrongenerátorok újabban alkalmazásra kerültek az uránérckutatásban is. A neutronbombázás hatására az ércben létrejövő hasadás újabb neutronokat termel, amelyek detektálása útján az érc minősége jobban kimutatható, mint az egyszerű gamma-méréssel. Erről az eljárásról szóló cikkükben *Givens* és társai bemutatják az alkalmazandó korrekciókat s a kalibrációt is [10, 11].

Ha neutronélettartam-szelvényezésnél a befogási gamma-sugárzást *energiakapuzással* regisztrálják, akkor H- és Cl-görbét lehet fölvenni, ezek alapján pedig következtetni lehet a szénhidrogén-tartalomra. Különösen jól korrelálható a CH-tartalomal a H/Cl-viszonyt detektáló görbe. A mérés nagy előnye, hogy béléscsövön át is kiváló eredményeket ad [12].

Mikulin és társainak közleménye hasonló energiaszelektív méréseket tárgyal, szintén a különféle energiájú befogási gammákat, illetve ezek viszonyát mérik. Megfelelő energiacsatornákat választva higanyérc kimutatása is lehetséges ezzel a módszerrel [13].

A neutrongenerátoros mérések *kétcsatornás fajtáját* korábban már ismertettük. Egy új megoldásáról *Krivo* és társainak cikke számol be. Ha a szondahosszakat és az egyes időablakokat jól választják meg, akkor ilyen módon a neutronélettartam-mérés eredménye porozitásra vagy szénhidrogén-tartalomra korrigálható. A témával kapcsolatban végzett modellméréseket is ismertetik [14]. A hidrogéntartalom kompenzálásának méréstechnikai feltételeivel foglalkozik *Bulatov* és társainak a cikke [15].

A *természetes gamma-sugárzásnak energiaszelektív* mérése a közelmúltban terjedt el. Már az elmúlt évben utaltunk rá, hogy az északi-tengeri fúrásokban jó eredményeket értek el ezzel az eljárással. *Marett* és társainak most megjelent közleményében újabb híreket olvashatunk a témáról. Beszámolnak róla, hogy legújabban az energiaszelektív mérések eredményeit már a gépi értelmezésbe is beépítették. A különféle energiájú görbéket három energiaablakon veszik föl, segítségükkel megállapítható az agyagosság és a csillámtartalom is [16]. Az energiaszelektív gamma-mérés kalibrációjának kérdéseivel — ugyancsak az Északi-tengerrel kapcsolatosan — *Hassan* és társai foglalkoznak. Ismertetik a magméréseket, amelyek az értelmezési munka alátámasztására szolgálnak, de bemutatnak

más kutatási területekről származó eredményeket is [17, 18].

Misin és *Gavrilova* az energiaszelektív gamma-mérés speciális ásványbányászati alkalmazásáról ír. Az energiaszelektivitást úgy valósították meg, hogy kétszer mérnek ugyanazzal a szondával, de az egyik húzásnál ólomárnyékolást alkalmaznak. A szondát mesterséges sugárzó modelleken hitelesítik be [19].

Utkin és társainak cikke a sűrűségszelvényezés energiaszelektív detektálásának lehetőségeivel foglalkozik. Részben laboratóriumi, részben terepi mérések eredményeire támaszkodva írják le, hol, milyen eredmények várhatók ettől a módszertől. A szerzők szerint elsősorban ásványkutatásban perspektivikus ez az eljárás [20].

A neutronaktiválásos mérés helyes elvégzése megköveteli, hogy a forrás és a detektor távolsága, valamint a szonda vontatási sebessége összhangban legyen egymással. Az optimális mérési feltételek meghatározását *Barenbaum* és *Jakubszon* cikke tárgyalja [21].

A nukleáris-mágneses mérés egy új eszközéről *Aliev* és társainak közleménye ad hírt. A kétimpulzusos (spin-echo-s) módszerrel működő szonda a gyakorlati használatban levőknél jobb eredményeket adott a kísérleti mérések során [22].

A szcintillációs méréstechnika általános technikai kérdéseiről szól *Salamon* tanulmánya. Részletesen kitér a méréstechnika minden fajtájának alkalmazási körülményeire, beleértve az energiaszelektív mérések követelményeit is. Tárgyalja a korszerű impulzustechnika elektronikus kérdéseit és a kábeles jelátvitel problémáit is. A cikk jó tájékoztatást ad eszköztervezők számára [23].

3.2.2. Elektromos, akusztikus és egyéb mérések

A fúrólyukat körülvevő közeg elektromos ellenállásának meghatározására irányuló mérések a szelvényezés legrégebbi módszerei, mégis adódnak újdonságok e téren is. A csövezett kutakban végzett kőzetellenállás-mérés régi információszerzési igény, sajnos eléggé korlátozottak a lehetőségei. Ezekkel foglalkozik *Mamedov* cikke [24].

Baslükin egy új megoldású mikroszonda konstrukcióról számol be, amellyel lényegesen jobb mérési eredmények érhetők el alacsony ellenállású öblítőiszapban is [25]. Egy különleges irányított áramterű ellenállásmérő eszközt ismertet *Samworth* és *Cherrie* cikke. A szénkutatás céljaira kidolgozott kis átmérőjű (∅40—50 mm) szonda egyerű kábellel működtethető. Bemutatják a szondával készült szelvények értelmezéséhez szükséges korrekciós görbeseregeket is [26].

E témakörhöz sorolható a *dielektromos szelvényezés* is, amelynek elméletével, változataival és alkalmazási körülményeivel foglalkozik *Akszelrod* tanulmánya. A szerző szerint karbonátokban előnyösebbnek látszanak az induktív dielektromos mérések, míg alacsonyabb ellenállású környezetben a kapacitív dielektromos mérésektől várhatók jobb eredmények [27].

Az akusztikus sebességmérés alkalmával gyakori ciklusugrások elkerülésére egy automatikus szabályozókapcsolást ismertet *Kapusztin*. Maga a sebesség szabályozza az időmérést, ezért külső eredetű zajokra érzéketlen a rendszer [28]. *Pilkington* egy igen kis átmérőjű, termelőcsőben is használható akusztikus cementkötés-ellenőrző szondát mutat be cikkében. A frekvencia, a szondahossz és a szondaátmérő hatását a mérési eredményekre egyaránt megvizsgálja [29].

Az akusztikus mérések családjába sorolhatók az előző években már említett *zajszelvényezés eszközei* is. A témában *Robinson* közleményét, amelyben az eljárás alapjait közli, előnyomat alapján már ismertettük. Alkalmas a módszer a béléscső mögötti kommunikációnak, a perforálás hatásosságának ellenőrzésére, általában a beáramlások, illetve nyelések kimutatására [30]*. A szerző most két új cikkben számol be a legfrissebb eredményekről, amelyek során sikerült föld alatti kitöréseket, a cementköpenyben perforálás vagy savazás hatására keletkező csatornákat kimutatni. Egyben igen részletes leírást is ad az eszközről és a mérések lebonyolításának feltételeiről [31, 32].

Egy másik kivitelű, mikrofonos zajérzékelő „lehallgatóberendezésről" *Britt* tollából olvashatunk két közleményt. Leírást ad a kisméretű eszközökről, a mérés technológiájáról. A közölt példákból kiderül, hogy az eljárás a perforálás minőségének ellenőrzésére is alkalmas [33, 34]. Egy harmadik zajérzékelő, a „sziszegést" észlelő szondáról *Myung* ad leírást. Ez a készülék repedéses tárolók hasadékainak detektálására is jól alkalmazható. A készülékben van egy akusztikus adó is, így a vevő a beérkező „természetes" hangokon kívül a reflektálódó hangokat is érzékeli. A visszavert hullámok hullámképének rögzítése alapján a környezet sok tulajdonságát meg lehet határozni [35].

A lyukgraviméteres mérések témakörében *Jageler* cikkét az előző évben előnyomat alapján már ismertettük. Tárgyalja ebben a publikációban ennek a még nem általánosan elterjedt módszernek a lehetőségeit. Véleménye szerint a graviméterrel kapott eredmények pontosabb prozitásszámításokat tesznek lehetővé, mint a közönséges sűrűségszelvényező készülékek. Az újabb, korszerű eszközök már nagyobb mélységben (70 MPa nyomás, 140 °C hőmérséklet mellett) is alkalmazhatók. Kérdés azonban, hogy érdemes-e ezt a módszert használni, mert nagyobb pontossága ellenére lényegesen hosszabbak vele a műveletek [36]*.

A „pontosabb" eredményekkel kapcsolatosan kell említeni *Snyder* cikkét, amelyben hangsúlyozza, hogy a lyukgraviméteres mérések eredményeit célszerű még korrigálni: a felszíni gravitációs méréseknél is használatos *Bouguer*-korrekciót végzik el, s e korrekció alapja a kompenzált sűrűségszelvény [37].

3.2.3. A fúrástechnikát érintő újdonságok

A technikai mérések területén elsőnek *Terescsenko* cikkét említjük, amelyben egy újfajta lyukbőségmérőt ír le. A hatkaros lyukműszernek, amely nyitható-zárható és 250 °C-ig használható, a jeleit egyenként és összegezve juttatják a felszínre három kábeléren keresztül. A szelvények feldolgozása bonyolult, ezért ez általában számítógépen történik [38].

Több cikk tárgyalja a *fúrás közbeni szelvényezés* lehetőségeit és kísérleteit. A közlemények foglalkoznak a fúrás közben felvett ellenállásgörbék jellegével, a kábeles mérésekkel való hasonlóságukkal [39]; ismertetik a fúrócsőre, illetve a súlyosbítóra szerelt mérőrendszer kivitelezését, tartósságát és zavarait,

a hőállóságot, kopásállóságot [40]; végül a nagyobb méretű hengeres elektródák elvi kérdéseivel is foglalkozik egy közlemény, eltérési görbéket közölve [41]. A cikkek sok gyakorlati tapasztalatról számolnak be.

A *béléscső állapotának* mérésére szolgáló készülékeket ismertet *Bradshaw*. Ez egy elektromágneses eszköz, amely négy paramétert regisztrál, a lyukfalhoz, illetve a béléscsőhöz tapadó papucsok segítségével. A felvett görbékből megállapítható, hogy van-e a csövön sérülés; ha igen, hol (a belső vagy külső felületen); milyen kiterjedésű a felület mentén a sérülés és így tovább. A mérés kiegészíthető más szelvényekkel (pl. akusztikus cementszelvénnyel), és akkor még pontosabb eredményeket ad a cső állapotáról [42].

Baltosser egy olyan mágneses lyukeszközt ismertet, amelynek segítségével 5—6 m távolságból meghatározható egy béléscső helyzete. Olyan irányított ferdefúrásoknál alkalmazzák, amelyekkel egy másik fúrást akarnak megközelíteni (pl. kitörés esetében) [43].

A nagy átmérőjű fúrólyukak speciális szelvényező eszközeit *Atkinson* és *Pointer* mutatják be cikkükben, amely már az előző évben is megjelent, csaknem ugyanebben a terjedelemben. Tájékoztatást ad az ilyen fúrások mérésére alkalmas szondákról és a kőzetparaméterek meghatározásának lehetséges módszereiről [44]*.

A *nagymélységű fúrások* szelvényezésével kapcsolatos nehézségekről *Martin* és *Rust* írt hosszabb tanulmányt. Kitérnek ebben a nagymélységű mérések mechanikailag erősített eszközeire (beleértve a felszíni kábelmozgató berendezéseket is), a hőálló lyukműszerekre, a kábellal szemben támasztott különleges követelményekre és így tovább. A nagymélységű szelvényezés tekintetében ez az utóbbi idők egyik legérdekesebb tanulmánya [45].

Részben kapcsolódik a nagymélységű szelvényezés kérdéseihez a kábel és a lyukszerelvények korrózióvédelmének problémaköre is. Ebben a tárgyban megjelent *Connell* és *Shapiro* korábban (Ksz. 1975, 3. [31]) már idézett tanulmánya, amely a korrózióvédelemről, a korrózióálló acélfajták geofizikai alkalmazásáról (kábelköpeny, szondák tömszelencék gyártásáról) sok érdekeset közöl [46]*.

A nagymélységű szelvényezés legnagyobb „ellensége" a nagy hőmérséklet. A munkálatok előtt ismerni kell a várható hőfokokat a helyes felkészülés érdekében. A kaukázusi terület tervezett nagymélységű fúrásaival kapcsolatban tárgyalja *Filin* és *Kir'jaskin* a várható geotermikus hőmérsékletek és a földtani formációk alakulásai közötti összefüggéseket, egészen 5000 m mélységig figyelemmel kísérve a valóságos helyzetet is. A hőáram értékét alapul véve megadják a mélyítendő 6000 m-es fúrásokban várható hőfokértékeket [47].

A szelvényezés a nagy hőmérsékletű szakaszokon gyakran csak a lyukkörnyezet lehűtése után bonyolítható le zavartalanul. A hűtés bizonytalan volta viszont a mért maximális hőfokok pontosságát teszi kétségessé. Ezekkel a kérdésekkel foglalkozik *Lachmayer* cikke [48].

3.2.4. Digitális méréstechnika

A korszerű szelvényezéstechnika eszközei között egyre gyakrabban előfordulnak a számítógépes feldolgozást megkönnyítő digitalizáló, illetve közvetlenül digitálisan regisztráló készülékek. Ezekkel a fotoregisztrálással egyidejűleg felveszik a mért adatokat digitális formában mágnesszalagra (esetleg lyukszalagra) is.

A műszaki fejlődés irányából egyértelműen az állapítható meg, hogy jelenleg a mért adatok közvetlen digitális felvételén kívül *azonnali feldolgozásukra,* bizonyos mértékű *értelmezésükre* is törekednek a fejlesztési munka során. Az irodalom több olyan berendezés elkészültéről beszámol, amelyek segítségével egy helyszíni gépi értelmezés elvégezhető. Előbb a Gearhart—Owen cég ismertette új berendezését, amelyről most, egyévi használat után *Moseley* számol be. A digitális mérőberendezés analóg regisztrátora lézersugaras, a sugarat a digitális jelek vezérlik, amelyeket egyidejűleg szalagra is fölvesznek, illetve további számításokat végeznek velük. Számítanak sűrűségporozitást, agyagtartalmat, korrigált porozitást, víztelítettséget. Egyes területeken a rendelők kívánságára más számításokat is bevezettek, amelyek elősegítik a helyszíni döntéseket [49].

A *Schlumberger* cég is bevezetett egy új digitális és analóg jelrögzítésre, valamint terepi kiértékelésre alkalmas berendezést. Ennek pontos, alapos leírását olvashatjuk *Eaton* és társainak közleményében. A mérőegység fő része egy adatgyűjtő, azt a szonda, illetve a kábel felé legfeljebb egy átalakító interface előzi meg. Valamennyi lyukműszer jelei azonos digitális formában kerülnek a műszer feldolgozó egységébe. Ebből lehet a mért adatokat közvetlenül mágnesesen regisztrálni, lehet a számítógépben azonnal feldolgozni, de lehet egy D/A átalakító után analóg formában is regisztrálni konvencionális fotoregisztrátoron. A berendezés jobb kihasználhatósága érdekében növelik a szondakombinációk számát, szaporítják alkalmazásukat. A különböző húzásokban felvett mérések eredményeit is tovább lehet számítani a gép segítségével, s mivel a fotoregisztráló léptetőmotoros, a már számított paramétereket, adatokat tartalmazó „szelvények" tetszőleges mélységléptéknek megfelelően rajzolhatók ki. Az eddigi tapasztalatok szerint a berendezés nagyon jól bevált [50].

A szénkutatás terén is használnak digitálisan mérő berendezést. *Cherrie* tájékoztatása alapján megismerhetünk egy egyszerű, kisebb teljesítményű, de minden igényt kielégítő, kazettás magnetofonra dolgozó műszeregységet. A berendezés jelátvitele, konverterei igen egyszerűek, alkalmazkodva a kisebb méretekhez. A terepen felvett kazettaszalagokat a gépi értelmezés céljaira a gép kódjának megfelelően átjátsszák [51]. A gépi munkánál állandóan felmerül a már kész, régebbi szelvények utólagos digitalizálásának kérdése. Ez a témája *Gahan* cikkének, amelyben részletesen tárgyalja az összes ilyen célt szolgáló automata és félautomata megoldást, bemutatva mindegyiknek előnyeit és hátrányait [52].

3.3. Termelésgeofizikai műveletek

A mélyszivattyúrúd gyűrűs terében végzett termelési mérésekről, egy új technikai megoldásról számol be részletesen egy tanulmány. A mérések célja elsősorban az áramlási profil meghatározása. A kialakított szondák ∅ 22 mm méretűek, hosszuk eléri a 6 métert is.

A mérési választék egyelőre hőmérsékletmérésből, áramlásmérésből és a fluidum sűrűségének a megméréséből áll. Kiegészíti a műveleteket a karmantyújelző és egy izotóp kibocsátására alkalmas injektor. A mérések lebonyolítása különleges kútfejszerelvényt igényel, amelyen excentrikusan helyezkedik el a lubrikátor. A méréseket megelőzően tartósan (több napon át) egyenletes ütemben folyik a szivattyúzás. A szerzők a műszaki baleseti veszélyt kisebbnek tartják, ha a szonda beépítése alatt folyik a szivattyúzás. A mérési eredmények igen jók [53].

Keding egy olyan termelésgeofizikai eszközt ismertet, amely a kútban folyó *áramlás vízszintes összetevőjét* méri. A készüléket elsősorban perforálások ellenőrzésére használják, segítségével ugyanis megállapítható, hogy melyik nyíláson át milyen mértékű a beáramlás (vagy nyelés) [54].

Holm és *Kleinegger* egy orientált sűrűségmérő szondát mutat be, melynek átmérője 53 mm, érzékelője motorral forgatható. Álló helyzetben végeznek vele körben mérést, ennek eredménye az egyes termelőcsövek helyzetéről és a cementköpeny minőségéről nyújt felvilágosítást [55].

A *neutronélettartam-szelvényezés* változatlanul a legtöbbet alkalmazott és a legjobb eredményeket hozó termelésgeofizikai művelet, alkalmazásáról sok cikk számol be. *Bradel* általános áttekintést ad ennek a mérésfajtának több éves alkalmazásáról [56]. *Abduhalikov* és társai egy összetett pórusszerkezetű és nagy sótartalmú rétegvizet tartalmazó karbonátos tárolóban szerzett mérési és értelmezési tapasztalatokat elemzik. Az élettartammméréseket közönséges neutron-gammával kiegészítve dolgozzák föl [57]. Régi fúrások új szelvényezésével sok értékes adat szerezhető. Az ilyen utólagos méréseknek is egyik legfontosabb művelete a neutronélettartam-szelvényezés, alkalmazását azonban közismerten korlátozza, ha a rétegvíz sótartalma nem elég magas. Ekkor a C/O-mérés segítségével lehet ismereteket szerezni a tárolóról [58].

A neutronélettartam-szelvényezésből kapott befogási hatáskeresztmetszet-értékek egy porozitásskálára transzformálhatók át, amelyet össze lehet hasonlítani a közönséges neutronporozitással. E két porozitásgörbe elválásai a szénhidrogén-tartalommal hozhatók kapcsolatba. Az elválás mérve vagy iránya alapján a szénhidrogén minőségére lehet következtetni [59]. A neutronélettartam-szelvény speciális alkalmazásáról írnak *Beaver* és társai. A termelési adatok és az élettartamgörbék összehasonlítása, cross-plotja alapján előre meg lehet határozni a termelvény összetételét. Az értelmezési eljárás két szondahosszas élettartamszelvényt és természetes gammát igényel, elsősorban régi kutak felújításánál alkalmazzák [60]. Régi kutak újraértékelésének gépre vitt változatát mutatja be *De Vries* és társainak cikke. A C/O-mérésre, élettartamszelvényre és a régi, csövezés előtt készült szelvényekre alapozott program flexibilis, egyaránt alkalmazható homokköves és karbonátos tárolókra, továbbá különféle minőségű régi mérési anyagok esetében is [61]. A termelés előrehaladásának ellenőrzésére rendszeresen végzett geofizikai vizsgálatok előnyeit ismerteti *Gaćeša* cikke [62].

A cementköpenynek a perforálás hatására bekövetkező károsodása különösen laza homokkövekben veszélyezteti a termelés folyamatosságát. Az intenzív termelés a cementben és a kőzetben üregképződéshez vezethet a perforált csatorna körül. *Alekszandrov* és társai megállapítják cikkükben, hogy élettartammérésekkel ez a jelenség kimutatható, mert a kaverna befogási hatáskeresztmetszete eltér a vizes és szénhidrogénes szakaszoktól egyaránt [63].

A termelés, illetve besajtolás közben végzett hőmérsékletmérés hasznos adatokat ad, bár értelmezése nem mindig egyszerű [64].

Dvorkin és szerzőtársai azt a kérdést tárgyalják, mennyire befolyásolja a hőmérsékletprofilt a beáramló fluidum jellege. Elsősorban a víz és az olaj között észlelhető különbségeket keresik, sok példát bemutatva [65].

3.4. A mérési módszerek elméletével foglalkozó tanulmányok

3.4.1. Nukleáris módszerek

A nukleáris mérések eredményei függenek a kőzet bizonyos tulajdonságaitól, a fúrólyuk különféle hatásaitól. Ezeket a kapcsolatokat általában kőzetmodelleken szokták kimérni. A kőzetmodellmérések hosszadalmasak, helyettük *Rezvanov* és *Mihajlov* közelítő módszert javasol, amelynek segítségével az inhomogenitások hatása a mérési eredményekre számítható. Számításaikkal az indukciós mérések geometriai tényezőihez hasonló korrekciós faktorokat kaptak. A szerzők szerint ez az elv minden nukleáris mérésre alkalmazható [66]. A természetes-gamma-sugárzás indikációi és az agyagtartalom, illetve a sugárzó elemek mennyisége közötti kapcsolat részletes vizsgálatairól [67] számol be. Szerzői még megállapítják, hogy az agyagosság meghatározása a közönséges gamma-szelvényből magasabb rádiumtartalom esetén nem lehetséges. Az agyagosság ugyanis csak a kálium- és tóriumtartalommal van kimutatható kapcsolatban.

A sűrűségszelvények pontosságát tárgyalja *Hearts* tanulmánya. Az általánosan használt kétcsatornás gamma-gamma szondák viselkedését befolyásoló körülményeket (felfekvést, iszaplepény hatását, kolli-

mációt stb.) teszi vizsgálat tárgyává az indikációk és a sűrűség közötti kapcsolat tisztázása céljából. Szempontokat ad a szondák tervezéséhez és a mért sűrűségértékek megbízhatóságának felbecsüléséhez [68].

A kétcsatornás neutronélettartam-szondák *behatolásának* modelles meghatározásáról *Antkiw* számol be. A modell egy kísérleti tank volt, amelyben sós rétegvízben édesvizes „elárasztást" hoztak létre. Az ebben mért eredmények alapján állapították meg a szondarendszer behatolását. A cikk jó példa arra, hogy hogyan lehet egyszerű módon, jó közelítéssel zavaró hatásokat kimérni [69].

A *nukleáris-mágneses* szelvényezés vertikális felbontóképességének és behatolásának vizsgálatairól szól *Akszelrod* és társainak cikke. Elemzik a véges méretű tekercs által létrehozott polarizációs mezőt, a behatolást meghatározó tényezőket és egyéb kérdéseket [70].

Az egyre inkább terjedő *káliumsós öblítőiszapok* a szokásostól eltérően befolyásolják az egyes mérési módszereket. Jelentős a hatás a természetes-gammasugárzás görbéjére. A gamma-mérésnél központosított szondára nagyobb a hatás, mint falhoz tapadó szonda esetében. *Cox* és *Raymer* e témával foglalkozó cikkében korrekciós görbéket is közöl a zavaró hatások figyelembevételére [71].

3.4.2. Elektromos mérések

A természetes potenciál elvi kérdéseivel kapcsolatban *Beljakov* és *Mamjasev* az SP filtrációs komponense és a kőzet tárolási jellemzői közötti összefüggésekkel foglalkozik, megkísérelve azokat explicit alakban kifejezni [72]. *Rüzsov* és társai a gerjesztett potenciál mérésével összefüggő témát tárgyalnak: a lecsengés közelítő függvényének a meghatározását [73].

A fajlagos elektromos ellenállás elvi és méréstechnikai kérdéseivel sok tanulmány foglalkozik. Többen vizsgálták az ellenállásmérő szondarendszerek áramterét modellezések segítségével. *Gavin* anizotrop térben hengeres elektródokkal végzett elméleti vizsgálatok és modellezési munka alapján javaslatot tesz metodikai módosításokra is [74]. Az alacsony ellenállású homokkövek elektromos vezetésének mechanizmusa a tárgya *Hoyer* és *Rumble* cikkének. A szerzők szerint a kőzet vezetőképessége összefüggésben van a dielektromos állandóval és a kationcserélő képességével is. Megállapításaikat modellmérések eredményeivel támasztják alá [75].

Perez-Rosales cikkét, amelyben egy porózus rendszer vezetése és formációtényezője közötti kapcsolat elméleti levezetését adja meg, az előző évben előnyomat alapján már ismertettük. Egyenlete egy a geometriától és egy a mikroporozitástól függő paramétert tartalmaz, egyben igazolja a használatos gyakorlati összefüggéseket. [76]* *Zajdel'* és *Dünkina* a kőzet tárolási tulajdonságait kísérelték meg modellezéssel behatárolni: modelljük gépi, a kapott eredmények a porozitás, permeabilitás és a formációtényező közötti összefüggésekhez visznek közelebb [77].

Az irányított áramterű mérések modellezéséről két cikk szól. *Zsuravlev* és *Novikov* különböző ellenállás-kontrasztokban vizsgálták a háromelektródos laterolog viselkedését [78]. *Csukin* és társai az előbbi rendszer hibáira mutatnak rá, kiemelik a sokelektródos laterologok előnyeit — modellméréseik alapján [79]. Csövezett kutak ellenállásmérési lehetőségeinek meghatározására végzett elektrolitikus modellezésről számol be *Mamedov* tanulmánya. Az eredmények reményt keltők ilyen mérések bevezetése szempontjából [80].

Az indukciós szelvényezés különféle fajtáinak elméleti kérdéseiről több tanulmányban olvashatunk.

A *tranziens-indukciós* mérés heterogén környezetről teljesebb képet ad, mint a hagyományos indukciós szelvényezés. E módszer elméleti kérdéseit tárgyalja [81]. A tranzverzális vezetőképességnek indukciós mérés útján való meghatározása a témája *Serman—Burstünovics* cikkének [82]. A nagyfrekvenciás indukciós mérés elméleti problémáinak matematikai megoldásával foglalkozik *Karinszkij* cikke [83]. Ugyanennek a módszernek matematikai modellezése a tárgya *Zaharov—Il'in* cikkének is [84].

Az *alacsonyfrekvenciás indukciós szelvényezés* elméleti kérdéseiről szól *Baráth* három közleménye. Részletesen vizsgálja, milyen feltételek között, melyik tekercselrendezés adja különféle környezetekben a legjobb eredményeket. Az elméletileg legjobbnak mutatkozó elrendezéssel behatóbban foglalkozik, geometriai jellegét, felbontóképességét, egyéb tulajdonságait tárgyalja [85, 86, 87].

3.4.3. Akusztikus eljárások

Az akusztikus átalakítók (adók, vevők) egyes technikai kérdéseivel foglalkozik *Nekraszov* cikkében. Ismerteti egyrészt azt az elméleti munkát, amelynek eredményei lehetővé teszik az optimális, különféle lyukviszonyok között a legjobb hatásfokot adó átalakítók megtervezését; másrészt bemutatja a leghatásosabb működtetés feltételeit. Ismertet egy ténylegesen megvalósított piezokeramikus átalakítót, összehasonlítva ezt az általánosan használt magnetostrikciós készülékkel [88].

Az akusztikus szelvényezés közben előadódó hibák közül az úgynevezett *dinamikus mérési hibát* taglalja *Nemirovszkij*nak és szerzőtársainak közleménye. Ez a hiba akkor lép fel, amikor a szonda vontatási sebessége miatt egy inhomogenitás ható ideje összemérhetővé válik a mérőrendszer időállandóival. Csökkentésére javaslatot ad [89].

A csövezett kutakban is egyre gyakrabban végeznek akusztikus sebességméréseket. *Clav* és szerzőtársainak tanulmánya e mérési módszer elméletével foglalkozik. Tárgyalják a cső, a cement, a kőzet, az öblítőiszap hatását a mérési indikációkra, éspedig különféle vizsgálatokkal, tanulmányokkal és gyakorlati tapasztalatokkal alátámasztva. Vizsgálataik alapján megadják az optimális frekvenciatartományokat; ez longitudinális hullámokra 10—15 kHz, tranzverzálisokra pedig 5—10 kHz [90].

3.5. Kőzetmagokon mért paramét erek, felhasználásuk a szelvényértelmezésben

Az itt ismertetendő közlemények a magvizsgálatok sokrétű felhasználásáról tudósítanak. Elsőnek *Avcsjan* és *Sztefankevics* cikkét említjük, amelyiknek tárgya a nyomás és hőmérséklet hatása homokkőtárolók fajlagos elektromos ellenállására és víztelítettségére, illetve ezek viszonyára. A magvizsgálatok alapján megállapítják a szerzők, hogy a tárgyalt hatások 2000 m mélységig elhanyagolhatók, nagyobb mélységekben a szaturációs kitevő — az n — növekszik [91]. *Timur* tanulmánya az akusztikus terjedési sebesség hő és nyomás okozta megváltozásával foglalkozik. A kisméretű magokon a sebességet mérték, különféle frekvenciájú hullámokkal, változó hőmérsékleteken a nyomások hatása alatt. Az időmérés pontossága ± 10 ns volt! Érdekesebb megállapítások: a sebesség a fedőnyomással nő, viszont növekvő pórusnyomással csökken. A 180 °C-ig elvégzett hőmérséklet-vizsgálatok porózus homokköveken adták a legnagyobb változásokat, de ezek nem lépték túl a 2,5 %-ot [92].

A kőzetek *hővezető képességének* megméréséről több cikk tudósít. Az Északi-tenger tárolókőzeteinek ilyen jellegü méréseiről *Evans* tollából olvashatunk érdekes publikációt. A magokon mért hővezetőképesség-adatok alapján hőáramszámításokat is végeztek. A hőáram anomáliái esetenként szénhidrogének keletkezéséről is adnak információkat [93]. A hővezető képesség számítható is, ha megfelelő mintamérések eredményei rendelkezésre állnak. *Beck* két helyen is megjelent tanulmányában fluidummal töltött, tehát tárolóképes üledékes kőzetek hővezető képességének számítási metodikáját ismerteti igen részletesen. A számítás modellje a vizsgált rendszer hővezető képessége, porozitása és a komponensek hővezető képességének viszonya közötti összefüggés. Az eljárás természetesen csak kiegészitő kőzetmintamérések eredményeire támaszkodva alkalmazható [94, 95].

A szelvények alapján történő *készletbecslést* minden esetben magvizsgálatokkal szokás megalapozni. Ezzel a kérdéssel foglalkozik *Boganik* cikke, amelyben tárgyalja az ilyen jellegű számítások, a magelemzések és a korrelációk megbízhatóságát is [96].

A kőzetek agyagtartalmának szelvények útján való meghatározása szintén csak magvizsgálatok alapján lehetséges, a kőzetek sokfélesége miatt. *Rezvanov* és *Ellanszkij* a magokon mért kőzettulajdonságok és a természetes-gamma-sugárzás intenzitása közötti kapcsolatot vizsgálta, elsősorban az összefüggés nemlineáris volta szempontjából. Ismertetik — többek között — a porozitás, a szemcseméret, a fludium hatását a radioaktív indikációkra [97]. A nukleáris-mágneses mérés a magok tapadóvíz-tartalmának meghatározására kiválóan alkalmas módszer. Két közleményben tárgyalják ennek az eljárásnak kérdéseit *Kibrik* és társai, ill. *Rozenberg* és társai. Az utóbbi közleményben a különféle fázisok szelektív meghatározására is kitérnek, s foglalkoznak a sok méréstechnikai nehézséggel [98, 99].

Az Athabasca-mező *kátrányos homokkövei* különleges értelmezési feladatot jelentettek. Helyes megoldás csak a magmérések és szelvények korrelálása útján volt lehetséges. Az értelmezés célja a víztartalom, a kátrányosság és a porozitás meghatározása, lehetőleg minél pontosabban. Ez a kérdés a témája *Woodhouse* közleményének [100].

Revett cikke a tároló megfelelő helyéről lőtt magok vizsgálatainak fontosságát tárgyalja. A szerző szerint a magok még akkor is igen jól használhatók, ha az eredeti rétegtartalom már nem ismerhető fel bennük, mert porozitást és főleg permeabilitást a lőtt magokon is lehet mérni. A cikk diagramokat is közöl a szelvényezési és mért paraméterek között meghatározott összefüggésekről [101].

3.6. A szelvényértelmezés

A mélyfúrási geofizikai szelvények értelmezési munkájában az elmúlt évhez képest jelentős irányzatbeli változás nem észlelhető. Általánossá vált, hogy a több információ megszerzése érdekében mennél több mérést végeznek el, legalább a terület néhány reprezentatív fúrásában. A szelvények értelmezése ezért ma erősebb alapokon áll, mint korábban. Fokozza ezt az a tény is, hogy az utóbbi évek műszaki fejlődése a mérések minőségének jelentős javulásához vezetett, nemcsak a pontosság, hanem a mért és keresett paraméterek közötti összefüggések jobb megismerése szempontjából is. Ma a szelvényeket általában a *mérendő* paraméterre „hitelesítik", kalibrálják, elősegítve ezzel a céltudatos feldolgozás igényeit is.

További jellemzője a korszerű szelvényértelmezésnek a *számítógépek használata*. Alig néhány évvel ezelőtt még különlegességnek számított egy-egy gépi értelmezési metodika, ma általánosan alkalmazzák a kis számítógépeket a mindennapos interpretációs munkában. Azt mondhatjuk, hogy a számítógép az értelmezés természetes és nélkülözhetetlen munkaeszközévé vált.

E néhány bevezető szó alapján érthető lesz a fejezet tagolása is. Eltérve a korábbi felosztástól, az egyes fejezetekben az értelmezés tárgya szerint csoportosítottuk a cikkismertetéseket — amennyire lehetett. Néhány részletnél ugyanis a más szempontok szerinti besorolás előnyösebbnek látszott.

3.6.1. Agyagos tárolók értelmezése

Az agyagos homokkőtárolók értelmezésére elterjedten alkalmazzák a három porozitásérzékeny-eljárás cross-plotjait. *Krug* tanulmánya a mért paraméterek számítógépi úton történő korrelációjának, cross-plotálásának kérdéseivel foglalkozik. A cikk ismerteti azokat a gépi programokat, amelyek segítségével —

többek között — az agyagosság és a gáztartalom is meghatározható a mért paraméterekből [102]. Az Északi-tenger agyagos tárolóinak értelmezési nehézségeit több cikk tárgyalja. *Hodson* és szerzőtársai a vörösfekühomokkő értelmezésével kapcsolatosan a csillámnak a mérési adatokra gyakorolt hatásával foglalkoznak. Hangsúlyozzák a spektrális gamma-szelvényezés jelentőségét ebben a témakörben. A cikket az előző évben (elsősorban ebből a szempontból) már referáltuk [103, 104]. Ugyanezeknek a tárolóknak komplex méréseit az ismert CORIBAND gépi értelmezési metodikával is sikeresen interpretálták. Részletes beszámolót olvashatunk erről *Roberts* és *Campbell* tollából [105]. *Marett* és társai a természetes-gammasugárzás energiaszelektív felvételeinek értelmezési kérdéseivel foglalkozva bemutatják, hogyan épül be ez az eljárás a szelvények gépi értelmezési programjába [106].

Az agyagosság értékének a meghatározása több mérési és értelmezési eljárás segítségével lehetséges. *Nekraszov* és *Nikasin* egy olyan értelmezést ismertet, amely az SP-re és a természetes-gammára alapozva az agyag- és kőzetlisztfrakció kimutatását lehetővé teszi [107]. *Thomas* egy kísérletsorozatot ismertet, amely igazolta, hogy a membránpotenciál értékéből meg lehet állapítani a kőzet kationcserélő képességét, közvetve tehát agyagosságát is. A kísérletek fizikai alapjait is részletesen tárgyalja [108].

Agyagos kőzetek víztelítettségének meghatározására újszerű eljárást mutat be *Miyairi* és társainak tanulmánya. A mért szelvényadatokból leszármaztatott változók, továbbá magvizsgálatok és egyéb adatok segítségével lehet az általánosan alkalmazott összefüggések *a, m* és *n* állandóinak értékét meghatározni a hagyományos képletek alkalmazhatósága céljából [109]. *Raiga-Clémenceau* két helyen is előadott tanulmányában részletesen áttekinti a víztelítettség meghatározására alkalmazott módszereket, majd bizonyos egyszerűsítések bevezetése után egy olyan értelmezési görbesereg alkalmazását javasolja, amelynek abszciszszája R_t/R_w, paramétere az agyagosság, ordinátáján pedig a porozitás és a víztelítettség szorzata olvasható le. A diagram gyors értelmezésekre igen alkalmasnak látszik [110, 111].

3.6.2. Karbonátos kőzetek értelmezése

A karbonátos tárolók értelmezési problémáit főleg inhomogén voltuk okozza. Ennek következtében a geofizikai és kőzetfizikai paraméterek közötti összefüggéseket lényegesen nehezebb tisztázni. A kérdést részletesen tárgyalja cikkében *Necsaj* és *Bojarcsuk*. Egy sorozat modellmérés eredményére támaszkodva egy metodikát ismertetnek, amelynek segítségével célravezetőbben lehet a legfontosabb tárolótulajdonságokat a szelvényekből meghatározni. A metodika a neutron-gamma mérés, a sűrűségmérés, az SP és a lyukbőség ismerete mellett a kétféle folyadékban végrehajtott két laterologmérés eredményét is igényli [112]. A heterogén tárolók termeltetési tulajdonságainak meghatározása a tárgya *Azamatov* és *Szvihnusin* könyvének. Részletesen tárgyalják — többek között — a szelvények alapján történő készletbecslés kérdéseit is. Megállapításaikat példákkal (Szovjetunió, Algéria) igazolják [113].

A repedezett tárolók tulajdonságainak meghatározása céljából *különféle méréskombinációkat* alkalmaznak. Az irodalomban található közlemények arról tanúskodnak, hogy területenként más és más mérések és értelmezések hozzák a legjobb eredményeket. Van terület, ahol a *laterologra* épített közelítő módszer alapján tudják a legegyszerűbben kijelölni a repedezett kőzet rétegvizsgálatait [114]. Az *ellenállás és SP-görbe együttes* feldolgozása is ad lehetőséget a szemcseközti és a másodlagos porozitás meghatározására [115]. Nagyon sokat segíthetne ezen a téren a *tranzverzális hullámok* beérkezésének mérése. A hasadékos tárolókban ugyanis a tranzverzális hullámok erősen csillapodnak. Egy kísérleti méréssorozat jó eredményeket hozott ebben a témában [116].

Előfordul, hogy az egyes mérések egymásnak ellentmondó eredményeket adnak. *Lukov* és *Guszakov* megfigyelte, hogy az akusztikus sebességszelvényből hasadékos kőzetekben túl nagy porozitásértékek adódnak, viszonyítva a neutron- és laterologadatokhoz. Az eltérések szerintük a rugalmas hullámok terjedési tulajdonságaiban keresendők: ezek a hasadékokban erősen nyomásfüggők [117].

Általában sikeres interpretációt tesz lehetővé karbonátos kőzetekben a neutron- és az akusztikus-sebesség-szelvény kombinációja. Ez az eljárás egyes területeken csövezett lyukszakaszokban is alkalmazható [118]. A különféle neutronmérések, köztük az *impulzusos neutrongenerátoros* mérések is, nagy szerepet játszanak a karbonátos tárolók értelmezésében. A neutronélettartam-szelvényezés csak nagyobb sókoncentrációjú rétegvízzel bíró tárolókban alkalmazható, ott azonban lehetővé teszi a telítettségi viszonyok megállapítását [119].

Mint általában, a karbonátos kőzetek értelmezésénél is hasznos a mért paraméterek és a kőzettulajdonságok statisztikai elemzése, és az ilyen feldolgozásokból levonható következtetések felhasználása. Egy ilyen jellegű munkáról számol be *Berezin* és társainak cikke [120].

Aguilera tanulmányát, amely szintén a hasadékos tárolók kérdéseivel foglalkozik, az előző évben előnyomat alapján már ismertettük. A három porozitásérzékeny módszerre és a fajlagos ellenállás mérésére alapozott értelmezési rendszert mutat be, amelyben ismét alkalmazásra kerül a szerző által már korábban ismertetett *P* paraméter (Különszám, 1974. 3. [104]) [121]*. Egy különleges, karbonátos kötőanyagú, repedezett homokkőtároló értelmezési kérdéseit tárgyalják cikkükben *Butler* és társai. A bő méréskomplexumra felépített értelmezési rendszer szinte az összes ismert módszert felöleli, de valamennyi interpretációs eljárást beható magvizsgálatokkal kell — a szerzők szerint — egyeztetni és alátámasztani [122].

3.6.3. Területi jellegzetességek az értelmezésben

Mint a bevezető fejezetben említettük, az értelmezési gyakorlatban egyre inkább terjed az egy-egy területre érvényes interpretációs módszerek alkalmazása.

Ezzel a ténnyel szükségképpen együtt jár, hogy a terület adottságaihoz, az értelmezés célkitűzéseihez szabják

meg a mérési programot is, és természetesen láthatók ennek az irányzatnak a nyomai a szakirodalomban is. A területek különlegesebb kérdéseivel foglalkozó cikkek ismertetését *Conner* és *Kelland* 1975-ben már említett közleményével kezdjük, amely az Északi-tenger egy mezőjének szelvényezési kérdéseit tárgyalja. A mérési program részletes ismertetése után a felmerült nehézségekkel foglalkoznak. Az erősen sós öblítőiszap, az ásványi anyagoktól zavart természetes-gamma-görbe stb. által okozott problémákat csak az elég gyakori magfúrások segítségével sikerült megoldani. Ismertetik a permeabilitás és a túlnyomás kiszámításának lehetőségeit is [123]*. Ugyancsak a sok magfúrás alapozta meg a precíz értelmezési metodikát egy másik területen, amelyről *Wilson* és *Hensel* számol be. A bő szelvényezési program s a magokból szerzett ismeretek teszik lehetővé a pontos gépi értelmezéseket [124].

A szelvényezési paraméterek és a rétegvizsgálati eredmények (pl. fajlagos hozam) közötti összefüggések meghatározására alapozták a nyugati Elő-Kaukázus mélyebb tárolóinak értelmezését *Zaharova* és *Popov*. Ismertetett eljárásuk jól bevált [125]. A kihozatali tényező is meghatározható szelvényadatok alapján. Egy ilyen módszer a hozamcsökkenés és egyes szelvényadatok korrelálásán alapul [126]. Területi jellegzetességet ismertet *Vu Ngok An* is: a szóban forgó tárolóra megállapítva a maradékolaj-telítettséget, a porozitás meghatározása egy mikroszelvénnyel (elsősorban mikrolaterologgal) lehetséges lesz [127].

A szelvényezési programot az alkalmazási terület jellegzetességeihez kell megállapítani. Ezzel a kérdéssel foglalkozik *Zeflrov* és társainak tanulmánya. A legújabb módszereket és a mérés céljait is figyelembe véve szögezik le, hol milyen mérési program adja a legtöbb információt, éspedig a legrövidebb mérési idő alatt. Az ilyen típuskombinációkat táblázatosan mutatják be [128].

A *bitumenes tárolószintek* szelvényértelmezése eltér a megszokott szénhidrogénes rétegekétől. Általában egyedi módszerek alkalmazásával tudnak itt eredményeket elérni. Az egyes mérési módszerek csak a magokon végzett mérésekkel korrelálva értelmezhetők. A bitumentartalom meghatározható az ellenállásértékek segítségével, de a porozitást nem lehet mindig a hagyományos módszerekkel megkapni. Célravezethetnek a több szondahosszal felvett neutrongörbék is. Jól megválasztott és kidolgozott mérési-értelmezési metodika segítségével az értelmezés hibája nem lépi túl az 5%-ot [129].

Komplikálja a helyzetet, ha a bitumenes zónában agyag is van jelen, ilyen esetekben ismét csak a magok részletes feldolgozásától várható segítség. A magokon végzett mérések során olykor érdemes a mag expanzióját figyelembe venni [130]. Részletes szelvényezési programnak és sok magvizsgálatnak eredményei alapján szögezi le *Collins* (1975-ben már idézett tanulmányában), hogy a különféle eredetű adatok matematikai korrelálásától kell a legjobb értelmezési eredményeket várni [131]*.

Egy adott terület jellegzetességeivel foglalkozik *Vohs* cikke, kihangsúlyozva a gyors (quick look) értelmezés fontosságát. A helyszíni értelmezést elősegítő mérések közül említésre méltó a *log-léptékben* felvett két mikroszelvény (ML és MLL), ezek ti. ebben a formában könnyebben azonosíthatók már görbékkel. Figyelmeztet azonban a szerző arra, hogy a gyors értelmezés, ill. az overlay eredményei általában eltérnek a későbbi precíz interpretációtól, mert a korrekciókat nem tudják alkalmazni, az agyagosságot nem lehet figyelembe venni és így tovább [132].

A heterogén tárolók általában egyedi esetet képeznek. Egy ilyen tároló mérési és értelmezési technikáját mutatják be *Helfin* és társai. A méréskomplexumban még olyan műveletek is szerepelnek, mint az oldalfal-akusztikus, a frac-log (ez egy nyíróhullám-detektor 23 cm-es szondahosszal), a spektrális gamma-szelvény. A leírt eljárás nagyon szép példája egy heterogén tároló céltudatos feldolgozásának [133].

Barlai tanulmánya a szerző által korábban már ismertetett *litológiai ható* értelmezési alkalmazásáról ad számot. Az alkalmazási terület finomszemcsés tárolójában kapott eredmények jók, de ez a cikk is azt támasztja alá, hogy a bonyolult tárolók helyes értelmezése tisztán elméleti alapon nem lehetséges, meg kell ismerni egyes kőzettulajdonságokat, magvizsgálatok segítségével [134].

Összetett litológiájú tároló mérési és értelmezési metodikája a tárgya *Montero* cikkének. Az alacsony porozitású tároló esetében a mátrix összetétele bonyolult: kvarc—mészkő—dolomit—agyag alkotóelemekből áll. A komponensek meghatározására a bő mérési anyag és a magokon végzett vizsgálatok alapján találtak bevált módszert [135].

3.6.4. Egyes mérési módszerek értelmezési kérdései

E fejezetrészben elsősorban azokat a cikkeket csoportosítjuk, amelyek valamelyik mérési módszer értelmezését tárgyalják, esetleg a megszokottól eltérő felhasználásukat mutatják be. *Madera* közli, hogy egyes esetekben az SP alkalmas lehet a szénhidrogén-telítettség meghatározására, mivel a tapadóvíz-telítettség és az SP csökkenési tényezője között korrelációs kapcsolat mutatható ki. Feltétele az ilyen jellegű interpretációnak az elég nagy sókoncentráció-különbség a rétegvíz és a lyukfolyadék között [136].

Az elektromos mérések terén még mindig van létjogosultsága a konvencionális mérésekre támaszkodó értelmezésnek. *Baslükin* kiértékelési diagramokat közöl, amelyek lehetővé teszik konvencionális szondákkal végzett mérések alapján a valódi rétegellenállás meghatározását [137]. Még heterogén tárolókban is sikeres olykor e régi eljárás értelmezése [138].

A rétegdőlés nagysága befolyásolja az ellenállásmérő szondák indikációit. Az ebből származó zavarok elméleti megoldásával [139] foglalkozik, míg [140] a gyakorlati értelmezésben is használható eltérési görbeseregeket közöl. A konvencionális szondákból számítás útján „összeállított" laterologgörbéknek is van még jelentőségük, természetesen egyéb eljárásokat (pl. az indukciót) így nem lehet pótolni [141]. Helytelen azonban pálcát törni a konvencionális ellenállásmérések mellett, mert sokszor ad lényegesen jobb eredményt a korszerűbb irányított áramterű technika — mutat rá *Kurbanov* [142].

Az ellenállásmérések értelmezését elősegíti, ha megfelelő fajlagos ellenállású öblítőiszapot alkalmaznak, illetőleg ha a filtrátum ellenállását a legkedvezőbb értékre „állítják be". Ilyen módon lehetséges gáztároló-

kat ellenállás-kombinációval detektálni, sőt így általában kisebb mérvű a réteg károsodása is [143].

Ivancsuk szintén olyan eljárást ismertet, amelyik meghatározott ellenállású filtrátummal létrehozott elárasztáson alapul. Nagyobb szakasz kellő ellenállású (koncentrációjú) vízzel történő elárasztása lehetővé teszi elvizesedett, agyagos és szénhidrogénes zónák megkülönböztetését. Az e cikkben bemutatott tároló esetében a rétegvíz nagy koncentrációja miatt a besajtolt víz az édesebb [144].

Avcsjan és Sztefankievics a formációtényező és a porozitás közötti összefüggés állandóit határozták meg széles körű irodalmi tanulmányok alapján. Figyelembe vették számos szovjet és amerikai publikáció adatait, és ezek összesítésének eredményeképpen leírják, hogy az *a* faktor és az *m* cementációs kitevő között függvénykapcsolat állapítható meg statisztikai alapon. Ezzel természetesen változik az *Archie*-féle formula alakja is [145]. *Rivero* hasonló kérdésekkel foglalkozik tanulmányában. Ő is meghatározza *a* és *m* között a kapcsolatot, továbbá a porozitás és az *m* közötti összefüggést vizsgálta. Általában érdekes megállapításokkal járul hozzá az *Archie*-formulák gyakorlati alkalmazásának témájához [146].

Az *akusztikus mérések* értelmezésének különlegesebb kérdéseihez kapcsolódva megemlítjük *Rahmanov* és társai közleményét, amelyben egy elsősorban akusztikus sebességmérésre és mikrolaterologra alapozott kiértékelést mutatnak be. Az akusztikus mérés adataira azonban nem lehet az átlagidő-egyenletet közvetlenül alkalmazni az effuzív tárolókon belül elhelyezkedő nagy ellenállású képződmények időcsökkentő hatása miatt [147]. *Kithas* egy nagyon érdekes cikkben számol be az akusztikus sebességszelvény és a mikroszeizmogram feldolgozásáról. Az utóbbiból meghatározható a tranzverzális és longitudinális terjedési idők viszonya, ez a paraméter pedig sok kőzetfizikai jellemzőnek megállapítását teszi lehetővé; a mechanikai állandók közismert meghatározása mellett gázos szintek is kimutathatók segítségével [148].

A maradékolaj-telítettség meghatározásához egyik legjobban bevált módszer az angolul „log-inject-log"-nak nevezett eljárás, amelynek során két szelvényezés között besajtolást hajtanak végre. A két mérésnek természetesen érzékenynek kell lennie a besajtolás következtében előálló változásokra.

Édesvíz és sós víz egymás utáni benyomása esetében igen előnyös a neutronélettartam-szelvényezés [149], de megfelelő lehet a C/O-szelvényezés vagy a nukleáris-mágneses mérés is [150]. Ez utóbbi cikk igen jó áttekintést ad erről a vizsgálati módszerről.

A korszerű mélyfúrási geofizikai értelmezés előszeretettel alkalmazza vitás kérdések tisztázására a *kábeles teszterezést* mint ugyancsak geofizikai műveletet. E művelet szovjet alkalmazásáról részletes beszámolót közölt magyar nyelven *Kitmanov*. Cikkében foglalkozik az eljárás hatékonyságával, a mintavétel alkalmával felvett nyomásemelkedési görbék értelmezésével, a nehézségekkel [151]. Egy másik közlemény a teszteres munkák minőségi javításának kérdéseit tárgyalja [152].

A *technikai mérések* értelmezési problémái közül említeni kell a négycsatornás *lyukbőségmérők*, a profilmérők értelmezésével kapcsolatos nehézségeket. A lyuktérfogat meghatározása a sok görbéből manuálisan szinte alig lehetséges. A szelvények gépi értelmezése, a megszorulásveszélyes és teszterezési helyek kijelölése tekintetében ad pontos és gyors eredményt [153]; míg a lyukszelvény és -térfogat gépi számításának elméleti menetét [154] ismerteti.

A *ferdeségmérések értelmezésével* feltűnően sok közlemény foglalkozik. Ennek oka valószínűleg az, hogy a lyuk térbeli alakjának megállapítása különféle elvek, közelítések szerint, általában eléggé komplikált számításokkal lehetséges, amelyeknek ma, a gépi számolás korszakában lehet csak létjogosultságuk. Az egyes mérési pontok között a lyuk tengelyének alakját különféle térgörbékkel lehet megközelíteni. Erre már sok példát olvashattunk a múltban is. Most újabbakkal találkozunk. Két mért adat között csavarvonal alakú lefutást tételez föl *Callas* [155], *Guillory* viszont olyan közelítő modellt választott, amelynek mindkét vetülete (a vízszintes és a függőleges) érintő körív [156]. *Kovsov* és *Habirov* a fúrólyuk térbeli alakját a *Frenet*-féle képletek segítségével határozzák meg a mért adatokból, kiegészítve számításaikat az eredmények hibaanalízisével [157]. *Craig* igen jó kritikai áttekintést ad a ferdeségmérések különféle kiértékelési módszereiről, elsősorban a gyakorlat kívánalmait tartva szem előtt [158]. A ferdeségmérések feldolgozásának egy rendszeresen alkalmazott számítógépi programját mutatják be részletes tanulmányukban *Sapiro* és szerzőtársai. A program a hibák elemzését, az eredmények grafikus megjelenítését és táblázatos kiírását is tartalmazza [159]. Az irányított ferdefúrások gyors értékelése és a számított adatok vizuális megjelenítése displayn a tárgya *Melik-Sahnazarov* és *Frolov* cikkének. A képernyőn a fúrás térbeli alakja, vízszintes vagy függőleges vetülete látható az irányítás pontosabb keresztülvitele érdekében [160].

A rétegdőlésmérés értelmezéséről adnak ismertetést *Schlosser* és szerzőtársai. Az NDK saját gyártású műszereivel készült felvételek kiértékeléséről van a cikkben szó [161]. A nagy pontosságú, négykaros dőlésmérők felvételeit szinte kizárólag gépi feldolgozással értékelik ki. *Okitsu* szerint azonban van létjogosultsága a manuális értelmezésnek is, ez utóbbi ugyanis igen gyorsan szolgáltatja az eredményt, amely — a bemutatott példák tanúsága szerint — nem nagyon tér el a géppel számítottól [162].

3.6.5. Különleges értelmezési kérdések

A nem megszokott, ritkábban előforduló vagy érdekesebb problémákat tárgyaló cikkek közül először a fúrólyuk *közvetlen környékének* hatásával foglalkozókat ismertetjük. Ez a zóna hatással van szinte valamennyi mélyfúrási geofizikai eljárás eredményére. Az öblítőiszap által okozott elárasztás sok egyéb káros hatása mellett számottevő lehet a szilárd szemcsék behatolása a pórustérbe. Így egy gát képződik, amely az effektív permeabilitást jelentősen csökkentheti.

Fertl és *Hammack* két kongresszuson is előadott tanulmányában megállapítja, hogy a réteg elzáródásával nem foglalkoznak eléggé. A pórusok részleges elzáródása nemcsak a hozzáfolyást rontja, hanem a szelvényértelmezést is: ez a jelenség általában a maradékolaj-telítettség túlbecsléséhez, ennek következtében pesszimális szelvényértelmezéshez vezet [163, 164].

Az elárasztott zónában létrejövő olajkiszorítási folyamat megismerését tárgyalják *Izotova* és társai cikkükben. Adott területre megállapították, hogy az olajnak mekkora része szorul ki a pórusokból, és ez hogyan mutatható ki elektromos mérések segítségével. Ez a publikáció is utal a pórustér lyukfalközeli részének az eltömődésére [165].

Az infiltráció kialakulásának mechanizmusával, a hatására létrejövő változásokkal részletesen foglalkozik *Orlov* és társainak könyve. Behatóan tárgyalják, milyen hatást fejt ki az elárasztás az egyes mérési módszerekre és hogyan teszi lehetővé éppen az elárasztás ténye fontos kőzetfizikai és tárolóparaméterek meghatározását [166].

Az elárasztáshoz hasonló viszonyokat idézhet elő a vízbesajtolás is — írja *King* és *Kumar*. Ha a rétegvíz sótartalma jelentősen eltér a besajtolt víz koncentrációjától, akkor újabb fúrásokban nehézséget jelenthet a szaturáció megállapítása. Különösen akkor észlelhető ez, ha a besajtolt víz édesebb, mint a tapadóvíz. A szokatlan jellegű értelmezési kérdésekkel foglalkozó tanulmány érdekes olvasmány [167].

Részben letermelt, elvizesedett tárolók maradékolajtelítettségének meghatározására keres *produktivitásmegállapító* kritériumokat *Logovszkaja* és *Potrjaszova*, éspedig különféle ellenállás-mérési paraméterek alapján [168]. Az R_t és a porozitás korrelációja, cross-plotja alapján számos következtetés vonható le a tárolókra vonatkozóan. A litológia, a maradék olaj, a mozgásképes olaj stb. meghatározható ilyen magvizsgálatokra alapozott diagramokból [169]. Az előbbi cikk inkább gyakorlatias jellegű, viszont *Clavier* és *Rust* elméleti tanulmányban mutat lehetőséget a mátrix összetételének kiderítésére. Ugyancsak cross-plotok segítségével lehet módszerükkel a litológiai összetételt szelvényadatok alapján megállapítani [170]. A kőzetfizikai paraméterek és a mért geofizikai értékek közötti kapcsolatokat véletlenszerűnek is fel lehet tételezni. E módszer alkalmazhatóságát igazolja *Boganik* cikke [171].

Alacsony porozitású gázos homokkőtárolók értelmezése a tárgya *Kern* és társai közleményének. A tároló magjainak vizsgálata igen részletes volt, még a nukleáris-mágneses rezonancia értékét, továbbá a kationcserélő képességet is megmérték. A vizsgálatok alapján tudtak „rendhagyó" összefüggéseket meghatározni, így például a kőzet dielektromos állandója, ellenállása és a porozitás között állítottak fel egyenletet. A cikk igen szép példája annak, hogyan lehet az összes magokon megmérhető tulajdonság és a szelvények között kapcsolatokat meghatározni és ezeket hasznosítani [172]. A tárolóból várható *fajlagos hozam* is meghatározható a szelvényadatokból. Egyszerű statisztikai összefüggések állapíthatók meg e paraméter és a mért geofizikai adatok között regresszió segítségével. Az adott esetben az SP és a természetes-gamma volt a várható fajlagos hozammal a legjobban korrelálható [173].

A kőzetekben előforduló *pirit* zavarhatja a szelvényértelmezést. Ennek az ásványnak a jelenléte az akusztikus és a neutronmérést alig, de a sűrűséget nagyon befolyásolja. hat az elektromos mérésekre is. Az ilyen ásványt tartalmazó tárolók szelvényezési és értelmezési programjára tesz javaslatot [174].

A váratlanul, kényszerűségből lecsövezett kutakban legtöbbször csak hiányos szelvényanyagot tudnak felvenni. *Haley* egy módszert ír le cikkében, amelynek segítségével a csőben készíthető szelvények alapján igen részletes értelmezés adható a cső mögött lévő tárolókról. Egyben tájékoztatást ad arról is, milyen mérést kell feltétlenül elvégezni a csövezés előtt, hogy az értelmezés kifogástalan legyen [175]. *Drwięga* tanulmánya a permeabilitás meghatározásának egy adott területen bevált módszeréről szól [176].

3.6.6. Számítógépek alkalmazása a szelvényértelmezésben

A számítógépek ma már mindennapos eszközei a műszaki munkának, így a szelvényértelmezésnek is. Az eddig ismertetett tanulmányok jó része is kötődött valamilyen formában a gépi szelvényfeldolgozáshoz. A most következő részben azokat a tanulmányokat mutatjuk be, amelyek tárgya *elsősorban* a számítógép alkalmazása a szelvények feldolgozásának területén.

A sok szelvény együttes, komplex értelmezése számítógépek útján csak úgy lehetséges, ha a gép is, de az alapadatok is megfelelnek bizonyos követelményeknek. A *Frydecki* és *Debski* által ismertetett rendszert (SAIK) egy minden tekintetben alkalmas gépre dolgozták ki. Az alapadatokat egy *autokalibrációs program* folyamatosan ellenőrzi, és szükség esetén korrigálja [177]. Egy teljes gépi feldolgozás menetéről ad áttekintést *Poupon* és *Leveaux*. A digitalizálás, mágneses jelrögzítés, mélységazonosítás, korrigálás stb. ismertetése után részletesen bemutatják az egyik legújabb, rendszeresen alkalmazott komplex értelmezési program menetét. A cikk jól jellemzi, milyen aprólékos részletekre kitér már a korszerű gépi értelmezés [178]. Hasonló részletességgel ismertetnek egy gépi feldolgozási rendszert *Engelmann* és szerzőtársai, amelyik más mérési programra épül [179].

A szelvények gépi feldolgozása során gyakran alkalmazzák a *matematikai statisztika* olyan eljárásait, amelyek időigényességük miatt manuálisan nem kerülnek szóba. A hisztogramok sok esetben felfednek ismeretlen összefüggéseket. A sűrűség- és neutronporozitás közötti különbség ilyen jellegű feldolgozása gázos szintek detektálására lehet alkalmas [180]. A diszkriminációs analízis segítségével bizonyos ismert adatok birtokában meghatározhatók újabb adatpárok más tulajdonságai is. Az eljárás hasonlítható a cross-plot-technikához, például az R_t—$\varnothing$ diagramon ilyen matematikai módszerrel a vizes határvonal kijelölhető. Ennél a tisztán gépi számítási eljárásnál *nagy szerep juthat a találékonyságnak* — írja cikkében *Heseldin* [181]. A matematikai módszerek közül a *lineáris programozás* is alkalmazható a szelvényértelmezésben. Erről számol be *Merkel* és társai publikációja. Ismertetett eljárásuk a Coriband-módszer egy változata, a lineáris programozással a teljes porozitást határozzák meg. A litológiai összetétel kontrollját a hővezető képesség számolása adja módszerükben [182].

Egy Jugoszláviában alkalmazott általános szelvényértelmezési programot *Vojković* és *Gaćeša* mutat be tanulmányában. A rendszer az M és N paramétereket alkalmazza, alapja a bő szelvényezési program, a

kapott eredmények szépek [183]. A termelőfúrás csövezés előtti, majd későbbi méréseire alapozott gépi értelmezési rendszert mutat be *Work* és szerzőtársainak cikke. A kút múltjáról és jelenéről rendelkezésre álló adatok alapján a termelés jövőjére vonatkozó következtetéseket lehet levonni [184].

Mint arról említést tettünk már, a *kis számítógépek* egyre inkább tért hódítanak a szelvényértelmezési gyakorlatban, *King* egy kis gépre kidolgozott rendszert ismertet részleteiben is, kihangsúlyozva, hogy alkalmazása milyen előnyökkel jár a nagy gépekkel szemben [185]. Végül utalunk *Snyder* cikkére, amelyben a fúrásnál történő gépi értelmezés előnyeivel és egyik megoldási lehetőségével foglalkozik [186].

3.7. Perforálás, robbantási munkák

A perforálásról szóló közlemények jelentős részének tárgya a perforálás eredményessége. A kérdés fontosságára nézve elsőnek *Anderson* két helyen megjelent tanulmányát idézzük, amelyben egy, a perforációk minőségének ellenőrzésére alkalmas eszközt mutat be. Egy megfelelő anyagból készített pakkerről van szó, amelyet a termelőcsővel építenek be, majd belsejére nyomást adva rugalmas-képlékeny köpenye behatol azokba a nyílásokba, amelyek folyadékot tudnak elnyelni. A pakker köpenye megtartja az alakját, így kiépítés után a lyukasztások hatékonysága ellenőrizhető. Az eszközzel sok vizsgálatot végeztek, és ezek összefoglalásaként a szerző megállapítja, hogy a végzett lyukasztásoknak *még a fele sem hatásos!* Súlyos megállapításának bizonyára van alapja, mert ugyanezt az észrevételt olvashatjuk ki sok más tanulmányból is, és általános is a törekvés a perforálás effektivitásának növelésére [187, 188].

A perforálás hatásosságát bizonyos mértékig lehet növelni a *lövésszám emelésével*. *Ezsov* és *Reprincev* javasolja is ezt a módszert nagyobb mélységekben, ott ugyanis a növekvő kőzetszilárdság miatt kisebb a behatolás. Vizsgálataik szerint 100 lövés/méter lövéssűrűségig általában még nem szenved nagyobb mérvű károsodást a béléscső [189]. A hatékonyság azonban nem fokozható a lövésszám növelésével, ha maga a perforált csatorna *nem ad megfelelő hozzáfolyást* a nem kellő behatolás, a szennyeződés vagy az összeomlás miatt. Az egyes perforáló vállalatok által használt perforátorok között nagy eltérések tapasztalhatók. *Keese* és *Oden* egy, az előző évben már említett előnyomat alapján írtak egy újabb közleményt, amelyben részletesen tárgyalják különféle típusú perforátorok előnyeit és hátrányait. A behatolás változatosságán kívül tárgyalja a lyukban maradó hulladék, a mélységpontosság, a tisztítás stb. kérdéseit is [190].

Egyes szerzők kifogásolják a perforálás minőségellenőrzésének módszereit. *Porter* és *Satterwhite* ismerteti a perforátorok API által előírt vizsgálati módszerét, kihangsúlyozva azonban, hogy ez nem alkalmas egyes típusoknak *lyukviszonyok közötti* ellenőrzésére, mert nem veszi figyelembe az eltartást, a hidrosztatikus nyomást, a folyadék sűrűségének a hatását, a béléscső és a kőzet (céltárgy) szilárdságát stb. Az érdekes tanulmány az említett indokok miatt jobb ellenőrzési metodikák kidolgozását javasolja [191, 192].

A perforált csatorna összeomlása is lehet a hatásosságot rontó tényező. Ennek a kérdésnek alapos vizsgálatát találhatjuk meg *Antheunis* és szerzőtársainak nagyon érdekes cikkében. A csatorna állékonyságára kísérletsorozatot végeztek, triaxiális terhelésnek alávetve furatos kőzetmodelleket. A mérések alapján sok következtetést sikerült levonni, ezek közül egyet említünk: a túl nagy depresszió is okozhatja a csatorna összeomlását [193].

A perforáció tisztaságát elősegítheti védőfolyadék alkalmazása is, de nagyon fontos a perforáló puska jó elhelyezése a csőben. Általában célszerűbb a puska központosítása [194]. Fontos lehet a perforáció utáni kezelés is, amelynek változatairól [195] ad áttekintést. Többet olvashattunk a *termelőcsővel beépített puskák* előnyeiről. Ennél az eljárásnál megoldották a pontos mélységbeállítás kérdését, éspedig úgy, hogy a termelőcső beépítése után gamma-mérést végeznek, összemérve a csőben az egyik karmantyúban rögzített izotópot a rétegek radioaktív sugárzásával. Az észlelt mélységkülönbségeket ezután a csőrakat utánállításával lehet kiküszöbölni [196]. A termelőcsővel beépített puskákat tárgyalja [197] is, egyben részletesebben foglalkozik a lőtt csatorna közvetlen környékén keletkező zúzott zóna káros hatásaival.

Dietrich és *Bondor* a perforáción keresztül létrejövő beáramlás matematikai modellezését tárgyalja a cikkében. Elméleti vizsgálataik eredményeképpen megállapítják, hogy viselkedésüket tekintve jelentősen eltérnek egymástól az üres és a folyadékkal telt csatornák [198].

Egy egészen újszerű perforálási módszer elméletét tárgyalja tanulmányában *Szanaszarjan*. Az eljárás lényege: a lyukasztást alacsony olvadáspontú olvadt fém nagy sebességű sugara hajtja végre [199]. Újszerű *Heath* és társainak cikke is: egy kémiai robbantásos módszert írnak le. Nehézolajok kitermelésénél lehet jelentősége a jó kémiai oldóképességű robbanóanyag besajtolásának. Ez csökkenti a viszkozitást, besajtolása könnyen keresztülvihető. Alkalmazási területe elsősorban a kisebb mélységű bitumenes tárolókban lesz [200].

3.8. Kapcsolatok más területekkel

3.8.1. Kőzetmechanikai kérdések

A megfelelő minőségben felvett geofizikai lyukszelvények alapján a kőzetek bizonyos mechanikai tulajdonságai meghatározhatók. A számításokhoz többékevésbé ismert összefüggéseket szoktak használni, ezek általában a közeg akusztikus sebessége, sűrűsége és rugalmas tulajdonságai közötti kapcsolatokat fejezik ki. A számításokhoz ezenkívül még szükségesek bizonyos adatok (*Poisson*-szám, longitudinális és tranzverzális sebesség viszonya stb.); ezeket hol állandónak veszik föl, hol valamilyen más mérhető paraméter — — porozitás, agyagosság — segítségével állapítják meg értéküket.

Az akusztikus sebességből számították a mechanikai jellemzőket — *Golubev* és *Rabinovics* cikke szerint — a Szovjetunió érclelőhelyein. A számításokhoz szükséges — és az előbb említett — ismereteket egy magokon végzett hosszabb akusztikus méréssorozat eredményeinek feldolgozása útján nyerték. A laboratóriumi vizsgálatok alapján egyébként jól alkalmazható összefüggéseket tudtak meghatározni az akusztikus sebesség és a nyomószilárdság, porozitás, valamint hasadékosság között [201]. *Stein* cikkét, amelyben részletesen elemzi a laza homokok mechanikai tulajdonságainak meghatározási módszereit, az elmúlt évben előnyomat alapján már ismertettük. Az általa bemutatott számítási eljárás a rendszeresen felvett szelvények segítségével teszi lehetővé a kőzet szilárdságának és egyéb mechanikai tulajdonságainak a megállapítását [202]*.

A kőzetmechanikai számításoknál gyakran okoz nehézségeket, hogy nem ismerik az egyes rétegek *Poisson*-viszonyszámának értékét. *Kumar* ennek a kőzetmechanikai állandónak más geofizikai adatokkal való kapcsolatait elemezte tanulmányában. Számos megállapítása közül érdekesebb, hogy a *Poisson*-szám és az akusztikus sebességek közötti korreláció laza, viszont elég szoros a kapcsolat a *Poisson*-szám és a két sebesség tranzverzális és longitudinális viszonya között. Ez a viszony csökken, ha nő a *Poisson*-szám [203]. *Gregory* hasonló összefüggéseket kísérel megállapítani inkább szeizmikus célú tanulmányában, de elsősorban a pórusokat kitöltő fluidumnak a mechanikai tulajdonságokra kifejtett hatását elemzi. A kísérletek során különféle telítettségű magokon mérték a mechanikai állandókat, az akusztikus sebességeket. Az érdekes tanulmány [204] népszerűbb, rövidebb formában is megjelent [205].

Alekszeev és társainak közleménye ugyancsak tapasztalati, statisztikai alapon meghatározott összefüggéseket ismertet, amelyek különféle kőzettípusokra (mészkő, dolomit, márga, homokkő, agyagkő) adják meg az akusztikus sebesség, a kőzetsűrűség és a mechanikai állandók korrelációs görbéit [206]. Az akusztikus adatokból meghatározható kőzetmechanikai tulajdonságok *mérnökgeofizikai* alkalmazásáról szól *D. M. McCann* és *C. McCann* cikke. Előnyösnek tartják a két kút között, illetve a felszín és a kútba engedett szonda között végzett méréseket, ezek ugyanis nagyobb térrészről adnak felvilágosítást [207].

3.8.2. Túlnyomásos szintek detektálása

A túlnyomásos szintek geofizikai szelvények alapján való észlelése változatlanul foglalkoztatja a szakirodalmat. *Dobrünin* és *Szerebjakov* a túlnyomásdetektálás geofizikai módszereinek összehasonlítását és kritikai értékelését adja tanulmányában [208]. *Eaton* cikke a túlnyomás detektálására, pontosabban számítására egy módosított eljárást mutat be. Ezzel a hidrosztatikus nyomásból egy korrekciós tényező segítségével lehet a túlnyomás értékét meghatározni. A korrekciós tényező: az agyagok ellenállásviszonyainak, vezetőképességviszonyainak, illetve sebességviszonyainak bizonyos hatványa. (A viszony itt a normális nyomású és a túlnyomásos szint paraméterének hányadosát jelenti.) A kitevők értékét gyakorlati mérésekkel határozták meg [209]. Ez az idézett cikk hibásan valamivel korábban is megjelent [210].

Helyi jelentőségű a túlnyomások megállapítása szempontjából *Kunin* és társainak, valamint *Kaszumov* és társainak egy-egy közleménye. Az előbbi vastag sótelepek alatti túlnyomás detektálásával foglalkozik nagymélységű fúrásokban, az utóbbi inkább a túlnyomás kialakulásának okait elemzi egy adott területen [211, 212]. Ez utóbbi terület felfúrása során sok nehézség merült fel a túlnyomásos szintek miatt. Bebizonyosodott, hogy az előbbi cikkben közölt túlnyomás-detektálás figyelembevétele esetén a fúrási és a béléscsövezési program előnyösen módosítható [213]. A mélyfúrási geofizikai érvek és megállapítások elfogadása mellett foglalnak állást [214] szerzői is. *Markó* és *Gellért* a túlnyomás-kimutatásnak a lehetőségeit tárgyalja egy adott területre vonatkozólag, de foglalkozik cikkük a kőzetek kompresszibilitása és porozitása közötti összefüggésekkel is. Az ezzel kapcsolatban ismertetett egyenletek a formációértékelésnél is alkalmazhatók — a cikk megállapításai szerint [215]. Érdekes *Brooks* és *Kovisars* rövid, arra utaló cikke, hogy a túlnyomás agyagfajsúlyra alapozott előrejelzése hibás lehet az agyagban előforduló vastartalom miatt, ezért a méréseket korrigálni kell [216]. Még pontosabb lehet a túlnyomás megállapítása, ha a márgák mésztartalmának kalcimetriájával állapítják meg a mélységtrendeket [217]. *Lane* és szerzőtársának cikkét, amelyben egy adott terület túlnyomásos szintjeiben a nyomás értékének kiszámításával foglalkoznak, korábban (Különszám, 1975. 3. [178]) már ismertettük. Cikkükben az adott területen érvényes nyomásmeghatározásra alkalmas diagramot is közlik [218]*.

3.8.3. Mélyfúrás-technikai kapcsolatok

A lyukgeofizika számos területen elősegítheti a mélyfúrás munkáját, költségeinek csökkentését. Ehhez azonban szükséges valamennyi információs lehetőség kihasználása, céltudatos mérési programok és értelmezések útján — utal rá egy rövidebb közlemény [219].

A helyesen értelmezett szelvényadatok lehetővé tehetik a megfelelő fúrótípus kiválasztását. A szelvények-

ből ugyanis lehet a kőzet fúrhatóságára következtetni, általában azonban csak egy-egy területre érvényes formulák, gyakorlati összefüggések alapján [220]. A kiegyensúlyozott fúrás paramétereinek beállítását is elősegítik a jól értelmezett szelvényadatok (repesztési nyomásgradiens, túlnyomás meghatározása) [221]. Egyes területeken az *alacsony nyomású* szintek előrejelzése tekintetében is értek el eredményeket, a szelvények alapján sikerült a megfelelő iszaptípust megválasztani [222]. A tároló védelme szempontjából sem közömbös, milyen iszapot alkalmaznak. A károsodásra hajlamos rétegek kijelölésében is segítséget adnak a szelvényezési módszerek [223].

A fúrás közben végzett „szelvényezés" pontosabban információszerzés módszereiről ad részletes összefoglalást *McDonald* és *Ward* publikációja. Valamennyi lehetőséget tárgyalják, hogyan lehet vagy lehetne fúrás közben a talpon mért, az átfúrás alatt álló kőzetre jellemző adatokat a felszínre juttatni. A szerzők az iszap nyomáshullámai által történő jelátvitelt tartják reményteljesnek [224]. Kitörés felszámolásának céljából fúrt lyukban az ismert ULSEL-eljárás segítségével meg lehet állapítani a régi kút viszonylagos helyzetét, ha a régi kútban van cső. Kedvező körülmények esetén a távolság is számítható [225].

A béléscső mögötti nem kívánatos cirkuláció hatással lehet a gamma-aktivitásra. A már korábban is megfigyelt jelenségről (Különszám, 1975. 3. [191]) most *King* és szerzőtársa ad részletes beszámolót [226]. A cső mögötti káros cirkuláció pontosabb detektálása a tárgya *Kirpicsenko* és társai cikkének is. Egy sorozat akusztikus cementkötés-szelvényezésről adnak tájékoztatást, amelyek során változtatták a csatornás cementköpenyre adott nyomásokat. Megállapításaik szerint a béléscsőre adott nyomás hatására megnövekszik az akusztikus amplitúdó, de az áramlás hatására ismét csökken. A cementkötésszelvények értelmezése — a szerzők szerint — nagyon bonyolult [227]. A *béléscső állapotának* az ellenőrzése mélyebb fúrásokban különösen fontos. A cső deformációjának és korróziójának a kimutatására használják a négyszeres lyukbőségmérőt és az elektromágneses profilmérőt. Segítségükkel a kopás, szűkület és deformáció megállapítható [228].

Az *iszap gáztartalmának* kimutatása és elemzése régi információszerzési módja a fúrástechnikának. A mélyfúrási geofizikai mérések adatait az így kapott ismeretek kiegészítik, illetve alátámasztják, ezért teszünk említést az ilyen tárgyú cikkekről. A korszerű gázdetektor tulajdonképpen *szénhidrogén-detektornak* nevezhető inkább, mert általában a magasabb szénhidrogének kimutatására is alkalmas. A használatban levő típusokról [229] ad áttekintést.

A kapott mintákat egyrészt már a fúrás alatt, másrészt a fúrási szakasz lemélyítése után analizálják, fontos adatokat szolgáltatva így a rétegek pórustartalmáról [230].

A szénhidrogén-detektálás eredményeinek kvantitatív értelmezésére is történtek próbálkozások. *Pomerane* és *Madzsarova* ismerteti azt az algoritmust, amely a fúrás közbeni gázdetektálás gépi kiértékelését teszi lehetővé. Az értékelés a harántolt szintekből várható termelésre ad tájékoztatást, de egyben kijelöli azokat a szakaszokat is, amelyeken részletesebb grafikai mérések lebonyolítása célszerűnek látszik. A számításokat egy, a helyszínen felszerelt kiscomputer végzi el [231]. A szénhidrogén-detektorok indikációiból olykor a réteg CH-telítettségének a kiszámítása is lehetséges. E számítási technikát mutatja be cikkében *Wilson* [232].

3.8.4. Kapcsolatok a felszíni geofizikával

A mélyfúrási geofizikai eredmények sok esetben segítik elő a felszíni geofizikai mérések pontosabb értelmezését. A *graviméteres* mérések kiértékelése során felhasználhatók a gamma-gamma mérésekkel és a lyukgraviméterekkel kapott ismeretek is. *Hearst* beszámol egy méréssorozatról, amelynek során a lyukgraviméteres és a gamma-gamma méréseket nagy átmérőjű kutakban végezték, és értelmezésük különleges geológiai alakulatok kimutatására volt alkalmas [233].

A szeizmikus értelmezés során jól használhatók az akusztikus szelvényezéssel kapott adatok. Az egyes kőzetek jellemző sebességértékei mindkét mérésfajtát egyaránt érdeklik. *Toksöz* és szerzőtársainak cikke részletesen foglalkozik a rugalmas hullámok inhomogén közegben való terjedésének elméletével. Különféle alakú pórusokat, különböző fluidomokat, telítettségeket és körülményeket feltételezve állapítják meg a szeizmikus (és akusztikus) hullámok sebességét a pontosabb értelmezés céljából [234]. Az akusztikus sebesség ismerete egyébként is alapfeltétele a precíz szeizmikus értelmezésnek. Ha sebességszelvény nem áll rendelkezésre (mint az régi kutakban igen gyakori), akkor szóba kerül az ellenállásgörbe transzformációja. Ennek az előző évben már említett eljárásnak újabb alkalmazásáról adnak hírt két helyen is megjelent közleményükben *Rudman* és társai. Az ellenállásskála transzformációjára alkalmas függvényt most már sokkal több adat alapján határozták meg, így lényegesen jobb „pseudovelocity"-szelvényeket sikerült kapni. A szerzők megállapítása szerint a görbék hibája kisebb mint 6% [235, 236]. A szeizmikus sebesség meghatározásához alkalmazható a két kút között végzett szónikus „átsugárzás" módszere is. Egy ilyen munkáról számol be *Fajzullin* és két társának közleménye. Az 1 kHz frekvenciájú hullámokkal kisebb (max. 400 m) mélységű fúrásokban végzett mérések eredményei egyelőre nem alkalmasak törvényszerű összefüggések meghatározására, de kedvező sebességegyeztetéseket tesznek lehetővé [237]. A sebességmeghatározáshoz eredményesen alkalmazták a vibroseis-eljárást [238], és a sok geofonnal (hidrofonnal) felszerelt kábelű szeizmokarotázst is [239]. Az úgynevezett „világító pontok" (bright spots) értelmezéséhez jelentős segítséget ad a minőségileg jó és pontos akusztikus sebességszelvény [240].

3.8.5. Kapcsolatok a földtani tudományokkal

A mélyfúrási geofizika eleve szorosan kapcsolódik a földtanhoz, mégis külön fejezetrészben említjük meg azokat a közleményeket, amelyek a megszokott kapcsolatokon túlmenően, szorosabban kötődnek a geológiai problémakörökhöz. Ilyen jellegűek a *geometriai*

témájú publikációk. A geotermikus ismeretek hasznosításának alapfeltétele a pontos hőmérsékletmérés, illetőleg a pontos hőfokértékek ismerete. *Nwachukwu* cikkében tapasztalati képletet és korrekciós diagramokat közöl a szelvényezéskor mért maximális hőmérsékletek réteghőfokra való átszámítására. Foglalkozik az egyes fúrásokban kapott geotermikus gradiensek térképszerű feldolgozásával is, amiből földtani következtetések vonhatók le [241]. *Robbins* és *Rhodehamel* hasonló témát tárgyal érdekes cikkében [242]. Összefoglaló jellegű tanulmány a szénhidrogén-tárolók geotermikus kérdéseiről *Oszadcsij* és szerzőtársainak monográfiája, amelyben a tárolószintek környezetében jelentkező geotermikus anomáliákról és gyakorlati értelmezésükről is szó esik [243]. Speciális hőmérséklet-mérési témákat tárgyal *Beck* cikke, amely a földi hőáram meghatározására végzett munkáról ad hírt. A geotermikus gradiens értéke állandó hőáram mellett a kőzetek hővezető képességétől függ, ennek változásai pedig korrelálhatók más lyukgeofizikai mérésekkel (például az ellenállásgörbével) [244].

A mélyfúrási geofizikai szelvények szintetikus feldolgozása alátámaszthatja a távlati kutatásokat is. *Ruoff* tanulmánya azzal foglalkozik, hogy milyen kapcsolat fedezhető fel a természetes potenciálgörbe alakja és az üledékképződés körülményei között. A szerző megállapítja, hogy az SP-görbe alakja érzékenyen követi a szemcseméret változásait, az üledékképződés folyamatának fázisait stb. A feldolgozás, a térképszerkesztés gépi úton is meg van oldva [245]. Hasonló *Selley* két helyen megjelent közleményének a tárgya is, ő azonban a természetes-gamma-sugárzás szelvényét is fölhasználja a földtani, üledéktani értelmezéshez. A két szelvény együttes felhasználása mellett a furadék glaukonit- és széntartalmának ismerete jelent segítséget az értelmezésnél, amely végeredményben az üledék eredetére és fáciesére ad felvilágosításokat, célja pedig a továbbkutató fúrások pontosabb kijelölése [246, 247].

A szelvényadatok (természetes-gamma, neutron-gamma, laterolog) normalizálása megkönnyítheti a rétegtani feldolgozást. A porozitás- és kvarcittartalom-térképek is hozzájárulnak a kutatási perspektiva kialakításához [248].

A szelvényadatok, a nyomásemelkedési görbék és a magvizsgálatok együttes feldolgozása lehetővé teszi egy terület újabb fúrásainál a várható termelvény és hozam előzetes meghatározását [249]. A teszterezések vagy termelési próbák alatt lebonyolított hidrodinamikai mérések jelentős segítséget adhatnak a pontos értelmezési munkához. Egy ilyen típusú mérések lebonyolítására alkalmas készülék leírását adja [250]. A föld alatti gáztárolók helyének és az esetleges gázátfejtődéseknek detektálásával foglalkozik [251].

3.8.6. Egyéb alkalmazások

A mélyfúrási geofizika egyre nagyobb szerephez jut a nem szénhidrogén-kutatással kacsolatos fúrásokban is. A bányászati kutatás részéről igény mutatkozik, hogy a mélyfúrási geofizika eszközeiben és módszereiben is alkalmazkodjék a bányászat különleges igényeihez [252].

A bányászati célú mélyfúrások átmérője általában kisebb, ezért csak lényegesen kisebb eszközöket lehet a méréseknél alkalmazni. Jó áttekintést ad az ilyen szondákról *Lavers* és *Smits* cikke, amelyben a lyukszelvényezés szénkutatási alkalmazásait tárgyalják. Különlegességnek mondhatjuk a három különböző szondahosszal mért gamma-gamma szelvényt, a háromkaros dőlésmérőt. A cikk a fejlett interpretációs technikát is bemutatja [253, 254]. Egy általános érc- és ásványbányászati szelvényező berendezést ismertet *Reeves* közleménye. A szondák maximálisan 2000 m-ig alkalmazhatók, kis átmérőjűek. A nagy részletességel bemutatott mérőegység szén, urán, foszfát, só stb. kutatásához, továbbá a mérnökgeofizikában és a hidrológiában használható [255].

A szénkutató szelvényezés értelmezéséről szól *Kowalski* és *Fertl*, valamint *Weltz* egy-egy tanulmánya. Az elsőben ismertetett értelmezési metodika a telep méretének, hamu- és széntartalmának megismerésére megfelelő módszereket tárgyalja. A mérési program lehetővé teszi az M—N cross-plot megszerkesztését, amely itt is jó eredményeket hozott. Hasznos a hullámkép regisztrálása, ez is hozzájárul a bányászatban különösen fontos mechanikai állandók megállapításához [256]. A másik tanulmány szintén a bányászati követelményeket tartja szem előtt: a hamu- és széntartalmon kívül a nedvességtartalmat és a fűtőértéket is megkísérlik a szelvényekből meghatározni. Ez a cikk is beszámol a szilárdsági számítások lehetőségeiről. A teljes értelmezési rendszer gépesített [257].

Érckutató fúrások *minősítésére* alkalmas feldolgozó-értékelő rendszerről számol be *Szabó* és *Weidinger* tanulmánya. A rendszert 262 fúrás adatai alapján dolgozták ki, kutanként kb. 50—50 adatot felhasználva. A géppel végzett munka eredményeképpen a „jó érces", „érces" vagy „gyengén érces" minősítést kapják meg az egyes rétegek jellemzésére [258].

A hasadékos és karsztos víztárolók kutatásáról, készletbecsléséről és egyéb kérdéseiről szól *Borevszkij* és társainak nem csak geofizikai témájú könyve. A mélyfúrási geofizikai részben foglalkoznak az egyes mérési eljárások alkalmazhatóságával, a tárolók kimutatásának, az áteresztőképesség meghatározásának lehetőségeivel, a termelési mérések alkalmazásának szükségességével. A könyv jó összefoglalása az egyre fontosabb vízkutatás geofizikai kérdéseinek [259].

[1] *Kowalski, J.:* Computer logs in decision making. 23th SWPSC 39—44.

[2] *Aliev, T. M.—Akszelrod, Sz. M.:* Opüt interpretacii rezul'tatov karotozsa na ÉVM. ANH *6* 5—7.

[3] *Bán Á.:* Szénhidrogén-kutatásunk helyzete és feladatai. FK *3* 13—8.

[4] *Salamon B.:* Karotázsvizsgálatok a földtani kutatás szolgálatában. FK *1* 31—5.

[5] *Müller P.:* A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet feladatai a szénhidrogén előkutatásában, valamint a módszer- és műszerfejlesztésben. FK *4* 27—9.

[6] *Zsuvagin, J. G.:* Osznovnüe napravlenija naucsno-iszszledovatel'szkih i opütno-konsztruktorszkih rabot VNIInefteprom geofiziki. NH *4* 5—12.

[7] *Wichmann, P. A.—Hopkinson, E. C.—McWhirter, V. C.:* The carbon/oxygen log measurements. SPWLA London "C" 7 o.

[8] *Wichmann, P. A.—Hopkinson, E. C.—McWhirter, V. C.:* The carbon/oxygen log measurement. LA *6* 25—9.

[9] *McWhirter, V. C.:* Introduction to carbon logging. SPE 5906 13 o.

[10] *Givens, W. W.—Mills, W. R.—Dennis C. L.—Caldwell, R. L.:* Uranium assay logging using a pulsed 14-MEV neutron source and detection of de layed fission neutrons. G *3* 468—90.

[11] *Givens, W. W.—Mills, W. R.—Dennis, C. L.—Caldwell R. L.:* Uranium assay logging using a pulsed 14 MeV neutron source. SPWLA "V" 19 o.

[12] *Peatross, R. F.:* A new lithology compensated capture gamma ray system. SPWLA "M" 16 o.

[13] *Mikulin, B. A.—Gurov, P. N.—Gordeev, Ju. I.:* Ékszperimental'noe izucsenie szred, szoderzsascsih rtut', metodom impul'sznoj nejtronnoj gamma-szpektrometrii. Razv. Geof. *70* 171—5.

[14] *Krivko, N. N.—Litvinov, B. N.—Rezvanov, R. A.—Cserepannikov, A. V.:* Teoreticseszkaja i ékszperimental'naja razrabotka dvuhzondovogo nejtronnogo metoda dlja razdelenija neftenosznüh i vodnosznüh kollektorov. Razv. Geof. *70* 145—56.

[15] *Bulatov, A. V.—Krivko, N. N.—Rezvanov, R. A.:* Ob optimizacii rezsimov izmerenij pri INM—KV. Razv. Geof. *70* 156—61.

[16] *Marett, G.—Chevalier, P.—Souhaite, P.—Suau, J.:* Shaly sand evaluation using gamma ray spectrometry, applied to the North Sea Jurassic. SPWLA "DD" 20 o.

[17] *Hassan, M.—Hossin, A.—Combaz, A.:* Fundamentals of the differential gamma ray log — Interpretation technique. SPWLA London "F" 18 o.

[18] *Hassan, M.—Hossin, A.—Combaz, A.:* Fundamentals of the differential gamma ray log — Interpretation technique. SPWLA "H" 17 o.

[19] *Misin, G. T.—Gavrilova, L. I.:* Opredelenie vodoneraszt-vorimogo osztatka v kalijnüh szoljah sz pomoscs'ju gamma-karotazsa. Razv. Geof. *72* 160—3.

[20] *Utkin, V. I.—Gera, D. F.—Burdin, Ju. B.—Ermakov, V. I.:* Szpektral'no-uglovaja szelekcija raszszejannüh gamma-kvantov v gamma-gamma metode. Fiz. Zemli *2* 113—8.

[21] *Barenbaum, A. A.—Jakubszon, K. I.:* Optimizacija rezsimov neprerüvnogo nejtronno-aktivacionnogo karotazsa. Razv. Geof. *70* 161—71.

[22] *Aliev, T. M.—Orlov, G. L.—Mazniasvili, G. B.—Szarkiszov, K. A.—Mitjusin, E. M.—Danevics, V. I.—Nagiev, Z. N.:* Apparatura jaderno-magnitnogo karotazsa szpiného. NGG *8* 51—3.

[23] *Salamon, B.:* The present state of scintillation counting technique in nuclear well logging. LA *6* 3—15.

[24] *Mamedov, N. V.:* Élektricseszkij karotazs v obszazsennüh szkvazsinah. ANH *8* 9—11.

[25] *Baslükin, I. I.—Gricenko, A. G.—Tinakin, U. P.:* Opüt primenenija gidravlicseszkogo cilindricseszkogo zonda dlja vüdelenija i ocenki parametrov neftenosznüh kollektorov. NGG *4* 41—4.

[26] *Samworth, J. R.—Cherrie, M. A.:* A focused resistivity tool for slimline coal logging systems. SPWLA London "H" 15 o.

[27] *Akszelrod, Sz. M.:* Iszszledovanie vozmozsnoszti primenenija diélektricseszkogo karotazsa dlja izucsenija nizkoomnüh razrezov. Razv. Geof. *69* 138—44.

[28] *Kapusztih, B. N.:* Avtoblokirovka v apparature SZPAK-2M. NGG *9* 49—51.

[29] *Pilkington, P. E.:* A high frequency cement bond log tool test. LA *5* 25—9.

[30] *Robinson, W. S.:* Field results from the noise logging technique. JPT *11* 1370—6.

[31] *Robinson, W. S.:* Recent applications of the noise log. SPWLA "Y" 25 o.

[32] *Robinson, W. S.:* Noise log applications in West Texas. 23th SWPSC 55—64.

[33] *Britt, E. L.:* Theory and application of borehole audio tracer survey. SPWLA "BB" 35 o.

[34] *Britt, E. L.:* Theory and application of the borehole audio tracer survey. SPE 6552 35 o.

[35] *Myung, J. L.:* Fracture investigation of the devonian shale using geophysical well logging techniques. SPE 6366 16 o.

[36] *Jageler, A. H.:* Improved hydrocarbon reservoir evaluation through use of borehole-gravimeter data. JPT *6* 709—18.

[37] *Snyder, D. D.:* The borehole Bouguer gravity anomaly — application to interpreting borehole gravity surveys. SPWLA "AA" 20 o.

[38] *Terescsenko, Ju. P.:* Szoversensztvovanie apparaturü sz rücsazsnümi usztrojsztvami dlja kontrolja tehnicseszkogo szosztojanija sztvola szkvazsinü. NH *6* 16—20.

[39] *Gadzsiev, Sz. A.—Talaljan, A. I.—Sztepanjan, V. A.:* O metodike karotazsa v proceszsze burenija na ploscsadjah Azerbajdzsana. ANH *11* 4—6.

[40] *Talaljan, A. I.—Nahibasev, M. H.—Gadzsiev, Sz. A.—Sztepanjan, V. A.:* Rezul'tatü szkvazsinnüh iszpütanij trubü-zonda dlja karotazsa v proceszsze burenija. Bur. *8* 26—7.

[41] *Szarkiszov, I. K.—Levitina, R. L.:* Osznovü teorii kol'cevüh zondov dlja karotazsa szkvazsin v proceszsze burenija. Prikl. Geof. *81* 158—69.

[42] *Bradshaw, J. M.:* New casing log defines internal/external corrosion. WO Sep 53—5.

[43] *Baltosser, R. W.—Honea, C.:* The improved Birdwell casing finder. SPE 6161 12 o.

[44] *Atkinson, A.—Pointer, R.:* Logging services used for large diameter boreholes. SPE 6155 8 o.

[45] *Martin, C. A.—Rust, D. H.:* Hostile environment logging. LA *2* 3—10.

[46] *Connell, J. G.—Shapiro, R. M.:* Logging operations in sour gas wells. 23th SWPSC 1—8.

[47] *Filin, A. Sz.—Kir'jaskin, V. M.:* Geotermicseszkie uszlovija gluboko pogrüzsennüh gorizontov Vosztocsnogo Predkavkaz'ja v szvjazi sz ih neftegazonosztnoszt'ju. NGG *3* 16—20.

[48] *Lachmayer, K.:* Temperaturen aus Tiefbohrungen im Wiener Becken. EEZ *9* 287—90.

[49] *Moseley, L. M.:* Field evaluation of direct digital well logging. SPWLA "NN" 11 o.

[50] *Eaton, F. M.—Elliott, J. W.—Hurlston, F. D.—Olson R. S.—Vanderschel, D. J.—Warren, J. P.:* The Cyber Service Unit, an integrated logging system. SPE 6158 9 o.

[51] *Cherrie, M. A.:* A digital cassette system for recording coal and other logs. SPWLA "K" 14 o.

[52] *Gahan, M. J.—Peveraro, R. C. A.:* Well log digitization and data reduction . SPWLA "J" 23 o.

[53] *Hammack, G. W.—Myers, B. D.—Barcenas, G. H.:* Production logging through the annulus of rod-pumped wells to obtain flow profiles. SPE 6042 8 o.

[54] *Keding, H. W.:* Horizontal-spinner, a new production logging technique. LA *5* 3—7.

[55] *Holm, A. E.—Kleinegger, J.:* New techniques for oriented-density evaluation. JPT *10* 1151—6.

[56] *Bradel, E.:* Erfahrungen und Ergebnisse mit TDT — bzw. NLL-Messungen. EK *2* 75.

[57] *Abduhalikov, Ja. N.—Demidov, A. Sz.—Demidova, T. G.:* Primenenie impul'sznüh nejtronnüh metodov na neftjanüh mesztorozsdenijah Beloruszszii. GNG *9* 65—70.

[58] *Veazey, M. J.—Carlton, A. W.:* New logging approach to old wells. PE *7* 30—42.

[59] *Tixier, M. P.—Vesperman, F. A.:* The porosity transform—a shale-compensated interpretation using TDT and neutron logs. SPWLA "GG" 28 o.

[60] *Beaver, M. H.—Lindley, B. W.—McGhee, B. F.:* Fractional flow curves derived by TDT logs and production tests. SPE 6193 12 o.

[61] *DeVries, M. R.—Vercellino, W. C.—Wichmann, P. A.:* The cased hole exploration service EPILOG. SPWLA London "D" 15 o.

[62] *Gaćeša, J.:* Radioaktivna mjerenja u bušotinama i njihova primjena pri upotrebi sekundarnih metoda u SSSR-u. Nafta (jug.) *2* 71—9.

[63] *Alekszandrov, V. B.—Zseltuhin, Ju. L.—Konoplev, Ju. V.—Maszlov, I. I.:* O metodike ocenki razmerov zon razrusenija plaszta pri ékszpluatacii szkvazsin sz peszkoprojavleniem. NH *2* 67—70.

[64] *Buevics, A. Sz.:* Oszobennoszti raszpredelenija temperaturü v dejsztvujuscsih neftjanüh szkvazsinah. NH *12* 35—7.

[65] *Dvorkin, I. L.—Filippov, A. I.—Kohancsikov, V. M.—Turfanov, V. V.:* O oszobennoszti termometrii pri iszszledovanii obvodnenija perforirovannüh intervalov v proceszsze ékszpluatacii szkvazsin. NH *8* 42—4.

[66] *Rezvanov, R. A.—Mihajlov, N. N.:* Geometricseszkij faktor v priblizsennoj teorii jaderno-geofizicseszkih metodov i ego iszpol'zovanie pri ucsete vlijanija blizsnej zonü. Prikl. Geof. *81* 182—90.

[67] *Szrebrodol'szkij, D. M.—Matcsinova, G. P.:* K voproszu interpretacii metodov eszteszvennoj radioaktivnoszti na neftegazovüh mesztorozsdenijah. NGG *8* 49—51.

[68] *Hearst, J. R.:* Effects of mudcake and sonde angle on a simple two-detector density sonde. LA *3* 11—5.

[69] *Antkiw, S.:* Depth of investigation of the dual-spacing thermal neutron decay time logging tool. SPWLA "CC" 10 o.

[70] *Akszelrod, S. M.—Danevics, V. I.—Mitjusin, E. M.—Haimov, I. A.:* Iszszledovanie poljarizujuscsego polja jaderno-magnitnogo karotazsa. Prikl. Geof. *81* 171—81.

[71] *Cox, J. W.—Raymer, L. L.:* The effect of potassium-salt muds on gamma-ray, and spontaneous potential measurements. SPWLA "II" 19 o.

[72] *Beljakov, M. A.—Mamjasev, V. G.:* Szvjaz' potencialov fil'tracii sz kollektorszkimi i élektricseszkimi szvojsztvami gornüh porod. Izv. VUZ NG *1* 23—9.

[73] *Rüzsov, A. A.—Csernjak, G. Ja.—Sarapanov, N. N.:* Approkszimacija vremennüh harakterisztik szpada vüzvannoj poljarizacii. Izv. VUZ GR *1* 120—3.

[74] *Gawin, A.:* Określenie stacjonarnego pola elektrycznego, wzbudzonego przez elektrode cylindryczna lub uklad elektrod cylindrycznych w otworze wiertnicznym i anizotropowym osrodku skylnym. Nafta (pol.) *7* 232—7.

[75] *Hoyer, W. A.—Rumble, R. C.:* Dielectric constant of rocks as a petrophysical parameter. SPWLA "O" 27 o.

[76] *Perez-Rosales, C.:* Generalization of the Maxwell equation for formation resistivity factor. JPT *7* 819—24.

[77] *Zajdel', A. R.—Dünkina, O. R.:* Iszszledovanie szvjazi mezsdu kollektorszkimi szvojsztvami porod na osznove modeli porisztoj szredü. Izv. VUZ GR *8* 122—9.

[78] *Zsuravlev, V. P.—Novikov, E. N.:* Élektricseszkoe pole trehélektrodnogo zonda bokovogo karotazsa. Prikl. Geof. *83* 210—6.

[79] *Csukin, V. T.—Bondarenko, M.—Osztrovszkij, V. I.:* Povüsenie éffektivnoszti bokovogo karotazsa. Prikl. Geof. *83* 189—97.

[80] *Mamedov, N. V.:* Iszszledovanie vlijanija metallicseszkoj poverhnoszti na velicsinü kazsuscsegoszja udel'nogo szoprotivlenija szredü pri élektricseszkom karotazse obszazsennüh szkvazsin. Izv. VUZ NG *6* 7—10.

[81] *Vil'ge, B. I.—Cejtlin, Sz. D.:* Csiszlennoe resenie zadacsi teorii indukcionnogo karotazsa metodom perehodnüh proceszszov. Fiz. Zemli *6* 52—9.

[82] *Serman, G. H.—Burstünovics, Ja. G.:* Pole gorizontal'nogo magnitnogo dipolja v anizotropnoj szrede, okruzsajucsej szkvazsinu. Izv. VUZ NG *10* 13—7.

[83] *Karinszkij, A. D.:* O csiszlennom resenii oszeszimmetricsnoj prjamoj zadacsi vüszokocsasztotnogo élektromagnitnogo karotazsa metodami konecsnüh raznosztej. Izv. VUZ GR *5* 130—6.

[84] *Zaharov, E. V.—Il'in, I. V.:* O csiszlennom resenii zadacsi vüszokocsasztotnogo élektromagnitnogo karotazsa v neodnorodnüh szredah. Fiz. Zemli *11* 44—51.

[85] *Baráth I.:* Az alacsonyfrekvenciás indukciós karotázs módszertani kérdései. Magy. Geof. *2* 46—61.

[86] *Baráth I.:* A 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák homogén közegben. Magy. Geof. *3* 89—96.

[87] *Baráth I.:* A 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák karakterisztikáinak vizsgálata. Magy. Geof. *6* 211—24.

[88] *Nekraszov, K. V.:* Szobsztvennüe kolebanija cilindricseszkoj obolocski v zamknutom ob"eme zsidkoszti. Izv. VUZ GR *6* 145—53.

[89] *Nemirovszkij, A. B.—Krausz, E. V.—Rudnickaja, D. I.:* Iszkazsenija diagramm v akuszticseszkom rezsime rabotü apparaturü. Geol. i Geof. *8* 85—95.

[90] *Clav, L. Z.—Szoferstejn, M. R.—Politov, E. V.—Kuz'min, A. K.—Kudasov, N. V.:* Vlijanie csasztotü vozbuzsdaemüh kolebanij na rezul'tatü akuszticseszkih iszszledovanij obszazsennüh szkvazsin. Prikl. Geof. *82* 200—4.

[91] *Avcsjan, G. M.—Sztefankevics, Z. B.:* Vlijanie davlenija i temperaturü na zaviszimoszt' élektricseszkogo szoprotivlenija ot vodonaszüscsennoszti peszcsanüh kollektorov. Razv. Geof. *72* 153—6.

[92] *Timur, A.:* Temperature dependence of compressional and shear wave velocities in rocks. SPWLA "A" 10 o.

[93] *Evans, T. R.:* Thermal properties of North Sea rocks. SPWLA London "B" 21 o.

[94] *Beck, A. E.:* An improved method of computing the thermal conductivity of fluid-filled sedimentary rocks. Geoph. *1* 133—44.

[95] *Beck, A. E.:* An improved method of computing the thermal conductivity of fluid-filled sedimentary rocks. LA *6* 30—8.

[96] *Boganik, V. N.:* Ucset apriornoj informacii pri polucsenii petrofizicseszkih paletok. NGG *6* 32—5.

[97] *Rezvanov, R. A.—Éllanszkij, M. M.:* Zaviszimoszt' radioaktivnoszti gornüh porod i pokazanij gamma-metoda ot ih kollektorszkih szvojsztv. Razv. Geof. *70* 139—44.

[98] *Kibrik, G. E.—Oszipenko, A. N.—Rozenberg, Ju. I.—Tul'bovics, B. I.:* Iszszledovanie osztatocsnoj vodonaszüscsennoszti porod-kollektorov nefti metodom jadernogo magnitnogo rezonansza. GNG *10* 69—73.

[99] *Rozenberg, Ju. I.—Kibrik, G. E.—Tul'bovics, B. I.:* Impul'sznüj jadernüj magnitnüj rezonansz i opredelenie vodoneftanaszüscsennoszti kollektorov. GNG *12* 62—6.

[100] *Woodhouse, R.:* Athabasca tar sand reservoir properties derived from cores and logs. SPWLA "T" 13 o.

[101] *Revett, L. W.:* Comparison of permeabilities from logs and sidewall cores to predict production. SPWLA "L" 13 o.

[102] *Krug, J. A.—Cox, D. O.:* Shaly sand cross-plot a mathematical treatment. LA *4* 11—5.

[103] *Hodson, G.—Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* Formation evaluation in Jurassic sandstones in the Northern North Sea area. LA *1* 22—32.

[104] *Hodson, G.—Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* Formation evaluation in Jurassic sandstones in the Northern North Sea area. EEZ *5* 151—9.

[105] *Roberts, H. V.—Campbell, R. L., Jr.:* The application of CORIBAND to the micaceous Jurassic sandstones of the Northern North Sea Basin. LA *1* 33—40.

[106] *Marett, G.—Chevalier, P.—Souhaite, P.—Suau, J.:* Shaly sand evaluation using gamma ray spectrometry, applied to the North Sea Jurassic. SPWLA "DD" 20 o.

[107] *Nekraszov, Sz. A.—Nikasin, É. Sz.:* Opredelenie szosztava peszcsano-glinisztüh porod po PSZ i GK. Razv. Geof. *72* 156—60.

[108] *Thomas, E. C.:* The determination of Q_v from membrane potential measurements on shaly sands. JPT *9* 1087—96.

[109] *Miyairi, M.—Hoh, T.—Okaba, F.:* Water saturation in shaly sands: logging parameters from log-derived values SPWLA "G" 21 o.

[110] *Raiga-Clémenceau, J.:* A quicker approach of the water saturation in shaly sands. SPWLA "E" 16 o.

[111] *Raiga-Clémenceau, J.:* A quicker approach of the water saturation in shaly sands. SPWLA London "L" 16 o.

[112] *Necsaj, A. M.—Bojarcsuk, A. F.:* Iszpol'zovanie petrofizicseszkih dannüh pri podszcsete zapaszov nefti i gaza v trescsinnüh karbonatnüh kollektorah Szevernogo Kavkaza. Prikl. Geof. *82* 205—10.

[113] *Azamatov, V. I.—Szvihnusin, N. M.:* Metodü izucsenija neodnorodnüh kollektorov v szvjazi sz ocenkoj zapaszov nefti i gaza. Izd. Nedra, Moszkva, 216 o.

[114] *Bojarcsuk, A. F.—Necsaj, A. M.:* Vübor ob"ektov dlja iszpütanija glubokozalegajuscsih karbonatnüh otlozsenij. GNG *10* 40—5.

[115] *Kereszelidze, V. P.:* Opredelenie trescsinnoj K_T i blokovoj K_p porisztoszti izvesztnjakov po dannüm metodov szoprotivlenij i szobsztvennüh potencialov. NGG *7* 40—2.

[116] *Naljubicki, V. I.—Galjavics, A. S.—Gubajdullin, A. Z.—Kutlakova, K. G.:* Nekotorüe rezul'tatü amplitudnogo akuszticseszkogo karotazsa sz pomoscs'ju prodol'nüh i poperecsnüh voln. NGG *7* 37—40.

[117] *Lukov, V. P.—Guszakov, N. D.:* Opüt interpretacii diagramm akuszticseszkogo metoda v izvesztnjakah szo szlozsnoj sztrukturoj porovogo prosztransztva. NGG *10* 46—8.

[118] *Voronkov, L. H.—Kormil'cev, Ju. V.—Urmanov, É. G.—Kireev, S. G.—Karimov, G. Sz.:* Primenenie kompleksza jaderno-akuszticseszkih metodov pri izucsenii neftenosznoszti karbonatnüj kollektorov v obszazsennüh szkvazsinah. NGG *11* 35—7.

[119] *Litvinov, B. N.—Rezvanov, R. A.—Krivko, N. N.:* Vüdelenie karbonatnüh kollektorov i izucsenie ih fil'tracionno-emkosztnüh szvojsztv nejtronnümi metodami. Razv. Geof. *73* 116—23.

[120] *Berezin, V. M.—Golubev, Ju. V. —Kopütov, A. V.—Tjurihin, A. M.—Jarügina, V. Sz.:* Metodika ocenki kollektorszkih szvojsztv karbonatnüh otlozsenij. GNG *11* 40—5.

[121] *Aguilera, R.:* Analysis of naturally fractured reservoirs from conventional well logs. JPT *7* 764—72.

[122] *Butler, M.—Phelan, M. J.—Wight, A. W. R.:* Buchan field: evaluation of a fractured sandstone reservoir. SPWLA London "A" 18 o.

[123] *Conner, D. C.—Kelland, D. G.:* Piper Field, U. K. North Sea interpretive log analysis and geologic factors, Jurassic reservoir sands. LA *1* 12—21.

[124] *Wilson, D. A.—Hensel, W. M.:* Computer log analysis + core analysis = improved formation evaluation in West Howard-Glasscock Unit. SPE 6188 12 o.

[125] *Zaharova, N. I.—Popov, V. K.:* Vüdelenie po geofizicseszkim dannüm glubokozalegajuscsih promüslennüh kollektorov v Zapadnom Predkavkaze. GNG *11* 51—7.

[126] *Oduolowu, A.:* A case study of the recoverable hydrocarbon volumes for the Minnelusa and Muddy sands, Powder River Basin, Wyoming. LA *2* 24—32.

[127] *Vu Ngok An:* Éffektivnoszt' primenenija dannüh promüszlovoj geofiziki pri ocenke porisztoszt ineftenaszüscsennüh kollektorov mesztorozsdenij Neftjanüe Kamni i Grjazevaja Szopka. ANH *1* 14—8.

[128] *Zefirov, N. N.—Kamenev, Sz. P.—Kulesova, G. K.—Csukin, V. T.:* Komplekszirovanie metodov karotazsa pri izucsenii razrezov. Prikl. Geof. *82* 178—91.

[129] *Domov, G. M.—Zubov, Ju. V.—Kadüszev, Ju. P.—Tvorogov, N. Sz.:* K voproszu o kolicseszt vennom opredelenii koéfficienta bitumonaszüscsennoszti terrigennüh kollektorov permszkih otlozsenij po geofizicseszkim dannüm. NGG *9* 46—8.

[130] *Woodhouse, R.:* Athabasca tar sand reservoir properties derived from cores and logs. SPWLA "T" 13 o.

[131] *Collins, H. N.:* Log-core correlations in the Athabasca oil sands. JPT *10* 1157—68.

[132] *Vohs, J. B.:* Log analysis in the shallow oil sands of the San Joaquin Valley, California. SPWLA "EE" 9 o.

[133] *Heftin, J. D.—Neill, B. F.—DeVries, M. R.:* Log evaluation in the California Miocene formations. SPE 6160 18 o.

[134] *Barlai Z.:* Determination of permeability and specific surface area of the pore channels from well logs in fine grained sandstones. SPWLA "C" 46 o.

[135] *Montero, C..:* Porosity and lithology determination with logs in the Caimancito Field, Jujuy provinca, Argentina. SPWLA "D" 10 o.

[136] *Madera, E. R.:* Vozmozsnoszti opredelenija gazoneftenaszüscsennoszti po metodu PSZ. ANH *9* 12—6.

[137] *Baslükin, I. I.:* Novaja metodika opredelenija udel'nogo szoprotivlenija plaszta po dannüm potencial i gradient zondov. NGG *6* 43—6.

[138] *Abdullaev, A. P.—Palatnik, G. G.:* Vübor modeli plaszta pri interpretacii metoda kazsuscsihszja udel'nüh szoprotivlenij v razreze neodnorodnogo peszcsano-glinisztogo kollektora sz neravnomernoj neftenaszüscsennoszt'ju. Izv. VUZ NG *10* 3—7.

[139] *Tabarovszkij, L. A.—Dasevszkij, Ju. A.:* Resenie zadacsbokovogo karotazsnogo zondirovanija v naklonnüh szkvai zsinah metodom integral'nüh uravnenij. Geol. i Geof. *7* 80—9.

[140] *Akszelrod, Sz. M.—Dasevszkij, Ju. A.—Kaganszkij, A. M.—Szarkiszova, E. A.:* Paletki BKZ naklonnüh plasztov (bez ucseta szkvazsinü). Geol. i Geof. *5* 90—5.

[141] *Kozik, W.:* Niektore zagadnienia elektrometrii wiertniczej w skalach niskooporowych. N (pol.) *6* 185—8.

[142] *Kurbanov, N. S.:* O primenenii BKZ v razvedocsnüh szkvazsinah Zapadnogo Kazahsztana. GNG *10* 73—6.

[143] *Lippincott, R. G.:* Low resistivity mud filtrate helps find movable gas. SPWLA "Q" 10 o.

[144] *Ivancsuk, L. F.:* Iszpol'zovanie pokazanij sztandartnogo kompleksza geofizicseszkih iszszledovanij szkvazsin dlja vüdelenija zavodnennüh plasztov v terrigennom razreze mesztorozsdenija Uzen'. NGG *7* 45—50.

[145] *Avcsjan, G. N.—Sztefankevics, Z. B.:* Szvjaz' otnoszitel'nogo szoprotivlenija sz koéfficientom porisztoszti peszcsanüh porod. Razv. Geof. *71* 131—4.

[146] *Rivero, O. G.:* A practical method for determining cementation exponents and some other parameters as an aid in well log analysis. LA *5* 8—24.

[147] *Rahmanov, R. R.—Szalehli, T. M.—Karablina, Sz. G.:* Opredelenie porisztoszti vulkanogennüh (éffuzivnüh) porod po akuszticseszkomu i mikrobokovomu karotazsu. ANH *4* 4—7.

[148] *Kithas, B. A.:* Lithology, gas detection, and rock properties from acoustic logging systems. SPWLA "R" 10 o.

[149] *Murphy, R. P.—Foster, G. T.—Owens, W. W.:* Evaluation of waterflood residual oil saturations using log-inject-log procedures. SPE 5804 15 o.

[150] *Bragg, J. R.:* In situ measurement of residual oil saturation. 23th SWPSC 183—9.

[151] *Kitmanov, R. V.:* A kábeles teszterezés helyzete és feladatai a Szovjetunióban. Magy. Geof. *6* 206—10.

[152] *Jaszasin, A. M.:* Puti povüsenija éffektivnoszti oprobovanija i iszpütanija plasztov v processze burenija. NH *8* 16—22.

[153] *Aliev, T. M.—Mamedhanov, R. G.—Grigorjan, B. N.—Gordeev, G. Sz.:* Masinnaja interpretacija profilemetricseszkoj informacii. Izv. VUZ NG *5* 99—100.

[154] *Aliev, T. M.—Ragimov, N. A.—Mamedov, F. S.:* K approkszimacii dannüh profilomerov dlja posztroenija profilja poperecsnogo szecsenija szkvazsin. NGG *1* 51 3.

[155] *Callas, N. P.:* Computing directional surveys with a helical method. SPEJ *6* 327—36.

[156] *Guillory, Ch.:* Model gives accurate well-bore displacement. OGJ *36* 138—41.

[157] *Kovsov, G. N.—Habirov, Sz. V.:* Opredelenie traektorii iszkrivlennoj szkvazsinü po uglovoj szkoroszti tela, peremescsajuscsegoszja v nej. Izv. VUZ NG *5* 85—8.

[158] *Craig, J. T., Jr.—Randall, B. U.:* Directional survey calculation. PE *4* 38—54.

[159] *Sapiro, D. A.—Agliullin, M. Ju.—Bumin, A. V.—Grinberg, B. Z.—Timirjaszova, É. H.:* Programmnoe obeszpecsenie obrabotki zamerov krivizn na EVM M-222. NGG *5* 39—40.

[160] *Melik-Sahnazarov, A. M.—Frolov, V. G.:* Voproszü predsztavlenija parametrov i traektorij naklonnüh szkvazsin na ékrane diszpleja. Izv. VUZ NG *8* 75—9.

[161] *Schlosser, P.—Fricke, S.—Fels, Ch.—Engelmann, D.:* Untersuchungen des Schichtaufbaues (Streichen und Einfallen) mit dem Stratalog. ZAG *4* 188—91.

[162] *Okitsu, F.:* Quick interpretation of the high resolution dipmeter (HDT). SPWLA "I" 10 o.

[163] *Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* Solids particle penetration into porous reservoir rocks and its effect on well log analysis. SPWLA "F" 10 o.

[164] *Fertl, W. H.—Hammack, G. W.:* Solids particle penetration into porous reservoir rocks and its effect on well log analysis. SPWLA London "M" 10 o.

[165] *Izotova, T. Sz.—Griel'szkaja, A. O.—Maljuta, A. A.:* Iszszledovanie priszkvazsinnoj zonü neftjanogo plaszta metodom élektricseszkogo karotazsa. NH *10* 35—8.

[166] *Orlov, L. I.—Rucskin, A. V.—Szvihnusin, N. M.:* Vlijanie promüvocsnoj zsidkoszti na fizicseszkie szvojsztva kollektorov nefti i gaza. Izd. Nedra, Moszkva, 88 o.

[167] *King, E. E.—Kumar, R.:* Waterfloods — a hostile environnement for electrical logging. SPWLA "LL" 12 o.

[168] *Logovszkaja, G. K.—Potrjaszova, B. M.:* Opredelenie osztatocsnoj neftenaszüscsennoszti v zavodnennoj zone PK szvitü mesztorozsdenija Neftjanüe Kamni. ANH *3* 11—4.

[169] *Lang, W. H., Jr.:* Porosity-resistivity cross-plot can help to evaluate formation. OGJ *48* 94—8.

[170] *Clavier, C.—Rust, D. H.:* MID PLOT: a new lithology technique. LA *6* 16—24.

[171] *Boganik, V. N.:* Ucset apriornoj informacii pri polucsenii petrofizicseszkih paletok. NGG *6* 32—5.

[172] *Kern, J. W.—Hoyer, W. A.—Spann, M. M.:* Low porosity gas sand analysis using cation exchange and dielectric constant data. SPWLA "PP" 17 o.

[173] *Sarovarin, V. D.—Bedcser, Sz. A.:* Opredelenie koéfficienta produktivnoszti plasztov po promüszlovo-geofizicseszkim materialam. Izv. VUZ NG *12* 6—10.

[174] *Clavier, C.—Heim, A.—Scala, C.:* Effect of pyrite on resistivity and other logging measurements. SPWLA "HH" 33 o.

[175] *Haley, R. A.:* Logging system minimizes deviated-hole risk. OGJ *4* 162—70.

[176] *Drwiega, Z.:* Metodyka wyznaczania współczynnika przapuszczalności piaskowcowych utworów czerwonego spagowca monokliny przesudeckiej metodami geofiziky wiertniczaj. N (pol.) *8* 261—8.

[177] *Frydecki, J.—Debski, Z.:* Harmadik generációs SAIK számítógépes rendszer fúrólyuk-szelvényezési adatok komplex automatikus értelmezésére. Magy. Geof. *3* 103—10.

[178] *Poupon, A.—Leveaux, J.:* Progres report on the automation of computer processed log interpretation. SPWLA London "I" 37 o.

[179] *Engelmann, D.—Hochstrate, K.—Förster, K.—Fricke, S.—Rummel, K.—Thiele, G.:* Olaj- és gáztermelő kutak szelvényezési adatainak számítógépes feldolgozása. Magy. Geof. *4* 154—60.

[180] *Davis, D. G.:* Histogrammatic projection of gas and heav mineral effects in shaly sands. SPWLA "Z" 18 o.

[181] *Heseldin, G. M.:* Discriminant analysis in petrophysics. SPWLA "OO" 10 o.

[182] *Merkel, R. H.—Maccary, L. M.—Chico, R. S.:* Computer techniques applied to formation evaluation. LA *3* 3—10.

[183] *Vojković, T.—Gaćeša, J.:* Kompjutorska interpretacija karotažnih dijagramma u formacijama kompleksne litologije. N (jug.) *12* 623—32.

[184] *Work, Ph. L.—Simmons, R. W.—Foster, J. T.:* Digitized logs evaluate data in raw form from existing fields to show reservoir parameters. OGJ *6* 63—4.

[185] *King, R. B.:* EALOG — interactive catalyst. LA *2* 35—6.

[186] *Snyder, R. E.:* Changing economics spark new production ideas. WO Nov 57—63.

[187] *Anderson, G. W.:* Impression tool evaluates perforation effectiveness. WO May 57—62.

[188] *Anderson, G. W.:* Calibrated impression packers define perforation size shape and connection to permeability in situ. 23th SWPSC 87—98.

[189] *Ezsov, V. A.—Reprincev, Ju. D.:* Dejsztvie na obszadnuju kolonnu kumuljativnoj perforacii. Razv. Geof. *71* 151—8.

[190] *Keese, J. A.—Oden, A. L.:* Study shows big difference in commercial perforators. WO Feb 1. 27—31.

[191] *Porter, W. L.—Satterwhite, B.:* Meaningful evaluation of well perforator performance. SPE 5899 11 o.

[192] *Porter, W. L.—Satterwhite, B.:* Evaluation of well perforator performance. JPT *12* 1466—72.

[193] *Antheunis, D.—Vriezon, P. B.—Schipper, B. A.—van der Vlis, A. C.:* Perforation collapse: failure of perforated friable sandstones. SPE 5750 13 o.

[194] *Maly, G. P.:* Proper fluid selection helps avoid damage. OGJ *12* 68—76.

[195] *Snyder, R. E.:* Formation damage controll: opportunity for profits. WO March 33—40.

[196] *Vann, R. R.—Owens, R.:* After log evaluation, what's next? SPWLA "P" 10 o.

[197] *Brieger, E. F.—Stovall, G. E.:* Perforating damage: Here's one field tested solution. WO Nov 69—72.

[198] *Dietrich, J. K.—Bondor, P. L.:* The effect of void and filled perforations on well productivity. SPE 6178 17 o.

[199] *Szanaszarjan, N. Sz.:* Iszszledovanie vozmozsnoszti perforacii kolonnü zsidkoj sztruej iz legkoplavkogo metalla. Prikl. Gef. *83* 206—9.

[200] *Heat, L. J.—Miller, J. S.—Johnson, F. S.:* Solvents and explosions to recorver heavy oil — a pilot demonstration. SPE 6162 11 o.

[201] *Golubev, A. A.—Rabinovics, G. Ja.:* Rezul'tatü primenenija apparaturü akuszticseszkogo karotazsa dlja opredelenija procsnosztnüh szvojsztv gornüh porod na mesztorozsdenijah tverdüh poleznüh iszkopaemüh. Razv. Geof. *73* 109—16.

[202] *Stein, N.:* Mechanical properties of friable sands from conventional log data. JPT *7* 757—63.

[203] *Kumar, J.:* The effect of Poisson's ratio on rock properties. SPE 6094 12 o.

[204] *Gregory, A. R.:* Fluid saturation effects on dynamic-elastic properties of sedimentary rocks. Geoph. *5* 895—921.

[205] *Gregory, A. R.:* Dynamic elastic rock properties key to pore-fluid identity. OGJ *43* 130—8.

[206] *Alekszeev, J. F.—Zaripova, V. V.—Szemenov, E. V.—Laptev, V. V.:* Prognozirovanie mehanicseszkih szvojsztv porod po dannüm akuszticseszkogo i plotnosztnogo gamma-gamma-karotazsa. Bur. *11* 9—13.

[207] *McCann, D. M.—McCann, C.:* The acoustic logging techniques in engineering geology. SPWLA London "N" 22 o.

[208] *Dobrünin, V. M.—Szerebrjakov, V. A.:* Metodika opredelenija anomal'no vüszokih plasztovüh davlenij po dannüm geofizicseszkih iszszledovanij szkvazsin. GNG *8* 32—9.

[209] *Eaton, B. A.:* Graphical method predicts geopressures worldwide. WO July 100—4.

[210] *Eaton, B. A.:* Graphical method predicts geopressures worldwide. WO May 51—6.

[211] *Kunin, N. Ja.—Bülevszkij, G. A.—Gacolaeva, Sz. Sz.—Kurbanov, N. S.:* Ocenka anomal'no vüszokih plasztovüh davlenij v podszolevüh otlozsenijah Prikaszpijszkoj Vpadinü. GNG *10* 64—9.

[212] *Kaszumov, K. A.—Devgunov, É. N.—Alekszandrov, B. L.:* Priroda anomal'no vüszokih plasztovüh davlenij v razrezah mesztorozsdenij Kjurovdag i Karabaglü Prikurinszkoj Nizmennoszti. GNG *8* 39—43.

[213] *Rahmanov, R. R.—Kaszumov, K. A.—Alekszandrov, B. L.—Devgunov, É. N.:* Izucsenie AVPD v razrezah mesztorozsdenij Kjurovdag i Karabaglü po dannüm promüszlovoj geofiziki sz cel'ju vübora optimal'nüh uszlovij provodki szkvazsin. ANH *1* 18—22.

[214] *Juszufzadi, H. B.—Kaszumov, K. A.—Alekszandrov, B. L.—Devgunov, É. N.:* Izucsenie i prognozirovanie AVPD po dannüm promüszlovoj geofiziki (na primere ploscsadi Bula-more). ANH *5* 1—8.

[215] *Markó L.—Gellért T.:* Kompakció és annak hatása a karotázsszelvényekre, különös tekintettel a túlnyomásos rétegek vizsgálatára. Magy. Geof. *6* 225—33.

[216] *Brooks, R. A.—Kovisars, L.:* Iron in shale samples can mask geopressured zones. WO July 123—4.

[217] *Giani, L.—Allen, M. R.:* A geological approach to formation pressure detection. SPWLA London "E" 5 o.

[218] *Lane, R. A.—Macpherson, L. A.:* A review of geopressure evaluation from well logs — Louisiana Gulf Coast. JPT *9* 963—71..

[219] *Jesch A.:* A mélyfúrási geofizikai információszerzés és a fúrástechnika kapcsolatairól. FK *2* 43—6.

[220] *Timofeev, E. I.—Orlov, Ju. Z.:* Primenenie élektrometriceszkih iszszledovanij dlja vübora tipa dolota. Bur. *2* 8—11.

[221] *Leiper, H. W.:* Use offset well data to reduce drilling problems. WO Sep 57—60.

[222] *Dumis'jan, A. G.—Muradjan, V. M.—Abbaszova, R. K.:* O prirode anomal'no nizkih plasztovüh davelenij na primere mesztorozsdenij Szevernogo Kavkaza. GNG *4* 49—52.

[223] *Mihajlov, N. N.—Rezvanov, R. A.—Leonidova, A. I.:* Vüdelenie zakol'matirovannüh plasztov komplekszom promüszlovo-geofizicseszkih metodov. NGG *7* 50—5.

[224] *McDonald, W. J.—Ward, Ch. E.:* Logging while drilling: a survey of methods and priorities. SPWLA "U" 14 o.

[225] *Haanschoten, G. W.:* ULSEL logging in blow-out relief wells. SPWLA London "O" 15 o.

[226] *King, R. L.—Bradley, R. W., Jr.:* The use of the conventional gamma-ray log to locate saltwater invasion. SPE 5943 7 o.

[227] *Kirpicsenko, B. I.—Csernov, V. V.—Pervusina, N. A.—Kabirov, B. Z.—Zaripov, M. H.:* Iszszledovanie izoljacii plasztov akuszticseszkim metodom. NH *12* 43—8.

[228] *Zerscsikov, A. E.—Lukov, V. P.—Voldürev, V. N.:* Izucsenie tehnicseszkogo szosztojanija i vüpravlenie szmjatüh ucsasztkov obszadnüh kolonn v szkazsinah. NH *1* 51—3.
[229] *Mercer, R. F.:* Gas-cut mud: causes, effects and cures. WO Sep 63—72.
[230] *Neszimov, A. A.:* Ocenka neftegazonosznoszti triaszovüh otlozsenij Dagesztana po dannüm kompleksznogo gazovogo karotazsa. NGG *7* 42—4.
[231] *Pomeranc, L. I.—Madzsarova, V. I.:* Operativnaja obrabotka dannüh gazovogo karotazsa v proceszsze burenija szkvazsin. Prikl. Geof. *82* 192—9.
[232] *Wilson, T.:* The quantification of mud log gas shows. SPWLA "FF" 10 o.
[233] *Hearst, J. R.—McKague, H. L.:* Structure elucidation with borehole gravimetry. Geoph. *3* 491—505.
[234] *Toksöz, M. N.—Cheng, C. H.—Timur, A.:* Velocities of seismic waves in porous rocks. Geoph. *4* 621—45.
[235] *Rudman, A. J.—Whaly, J. F.—Blakely, R. F.—Biggs, M. E.:* Transformation of resistivity to pseudovelocity logs. LA *2* 11—23.
[236] *Rudman, A. J.—Whaley, J. F.—Blakely, R. F.—Biggs, M. E.:* Transformation of resistivity to pseudovelocity logs. AAPG B. *5* 879—82.
[237] *Fajzullin, I. Sz.—Cüplakov, V. I.—Kuznecov, O. L.:* Nekotorüe primerü szoposztavlenija szkorosztej prodol'nüh voln pri mezsszkvazsinnom prozvucsivanii i akuszticseszkom karotazse. Izv. VUZ GR *6* 185—6.
[238] *Erlinghangen, L.—Bading, R.:* Seismische Geschwindigkeitsmessungen in Tiefbohrungen. EK *9* 417.
[239] *Walker, J. H. D.—Stuart, A. J.:* Permafrost investigation by cristal cable surveys Mackenzie-Delta, N. W. T. SPWLA "J" 11 o.
[240] *Ritch, H. J.—Smith, J. T.:* Evidence for low free gas saturations in water-bearing bright spot sands. SPWLA "X" 11 o.
[241] *Nwachukwu, S. O.:* Approximate geothermal gradients in Niger Delta sedimentary basin. AAPG B. *7* 1073—7.
[242] *Robbins, E. I.—Rhodehamel, E. C.:* Geothermal gradients help predict petroleum potential of Scotian Shelf. OGJ *9* 143—5.
[243] *Oszadcsij, V. G.—Lur'e, A. I.—Erofeev, V. F.:* Geotermicseszkie kriterii neftegazonosznoszti nedr. Izd. Naukova Dumka (Kijev) 144 o.
[244] *Beck, A. E.:* The use of thermal resistivity logs in stratigraphic correlation. Geoph. *2* 300—9.
[245] *Ruoff, W. A.:* A technique for interpreting depositional environments of sandstones from the SP log utilizing the computer. LA *4* 3—10.
[246] *Selley, R. C.:* Subsurface facies analysis. LA *1* 3—11.
[247] *Selley, R. C.:* Subsurface environmental analysis of North Sea sediments. AAPG B. *2* 184—95.
[248] *Król, E.—Król, L.:* Osady kambru syneklizy perybałtyckiej w świetle analizy danych geofiziki wiertniczej. N (pol.) *1* 1—8.
[249] *Schultz, A. L.:* Estimating production of prospective new wells with log derived permeability feet (Kh) maps. SPWLA "B" 20 o.
[250] *Molcsanov, A. A.—Rodionov, N. F.—Sziraev, A. H.—Morozov, V. P.—Antonenko, Ju. N.:* Oszobennoszti posztroenij aavtonomnoj apparaturü sz magnitnoj zapisz'ju dlja gidrodinamicseszkih iszszledovanij szkvazsin. Prikl. Geof. *83* 198—205.
[251] *Dickmann, E.—Hollinderbäumer, J.:* Einige Aspekte zur Speicherung von Gas. EEZ *11* 367—75.
[252] *Somssich Lászlóné:* Az OFKFV felkészülése az V. ötéves tervidőszak földtani kutatási feladatainak ellátására. FK *4* 50—3.
[253] *Lavers, B. A.—Smits, L. J. M.:* Recent developments in coal petrophysics. SPWLA "S" 19 o.
[254] *Lavers, B. A.—Smits, L. J. M.:* Recent developments in coal petrophysics. SPWLA London "G" 26 o.
[255] *Reeves, D. R.:* Development of slimline logging systems for coal and mineral exploration. SPWLA "KK" 16 o.
[256] *Kowalski, I.—Fertl, W. H.:* Einsatz von geophysikalischen Bohrlochmessverfahren im Kohlenbergbau. EEZ *9* 301—5.
[257] *Weltz, L. S.:* Log evaluation of sub-bituminous coals in Magallanes—Chile. SPWLA "K" 13 o.
[258] *Szabó J.—Weidinger, I.:* Matematikai-statisztikai feldolgozó-értékelő rendszer mélyfúrások hasznosítható ásványi nyersanyag szempontjából történő minősítésére. Magy. Geof. *1* 31—40.
[259] *Borevszkij, B. V.—Hordikajnen, M. A.—Jazvin, L. S.:* Razvedka i ocenka ékszpluatacionnüh zapaszov meszto-rozsdenij podzemnüh vod v trescsinno-karsztovüh plasztah. Izd. Nedra, Moszkva, 247 o.

4. Rezervoármérnöki tudomány

4.1. A fejlődés általános iránya

A rezervoármérnöki tudomány fő feladata ma is a szénhidrogén-kitermelés világméretű problémájának, a föld véges készlete mellett, az egyre növekvő fogyasztási igények kielégítése:

1. a nagyobb mélységekben (vagy a tengerek alatt) és a sarkkörön túli, emberi településekre alkalmatlan területek szénhidrogénkészleteinek feltárásával és
2. a meglevő és az új készletek nagyobb hatékonyságú és a környezet megóvásával történő kitermelésével.

A hatékonyabb olajkitermelési módszerek fejlődését az egyre szélesebb körű és e módszerek alkalmazását befolyásoló tényezők mélyebb vizsgálatával foglalkozó tanulmányok, konferenciák, vitaülések és üzemi kísérletek gyors szaporodása tükrözi.

Az utóbbi években az olajiparban egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a hatékonyabb olajtermelési módszerek, az ún. másodlagos és harmadlagos olajtermelés. Ezt a változást alapjában véve három ok idézte elő:

1. megnövekedtek a kutatási költségek;
2. egyre ritkábban találnak lakott területeken nagyobb szénhidrogén-tárolókat;
3. az iparilag fejlett államok termelési teljesítménye stagnál vagy csökkent, és a növekvő fogyasztás mellett egyre nagyobb a kőolaj- és földgázbehozataluk.

Ezekhez az okokhoz járultak még a szigorúbbá váló környezetvédelmi igények, úgyhogy a végén a tengeri és fagyott zónákban való olaj- és földgáztermelés és -szállítás egyre növekvő költsége serkentő hatást gyakorolt a másodlagos és harmadlagos olajkihozatallal kapcsolatos kutatásokra.

Bármilyen kihozatalnövelő eljárást is alkalmazzanak, mindegyiknek az a lényege, hogy az olajat a tárolóból kikényszerítsék. A legáltalánosabban használt módszer a vízelárasztás, amely ma már az olajtermelésnek a Szovjetunióban több mint egyharmadát, míg az USA-ban csaknem 25%-át adja. Egyéb hatásosabb kihozatali eljárások részvétele az USA termelésének mintegy 8%-a. Úgy számítják, hogy 1980-ra másodlagos és harmadlagos olajkihozatal segítségével az USA-ban termelt olajnak mintegy felét tudják biztosítani. Az ismert földtani készletek és a kitermelhető — amelyekről a geológiai és műszaki adatok mutatják, hogy azokat a meglevő gazdasági viszonyok és a meglevő technológia segítségével ki lehet termelni — készletek közötti különbség az American Petroleum Institut legújabb számítása szerint az USA-ban kb. 30 milliárd t. Ez az olajmennyiség több mint 40 éven keresztül látná el olajjal az Egyesült Államokat minden más hazai termelés vagy import kizárása mellett.

Ennek a kb. 30 milliárd tonna többletolajnak a kihozatala képezi a másodlagos és harmadlagos kihozatallal foglalkozó tudósok problémáját. De a világ energiaszükségletének felgyorsult növekedése miatt nemcsak az USA, hanem az egész világ tudósainak egyre nagyobb realitással kell szembenézniük az energiaproblémával és ezeknek a tudósoknak a munkája életbevágóan fontos lehet a világ jövője és fejlődése szempontjából.

A természetes ásványkincsek megfelelő kezeléséért elsősorban az államok felelősek. E felelősséget elsőnek a Szovjetunió ismerte fel, és az ásványkincsek kitermelését állami feladattá és joggá tette. Az USA 1935-ben hívta életre az Interstate Oil Compact Comissiont (IOCC) abból a célból, hogy biztosítsák az olaj és a gáz megőrzését és megakadályozzák ezen ásványkincsek veszteségét. Ez önkéntes szervezet, amelynek létesítésére az USA alkotmánya I. cikkelyének 10. szakasza ad felhatalmazást. Ezt a kongresszus törvényben ratifikálta. A szervezet jelenlegi összetételét illetően 29 olajtermelő államból áll.

Az IOCC Végrehajtó Bizottságának Fort Wort-ben (Texas) 1971. március 15-én megtartott ülésén a Végrehajtó Bizottság az alábbi indítványt fogadta el az IOCC Kutatási Bizottságra vonatkozólag: „A Kutatási Bizottság felelős az IOCC számára küldendő jelentésekért, amelyek az olaj- és gázmegőrzés meglevő módszereiben keletkező új elméleteket és tökéletesítéseket tagolják. Ki kell választani azokat a programokat, amelyek tájékoztatják az IOCC-t és államait a technológiai haladásokról, és amelyeket vizsgálnak és alkalmaznak az energiaforrások feltárásában, egyezően a helyes megőrzési gyakorlattal. Ebben a vonatkozásban a Kutatási Bizottságot arra ösztönzik, hogy legyen találékony és kezdeményező, amikor a szénhidrogéntárolók kihozatali tényezőjének növelésére törekszik."

A fenti irányelv szellemének megfelelően az IOCC Kutatási Bizottsága albizottságot hozott létre, amelynek az a feladata, hogy összegezze a másodlagos és harmadlagos olajkihozatali eljárásainak információit és eredményeit. Ezen a területen a fejlődés felgyorsult. Ezek gyakorlati alkalmazása terén — míg ezt a múltban az alacsony olajár és a könnyű olajbeszerzés miatt erős hullámzás jellemezte — igen biztató előrelépés van a végső cél felé: minden helyben levő olajat ki-

termelni. Mint minden eszményi célt, teljesen valószínű, hogy ezt sem lehet teljesen megvalósítani, de megéri, hogy ebben az irányban minél nagyobb haladás történjék.

A fejlesztés alatti, illetve alkalmazásba vett eljárások közül egyesek nem szükségképpen jelentenek újdonságot, a kutatás mindig arra irányult, hogy jóval megelőzze a bizonyított gazdasági megvalósíthatóságot. Egy adott időpontban sok eljárás mutatkozhat műszakilag kivihetőnek, de ezek azonban jelentős mennyiségű további kutatómunkát igényelnek, mielőtt a gazdaságossági számítások nagyobb előnyöket mutatnának a korábban alkalmazott eljárásokkal szemben.

A föld szénhidrogénkészleteivel való racionális gazdálkodás megköveteli, hogy hatásos olaj- és gázmegóvási és -kitermelési technikát fejlesszünk ki, hogy a tárolókból a maximális kihozatalt biztosíthassuk [1].

E célkitűzésnek megfelelően az USA-ban évről évre megvizsgálják az olajkihozatal-növelési potenciált [2]. A kihozatali hatásfok és a rétegolaj-eloszlás vizsgálata azt mutatta, hogy a telepek kihozatali hatásfoka erősen statikus jellegű. A hatásfok felszínes változásai annak a sorrendnek voltak az eredményei, amelyekkel a telepeket felfedezték, és amilyen eljárásokat a többletkészletek nyilvántartására használtak.

Az API-nak (Amerikai Petróleum Intézetnek) az USA kőolajkészletekkel kapcsolatban publikált adatainak vizsgálata több érdekes megfigyelést mutat az USA olajiparának helyzetére és jövőbeli irányára vonatkozólag. Az új készletek alacsony felfedezései ütemének összehasonlítása az ipar régebbi eredményeivel, meglepő és drámai hatást kiváltó jelenséget mutat a jövő kőolajszükségletei vonatkozásában, amikor az 1930-as és 1940-es években felfedezett nagy mezőket már kimerítették. E jelentés mindent megelőző, legfontosabb következtetése, amely közös oly sok egyéb következtetéssel, az, hogy nagy új hazai kőolajforrásokat kell hamarosan felfedezni és feltárni. Egy másik alternatívaként, amely gazdaságilag megvalósítható, hamarosan ki kell találni az olaj tömeges helyettesítőjét.

A második következtetés, több véleménnyel ellentétben, hogy az USA-ban a kumulatív kihozatali tényező csökkenő tendenciát mutat több éve, kivéve az alaszkai Prudhoe Bay melletti felfedezésnek tulajdonítható kismérvű emelkedést. Ezt nem a gyenge vagy közepes mérnöki vagy műszaki, esetleg a vezetés önkényes vagy helytelenül megalkotott döntései okozták.

A kihozatali tényezőnek az idő függvényében bekövetkezett változásait pusztán az a sorrend váltotta ki, amellyel a különböző típusú olajmezőket a különböző helyeken felfedezték. A kihozatali tényező adatainak vizsgálata lehetővé tette néhány következtetésnek a potenciális harmadlagos termelésre vonatkozólag történő levonását, amelyet egy árnyalattal jobbnak ítélnek meg, mit a korábbi becslések és sóvárgó elképzelések eltúloztak. Az API adatai kevés kétséget hagynak a tekintetben, hogy még mindig igen nagy olajmennyiséget fedeznek fel és fognak felfedezni, amelyek az eddig kifejlesztett technológiával nem termelhetők ki. Harmadik következtetés, hogy jelentős potenciális készletek vannak, ha növelni tudjuk a kihozatal hatásfokát. Nyilvánvaló azonban, hogy ma még a harmadlagos kihozatali potenciál kvantitative nem határozható meg, jóllehet az elérendő célokat megjelölik.

A figyelem középpontja a kihozatali hatásfok alakulása abból a célból, hogy ennek növelésére módszereket akkor dolgozzanak ki és kezdjék meg ezek üzemi alkalmazását, amikor még jelentősek az ipari készletek és az olajtermelési potenciál. Figyelemre méltó, hogy az újabban felfedezett mezők várható kihozatali hatásfoka kisebb, mint a korábbi felfedezések átlaga, pedig kiegészítő vagy pótcélkitűzéseket és terveket gyorsabban alkalmazzák, mint a múltban. Az ipar új, mélyebb olajtárolóinak kőzete finomabb homok, kisebb áteresztőképességű és porozitású karbonátok, a víznyomás — ha egyáltalán előfordult — gyengébb volt. A jelenleg alkalmazott olajkitermelési technológiával az USA-ban 32,9%-os kihozatalt becsülnek. Az alacsony kihozatali hatásfokot nem a karbonátok okozzák, hanem a kedvezőtlen kőzettani felépítésű homokkőtárolók.

1962-ben, amikor a becslés szerint már a teljes ipari készletet (kb. 75%) kitermelték, 28%-os kihozatali tényezőt állapítottak meg. Nagyon fontos annak megállapítása, vajon a növekedés a fokozatosan tökéletesebbé váló technológiának vagy valamilyen más tényezőnek tulajdonítható-e. A vizsgálat szerint a kihozatalnövekedés elsődlegesen egyetlen kihozatalnövelő eljárás — a vízelárasztás — alkalmazásának tudható be. A technológia fokozatos tökéletesítése mellett a készletek felülvizsgálata kisebb mértékben jelentett változást. A kiszorító mechanizmusok hatékonyságának a növelése volt pozitív. A már alkalmazott gőzelárasztásos eljárás eredménye is kisebb jelentőségű.

A régi időkben tevékenykedő rezervoárgeológusok és olajmérnökök, akik a kezdeti készletbecsléseket készítették, megállapításainak egy része még manapság is érvényes, pedig még logarléccel és kézi számológéppel készítették. Éleslátásuk teljes mértékben kiegyenlítette az akkor rendelkezésre álló, ma már primitív eszközöket. Már 80 évvel ezelőtt felismerték a vízelárasztás értékét, de akkor a hatóságok törvénytelennek minősítették, mert azt hitték, hogy az olajtelepeket károsítja. Csak 1921-ben törvényesítették a vízelárasztást. Az azt követő évtizedekben alig terjedt el, gazdasági ösztönzés hiánya miatt. A II. világháború után fejlesztették ki, és ennek megfelelően ezután alakult ki a korszerű vízkiszorításos technológia. Ennek fő eredménye ebben az évtizedben jelentkezik.

A vízelárasztás első időszakában a korábban feltárt mezőknél a várható kihozatalnövekedést túlbecsülték, ennek megfelelően később a kihozatali hatásfok visszafelé való módosítása vált szükségessé. A kihozatalnövekedést érzékelték, azonban a kezdeti földtani olajkészletből a kitermelhető készletet túlméretezték, nem megfelelően mérték fel. A technológiai fejlődés valóban lehetővé tette az olajnak a mélyebb, nagyobb nyomású és magasabb hőmérsékletű telepekből való termelést, lehetővé tették továbbá az ellenséges, tengeri és fagyott tundra környezetekbeli termelést is, és végül lehetővé tették a savanyú (kéntartalmú) gázt tartalmazó telepek művelését is. Megnövekedett a hozzáférhetőség azokhoz a mezőkhöz, ahol az olajat felfedezték. A rétegrepesztés, a savazás és a szelektív kútkiképzések mind serkentették a termelést, és növelték a kihozatalt. E módszerekkel a termelési ütemet elég magasan tudták tartani, hogy megfelelő fajlagos költséget érjenek el.

A harmadlagos olajtermelés célja a kőolajtárolókban visszamaradó olajtelítettség csökkentése, az olaj

jelentős részének kitermelése. Ebből a szempontból a telepeket két csoportra osztjuk: 1. jó telepekre és 2. gyenge telepekre.

A jó telepek azok, amelyeknek elegendő olajtelítettségük van, és az olajtelítettség eloszlása olyan, hogy a harmadlagos olajtermelési módszerek alkalmazása gazdaságos eredménnyel jár. Gyenge telepek azok, ahol a maradék olajtelítettség területenként erősen változó vagy alacsony, a réteg heterogén, anizotrop, a maradék olaj legnagyobb hányada a ki nem sepert részen helyezkedik el. Itt nagyon nehéz elképzelni, hogy bármilyen harmadlagos eljárás képes lenne a lefűződött és visszamaradt olaj kihozására, hacsak nem mélyítenek új közbülső fúrásokat. Ezeken a telepeken a költséges vegyszerdugós eljárás igér nagyobb kihozatalt, azonban itt a harmadlagos módszerek bevezetésének a gazdasági korlát a meghatározója.

Az API-nak a karbonáttárolók kihozatali hatásfokával foglalkozó albizottsága a kihozatalban és a teljesítményben e tárolóknál váratlan koincidenciát állapított meg. A kihozatali hatásfok egyezését, látszólagos állandóságát akként értelmezték, hogy a karbonátos tárolókban a kiszorító, kimerülési mechanizmus azonosan érvényesül a kisepert részeken, a repedésekben, az üregekben kevés olaj maradt vissza, míg a ki nem sepert pórusok sok olajat tartalmaznak. A körülzárt pórusok csaknem eredeti telítettségűek, és a körülzárt pórustérfogat-hányad egy statisztikai állandó, míg az összefüggő hézagtérrendszer alacsony maradékolaj-tartalomig kiseprődik. A vegyszeres elárasztás valószínűleg tovább csökkentené a kisepert részek maradékolaját közel a nulláig, azonban nem sok lehetősége lenne arra, hogy behatoljon a ki nem sepert pórusokba. Azonkívül a karbonátos tároló felületén a kalcium-, magnéziumtartalmú rétegvíz és a rendkívül finom egyensúlyban levő több komponenses vegyszerdugó kölcsönhatása kétséget támaszt a módszer gazdaságosságát illetően.

Sokat ígérőnek becsülik a szén-dioxidos elegyedéses elárasztást. Nagynyomáson a szuperkritikus szén-dioxid részben vagy teljesen elegyedik több nyugat-texasi kőolajjal. A diffúziós erők, amelyeket az alacsony viszkozitás és az elegyedő folyadékok közötti sűrűségkülönbség segít, előmozdítják a szén-dioxidnak a korábban ki nem sepert pórusokba való behatolását. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni a cseppfolyós gázzal végrehajtott elárasztások tapasztalatait. Az áteresztőképesség-változások a kedvezőtlen mozgékonysági viszonyok, amelyek a laboratóriumban teljes egészében nem voltak felmérhetők, csökkentették a gazdaságos kihozatalt. Ezeknek a tényezőknek kihozatalcsökkentő hatásával kell számolni a szén-dioxidnak karbonáttárolókban való alkalmazásakor is.

A szén-dioxid-benyomást bevezették, minthogy olcsó kiszorító közeg, továbbá szuperkritikus szén-dioxid az olaj és a víz közötti sűrűségű lehet, így elkerülhető a fajsúly-instabilitás. A viszkozitás mindenesetre alacsony és a viszkózus nyelvesedés lehetősége mindig fennáll. Több esetben történtek kísérletek a szén-dioxid nyelvesedésének vízbesajtolással való csökkentésére. Ezek a kísérletek az eddigiek alapján eredményt ígérnek. Az áteresztőképesebb részek elzáródnak, így a kiseprés javult. Az elzáródás feltehetően a *Jamin*-hatásnak tulajdonítható, vagyis nagy energiára van szükség a nem nedvesítő és nedvesítő fázisok egymásutánjainak a kapillárisokon való átszorításához. Ilyen hatások valószínűleg sokkal erősebbek lesznek a kis áteresztőképességű csatornákban, mint a nagyobb, már kimerült utakon keresztül. A víznek használata azonban számos hátránnyal jár, ami abban jelentkezik, hogy teljesen ellentétes hatást fejt ki a folyamat alapvető célkitűzésére, az olajpad kialakulását megakadályozza.

Texasban mint nagyarányú harmadlagos módszert kívánják a szén-dioxidos kiszorítást alkalmazni. A tervezett felhasználás 1 tonna olajhoz 500 m^3 szén-dioxid-gáz. Ehhez az eljáráshoz szükséges nagy mennyiségű szén-dioxid-gáz érdekében komoly földtani kutatás indult, mert olajból való előállítása vagy kéménygázok felhasználása és a CO_2-gáz szállítása az eljárást ilyen hatásfok mellett is igen költségessé tenné. A szén-dioxid-gázzal elérhető olajpotenciál becslése még nem lehetséges, mert az ellátás, a korrózióvédelem még nem megoldott.

A gőz felhasználását olajkiszorításhoz a szuezi válság idején kezdték intenzívebben használni. A nehézolaj-termelés megkétszerezését remélik e módszertől. A gőzkiszorítás mechanizmusának kutatása arra a megállapításra vezetett, hogy a könnyűolajokat még hatékonyabban szorítja ki, mint a nehézolajokat az olajnak nagyobb illékonysága és desztillációja eredményeképpen keletkező elegyedő dugó kimosó hatása révén. A gőz önmagában a rövidrezáródásokkal szemben automatikusan ellenszabályozást végez, amíg a kutak között nem jönnek létre erősen kimerült szakaszok. Még akkor is tovább hatékony marad, minthogy a hővezetéssel és konvekcióval szállítódhat.

A gőz előállítására az USA-ban megfontolás tárgyává teszik, hogy az ország egyes részein a szenet, lignitet és a finomítók talptermékeit használják fel gőztermelésre. Ebben az esetben kis porozitású, kimerült, könnyűolajat tartalmazó telepekből a gőzbesajtolással való gazdaságos termelés megvalósíthatóvá válik egyes területeken. Hatásosságának fokozása még reális lehetőség. Intenzívebb harmadlagos termelés 1980-ban indul be, és ezt 5 éves késedelemmel követi a reagálás, és a harmadlagos termelés időtartamát 30 évre becsülik. A vegyszeres elárasztás kiterjesztését az 1985—1990. évekre teszik. Jelentős beruházásokat terveznek [3].

Az USA olajiparát úgy tekintjük, mint ami tetőfokán túlhaladt. Az energiaigény növekedése fokozottabb mértékben megköveteli a nemzeti vagyon számbavételét és megóvását, és terveket dolgoznak ki olajpala, széncsíkok és tengeri olaj-, gázlelőhelyek kiaknázására. Az USA-ban a hatékonyabb olajtermelési eljárások bevezetésétől várt olajkihozatali potenciálnövekedést átfogóan értékelték [4].

A hatékonyabb olajkutatás és -termelés hangsúlyozottan megköveteli a kutató-, a rezervoárgeológusok és a kutató- és rezervoármérnökök közvetlen együttműködését. Ezek állandó kapcsolata és konzultációja nélkül ma már korszerű olajbányászat nem képzelhető el [5, 6]. Ugyanis a rezervoármérnöknek egyre több információra van szüksége a kőolaj- és földgáztelepek hatékonyabb leműveléséhez. Meg kell ismerni a tároló alakját, térfogatát, felépítettségét, mint a szerző írja „architektúráját", a geológiai elképzeléseket, a tároló-

kőzet és a telepfluidum jellemzőit, továbbá a leművelés folyamán várható viselkedésüket [7].

A [8] a világ kőolajkészleteinek csökkenését és a termelés növekedését vizsgálja. Ennek érdekében készültek a világ különböző részeire olajkihozatal-növelési programok, és vizsgálták a kihozatalnövelő eljárások alkalmazásának lehetőségét [9]. A [10] cikk az USA óriási kőolaj-előfordulásainak készleteit ismerteti; *Ivanhoe* [11] a szénhidrogén-kutatás szempontjából perspektivikus medencék értékelését, a medencék, az olaj és gáz potenciáljának becslését végezte, a kutatás gazdaságosságának kérdését elemezte a nehezen megközelíthető területeken.

A kockázatelemzés segítséget ad ahhoz, hogy gyorsabb és megbízhatóbb döntések szülessenek az olajbányászatban [12], és a döntés fő alkalmazása komplex értékelést tesz lehetővé. Felmérések készültek az USA kontinentális selfjeinek [13], az Egyesült Királyság [14, 15] , a norvég vizek [16, 17] és a kelet-ázsiai szárazföldi és tengeri olajpotenciál [18] meghatározására. *Stilwell* [19] a lemeztektonikával ajánlja tisztázni a Csendes-óceán olajpotenciálját. *Rigassi* [20] a Szovjetunió szénhidrogén-termelés — amely egyre nagyobb ütemben emelkedik — növekedésével foglalkozik. *Gray* [21] az északi-tengeri olaj- és gázmezők termelésnövekedési ütemét vázolja. Foglalkozik az úszó termelő- és kiszolgálóberendezések terveivel és kivitelezési problémáival. A 80-as évekig a rohamos termelésnövekedés jelentős befolyást gyakorol a környező államokra, azok gazdaságpolitikájára; ismerteti az ezzel összefüggő adózási elveket is. A nemzetközi olaj- és gáztermelés, -felhasználás kilátásait tartalmazza a [22] cikk.

Az olajárak emelkedése [23, 24, 24a, 25, 26] a szénhidrogén-kutatást és -termelést intenzifikálja, és új energiák (szén, nukleáris, szoláris energia) fokozottabb és hatásosabb felhasználására ösztönzi különösen az olajimportáló államokat. A szenek föld alatti elgázosításával ennek továbbfejlesztése előtérbe került. Már a módszer gazdaságos alkalmazását meghatározó paraméterek vizsgálatáig jutottak.

Az USA-ban fokozott figyelemmel kísérik és értékelik az olajtermelés és -felhasználás várható alakulását [27], és vizsgálják az energiakatasztrófa elhárításának lehetőségét [28]. Behatóan foglalkoznak olajpalák készletének kinyerésével. [29] elemzi az eddig elért eredményeket, és vázolja a terveket és feladatokat. Kanadában, Alberta tartományban külön igazgatóságot hoztak létre a kőolajmezők gazdaságos, hatékony és takarékos kitermelésére [30]. Az olajszükséglet növekedése és a készletek csökkenése szempontjából a tárolók kimerítése után visszamaradó hatalmas készletek másodlagos vízelárasztásos és harmadlagos eljárások tőkeszükségletét és költségalakulását, annak pénzügyi problémáit és megoldásának lehetséges alternatíváit elemzi [31].

Előtérbe került a geotermikus energia felhasználása. Az USA jelentős anyagi és szellemi erőt biztosít a geotermikus energia hasznosítására, és ennek gazdaságos felhasználási kritériumait vizsgálják [32] szerzői. *Kiyoshi* Japánban a jelenlegi és várható energiaszerkezetet és az energiafejlesztési terveket vázolja. Előtérbe kerül a nukleáris energia [33]. A kőolaj kinyerésének új módszerét veti fel *Lazar* [34], a tárolókőzetekben az olaj migráciájának elősegítésére a tárolóviszonyok közt virulens baktériumok bevitelét javasolja. A szovjet Jarega-olajmezőben 1972-ben bevezetett termálbányászati módszer alkalmazási lehetőségét tanulmányozza a kanadai Athabasca-i homok olajának kinyerése céljából [35]. *Moore* [35a] az SI mértékegység-rendszer és a kanadai kormány által elfogadott mértékrendszer alapján az olaj és gázipar számára gyakorlati mértékegységeket ajánlott. Mol-ban javasolja a gázkészletek megállapítását. Az ipari átállásnak ütemtervét kritikusútvonal-módszerrel vizsgálja.

4.2. Telepfluidumok

A [36] cikk szerzői a szénhidrogén-tárolók közelében levő rétegvizek nyomelemeinek koncentrációjáról számolnak be. A nyomelemeket mint a szerves anyagok kísérőit tekintik, és ennek következtében genezismutatóknak fogják fel. A Föld élet nélküli korai időszakában uralkodó szerepet tölthettek be olyan nyomelemek is, amelyek eltértek a földi élet keletkezése után jelentkező nyomelemektől. A szedimentáció alatt a nyomelemek dúsulását a diszperz eloszlású szerves anyag, az agyagásványok, a redukáló geokémiai környezet, valamint a kén-hidrogén felbomlása idézi elő. A nyomelemek egyidejűleg az új tárolók kutatási kritériumát is alkotják.

A Pripjaty-mélyedésben levő rétegvizek példája nyomán a [37] cikk szerzője megállapítja, hogy közvetlen összefüggés áll fenn a rétegvizek rádiumtartalma és az olajos zónák között. Ennek alapján az abszolút rádiumtartalmat, a rádiumtelítettséget, valamint a vizek rádiumdúsulási együtthatóit kutatási kritériumoknak tekinthetjük. Az olajreményű zónák több mint 500 fajlagos egységet felmutató, magasabb rádiumtartalmukkal tűnnek ki. Az ún. irkutszki amfiteátrum területén elhelyezkedő vend rétegvizeinek további hidrodinamikai vizsgálatai kimutatták [38], hogy az ilyen jellegű módszerek alkalmasak a szénhidrogén-tárolók kimutatására. Ehhez kritériumként érvényes egyfelől a rétegvíz és a szénhidrogén-tárolók közötti fázisegyensúly az átmeneti zónákkal együtt, másfelől pedig a hiányzó fázisegyensúly. Itt a víz gáztartalmát, a nyomásviszonyokat és a vizek fizikai tulajdonságait az olajreményű jelleg mutatóinak fogják fel.

A [39] módszert ír le a karbonátos kőzetekben levő maradékolaj tulajdonságainak vizsgálatára. A tárolókőzet karbonátos vázát hangya- és sósavoldat keverékében feloldják. Ezek a vizsgálatok kimutatták, hogy a tároló megfelelő kezelése esetén még ki lehet nyerni a maradékolaj mobilis részét. Ezáltal új kőolajkészleteket lehetne feltárni.

A szénhidrogének keletkezésének problémáját tekinti át *Kozlova* [40]. Kísérleti úton vizsgálja és bizonyítja a földgáztelepeknek a széntelepek elgázosodása útján való képződését. A korábbi szerzők megál-

lapításait nem lehetett egyértelműen megerősíteni, a probléma továbbra is megoldatlan. A földgáztelepek gázának beható elemzése alapján *Tihomirov* [41] megállapítja, hogy az a komponens, amely a telepben aránylag egyformán fordul elő, geneziskritériumként elfogadható. A földgáztelep genezisének nagyvonalú értékelése, a gáz nitrogéntartalma is alkalmas a leghatékonyabb kritériumra, azonban az ún. vonatkozási komponens a nem radiogén inertgáz-tartalom.

A telepfolyadékok gőz—folyadék fázisegyensúlyi viszonyait vizsgálják a [42] cikk szerzői, gázkondenzátum és könnyű, illékony olajat tartalmazó telepeknél. A telepfluidum fázis- és térfogatos viselkedését *Redlich—Kwong*-állapotegyenlettel számítják. A CO_2 és a több komponensű folyadékelegyek telítettségi nyomásának meghatározására *Newton—Raphson*-féle variációs eljárást használtak. A fázisegyensúlyi adatok iterációs-variációs megközelítése számítással a telepállapot viszonyaira ad információt. A [43] cikk szerzői közvetett módszert alkalmaztak az olajok telített gőznyomásának meghatározására. *Houpeurt* és *Tellier* [44] a szénhidrogén-folyadékfázisok viszkozitásának megállapítására összetételük alapján dolgoztak ki módszert.

Ha több nyomás—hőmérséklet kombinációnak van szerepe, kívánatos inkább számítással — mert pontosabb —, mint méréssel a viszkozitás meghatározása. A javasolt módszer a telepfluidumok *Standing—Katz*-sűrűségének megállapítására használt eljáráshoz hasonló. Ugyancsak közölnek kísérleti jellegű korrelációt, amely a C_4^+ normálviszkozitását az átlagos molekula tömegével hozza összefüggésbe. Nomogramot adnak a nitrogén- és CO_2-tartalomra vonatkozó kiigazításra. A keverék viszkozitása arányos a keverék nitrogén nélküli viszkozitásával egy olyan tényező útján, amely csak a nitrogéntartalomtól függ. Az összefüggés lineáris és nem függ az egyenes meredeksége a nitrogéntartalomtól.

A [45] szerzői a nagy paraffintartalmú kőolajos reológiai vizsgálatok módszertani sajátosságait ismertetik. *Szkovorodnikov* [46] a kőolajtelepek olajának reológiai tulajdonságai előrejelzésére közöl módszert. *Amerhanov* és *Hmelevszkih* [47] a telepolajok a kőolajtelepek művelése alatti viszkozitásváltozását elemzi.

A telepfluidum pH-értékeinek hatását ismertetik [48] szerzői a rossz áteresztőképességű homokkövekre. A tárolókőzet és a víz egymásra hatását vizsgálják [49] szerzői a Pembina (Alberta) tárolón belül. A vízelárasztás folyamán a vízben lényegesen megnőtt a $NaHCO_3$. Az egymásra hatás megtervezéséhez modellvizsgálatot ajánlanak, és a vizsgálati eredmények alapján korrelációt dolgoztak ki. Az [50] cikk a szerves sav és a karbonátkőzet termodinamikai egyensúlyával foglalkozik. A telepfluidumok kompresszibilitása és az oldott gáz hatása a gázkiszorítási mechanizmusra lineáris és radiális rendszerek esetében a tárgya az [51] cikknek.

A nagy mélységekből való termelés a nagynyomású és magas hőmérsékletű tárolókban a fluidumok fizikai és kémiai tulajdonságainak vizsgálatát szükségessé tette, különösen a telepfluidum kéntartó képességének megállapítása céljából. Kísérleti adatokat ismertetnek [52] szerzői a kéntartalmú gázok H_2S-jének kéntartó képességéről 1400 bar nyomásig és 220 °C hőmérsékletig. Modellt dolgoztak ki, amellyel a kapott adatok megegyeznek a megfigyelés útján nyertekkel. A vizsgált adatok tartományaival magasabb hőmérsékletre a javasolt összefüggés alapján megbízhatóan lehet extrapolálni. Alacsony hőmérsékleten azonban ez nem érvényes. Itt ugyanis több fázisátmenet jön létre, és ezek lényegesen befolyásolják mind a fizikai, mind a kémiai viselkedést. Az egyensúlyi állandó rendellenes alakulása nagyobb nyomásokon arra utal, hogy a rendszer egyfázisú tartományhoz közeledik. A rendszerhez közömbös anyag hozzáadásával kiváltott hatás előrejelzését is vizsgálták.

4.3. Tárolókőzetek

Twardowski [53] a szénhidrogén-tároló kőzeteket stochasztikus módszerrel gáz- és víztartó képességük szerint osztályozza. *Miesztalski* és társai [54] a szénhidrogén-tárolók pórustér-geometriájának vizsgálatát kapillárisnyomás módszerével végzik. Ennek alapján kategorizálnak. *Pârcălăbescu* és *Olteanu* [54a] a folyékony szénhidrogéneket tartalmazó porózus szerkezetet elektronmikroszkóppal vizsgálja, és megkísérli a kapott eredményeket értékelni és törvényszerűséget meghatározni.

Az igen finom szemű kőzetek (silt) metánnal szembeni adszorpciós tulajdonságait [55] a nyugat-szibériai Urengoj gáztelepekből vett mintákon vizsgálták. A pórustér 50%-a kötött vízzel volt telítve, a kísérleteket 100 bar nyomáson, 13—30 °C hőmérsékleten, 300- g/l vízsótartalom és a rétegvíszonyokat imitáló 99% metántartalom mellett végezték. Az eredmények azt mutatták, hogy a tároló adszorpciója 30—100 bar nyomásértékek között 5%-kal nő, ha a hőmérséklet a kétszeresére nőtt. Tehát a termelés során deszorpció következtében oldottgáz-felszabadulásra kell számítani.

A tároló filtrációs tulajdonságaira ható különböző tényezők befolyásának vizsgálata céljából speciális kutatásokat végeztek [56], emellett új tárolóosztályozást közölnek a technológiai paramétereknek, elsősorban a hidrátképző ásványoknak a tárolókőzetben való jelenléte vagy hiánya alapján. A számításhoz szükségesek még: a kötött víztelítettség, a permeabilitás, a tároló elvizesedésére vonatkozó adatok és a tároló viselkedése a kút nyitásakor és zárásakor. Ezeket az értékeket rétegviszonyok között vett magmintákon lehet megmérni. Az értékek megbízhatóságának ellenőrzésére a vizsgálatokat felszíni körülmények között is meg kell ismételni.

A kőzetnyomás és a nyitott (effektív) porozitás közötti összefüggést [57] az azerbajdzsáni Balahani—Szabuncsi—Roman kőolajtelepeken végzett mérések alapján állapítja meg. A nagy kőzetnyomás és a tektonikus eredetű feszültségek következtében a szerke-

zetek egyes részeiben tetemesen lecsökkent porozitásértékek várhatók. A Kaukázus északnyugati előterében található kőolajtelepek példáján tárgyalja a porózus olajtároló szintek kőzetnyomása és települési mélysége közötti összefüggést [58]. Ennek alapján „nyitott" „zárt" és „extrém izolált" rendszereket különböztet meg. A 6300 m mélységig érvényes „kőzetnyomás—hidrosztikus nyomás" összefüggésből következik, hogy az 5000 m-ben levő 620 bar nyomásérték 6300 m-ben 810 bar-ra nő, miközben a porozitás 6000 m-ben még 7%. A morzsalékos homokok mechanikai tulajdonságait a szokványos lyukszelvényezési adatokból határozza meg az [59] szerzője, és a módszer eredményeinek értelmezését a [60] közli.

Keelan [61] laboratóriumi módszert ismertet a gáz vízzel való kiszorításakor a permeabilitás és a gáz—víz telítettség meghatározására. Különböző típusú és permeabilitású homokköveken végzett felszívódásos vizsgálat alapján összefüggést állapít meg a relatívpermeabilitás-görbék és a pórusgeometria, a nedvesítő folyadékfázis jellemzői között. Kihangsúlyozza az adatoknak a telítési irányváltozásától való függését. A tárolókőzet mikroszkopikus áramlásvizsgálata fényt derít az azt befolyásoló tényezőkre: a pórusméret-eloszlásra, a pórusok alakjára és a permeabilitásváltozásra [62]. A mikroszkopikus vizsgálat közege nitrogén és hélium elegye. Az így kapott eredmények összehasonlító értékelését adja és reprodukálhatóságát igazolja. Elkülöníti a diffúzió hatását, az áramlási ütem és a mag hosszának a befolyását.

A tárolóparamétereknek új módszer szerinti számítását adják [63] szerzői. Az átlagparaméterek helyett az eltérő zónák tényleges permeabilitásának és a telepnyomásnak az ismerete a heterogén tárolóknál az olajtelítettség megállapításához nélkülözhetetlen. Heterogén, összetett litológiájú, repedezett tárolókban, amelyekben teljesen tömött zónák fordulnak elő, a különböző módon megszerezhető információk nélkülözhetetlenek [64]. A kőzetek dinamikus rugalmassága fontos szerepet játszik a pórusfolyadékok azonosításában. Ezt a problémakört tárgyalja [65]. Az olajpalák dinamikus szilárdságát vizsgálja *Lankford* [66].

A tárolók egy része kőzet- és folyadéknyomásra érzékeny [67]. Ezek a tárolókőzetek a nyomás csökkenésével deformálódnak. A nyomástól függő tulajdonsággal rendelkező folyadék tranziens áramlását leíró nemlineáris parciális differenciálegyenlet a feszültségváltozásra érzékeny kőzetekre való megoldását adják az effektív lecsapolási sugár meghatározására alapítva. A tárolókőzet viselkedését figyelembe véve ajánlanak a tároló teljesítményalakulására előrejelzési módszert.

A [68] szerzői az agyagos és durva szemcsés üledékek tömörödését és annak hatását tárgyalják. A harmadkori üledékek deformációját és gravitációs kompakcióját befolyásoló hatásokat vizsgálják [69] szerzői abnormális nyomásviszonyok esetén; ezek: a szénhidrogének eredete és migrációja, a tapadóvíz, a rétegvíz kémiai változása, az agyagásványok fázisváltozása, a tárolókőzet kompresszibilitása és a felszín süllyedése. Ezeknek a paramétereknek matematikai analízisét adják.

A [70] cikk foglalkozik a tárolókőzet rugalmassági modulusának hőmérséklettől és nyomástól való függésének kísérleti vizsgálatával egyetlen komponensű, egyfázisú, kissé kompresszibilis, meleg folyadék, nem állandósult, kétdimenziós áramlásának numerikus modelljével. A tömeg- és energiamérleg-egyenleteket ismerteti, és ezeket a véges elemek módszerével, *Galerkin*-közelítéssel oldja meg. Elemzi a porózus közegben a hő hatására létrejött feszültségállapotot és ennek függését a kőzet jellemzőitől. Meghatározza a hőmérsékletnek a hatását a *Jung*-moduluszra és a *Poisson*-számra és hőfront előrehaladásánál a termális és a pórusfeszültség keletkezését.

Az Oregon-medence Tensleep-mező rezervoármérnöki vizsgálata tárolómérnöki és geológiai reambulancia alapján komplex feltárást adtak a [71] szerzői a tárolókőzet rétegzettségére vonatkozólag. Meghatározták az eredeti ülepedési viszonyokat, az erodálást és tagolódást. Az egyes zónák közötti keresztáramlási viszonyok megállapításával és az egyes szakaszok elkülönítésével a tároló leművelésének megbízható optimalizálására nyílik lehetőség.

A laza, morzsalékos kőzetek termelés közbeni károsodásának előrejelzése céljából végeztek vizsgálatokat axiális és radiális terhelés mellett az instabilitás és a feszültségeloszlás kritériumainak megállapítására [72] szerzői. A kísérleteket két különböző *Brinell*-keménységű morzsalékos kőzeten végezték triaxiális terhelés mellett és az elasztikus—plasztikus elmélet alapján értékelték a nyírófeszültség határértékéig, a meghibásodásig, a vizsgálathoz használt perforált, vastag falú hengerek összeroppanásáig.

A [73] cikk a kevéssé konszolidált homokkőréteg harmadlagos műveléséhez a kisepert zóna maradékolaj-telítettségének meghatározásával foglalkozik. Különböző méréstechnikákat kritikailag ismertet. 11 vizsgálati módszert hasonlít össze, és megállapítja, hogy ezek eredménye csaknem azonos. Ajánlása, hogy ne egy módszerrel, hanem legalább két különböző méréstechnikával állapítsuk meg e fontos gazdasági paramétert. A [74] munka az olajnedves tárolókőzet esetén a vízelárasztás utáni maradékolaj-telítettség meghatározását elemzi és értékeli. Víznedves és olajnedves kőzetnél felületaktív-anyagos vízelárasztással a maradékolaj-telítettség csökkentésének vizsgálatával foglalkozik [75]. Víznedves kőzetnél a maradékolaj-telítettség 90—95%-ig kiszorítható, míg olajnedvesnél csak 55—65%. Az olajnedvesnél az adszorpció a víznedvesnek 3—5-szöröse.

A felületaktív-anyagos vízelárasztásnál a relatív áteresztőképesség meghatározásával a [76] cikk foglalkozik, ha elegyedés jön létre. Kiégetett Berea-homokkőmagon végzi a vizsgálatot, négy különböző felületaktív anyagot — amelyből kettő olajban, kettő vízben oldódik — használ a kiszorításhoz. A mérési adatokat számítógépen értékeli, és az eredményeket összeveti az elméleti alapon megállapítottakkal. Megfelelő egyezést kap.

A porozitás, a fajlagos felület, a formáció-ellenállás és az áteresztőképesség meghatározásának sztereológiai (vékonycsiszolat háromdimenziós értékelése) módszerével ismertet meg [76a]. Ezt a módszert kiváltképp alkalmazhatónak tartják ott, ahol a hagyományos módszerek alkalmazása a minta kicsinysége (pl. furadékszemcse) miatt nem megfelelő.

Harris és *Keelan* [76b] jó áttekintést ad a kőzetmagvételi eljárásokról, továbbá a magfúrásoknál alkalmazott fúrófolyadéknak a hatásáról a kőzetmag folyadéktartalmára. Nagyszámú kőzetmagmérés adatait ele-

mezve bemutatja, hogy a gondosan elvégzett magvizsgálatok nagymértékben járultak hozzá a sziklás-hegységi telepek rezervoárgeológiai megismeréséhez és hatékony leműveléséhez. Lehetővé vált a termelvény előrejelzése, a gáz—olaj határ kimutatása, a víz-, illetve gázáttörés és a gáz-, illetve vízkúpképződés várható helyének kijelölése.

A magas szintű rezervoárgeológiai elemző és értelmező munka az egyik legfontosabb alap a számítógépes szimulációs módszereknek a telepek művelése előrejelzésének eredményes használatához. Ezt a [76c] tanulmány az egyik északi-tengeri és egy egyiptomi mező példáján mutatja be. A geológusok és a karotázsértelmező geofizikusok munkájának szerepe különösen fontos a másodlagos és harmadlagos műveletek megtervezéséhez, a valószínű földtani telepmodell kialakításában.

Az egyenletesen nedvesített porózus kőzetek kapillárisnyomás-korrelációját [77] tárgyalja. A folyadékdiszperzió és a tortuozitás kapcsolatát vizsgálták 12—420 mD áteresztőképességű homokkövek esetében a [78] szerzői sós víz és tríciumos sós víz átáramlásával. Azt tapasztalták, hogy a porózus rendszerek zöménél a koncentrációprofil aszimmetrikus, amit főleg az elegyedő kiszorításos műveleteknél számításba kell venni. A tortuozitás és a koncentrációprofil között nem találtak közvetlen kapcsolatot, azonban úgy látszik, hogy a molekuláris és az elektromos diffúzió egyenértékű szerepet játszik a porózus közegekben.

Az albertai Pembina-mezőben a víz és a kőzet kölcsönhatásával a [79] foglalkozik. A kationcsere-kapacitás (Q_v) meghatározását végezte el palás homokon membránpotenciál-mérésekből a [80] szerzője. Ez az eljárás nem roncsolja a magokat, szükségtelenné teszi a magelemzéseket, és reprezentatív adatokat biztosít nem izotrop és homogén mintáknál egyaránt. A karbonátos tárolókban található maradékolaj tulajdonságainak vizsgálata olyan módszerrel, amely szerint a tárolókőzet karbonátos vázanyagát hangyasav és sósav elegyében oldja, megteremti a lehetőséget, hogy megfelelő rétegkezeléssel a maradékolaj mozgó része kinyerhető legyen [81].

A homokkőből és konglomerátumból álló tárolókőzetek geometriáját és folytonosságát vizsgálták az Elk City-mezőben földtani, kútgeofizikai és kőzetfizikai módszerekkel [82]. A vízelárasztás hatékonyabb tervezéséhez készült vizsgálatsorozat eredményei alapján olyan pórustérfogateloszlás-, effektívvastagság- és fáciestérképeket szerkesztettek, amelyek lehetővé tették a folyamat területi és térbeli előrejelzését.

Számos esetben tapasztalták az áteresztőképesség lecsökkenését olyan esetekben, amikor a kevésbé konszolidált csillámos homokkőrétegen nagy sótartalmú folyadék áramlik át. Ennek okát *Reed* [83] abban látja, hogy a csillámok is duzzadnak ioncserélődés folytán, továbbá a karbonátos kötőanyag fokozatos súrlódása után a csillámszemcsék vándorolni tudnak. Jelenleg a megelőzésére a benyomásra kerülő sós vízhez káliumadagolást és kalciumkarbonát-telítést ajánlanak.

A karbonátos tárolók jellemzése céljából [84] új, geometrikusan orientált osztályozást javasol. Az egyes osztályokat, csoportokat, illetve típusokat meghatározott érték- és paramétertartományok alapján választja el egymástól. Az új osztályozás előnye a karbonátos tárolók kvantitatív értékelésének lehetőségében rejlik. A karbonátos rétegösszletek értékelésének másik módszerét a [85] cikk ismerteti. Bitumenes iszappal mélyített paraméterfúrásokból vett magok vizsgálatának, illetve a fúrásokban felvett radioaktív és akusztikus szelvények értelmezésének kombinációja alapján a tároló- és az impermeábilis szakaszok kijelölhetők. Bizonyos összehasonlítási rendszer alkalmazásával számos kőzetfizikai összefüggés egzakt matematikai meghatározása lehetséges. A [86] cikk szerzője a karbonátos repedezett és szemcsés porózus tárolók olajleadási fokát a tárolótulajdonságok, elsősorban a permeabilitás alapján hasonlítja össze. A repedezett tárolókban a permeabilitás a termelés folyamán nő, míg a szemcsés tárolókőzetekben csökken, ami az első típusnál igen kis áteresztőképesség-értékek esetén is lehetővé teszi a vízelárasztást, a szemcsés tárolókban ugyanezen értékek mellett azonban nem alkalmazható.

A [87, 88] szerzői a porózus és repedezett tárolók víz- és olajtelítettségének meghatározására az impulzus-, mágneses magrezonancia módszerét alkalmazták, összehasonlítva azt a kapillárisnyomás-mérések eredményeivel. A végeredmények általában 95%-ban egyeztek, így a módszert kizárólagos bevezetésre ajánlják. A [89] cikk szerzői a tárolók repedezettségének a repedéssűrűségnek és az egyes kőzetblokkok nagyságának meghatározása céljából indikátorként ^{131}I, ^{86}Rb, ^{124}Sb, ^{136}Ru izotópokat, valamint nitrátionokat és deutériumot alkalmaztak. Az indikátorfolyadékoknak a hasadékrendszeren végbemenő diffúziója megmérhetők, és a cikkben közölt módszer alapján számíthatók a repedezettségi tulajdonságok meghatározására szolgáló elsődleges adatok.

A reef-tárolók porozitáseloszlása rendkívül heterogén, mivel az elsődleges porozitás 6—8% között változik a *Poisson*-egyenlet szerint [90]. Nagyobb porozitások a dolomitosodás vagy másodlagos folyamatok (kiválások) következtében jönnek létre. Ennek következményeképpen a legintenzívebb kiszorítási folyamatok is csak a jó áteresztőképességű tárolórészekben eredményesek, így a kitermelhető készlet ebben a tárolótípusban csekély.

A [91] cikk szerzője a Dnyeper—Donyec-süllyedék devon korú repedezett porózus tárolókőzetéből vett magmintákat vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy 0,02 mm-es repedésméret, 0,2%-os repedésporozitás és 20 mD repedéspermeabilitás mellett a számítások szerint a kitermelhető készletnek csupán 35%-a migrál a hasadékon keresztül. A szemcseközi porozitás 0,8—4,54% között változott a különböző tárolórészekben.

Rumsey és *Gelnett* [92] a repedezett-porózus olaj- és gázmérők porozitás- és permeabilitásmegállapításának problematikáját elemzi. A repedésrendszer főbb irányainak, a mélyebb, nagyobb repedések, hasadékok helyeinek repülőgépről, radarral való megállapítását, bemérését és térképezéseit ismertetik. Az energiasugár szűk tartománya alkalmas csak térképezésre. A módszer elméletét és mezőbeli alkalmazását ismerteti.

Crook és *Howell* [93] az észak-angliai repedezett és porózus permi és triász homokkövek kifejlődési viszonyait, a repedés- és porózus rendszer áteresztőképességét mutatja be. A tároló áteresztőképességét a mélység, a beáramlási sugár és a területi eloszlás függvényében vizsgálja. Áramlástani vizsgálatok alapján a pórusok és repedések hidrodinamikai kapcsolatát is-

merjük meg. A mező átlagpermeabilitás- és kútszámalakulása közötti összefüggés jellemzi a tároló heterogenitását.

Dietrich és *Bondor* [94] indirekt módszert ad a háromfázisú relatív áteresztőképesség meghatározására. Két elfogadható sémát mutat be: 1. a *Hirasaki-*, továbbá 2. a *Stone*-módszert. Ezek modelljeit fejlesztik tovább. Az első módszer jól alkalmazható tapadóvíz-telítettség és nulla gáztelítettségnél, más esetekben a második módszer megbízhatóbb.

Aquilera [95] a természetes repedezettségű tárolók elemzését szokványos lyukszelvényezés alapján mutatja be. Porozitásszelvényezés (szonikus, neutronsugaras és sűrűségszelvény), valamint fajlagos ellenállási szelvényezés alapján kimutatja, hogy a természetes repedezettségű tároló porozitási kitevője kisebb, mint a mátrix porozitási kitevője. Diagramokat szerkesztett, amelyekből megbecsülhető a tároló porozitási kitevője, mint az összes porozitásnak, a mátrixporozitásnak és a mátrix porozitási kitevőjének a függvénye. A megvizsgált esetek legtöbbjében a porozitáskitevő értéke aránylag kicsi 1,1—1,4. A víztelítettség értéke függvénye a tárolókőzet fajlagos ellenállásának és a porozitástényezőnek. A szemcseközi porozitású tárolókra kidolgozott eljárást terjesztette ki a természetesen repedezett tárolókra. Az eddig vizsgált adatok a tanulmányban bemutatott módszer helyességét látszanak igazolni. *Gancarz* [96] a beáramlást serkentő műveletek kiválasztásához a tárolókőzetek paraméterkritériumait tárgyalja, míg [97] szerzői a kőzetmagok és a magelemzések szerepét tárgyalja a rétegkárosodás, áteresztőképesség-romlás meghatározásában, előrejelzésében.

A rétegkárosodás jellegének és mértékének, továbbá a kútmunkálatok, a rétegrepesztéshez használandó folyadéknak megállapításához csak természetes kőzetmagokon végzett laboratóriumi vizsgálatok adnak biztos támpontot. Ezek tapasztalatait és a károsodás megszüntetésének módjait ismertetik. Különböző iszapok hozamcsökkentő hatását természetes kőzetmagokon vizsgálva a lignoszulfonátos iszapokat találták a legmegfelelőbbnek. A habanyagú repesztő folyadék alkalmazása gázkutakban igen kedvező eredményekre vezet.

A [98] cikk az agyagbeágyazódás vegyi kezelésével elért eredmény kimutatását adja javított SEM- (letapogató elektronmikroszkópos) eljárással. A termelési problémák megoldásában való felhasználásáról számol be. A rendkívül kis permeabilitású (0,5—0,01 mD) rétegekből ipari mértékű termelést széles körben folytatnak. A rétegserkentő vízbázisú folyadék és a mátrix összeférhetőségét a hagyományos módszerekkel nem lehet vizsgálni ilyen kis áteresztőképesség mellett [98a]. A scanning (letapogató) mikroszkópos vizsgálatok azt mutatták, hogy a kis pH-jú folyadék összeférhetőbb a kőzetmátrix-szal. A duzzadó anyagok kezelésére kálium-, kalcium-, ammónium- és hidrogénionos anyagok a legalkalmasabbak, de csak időleges megoldást adnak, mert a nátrium ismételten kiszorítja azokat. Sikeres laboratóriumi és üzemi kísérleteket folytattak különböző polimer anyagokkal, amelyek az agyagszemcsék felületén adszorbeálódva megakadályozzák az ioncserélődést, illetve a duzzadást [98b].

Öt nyugat-texasi mezőben végzett radioaktív nyomjelző anyagokkal végzett mérések eredményéről számol be [98c]. Ezek lehetővé tették a fúrások közötti terület rezervoárgeoológiai felépítéseinek jobb megismerését, a kis egyezési hatásfok jobb meghatározását, és felhasználták a harmadlagos műveletek előkészítéséhez is. A hidraulikus repedés terjedését befolyásoló kőzettulajdonságokat vizsgálja a [99] munka.

Levegő—víz kapillárisgörbéket vettek fel Pittsburg és Pocahontos széntelepeknél különböző fedőnyomás mellett [100]. Kapillárisnyomás-adatokat használtak a pórusméret-eloszlás megállapításához. Az eredmények jellemzőek a szén komplex pórusszerkezetére, amely főleg makro- és mikrorepedések rendszeréből áll. Legtöbb esetben azonban a kiszorító nyomások és a maradék víztelítettség a magasabb fedőnyomásnál növekedett. A mért relatív áteresztőképességek és a modellel számított áteresztőképesség között elfogadható egyezést csak néhány mintánál kaptak. A pórusnagyság-eloszlásból számított repedés-áteresztőképességek kisebbek voltak, mint azonos fedőnyomás mellett a valóságban mért áteresztőképességek. A hélium segítségével meghatározott porozitás jelentősen nagyobb volt, mint a víztelítés alapján megállapított, ami a víz számára hozzáférhetetlen pórustérfogatra mutat. A pórus kompresszibilitását triaxiális nyomóterhelés mellett mérték. A porozitás változása 1000 bar nyomásig nagyobb, a fölött konstans.

4.4. Fluidumáramlás

Kapranov [101] két nem elegyedő, szabad felülettel rendelkező, egymás fölött elhelyezkedő folyadék instacionárius áramlását a kapilláriserők figyelembevételével vizsgálta. Az áramlási folyamat leírására analitikus, közelítő eljárás alkalmazhatóságát bizonyítja. Összehasonlító teoréma alkalmazásával közelítő-, „felső" és „alsó" megoldásokat adnak [102] szerzői a mozgó határokkal jellemezhető porózus közegben lejátszódó folyamatokra. A [103] szerzői a közép-európai medence tarka homokköveinek példáján az elektroanalógia módszerével modellezték a paleohidrodinamikai folyamatokat, valamint vizsgálják a hipotéziseket, ezek alkalmazásának eredményeit és a hibaforrásokat. A nem newtoni összenyomhatatlan folyadékokkal történő elárasztás stabilitását porózus közegekben vizsgálta [104], amikor a kapilláriserőket elhanyagolta. A súrlódási erőkre speciális hatványkifejezést alkalmaz, és az alapvető egyenletek felállításánál a vertikális stacionárius áramlásból indul ki. A viszkózus, rugalmas folyadékok instacioner áramlási paramétereinek meghatározására [105] analitikai megoldást vezet be. A [106] cikk szerzője a tehetetlenségi erőknek a repedezett—porózus közegben lejátszódó instacionárius áramlásra gyakorolt hatását vizsgálta, a [107] pedig tárgyalja a megoldás matematikai lehetőségeit. Analitikus módszerrel vizsgálják a kút felé irányuló radiá-

lis áramlás esetében a helytől függő permeabilitás hatását. Az instacionárius áramlást, mint egymás után következő stacionárius állapotok sorozatát kezelve a szokványos differenciálegyenletet numerikusan oldották meg. *Likovoj* [108] az ideális gázok nem stacionárius áramlását közelítő módon kéttagú kifejezéssel számítja.

A [109] szerzői agyagos oldat áramlását vizsgálják szűrőpogácsán keresztül, és kísérleti összefüggéseket írnak le az áteresztőképességnek és az össztérfogat összenyomhatósági tényezőjének a feszültséggel való összefüggésére. A problémát egydimenziós áramlás esetére transzformálva a szokványos differenciálegyenletet az ismert feltételek mellett oldották meg. Legfontosabb eredmény, hogy az áteresztőképesség, a porozitás és a sebesség értéke a hely és idő függvénye. A víz—olaj érintkezési felület mozgásának [110] *Stefan*-feladatát oldják meg egydimenziós áramlás esetén, helytől és időtől függő nyomásvezető képesség mellett. Az eredményeket összehasonlítják az analitikus megoldásokkal. A vízzel való olajkiszorítás kétdimenziós numerikus modelljében [111] a kapilláriserők mellett, a permeabilitásnak a nyomásgradienstől való függését is figyelembe veszik. A modell alapján a folyadékáram és a nyomás a kutakban előre jelezhető, a nyomást és a telítettséget külön számítják. Utalnak a nyomásgradiens figyelembevételének problémáira, bemutatnak egy számítási próbát vertikális rétegzettség és nem newtoni folyadékok esetére, valamint közlik a szükséges gépidőt.

Rajkovic és *Saridja* [112] kétdimenziós tároló modellét és alkalmazását ismerteti. A laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok frakciós áramlási adatai alapján [113] szerzői grafikus módszert dolgoztak ki a relatívpermeabilitás-görbe meghatározására. A maradék telítettségig és az effektív viszkozitásig való extrapoláció felhasználásával a relatív áteresztőképesség meghatározásának pontossága növelhető.

A kétfázisú kúpképződés modellezésére *Douglas* és *Dupont* elméletét felhasználva váltakozó irányú *Galerkin*-módszert fejlesztettek ki [114]. Hengeres koordináta-rendszert alkalmaznak, a rácshálóra és az interpolációra ajánlást tesznek, és megjelölik a számítógépi program jellemzőit. Számítási példán mutatják be a gravitáció hatását, a termelési ütem és a vízkúp alakja közötti összefüggést. A program az időlépésre érzékeny. Az eredményeket összeveti a nem alternatív *Galerkin*-módszerrel és a véges differencia modellel kapottakkal. Ez bizonyítja a javasolt módszer fejlettebb, pontosabb voltát. Kétdimenziós, kétfázisú, nem elegyedő áramlás egyenleteinek variációs módszerrel való megoldását adja a [115] cikk. A folyamategyenleteket elemzi és ezek megoldására a *Galerkin*-eljárást alkalmazza. Egydimenziós és kétdimenziós területi és metszetmodellpéldák eredményeit összehasonlítja a véges differenciák módszerével kapottakkal. A variációs módszer érzékeny a rácshálóra és orientálására. A relatíváteresztőképesség-görbe jelentősége a megoldásnál kisebb, mint a véges differenciák módszerénél.

A természetes repedezettségű tárolókban végbemenő víz—olaj áramlásra adnak háromdimenziós szimulációt több kutas esetben egy fázis és két fázis, víz—olaj áramlása esetén [116]. Számításba veszik a folyadék relatív mobilitását, a gravitációt, a felszívást, a tároló tulajdonságait. Vizsgálatuk a repedezettségnek egységes és nem egységes eloszlása esetére vonatkozik. A víz—olaj kiszorítás szimulálásánál alapelv, hogy a repedésekben a folyadékáramlás kontinuus, míg a pórusokban, a mátrixban nem. A mátrix repedésekkel határolt áramlási rendszer, és a folyadékmozgást a repedésekben levő folyadékgravitáció és a kapilláris felszívó hatás szabályozza.

A korlátozott beáramlásnak és a kút körül megváltozott zónának a hatását vizsgálja a [117] tanulmány. A tárolót részlegesen megnyitó kutak pszeudoállapotú áramlásának elemzése alapján a szkintényezőt analitikusan határozza meg. A parciális differenciálegyenleteket a véges cosinus transzformációjával oldja meg, és annak számítógépes kifejtésére ad betekintést.

A tárolók szimulálásánál a rácsorientációnak hatására már *Todd* és társai, továbbá *Coats* és társai már felhívták a figyelmet. Több szerző javasolt már módszert ennek a hatásnak a csökkentésére vagy eliminálására. Az általuk javasolt módszer újbóli szimulációt kíván. Ehelyett ortogonál (derékszögű, görbe vonalú) koordináta-rendszer alkalmazását javasolják gőz- és vízelárasztás esetében. A konvencionális kartézi rendszerrel összehasonlítva igazolják az eljárás egyszerűbb és megbízhatóbb voltát [118].

A kétdimenziós metszet- és a háromdimenziós tárolószimulációs modell megoldásának új módszerét ajánlják [119] szerzői. Az eddig közölt eljárások az áramlási egyenletnek csak közelítő megoldását adják. Ez a módszer alkalmas vertikális és korlátozott keresztáramlásnál a nyomásviszonyok meghatározására. A tároló permeabilitás-ellenállási viszonyait és a kapillárisfelemelkedés mértékét porózus tárolókőzetben az áramlás szimulációs modelljében a transzportjelenség [120] alapján vizsgálja köbkomponenses hálóterítéssel. Az egyenletekben higanyos kapillárisadatokat használ. A számított és mért adatokat összehasonlítva értékeli. Vizsgálja továbbá a nem nedvesítő fázis kapillárisokba való behatolásának hatását. A [121] cikk termeléstörténet-elemző algoritmus érzékenységét, érvényességi területét és hatásfokát vizsgálja. A megbízhatóság, a pontosság az adatok mennyiségének és minőségének függvénye. Az ajánlott iterációs módszer mezőbeli alkalmazásánál kevés adat esetén is jó eredményt ad.

Geotermális tároló háromdimenziós modelljét dolgozta ki *Thomas* és *Pierson* [122]. A háromdimenziós végesdifferencia-modellt fejlesztették tovább, amikor gőz- és vízfázis van jelen. A termelési ütem, kapillárisnyomás és folyadék-vezetőképesség figyelembevételével, implicit módon számítja a tömeg- és energiamérleget. Vizsgálja *Toronyi* és *Stanford* kétfázisú és háromdimenziós modelljében az időlépcső és a hő- és anyagmérleg hibáját. Meghatározza a ki nem nyerhető víztelítettséget. Az „SSOR" relaxációs módszert alalkalmazták [123] szerzői háromdimenziós rezervoárproblémákhoz, homogén tároló és vertikális gátak esetére. A számítási idő rövidebb, ugyanis gyorsabb a konvergencia. *Langarud* [124] a véges elemek módszerével a kétfázisú áramlást szimulálja. *Galerkin*-megközelítést alkalmaz a *Buckley—Leverett*-probléma és a gázperkoláció figyelembevételéhez. Numerikus megoldással igazolja a módszer tökéletesebb voltát. A [125] tanulmány ORTHOMIN iterációs módszert használ a szimultán lineáris egyenletek ritka (szórványos) sorozatának megoldására. A konvergencia meggyorsítá-

sára ortogonalizációt és minimalizálást alkalmaz. Az iterációs paraméterek a mátrixszimmetriára érzékenyen reagálnak.

Letkman [126] félig direkt, iteratív módszert alkalmaz a numerikus tárolómodellezéshez (SOR, ADIP és SIP). A direkt módszer nagy számítógépi tárolókapacitást és számítógépi időt kíván, ezért ajánlja az iterációs módszert. Direkt módszer használata ott célszerű, ahol az iteráció körülményes és a konvergencia lassú. Szemidirekt megoldás a heterogén tárolórétegeknél eredményes. Aszimptotikus konvergenciasebesség mellett a *Stone* ajánlotta SIP-megoldás gyors, heterogén tárolóknál hatásos és gazdaságos. Erősen implicit eljárás (SIP) különböző változatainak összehasonlító értékelését adja [127] két- és háromdimenziós kétfázisú áramlási problémákhoz. A ritka, szórványos mátrixfaktorizálás memóriavezérlési algoritmust használ a tárolószimulációs egyenletek közvetlen megoldására [128]. A szórt információk hatásos módját ajánlják, amely gyorsabb megoldást és kevesebb tárolóhelyet kíván, mint *Price* és *Coats* nagyméretű rácshálós és változó diagonál elrendezésű faktorizációja.

Porózus közegben a két fázis áramlását leíró differenciálegyenletek véges differenciák módszerének szemiimplicit megoldását ismerteti a [129] szerzője. A nem lineáris analízis stabilitásának feltételeit és jellemző kritériumait elemzik. Az explicit és a teljesen implicit mobilitásra vonatkozó eredmények az általános linearizált analízisével egyeznek.

Kedvezőtlen mobilitás esetén a dugattyús kiszorítás teljesítményét az ötpontos differenciaegyenletes módszer nem jelzi korrektül. A teljesítmény-előrejelzés függ attól, hogy paralel vagy diagonál rácshálót alkalmazunk [130]. Kilencpontos véges differenciaegyenlettel való szimuláció 0,5—50,0 mobilitásaránynál is reális eredményt ad paralel és diagonál rácshálónál. A maximális differencia kisebb mint 1,5%. Elegyedő micellás és gőzelárasztásra alkalmazták.

Geotermikus tárolókban a folyadék mozgását kétdimenziós véges differenciák módszerével modellezik. Összehasonlítják [131] *Galerkin* véges elemek módszerével kapott eredményekkel. A gőz- és vízáramlás kontinuitásegyenleteit két, nemlineáris parciális differenciálegyenletre redukálják, beépítve a folyadéknyomást és az entalpiát. Alkalmas forrózes (egyetlen fázis) és uralkodóan gőz (két fázis) áramlásának leírására. A végesdifferencia-modellt *Newton—Raphson*-iterációval megoldva kisebb a tömeg- és anyagmérleg-számítás hibája. A linearizált egyenleteket *Gauss—Dolittle* módszerével oldják meg. A véges elemek módszere a forrózes, míg a véges differencia módszere uralkodóan gőzáramlásra kedvezőbb.

Rachford [132] a tárolómodellezési variációs módszerek kiválasztásával foglalkozik, és ezek gyakorlati alkalmazására ad útmutatást. *Settari* és *Price* [133] a variációs módszerek kifejlesztését és elegyedő kiszorítás szimulálására való alkalmazását írja le. *Sincovec* [134] időfüggő nemlineáris határérték-problémák általánosított rendezési módszereit ismerteti. Az olajtárolók termeléstörténetének vizsgálata *Bayes*-féle módszer alkalmazásával [135] történt. *Van Kirk* [136] a Denver—Julesburg-i medencében a Jorma-i olajmező tárolóteljesítményének elemzését numerikus szimulálással mutatja be.

Rossen [137] a természetes repedezettségű tárolók szimulálását végzi a (megcsapolás) forrás szemiimplicit kifejezésének felhasználásával. A kettős porozitású rendszerekre vonatkozóan laboratóriumi kísérleteket végzett a [138] szerzője a gravitáció és a kapillárisfelszívás mint aktív erő a mátrixból a repedésekbe való áramlásbefolyásoló szerepének meghatározására. Az áramlási rendellenességeket értékeli. A folyamat fizikai és matematikai megfogalmazását adja, és rámutat a vízkiseprés instabilitására.

A [139] szerzői az olajtermelő kút termelésének és a kúpképződés vizsgálatát mutatják be implicit, háromdimenziós és háromfázisú szimulációval. Az egyenletsor lehetővé teszi a tárolónyomás- és a telítettségváltozás követését, ennek megfelelően a termelés ütemeinek szabályozását maximális termelékenység mellett. Egyaránt használható benyomó- és termelőkút értékelésére. Az egyenleteket egyidejűleg véges differenciák módszerével oldják meg, és mezőbeli alkalmazásával szemléltetik. A [140] szerzői a blokksorozatos overrelaxációs módszert alkalmazzák a tárolóban a termelési folyamatok szimulálására. Háromdimenziós és háromfázisú áramlásra a véges differenciaegyenletek linearizálásához szukcesszív és szimultán megoldást adnak. Extrém heterogén tárolóknál, kettős porozitású rendszereknél a konvergenciaidő hosszú.

Repedezett tárolókban a kőzettömbök lépcsőzetes lecsapolásának matematikai modelljét [141] ismerteti. A probléma megfogalmazásánál a megoldás érdekében egyszerűsítéseket vezet be. A kőzettömbök olaj- és gázjellemzőinek figyelembevételével az összenyomhatatlan, két fázisra kidolgozott modell numerikus megoldását alkalmazza. A modellel kapott eredményeket a tényleges adatokkal összehasonlítva értelmezi, és szükségesnek tartja a továbbfejlesztést az egyszerűsítések elhagyásával, a valóságos viszonyok pontosabb megközelítését eltérő blokknagyságok feltételével.

A tárolókőzetekben a pórusszerkezettől függő mikroszkopikus áramlás heterogenitásával, ennek mérésével az eredmények értelmezésével és a tároló egészére való alkalmazásával foglalkoznak a [142] szerzői. Háromdimenziós, több kutas numerikus szimulátort fejlesztettek ki [143] repedezett tárolóban a víz és olaj egy- vagy több fázisú áramlására, a *Warren* és *Root* által kidolgozott egyfázisú áramlási egyenletek kiterjesztésével. Az eljárás figyelembe veszi a folyadékok mozgékonyságát, a gravitációt és a kapillárisfelszívást. A szimulátor alkalmas egyenletesen vagy egyenlőtlenül elhelyezkedő repedésrendszerre. Két repedezett tárolónál használták. Az eredmények a felszívás jelentőségét igazolták.

Peaceman [144, 145] a repedezett tárolókban a konvekciót vizsgálja. A mátrix és a repedések közötti áramlás (transzfer) hatása függőleges a repedésekben a sűrűséginverzió kialakulására. A konvekció meghatározására a fentiek figyelembevételével numerikus modellt dolgozott ki, és annak alkalmazását mutatja be. A kimerüléses repedezett tárolókban az olajos zóna tetején a gázkiválás a repedésekben instabil sűrűséginverziót okoz. Ennek hatására a repedésekben levő nehezebb és a mátrixban levő könnyebb olaj között konvekció alakul ki, és a repedések és a mátrix között tömegátadást eredményez. A vertikális repedésekben a konvekcióra felírt differenciálegyenletek numerikus megoldását adja, felölelve a mátrix és a repedés közti tömegátadást is. A numerikus eljárás a kétdi-

menziós elegyedéses kiszorítás karakterisztika-módszerének kiterjesztése, illetve bővítése. A modell az olajos zóna tetőrészén létrejövő gázfelhalmozódás hatását is figyelembe veszi.

A derékszög alakú vertikális repedésekre vonatkozó számítások, ha inverz sűrűséggradienses szinuszoid jellegű zavar áll fenn, a zavar kezdeti exponenciális növekedését mutatják, ami jól egyezik a matematikai elmélet alapján való meghatározással. A hasonló, de kissé dőlt, derékszög alakú és kezdeti megfelelően dőlt, inverz sűrűséggradienst felmutató vertikális repedésre vonatkozó számítások azt mutatják, hogy a mátrix—repedés közti tömegátadási paramétereknek a megfordulás idejére kifejtett hatása igen jól korrelálható a matematikai zavarelméletből kapott görbékkel. Reális számításokat végzett a fent leírt viselkedésű tárolóra, ahol gázkiválás volt és megállapította, hogy a telítettség és a depresszió közötti összefüggés jelentős, az idő négyzetével és a repedés nyílásával növekszik.

Shum és *Konopnicki* [146] a komplex módszer egy általánosított optimálási eljárását dolgozta ki. Ez közvetlenül alkalmazható számos nemlineáris probléma megoldására, amelynek határfeltételei egyenlőtlenségekkel vannak megadva. Az eljárás több változós, közvetlen kereső eljárás. Célszerűen alkalmazható abban az esetben, amikor az objektív függvény deriváltját nehéz kifejteni. A komplex módszer széles körű alkalmazhatóságát szemlélteti az a tény, hogy a vegyipar széles körben eredményesen felhasználta. A cikk bizonyítja a módszer használhatóságát és eredményességét kőolajmezői problémák optimalizálásához. Két olajmezői feladatot, amelyeket előzőleg már más módon megoldottak, e módszerrel eredményesen optimalizálták. Megállapították gőzelárasztásos művelésnél a besajtolási ciklus optimális időtartamát és az egymást követő ciklusokban besajtolt vízgőz optimális mennyiségét egy ellenáramlású gőzelárasztásos eljárásnál, oly módon, hogy az összesített diszkontált nettó jövedelem maximális legyen. Meghatározták még a szükséges termelőfúrásokhoz a rotari fúrási sebességek és a fúróterhelések optimális értékét is, hogy a fajlagos fúrási költség minimális legyen. Összehasonlították az eredményeket az irodalomban már ismertetett más optimalizálási eredményekkel. Mindkét probléma megoldásánál jól bevált a komplex módszer, sőt valószínűleg eredményesebb is az összesített optimális érték előállításában, mind a szükséges objektív függvényértékelés, mind a számítógépi idő szempontjából. A gőzelárasztás optimalizált eredményeit negyedannyi számítással kapták meg, mint *Hooke*- és *Jeevers*-féle kezelési eljárással nyerhető. Az eljárást egyszerűen adaptálni lehet más olajmezői problémák megoldására.

Kretzschmar és *Sames* [147] a repedezett-porózus gáztároló kőzetekben az áramlás követésére dolgozott ki szimulációs modellt. Eredményesen alkalmazták a porózus tárolók háromdimenziós és gázexpanziós modelljét repedéses-porózus tárolók nyomás—térfogat dinamikájának számításához. A modell megoldásának új numerikus eljárása csökkenti a számítási költségeket.

Talpi víznyomású tárolók elemzéséhez *Chappelear* és *Hirasaki* kidolgozta [148] egy részben perforált kútra vonatkozólag az olaj—víz kúposodás modelljét. Az olaj—víz kúposodásának a tároló termelésére kifejtett hatását — beleértve az olaj lefelé irányuló kúposodását — vizsgálták kisméretű, vízkiszorításos tárolón, amelynek összes termelési adatát ismerték. A kúposodási modellnél feltételezték a függőleges egyensúly és az elkülönülő áramlások fennállását. Kidolgoztak egy korrelációt a kút közvetlen környezetére, ahol el kellett térni a függőleges egyensúly feltevéstől. A kúposodási modell alkalmas arra, hogy egyes különálló kutak vizsgálatánál felhasználjuk, vagy pedig belefoglalható egy tárolószimulátorba is kétdimenziós területi vizsgálatok végrehajtásához.

Thomas, Lumpkin és *Rehels* [149] tanulmányukban a tárolószimulációt vizsgálták változó buborékpontnyomás esetén. *Bentsen* [150] a méretarányos folyadékáramlási modellek prototípustól eltérő permeabilitásának esetét elemezte. A laboratóriumi vizsgálatokat arányosítani kell, ha mezőbeli előrejelzéshez akarjuk használni. Általában a relatív áteresztőképességnek a telítettség azonos függvényében kell lennie a modellnél és a prototípusnál. Ezt a kényszert oldja fel, ha bizonyos feltételeket kielégítünk. Különösen lineáris rendszerben az áttöréskor kapott kiszorítási hatásfokot lehet egyedül a mozgékonysági tényező függvényének tekinteni, feltéve, ha a tranziens szakasz rövid, és a *Buckley—Leverett*-elmélet feltételezéseit súlyosan nem sértettük meg. Bizonyítja, hogy a kisepert területen az átlagos telítettség melletti kiszorító fázis mozgékonysága ekvivalens a két fázis áramlásával. Lineáris áramlási kísérletet végeztek hengeres konszolidált fúrómagokon. Természetes és mesterségesen konszolidált mintákat használtak. Szintetikus magoknál nagy porozitást és kis áteresztőképességet lehetett elérni, a termoelemek és a mérőhelyek beleönthetők. Meleg- és hidegvizes besajtolást végeztek. A besajtolás hatékonysága függ a besajtolás intenzitásától. Minél nagyobb a hőbesajtolási intenzitás, annál nagyobb a termikus hatékonyság.

Kétfázisú tartományban a nyomás és a hőmérséklet jelentősen csökkent. Még nagy hőmérséklet-változás esetén is a kétfázisú áramlás csaknem izentalpikus és stacioner lehet, ha a fúrómagminta és a környezete között a hőátadás csekély. Nem izotermikus egy- és kétfázisú áramlást konszolidált homokkőben a [151] cikk tartalmaz. A heterogén nedvesíthetőség hatását a folyadékáramlásra porózus közegben [152] vizsgálta. A több fázisú áramlási viselkedésre gyakorolt hatásának vizsgálatára porózus mintákat készítettek, összekeverve különböző arányokban a teflonport és az üveggyöngyöket. Áramlási és kiszorítási vizsgálatokat hajtottak végre különböző folyadékpárok használatával úgy, hogy a heterogén nedvesíthetőség hatásai vizsgálhatók voltak a szilárd anyag—folyadékrendszer fizikai tulajdonságainak széles tartományában. Megállapították, hogy amint növekedett a kiszorított fázishoz viszonyítva a felületnedvesítési hányad, lineárisan csökkent a végső kihozatal. Bizonyos mértékű korrelációt kaptak a végső kihozatal és a *Gassie*-féle ekvivalens érintkezési szög között. Ez utóbbi nem látszik a heterogén nedvesíthetőség mutatójának. Amint a kiszorított fázishoz viszonyított nedvesíthetőséget növelték, azt tapasztalták, hogy a relatív áteresztőképesség arányának görbéje eltolódott, ami a kiszorított fázis nagyobb maradéktelítettségét okozta. Kimutatták, hogy a határfelületi feszültség fejti ki a legnagyobb hatást a kihozatalra. Azt is megállapították, hogy a viszkozitásarány hatást fejt ki a relatív áteresztőképességi arány

görbéinek vertikális helyzetére, de a végső kihozatalra nem.

A kapillárisnyomáson alapuló kiszorításmechanizmus új modelljét fejlesztette ki *Bantsen* és *Anli* [153]. A porózus közegekre vonatkozó kapillárisnyomásfüggvényt *Leverett* dolgozta ki és korrelációs célokra használják. Kielégítően csak laza homokra és ugyanazon rétegből kapott adatokat korrelálja. A javasolt megcsapolási kapillárisnyomás-függvény megszünteti a korlátot. Ez a telítettség függvénye és három paramétert ölel fel, amelyeket kísérletileg lehet kimérni. A modellt igazolták homogén, víznedves és mesterségesen tömörített szilikamagokból kapott eredmények. Ez univerzális viszonylag homogén, izotrop kőzeteknél. Membrános módszerrel kapott adatokat az S_w függvénybeli P_c adatokként kezelhetjük, ha a mag elég rövid és a gravitációs hatás elhanyagolható.

Inhomogén közegben véges differenciák módszerével *Yoon* és *Yen* [154] a paraméterek azonosítására ajánl eljárást. Az azonosító paraméterfüggvény nem lineáris, parabola típusú parciális differenciálegyenlet. Véges elemek módszerét használja az ismeretlen paraméterfüggvény ábrázolására, és a csomóponti értékek fogalmát vezeti be az áramlási terület megfelelő diszkretizálására. E csomóponti értékeket a megfigyelt és a számított áramlási potenciálok között a legkisebb négyzetek módszerének összehasonlításával határozza meg azzal a feltétellel, hogy az azonosítandó paramétereknél lineáris egyenlőtlenségkényszereket alkalmaz. A *Rosen*-féle gradiensprojekciós eljárást kombinálja a *Gauss—Newton*-féle eljárással. Numerikus eljárást mutat be a parciális differenciálegyenlet megoldásához, *Galerkin*-módszert és előrejelzési közelítést használva. A kétdimenziós nem lineáris, diffúziós típusú egyenlettel 25 paraméter szimultán azonosítását végzi el.

A tárolóviszonyok között végbemenő molekuláris diffúzió előrejelzésével *Sigmund* [155, 156] két cikkében foglalkozik. Vizsgálja, hogy a biner diffúzióra vonatkozó empirikus korreláció miképpen használható telepviszonyok mellett a több komponenses rendszerekbeli diffúziós tényezők előrejelzésére. Azt is bemutatja, hogy a konvekció és a diffúzió hogyan kombinálhatók a pórusos közegben áramló folyadék keverékének koncentráció profiljának számításához. Ismerteti binér gázrendszerben végbemenő gázdiffúzió tényezőjének mérését és előrejelzését, majd bemutatja a molekuláris diffúzió hatásának és a több komponensű rendszerekben végbemenő konvektív keveredésnek becslését.

Knutson [157] az északnyugati coloradói Piceance-medencében levő nem összefüggő, lencsés kifejlődésű Fort Union és Mesaverde tárolókat modellezi. A Sziklás-hegység kréta és harmadkorú nem tengeri, kis áteresztőképességű homokköveiben jelentős földgázkészlet van. Colorado állam Piceance-medencéjében a homokkő geometriáját és orientációját felszínen és kis mélységben karakterizálták. Véletlenszerű metszési eljárást dolgoztak ki, amely a földtani adatokat használja a telepmodell egész spektrumának kialakításához. Ezek mind a hagyományos, mind a hidraulikusan és nukleáris energiával megrepesztett kutak szimulálására szükségesek. A megrepesztett kutak telepmodelljeit hasonlítja össze nem repesztett kút telepmodelljével. A zátonyszerű homokkövek általában radiális modellekkel szimulálhatók, míg a csatornaszerű homokkövek lineáris modellel. Ez utóbbi típust vizsgálták.

A [158] tanulmány olyan tároló szimulációját mutatja be, amely a termeléstörténet szerint változó telítettségfüggvényt vesz figyelembe. Az optimális ellenőrzés-elmélet felhasználásával a háromdimenziós tárolómodellek helyességével foglalkozik, és azok helyesbítésére ajánl módszert [159].

Az összetételtől függő K értékek felvételének hatását [160] vizsgálják egy módosított típusú béta-szimulátor adatainak létrehozásában. *Cook* és társa mutatta be a módosított béta-típusú tárolószimulátort az összetétel hatásának közelítésére olajtelepbe vagy dúsgáz-, csapadéktelepbe történő szárazgáz-besajtolás szimulációja esetén. Az olajtérfogatra eső kumulatív szárazgáztérfogatot feltüntető összetétel-paramétert felvette annak bizonyítására, hogy a modell összetételmodellként viselkedik. Az összetétel-paramétert és a folyadéktulajdonságokat lineáris cellamodellből kapták. A paramétert a folyadéktulajdonságok függvényében ábrázolta, az eredmény mindegyik folyadéktulajdonságnál egy olyan görbesereg lett, amely független a lineáris modellbeli cellaszámtól, ennek megfelelően a görbék függetlenek a tárolómodell térbeli dimenziójától. Komplex módszereknél, így száraz gáznak az illékony olajba vagy dús gázt tartalmazó csapadékba való besajtolásakor a K értékek erősen függnek a folyadék-összetételtől. Bizonyítja, hogy az összetételfüggő K értékek olyan folyadéktulajdonságokat eredményeznek, amelyek függenek a cellaszámtól vagy telepbeli helyzettől. Következésképpen a módosított béta-típusú modellt nem szabad használni olyan tárolószimulációnál, ahol a folyadék-összetétel nagy változásai várhatók. A *Maxwell*-egyenletet a [161] általánosítja a réteg-ellenállási tényező meghatározásához. A nagy sebességű, függőleges, több fázisú olaj- és gázáramlást vizsgálja *Cornish* [162].

Tárolószimulációs modellt használnak [163] egyetlen kút tranziens viselkedésének, a termelő—besajtoló kútelrendezésnek és egyetlen kút nyomáspulzáltatásának vizsgálatához. Az eredményeket grafikusan ábrázolták háromdimenziós alakban és időlassított filmet állítottak elő, hogy vizuális betekintést tegyenek lehetővé a tárolóbani nyomás—kommunikáció megértéséhez. Numerikus területi, kissé összenyomható olajtárolószimulátort használtak a nyomásviselkedés követésére. Valójában bármilyen tárolószimuláció alkalmazható. Ilyen vizsgálatoknál 0,01—5 napos időlépéseket használnak. Ha túl nagy lépéseket választanak, anomália nem mutatható ki.

A küttérfogat és a rétegkárosodás figyelembevétele mellett a tárolóparaméterek vertikális és horizontális repedések meghatározását adják [164], és ezeknek a nyomásemelkedési görbére való befolyását elemzik. Hasznos tanácsot nyújtanak a porozitásérték gyakorlati megállapítására. A többször ismételt rövid időtartamú áramlásvizsgálat pontosabb és megbízhatóbb eredményeket szolgáltat. Új módszert dolgozott ki a [165] szerzője a nyomásváltozási görbék vizsgálatára, a kútáramlási kapacitás és a turbulencia meghatározására. Ez a módszer gáz- és olajkutaknál egyaránt eredményes. Két gázkútnál és egy nagy teljesítményű olajkútnál mutatja be alkalmazását.

A talpnyomás-emelkedési vizsgálatok repedezett olajtárolókban való értékelésével és a görbék inter-

pretálásával foglalkoznak [166] szerzői ott, ahol radiális áramlás nem alakul ki, tehát a konvencionális radiális teória nem alkalmazható. Vertikális repedezettségű rendszerben a repedés közelében lineáris áramlás az uralkodó. A nyomás—idő logaritmusának függvényéből a késési idő jellemző a repedéshosszra, a kút károsodására. Üzemi példával szemlélteti a módszert. *Ramey* [167] a termelés közbeni utánáramlás által befolyásolt tranziens nyomásváltozásra vonatkozó *Gladfelter—Tracy—Wilsey*-féle elgondolást vizsgálja, és elméleti megfontolással, számítással és gyakorlati alkalmazással támasztja alá.

A *Gladfelter* és munkatársai által kidolgozott nyomásemelkedési utánáramlási korrekciót kiterjesztették a termelésvizsgálatnak arra a speciális esetére, amikor a termelési ütem exponenciális. Mind a termelési nyomás csökkenésének, mind a homokfalfelületnél a termelési ütemnek értékeit a klasszikus kúttárolási viszonyokra vonatkozólag vizsgálja. *Winestock—Colpitts, Carter, Aron, Scott* és mások észrevették, hogy a reciprok termelékenységi index gyakran lineáris függvénye a termelési idő logaritmusának. Ez a módszer egyszerű alternatíva a termelési ütem változásainak egybevetésére a szuperpozíciós módszer helyett. Ezt alkalmazza és használatát mutatja be.

Tiab és Kumar [168] termelőkút közelében több záró vető jelenléte esetén a kút tranziens nyomásgörbéjének értékelésére dolgoz ki módszert. Két párhuzamos áramlást záró vető jelenlétének és helyének meghatározását adja log-log nyomás—idő diagram alapján. A görbét matematikailag írja le, és numerikus megoldását mutatja be. A gázkutakban a tranziens nyomásdepresszióra kapott adatokat a nyomásnak, a nyomás négyzetének vagy a pszeudonyomásnak alkalmazásával elemzik [169]. A turbulens áramlásba való átmenet jelenségét vízuálisan vizsgálják porózus közegben való áramlásmérési adatokból [170] szerzői.

Raghavan [171] néhány gyakorlati szempontot ad a nyomásadatok elemzésére. A termelő- és lezárt kutak nyomáselemzése terén az eddigi ismereteket foglalja össze. Új megoldást ad a kút tárolókapacitására és a repedezett tárolót megnyitó kút szkinhatásának megállapítására, kétdimenziós modellel. A homogén gömbsugaras tárolóban végzett tranziens nyomásgörbék értékelését kiterjeszti természetesen repedezett tárolókra, feltételezve a repedezettség egyenletességét. A kettős porozitású tárolórendszer modellezéséhez az alap-differenciálegyenletek kifejtését *Laplace*-transzformációval és megoldását adja a tároló statikus nyomására és a beáramlási gömbsugár átlagos áteresztőképességére. Vizsgálja a termelési időnek a nyomásgörbére való hatását. Részletesen foglalkozik a gyakorlatban előforduló tranziens nyomásváltozási görbék értékelésének módjával. Ugyancsak ő foglalkozik [172] a megrepesztett kutak nyomásadatainak elemzésével, amikor a külső határon a nyomás állandó. A vizsgálat alkalmas a rétegkezelés hatékonyságának megállapítására, ha előzőleg is felvettek tranziens nyomásváltozási görbét.

Véges áteresztőképességű vertikális repedéses kút tranziens nyomásemelkedését vizsgálta [173]. Az idő és dimenzió nélküli paraméterek összefüggése alapján határozzák meg a réteg és a repedés jellemzőit. A módszer üzemi alkalmazását is bemutatják. Ugyancsak ők ismertetik [174] a természetes repedéshez közeli kút esetében az állandósulatlan áramlás elemzésének matematikai leírását, és annak numerikus megoldásához adnak útmutatást: a repedésmagasságot, a függőleges és vízszintes repedésarányt, a repedéshossz befolyását a görbe alakjára, a nyomás csökkenésére. A kút kapacitását matematikai modellel határozzák meg. Vizsgálják a pszeudoszkinténvező és a beáramlási sugár hatását. Üzemi alkalmazását is adják. A repedés vagy hasadék végtelen folyadékvezető képességüként viselkedik, és negatív szkint okoz. A modellel kapott eredményeket interferenciavizsgálatokkal korrelálták. A módszer gyakorlati alkalmazásának hasznosságát igazolták, mivel egyszerű és gyors megoldást eredményez.

Najurieta [175] a természetesen repedezett tárolók nyomásváltozásának vizsgálatáról ad jó áttekintést és útmutatást, ismertetve a tranziens nyomásviselkedés elméletét, az interferenciavizsgálat görbéinek összehasonlító elemzését homogén és repedezett tárolókőzeteknél. A tranziens nyomásváltozási görbéket értékeli, és a különböző módszerekkel kapott eredményeket összehasonlítja, vizsgálja a repedezettségnek és a tároló geometriájának, valamint a diffúzió szerepét a nyomás változásában.

Raghavan és társai [176] a tranziens nyomásadatokból a vertikális repedés magasságát és ennek hatását vizsgálják. *Ershaghi* és társai [177] a repedezett tárolóknál végzett tranziens nyomásadatokat olyan esetben elemzik, amikor a tárolóban gömbsugaras az áramlás. Módszerük a tároló jellemzői mellett a kút megnyitására is információt szolgáltat. A tárolótulajdonságok meghatározását ellennyomás-vizsgálatokból a tárolószimulátorba való felhasználás függvényében ismerteti [178]. Az *Odeh—Jones*-eljárást vizsgálja háromdimenziós tárolómodellel. A szuperpozíció elve alkalmazható az ellennyomás-vizsgálatok értékeléséhez, ha az ütemváltozások között eltelt idő kicsi. Ez alkalmazható vertikálisan repesztett kútnál és utánáramlás esetén is. Elemezhető $k \cdot h$ értékre, amikor költségesebb nyomásemelkedési görbe felvétele nem indokolható a turbulencia, a kutak egymásra hatása és több nyitott réteg esetén. Az ellennyomás-vizsgálat adatai értékesek lehetnek az áteresztőképesség-eloszlásoknak a gáztárolók szimulációjában való felhasználásával.

Kétréteges, végtelen kiterjedésű olajtárolónál, ahol keresztáramlás nincs, a termelőkutak nyomásemelkedési görbéjének értékelését [179] adja. A nyomásgörbe alapján a tárolóparaméterek meghatározhatók. *Hatsock* és *Lefkovits* módszere alapján bemutatják a permeabilitás- és a vastagságarányok hatását a nyomásemelkedési görbére. Ugyancsak megvizsgálják a szkinténvező és a küttérfogat hatását.

Végtelennek tekintett, természetesen repedezett tárolók tranziens áramlási viselkedését és a tárolót jellemző paraméterek meghatározását [180] vizsgálja. Az elmélet kizárólag az áramlás tulajdonságaira, valamint a repedések és a mátrixblokkok méreteire vonatkozik. Nincs szükség különleges korrekciós paraméterekre az ismert tárolónál a nyomásreagálás értékeléséhez. A számítással kapott nyomáscsökkenési elméleti görbéket összehasonlítja olyan numerikus modellel kapott eredményekkel, amelyek idealizált tárolóra vonatkoznak és jó egyezést kapott. A kútvizsgálati nyomásfüggvényekből a repedésekre vonatkozó $k \cdot h$ adat, valamint a mátrixporozitás és a mátrixblokkok méretének átlagolt szorzata nyerhető. A módszer tehát le-

hetővé teszi, hogy a kútvizsgálati nyomásreagálást összehasonlítsuk a rétegben mért adatokkal.

Jones és társai szerint [181] a nyomásemelkedési görbe értékelésénél kapott adatoknál megbízhatóbb a többszöri rövid időtartamú áramlási vizsgálat. Ennek elemzésére új módszert dolgoztak ki, hogy meghatározzák a kút áramlási kapacitását és a turbulenciának befolyását a kút termelésére. A módszer gáz- és olajkutaknál egyaránt alkalmazható. Két gázkútnál és egy nagy teljesítményű olajkútnál mutatják be a módszer alkalmazását és igazolják helyességét.

A [182] cikk a kissé összenyomható egyetlen fázis tranziens áramlási problémáinak numerikus megoldását adja görbesereggel. Lineáris diffúzióegyenlet megoldásához kétdimenziós függvényt alkalmaz. Az így kapott eredményeket összehasonlítja végesdifferencia- és analitikus megoldással kapottakkal. A görbesereges megoldás jó kiegészítés az egyéb úton meghatározotthoz képest. A termelőkutak hidrodinamikai tökéletlenségeinek gyors meghatározására javasolt egyik módszer a nyomásemelkedési görbe, amelynek alapján a $\ln \frac{P_k}{r_a} + c$ kifejezés meghatározható. A másik módszer alapja a kút valóságos és specifikus beáramlási sugarainak összehasonlítása [183]. A [184] szerzői a nyomásemelkedés kezdeti határérték feladatát *Laplace*-transzformáció segítségével oldják meg. Az utánáramlást egy exponenciális függvénnyel veszik figyelembe. Speciális visszatranszformáció és megfelelő kiértékelési módszer alkalmazásával a kőzetfizikai és áramlási paraméterek számíthatók.

Az *Odeh—Jones*-féle áramlási kapacitásvizsgálati módszert fejlesztik tovább [185] szerzői háromdimenziós tárolószimulátor használatával. *Essis* és *Thomas* részéről a tapasztalt rendellenes *Odeh—Jones*-féle függvények nem fordultak elő. *Hadinoto* legutóbbi vizsgálata azt mutatta, hogy e következtetés a vertikálisan repesztett kutakhoz és tárolókörnyezetre is alkalmazható. Az ellenállás-vizsgálatok a $k \cdot h$ és az S megbízható értékeit biztosítják a műszaki pontosság határain belül akkor, amikor a költségesebb nyomásemelkedési vizsgálatok nem indokoltak. Felöleli a turbulencia, a kutak egymásra hatása és több réteges tárolókőzet értékelését. Az ellennyomás-vizsgálatból kapott adatok értékesek lehetnek az áteresztőképesség-eloszlások meghatározásánál, amelyek a szimulációs modellekhez szükségesek.

Herman [186] a folyadékok gömbsugaras áramlására vonatkozó *Culham*-féle nyomásemelkedési egyenleteket alkalmazza rövid vizsgálati idők esetén. *Dubiel* és *Chrzaszcz* [187] féllogaritmusos koordináta-rendszerben felvett talpnyomás-emelkedési görbék részletes elemzésével foglalkozik, és tapasztalatait elemzi. *Hegeman* és *Slater* [188] termelő—benyomó kútrendszernél a tranziens nyomás alakulását tanulmányozza egyetlen kútban nyomáspulzációval. Az adatokat háromdimenziós formában grafikusan vizsgálja, és így a tárolóban a nyomáskommunikációt, az interferenciát időlassítással szemléltetővé teszi.

Friedrich [189] az eddig alkalmazott vizsgálati módszerek tárolóhidrodinamikai tulajdonságainak megismerése céljából „pontszerű" (egy-egy kútra kiterjedő) mérések eredményeiből képeztek „természetes" átlagértékeket. A különböző vizsgálati eljárások kombinációja több kút bevonását is lehetővé teszi meghatározott mérési programba. Ilyen módon még kétfázisú áramlás esetén is elfogadható eredményeket kapunk. *Jargon* [190] küttérfogat és kútkárosodás hatását vizsgálta a megfigyelőkutakban végzett interferenciaelemzés alapján. A nagy küttérfogat jelentősen megnöveli az interferenciaérték hibáját. Új típusú korrelációs görbéket szerkesztett termelőkút kapacitása hatásának figyelembevételére a szkintényező és a pulzációs eredmények meghatározásához. E módszer alkalmazását és jelentőségét szimulált példán és mezőbeli interferenciaértékeléssel mutatja be.

Kamal—Brigham [191] két egyszerű és pontos módszert ismertet a pulzációs vizsgálatok tervezésére és elemzésére, amikor a pulzációs idők és zárási periódusok nem egyenlők. A konvencionális interferenciamérés feletti előnye, hogy nem szükséges feltételezéseket alkalmazni. A módszer elméleti alapját és matematikai leírását közli. A pulzációs vizsgálatokat jellemző dimenzió nélküli csoportokat (dimenzió nélküli ciklusidő és dimenzió nélküli reagálási amplitúdó) és ezek összefüggéseit alkalmazza a tárolótulajdonoságok meghatározásához. Bemutatja a pulzációs vizsgálat grafikus és analitikus megtervezését és az eredmények értelmezését, majd üzemi példán szemlélteti a tényleges adatokat bemutatva.

Rodriguez Nieto és *Carter* [192] háromdimenziós analitikai modellt alkotott anizotrop, vastag gáztárolók nyomás—teljesítményének előrejelzésére. A modell porózus közegben reális gázok nem állandósult áramlását leíró parciális differenciálegyenletek pontforrásos megoldását adja az interferencia és a korlátozott megnyitás hatásának figyelembevétele mellett. Kis nyomásesésnél a tényleges nyomás és pszeudonyomás között összefüggést vezet be az értékelés segítésére. *Matthews* [193] anizotrop formációk interferenciavizsgálatához fűz megjegyzést, amikor két megfigyelő kút a benyomókúttal azonos egyenes vonalon fekszik. *Ramey* szerint ebben az esetben több megoldás lehetséges. Ezt nem tartja bizonyítottnak és vizsgálja derékszögű és vonalas elhelyezés esetében, és arra a megállapításra jut, hogy két megoldás van mindkét esetben.

Swift és *Brown* [194] interferenciavizsgálatokat végzett a tároló lehatárolására Butler tartományban (Kansas) a Cityes Services El Dorado mezőn micellás-polimeres kísérletek előkészítéséhez az áramlási irányok és összefüggések meghatározása céljából, hogy a vegyszerdugó-veszteséget minimálisra tudják csökkenteni, és a kísérlet hatásossága jól értékelhető legyen. 64 kútpáron végeztek vizsgálatot. Különböző jól megalapozott értékelési eljárások eredményei közt — a tároló permeabilitásában és a tároló geometriájában — alig volt eltérés. Így megállapított heterogenitás alapján a kiszorítást megfelelően irányítva a csatornaképződés megelőzhető volt.

Két geotermikus tárolóból kapott interferenciavizsgálat eredményeit mutatják be [195] szerzői. A szénhidrogéniparban használt modern kúttechnikát, nyomáscsökkenési görbét és az interferenciavizsgálatot adaptálják uralkodóan kétfázisú (víz, gőz) geotermáltárolóknál, az USA-ban. Meghatározzák a tárolók permeabilitás- és tárolási viszonyait, majd útmutatást nyújtanak a geotermikus tárolók értékeléséhez. *Tiab* és *Kumar* [196] az interferencia elemzésére módszert is-

mertet, és dimenzió nélküli nyomás bevezetésével könnyíti és általánosítja az értékelést.

Lapsin és társai kritikailag elemzik [197] a kábel- és rudazatteszteres vizsgálatok adatait *Horner* szerint, illetve az UFII-ben alkalmazott kiértékelési módszer szerint. Megállapítják, hogy a rétegnyomásnak a nyomásemelkedési görbék alapján történő számítása során mindenekelőtt a hidrodinamikai vezetőképesség meghatározásában tapasztalhatók eltérések. A számítások, amelyeket számítógépen végeztek, ezt igazolják. *Ramey* [198] korszerű kútvizsgálati elemzés alkalmazását rövid időtartamú nyomásvizsgálat esetére foglalja össze. Fúrószáras rétegvizsgálatoknál, amikor az adatok nem elegendők a konvencionális értékelési módszerhez, típusgörbék használatával segíti az interpretálást. A kidolgozott típusgörbék alkalmazását számos példán mutatják be, felhasználva a különböző feltételek között felvett görbéket és a különböző értékelési eljárással kapott értékeket [199].

A fúrólyuktalp alakjának és formájának figyelembevételére terjesztik ki [200] szerzői az értékelési módszert. Az értékeléshez az elemek módszerét alkalmazzák, és a fúró- és lyuktalp alakját mint korrekciós tényezőt viszik be. Porózus közegben a diffúzió meghatározására inert hordozóanyagban konstans sebességgel bevitt radioaktív gázimpulzusok mozgását vizsgálták [201]. A közölt matematikai megoldások a diffúziót és részben a nem egyensúlyi adszorpciót veszik figyelembe.

A [202] szerzői a hőmérsékletmező fúrás környezetében való változásait vizsgálták olyan esetben, amikor az utánáramló közeg fékező hatású. A hengerkoordinátákkal megadott hővezetőképesség-egyenletet — belső források figyelembevételével — a *Green*-függvény segítségével oldották meg. A különböző mélységekből vett kőzetmagmintákon tanulmányozták a hőmérséklet-eloszlás kialakulását, majd modellezték öblítés esetén a kút körüli hőmérsékleteket, és ezekből a cikk által közölt formulával számított értékeket összehasonlították a kútban ténylegesen mértekkel a [203] szerzői. Ennek eredményeképpen megállapították, hogy a modellen kidolgozott módszer alkalmazható a tárolószintek hőmérsékletének meghatározására még a fúrási és kútjavítási munkálatokhoz is.

A tároló geotermikus jellemzését szolgáló, a fúrásokban végzett időrabló hőmérsékletmérések elkerülését teszi lehetővé a geotermikus gradiens hőáramlástól való függésének felhasználása a hőmérséklet meghatározására [204]. Kétségtelen, hogy a módszer csak reprezentatív értékeket ad, ha a rétegsor homogén, és a kőzetek termikus tulajdonságai egzakt értékkel jellemezhetők.

A talpi víz áramlásának szimulációját konkrét példán mutatják be [205], és a HOREGO numerikus modellel összehasonlítva azt a következtetést vonják le, hogy a digitális szimuláció különösen nem stacionáriusan termelőmezők esetén előnyös. A [206] szerzői megoldást közölnek a repedezett tárolókban mozgó összenyomható folyadékok stacionárius áramlásának problémáira hidrodinamikailag nem tökéletes kútkiképzés esetén is. A szokványos differenciálegyenlet megoldása a repedések összenyomhatóságát is figyelembe veszi, és ugyancsak megoldást adnak a folyadékáramlásra.

A [207] tanulmányban egyenletrendszert vezettek le a nem tökéletes kút stacionárius folyadékáramlásának leírására. Az eljárást próbaszámításon bemutatva az alábbi következtetésre jutnak: 1. a kőzet deformáltságának növekedésével csökken a vízmentes szénhidrogén-termelés; 2. az áteresztőképesség heterogenitásának lényegesebb a befolyása, mint a tároló deformációjának; 3. a kút tökéletlenségének növekedésével fokozódik a deformációnak a vízmentes termelésre gyakorolt hatása.

A kétfázisú (olaj, gáz) tranziens áramlási problémák megoldási lehetőségét vizsgálják [208] szerzői. Az interferenciajelenségek vizsgálatára a *Christianovics*-függvényt tartalmazó differenciálegyenletet alkalmazzák. A kompresszibilitás, viszkozitás és áteresztőképesség telítettségtől, illetve nyomástól függő változásának figyelembevételével a folyamat közelíthető. Az interferenciaanalízis ezután az ismert módon végezhető.

Porózus közegben a turbulens áramlás stacionárius megoldását a *Krasznopolszkij*-törvény alapján két kútra [209] végzi el. Interferenciakoefficienst vezet be, amely kifejezi az interferencia hatását a kutanként kitermelt mennyiségre, az eredményeket összehasonlítja a lineáris *Darcy*- és a kéttagú *Forscheimer*-törvénnyel. Két talpnyomásmérésből és a nyomásemelkedési görbéből két gyors módszerrel a telepnyomás és a vezetőképesség operatív értékelése elvégezhető. A primer adatokat egy- és több ciklusos teszter szolgáltatja [210]. A VNII új eljárást dolgozott ki a kőolajtároló-rétegek rezervoármérnöki paramétereinek a nyomásemelkedési görbe alapján való meghatározására, amely módszer 16 paramétert — 7-tel többet, mint az eddig alkalmazott kiértékelések — vesz figyelembe, többek között a kutak hidrodinamikai tökéletlenségét [211]. A réteg-nyomás és a vezetőképesség számításának tökéletesítése céjából *Horner, Csekaljuk* és a VFNII intézet módszerét kombináltan alkalmazzák. Ennek alapján a nyomásemelkedési görbékből és az utánáramlásból mind a kút körüli, mind pedig a kúttól távolabbi területek rezervoármechanikai paraméterei, mind pedig a kút elszennyeződésének mértéke számíthatók [212]. Javasolja a két módszer együttes alkalmazását, mert egymást jól kiegészítik.

Modellen vizsgálták a kútkiképzés hatását a gázkutak termelékenységére a vastagság függvényében. Az ismert kéttagú képletet használva a tökéletlen feltárás együtthatóját ($Q_{\text{tökéletlen}}/Q_{\text{tökéletes}}$) a h/H függvényében adják meg [213]. A kiértékelés alapja *Minszkij* kéttagú képlete. Amikor a termelőkutakban nem lehet hidrodinamikai méréseket végezni, illetve a mért adatok nem fogadhatók el, statisztikus eljárással a termelési adatokból határozzák meg a termelékenységi, gradiens- és turbulenciatényezőt [214].

A Timan—Pecsora-terület Vuktül és Nyugat-Tebuk előfordulásainak példáján a [215] szerzői megkísérlik a hidrodinamikai mérések eredményeinek előrejelzési pontosságát növelni statisztikus módszerrel. A nyomás—termelés diagram alapján a középértéktől való legnagyobb eltérések megszüntethetők. A hibahelyek kiküszöbölésével a hidrodinamikai mérések pontossága növelhető.

Különböző laboratóriumokban, több telepből származó kőzetmintán végzett mérések eredményeivel is egybevágó matematikai formulát dolgoztak ki [216] a folyadék áramlási tulajdonságaitól és a kőzetfizikai

paraméterektől függő áramlási potenciál meghatározására, figyelembe véve a turbulencia hatását is. Fúrásokban végzett hidrodinamikai mérések kiértékelése alapján az iszapelnyelő réteg áramlási tulajdonságainak számítására algoritmust és adatfeldolgozó programot fejlesztettek ki [217].

Számos rudazatteszteres-vizsgálat eredményét elemezve megállapítják, hogy teszteres vizsgálatnál a produktivitás meghatározására a beáramlás végén felvett nyomásemelkedési görbe alkalmas [218] . A módszer akkor ajánlható, ha a folyadékszint-emelkedési mérések és a folyadékoszlop-nyomás módszerének eredményei a 30%-os hibát nem haladják meg. A tárolószerkezeti és litológiai viszonyoknak a teszteres vizsgálatokra gyakorolt befolyását vizsgálja [219] a települési mélységet (X_1), a teszterezett vastagságot (X_2), az utánáramlási depressziót (X_3), a nyomásemelkedési időt (X_4), a kezdeti rétegnyomást (Y_1), a vezetőképességet (Y_2) és az átlagos produktivitást (Y_3) a kihozatal összefüggésében. Az egyes paraméterek értékelésénél a korrelációs analízis módszerét alkalmazták. A [220] szerzői tanulmányozták a változó sűrűségű és viszkozitású folyadékok egymásra hatását a vertikális repedésekben való áramláskor. A repedésekben a teljesen elegyedő folyadékok elkülönülése fenntartható a sűrűség és a viszkozitás szabályozásával. A folyadékok között 0,025 sűrűségkülönbség elegendő a folyadékmozgás szabályozásához.

A kőolaj- és földgáztelepek művelése során fellépő hidrodinamikai problémák megoldása céljából szükséges a csövekben és csatornákban a több fázisú és több komponensű áramlásokra vonatkozó kutatások, hogy eredményesen befolyásolják a kút körüli zóna reológiai tulajdonságait adalék anyagok alkalmazásával, és eredményesen használhassuk a matematikai statisztika a valószínűségszámítás és az operációkutatás módszereit, valamint az identifikációs matematikai modellt [221]. A [222] szerzői kétfázisú — gáz és olaj — áramló közeg láthatóvá tételére laboratóriumi eljárást és berendezést ismertetnek. Alkalmazható az elárasztási, kiszorítási folyamatok mechanizmusának leírására és nyomon követésére. *Zajcev* [223] a nagymélységű fúrásokkal harántolt tárolószintekben végzett hidrodinamikai vizsgálatok intenzívebb kiértékelésével foglalkozik, és erre vonatkozóan 5000 m mélységig érvényes összefüggéseket közöl.

4.5. Készletbecslés

A kőolaj- és földgázkészletek kategorizálásának tökéletesítésére való törekvés kapcsán a [224] szerzői a kitermelhető készletek értékelésének javítását, valamint a C_1 és C_2 kategória egzakt meghatározását és gyakorlati alkalmazását tárgyalják. A jelenleg érvényes kőolaj-, földgáz- és kondenzátumkészlet kategorizálást kritikailag vizsgálva a szerzők javasolják a készletnagyság szerinti osztályozást [225] . A 4 millió t-ig kisebb telepek, 4—20 millió t-ig kistelepek, 20—100 millió t-ig közepes telepek, 100—500 millió t-ig nagy telepek, 500—2500 millió t-ig telepóriások és 2500 millió t felettiek szuperóriás-telepek elnevezést ajánlják.

A prognosztikus szénhidrogénkészlet-számítások megbízhatóságának növelése céljából új programsémát dolgoztak ki a geológiai adatok rendszerű értelmezésére és feldolgozására [226]. A részfeladatoknak megfelelően három állapotot különböztetnek meg: 1. valamennyi elsődleges geológiai adat rendszerszerű értelmezése; 2. a szénhidrogén-tárolási perspektívák kvalitatív értékelése; 3. a szénhidrogén-tárolási perspektívák kvantitatív értékelése. Valamennyi feldolgozási stádiumban mind az elektronikus számítógép, mind a matematikai eszközök széles skálája alkalmazható. A prognosztikus készletbecslés kvantitatívvá tételére javasolt gépi programhoz kiindulási adatként a megfelelő geológiai paramétereket kell kiválasztani [227]. Egy összehasonlítási rendszer segítségével BESM—4M számítógépen határozzák meg az egyes paramétereket és a készleteket összesen. A módszert a középső Volga-vidék példáján mutatják be. A szénhidrogénkészlet-nagyságrendeknek a valódi készletekből való hibafüggő eltérésének meghatározására elvégezték az egyes paraméterek reprezentáns voltának matematikai értékelését [228]. Ebből a célból a kőolaj- és földgáztelepek matematikai modelljét állították elő a hasznos pórustér várható értékei alapján. A számított és valódi értékek közötti eltérés a geológiai modell pontatlanságából származik.

Regionális reménybeli szénhidrogén-tároló területek kutatása céljából a Kaukázus keleti előterének júra és alsó kréta rétegsorában paleogeokémiai, paleohidrodinamikai és paleogeotermikus vizsgálatokat végeztek [229]. Ilyen módon meghatározható volt mind a rétegvizekben oldott gázok, mind pedig a rétegekben levő maradék gáz mennyisége. A vizsgálatok egyik végkövetkeztetése: különbséget kellene tenni potenciális szénhidrogénforrások és prognosztikus kőolajkészletek között. A nem bizonyított prognosztikus készletek kihozatalát számító módszerek eddig általában 0,5 kihozatalt eredményeztek [230]. Az ismert egzakt értékek a Szovjetunióban 0,32—0,33, 1990-ig azonban tervezik 0,36—0,38 érték elérését. A távoli cél a 0,5—0,55 érték, amely tudományosan megalapozottnak tűnik.

A nyugat-szibériai középső Ob-körzet földtani kőolajkészleteit regressziós modellekkel határozták meg [231] az egyes telepcsoportok tipizálása céljából. Paraméterekként a szerkezetek felületét (S, km^2), a lehetséges tárolóvastagságot (h_0, m), effektív vastagságot (h_{eff}, m), az olajtároló területet (F_0, 1000 kút), a becsült készlet nagyságrendjét (Q, Mt), valamint a szerkezet magasságát, a telítettséget, porozitást, az olajtárolóvastagságot és a telephatár abszolút mélységét alkalmazták. A térfogatos módszerrel végzett készletszámítási paraméterek elemzése során 14%-os szisztematikus és 30%-os véletlen hiba adódott. A hibák oka valószínűleg az, hogy az egyes készletszámítási paraméterek középértékét nehéz egzakt módon meghatározni. A legnagyobb befolyású tényezők az effektív vastagság és a telep kezdeti nyomásgradiense [232].

A heterogén tárolók kőolajkészleteinek számításánál

— különleges esetekben — a litológiai és fáciesviszonyokat különös részletezéssel kell figyelembe venni [233], a számítási paramétereket mint reprezentatív értékeket pedig a lehető legegzaktabb módon kell meghatározni. Ebben az összefüggésben a tároló átlagos telítettségét a pórustérfogat súlyozott átlagaként kell megadni, mivel az effektív vastagság súlyozott átlaga vagy az effektív tárolótérfogat a porozitás számítása nélkül jelentős hibához vezet.

A kőolajtelepek földtani és kitermelhető gázkészleteinek számítása tökéletesíthető kibővített speciális anyagmérleg alkalmazásával, aminek segítségével meghatározható az olajban oldott gáz kitermelhető része [234]. Ezzel a készletszámítást korszerűsíti és megbízhatóságát növeli. A volumetrikus és anyagmérleges gázkészlet becslésének összehasonlítása a Washington-mező Coekfield „D" homoktárolóján. A tárolókőzet porozitását és víztelítettségét magelemzésből és elektromos szelvény értékelése alapján határozza meg [235]. Meghatározza, illetve értékeli a nyomáscsökkenés hatására a tároló kompakcióját. A két módszer összehasonlító elemzése alapján arra a megállapításra jut, hogy ha részletes, pontos tárolókőzet-paraméterek és a nyomóterhelés-változás ismerete esetén a két módszer egyező eredményt ad.

A kőolaj- és földgáztelepek művelésének kezdeti stádiumában a deszorpció következtében további gázmennyiségek szabadulnak fel, amelyek nagysága függ a nyomástól, hőmérséklettől, maradék víztelítettségtől és az agyagtartalomtól [236]. A szimulált telepviszonyok mellett matematikai modell segítségével az egyes paraméterek hatása számítható. A deszorpció következtében felszabaduló gázmennyiség — a nyomáscsökkenéstől függően — az eredeti készlet 0,9—3,1%-át is elérheti, amit a készletbecslésnél figyelembe kell venni. A nyomáscsökkenés módszerével meghatározhatók a kezdeti földtani készletek, valamint a tároló olajos zónájának vastagsága olyan esetekben, amikor a termelőkút talpnyomása nagyobb a telítési nyomásnál (buborékpontnyomás). A számítás pontosságának alapvető feltétele az átlagos nyomáscsökkenés és a kommutatív olajtermelés közötti összefüggés ismerete [237].

A fogyasztók ellátását szolgáló gáztelepek állandó készletoptimalizálása — a visszamaradt készletek figyelembevételével — egy olyan modell segítségével lehetséges, amely előbb a visszamaradt készlet eloszlását írja le, majd második lépésként egy egyenletrendszerrel számítja a maradék készleteket [238].

A tároló tulajdonságainak és viselkedésének meghatározására a *Bayer*-becslési módszert használja fel [239]. Az ismeretlen paraméterek közül egyeseket a tárolón belül állandónak tekintve a termeléstörténet elemzésével határozza meg a főbb jellemzőket. Egyes paramétereket a priori statisztikai alapon közelítőleg megbecsül. *Sinha* [240] a tárolóban levő gázkészlet megbízhatóbb meghatározásához az optimális ellenőrzés elméletének módszerét használja fel. Az így meghatározott paramétereket helyezi az anyagmérleg-egyenletbe. A földtani kőolajkészletek termelési adatokból való meghatározása egydimenziós matematikai szimulátor alkalmazása esetén vizsgálja annak megbízhatóságát, illetve az adatok helyességének megbízhatóságára való befolyását [241].

Az Oregon-medencében (Wyoming) a tároló jellemzőit és az egyes zónák elkülönítését, kiterjedését geológiai és tárolómérnöki tapasztalatok alapján végezték [242]. A mező készletének felülvizsgálata a vízelárasztás módosítását tette szükségessé. A módosítás tökéletesebb vízelárasztást és jelentősen nagyobb ipari készletet eredményezett.

A Volga—Urál- terület devon korú szemcsés porózus tárolójának példáján bemutatott módszerrel meghatározható az optimális viszony a mérlegkészletek és a meghatározott időegységre eső maximálisan megengedhető termelés között [243]. E viszony, az áramlási ellenállás és μ között a kapcsolat lineáris. Baskíria és Azerbajdzsán területi példán bemutatott számítási módszer szerint meghatározható az optimális viszony az A kategóriájú készletek és az időegységre eső termelés között [244]. E módszer alkalmazási feltétele az egzakt készletszámítás és a területi karakterisztikafelfutás, termelési csúcsszint, csökkenés ismerete.

Minthogy az olajok oldottgáz-tartalma és így térfogati tényezője is — olajtároló szintenként — igen eltérő lehet, célszerű a készletszámítást szintekre bontva elvégezni, és a térfogati tényezőt az egyes szintekből vett mélységi mintákon külön az egyes szintekre meghatározni [245]. Egyetlen szint fizikai és kémiai tulajdonságait a többiekre is vonatkoztatni és általánosítani nem helyes, mivel ez nagy hibákra vezet a készletszámításban.

A szénhidrogéntelepek készletbecslése és művelése leegyszerűsíthető és meggyorsítható úgynevezett átlagos rétegsorszelvények sorozatának készítése útján [246]. Prikumszk kőolaj- és földgáz-előfordulás tárolószintjeit részletesen elemezve a következő paramétereket állították elő szelvény- vagy térképi formában: abszolút és effektív vastagság, porozitás, olajtelítettség és készleteloszlás (szelvényformában), valamint a szénhidrogén-tároló vastagságát térképen.

A különböző módszerekkel számított kihozatali tényezők átfogó elemzése az alább felsorolt ajánlásokhoz vezetett abból a célból, hogy a készletszámítási paramétereket egységesítsék [247]:

1. a talpi víz jelentősége és hatásossága;
2. a paraméterstatisztikákban a szélső értékek figyelembevétele;
3. kvalitatív, leíró paraméterek lehető számszerűsítése;
4. a kútsűrűség, illetve kúthálózat lényeges tényező;
5. a működő kiszorító energiarendszer;
6. az értékek reprezentativ optimuma.

A [248] szerzői rámutatnak a gáztárolóknál a víztelítettség szerepére a készletszámításnál. A tároló 10% feletti víztelítettsége esetén a gáz deszorpcióját a készletszámításnál számításba kell venni, ugyanis 200 bar nyomáson a vízben oldott gáz felszabadul. [249] gyors módszert mutat be a víztelítettségi diagramok szerkesztésére és a készletszámításhoz való felhasználásra. *Lang* [250] a porozitás—ellenállási diagramnak tároló értékelésre való felhasználásának jó módszerét adja. A tárolóparamétereknek digitális szelvényértékeléses módszerét [251] szerzői mutatják be. *Pirson* [252] a prognosztikus földtani szénhidrogénkészlet becslésének magnetotellurikus kutatási módszerét ismerteti.

A kutató- és feltárófúrások számának optimalizálását és az olajtelepek racionális művelési feltételeit tárgyalva felülvizsgálják a Kaspi-tenger partján levő mezők készleteit, továbbá azt, hogy az elszerencsétlene-

dett fúrások a számítási módszert és eredményt hogyan befolyásolják [253].

Az USA kőolajkészlete (az 1974. XII. 31-i adatok szerint) — 15,34—29,9 mrd t — 37—62 évre fedezi a szükségleteket, míg a földgázkészlet — 21,31—30,63 billió m^3 — 36—51 évre elég. Az új készletadat mind a gazdaságossági (rentábilis és nem rentábilis), mind a geológiai szempontokat (bizonyított és nem bizonyított készletek) figyelembe veszi. Ezenkívül három készletkategóriát határoztak meg: becsült vagy lehetséges, számított vagy mérlegbe vett, és várt vagy valószínű készletek [254].

A harmadlagos olajtermelés alapfeltétele a vízelárasztás után visszamaradó olajtelítettség meghatározása. Olajnedves kőzetben ez nehézséget jelent. Erre ad *Trantham* és *Clampitt* mintázási módszert, és ismerteti a megmintázás kritikus feltételeit. Különböző szelvényezési adatok és területi vertikális elosztás értékelését mutatja be [255]. Az olajnedves tárolóknál a maradék olajtelítettség 26—38% között változik. A telítettség horizontális és vertikális meghatározásának modelljét és alkalmazását ismerteti. A maradék olajtelítettség meghatározásait ismerteti kútvizsgálattal a [256], amikor a kutakon különböző jelzőanyagot nyomnak be. Laboratóriumi és mezőbeli alkalmazásának és eredményeinek értékelése. Két kísérlet ismertetése. Az elsőnél két kútba nyomtak be jelzőanyagot. Egyikbe n-propil-acetátot, a másikba magasabb hőmérséklettűrő etil-acetátot. Kis sebességnél kaptak jó jelzést. A másik helyen fő és minitesztvizsgálatot végeztek. Az így meghatározott olajtelítettség-értéket konvencionális módszerrel kapottal hasonlították össze.

Egy tudományos kutató a készletbecslés adatainak és megállapításainak kritikai védelmét [257] nyújtja.

Gomzikov [258] a vízhajtásos tárolók végső olajkihozatalának, a termelés kezdeti szakaszának becslésére ad módszert. A kőolajvagyon becslésekor a teleptulajdonságok nem eléggé ismertek, de mégis szükség van a végső olajkihozatali tényező becslésére. Ilyen értékelés egyik lehetséges változata a statisztikai modellel való készletbecslés. Ezt több dimenziós korrelációs analízissel készítették a huzamosabb idő óta termelt tárolók termelésgeológiai adatai alapján. Több olyan modell van, amely a végső olajkihozatal gyakorlati értékeléséhez megfelelő. Külön érdeklődésre tart számot az a modell, amely a tároló termelésének kezdete előtt vagy egészen a kezdeti szakaszban nyújt lehetőséget az ipari készlet meghatározására. A volga—uráli területen hosszabb idő óta termelő 47 tároló adatai alapján a végső olajkihozatali tényező és a főbb termelésgeológiai jellemzők között összefüggést állapítottak meg. A vizsgálatokat több dimenziós korrelációs analízissel végezték. A modell lineáris, ezért egyes esetekben a nem lineáris összefüggést lineárissá alakították. Az Urál—Volga melléki tárolóknál hasonló vizsgálatot végeztek. Olyan mutatók csoportját is vizsgálták, amely lényegesen befolyásolja az olajkihozatalt (vizes, olajos zóna méretei, olajtelítettség, réteghőmérséklet). Ismerteti a főbb termelésgeológiai mutatók és a kihozatali tényező között megállapított összefüggést. A vizsgált tárolóknál az olajkihozatalt legnagyobb mértékben a viszkozitás, áteresztőképesség, a homokossági tényező, réteghőmérséklet, a vizes-olajos zóna területvagyon-aránya befolyásolja. A kúthálózat sűrűségének a kihozatalra kisebb a befolyása. Az olajkihozatali tényezőnek meghatározásában elkövetett hiba mértani középértéke ±5%. Ilyen statisztikai modellek kidolgozását javasolja különböző termelésgeológiai feltételekre termelőkörzetenként. Így megalapozottabbá, megbízhatóbbá és általánosításra alkalmasabbá lehet kidolgozni a korrelációs módszert. A továbbfejlesztésnél szükségesnek tartja a telepfluidumok főbb fizikai tulajdonságainak a figyelembevételét is.

Gubajdullin és *Laptev* [259] az elvizesedett kutakkal kitermelhető készlet újszerű meghatározásával foglalkozik. A számítás kiindulási adatai; a havi olaj- és víztermelés, az elvizesedési arány %-ban, a kumulativ olajtermelés és a tényleges készletnek a számítottól való eltérése.

Work, Simmons és *Foster* [260] bemutat egy digitalizált szelvényértékelést, amely a nyers formában rendelkezésre álló szelvényezési adatokból, a rezervoármérnöki számításokhoz szükséges főbb tárolóparamétereket adja, és ezek alapján a készletszámítás pontosabbá tehető.

A Közép-Kelet, az USA és a világ ismert olajkészletének alakulását 1937—1975 között [261] elemzi. Az ugrásszerű növekedés a közép-keleti feltárások eredménye. Bemutatja az olajkészlet százalékos megoszlását egyes földrészek, illetve vezető olajtermelő államok között. A közép-keleti területek részesedése 55—65%. Ismerteti az eddigi és a várható feltárások geológiai és készletviszonyait.

Anglia északi-tengeri kontinentális talapzatának kitermelhető kőolajkészlete 1,3 milliárd t [262]. Ha ehhez a mennyiséghez hozzáadjuk a már megtalált, de a jelenlegi technikai módszerekkel még gazdaságosan ki nem termelhető és még lehetséges felkutatásra váró készleteket, akkor a kitermelhető és prognosztikus északi-tengeri kőolajvagyon angol területen 4,5 milliárd t. Az 1,3 milliárd t kitermelhető kőolajvagyon várható, illetve becsült termelése 1977-re 34—35 millió t és 1980-ra 95—115 millió t, amely ekkor már Anglia szükségletét fedezi. Kiugró siker volt az 1975-ös év, amikor 24 olajmezőt fedeztek fel. A gáztermeléssel együtt 2 milliárd $ hasznot eredményezett.

Az Északi-tenger norvég szektorában folyó kőolajtermelés fejlődését mutatja be a [263]. A terület földtani kutatási és feltárási munkálatait foglalja össze, és értékeli gazdasági hatékonyságát. Az Északi-tengeren összesen 715 kutató-, illetve 256 termelőfúrást mélyítettek, ebből 123, illetve 13 esett norvég területre.

Szokolov [264] a Szovjetunióban 1974 -ben termelt kőolaj és földgáz eloszlását földtani korok, rétegtani egységek szerint ismerteti. Az adatokat összehasonlítja a világadatokkal. A kelet-európai és a kelet-szibériai táblák kőolaj- és földgáztároló medencéinek földtani, rétegtani viszonyait, a táblás területeken belüli medencék szakaszos tektonikai fejlődését vázolja, és összehasonlítja a gyűrt táblás medencékkel.

A szénhidrogén-tároló medencék paleobiogeográfiai kutatásai fontos szerepet töltenek be a kőolaj- és földgáztelepek lokális és zónális eloszlási törvényszerűségének meghatározásában. *Markovszkij* [265] helyteleníti azt a véleményt, hogy a paleobiográfiai rekonstrukciók csak a nem tektonikai jellegű csapdákhoz kapcsolódó telepek felkutatásakor hasznosak. A külföldi tapasztalatok értékelése alapján a paleobiogeográfiai kutatások feladatait és lehetőségeit vázolja.

A [266] szerzői az agyagásványok, a szerves és szer-

vetlen geokémiai indikátorok használatát mutatják be a diagenezisfok és a palák olajleadó képességének értékeléséhez. Az illit és a kevert rácsú agyagásványok ásványtani összetétele alapján közepesen diagenetikustól archimetamorfig terjedő sorozatot határoztak meg a következő beosztás szerint: gyenge, közép és erős diagenezis. Ezt a beosztást sikerrel alkalmazták az olajtároló alsókréta paláknál.

Liesen [267] a földgáz jövőbeli szerepével foglalkozik a földgázkészletek mérlegelése szemszögéből. A világ különböző vidékein konzervatív becslések szerint is mintegy 160 000 milliárd m^3 földgázkészlet áll rendelkezésre, ebből biztos készlet 70 000 milliárd m^3. Ez 50 évre fedezi a várható szükségleteket. Foglalkozik a feltárt és lehetséges készletek eloszlásával és ezek racionális gazdálkodásával.

Moskal [268] a cehsztynski (Lengyelország) fődolomit geokémiai kutatásának fejlődéstörténetét és eredményeit ismerteti. Számszerű készletprognózis-mutatókat ad az ipari készletű kőolajmezők feltárásához. Az eddigi különleges kőolajvizsgálatok eredményeként mennyiségi konvergencia-együtthatókat határoz meg. Megjelöli az elemzések továbbfejlesztési feladatait a prognóziskritériumok pontosítása céljából.

Hill [269] az energiaigényeknek a következő 30 évben való növekedésével foglalkozik. Sokan a fő energiaforrást a megújuló lehetőségek kihasználásában látják. Ide sorolják a víz, a szél, az ár, apályhullámzás energiáját, de a geotermikus- és napergiát is. Az olajválság előtti években 7,5%-os volt az energiafelhasználás növekedése. Az olaj- és gázkészletek 20 év alatt kimerültek volna. A szénkészleteket nagyságrenddel nagyobbnak ismerjük. Az atomenergia fajlagos költségeit tekintve már versenyképes. A szénhidrogénkészletek áttekintése alapján a nukleáris energia eredményeit és energiatermelésben való jelentőségét vizsgálja.

Lomako, Sztaroszel'szkij és *Sztupakov* [270] a Szovjetúnió kén-hidrogén-tartalmú gázkészletének felmérését adja. A [271] szerzői a Hawkins-mező feltárásának, a tároló földtani viszonyai és tektonikája és átlagos kőzetjellemzői alapján elemzik az olaj és a vele összefüggő víztároló nyomás- és termelésalakulását. Komplex matematikai modell alapján határozzák meg a mező készletét és várható kihozatalát.

A szénhidrogénkészletekre vonatkozó gazdasági rendszer megbízhatóságát elemzik [272] szerzői. Vizsgálják az üzleti életben a négy alapelv érvényességét: 1. a kockázat és az eredmény összefüggése; 2. a tárolók olaj- és földgáztermelése utáni állami részesedés; 3. a kutatási területekre vonatkozó verseny; 4. kommunikációs stratégia. Ezen szempontok szerint értékeli az elmúlt évek főbb kanadai kutatási területeit. Ma az olaj- és gázkutatásnál a hitelképesség probléma. A jövő gazdasági szabályozóit az olaj- és földgázkutatás fokozása érdekében kell alakítani. A kormány mint bérbeadó és a bérlők közötti jobb kapcsolat elveit vizsgálja.

4.6. Szénhidrogén-kitermelés

Scselkacsev [273] az olajtelepek leművelési kérdéseit tárgyalva összehasonlítja a Szovjetúnió és az Egyesült Államok fejlődését, az elért eredményeket, foglalkozik a fizikai-kémiai módszerek bevezetésének feltételeivel, lehetőségével és a távolabbi kilátásokkal. Felhívja a figyelmet ezek bevezetésének sürgősségére, és gazdasági értékelésüket adva hangsúlyozza az energiahordozók összehangolt növelésének fontosságát.

A energiaárak emelkedése következtében az eredményes harmadlagos művelési módszerek — termikus, elegyedő kiszorítás, (felületaktív anyagok, mikroemulziók stb.) — egyre nagyobb jelentőséggel bírnak. Az ÖMV a Bécsi-medencében ezek alkalmazási lehetőségét vizsgálva értékes, általánosítható tapasztalatokra és adatokra tett szert [274]. A kitermelhető készletek és a közvetlen kitermelési folyamatokat befolyásoló tényezők közötti összefüggéseket a Neftanük Kamui előfordulás kőolajtelepeinek példáján vizsgálva megállapítható volt, hogy a leglényegesebb paraméterek: a mező anyagellátása, a szállítási problémák, az éghajlat (szeles, viharos napok száma), a távolság és a közlekedési problémák [275]. Az elérhető kihozatal és a kúthálózat sűrűsége közötti összefüggés tisztázása céljából részletesebben vizsgálva egy — az Apseron-félszigeten levő — erősen letermelt tárolót, nyilvánvalóvá vált, hogy ezt nem lehet egységes módszer alapján eldönteni. A helyi geológiai viszonyokat, a telep közvetlen körzetében egzakt módon kell figyelembe venni [276] . A letermelt telepek példája alkalmas a bemutatott módszer tökéletesítésére.

Muszlimov [277] a romaskinói olajtelepek művelése-elemzése kapcsán elsősorban a kontúron belüli vízelárasztás hatékonyságát, ezenkívül pedig a különböző intenzifikálási módszerek hatását tárgyalja. Az eredményekből hasznos következtetések vonhatók le a további művelésre vonatkozóan. A Sztarij Groznij—Vozneszenszk—Ali kréta korú karbonátos repedezett tárolókőzetének elvizesedését elemezve [278] azt találták, hogy a peremi víz nyelvszerűen lépett a tárolóba. A kimutatott víznyelvképződések az egyes kutak nem optimális termeltetésének eredményei. Az elemzési eredmények egy olyan művelési módszer tudományos bizonyítékai, amelyek alapján nagy kúttávolságokat és nagy kitermelt mennyiségeket terveztek. Új módszert ismertetnek a kitermelt víz térfogatának, ill. a művelés kezdeti stádiumában levő karbonátos tároló elvizesedett részének meghatározására a grozniji olajtelepek példáján [279]. A módszert a továbbiakban egyedi paraméterek járulékos számítása révén tökéletesítették az évi kitermelt mennyiségek alapján feltételezett elérhető kihozatali tényező figyelembevételével.

Az USA-ban levő Ashley Valley kőolajtelep művelésének teleptani és technológiai paraméterek alapján elvégzett elemzése és gazdasági értékelése fontos útmutatásokat ad a Szovjetunió számára a hasonló típusú és a művelés késői stádiumában levő telepek hatékony termelésére vonatkozólag [280]. A texasi 440 millió t kőolajkészletű Kelly—Snyder-mezőt 1948-ban tárták fel, és az elvégzett műveléselemzés hasznos útmutatást tartalmaz az analóg teleptípusok leműveléséhez. Igen

érdekes a szén-dioxidnak mint kiszorító közegnek 1972. január óta való alkalmazása.

A türkmén ismert kezdeti nyomásgradiensű uzenyi olajtelep példáján — az azonos körzetben levő, de ismeretlen kezdeti nyomásgradiensű Zsetibaj teleppel összehasonlítva — a XII. szintbeli termelésadatok alapján meg lehetett állapítani a nyomásemelkedés jellegében és sebességében fennálló különbségeket. Ugyancsak meghatározhatók voltak az optimális vizsgálati idők, valamint összefüggéseket lehetett levezetni a termelés és a nyomásemelkedés között a konkrét geológiai és fizikai tényezők figyelembevételével [281].

Az olajtelepek művelési ütemének értékelése céljából a szerző [282] elemzi a vízmentes termelés, az olajkihozatali tényező, a meghatározott időegység alatt kitermelt mennyiségek, a technikai színvonal és a költségek közötti összefüggéseket egyes leművelési stádiumokban több változatban. A közölt diagramok alapján mód van az optimális művelési ütem meghatározására. A baskíriai Arlán olajtelep művelésének kritikai elemzése során megállapítható volt, hogy az elárasztásos módszerrel a készletek területileg szabálytalan kitermelése folyt. A hidrodinamikai paraméterek és a kútsűrűség figyelembevételével elérhető kihozatali tényezőt értékelve határozták meg a további intézkedési tervet [283].

Az arláni előforduláson az olajkihozatali tényező növelése céljából baktériumtenyészetet juttattak a produktív szintbe. A kihozatal így 66%-ra emelkedett, azaz 12—18%-kal nagyobb volt, mint hasonló, de biológiailag nem stimulált telepeknél. A baktériumok a nagy molekulasúlyú kötések széttörése és gázképződés útján viszkozitáscsökkentő hatást fejtenek ki [284].

A wyomingi Oregon Basin-mező Tensleep tárolójainak rezervoárgeológiai jellemzőit, a tárolókőzet és a telepfluidumok tulajdonságait tanulmányozták [285]. *Cordiner* és *Levingston* a tároló termeléstörténetének rezervoármechanikai elemzését végezték és műszaki-gazdasági tervet készítettek a South Dome teleprész hatásos leművelésére és termeltetésére [286]. Tanulmányukban a megállapításaikat és következtetésüket ismertetik. A karbonátos tárolók eloszlását és kontinuitásviszonyait tanulmányozták [287] szerzői.

Gancarz [288] a vizes rétegek természetes áteresztőképességének meghatározásával foglalkozik. A [289] cikk a homokkő magminták relatív áteresztőképességének mérését ismerteti. *Dietrich* és *Bondor* [290] a háromfázisú relatív áteresztőképességi modelleket tanulmányozza, és útmutatást nyújt kiszorítási kísérleti adatokból való megállapítására. *Jones* és *Roszelle* [291] kiszorítási kísérleti adatokból grafikus úton határozza meg a relatív áteresztőképességet. *Talash* [292] elegyedés esetén vizsgálja a relatív áteresztőképességet Berea-homokkövön, a kiszorításhoz két vízben, két olajban oldódó felületaktív anyagot alkalmazva. *Keelan* [293] gyakorlati módszert ismertet a felszívódási gáz—víz relatív áteresztőképesség meghatározására. *Flewitt* [294] bemutatja, hogy a tárolók részletesebb vizsgálata elősegíti a kőolajtelepek jobb kihozatali tényezőjének elérését, és lehetővé teszi annak maximálisra való növelését.

A [295] cikk a nyomásjelzős módszer egyetlen kútban való alkalmazásával méri a maradék olajtelítettséget. *Sheely* [296] a maradék olajtelítettség meghatározására üzemi kísérleteket ismertet nyomjelzős módszernek egyetlen kútban való alkalmazásával. *Wagner* [297] a tárolók heterogenitásának meghatározását nyomjelzők benyomásával írja le, és gyakorlati eredményekkel szemlélteti. A [298] szerzői a maradék olajtelítettség in situ megállapítását sós víz benyomásával és kitermelésével érik el. *Stosur* és *Taber* [299] a kritikus kiszorítási arányt és hatását vizsgálja a maradék olajtelítettségnek kútban történő mérésére. *Thomas* és *Ausburn* [300] a Gulf Coast némileg konszolidált homokkő tárolójában a kisepert részek olajtelítettségét határozza meg. *Fertl* [301] a rendellenes rétegnyomások szerepét vizsgálja az olajtermelésben, a termelés mechanizmusában. A túlnyomásos tárolók gyakran nem úgy viselkednek, mint a volumetrikus tárolók, ami bonyolítja a gázkészlet-megállapítást. Éveken át megfigyelték, hogy a termelési görbék számos gáztelepnél gyors csökkenést jeleznek a termelés első időszakában, majd ezt egy kisimult szakasz követi.

Jageler [302] a szénhidrogén-tárolók tökéletesített értékelését adja a lyukgraviméteres adatok felhasználásával. A termelőrétegek jobb megismerését segíti *Holm* és *Kleinegger* [303] új eljárása az irányított sűrűségértékelésre. *King* és *Bradley* [304] a hagyományos gamma-sugárszelvényezést használja fel a sósvíz-betörési helyek megállapítására. *Dietrich* és *Bondor* [305] vizsgálja az üres és a kitöltött perforációk hatását a kút termelékenységére.

Noran [306] a szénhidrogén-tárolók adatainak rendezését és a tárolókra vonatkozó adatrendszer bővítését ismerteti. *Sečen* [307] a termelési görbék értékelését és számítással való előrejelzését közli. A [308] cikk az önszabályozó vízkiszorító folyadékok mezőbeli alkalmazását mutatja be. *McDonald—Dullien* [309] a harmadlagos olajtermelés olajkihozatali tényezőjének korrelálásával foglalkozik víznedves rendszerekben. *Holub* [310] a DU—6 emulzióbontó szer olajkihozatalnövelő hatását ismerteti. Nyugat-Texas Yates kőolajmezőjén a nyomásfenntartásos módszernek mint másodlagos olajtermelési eljárásnak alkalmazásáról és eredményéről kapunk a [311] cikkben ismertetést.

Franco [312] Venezuelában folyamatban levő 70 olajkihozatal-fokozó program — amelyek főképp termikus eljárások — megvalósításáról tudósít. A természetes energiával csak 13%-os kihozatalt érnek el. *Farouq Ali* [313] a nehéz kőolajok nem termikus kitermelési módszereit foglalja össze. Wyomingban és Kaliforniában a mérsékelten viszkózus olajtelepek nem termál módszeres, oldószeres, emulziós, szén-dioxidos kitermelési kísérletek tapasztalatait értékeli, és összehasonlítja a konvencionális gőz- és tűzelárasztásos módszerrel. Vizsgálja a rotációs kútrendszerű vízelárasztás kihozatalnövelő hatását, a vízelárasztás, az oldószeres és a szén-dioxidos kiszorítás és ezek különböző variációjával végzett laboratóriumi kísérletek adatait ismerteti. A mezőbeli kísérleteket értékelve azt találta, hogy azok alátámasztják ezeknek az eljárásoknak eredményes és gazdaságos alkalmazását.

Wilson a Kalifornia kontinentális talapzatán, a Santa Barbara-csatornaövezetben 50—80 m mélységű tengervíz alatt a Santa Clara-olajmező 1700—2400 m között fekvő tárolóinak 3 platformról való feltárásával és termelésével foglalkozik [314]. Itt 1982-ig a termelést 2200 t/d értékre emelik. A vállalkozást a magas olajár tette gazdaságossá.

Latin-Amerikában a kihozatali tényező fokozására

irányuló módszerek alkalmazása még gyermekkorát éli, kivételt képez Venezuela, Trinidad és Kolumbia, ahol főleg termikus módszert alkalmaznak sikerrel. Mexikóban is elsősorban termikus másodlagos eljárásokat alkalmaznak, de megkezdték a polimeres kiszorításos művelést is. Brazíliában ugyancsak a termikus módszert kezdték el. Algériában Hassi-Massaud mezőn pedig az elegyedő gázos, míg Indonéziában a termikus kiszorítás az eredményes. Franciaországban a Lacq-mezőn, 1200 m mélységben a nehéz kőolajat tartalmazó repedezett tárolóban kísérleti gőzkihajtást terveznek a már rétegvízzel természetesen elárasztott zónában [315].

Bielawski [316] a kőolajtelepek bányászati módszerekkel való művelésébe nyújt betekintést. *Maher* [317] a bonyolult geológiai felépítésű Pineview-mező (Utah) kutatási és feltárási problémájának elemzését és a vállalkozás kockázatának értékelését adja.

Dagens [318] az üledékképződési adatok matematikai feldolgozásával ábrázolja a földtani formációt. A módszer alapelvét ismerteti, és bemutatja gyakorlati alkalmazását, metszetek szerkesztését, 5×16 km-es területre 35 szabálytalanul felépített próbafúrás adatai alapján. A metszetek adatait használta a matematikai modellhez.

A [319] szerzői az északi-tengeri Ekofisk-mező termelési tapasztalatait és fejlesztési terveit ismertetik. Az óriási Statfjord-kőolajmező művelése második szakaszának beindításáról kapunk rövid leírást [320]. A tengeri termelőkutak víz alatti kiképzéséről [321], a termelőrendszer próbaüzeméről [322] ad tájékoztatást. A [323] szerzői távoli olajmezőkön való művelés optimalizálásával foglalkoznak. Gondosan kidolgozott program alapján optimalizálták a montanai Bell Creek-olajmező termelését. Az elemzés és előrejelzés a másodlagos termelést is tartalmazza. Az alkalmazott berendezéseknél és a technológiatervezésben megvalósított újítások jelentős anyagmegtakarítást, a kútkezelési igény csökkenését és a kutak homokosodásának megelőzését eredményezték.

Graf [324] az ultramély kutakból való termelés kritériumait fizikai értékekkel jellemzi; a hőmérséklet 200—300 °C, 2,3 petrosztatikus nyomásgradienssel számolva a petrosztatikus nyomás, valamint a telepnyomás 1600—1700 bar, minimális érték a hidrosztatikusnál kisebb nyomástartományban 600 bar. A pszeudokritikus körülmények és a kompresszibilitás szokatlanul alakulhatnak. A várható CO_2- és H_2S-tartalom miatt nagy nyomáson és hőmérsékleten igen jelentős korrózióval kell számolni. Ha mint az NSZK-ban a fluidum elemi ként is tartalmaz, a termelőcső eltömődésével is számolni lehet. A kútkiképzés viszonylag komplikált, ezért különleges anyagok és eszközök beépítése szükséges. A műszaki különleges megoldások a felszíni szerelvényezésnél is fennállnak. Nagy mélységekben általában nem homokkövet keresnek, mivel ezeknek a nagy kőzetnyomás alatt gyakorlatilag nincs porozitásuk és áteresztőképességük. A kutatás tehát mészkövekre irányul, lehetőleg áteresztőképes, repedezett karbonátra. Ilyen tárolónál pedig igen veszélyes a kőzet megrepesztése és az iszapveszteség. Egy kútkiképzési tervet ismertet.

Smith [325] a Texas Railrod Comission 36-os előírását ismerteti a kén-hidrogénes területen folyó olaj- és gázipari tevékenységre vonatkozóan. *Viktorin* [326] az olajmezők leművelési feltételeit összehasonlítja karbonátos és terrigén tárolók esetében. Porózus és porózus—repedezett karbonátos tárolók tervezése a granulált terrigén tárolók módszerével történik. Hosszabb üzemi tapasztalat azt mutatja, hogy karbonátos és terrigén rétegek nagy áteresztőképessége esetén a leművelés elvileg semmiben sem különbözik és a tényleges eredmények jól egyeznek. A közepes és különösen kis áteresztőképességnél a karbonátos rétegek egészen másképp viselkednek. A feltárás, üzembe állítás és az üzemeltetés során a karbonátos tárolók áteresztőképessége növekszik, a terrigéneké pedig csökken. Karbonátos tárolók vízelárasztással oly kis áteresztőképesség esetén is művelhetők, amelynél terrigén réteg nem termelhető.

A [327] szerzői ismertetik a Szovjetunió egyes körzeteiben levő olajmezők telepei optimális leművelési ütemének technológiai sémák és művelési tervek alapján való megválasztását, figyelembe véve a készletek megcsapolási ütemének megállapítását. A leművelési ütem a termelőkút-hálózat meghatározója. Az olajmező letermelési ütemének növelése a hozamcsökkenési tényező ugyanolyan növekedéséhez vezet. Nagy leművelési ütemnél nagyok az olajhozam-csökkenés visszaállításának költségei. Ezek a költségek csökkennek kis elvételnél, azonban az olajtermelő körzetre meghatározott szint biztosításához ekkor szükséges nagy ipari készlet. A mező optimális leművelési ütemét a hozamfenntartásra és a készletnövekedésre fordított költségek függvényében állapítják meg. Vizsgálják a beruházási költségek ütemtől való függését.

Vadgama [328] az olajmezők leművelési tervének gazdasági összehasonlítását mutatja be egyes tengerentúli területre vonatkozóan. A [329] cikk a tengeri olajbányászat költségeinek csökkentését elemzi példával. *Simpson* [330] az USA-beli szénhidrogén-tárolók kihozatali tényezőjének fokozásához szükséges beruházások finanszírozási problémáit vizsgálja.

Bemutatják a beruházás hatékonyságának mérését a megtérülési idő függvényében [331]. A múltban használt beruházási kritérium nem biztosít útmutatást a tőke leghatékonyabb befektetéséhez. A leszámított pénzáramlási eljárás, így a jelenlegi érték és megtérülés belső üteme javulást jelent néhány egyszerűbb méréssel vagy rendszabállyal szemben. A tőkebefektetésnél — ha pénzügyi korlátok vannak — ez nem biztosítja a legkedvezőbb eredményt. Ekkor a beruházás hatékonyságát a növekedési ütem és a megtérülési idő alapján célszerű értékelni. Ennek függvényében az eredmények alapján rangsorolják a termelőberuházást. Az olajtelepek leművelésének optimalizálási feladatához tartozik a termelővállalatok döntéshozatalának minősége [332]. Az ismert termelési döntéseket vizsgálva gazdasági számítási módszerek rendszerét dolgozták ki, és két termelővállalat maximális vízmentes olajtermelésének példáján mutatják be.

A fúrási tevékenységről a termelésre való áttérés időszükségletét elemezve a szerző [333] a mindenkori kihozatalt meghatározott időtartam szerinti integrálkifejezésként kezeli egy befolyásoló tényező figyelembevételével. A cél: a rubel/t-ban kifejezett fajlagos költség (a kiegészítő fúrások költségét is figyelembe véve) minimális legyen. A számításokból következtetés vonható le az optimális leművelési időre vonatkozóan.

Dunham [334] az olajmezők ellenőrzéséhez és irányí-

tásához felosztott számítógép-hálózatos rendszer alkalmazásának folyamatábráját és programját ismerteti. Foglalkozik az adatok kigyűjtésével, tárolásával, értékelésével és műszaki—gazdasági paraméterek kiírásával, lehívási lehetőségeivel. *Patterson* [335] a tengeri szénhidrogén-kutatáshoz és -termeléshez szükséges információk begyűjtésére és nyilvántartására számítógépi programot dolgozott ki. Jellemző minőségi adatok megválasztásával a számuk csökkentésének lehetőségét adja.

A vízgazdálkodás területén is egyre inkább tért hódítanak a modern szimulációs eljárások. Széles körű alkalmazásuk komoly akadálya a szükséges adatbázis előállításának magas ráfordítása. A [336] cikk ismerteti a GRUNDWASSER (talajvíz) nevű tervezett adatbankot, illetve kapcsolódási pontjait. A [337] szerzői a repedezett geotermikus tárolókból energiakinyerés lehetőségeit taglalják. Foglalkoznak a hőenergia gazdaságos kinyerésének megoldásaival.

4.6.1. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül

A [338] szerzői Azerbajdzsán különböző olajtelepeiben statisztikus összefüggést állapítottak meg a kutakban mért, illetve számított réteghőmérséklet, a telepnyomás és a buborékpontnyomás között. Így ezek a paraméterek egymásból számíthatók. A jelenség a felszabaduló gáz okozta adiabatikus nyomáscsökkenés alapján írható le. A végső kihozatalnak a kútsűrűségtől való függését az Apseron-félsziget telepeinek példáján bemutatva az alábbi összefüggéseket állapították meg [339]: $k<215$ mD esetén $=1{,}35 \cdot d^{-0{,}29}$
$k>215$ mD esetén $=0{,}77 \cdot d^{-0{,}5}$,
ahol a d az egy kútra eső terület ha-ban. Bár az összefüggés elég laza, $d=10$ ha esetén $\eta=65\%$, $d=40$ hanál csak 45%.

A tujmazi előfordulás termelési múltját és jövőjét elemezve a szerzők [340] megvitatják a további kutak mélyítésének és az erőltetett folyadéktermelésnek problémáit. A kétszeres olajtérfogatnyi víz besajtolásán kívül kísérleti jeleggel tervbe vettek felületaktívanyagos, poliakrilamidos és CO_2-os besajtolást is. A természetes energia felhasználásával elérhető kihozatali érték különböző módszerrel való növelhetőségét értékelték. *Chatas* [341] a víznyomásos mezők teljesítményének alakulásából a vele összefüggő víztest tulajdonságait határozza meg. Anyagmérleg- és diffúziós egyenletek egyidejű megoldását a legkisebb négyzetek módszerével nyeri. Dimenzió nélküli tényezőket képezve számítja a víztest sugarát.

Rachford [342] a tárolók szimulálásának sok ismert változatát tárgyalja, és vizsgálja ezeknek a módszereknek alkalmazási feltételeit. Elemzi azokat a problémákat, amelyek általában az olajtárolók vizsgálatánál adódnak a kúttérköz meghatározása terén. Megvitatja ezek időlépés-érzékenységét és parabolikus formulát ajánl több diszkrét esetre. Ajánlásokat tesz a véges differencia módszerének továbbfejlesztésével a tárolófolyamatok leírására. Nem egyforma kapillárisokból álló hálózatokkal szimulálják a porózus közegekben lejátszódó transzportjelenségeket [343]. A konvencionális tárolószimulációs technika nem alkalmas a repedezett és porózus tárolókban lejátszódó folyamatok szimulálására. A nagy tömegű tárolórész kis permeabilitású és nagy áteresztőképességű, míg a repedésrendszernek nagy permeabilitása és kis térfogata van. *Rossen* [344] az ilyen termelési folyamat komplex megoldására alkalmazott kombinált technikát ismerteti. Konvencionális szimulálással kezeli a mátrixrendszert mint a repedésrendszer forrását. Meghatározza iterációs módszerrel a repedésrendszer nyomás- és telítettségváltozását. A mátrixblokkok viselkedését a vizes és gázos környezetben figyelembe véve a kapillárisfelszívódást vizsgálja. Megállapítja a mátrixban a hiszterézis hatását a telltettség változására.

Ugyancsak a kapillaritás hatását elemzi *Lefebvre du Prey*, figyelembe véve a nehézségi erőt, a repedezett és porózus tárolók esetében és vizsgálja a felszívódás termelésben való szerepét [345]. Egy több blokkból álló repedezett tároló lépcsőzetes megcsapolásáról, ilyen módon való termeltetéséről szól [346]. Egymás fölött fekvő nyolc blokk repedéseiből a gáz gyorsan söpri ki az olajat. A lépcsőzetes, ismételgetett megcsapolással elérhető a hatékonyabb kitermelés.

A [347] szerzői a tárolóhatár vizsgálatával foglalkoznak természetes repedezettségű tárolókban a termeléstörténet típusgörbéinek felhasználásával. A szárazgáz-telepben három kutat képeztek ki vizsgálatra, nyomásemelkedési, interferencia- és pulzációs vizsgálat viselkedésének összehasonlításához a porozitás, az áteresztőképesség és a megcsapolási terület meghatározása céljából. Az a megállapítás, hogy nem lehetséges a porozitás megállapítása nyomásemelkedési vizsgálatból, ennek oka a szkineffektus. Ismerni kell vagy a szkineffektust, vagy a porozitást, hogy a másik a nyomáscsökkenési egyenletből meghatározható legyen. Szükséges tudni a termelés előtti kezdeti nyomást, hogy számítani tudjuk a dimenzió nélküli nyomásértékeket. Kimutatták, hogy a mezőbeli nyomásviselkedés egyezik a derékszögű megcsapolású tranziens nyomással a zárt és konstans nyomáshatárok kombinációja mellett. A telephatárokat vonalforrások végtelen sorával és elrendezésével szimulálták. Az ily módon készített típusgörbéket használták a porozitás, áteresztőképesség és megcsapolási terület megállapításához. A nagy pontosságú nyomásmérés alapfeltétele a komplex értékelési módszer alkalmazásának.

A Hawkins- (Woodbine-) mező rezervoármérnöki vizsgálata [348] vezérfonal a tárolók viselkedésének és a kiszorító mechanizmus meghatározásához. *Ibrahimpašič* [349] az olajmező egyes rétegei közötti fluidumáramlás hozamcsökkentő hatását vizsgálja. *Secen* [350] eljárást ismertet a termelékenységi tényező előrejelzésére. *Cubric* [351] az olajkutak termelékenységi tényezőjének (PI) előrejelzését az oldottgáz-hajtással már részben kimerült tárolók elárasztása esetében vizsgálja. *Mezyk* eljárást ad a vizes zóna nélküli tároló víztelítettségi tényezőjének meghatározására [352].

Raghavan oldottgáz-hajtású tároló kútjainak nyomásváltozási adatait elemzi behatóan [353]. A tárolóban az áramlás több fázisú, ennek leírásában az effektív permeabilitás és a fluidumtulajdonságok (teleptérfogati tényező, viszkozitás, oldottgáz-tartalom) a pszeudonyomás függvényében szerepelnek. A nyomáscsökkenés elemzéséhez más pszeudonyomásfüggvény szükséges, mint a nyomásemelkedéshez.

Shum és *Konopnicki* komplex módszert ajánl [354] az olajmezői problémák megközelítésére, és a terme-

lési folyamat optimalizálására *Box* módszerét alkalmazza. Ez több változós, közvetlen kereső eljárás, amely hatékony és kényelmes nemlineáris függvények megoldására, amelyeknél az explicit és implicit változókra egyenlőtlenségek formájában kényszerfeltételek érvényesek. Sikeresen alkalmazták két mezőben. Összehasonlították más módszerek eredményeivel, és módszerük hatékonyabbnak bizonyult. Negyedannyi számításra volt szükségük; a módszert ellenütemű gőzelárasztásra használták.

De Swaan végtelennek tekinthető, olyan természetes repedezett tárolók viselkedését vizsgálta, amelyekben a repedésrendszer nagy áteresztőképességű, a mátrixblokkok pedig csaknem tömörek [355]. Elmélete kizárólag az áramlás tulajdonságaira, a repedések és a mátrixblokkok méreteire vonatkozik. Nincs szükség különleges korrekciós paraméterekre a tárolónyomás elemzéséhez. A számítással kapott nyomáscsökkenési elméleti görbéket összehasonlítja olyan numerikus modellel kapott eredményekkel, amelyek idealizált tárolóra vonatkoznak, és az eredmények jól egyeznek. Következtetése az, hogy kútvizsgálati nyomásfüggvényekből számítható a repedésekre vonatkozó $k \cdot h$ szorzat, valamint a mátrixporozitás és a mátrixblokkok jellemző méretének átlagolt szorzata.

A venezuelai Bolivar-part egyik nehézolajat tároló mezője, a Bachquero-mező termeléstörténetét ismerteti a [356]. A mező érdekessége, hogy termelőmechanizmusa oldottgáz-hajtás esetén a tároló fedőnyomás okozta tömörödése. A cikk kompakciós és oldottgázkiszorítással üzemelő olajtelepek viselkedésének összetett elemzése. E mechanizmus mindaddig nem érzékelhető, míg a telepnyomás egy bizonyos küszöbnyomás alá nem csökken. Az egyik nagy venezuelai nehézolajat tároló telep összefoglaló vizsgálata felöleli a felszíni talajsüllyedés jelentését is. A küszöbnyomás növekszik a tároló mélységével. A tároló tömörülése szabályozza az oldott gázos kiszorítás folyamatát és időtartamát. Vizsgálták a tömörülésnek, a talajsüllyedésnek a többi uralkodó kiszorító mechanizmussal való kölcsönhatását. A vizsgálat kiterjedt:

1. a teleptömörödés területi eloszlásának számítására mért külszíni talajsüllyedésből, a fedőrétegek deformálódási elméletét használva;
2. a tömörödés és a telepnyomás összefüggésére;
3. a termelési múlt szimulációval való leírására.

Peaceman a mátrix és a repedések közötti áramlást (transzfert), valamint annak hatását vizsgálja a függőleges repedésekben való sűrűséginverzió stabilitására. A függőleges repedésekben a konvekciót numerikusan határozza meg a mátrix és a repedések közötti transzfer hatásának figyelembevételével [357, 358].

A [359, 360] szerzői a távol eső Bell Creek-kőolajmező termeltetésének optimalizálásáról és irányításáról adnak ismertetést. A [361] bemutatja a *Schlumberger*-féle TDT-szelvényekből és a termelési vizsgálatból kapott frakcionális áramlási görbék meghatározását és felhasználását a leművelés hatásosságának növelésére.

Logovszkaja és *Potrjaszova* [362] ismerteti a maradék olajtelítettség meghatározását a Nefjanie Kamnyi-mező podkirmaki rétegsorának elvizesedett zónájában. *Asirov* és szerzőtársai [363] módszert adnak a karbonátos tárolóban visszamaradt olaj tulajdonságainak vizsgálatára. *Cornett* [364] a kis permeabilitású tárolók gazdaságos kitermelését, serkentési módszereit tanulmányozva utal arra, hogy a leghelyesebb termeltetési módszert kell lehetőleg az induláskor megválasztani a jobb kihozatali tényező elérése céljából. Ennek éppen a kis permeabilitású kőzeteknél van nagy jelentősége. *Swift* és *Brown* [365] Butler tartományban (Kansas) Cityes Services El Dorado micellás-polimeres kísérlet előkészítésénél az áramlási irányok és a kutak közötti összefüggés megismerése céljából gondosan előkészített interferenciavizsgálatot végzett [365]. 64 kútpáron mérték a hozam—nyomás változást. A különböző értékelési eljárásokkal a permeabilitásviszonyokat, a tároló geometriáját és a heterogenitását megállapították, és azt tapasztalták, hogy az eredmények között minimális az eltérés. Az áramlási irányokat, a várható csatornaképződési helyeket a kísérletnél jól hasznosították.

4.6.2. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással

Barstow [366] az inert gázzal való nyomásfenntartás 50 éve ismert eljárásáról ad áttekintést, és továbbfejlesztett módszerét ajánlja. Nem korrozív inert gáz előállítását, kazánfüstgáz, motor kipufogó gáza és más tüzelőberendezés égéstermékeinek gazdaságos tisztítását, továbbá olajkiszorításra való felhasználását ismerteti. A [367] szerzői a nyomásgradiensnek a levegővel való olajkiszorításra gyakorolt hatását laboratóriumban vizsgálva azt a következtetést vonták le, hogy a maximális olajlecsapolás 0,26 kg/cm^2 nyomásgradiensértéknél érhető el. Ugyancsak vizsgálták a kihozatal alakulását a ciklikus levegőbesajtolás módszerével.

A [368] cikk a levegőbesajtolás mechanizmusát tárgyalja. Az elvek ismertetése után a szükséges laboratóriumi és kisüzemi kísérletet ismerteti. A forró levegő hatására CO_2-képződés indul meg, ez oldódik a rétegvízben és az olajban is, a levegő nitrogénje pedig a hajtógáz. Az eljárástól nagyon jó hatásfokú kiseprést várnak, és vizsgálatuk szerint nagyon sokféle tárolókörülmények között alkalmazható.

A gázbesajtolásnál és vízelárasztásnál a kút körül, ha telítetlen a tároló, az olaj buborékpontnyomása változik, az általános béta-szimulátort, amely fix buborékpontnyomás esetén írja le a kiszorítási folyamatot, fejleszti tovább változó buborékpontnyomás esetére. [369] a kiszorítási mechanizmust leíró egyenletrendszereket és ezeknél a telepfolyadék-tulajdonságok figyelembevételét ismerteti. A buborékpont-nyomásváltozást értelmezik, és víz- és gázbesajtolás esetére ezt a változást matematikailag kifejezik. A módszer gyakorlati alkalmazását számpéldával mutatják be, és az eredményeket értékelik.

Hassi-Messaoud-olajmezőn nagyarányú olajkísérőgáz-benyomásos művelés folyik (3 400 000 nm^3/d 423 bar nyomáson gázturbina meghajtású kompresszorokkal). A [370] szerzői ismertetik a gázbesajtolást zavaró gázhidrátképződés problémakörét és az elkerülésére foganatosított intézkedéseket. Ugyancsak nagynyomású gázbesajtolásos művelést ismertet *Cochrane* [371] a norvégiai Ekofisk-mezőn, ahol 634 bar végnyomású centrifugális kompresszorokat alkalmaznak. Az új generációs kompresszorok üzemének kezdeti nehézségeit és üzemi tapasztalatait elemzi.

De Swaan [372] a repedezett tárolók vízelárasztásá-

nak elméletével foglalkozik. A repedezett tárolókban az olajkiszorítás mechanizmusát, a kis áteresztőképességű mátrixok és a repedések közötti folyadékmozgás elméletét fogalmazza meg. A vízkiszorítás folyamán a telítettség változását a pórusokban a vízfelszívódás hatására határozza meg, továbbá az olajtermelés és a víz—olaj arány várható alakulását. Az elméletileg számított értéket és a tényleges adatokat hasonlítja össze.

Van Kirk [373] a kréta korú csatornás homokkő rétegben levő telepek nyomáskommunikációját ismerteti. A 20 éve termelő mezőn az olaj—víz határ dőlt helyzetű. Ez egy széles csatorna mentén kialakult folyadékáramlás következménye. A termelés alatt az olaj—víz határ dőlése elsősorban a csatornától való távolság és az áteresztőképesség függvénye, nem sík, hanem két irányban dőlt helyzetűre változott. Nyomásfenntartást terveznek a termelési potenciál fenntartására vízelárasztással. A termeléstörténet elemzése alapján várható eredményt megbecsüli.

Az inhomogén tárolók vízelárasztásának egyszerűsített számítási módja három heterogenitásváltozót vesz figyelembe: a permeabilitáseloszlást, az olajleadási tényezőt, valamint az olaj arányát a termelvényben, illetve a besajtolt folyadéktérfogatot [374]. Az ajánlott módszer alkalmazásával jelentős számítási idő takarítható meg. *Dranchuk* és *Peters* [375] laboratóriumi vizsgálatot ismertet elszigetelt és részben közrezárt öt- és kilencpontos vízelárasztásos kútelrendezésnél. A tanulmányban a *Rapaport-*, *Carpenter-* és *Jain*-féle aránykiszámítási kritérium szerint a szükségesnél nagyobb besajtolási sebességet alkalmaztak a beszabályozás stabilizálásához. A lehatárolatlan ötpontos elrendezésű kísérleti telepnél a kihozatal az áttörés után a besajtolás folytatásával tovább nő ugyan, de egyetlen azonos ötpontos gyűrűvel körülvett ötpontos elrendezésű telep esetében az elrendezésnek a kiseprés mértékére való hatása korlátozott. A telepek leművelésének meggyorsítása érdekében gyakran alkalmaznak kilencpontos elrendezést, és ezért vizsgálták a kiszorítási sebesség növelésének lehetőségét. Az ötpontos rendszerre érvényes arányosítási kritériumot fejlesztették tovább kilencpontos elrendezésre. Megállapították, hogy részleges körülzárás érhető el, ha elég nagy a besajtolási sebesség ahhoz, hogy stabil elárasztás jöjjön létre. A végső kihozatal mindkét elrendezésnél stabil elárasztási folyamat esetén azonos. A besajtolási ütem állandósága nagyobb mértékben befolyásolja a kihozatali tényezőt, mint az elárasztási rendszer. Olajmezőbeli kísérlet lehetőségét vetik fel.

McDonald és *Dullen* [376] következtetéseik igazolására mikroszkopikus kiszorítási vizsgálatokat végzett porózus rendszerben a várható olajkihozatali érték alakulásának előrejelzéséhez. A kiszorítási hatásfok értelmezéséhez új korrelációs paramétert, olajkiszorítási számot és kapillárisszámot vezetnek be. Ezek fizikai megfogalmazását és matematikai kifejezését, a kiszorítási folyamat kritikus értékeit ismertetik, továbbá vizsgálják a telepnyomás és a kapilláriserők összefüggését. *Dullin* és *Batra* által 15 egészen különböző homokkő magon végzett kísérlet alapján javasolnak korrelációt az olajkihozatali tényező előrejelzésére.

Egy adott mező rezervoármechanikai feldolgozását mutatja be a [377] cikk. A nyomásfenntartó vízbesajtolás képezi az alkalmazott másodlagos termelést. A kiszorítási folyamat figyelésének fontosságára — mint irányítási módszerre — külön felhívja a figyelmet. A kiszorítás során növekvő víztartalom még nem jelent kedvezőtlen helyzetet, mert a víztartalom növekedése mellett a kitermelt összolajmennyiség növekedett.

Jowell és *Haberthur* [378] egy oklahomai mező másodlagos termeltetésének programját írja le. A helyenként 50 m vastagságot is elérő agyagos (40%-ig) tároló másodlagos termeltetésére 6,5 millió $ beruházást foganatosítottak, 3000 m mélység esetén 50 km² kiterjedésű mezőben. A besajtolt és termelt folyadék aránya 2,5:1. *Stilles* [379] 12 éves vízelárasztásos művelés üzemét és kihozatalnövelő hatását elemzi a Fullerton Clearfork egységnél. Új módszert és modellt dolgoz ki a területi elárasztás meghatározására és növelésére. A statisztikai alapon végzett kiértékelés eredménye, hogy a zárt területű benyomó- és termelőkutaknál a kiseprési hatásfok nagy. Ennek alapján az elárasztási rendszert a tároló rétegzettségének megfelelően alakítja, és további ún. feltöltő kutakat telepít. Így a víz olajkiszorító hatása jobb.

Peirce [380] a tároló heterogenitásának megállapítására pulzációs vizsgálatokat ajánl. Ennek révén szabályozzák a vízelárasztást. Az üzemi vizsgálatok két megállapítást eredményeztek: 1. a fővető nem zár; 2. geológiailag nem térképezett záróbeágyazás jelenlétét. Ezek figyelembevétele a vízelárasztás szabályozásánál annak sikerességét jelentősen növelte. *Brown* [381, 382, 383] a szaúd-arábiai Ghawar-olajmezőben tervezett nagyszabású perzsa-öböli tengervízbenyomás tervét ismerteti. Tárgyalja a tengervíz gyűjtését, szilárd szennyeződésektől való megtisztítását, a biológiailag aktív anyagok elpusztítását és a berendezések eldugulását korrózió elleni védelmi intézkedéseket, ezek berendezéseit és szabályozási rendszerét. *Nelson* [384] a Wilmington Townlot tároló vízelárasztását vizsgálja. A nagy viszkozitású olajtároló termeléstörténetét elemzi, és a termelés előrehaladásakor fellépő elszennyeződési problémákat és megoldásokra tett intézkedéseket, további lehetőségeket ismerteti.

A [385] a Carrington Cardium olajtelepek vízelárasztásos művelésének történetét adja. A Calgarytól 90 km-re északra levő mezőn 30 m márgabetelepülés választja el a két homokkőréteget, és az egyes rétegeken belül jó és rossz áteresztőképességű részek különülnek el. A vízkiszorítás volumetrikus hatásfokának növelésére, a termelékenységi tényező szabályozására anionos felületaktív anyaggal kezelt vízbesajtolást alkalmaznak. Ez a vízkezelés eredményesnek bizonyul a telepek egyenletes jó hatásfokú leművelésére.

Serra és *Wilson* [386] a Virginia Hills-i, Beaverhill Lake-mező vízelárasztásának matematikai szimulációval való vizsgálatát és az olajkihozatali tényező növelésére tett intézkedéseket ismerteti. *Killough* [387] a termelés alakulásától függő telítettségváltozás-függvénynyel kombinált háromdimenziós matematikai modellt fejlesztett ki, szabad gáz jelenlétében változó ütemű vízelárasztásra. Vizsgálja a vízkúpképződést és a telítettség, kapillárisnyomás és a relatív áteresztőképesség hiszterézishatását. Foglalkozik a modell stabilitásával, alkalmazási feltételével és érvényességi hatásával. A modell alapján meghatározott és az üzemi eredmények összevetése jó egyezést ad.

A [388] cikk inhomogén tárolók vízelárasztásánál a

telepfluidum szűrődési irányának változtatásával foglalkozik. Viszkózus olajat tároló és inhomogén, rétegzett kőzetekbe célszerű a vízelárasztási irány változtatása, sőt a legnagyobb mértékben elvizesedett kutak leállítása, a vizesedett szakasztól távolabbi kutak nagyobb megcsapolása. Analóg—digitális modellen vizsgálták a kiszorítás irányának megváltoztatását. A legkedvezőbb, ha a leművelési szakasz harmadában kezdik alkalmazni.

A [389] szerzői a krasznodari anasztaszievszko-troickiji mező leművelésének kétoldali besajtolással való szabályozását ismertetik. Az olajtároló talpi vizes és gázsapkás. Elektromos modellen optimalizálták a tároló leművelését. Megállapították, hogy nem célszerű, ha a gázsapka kiszorító hatása érvényesül. Ennek megfelelően szabályozták a vízelárasztást, és radioaktív nyomjelzővel figyelték a mozgását. E módszerrel 20 év alatt 33%-os olajkihozatal-növekedést értek el, és a leművelés ütemét is gyorsítani tudták.

Rühl [390] összefoglalja a Német Szövetségi Köztársaságban alkalmazott vízelárasztásos művelés eredményeit, és számszerű adatokat is közöl a besajtolt víz mennyiségére és a módszer kiterjesztésére vonatkozóan. Konkrét példaként a Hohne Plön-Ost és a Haukensbüttel-Süd olajtelepeket említi.

A Bolgár Népköztársaságban kísérleteket végeztek az olajnak a repedezett-kavernás tárolóból vízzel való kiszorítására. A kiszorítási sebesség csupán az 1 m/nap kritikus érték alatt befolyásolta a kihozatali tényezőt. E tárolótípusnál az olajleadás szempontjából nagyobb jelentőségű általában a kiszorító víztérfogat, mint a kiszorítási sebesség [391].

Poston [392] a louisianai partok közelében a tengeri kőolajtelepek eredményes vízkiszorításos művelésének eredményeit foglalja össze. A besajtolásra szánt víz minőségének ellenőrzése fontos feladat, különös jelentősége van az óriási Wilmington-mezőben. Erről adnak ismertetést a [393] cikkben. *Wheeler* [394] a benyomott víz minőségi követelményeit tekinti át. A besajtolókutak károsodásának megelőzése érdekében az alábbi paraméterek figyelését és szabályozását tartja szükségesnek: 1. a szuszpenziótartalmat, 2. a korrózió hatását, 3. a lerakódást és a kicsapódott anyagok mennyiségét és minőségét, 4. az oldottoxigén-tartalmat, 5. a kénszármazék-tartalmat, 6. a finom iszap mennyiségét. Foglalkozik a mechanikai, kémiai és biológiai kezelés optimalizálásával.

McCune [395] a besajtolásra szánt víz minőségének helyszíni vizsgálati követelményeit elemzi. Filtrációs vizsgálatokat ajánl a besajtolókút eldugaszolódásának megelőzésére. Kőzetmagon végzett vízszűrésvizsgálattal határozza meg a szükséges kémiai beavatkozást, a só- és az oldottoxigén-tartalom változását és kicsapódását, továbbá ezen értékek közt összefüggést állapít meg. Homokkő és karbonátos rétegre hasznos a vízminőség-meghatározás ajánlása. *Carlberg* [396] a besajtolásra kerülő víz kezelésére új eljárást ismertet, a vákuumos levegőmentesítés módszerét. A CONOCO vákuumos levegőtelenítést Kaliforniában és Dubaiban a tengervízkezelésre alkalmazták. Több lépcsős toronyban csökkentik az oxigéntartalmat, hogy az inhibitoros kezelést elhagyhassák. A dubai tornyoknál a felhabzás okozott problémát. Ennek megszüntetésére új adalékos módszert fejlesztettek ki.

A tengeri olajmezőknél a tengervizet besajtoló rendszerek üzemelési problémáit ismertetik a [397] szerzői. Az oxigént kémiai kezeléssel és gázátáramoltatással távolítják el. A vízkezelő rendezés és a besajtolórendszer korrózióvédelmére inhibitor megválasztását és alkalmazási tapasztalatait, a figyelő és szabályozórendszert mutatják be.

A besajtolókutakban a fajsúly szerinti elkülönülésnek a besajtolási profilra és a kutak elnyelőképességére gyakorolt hatását *Hong* és *Millhone* vizsgálja [398]. A vízelárasztás utáni maradék olajtelítettség meghatározását ismertetik a [399] szerzői a szelvényezés—besajtolás—szelvényezés módszerével. Bemutatják az eljárás értelmezését. A maradék olajtelítettség egy kútban alkalmazott jelzőanyagos módszerét tárgyalják a [400] cikkben. Nyolc tárolóban 11 sikeres mérést végeztek. Ezeket az eredményeket jól tudták felhasználni vízelárasztás utáni harmadlagos eljárás bevezetésének gazdaságossági elbírálásához. Vizsgálták a mérési módszer érzékenységét és megbízhatóságát, és más módon kapott adatokkal egyeztették. A [401] szerzői nagy üzemi vízelárasztás jelző- és ellenőrző műszerezési programját mutatják be. *Smith* [402] a vízbesajtoláshoz használt centrifugális szivattyúk különböző kialakításának költségviszonyait elemzi.

Thomer és *Abrams* [403] kis mélységű zónák vízelárasztásánál besajtolási profil szelektív javításával foglalkozik a kiválasztott zónák újbóli üzembe állítása céljából. Laboratóriumban különböző kémiai anyagokból a rétegviszonyoknak megfelelő, szelektíven eldugaszoló anyagokat választották ki, és kidolgozták a szuszpenzió előállításának technológiáját. Megjelölik a szelektív besajtolási technika továbbfejlesztésének célkitűzéseit. A [404] munka a különböző típusú tároloknál a másodlagos, főleg vízelárasztásos művelés után visszamaradó olajtelítettség, kiseprési, illetve térfogati hatásfok és végső olajkihozatali tényező alakulásáról nyújt áttekintést, és foglalkozik a harmadlagos olajtermelési módszer alkalmazhatóságának vizsgálatával. *Talash* [405] a felületifeszültség-csökkentő adalékokat tartalmazó benyomott víz esetében a relatív áteresztőképesség változását vizsgálja kísérletileg és számítás útján. *Wade* [406] kis határfelületi feszültségű vízkiszorítás modellezésével foglalkozik. *Cayaias* és *Hayes* [407] szerint a felületaktív anyagok öregedése hátrányosan befolyásolja a harmadlagos eljárások olajkihozatali tényezőjét.

Larson és *Hirasaki* [408] a vizes fázisú felületaktív anyagos olajkiszorítás mechanizmusát elemzi fizikai és nem kémiai alapon. A modell a *Buckley—Leverett*-elemzés kiterjesztése két folyadék áramlására, amikor azok összetétele és telítettségi viszonyai változnak. Vizsgálja a modell érvényességi feltételeit. 14 dimenzió nélküli paramétert vezet be az olajkihozatali tényező meghatározására. A modellen és a magokon kapott eredmények összehasonlítása jó egyezést adott. A legtöbb tárolószimulátor véges differenciákon alapuló módszereket használ a megfelelő egyenletrendszerek megoldására. *Hales* és *Odeh* [409] szerint az eredmények pontosságát az időlépés és a térfogatelem mérete befolyásolja főleg. Ezek a változók jelentős hatással vannak a hagyományos szimulátorral elérhető eredményekre, de ennél is lényegesebb a befolyásuk a felületaktív anyagos elárasztásnál. Itt további fázis lép be, a felületaktív anyagos dugó, amely kellő időben elmozdul és elfoglalhatja valamelyik térfogatelem egy részét vagy

az egészet is. A dugón belül a fluidumtelítettség- és a relatíváteresztőképesség-viszonyok mások, mint a dugó előtt vagy mögött. Ennek a problémának matematikai megközelítését adják.

A felületaktív anyagos vízelárasztásnál a kétértékű ionok és a nátrium-klorid nagy koncentrációja károsítja az olajkiszorítás eredményét [410]. Ezen a felületaktív anyagos vízdugó előtt édesvizes átmosással segítenek. Négy különböző üzemi kísérlettel igazolják ezen elméleti és kísérleti megállapítás helyességét különböző permeabilitás, sókoncentráció és folyadékbenyomási ütem esetében.

Az Illinois Salem telepében kísérleti üzemi, kis határfelületi feszültségű vízelárasztás gyakorlati megvalósításának eredményeit és a folyamat értékelését adják a [411, 412, 413] cikkek. *Boneau* és *Clampitt* [414] a North Burbank tárolóegység olajnedves homokkövében végzett felületaktív anyagos kiszorítás eredményével foglalkozik. Dél-Texasban, a West Ranch-mezőn kétkutas üzemi kísérletet folytattak kis felületi feszültségű vízbesajtolással. A kisepert területen a maradék olajtelítettség a pórustérfogat 5%-ára csökkent. Az eredményt azzal érték el, hogy a nagy sókoncentrációjú rétegvizet édesvízzel szorították ki. A rétegben képződött és kitermelt emulziót NaCl hozzáadásával könnyen megbontották [415]. *Gilliland* és *Conley* [416] ismerteti a Big Muddy mezőben lefolytatott felületaktív anyagos kísérleti elárasztás eredményeit. Vizsgálják a baktériumok elszaporodását és eldugaszoló hatását, továbbá az anyag megbomlását. Sikerrel alkalmaztak fenoklorid-biocidot, továbbá formalint a mikrobiológiai bomlás megakadályozására.

Mal'cev [417] a felületaktív anyagokkal foglalkozó 7. nemzetközi kongresszus anyagáról összefoglaló áttekintést ad. Az olajkiszorítás hatásfokának növelése céljából Tatárföldön, Azerbajdzsánban és Nyugat-Szibériában elért eredményeket ismerteti. Tárgyalja a matematikai modellezést, az OP—10 alkalmazásának, az olaj reológiai tulajdonságainak, az emulzióbontásnak és a felületaktív anyagok besajtolásának automatizálási kérdéseit.

A [418] szerzői áttekintést adnak az olajtelepek térfogati hatásfokának növelése céljából a mobilitási tényező csökkentésére különböző polimeres oldatokkal való kiszorításról. Ismertetik a polimer megválasztásának kritériumait, a kiseprési hatásfokban szerepet játszó tényezőket, az alkalmazás feltételeit és az eljárás hátrányait, továbbá ipari alkalmazását. *Szabó* [419] a mobilitásszabályozó pufferoldat megtervezésének néhány szempontját vizsgálja a felületaktív anyagos elárasztásnál.

A [420] cikk szerzői a reológiai tulajdonságoknak a polimeres elárasztás hatékonyságára gyakorolt befolyását két különböző áteresztőképességű homokkő modellen vizsgálva azt a következtetést vonták le, hogy a pszeudoplasztikus rendszerek nem hatásosak, a dilatáns rendszereknek viszont sok előnyös tulajdonságuk van. A heterogén tárolók olajleadási hatásfokának növelése céljából alkalmazott polimer oldatok reológiai tulajdonságainak hatását vizsgálták, és a kísérletek azt mutatták, hogy az ún. dilatáns rendszerek különösen alkalmasak viszkózus olajok kiszorítására. A termelés kezdeti szakaszában polimeroldatokat, míg az előrehaladottabb szakaszában dilatáns rendszereket célszerű alkalmazni. A részben hidrolizált poliakrilamidoldatok előkészítésével és vizsgálatával a [421] szerzői foglalkoznak. A mobilitásszabályozás egy új módszere a kőzetjellemzőknek megfelelő filtrációs tulajdonságú, koncentrációjú, hőstabil polimeroldat besajtolása. Ismertetik a polimer szűrésének és vizsgálatának eszközeit és mérési módszerét, a termelvényben a polimertartalom kémiai úton való meghatározását.

Thomas [422] a víz mozgékonyságának polimerekkel való csökkentésének mechanizmusát vizsgálja üvegből készült kapillárisrendszerekben. Az eredmények azt mutatják, hogy a poliakrilamidok és a poliszacharidok csökkentik az egyes üvegkapilláris-rendszerek áteresztőképességét azáltal, hogy adszorbeált polimerréteg képződik a kapillárisscső falán, amely csökkenti a kapillárisscső effektív méretét. Az üveg felületén kialakult polimerréteg tényleges vastagsága mintegy 0,2—0,3 mikron. Ez a vastagság valamivel kisebb, mint az 1200 milliomod rész koncentrációjú sós vízben levő molekulák átmérője, amely 0,3—0,8 mikron közötti. Azt találta, hogy független a pórusmérettől abban az esetben, ha a pórusok átmérője nagyobb, mint az oldott polimer átlagos molekulaméretének három-négyszerese. Azt a következtetést vonta le, hogy a polimerek a víz mozgékonyságát úgy csökkentik egy porózus közegen belül, hogy adszorbeált polimerréteg képződik a pórusok falán, és ezzel párhuzamosan mechanikai „befogás" jön létre a pórusok szűkületeiben és a kis átmérőjű pórusokban. Így a kiszorító víz mozgékonyságában igen nagy csökkenést lehet előidézni poliakrilamid-kationos kezeléssel. A kialakuló keresztkötéses réteg háromszor-ötször olyan hatásos. Nem szükséges keresztkötést képző oldat alkalmazása. A besajtolókutakban a vízbenyomás és a vízelosztás megváltoztatására egy sűrűn folyó géles, rövid kötési idejű polimer használatát indokolják [423]. Ismertetik az eljárást és esettanulmányt közölnek egy San Andrea környéki tárolóról, ahol három polimeres kiszorítással kezelt besajtolókút köré helyezett 16 termelőkút olajtermelése lényegesen megnőtt.

A részben hidrolizált poliakrilamid oldatok a nyíróerő hatására erősen szétesö jellegűek, és hatékonyságukat a vízmozgékonyság csökkentésére nagyrészt elvesztik, amikor a besajtolókút közelében a porózus kőzeten át történő áramláskor a nyíróerők hatása alá kerülnek. A szétesést vizsgálta *Maerker* [424] oly módon, hogy a különböző sótartalmú sós vizekben előkészített polimeroldatot keresztülnyomta különböző hosszúságú és áteresztőképességű tömött homokkődugókon az áramlási ütemek széles tartománya esetén. Korrelációt készített az elméleti viszkoelasztikus folyadékmodellen alapuló degradációjára, ami bővíti az előrejelzés lehetőségét. Telepi áramlási ütemek mellett mérte a mezőbeli magokban a szétesést követő mozgékonyságcsökkenési veszteséget, és azt tapasztalta, hogy erősen függ a réteg átresztőképességétől. Az üzemi alkalmazások vizsgálata azt mutatta, hogy a jellemző kút geometriai elrendezéseknél ez több mint 80%-os veszteséget okozhat. Megtárgyalja az olajkihozatalnövelési és a kitámasztott repedésekbe történő besajtolás feltételeit és lehetőségét.

A polimeres elárasztás értékelésével foglalkozik a [425] cikk a rétegzett tárolókban keresztáramlás, visszatartás és degradáció esetén. A polimeres kiszorításos olajtermelést befolyásolja a tároló heterogén volta

nemcsak keresztirányú áramlásra gyakorolt hatása által, hanem azért is, mert a polimer-visszatartás, a hozzáférhetetlen pórustérfogat nagysága és a polimer nyírási elbomlása egyaránt az áteresztőképességtől függ. Olyan szimulátort ismertet, amely az említett tényezők mindegyikét figyelembe veszi és olyan kísérleti adatokat ad, amelyeket mezőbeli és Berea-magminták felhasználásával kaptak. Ezek jól szemléltetik az említett tényezők függését az áteresztőképességtől. Kétdimenziós tárolószimulátort használnak, amelynek az a tulajdonsága, hogy módot ad az egyes pontok felkutatására. A különböző rétegek mindegyikében a pontok egy láncolatát azonosítják a polimerfronttal, egy másik ilyen pontláncolatot pedig a polimer pad végéhez rendelnek. A polimer-visszatartást és a polimer számára hozzáférhetetlen pórustérfogat figyelembevételéhez egy tényezőt szerepeltetnek, amely a mozgófrontok sebességének és a nedvesítő fázis sebességének hányadosával egyenlő. A polimer elbomlását és a reológiai adatokat úgy veszik figyelembe, hogy a polimer pad belépő és kilépő élén változtatják a nedvesítő fázis viszkozitását. Minden rétegben különböző lehet az ellenállási tényező, a polimer-visszatartás, a hozzáférhetetlen pórustérfogat és a nyírási elbomlás mértéke. Az áramlási egyenletek megoldási módszerét adják. Vizsgálják továbbá az olajkihozatal érzékenységét a polimer-visszatartás, a polimerdegradáció, a hozzáférhetetlen pórustérfogat és a tároló heterogenitásának változtatásával szemben. Ezekkel a változókkal az eredmények szerint valóban az olajkihozatal igen érzékeny.

Tinker és *Bowman* [426] polimerbesajtolhatósági adatokból az in situ mozgékonyságnak és a kút károsodásának meghatározását vizsgálja. Szűrési vizsgálatok sorozatát hajtják végre a kaliforniai East Coalinga mezőben azzal a céllal, hogy a poliakrilamid polimerek és a biopolimerek besajtolása és jellemzőik között összefüggést állapítsanak meg. A vizsgálatokat a kísérleti terv készítéséhez kívánják felhasználni, továbbá a Tamblor II. telep polimeres vízzel és vízzel való elárasztásának tervezéséhez. A besajtolókutakban a laza homok átlagos áteresztőképessége 350 mD és a porozitás 25%. Az olaj sűrűsége a telepben 0,935 és viszkozitása 25 cP. Az üzemi kísérletnél több héten keresztül polimereoldatokat sajtolnak be, ugyanakkor a kijelölt kutakba hasonló időszakig tiszta vizet, közben regisztrálják a talpnyomásokat és a felszíni és talpi polimermintákból időszakos viszkozitásméréseket végeznek. A kapott besajtolhatósági adatokat összehasonlítják, hogy az in situ mozgékonyságszabályozás fokát meghatározhassák. A polimerbesajtolást követő vízbesajtolási időszakban, ha a károsodás ezt szükségessé tette, különleges kezeléseket hajtottak végre. A polimeroldatok különböző típusaival végzett üzemi méretű szűrődési vizsgálatok a vízbesajtolás jellemzőivel összehasonlítva a polimeroldat minőségére vonatkozó információt támasztják alá. Azt a következtetést vonták le, hogy a polimer folyadék besajtolható a homokfelületig a viszkozitás csökkenése nélkül, és a polimer nem károsítja a réteget, a besajtolókút perforációjánál bekövetkező degradációnál azonban a mozgékonyságszabályozó képességét nagyobb részben elveszti. A biopolimer bekeverése növeli a mozgékonyságszabályozó képességét, mivel azonban rendszerint károsodást okoznak a rétegben, megtartják mozgékonyságszabályozó tulajdonságukat. A besajtolás előtt a nem hidratált biopolimereket és baktériummaradványokat diatomaföldes szűréssel lehet eltávolítani a biopolimer oldat számottevő viszkozitáscsökkenése nélkül.

Dominguez és *Willhite* [427] a nagy molekulasúlyú hidrolizált polimeroldat (100—500 ppm polimerkoncentrációjú, 2% NaCl-tartalmú) áramlási jellemzőit és a visszatartását vizsgálta porózus, konszolidált teflonmagokon. A polimeradszorpció a tefllonmagon minimális, majdnem az egész visszatartott mennyiség mechanikai befogás következménye. A sebesség növekedésével a befogás növekszik. Ez a polimer-visszatartás a mag ellenállási tényezőjét növeli, de a teflonmagnál 2—3-szor kisebb, mint a természetes porózus magokon, ahol az adszorpció is jelentős.

Sparlin [428] a víztermelés csökkentése céljából alkalmazott poliakrilamid-benyomást értékeli. *Krebs* [429] egy kaliforniai polimeres elárasztás történetét ismerteti. A Wilmington-mezőben Dow Chemical Co. Pusher polimeroldatot alkalmaznak 250 ppm koncentrációjú 0,23 PV-nyi dugó benyomása utáni $2\,^1/_2$ év termelése műszakilag eredményes, azonban a költség és a kockázat alapján a profit szempontjából nem látszik vonzónak. Megállapították, hogy gondosabb előkészítés, megfelelő polimer dugó és -koncentráció megválasztása szükséges. Arra a következtetésre jutottak, hogy nagyobb koncentráció és nagyobb molekulasúlyú polimer igér kedvezőbb gazdasági eredményt.

Pembinai olajmezőn jól előkészített üzemi kísérletet kezdtek konglomerátumban a vízáttörési helyek elzárására, illetve az áramlási csatornák áteresztőképességének csökkentésére [430]. Az eredmény csalódást hozott. A polimer degradációja és a visszatartás következtében jelentős veszteség jelentkezett, és a pórustérfogatnak csak kis részét érintette. A nagy áteresztőképességű csatornákban a polimer a rétegvízzel keveredett és a polimeres dugó viszkozitása nagymértékben lecsökkent. A kőzet rétegvízzel való érintkezéskor pedig a kedvezőtlen ioncsere, kicsapódás okozott zavart.

A kaliforniai Coalinga-mezőn a Temblor II. tárolóban folyó kísérleti biopolimeres vízelárasztást ismertetik a [431] szerzői. Az előzetesen alkalmazott peremi vízelárasztás a kedvezőtlen mozgékonysági arány miatt gyakorlatilag eredménytelen volt. 6000—10 000 ppm koncentrációjú híg polimeroldattal lúg és enzimadalék hozzáadásával a mozgékonysági arányt javították. Hasznos útmutatást és vázlatot adnak a kísérlet műszerezésére és méréssel való ellenőrzésére.

A [432] szerzői a polimeres kiszorítás egyik példáját mutatják be. Leírják a kezelőberendezést, amellyel a besajtoló fluidumot előkészítik, továbbá a gépi berendezés blokkvázlatát. A besajtolást egy miniteszttel próbálták ki. Minthogy ennek tapasztalatai kedvezőek voltak — nem volt vízbetörés —, az egész mezőre kiterjesztették. A besajtolás kezdetén fellépő 20 bar nyomás hamarosan 12 bar értékre csökkent le. Megállapításuk, hogy a besajtoló-, illetve a reagálókutak rétegmegnyitását különös gonddal kell végezni. A perforálás, savazás és repesztés mellett hangsúlyozzák a béléscső épségének és a cementzárás jóságának vizsgálatát.

Tholstrom [433] a wyomingi West Semlok-mezőben Minnelusa két jól elkülönült tároló teljesítményének történetét elemzi. Egyik egységben polimeres vízelárasztást alkalmaztak, felhasználva a mezőben termelt

vizet. A polimerelárasztás meggyőzően jó eredményt hozott. A H_2S-tartalom okozott problémát, amit kémiai adalékokkal, inhibitorok alkalmazásával küszöböltek ki.

Falk és *Norton* [434] Berea-magokon végzett vizsgálatokat a mobilitásszabályozásra a nátrium-karboximetil-cellulóz csoport felhasználásával. Egymillió mól súlyú a Dow—700 és Kelzan MF-fel polimerrel elegyítve közel azonos eredményt adott. *Felber* és *Dauben* [435] a lignoszulfonát géllel való kiseprési hatásfoknövelés vizsgálatát végezte. Az elnyelő zónákban kis viszkozitású gélelegy benyomása után sajtolták be a géldugót. Ismerteti a gél elkészítését és a kiszorítás alatti szabályozását. Hőmérséklettűrés miatt a nagy sótartalmú és magas hőmérsékletű tárolóknál jó mobilitásszabályozónak minősült.

Johnson [436] a lúgos és emulziós olajkiszorítás elvét és mechanizmusát foglalja össze; az emulziókészítés feltételeit és korlátjait a kőzet olajnedvestől víznedvesig és víznedvestől olajnedvesig való változása esetén. A lúgos vízelárasztásnak a nyomás- és a folyadéktelítettség-eloszlását laboratóriumban vizsgálja. A lúgos és emúlziós kiszorítás alkalmazását befolyásoló tényezők: olaj és víz összetétele, a kőzet tulajdonsága, a lúgkoncentráció és a dugó mérete. A különböző mezőben végzett kísérleteket értékeli.

A tárolókőzetet a [437] tanulmány szerzői szerint a kőolaj részben nedvesíti. A lúgos elárasztófolyadék és a kőolaj érintkezésénél a NaOH reakciója felületaktív anyagot képez, és a kőolaj savszáma alapján megváltoztatja a kőzetnedvesítési tulajdonságokat, ezáltal megnöveli a kihozatalt. 15% PV-nyi dugót 5%-os NaOH-koncentrációban nyomtak be 4 kútba, ötpontos rendszerben. Nyomon követésre alkohol jelzőanyagot alkalmaztak. A középső kúton figyelték az olaj- és víztermelést. A kísérleti üzemet eldugulások jellemezték, ugyanis a szóda a kőzet gipsztartalmát kioldotta, és lerakta a kút felé való áramlásnál. Az eredmény a konvencionális vízelárasztásával összehasonlítva mégis 5% növekedést mutatott. Bemutatják a lúgos elárasztás tervezési módszerét és az üzemi kísérleti tervet, továbbá annak lefolytatását a texasi Ward-Estes-mezőn, ahol gyors hozamnövekedést hozott.

Noran [438] szerint az USA-ban a polimeres és nátronlúgos elárasztási módszereket aránylag nem régen kezdték kutatni. Az üzemi kísérletek sikeresek voltak, főleg a vízelárasztás után; mint harmadlagos termelési módszer növelte a kihozatali százalékot. Évről évre növekszik e módszerek új bevezetésének és alkalmazásának száma. A polimeres elárasztás legszélesebb körű alkalmazásának tervezése és bevezetése a Mississippi állam W. Little Greek-olajmezőjén folyik. A nátronlúgos elárasztás az egyik olajmezőn 18 hónap után 8000 tonna olajat eredményezett. A telepfluidummal való kémiai reakcióként a vizes csatornákban kivált csapadék csökkenti a víz mobilitását, az alkalikus oldat pedig egy felületaktív anyagot eredményez, amely növeli az olajkiszorítás hatásfokát.

Sikeres harmadlagos módszert alkalmaztak az USA egy wyomingi olajmezőjén [439]. A homokkő tároló eredetileg oldottgáz- és víznyomású rendszerű volt. Az elsődleges termelés előrehaladtával a lecsökkent termelés és nyomás folyamán sikerrel alkalmazták a vízelárasztást. Mikor a kutak olajtartalma 1%-ra csökkent, a mezőt lezárták. Mivel a maradék olajtartalom még 30% volt, ötpontos rendszerű felületaktív anyagos keverék — nátrium-szulfonát, alkohol, nátrium-oxid — visszanyomását indították meg a termelőréteg repesztése után. Hatása már 2 hónap múlva az olajtermelés növekedésében jelentkezett. A felületaktív-anyagos—polimeres dugós elárasztás még 2—3 évig gazdaságos.

Egyes kőolajok határfelületi feszültségét és öregedését vizsgálja *Gilliland* és *Conley* [440] marószóda-oldat esetén. A marószódás vízelárasztás hatásosságának vizsgálatához a nátrium-hidroxid-oldatok és négy kőolaj között első lépésként a határfelületi feszültségét mérték. A kezdeti eredmények és néhány közölt laboratóriumi vizsgálat szerint Wainright és Viking Kisella Wainwright B nehézolajat tároló telepeknél eredményt ígér. Magokon való kiszorítási mérések vagy kisméretű kísérleti elárasztások azonban szükségesek az eljárás várható eredményeinek meghatározásához. Nehézolajok és marószódaoldatok között legkisebb a határfelületi feszültség, amikor a besajtolt vízben kb. 0,25 súly% NaOH van jelen. Az oldat öregedésével a határfelületi feszültség növekszik. Ez a viselkedés azt mutatja, hogy több nátriumszappan-termék képződik, amikor a kőolajban a savas vegyületek a nátriumionokkal a határfelületen reagálnak és az olaj—víz határ felületétől eltávolodnak.

4.6.3. Olajkiszorítás elegyedő fluidummal

A [441] szerzői a nagynyomású sovány gázzal való elegyedés feltételeit, a kiszorítás mechanizmusát ismertetik, és hasznos útmutatást adnak a módszer üzemi alkalmazásához. A [442]-ben a cseppfolyós propános, elegyedő dugós kiszorító eljárás mechanizmusát elemzik, meghatározzák az elegyedés nyomás- és hőmérsékletfüggését. A módszer előnyeit és hátrányait tárgyalva üzemi vizsgálatok alapján ajánlást nyújtanak alkalmazásához. A dúsított gáz benyomásának folyamatát és kritériumait tárgyalják a [443]-ban. Az elegyedéshez szükséges dúsított közeg mólszázaléknyi mennyiségének megállapításához és alkalmazásához adnak útbaigazítást.

Cellánkénti gyorsmodellt használtak [444] az átmeneti vagy keveredési zóna szimulálására egy tárolóolaj és több komponensű dús gáz közötti érintkezéses kiszorításra. Meghatározták az átmeneti zóna jellemzőit, amelyek szabályozzák a telep leművelésének hatékonyságát. E tulajdonságok a dús gáz koncentrációjának függvényei. Az eredmények szerint az elegyedő dugónak optimális a felhasználása, ha a minimális elegyedési szint eléréséhez szükséges méretű és koncentrációjú dúsgáz-dugót sajtolnak be. Az oldószerdugó méretét azonban külön kísérletekkel célszerű ellenőrizni.

A [445] cikk szerzői az elegyedő elárasztásos művelésnek dúsított gázos módszerével foglalkoznak. Nyugat-Texas Levelland tárolóban — dolomit kőzetben — végzett kísérletnél azt tapasztalták, hogy a $3\,^1/_2$ évig tartó dús gáz és víz ciklikus, majd alternatív benyomása eredményes. 9% PV szénhidrogén-térfogatot sajtoltak be, és az olajtermelés több mint duplájára nőtt. Az üzemi megvalósítás gazdaságosnak is bizonyult. Nagyméretű elegyedő dús szénhidrogéngázt és vizet váltakozva nyomnak be 22 kútba. A két kiszorító közeget

nyomjelzik és a megfigyelések alapján szabályozzák. A benyomó- és termelőkutakban rétegprofil-szelvényezést végeznek a gáz- vagy vízáttörés helyének megállapítására. A tervnek megfelelő eredményt érnek el [446].

Young, *Fairfield* és *Dykstra* [447] az alaszkai Swanson River-mezőben végrehajtott nagynyomású gázbesajtolás eredményességét ismerteti. A telítetlen olajat tartalmazó telep nyomása gyorsan csökkent. A tároló gerincén elhelyezett kutakba nagynyomású gázt sajtolnak be. Jól alkalmazott termelés- és gázbesajtolás-szabályozás mellett az eredmény maximális volumetrikus hatásfok elérését eredményezi.

A Golden Spike-mező [448] 160 m vastag reef tárolójának gáz—olaj érintkezési zónájában 7% pórustérfogatnyi rétegfluidumokkal elegyedő cseppfolyós szénhikrogéndugót sajtolnak be. A helyi át nem eresztő beágyazások a vertikális elárasztást korlátozzák. A metszetmodell-számítások szerint a vertikális áramlást akadályozó gátak az oldószeres dugó kiseprési hatásfokát csökkentik. Részletesebb geológiai elemzés és a gátak területi és vertikális elhelyezkedésének megfelelő besajtolás- és termelésszabályozással a kiseprési hatásfok növelhető.

Nagy etántartalmú gáz vagy CO_2-gáz porózus rendszerben olajjal való több fázisú, többszörös elegyedését és fázisviszonyait ismertetik a [449] szerzői. Vizsgálják alacsony hőmérsékleten az aszfaltkicsapódást. Cellás vizsgálattal és magvizsgálatok alapján meghatározzák a maradékolajtelítettséget. A háromfázisú relatív áteresztőképesség kedvezőtlen hatása folytán az elnyelőképesség és a hozam csökken.

Az elmúlt években aránylag kis méretekben használták a szénhidrogéngázzal való olajkiszorítást. A módszer pedig eredményes volt, a mészkő-, dolomit- és homokkőtárolóknál egyaránt 32—33%-ról 55%-ra növelte a kihozatali tényezőt [450]. A szén-dioxidos elegyedő kiszorítást mindössze két helyen alkalmazták eredményesen. Ezeknél 14—31%-kal növelte az olajkihozatalt. Ebben az évben több olajmezőn tervezik a szén-dioxidos olajkiszorítás bevezetését. Ez utóbbit olyan kőolajtelepek esetében alkalmazzák, amelyeket előzőleg már vízelárasztással művelték. A továbbiakban a gázbesajtolási és az elegyedő hozamnövelő eljárások lassú terjedésére mutat rá.

Holm [451] a CO_2-os és szénhidrogén-elegyedő kiszorítás helyzetéről nyújt áttekintést. A telepfluidumokkal való elegyedő kiszorítás elvét és ezek módszereit ismerteti; cseppfolyós szénhidrogén besajtolását, dúsított gázos, nagynyomású gázos, szén-dioxidos olajtermelést, oldószerdugós kiszorítást. Foglalkozik az elegyedés feltételeivel és ezek alkalmazási kritériumaival különböző tárolási viszonyok esetén. Vizsgálja az elegyedő kiszorítások üzemi eredményeit a tárolókőzet konformitása és a benyomási viszonyok alakulása függvényében. Ezek alkalmazásának költségkihatását és műszaki-gazdasági mérlegelése alapján az alkalmazásuk kilátásait mutatja be.

Herbeck, Heintz és *Hastings* [452] rövid áttekintést ad a CO_2-os olajkiszorítás mechanizmusáról és alkalmazásának különböző módjairól. Az olajkiszorításban a különböző erőknek szerepét vizsgálja, és alkalmazhatóságának körét foglalja össze; ismerteti az eljárás előnyeit és hátrányait. Műszaki-gazdasági elemzésük hasznos tanácsot nyújt a módszer alkalmazhatóságának elbírálásához.

Warner [453] négykomponensű, elegyedő paraméteres tárolószimulátort ismertet az elegyedő szén-dioxidos kiszorítás megtervezéséhez. Vizsgálja a kiszorítást befolyásoló paramétereket, a k_v/k_h viszonyt, a küttérközt és a rétegzettséget, valamint ezek hatását a szén-dioxidos elárasztásra.

A [454] cikk a Slaughter-mezőben tervezett szén-dioxidot és kén-hidrogént tartalmazó gázbesajtolási kísérletet ismerteti. Az ERDA közreműködésével indul szén-dioxid-besajtolásos művelés Nyugat-Virginiában [455]. A Shell a nagy Wasson-olajmezőn (Texasban) tervez CO_2-elárasztásos művelést [456]. Rövid ismertetés [457] a Kelly-Snyder Sacroc tárolójában a 353 ppm kén-hidrogén-tartalmú gázbesajtolásának eredményességét és az üzem közbeni problémákat tárgyalja.

A [458] szerzői talpvíznyomású, nagy viszkozitású telítetlen olajat tároló telepeknél CO_2-dugó ciklikus benyomását és visszatermelését vizsgálják. Egyetlen kutas, nem elegyedő állapotú kísérlet alapján numerikus számítási eljárást fejlesztettek ki a CO_2-os kiszorítás előrejelzésére. A többlet olajkihozatal az 50%-ot is elérheti. A kiszorítási sémára és gazdasági elemzésre adnak útmutatást. *Schneider* és *Owens* [459] a relatív áteresztőképességet vizsgálja karbonátos kőzetben az oldószer besajtolását követő gáz—víz áramlásnál. Ismertetik a magok laboratóriumi előkészítését és a vizsgálat módszerét. 19 magmintán az olajpadképződést, a vaporizációt követően a fázisok relatív áteresztőképességét mérték. A gáztelítettség az elnyelőképesség lecsökkenését okozza. A fizikai folyamatot matematikai modellel követik.

A [460] szerzői a micellás oldatos kiszorítás másodlagos és harmadlagos termelésként való felhasználásának mechanizmusáról adnak áttekintést. Ismertetik a micellás oldat előállítását, továbbá a kolloid, és micellás rendszer jellemzőit, az alkalmazás felételeit, a folyamatot befolyásoló tényezőket. Bemutatják az üzemi kísérletek alapján a kihozatalnövekedés költségviszonyait.

Gogarthy a felületaktív anyagos vagy micellás olajtermelési eljárások jelenlegi helyzetét elemzi [461]. Két különböző módszert fejlesztettek ki a felületaktív anyagoknak az olajtermelés fokozására való felhasználására. Egyiknél nagy pórustérfogatú, kis koncentrációjú, míg a másiknál kis pórustérfogatú és nagy koncentrációjú oldószerdugót alkalmaznak. A közölt laboratóriumi eredmények azt jelzik, hogy a kis koncentrációjú felületaktív anyag besajtolásával az olajtermelés alacsonyabb szinten hosszabb ideig tartható, mint a nagy koncentrációjú benyomással. Különböző sók és széles egyenértéksúly-eloszlású petróleumszulfonát-keverékek felhasználását javasolják az adszorpció csökkentésére a felületaktív anyagok felhasználásával való kis határfelületi feszültségű elárasztásoknál. Laboratóriumi kísérletek alapján a micellás oldatok megfelelő elkészítésével a kihozatali tényezőt javították. Ezt a növekedést a tárolókőzeten történő adszorpció minimalizálásának tulajdonítják. Mind a nagy, mind pedig a kis koncentrációjú felületaktív anyagos elárasztásos művelésnél szükség van a mobilitás szabályozására. A publikált üzemi vizsgálatok eredményei jelzik, hogy a nagy koncentrációjú és kis pórustérfogatú rendszerrel jobb eredményt lehet elérni, mint kis koncentrációjú és nagy pórustérfogatúval.

Jelentősen meg kell növelni a petróleumszulfonátok és polimerek gyártási kapacitását ahhoz, hogy a felületaktív-anyagos módszerekkel gazdaságosan nagyobb mennyiségű harmadlagos olajat lehessen kinyerni. Bármely olajtermelést fokozó felületaktív-anyagos eljárás gazdasági tervezésénél a következő tényezők a meghatározók:

— a szükséges beruházások, beleértve a fejlesztési és kémiai anyagok előállítását;
— az olajtermelés;
— az olajtermelés ideje;
— az olajár;
— adó, egyéb terhek.

Ezeknek a változó tényezőknek hosszabb távú tervezése bizonytalanná teszi a gazdasági terveket.

A harmadlagos termelési műveletek során elért olajtermelés igen jelentős hatással van a gazdasági tervekre. Amíg ipari méretű eredmények nincsenek, addig a kisüzemi kísérletek alapján igen nagy kockázattal kell számolni.

Gorbunov szerzőtársaival [462] a Szovjetunióban folyó micellás oldatos kiszorítás terén végzett kutatásokról ad rövid áttekintést vízelárasztással már művelt és másodlagos eljárásként alkalmazott esetekben. A módszer várható eredményét mindkét esetben eredményesnek ítélik.

Felületaktív anyagokból, sós vízből és olajból álló micellás fluidumfázis viselkedésének és a határfelületi feszültség viszonyainak megállapításával foglalkozik [463]. A kiszorítás alatt a felületaktívanyag-koncentráció előrehaladáskor folyamatosan csökken. Ennek a koncentrációváltozásnak megfelelő egyensúlyi fázisállapotot vizsgálják különböző felületaktív anyag és sótartalom esetében. A koncentráció-, a fázisállapotváltozás és az olajkihozatali tényező között összefüggést állapítanak meg.

A [464] szerzői kis határfelületi feszültségű kiszorítási folyamat modellezési feltételeit ismertetik. Az egyszerű arányossági szabályok és a molekulasúly-frakció mérése lehetővé teszi, hogy szénhidrogénkeverék-komplexek és felületaktív anyagok vizes fázisa között a határfelületi feszültséget meghatározzák. Az alkánok olajfázisának izomerizálása nem befolyásolja az arányossági szabályok érvényességét. A pszeudokőolajok céljára használt szénhidrogén-keverékek a tiszta szénhidrogénekhez hasonlóan viselkednek a sótartalom, a felületaktív anyag átlagos ekvivalens súlya tekintetében bekövetkező változásokra. Közvetlen, lineáris összefüggés van a felületaktív anyag átlagos ekvivalens súlya és az olajfázis ekvivalens alkán-szén-száma (EACH) között. Egy adott szerkezeti típuson belül a felületaktív anyag átlagos egyenértéksúlyában bekövetkezett változások által létrehozott feszültségváltozások megközelítik az olajfázisban a szénhidrogének molekulasúlyainak változását. A kőolajok egyetlen, a hőmérséklettől független ekvivalens alkán-szén-számmal modellezhetők; általában kőolajokhoz hexán-, nonánalkánok alkalmasak. Nagyobb mennyiségű oldott gázt tartalmazó kőolajok viselkedése azonban az így modellezettől eltérést mutat.

Egyes kőolajok felületi feszültségét és öregedési tulajdonságait vizsgálta [465] lúgos oldatok esetén. *Wade* és társai [466] a felületaktív anyagok és szénhidrogének elegyei közötti határfelületi feszültség változásának törvényszerűségére mutatnak rá. A határfelületi feszültséget elsősorban a felületaktív anyagok molekulasúlya és szerkezete befolyásolja. A kiszorító dugó méretét a határfelületi feszültség alapján optimalizálják.

A mikroemulzióknak és olajjal való elegyeik néhány szerkezeti tulajdonságát vizsgálják a [467] szerzői. A transzparens és stabilitási tulajdonság az elegyedésnek nem az elegendő kritériuma. Új vizsgálati módszert, elektromos ellenállás, nagy felbontású nukleáris mágnesesrezonancia-, forgórácsos relaxációs idő—viszkozitás-, sugárszóródás-mérést, elektronmikroszkópos szerkezetmeghatározást ajánlanak. Az előbbi módon megállapított paraméterek a reológiai viszonyok főbb jellemzői.

Jones és *Dreher* a micellás rendszerekben használt alkoholok hatását vizsgálja [468]. Megvizsgálták, milyen hatást fejtenek ki az alkoholok, ha társfelületaktív anyagként alkalmazzák különböző micellás rendszerekben. Az alkoholok módosítják a fázis viselkedését, és korlátozzák azt a sósvíz- és szénhidrogén-mennyiséget, amelyet egy adott mikroemulzió oldani képes. Ugyanakkor a viszkozitás célszerűen szabályozható a társfelületaktív anyag és a koncentráció megválasztásával. Ismertetik a társfelületaktív anyag koncentrációjának, az elektrolitkoncentrációnak, valamint a szénhidrogén típusának összefüggését a hőmérséklettel.

Sigmund [469] kimutatja, hogy a több komponenses diffúzió elmélete és a binér diffúzióra vonatkozó empirikus korreláció miképpen használható telepviszonyok mellett a több komponenses rendszerekben diffúziós tényezők előrejelzéséhez. Bemutatja a konvekció és a diffúzió figyelembevételét pórusos közegekben áramló keverékek koncentrációprofiljának számításához. A micellás oldat összetételét *Baviere* [470] a szénhidrogén—víz arány mint jellemző szám alapján optimalizálja. A szénhidrogén molekulasúlya, a felületaktív anyag és a társfelületaktív anyag a koncentráció, a sótartalom az optimum befolyásolója. Hidrofil és hidrofóbos anyagok esetén méri a határfelületi feszültséget, és ennek összefüggésében a kétfázisú tartományt értékeli. Az értékelésre gyakorlati formulát ad, amely magas hőmérséklet és nagy sótartalom esetén alkalmazható.

A [471] szerzői vizsgálják a szulfonát-molekulasúly és a sókoncentráció hatását az olajból, sós vízből és felületaktív anyagból álló rendszerek határfelületi feszültségére. A petróleumszulfonátok vizes oldatai az idő függvényében megváltoznak. Ezen öregedés felületifeszültség-növekedéssel jár, és ez segéd felületaktív anyagok jelenlétében is, aromás szénhidrogének esetén két fázis keveredése nélkül is bekövetkezik. Általában az öregedési folyamat nem egyensúlyi állapotban fejlődik ki, és gyakran zavaró már laboratóriumi kísérleteknél is, de különösen káros lehet harmadlagos eljárások üzemi alkalmazásánál. Nagyszámú kísérletet végeztek a kommerz szulfonátokkal és szintetikus alkil-aril szulfonátokkal. Megállapították, hogy a felületi feszültség függvénye a szulfonát molekulasúlyának és a szulfonátkoncentrációnak, továbbá az olaj és a víz jellemzőinek.

Robbins [472] a micellás vagy mikroemulziós oldatok fázisviselkedésének előrejelzésére új elméletet dolgozott ki. Különböző összetételű és cseppméretekből álló mikroemulziós rendszerek fázisdiagramja alapján korrelációt készített, amely a cseppméretek, az adszor-

beált felületaktív anyag és a koncentráció alapján a fázisviszonyok meghatározását teszi lehetővé.

Hurd petróleumszulfonátoknak a különböző ásványi összetételű tárolóhomokok fajlagos felületére vonatkozó adszorpcióját befolyásoló tényezőket anionabszorpciós anyag vízfázisban való jelenlétében vizsgálja változó sótartalom és pH esetén [473].

A szulfonátadszorpció csökkentésére különböző komplex foszfátadalékot alkalmaz. Nagy sótartalmú rétegvizeknél az édesvízzel való kiszorítás a szulfonátdeszorpciót segíti. *Bae* és *Petrick* [474] a kőolajszulfonátok adszorpcióját vizsgálja Berea-homokkőmagon különböző minőség és koncentráció esetén. Bizonyos koncentrációnál az adszorpció az áramlási sebesség függvénye. A szulfonátadszorpciós izotermák maximuma függ a koncentrációtól és az áramlási sebességtől. Az egyensúlyi adszorpciós idő növekszik a szulfonátkoncentráció növekedésével.

Olaj- és víznedves kőzeten vizsgálták a vízelárasztás utáni maradék olajtelítettség csökkentésének lehetőségét micellás elárasztással [475]. Olajnedves kőzetnél nagyobb látszólagos viszkozitás szükséges, mint víznedvesnél, és a felületifeszültség-csökkentés mértékének 10^4 nagyságrendet kell elérnie. A kiszorítási sebesség növekedésével a felületaktív anyag vesztesége csökken. Nátrium-alkil-aril szulfonátok homokkövön való adszorpcióját a molekulasúlyuk és szerkezeti típusuk függvényében egyensúlyi viszonyok mellett vizsgálják a [476] szerzői, és meghatározzák az adszorpció szelektivitását. Az anionos és a nemionos felületaktív anyagok statikus és dinamikus adszorpcióját befolyásoló tényezőket a [477] szerzői Berea-homokkőnél határozzák meg. Az olajkiszorításhoz alkalmas petróleumszulfonátok jellemzőit vizsgálják [478], és bemutatják a szulfonátok átlagos ekvivalens súlyának optimálisra való beállítását (szeparációtisztítás és gravimetrikus mérés), továbbá azt, hogy a reakcióséma hogyan befolyásolja a szulfonát minőségét. A természetes és szintetikus szulfonátok tárolóviszonyok közötti felhasználhatósága szűk molekulasúly-eloszlásra korlátozódik [479]. A szulfonátelegynek felületifeszültség-csökkentő szerepe a döntő, ami optimális sótartalom-beállítást szükségel. Az alkilszám az oldhatóság optimális pontjának jellemzője.

Ashcraft és *Saunders* [480] a kőolajfrakciók szulfonálását és az így nyert felületaktív anyag harmadlagos eljárásra való felhasználásának feltételeit vizsgálják. A hatékonyabb olajkiszorításhoz alkalmazható szulfonátok kritériumai: nagy mennyiség, elfogadható gyártási költség és nagyon alacsony felületi feszültség. Az olajtárolókhoz, rétegtartalomhoz alkalmas minőséget kell gyártani [481]. Elegyedő micellás rendszer készítését és hatásosságának komplex vizsgálati módszerét tárgyalják a [482] szerzői gáz—olaj, polibutén-szulfonát és mahagoniszulfonát 90—95%-os vizes oldata elegyedési viszonyainak összehasonlítása esetén. Az új szulfonát a sótartalomban nagyobb toleranciát enged, mint a mahagoni.

Borodina és társai [483] ammóniumszulfonátot használnak a micellás oldathoz.

A több fázisú mikroemulziós rendszereket vizsgálja *Healy, Reed* és *Stenmark* [484]. Három fő típusát különböztetik meg *Woinsor*-féle osztályozás szerint, amelyet cikkükben alsó, felső vagy középső fázisú mikroemulziónak neveznek. Ezeknek a pszeudo-háromösszetevős rendszereknek az összetétele az alábbi: egy mikroemulziós fázis, egy feleslegesen jelenlevő vízfázis, amely molekulárisan diszpergált felületaktív anyagot tartalmaz, vagy egy feleslegesen jelenlevő olajfázis, vagy az utóbbi kettő együtt. Egyes esetekben az is előfordul, hogy két vagy több mikroemulziós fázis létezik egymás mellett. Ezeknek a fázisoknak keverékei közönséges átlátszatlan emulziók, amelyek nem stabilok, és ha állni hagyjuk, egyes esetekben különválnak.

A sótartalom növelése azzal jár, hogy a mikroemulzió fázisváltozáson megy át, a változás az alsó fázisból a középsőbe, majd a felső fázisba irányul. Az átmenetek folyamán a fajlagos ellenállás állandóan nő. Az átmeneti pontokon ugrásszerűen megváltozik a viszkozitás és a fázisarány, és ebből arra a megállapításra jutnak, hogy micellás változások következnek be. Véleményük szerint az alsó fázis micellás szerekezetét döntően gömb alakú, vízben olaj elrendezés határozza meg, míg a felső fázisét pedig ennek fordítottja. Amikor a sótartalom nő, a mikroemulzió és az olaj közötti határfelületi feszültség csökken, és a mikroemulziós víz közötti határfelületi feszültség növekszik. Ezeknek a függvényeknek metszéspontja az optimumpont, itt ugyanis egyenlő a határfelületi feszültség egyrészt az olaj és a mikroemulzió között, másrészt a víz és a mikroemulzió között. Valószínűnek tartják, hogy ennek megfelelő középső fázisú mikroemulziók olajkiszorítási jellemzői kedvezőek. A valóságos háromösszetevős rendszerek, amelyek harmadlagos termeléshez számításba jöhetnek, rendkívül összetett jellegűek, és igen nagy számú komponensből állnak. Különös jelentőségű a több fázisú határfelület, amelyet a felületaktív anyag állandó összesített koncentrációja mellett határoznak meg, és ennek a koncentrációnak a függvénye. Az optimális sótartalom a felületaktív anyag koncentrációjától és a víz—olaj viszonyától függ. Ezek az összefüggések korreláció alkalmazását teszik lehetővé, amelyek segítségével csökkenthető a szükséges mérések száma. A határfelületi feszültség, a különböző mikroemulziós fázisok oldódási tényezője közötti korreláció alapján becslés végezhető egy adott tárolóra vonatkozóan, hogy a mikroemulziós folyadékdugó milyen fázisváltozáson megy át a tárolóban, és milyen ugrásszerű változásokra kell felkészülni. Így az elárasztás hatékonyságának előrejelzése megbízhatóbbá válik.

A [485] szerzői a felületi feszültség előrejelzésére komplex szénhidrogén-olajfázis és vizes felületaktív anyagú fázis esetére adnak módszert. 9-fajta olaj esetében alkalmazták az ekvivalens alkán-szén-szám elvet, és megállapították, hogy a kőolajok határfelületi feszültsége jól modellezhető a hexánsorban alkánokkal nonánig.

Healy és *Reed* [486] a nem elegyedő mikroemulziós olajkiszorítás mechanizmusát és a kiszorító hatásfokot befolyásoló tényezőket vizsgálja; a mikroemulzió fázisviselkedését, a társfelületaktív anyagnak a szulfonát szerkezet viszonyoknak a felületi feszültségre és oldódási paraméterre gyakorolt hatását. Az ilyen mikroemulzióban a szulfonátkoncentráció csökkenthető és a dugóméret növelhető. Ezzel a tárolóheterogenitás károsító hatása csökken. *Mihnevics* és *Tul'bovics* [487] a karbonátos tároló kőzeténél az olaj—szulfonát dugók alkalmazását vizsgálja. *Alvarado* és *Marsden* [488] az olaj a vízben makroemulziók áramlását vizsgálják vékony csövekben és porózus közegben. A makroemul-

zió-cseppek legtöbbje nagyobb, mint 1 μ, amely általában a pórusszűkületek átmérője. Különböző koncentrcáiójú makroemulzió reológiai tulajdonságainak vizsgálata azt mutatta, hogy az áramlás 50%-nál nagyobb mértékben pszeudoplasztikus. Viszkoelasztikusság nem figyelhető meg. A nem newtoni makroemulzió porózus közegben való áramlására korrelációt dolgoztak ki, amely alapján a *Darcy*-törvényre lehet a számítást leegyszerűsíteni.

Devlikamov és *Rogacsev* [489] a felületaktív anyagok és az olajok reológiai tulajdonságait vizsgálja. *Talash* [490] az elegyedéshez közel álló viszonyok között olajra és vízre vonatkozó relatív áteresztőképességet mért. Két konvencionális módszert alkalmaz, 2 felületaktív anyag esetében elsősorban olajban, kettőnél vízben oldódó rendszert vizsgál. A mérési és számítási eredmények összehasonlító értékelése a módszer használhatóságát igazolja.

A [491] cikk szerzői porózus közegben az elegyedő kiszorítás szimulációjára variációs módszert fejlesztettek ki. Az elegyedési folyamat fizikai és matematikai leírását, a variációs modell egyenleteit, valamint egy és két dimenzióra való megoldását adják. Bemutatják a módszer kémiai elárasztásra való felhasználását kedvezőtlen mobilitású viszonyok melletti kiszorítás esetében. Kis diszperzió mellett a program érzékeny a rácsháló megválasztására. *Hales* és *Odeh* [492] az ideális, kis tenziójú elárasztás szimulálására ajánlanak továbbfejlesztett módszert. *Tumaszjan* és *Levi* [493] a felületaktív-anyagos elárasztás matematikai modellezésével nyert eredményeket hasonlítja össze az üzemi adatokkal; jó megközelítő a módszer. *Kossak* és *Bilhartz* [494] a micellás elárasztás eredményességét vizsgálja a tároló heterogenitása mellett. A dugóméret megválasztására, az előmosás volumenére, az elegyedési tulajdonságok változására érzékeny. Ötkomponensű végesdifferencia-szimulátort használnak a heterogén tárolóban a folyamat követésére. Megállapításuk, hogy heterogén tároló esetén a dugóméret kisebb lehet, ugyanis az adszorpció és egyéb veszteség kisebb. *Dreher* és *Sydansk* [495] szerint a nagy víztartalmú micellás oldatok inkább hatásosak az olajpadképződés szempontjából, mint az olajkülső fázisúak. A sós víz nagy, kétértékű ionkoncentrációja nem károsítja az olajpad kialakulását, a társfelületaktív anyag pedig még segíti a padképződést. Van egy minimális szulfonáttartalom, amely mellett még hatásos pad képződik.

A lineáris méretarányosításnak a micellás dugós kiszorító eljárásokhoz való alkalmazásával foglalkozik *Parsons* és *Jones* [496]. A dugós kiszorító eljárás lineáris méretarányosítási modelljének paraméterei: a koncentráció, a besajtolási ütem, a mobilitási arány, a látszólagos viszkozitás. Ezek beállítását, a kiszorító berendezést és kalibrálását, beműszerezését és a kapott eredmények értelmezését mutatják be.

Gupta és *Trushenski* [497] a micellás elárasztáshoz a polimer dugó mobilitásának, méretének és koncentrációjának meghatározására ad tervezési módszert. A dugóméret a polimer és víz keveredésének, kőzetben való visszatartásnak és a nem elérhető prórustérfogat-aránynak a függvénye. A polimerkoncentráció változik a polimer látszólagos viszkozitásváltozása és a nyírási degradáció szerint. Elsősorban a nem elérhető pórustérfogat aránya a meghatározó. A befolyásoló tényezők meghatározása kőzetmagon való mérést igényel.

Szabo [498] a polimer és a szulfonát érintkezésénél a határfelületi feszültség változását vizsgálja, különböző polimereket és szulfonátokat alkalmazva a rétegzett tároló modelljébe. A sótartalom és a polimerkoncentráció függvényében a fázisok különválhatnak, felül a polimer, alul a szulfonát mozog. Az olaj- és a vízpad mobilitásának meghatározását ismertetik [499] szerzői tárolóviszonyok mellett víznedves magon végzett tranziens és állandósult állapotú laboratóriumi kiszorítás alapján. A mezőben mért adatokból számított és laboratóriumban mért értékekből a mobilitás optimalizálására korrelációs görbéket szerkesztettek.

Dabbous és *Elkins* [500] az elegyedő dugó előtt nagy molekulasúlyú polimerrel előmosást javasol a kiseprési hatásfok hatékony növelésére. Különösen eredményes heterogén tárolóknál, mert a heterogenitást homogenizálja. Fizikai modellen vizsgálják a dugóvédelem hatását, amit üzemi kísérlettel is igazoltak. *Dabbous* [501] a micellás kiszorítás előtti polimer-előmosás hatásmechanizmusát elemzi a nedvesítési tulajdonságok, az adszorpció mértékének és a mobilitási tulajdonságok megváltozásának összefüggésében. Ennek eredményeképpen csökken a felületaktív anyag adszorpciója, és nő az olajos pad mérete, továbbá a térfogati hatásfok. Agyagtartalmú tárolókőzeteknél *McLaughlin* és szerzőtársai a vizes polimerrel végzett előmosás kedvező hatására mutatnak rá [502]. A mikroemulziók (micellás diszperziók) hatékonyságát vizsgálva 56% kerozin, 39% víz, 5% felületaktív anyag (Secarol—25) és 0,01% poliakrilamid keverékét sajtolták be 6 kútba négy esetben, és a termelésnövekedés elérte a 100%-ot [503]. A megnövekedett termelés átlagosan 2,5 hónapig tartott.

Az [504] szerzői a Maraflood-eljárásnak mint harmadlagos termelési módszernek a Bradford-mezőben alkalmazott tervezési elveit ismertetik; a maximális olajkihozatali tényező eléréséhez szükséges feltételek a dugóméret és a mobilitásviszonyok megállapítása. Bemutatják a laboratóriumi adatok alapján a fordított ötpontos rendszerű kísérleti terv készítését, valamint a kísérlet eredménye alapján a műszaki-gazdasági értékelését és ennek alapján való kiterjesztését. Az [505] cikk a Salem-egységben végrehajtott üzemi kísérletet értékeli. A szulfonátos elárasztást befolyásoló tényezőket vizsgálta és rávilágított, hogy a tárolóréteg nem kellő gondosságú előkészítése esetén a szulfonátvisszatartás lényegesen nagyobb, mint laboratóriumi mérés alapján várható.

Az Illinois-mezőn végrehajtott ötpontos rendszerű petróleumszulfonátos kiszorításnál [506] az adszorpció lényegesen nagyobb volt, ugyanis a nátrium-szulfát kalcium- és magnézium-szulfáttá alakul, és a kihozatali tényezőt csökkentette. Az El Dorado-mezőn magmintákon végzett részletes vizsgálatok alapján tervezték meg a micellás-polimeres elárasztást [507]. A permeabilitás területi eloszlásának megfelelően alakították ki a besajtolt mennyiségeket, és vizsgálták a kőzet megváltozását, esetleges oxidációját. Részletes területi elemzés a tárolóban anomáliát mutatott ki. *Walker* és társainak ismertetése szerint [508] jelentős kihozatalnövekedést ígér a micellás-polimeres elárasztási kísérlet egy oklahomai mezőben.

Az [509] szerzői 17 micellás oldatos mezőelárasztás

eredményeit értékelik. A kísérletek egyértelműen igazolták, hogy ezzel az eljárással vízelárasztás után a kihozatali tényező még jelentősen (50%) megnövelhető. A micellás elárasztáshoz szükséges szulfonátok előállítását közvetlenül olajból javasolják. Elemzi az eljárás gazdasági jellemzőit, és a további tervekre világít rá. *Noran* [510] szerint az USA-ban a vállalatok gyorsítják a micellás — felületaktív — anyagos művelések bevezetését. 1990-re évi 30 milliós olajtöbblet-termelést terveznek. Mintegy 50 újabb olajtelep micellás — felületaktív-anyagos művelésre való átállítását jelzi. A Marathon cég és az ERDA közös programja a Maraflood micellás és polimeres elárasztásra készült az illinoisi Robinson-mezőben. 10 éves szerződést kötöttek az első nagyobb méretű művelés bemutatására [511]. Az [512] cikk az USA-ban a micellás és polimeres elárasztásokhoz szükséges kémiaianyag-szükséglet előrejelzésével foglalkozik.

A Szovjetunió déli és középső részén található — 95—98%-ban elvizesedett és 25—30%-os kihozatallal jellemezhető — nagy viszkozitású olajat tartalmazó telepek példáján bemutatják a szerzők a korszerű eljárások (poliakrilamidos, felületaktív-anyagos, oldószeres elárasztás) és a porózus-repedezett tárolókban alkalmazott másodlagos módszerek laboratóriumi és mezőbeli kísérleteinek eredményét [513].

Zetik [514] az El Dorado homokkőtároló micellás-polimeres elárasztási programjának előkészítését és megtervezését, a rendelkezésre álló tároló- és fluidumparaméterek alapján a dugóméret meghatározását ismerteti, továbbá a szimulációs modell leírását és alkalmazását adja.

Carpenter és *Davies* [515] a micellás elárasztás energiaszükségletével foglalkozik. A legnagyobb energia felvétele vegyszerek alakjában történik. Az Amoco Production Co. által kifejlesztett micellás folyadékok nagy víztartalmú mikroemulziók, amelyek általában 4—10 súly% olajban oldódó petróleumszulfonátot és egy kísérő felületaktív anyagot tartalmaznak. Az egyes tárolókőzet-tulajdonságoknak megfelelő különböző nagyságú micellás dugók koncentrációja is változó a rétegfluidumtól függően. Ezen anyagok előállítása a másodlagos és harmadlagos olajtermeléshez szükséges energiamennyiség több mint felét teszik ki. A nettó energiatermelés meghatározásának tényezői a tároló maradékolaj-telítettsége és a várt kiseprési hatásfok. A micellás olajkiszorítás 5—10% energiatöbbletet eredményez. Ajánlatos azért a micellás elárasztást a tároló életének korai szakában alkalmazni. Az így nyert energiahozamot kedvezően lehet összehasonlítani egyéb kihozatalnövelő eljárásokkal és más alternatív új energiaforrásokkal.

Holm és *Knight* [516] az olajos mikroemulziós eljárást ismerteti. A vivő közeg a tároló saját olaja. Vízelárasztás után alkalmazzák olyan viszkozitást tartva, hogy az olajat jó hatásfokkal seperje ki, és a dugó minél hosszabb ideig fennmaradjon. Az elvégzett kísérlet jó eredményt adott, és a kapott olajtermelés felülmúlja a vártat.

Johnson [517] a lúgos és emulziós olajtermelési módszerek technológiáját és a jelenlegi alkalmazási helyzetét tekinti át. Foglalkozik a kombinált kiszorítási eljárást befolyásoló tényezőkkel, vizsgálja a kőzet, a telepfluidum hatását a kiszorító dugóra és a koncentrációra. Értékeli a módszer üzemi alkalmazási feltételeit.

Ehrlich és *Wygal* [518] a nátrium-hidroxidos vízelárasztás alkalmazhatóságát vizsgálja 19 különböző minőségű, főleg louisianai és texasi könnyűolaj esetében. A vizsgálatokat Berea-homokon végezték, mérték a felületi feszültséget, továbbá az olaj savszámváltozását dinamikus és statikus állapotban. Agyagos és más ásványi anyagokat tartalmazó magoknál röntgendiffrakciós módszerrel a NaOH hatását tanulmányozták. Az olajkihozatali tényező nőtt, ha az olaj savszáma növekedett, és a felületi feszültség 0,3 dyn/cm² alá csökkent. A felületi feszültség és a savszám között korrelációt nem találtak. Víznedves kőzetnél nagy volt a víz—olaj viszony.

Kanda és *Schlechter* [519] a habokkal való olajkiszorítás, illetve a habképzés mechanizmusát vizsgálja porózus közegben. Anionos és nemionos felületaktív anyagokat sajtolnak be hab előállítására. A habképződést befolyásoló paraméterek hatása a habbal való olajkiszorításnál a tároló áteresztőképességének csökkenésére és a kőzet nedvesítési tulajdonságaira jelentős. Értékelik a haboldat elérhető kiszorítási hatásfokát.

Amijan a habrendszerek hidraulikájával, a megfelelő habrendszer kiválasztásával foglalkozik [520, 521]. *Vaszil'ev* és társai [522] a nyírási gradiens és porózus közegben a vízáteresztő képesség hab jelenlétében való változásával foglalkoznak. *Pozdnüsev* és szerzőtársai [523] a belorusz olajok habképző képességét és a habzásgátló adalékok hatékonyságát értékeli. *Amirov* és szerzőtársai [524] a Szovjetunióban a haboknak a kőolaj-termelési technológia tökéletesítésére való alkalmazásának perspektíváit tárgyalják.

Abbott és *Vaughn* [525] a habbal végzett rétegkezelésről közöl leírást. A habot vízből, felületaktív anyagból és nitrogénből készítik. Képződik egy gáz a vízben emulzió, mikroszkopikus buborékokat alkotó gáz. Ezt a habot tömött gázrétegbe sajtolták, és megrepesztették a kőzetet. A hab előállításához a nitrogént −190 °C hőmérsékleten szállítják a helyszínre. Az eljárás gazdaságos, és lényegesen jobb hozamnövekedést eredményez, mint a közönséges vizes repesztés. A repesztés jobb eredménye főleg hosszabb idő után mutatkozik meg. Az eljárás lényege ugyanis az, hogy a nyomás leengedése után a buborékok expondálnak, így a permeabilitásromlás kisebb mértékben tud csak bekövetkezni. Az [526] szerzői olajpalákból az olajkinyerés lehetőségét oldható sók felhasználásával vizsgálják. Az e téren végzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeit mutatják be.

4.6.4. Olajkiszorítás meleg fluidummal

Az [527] szerzői a termikus olajtermelés — mint harmadlagos módszer — felszínen termelt hő bevitelével végzett eljárásának alapelveit foglalják össze. A különböző fajsúlyú olajoknak hőmérsékletfüggvényben való viszkozitásváltozását, a kiszorítóenergia és a hajtóerők szerepét, a módszer alkalmazási feltételeit, előnyeit és hátrányait mutatják be.

Combranous és *Suorieau* [528] a meleg fluidumok besajtolásával foglalkozik. Tárgyalják a kiszorítás elvét, és az e téren végzett laboratóriumi vizsgálatokról számolnak be. Ismertetik a forró víz és gőz besajtolását és a gőztermelés serkentő hatását. Foglalkoznak az el-

járás mechanizmusának alakulásával különböző tárolóviszonyok között, különféle kőzetek esetében. Az energiamérleg, a front-előrehaladási jellemzők alakulásáról tájékoztatnak.

Az [529] cikk egykomponensű fluidumnak, víznek a konszolidált porózus közegben végbemenő egyfázisú és kétfázisú áramlását tárgyalja. Lineáris áramlási kísérletet végeztek hengeres fúrómagmintákon. Mind természetes (Berea-homokkő), mind pedig szintetikus cementtel megszilárdított magmintákat használtak. Szintetikus homokkövekből sikerült nagy porozitású, kis áteresztőképességű homokkőmodellek előállítása; e modellekbe a termoelemek részére mélyedéseket öntöttek, s ezekbe nyomás- és kapacitásmérőket helyeztek.

Mind forró fluidumos, mind pedig hidegvizes besajtolási kísérleteket végeztek természetes és szintetikus homokköveken. Úgy találták, hogy a forróvizes besajtolás termikus hatékonysága függ a hőbesajtolás intenzitásától. Minél nagyobb a hőbesajtolási intenzitás, annál nagyobb a termikus hatékonyság. A tanulmány egyik fontos eredménye az, hogy a nem konszolidált homokon végzett nem izoterm egyfázisú áramlási eredmények kiterjeszthetők a konszolidált homokkövekre is annak ellenére, hogy a rendszerek izoterm áramlási karakterisztikáiban eltérések állnak fenn. A kétfázisú, forrásban levő fluidum áramlási kísérleténél azt tapasztalták, hogy a termikus hatásfoknak a hőbesajtolás intenzitásától való függése növekszik, ha a hőátadási együtthatás nő. Ez úgy látszik igazolja *Crichlow* azon megállapítását, hogy a termikus hatékonyságnak a besajtolási intenzitástól való függése egy vékony réteg által előidézett hatás, amelynek valószínűleg a mezőbeli viszonyoknál nincs jelentősége. Még nagy hőmérséklet-változás esetén is azt találták, hogy a kétfázisú áramlás csaknem izentalpikus és stacioner lehet.

A *Buckley—Leverett*-elmélet alapján számítási eljárást dolgoztak ki [530] a repedezett-porózus tárolók forróvizes kiszorításos művelésének előrejelzésére. A rendszer hőmérséklet-eloszlását a konvekció figyelembevételével analitikusan számították. A módszer a próbatermelés technológiai sémáinak számítására alkalmas.

Az [531] szerzői megkísérelték 175, 320 és 343 mD permeabilitású kőzetmagból a 137 és 78 cP viszkozitású olajat 20, 50, illetve 70 °C hőmérsékletű desztillált vízzel kiszorítani. Csupán a nagyobb hőmérsékletű desztillált vízzel sikerült jelentősebb kiszorítási hatásfokot rövidebb idő alatt elérni. *Aktan* [532] a forró víz besajtolása következtében a tárolókőzetben fellépő feszültségeket a véges elemek módszerével vizsgálja. *Kocseskov* és *Taraszov* [533] nagy viszkozitású olajoknak forró vízzel végzett kiszorításakor az olajkihozatali tényező alakulását ismerteti. *Closman* és *Phocas* [534] átlósan izotrop közegben a repedések közelében a melegítés hatására ébredő feszültségeket tárgyalja.

Huygen [535] a gőzelárasztás hatásfokát befolyásoló tényezőket, a gőz hőmérsékletétől és nyomásától való függését vizsgálja ötpontos rendszer egyik felére készített modellel. A kapott eredmények alapján korrekciós görbéket szerkesztett, amelyek exponenciális görbe szerint mutatják a gőzkiseprés hatását, az olajkihozatali tényező alakulását a gőzáttörésig. E módszer mezőbeli alkalmazását is bemutatja. A gőzbesajtolásos művelés folyamatának követésére izotermikus tárolószimulátort fejlesztettek ki [536]. A termikus hatásfok folyadéktermelést befolyásoló szerepét szemianalitikai eljárással határozzák meg, és értékelik a kút körüli folyadéktelítettség és hőmérséklet-változás alakulását.

Gomaa egyszerűsített módszert mutat be a gőzelárasztás olajkihozatalának előrejelzésére. Egy sor nomogramot dolgozott ki vertikális hőveszteségek, a kumulatív gőz—olaj arány korrelálására, a mobil olajtelítettségnek, a tárolókőzet vastagságának és a netto—teljes vastagság arányának a függvényében. *Coats* [538] a gőzelárasztásos művelés szimulálására fejlesztett ki 3 dimenziós teljesen implicit numerikus modellt, amely az oldott gázt és az olajnak a gőz hatására bekövetkező desztillációját figyelembe veszi. A modellt stabilitás és futási idő szempontjából összeveti a korábbi publikációkkal. Az [539] cikkében a relatív áteresztőképesség hőmérsékletfüggését ábrázolja, beleértve a relatív gázáteresztő képesség hiszterézisét. A komputerhasználatnál a transzmisszibilitás és a kapillárisnyomás implicit kezelését közli. A modell alkalmazása felöleli a laboratóriumi és az üzemi vizsgálatokkal való összehasonlítást. Az olajrétegekbe való gőzbesajtoláskor kialakult hőteret és hőmérséklet-eloszlást kísérlettel [540] és impulzusos gőzbenyomással [541] vizsgálják.

A vízelárasztás után visszamaradt olaj kitermelésére hatékony harmadlagos eljárás a gőzzel való sztrippeléses módszer [542]. A folyamat követésére a konvencionális szimulátort fejlesztik tovább. Ennek alkalmazási feltételeit és korlátjait, a kihozatalt befolyásoló tényezőket: a gőzbesajtolás ütemét, a termelési nyomást, a telepvastagságot, a porozitást és a relatív áteresztőképesség alakulását vizsgálják. A mechanizmus laboratóriumi vizsgálóberendezését és módszerét vázolják.

A termelőkutakban mért, illetve számított hőmérsékletek termikus viszonyok közötti eltéréseinek okai a konvektív hőcserélési folyamatokban kereshetők. Ezeket a hőmérsékleti anomáliákat a kutak utánáramlási zónájában az első határ megállapításához figyelembe kell venni [543].

Fitch és *Minter* [544] a termikus olajkihozatal javítását a nagy permeabilitású kimerített homoktárolókból ciklikus gőzbenyomással vizsgálja. A kihozatali tényező a hőeloszlás egyenletességének a függvénye. Kémiai anyag besajtolásával a gőzfront egyenletes haladását kívánják biztosítani. Így a hőmérséklet stabilizálását gyorsabban lehet elérni. Két évig tartó üzemi kísérlet, amelynél a kémiai anyagokat a gőzzel együtt juttatták a tárolóba a gőzdugó elején, értékelése igazolja az eljárást. *Dzsamalov* és társai [545] gőz—gáz elegy dugó besajtolásával növelik a hatásosságot. *Lennon* [546] a San Joaquin-medence nyugati oldalán megvalósított gőzelárasztási programban a geológiai tényezőknek a kitermelésben való jelentőségét elemzi, és a termikus olajkiszorítási tényezőre való hatását vizsgálja.

Rehkopf [547] a Metson-tároló gőzelárasztásos művelését elemzi. A meredek dőlésű, viszkózus olajat tartalmazó telepnél ciklikus gőzelárasztást kezdtek, ami eredményt hozott. A réteg felső szakaszában azonban a kihozatali tényező növelése céljából szükségessé vált a gőzbenyomó kutak számának növelése. A tetőn levő olajat folyamatos gőzbenyomással sikerült jó hatásfokkal kitermelni. *Cook* [548] a Jorba Linda-mező felső konglomerátumos összletében — ahol homok- és agyagbeágyazások váltakoznak — a gőzkiszorítás mechanizmusát elemzi a nagy áteresztőképességű csa-

tornák és az át nem eresztő vagy kis áteresztőképességű gátak hatásának értékelése alapján. Ezek a gátak a gőz mozgását akadályozzák, a gőz körbe járja őket, és felmelegítő hatása olajbeszűrődést okoz. Az [549] szerzői részletes ismertetést nyújtanak a Midway-Sumset-mező vastag Monarch-homokjában fordított ötpontos rendszerű gőzelárasztás tervezéséről. Szimulációs eljárással 60—70%-os olajkihozatalt terveztek, figyelembe véve a relatív áteresztőképességet, a réteg vastagságát, a réteg dőlését, a gőzbenyomás ütemét, továbbá a kutak kiképzését. A gőzfrontot megfigyelőkutak adatai alapján szabályozták.

A Charco Redondo-mezőben jól felműszerezett gőzelárasztásos művelést alkalmaztak [550], amelyet szimulációs modellel terveztek meg. A tényleges eredményeket összehasonlították a tervezettel, és ezek jó egyezést mutattak. A tárolóban folyó ellenőrzési műveletek kapcsán meghatározták a hőveszteséget, a réteg hőtartalmát, a benyomott folyadék és a maradék olajtelítettség változását [551]. A gőzfrontot vizsgálva a tárolóban a fedő és a feküben való hőmérsékletméréssel egyezést tapasztaltak az előrejelzéssel. Az elárasztott terület maradék olajtelítettsége közel 9%-ra csökkent. Ezt az értéket a megfigyelőkutaknál végzett magvizsgálatok megerősítették.

A kísérleti alapon megtervezett gőzbesajtolásos művelés jellemzőit értékelik az [552], a Kenkijak-mezőben (Kazahsztán) a félüzemi gőzbesajtolás eredményeit közlik [553] szerzői, míg az Andizsanneft' kőolaj- és gáztermelő igazgatóság mezőin folyó üzemi kísérletek eredményeivel ismerkedhetünk meg az [554] közleményben.

A krasznodári körzet (Komi ASZSZK) és a szahalini repedezett-porózus tárolóira a szerzők [555] matematikai modellt készítettek forró víz, gőz és más termikus módszerek alkalmazása során az optimális paraméterek számítása céljából. Ezáltal lehetővé vált mind a besajtolási ütem, mind pedig a hőhordozók hőmérsékletének egzakt meghatározása. Nagy viszkozitású olajok gőzbesajtolással való termelése során kísérleti jelleggel oldószeradalékot alkalmaztak [556]. Az olajkihozatal határozottan növekedett. A számítások szerint a pórustér 5%-ának megfelelő oldószer alkalmazása esetén 1,5—2-szeres gőzmegtakarítás volt elérhető. *Needham* [557] litosztatikus nyomáson végez retortakísérletet összetört olajos pala ágyon. Forró gázzal bontja meg és hajtja ki az olajat. A tört pala kompakciója után határozza meg litosztatikus nyomáson az áteresztőképességet. A módosított *Kozeny*-egyenlet felhasználásával korrelálja a mért adatokat. *Noran* [558] az USA-ban a termikus hőolaj-termelési — a gőzkiszorítás és az elégetéses termelés — módszerek alkalmazásának terjedéséről ad rövid ismertetést. A palaolaj és a palagáz kihozatalának növelésére az ERDA programot készített [559]. Az [560] rövid ismertetést ad a Szovjetunióban a nehézolajok kitermelési technológiájának fejlesztéséről és kísérleti terveiről. Az [561] tájékoztatást nyújt a mélyszinti bányászat és a gőzbesajtolás kombinált szovjet módszeréről, amely kísérletet a nagyon viszkózus kőolajtelepek kihozatali tényezőjének fokozására végeztek.

Farouq Ali és *Abad* [562] az Athabasca-olajhomokból való bitumennyerés kísérleti eredményeit vizsgálja oldószer és gőz használatával. A legtöbb kísérletet egy vertikális bitumenes homokbeágyazáson hajtottak végre korlátozott folyadékbelépés mellett a beágyazó anyag aljához közel, míg a kondukciós-konvekciós hevítést gravitációs áramlással szimulálták ötpontos rendszerben háromdimenziós modellel. Szintetikus és természetes olajokat és oldószert használtak. Úgy találták, hogy a bitumenkinyerést az oldószer típusa, az alkalmazott volumene és az oldat elhelyezkedése határozza meg. Az oldatot a termelőkútba sajtolják, a benyomókútba sajtolják a gőzt, így sokkal hatásosabb, mint amikor mind az oldatot, mind a gőzt ugyanabba injektálják. Ez utóbbi esetben a víz—bitumen arány magasabb, mint az előző séma esetében. Petróleum benyomása esetén a bitumenkinyerés üteme nagyobb, de az áttörés gyors és gyakran aszfalténkicsapódás jelentkezett. Szintetikus olajnál ezek a problémák nem adódtak. A kísérlet végén magmintákat vettek, extrahálták, és analizálták. A mechanizmust a hőmérséklet és a bitumentelítettség-kontúr alapján állapították meg.

A gőzbesajtoláshoz használt hőenergetikai berendezése néhány sajátosságát mondja el az [563] szerzője, míg a hőkezelésre alkalmas berendezések kísérletiszerkesztő munkáiról kapunk tájékoztatást az [564] cikkben.

Wilson [565] a gőz minőségének és mennyiségének mérésével foglalkozik részletesen, egyúttal ismertetést nyújt az olajkiszorításhoz alkalmas gőz termeléséről. *Shreidan* és *Teuscher* [566] a gőzgenerátorok környezetszennyező hatásával foglalkozik; megállapítják, hogy a kihúzó exhausztorok felszerelése hatásosabb, mint a mosóberendezések alkalmazása vagy alacsony kéntartalmú tüzelőanyagok felhasználása.

4.6.5. Olajkiszorítás tűzelárasztással

A tűzelárasztásos olajtermelés mechanizmusának tanulmányozására [567] laboratóriumi vizsgáló berendezést ismertet. *Bae* [568] a kőolaj jellemzőinek meghatározását végzi termálelemzés módszerének felhasználásával. Az e célra kifejlesztett termogravimetrikus mérést bemutatja. A 15 különböző minőségű kőolaj vizsgálata alapján a kőolajokat 3 csoportba sorolja. Megállapítja, hogy a fajsúly szerinti korrelálás a termooxidációnak nem jellemzője. A termálanalízis nyújt támpontot a tűzfrontfenntartás feltételeinek megállapításához. Az alacsony hőmérsékletű oxidációs hő tűzfronttápláló és -fenntartó szerepét mutatják be. *Armento* és *Miller* [569] porózus közegben a mozgó égőfront stabilitását vizsgálja. A front alakjának kismérvű deformációjára a lineáris stabilitás elméletét alkalmazzák a szimulációs modellhez. Ennek alapján meghatározhatók a nedves tűzelárasztásos módszernek a frontstabilitást befolyásoló tényezői: a levegő—víz mobilitásaránya, a folyadékok áramlása, a hőtranszfer, a víz expanziója és a vaporizáció.

Burger [570] ismertetése szerint a tároló spontán is begyújtható kívülről bevitt hőenergia vagy a tárolóban létrehozott kémiai exoterm reakció nélkül, ha a tárolóállapotok mellett a kőolajnak magának elegendő az oxigénnel való reaktivitása. Egyszerűen levegőt sajtolnak be. A begyújtási idő egy-két nap, ha a hő disszipációsebessége a reagáló volumen környezetében olyan gyorssá válik, mint a hőfelszabadulás sebessége. Numerikus modellt ismertet a begyújtás feltételeinek meghatározására a begyújtási időnek és a begyújtási

zóna helyének, a tároló, az olaj és gáz áramlási jellemzőinek függvényében. Az olaj oxidációs paramétereit, a hőfelszabadulást és az oxidáció sebességét kísérletileg határozza meg. A tanulmány következtetései: 1. A spontán begyújtási állapot leírására modellt alkalmazni lehet. 2. A begyújtás ideje alatt a melegített zónában a maximális hőmérsékleti érték exponenciálisan nő az idővel. 3. A kúttól a begyújtási zóna távolsága nő a levegőáramlás sebességének és a begyújtási idő növekedésével. 4. Az analitikus megközelítés, amely elhanyagolja a kondukció-konvekció általi hő egyenetlenségét, a begyújtási idő alábecsüléséhez vezet. 5. A számított és analitikus úton nyert begyújtási idő növekszik a begyújtási idő értékével. 6. A számított begyújtási idő függ a levegőáramlás sebességétől és az áramlás geometriájától. *Sztrizsov* [517] a folyamatot elemezve a kőolajok alacsony hőmérsékleten való oxidációjával foglalkozik.

Az [572] szerzői a száraz és nedves tűzelárasztásos eljárás fordított ötpontos kísérleti terület hőmérsékletprofiljának meghatározására fejlesztettek ki szimulációs modellt. Az alapegyenletek figyelembe veszik a kőolaj égéshőjét és mennyiségét, a tároló hőkapacitását, a hővezető képességét és a konvekciót. Meghatározza a hőmérséklet—olajtelítettség összefüggést és az olajkihozatali tényező alakulását. A szimulációs módszer alkalmazását bemutatja, a kapott eredményeket az irodalomban találtakkal összehasonlítva egyezést tapasztal. *Popa* [573] a nem elegyedő több fázisú folyadékkiszorítási modellt fejlesztette ki az előrehaladó száraz és vízelárasztással kombinált (COFCAW) módszerének alkalmazására. A telítettségeloszlás és a kiszorítás hatásfokát határozzák meg a víz—levegő arány optimalizálása mellett. A módszer használatát példával igazolja.

Sirinov szerzőtársaival [574] a tűzelárasztásos művelés folyamatának szabályozása terén végzett vizsgálatait ismerteti, *Agdamszkij* munkatársaival [575] pedig a térfogati hatásfok növelésével foglalkozik. *Gibadullin* szerzőtársaival [576] a tűzfront létrehozására és fenntartására szolgáló berendezés terén végzett kutatást, öt berendezés konstrukciós paramétereit tárgyalja, és megadja a tűzfront fenntartásához szükséges kompresszorok technikai adatait táblázatos formában. Az [577] szerzői a porózus közegben való begyújtás és az előrehaladó tűzfrontos módszer határparamétereit vizsgálják. A meghatározott paraméterek: a tároló hőmérséklete (T), a begyújtás hőmérséklet-gradiense (T'_+), a tűzfront hőmérséklet-gradiense (T'_{++}). A különböző olajok (T'_{+i}). és (T_{+i}) értékeinek összefüggése specifikus, az olajra jellemző, és ezen paramétereket T'_+ és T'_{++} értékek analógiájára lehet meghatározni.

Szergeev és szerzőtársai [578] a tűzfront létrehozása terén szerzett tapasztalatokat ismertetik a Bakutól északkeletre fekvő Balahan—Szabuncsi—Raman-olajmezőn, ahol 1974 közepe óta folyik tűzelárasztásos művelés. Ismertetik a begyújtókutak kiképzését, az elektromos begyújtást, a fűtőelemeket, ezek használatát, valamint formulát adnak az égési folyamat kontrollparamétereinek meghatározására. Két kutató [579] a termikus eljáráshoz a kútkiválasztás elveit és annak gyakorlatban való alkalmazását ismerteti. *Szadukov* szerzőtársaival [580] a PPH-jelű kémiai rétegmelegítőről ad rövid tájékoztatást. *Matveenko* és társai [581] néhány azerbajdzsáni olajkút magnéziumpor és sósav keverékével való termikus intenzifikálását ismertetik. A tároló heterogenitásának figyelembevételével a játékelmélet alapján az optimális keverési arány kiszámítható. *Amelin* és *Fomenko* [583] a grúziai kőolajok tulajdonságait tanulmányozza a tűzelárasztásos művelés alkalmazási lehetőségeinek értékeléséhez.

Az ukrajnai Szhodnica-kőolajmező jamnen szintjében 1967 óta alkalmazott tűzelárasztásos művelés tapasztalatait és a levonható következtetéseket foglalják össze [583] szerzői. A tároló 20% porozitású, 60—130 mD áteresztőképességű. A kis viszkozitású olajat tartalmazó telepet 80 éve termeltetik gázvisszanyomással, vízelárasztással és rétegkezelésekkel, az elért kihozatal 50%. Első lépésként magas hőmérsékletű zónát hoznak létre, majd vízbenyomással és levegő—metán keverék benyomásával tartják fenn az égést. A kísérleti eredmények biztatóak. A módszer a kis viszkozitású olajtelepek műveléséhez ajánlható. A levegő—földgáz keverék besajtolása az égés kezdeti szakaszában ajánlatos. A nedves tűzelárasztásos módszer kinetikai adatainak meghatározásával *Pusch* [584] módszert mutat be, amely alkalmas a nedves tűzelárasztás folyamatának követésére. Egy példával igazolja módszerének helyességét. Ez a módszer egyszerűvé teszi az eljárás szabályozását. A korábbi szerzőkkel ellentétben úgy találta, hogy az aktiválási energia csökken, amint a vízgőz az égő zónába belép. Az eredményeket laboratóriumi modellen ellenőrizték. Az [585] cikkében részletesen tárgyalja az oxigén—hidrogén besajtolás kombinációjának jelentőségét. A besajtolási arányok változtatása az olajlecsapolási folyamat rugalmas szabályozását teszi lehetővé. A nedves tűzelárasztásos tervezés feltételeit és gazdaságosságát szintén tárgyalja.

A nedves tűzelárasztás Horasznü-mezőben való bevezetéséről ad ismertetést az [586] cikk. A telep 280 m mélységben 37 m átlagvastagságú, 24% porozitású és 529 mD áteresztőképességű. A telepnyomás 3,5 bar, és rétegolaja 150 cP viszkozitású. 1973-ban száraz tűzelárasztással kezdték művelni. Bár a termelés megháromszorozódott, az égési front nagy sebessége 10,07 m/d miatt a termelőkutakban gyors levegőáttörés következett be. A nedves égésre való áttérés (váltakozó levegő- és vízbesajtolás) az égési front sebességét csökkentette, így a térfogati hatásfok növelésével a kihozatali tényező nőtt.

A Charco Redondo-mezőben gőzbesajtolás után tűzelárasztásos módszer alkalmazásáról kapunk elemzést [587]. Az olajtelítettség akkor 0,10, ami kevés volt az égő front fennmaradásához. Az égés fenntartásához, a maradék és tapadóvíz-telítettség vaporizálásához elegendő hőt kell bevinni. Ezt gázégővel hozták létre, és gázzal tartják fenn. A kísérlet eredményesnek igérkezik.

Chien Chu [588] 40 USA-beli és külföldi mező tűzelárasztásos eljárásáról ad áttekintést. A tüzelőanyagtartalom regressziós meghatározási módszerét ismerteti, továbbá a porozitás, az olajtelítettség és más jellemzők befolyását a módszer alkalmazhatóságára. A tűzelárasztásos termelés alkalmazása előtt feltétlenül szükséges műszaki-gazdasági szűrővizsgálatok elvégzéséhez ad hasznos gyakorlati tanácsot. Az USA-ban a kőolaj kinyerésének fokozása érdekében bevezetett másodlagos és harmadlagos módszerek közül 20—30%-os a termikus termelési módszerek részesedé-

se. Közülük és főleg a gőzelárasztásos művelés, amely évente 13 millió t kőolajtöbbletet eredményez, legelterjedtebb Kaliforniában, Texasban és Louisianaban. A tűzelárasztásos művelés nem bizonyult olyan eredményesnek, mint korábban hitték, és 1970-hez viszonyítva az alkalmazás üteme csökkent, különösen Texasban. Ahol azonban sikeres, ott legalább 50%-kal növeli a kihozatali értéket [589].

Venezuelában nagy lendülettel kezdtek hozzá a termikus módszerek alkalmazásához [590]. 70 kőolajtelepen alkalmazzák főleg a Maracaibói-öböl kőolajmezőin, ahol a legtöbb óriás telep nehéz kőolajat tárol. A termikus eljárás zöme gőzelárasztás. Ugyancsak megindultak a kísérletek az Orinoco-övezetben is. Kanadában a termikus eljárások alkalmazása terén mérsékelt az aktivitás [591]. Elsősorban elsődleges módszerként szerepel.

Terwilliger [592] ismertetést nyújt a sekély mélységekben települt bitumenes homokok tűzelárasztásáról. A rétegvastagság 39 m, a porozitás 22%, az olajtelítettség 64%, a permeabilitása a homok extrakciója után 200 mD. Az olaj viszkozitása 150 000 cP tárolóhőmérsékleten. 5 pontos kísérletet kezdtek 35 m-es kúttávolsággal. A 4 peremkutat vízszintesen megrepesztették vízbázisú géllel és levegővel úgy, hogy a középső kútig érjen a repedés. A középső kútban gyújtottak be, és előrehaladó tűzfrontot hoztak létre. A kihozatali eredmények és a tűzfront utáni zónában fúrt kútból nyert magvizsgálatok igazolták a jó hatásfokú kitermelést.

Olajpalánál a tűzelárasztással való művelés repedezettség létesítését kívánja meg a levegő betáplálásához [593]. A tűzfronttal felmelegített palatömbökön ennek hatására a kerogén széttörik, megbomlik folyadékra, gázra és a termelőkutak felé halad. A probléma a front szabályozása. Laboratóriumi reaktormodellen — amelybe tört pala kőzetdarabokat tömedékeltek be — vizsgálták a levegőfluxus és a tört pala paraméterei (ásványi összetevők, áteresztőképesség) közötti összefüggést a tűzfront fenntartása esetén. Meghatározták az állandósult front mozgást befolyásoló tényezőit.

Nuttal [594] a retortás művelési módszert befolyásoló paraméterek vizsgálatának kísérleti mérése után lineáris, fizikai és regressziós szimulációs modellt mutat be. Ismételt numerikus megoldással két- és háromdimenziós hőmérsékletprofilt határoz meg, és összehasonlítja a mért adatokkal. Megállapítása alapján ez jó közelítő módszer. *Branch* és *Ness* [595] az égési front terjedését vizsgálja repedezett olajpalában.

Needham repedéses, tagolt olajpala rétegben forró gázzal in situ retortadesztillálási kísérletet végzett, és az áteresztőképességnek a folyamat közbeni megváltoztatására előrejelzési módszert ismertet [596]. Az [597] cikkben szerzőtársaival a Green-River-i olajpala in situ retortadesztillálásának szimulálásával kinyert olajhozamot, minőségét, az eljárást befolyásoló technológiai paramétereket, a hőmérséklet szerepét vizsgálták. A termelt palagáz visszacirkulálásával a termelt olaj könnyebb, ugyanis a nehezebb szénhidrogén-molekulák széttörnek. 400 °C alatti retorta-hőmérséklet a kedvező. A Rock Springs Site—9 területen végzett in situ retortadesztillációs kísérlet előzetes kiértékeléseiről az [598] szerzői adnak beszámolót. Kombinált hidraulikus és robbantásos repesztéssel hozták létre a kutak közötti kapcsolatot. Elektromos begyújtóval és propánbeadagolással tartották fenn a tűzfrontot, amely radiálisan haladt a termelőkút felé. Az előzetes értékelés szerint az energia- és anyagmérleg alapja az elégett rész 14—18%, de az olajkihozatal még nem jelentős.

Coloradóban a Piceana Creek középső részén az olajos pala szervesen összefügg oldható sókkal. Itt a palaolaj kinyerésére vizsgált retortamódszer két lépésből áll: 1. a só kioldása, 2. a kerogén átalakítása [599]. A permeábilissá tett rétegben a kerogént tűzfrontlétesítéssel szilárd fázisból folyékony és gázfázisra alakítják. Az ERDA által Utah bitumenes homokjaiban végeztetett tűzfrontos üzemi kísérletnél az eredmény kevés olaj [600]. Az USA olajpalakészleteit foglalja össze *Whitecombe* [601]. Áttekinti a különböző vizsgált olajkitermelési eljárásokat és a palaolaj-kitermelő üzemek műszaki-gazdasági jellemzőit, várható beruházásait, majd a technológiafejlesztés célkitűzéseit és megvalósítási lehetőségeit vázolja.

A tűzelárasztásos művelés gazdaságosságának növelése érdekében az elégetésből származó égéstermékek és a telepgáz hasznosításával foglalkoznak [602] szerzői gázturbinákba való vezetéssel, amellyel a levegőkompresszorok energiaszükségletének a Sloss-mezőben több mint 90%-át biztosítják. A termelt gáz főleg nitrogént és CO_2-ot, továbbá metánt és nehezebb szénhidrogéneket tartalmaz. A gázturbinákat a gáz minőségének megfelelően alakították. Ismertetik a berendezés és alkalmazásának műszaki-gazdasági értékelését.

Abernethy [603] a nagy fajsúlyú kőolajok kihozatalának elektromágneses melegítéssel való növelési módszerével foglalkozik. Ismerteti a módszer elvét, vizsgálja a hőmérleg alakulását, a hőmérséklet állandósulását és a tárolókőzetben való eloszlását, továbbá az áramlási viszonyokat. Laboratóriumban nagyfrekvenciás berendezésben méri az energiaabszorpciós tényezőt, és összefüggést állapít meg e tényező és a nagyfrekvencia között. Az elméleti és laboratóriumi kutatási eredmények értékelése után a további kutatások célfeladatait jelöli meg. *Gurov* a SZU jaregi olajmezőjén bányászattal alkalmazott olajtermelési technológiát és tapasztalatait ismerteti [604]. A Komi Szocialista Köztársaságban kombinált bányászati, fúrásos és termikus művelési módszert dolgoztak ki és alkalmaztak a viszkózus kőolajok kitermelésére [605]. E módszer lényege, hogy bányavágatokból lyukakat fúrnak a tárolókőzetbe, és ezeken a fúrólyukakon gőzbesajtolással termelik a nagy viszkozitású olajat. A módszer — a tanulmány szerint — egyes telepeknél gazdaságosan alkalmazható.

Thorsness és *Rosza* [606] vastag, nagy mélységben levő széntelepek elgázosítását vizsgálta a Lawrence Livermore laboratóriumban. A szénréteget megrepeszti, és kémiai anyagokkal előkészíti a létesített nagy permeabilitású repedésekben tűzfront létrehozásához. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a technológiát matematikai modellel követi, és az üzemi paraméterek és a gáz összetételének összefüggését meghatározza. *Sawyer* és *Shuck* [607] a föld alatti szénelgázosítás tömeg- és energiatranszferének numerikus szimulálását írja le; e művelethez a széntelepben hosszú falú generátort alkalmaznak.

4.7. Földgáztermelés

4.7.1. Földgáztelepek

Az aktív vízhajtásos gáztárolók gyorsított leművelését vizsgálják [608] szerzői. A nyomás—termelés görbe lefutása nem konvencionális, nem a szokásos anyagmérlegnek megfelelően alakul. Ennek értelmezésére módosított aquifermodellt fejlesztettek ki, amely a nyomásgradienst a relatív permeabilitás függvényeként veszi figyelembe. E szimulációs modell alkalmas gáztelepek leművelésének optimalizálására.

A gázmezők gázkészletének kitermelésére, a gáz előkészítésére és továbbítására komplex termelési-kompresszorozási szimulációs programot dolgoztak ki [609] szerzői. A modellben egyrészt a kútszámot, másrészt a fúrási program és kompresszorállomás költségminimumát tekintik korlátnak. A kifejlesztett algoritmus nem lineáris transzformációt alkalmaz e paraméterek súlyozására és szelektálására.

Ponomarev [610] a heterogén gáztelepekből termelő kutak termelékenységi tényezőjének előrejelzési problémáit ismerteti. A [611] cikk szerzői a földgáztermelés technológiai hatékonyságának értékelésére, illetve a szükséges termelőkútszám meghatározására az NDK gáztelepeinek példáján számítási formulákat vezettek be. Ezek a következő paramétereket veszik figyelembe: 1. egy kút hatékonysági foka; 2. egy kút kapacitása; 3. egy kút teljesítmény-együtthatója; 4. a tartalékkutak száma.

Bragg és társai [612] a gáztárolók elvizesedett zónájában a maradék víztelítettség meghatározására új in situ módszert ajánlanak. Gázmentes vizet nyomnak be az elvizesedett gázkutakba, majd kitermelik. A termelt vízminta gáztartalma alapján a gáztelítettség laboratóriumi vizsgálatát és értékelési módszerét ismertetik, továbbá az így meghatározott adatok értelmezését, interpretálását adják. *Crafton* és *Harris* [613] a vertikálisan repedezett gáztárolót megnyitó kút teljesítményét közvetlen szimulációval — véges differenciák módszerével — határozza meg. A gázkút termelékenységi tényezőjének előrejelzésére kifejlesztett modell fizikai és matematikai megfogalmazását, alkalmazásának határfeltételeit ismertetik, numerikus megoldást mutatnak be, és ezek eredményeit értelmezik.

Ivanov és *Cservinszkij* [614] a nagy termelékenységű mély gázkutak termeltetésének sajátosságait tárgyalja. *Kozlov* és *Carev* [615] pedig a több réteges gázmezők racionális feltárására ismertet módszert. *Petrenko* [616] a gáztárolók gázkihozatali tényezőjének meghatározásával foglalkozik. *Nurmamedova* és társai [617] a maradék víztelítettségnek a gáztárolók gázkészlete meghatározására gyakorolt szerepét vizsgálják. *Zadora* és szerzőtársai [618] a földgáz jellemzőit alacsony hőmérsékletű gázszeparátorban ellenőrzik.

A kéntartalmú gáz termelése mély kutakból nagy nyomáson igen nagy tervezési és technikai felkészítést kíván. A tervezés alapelveit és a kivitelezéshez szükséges anyagminőség megválasztási feltételeit, a korrózió megelőzését, a gázrendszer szabályozását és felügyeletét ismertetik [619] szerzői. A rendszer nyomása 1300 bar. A 6500—7400 m-ben fekvő jura korú tárolóból 27—46% H_2S- és 9% CO_2-tartalmú metángázt termel. A kúttalpnyomás 1330—1400 bar.

Az újabb mélyfúrások szükségessé teszik, hogy a nagy nyomású, magas hőmérsékletű tárolófluidumok fizikai és kémiai tulajdonságaira adatokat kapjunk. A [620] szerzői olyan kísérleti adatokat ismertetnek, amelyekből kitűnik, hogy mekkora lehet az összkénmennyiség, amely a kéntartalmú gázoknak tulajdonítható 1400 bar nyomásig és 150 °C hőmérsékletig. Az adatok alapján kidolgoztak egy modellt is, amely lehetővé teszi a racionális interpolációt és extrapolációt és a közömbös anyagok hozzáadásával kiváltott hatás előrejelzését. Megadják azt a hőmérséklet- és nyomástartományt, amelyben adatok állnak rendelkezésre a kén-hidrogénes gáz kéntartó képességéről. A kidolgozott, leegyszerűsített modell jól egyezik a megfigyelés útján nyert adatokkal. A modell empirikus jellege miatt közelítésre használható. A kidolgozott összefüggés alapján magas hőmérsékletekre eléggé megbízhatóan lehet extrapolálni. Alacsony hőmérsékleten több fázis képződhet, és a rendszer fizikai és kémiai viselkedését erősen befolyásolja. Nagyobb nyomásokon az egyensúlyi állandó rendellenes alakulása arra utal, hogy a rendszer az egyfázisú tartományhoz közeledik.

Korotaev [621] a gáz- és gáz—csapadék telepek művelési nehézségeit és a világ energiaproblémáit elemezve megállapítja, hogy a racionális gáztermeléshez a harmadik és negyedik generációs számítógépek alkalmazásának szükségessége egyre nő. Kívánatos a numerikus módszerek további alkalmazása a porózus közegekben végbemenő áramlások problémáinak megoldása céljából, illetve a numerikus modellek rutinszerű használata programkönyvtárakra alapozva.

A [622] tanulmány szerzői a héliumtartalmú gázokat tároló telepekben a hélium diffúziós folyamatait tanulmányozva arra a megállapításra jutottak, hogy tökéletesíteni lehet a hélium földgázból való kinyerését. A legfontosabb következtetésként levonható, hogy a hélium szerves polimer anyagból membránon keresztül lényegesen jobban diffundál, mint ahogyan az alacsony hőmérséklet-tartományban végzett termikus kezelés módszerével kinyerhető.

A gáztelepek művelése következtében előálló hőmérséklet-anomália létrehozásában több tényező (*Joule—Thomson*-effektus, a peremi víz hatása, a fúrási tevékenység stb.) között a legfontosabb az adiabatikus nyomáscsökkenés. Ez matematikailag modellezhető és numerikusan meghatározható. Kis vastagságú telepeknél az anomália igen gyorsan kialakul a környező kőzeteknek való hőátadás következtében. A 0,2 °C/év számított anomália a mérési adatokkal jól egyezik [623].

A vízkúpképződési elmélet gyakorlati alkalmazását mutatják be a Todhunters Lake-gázmezőn a [624] szerzői. A gázmező természetes víznyomása jelentős, ezért a vízkiszorítás szabályozása gondos termelésirányítást kíván a vízbetörések megelőzése céljából. A *Muscat—Wyckoff*-féle vízkúposodási elméletet alkalmazzák, hogy a maximálisan megengedhető termelési ütemet meghatározzák. Bemutatják a gázkutak kiképzését és befejezését.

Klement'ev és *Pasztuhova* [625] a folyadék és a gáz porózus közegben végbemenő állandósulatlan áram-

lásának számítását ismerteti. Olyan görbesereget írnak le, amely lehetővé teszi gázkutakban a kút közeli károsodás vagy a nyomásemelkedési görbe utánáramlás által befolyásolt szakaszából számított rétegkezelés becslését. Az eredmény a károsodás vagy a kezelés jobb becslése az állandó fluidumjellemzőkkel nyert, utánáramlással zavart adatokhoz képest. A típusgörbék használata, különösen kisebb nyomáson csökkentheti a szükségtelen kútjavítások költségeit. Ha az olaj típusgörbéit alkalmazzuk a gázkutak nyomásemelkedési adatainak értékeléséhez, feltételezhetően alábecsüljük a károsodást. A turbulencia mint kút közeli károsodás tükröződik a típusgörbéken. *Korotaev* szerzőtársaival [626] ugyancsak a gázkutak tökéletlenségi és termelékenységi tényezőinek meghatározási problémáival foglalkozik. *Breit* és szerzőtársai [627] egységesített módszert ajánlanak annak a hatásnak a vizsgálatára, amelyet a kút tárolókapacitása és a változó beáramlási ütem gyakorol a gázkút nyomásesési és -emelkedési adataira. A módszer számításba veszi a küttérfogatot és a beáramlásfelület változását és ezek hatását. Az így kapott eredmények jól egyeznek a mezőbeli adatokkal. *Biondić* és *Krizmanić* [628] számítógépi programot ismertet a gázkutak potenciális hozamának meghatározására. A hidrátképződést gátló inhibitorok hatását vizsgálják [629] szerzői a kőzetek és a cementpalást hőmérsékletére és mechanikai tulajdonságaira a küttalp körüli övezetben.

A [630] szerzői a savanyú földgázok egyensúlyi víztartalmának meghatározására *Redlich—Kwong* egyenletének módosított (SOAVE) formáját használják előrejelzésre. A kísérletileg mért adatokat 180 mezőben megfigyeltekkel vetették össze, és jó egyezést kaptak. Az adatokat Franciaországban és Kanadában gyűjtötték. Egyensúlyi görbéket készítettek a savanyú gázok víztartalmának megállapításához.

A homokot termelő kutak gáztermelési kapacitásának meghatározására, illetve optimalizálására adnak módszert [631] szerzői. A feltétel, hogy a homokbeáramlás minimális legyen a maximális termelési ütem mellett. A kútvizsgálati adatokat elemezve a turbulenciát, a tranziens turbulencia sugarát, az átlagos permeabilitást értékelik. Vizsgálják az effektív vastagságnak, a parciális behatolásnak a turbulenciára gyakorolt hatását. E probléma vizsgálatára laboratóriumi modellt alkottak a hasonlóság kritériumainak megfelelően. A kapott vizsgálati adatokat interpretálták a gömbsugaras áramlás, a perforációkon és a perforált csatornákon való termelés jellegének értékelésével.

Stabilizált áramlási adatok hiányában a gázkutak stabilizált teljesítményének előrejelzésére *Brar* és *Aziz* [632] izokrón vizsgálati módszert használ. Az ajánlott módszerrel nyolc albertai gáztelepnél végzett kapacitásmegállapítást. Bemutatják a számítási eljárást és a vele kapott eredményeket ($k \cdot h, S$) tényleges mezőadatokkal korrelálják. *Jones* és társai [633] módszert adnak különböző áramlási ütemmel rövid időtartamú áramlásvizsgálatok alkalmazására, turbulenciás kutak teljesítményének előrejelzésére.

A groningeni gáztelepek tárolási viszonyainak megismerésekor már számoltak azzal, hogy a kitermelés folyamán a tárolókőzet kompakciója a felszínre is kihat [634]. A szerző számításokat végzett a várható süllyedés mértékének és ütemének megállapítására. A teljes kimerítésig 1 m felszíni süllyedést számítottak ki. A mezőn mérőhelyeket képeztek ki, amelyeken a felszíni változást figyelték. Ezek eddigi adatai alapján az eredeti matematikai modellt finomították, és a teljes adatok betáplálásával megállapították, hogy ez a süllyedés kisebb, mint a laboratóriumi magmérések alapján számított. A jelenlegi előrejelzés szerint a végső süllyedés 30 cm lesz.

Scott [635] az olajipar történetében a legnagyobb méretű gázprogramot dolgozta ki Szaúd-Arábiában. A nagyarányú terv egyes részleteibe nyújt betekintést, továbbá a földgázgyűjtés és a távvezeték rendszeréről, szabályozásáról és felhasználási problémáiról, gazdasági értékeléséről ad ismertetést. *Owerby* [636] az ERDA-nak az USA keleti partján felhalmozódott, gáztartalmú agyagpalákból kinyerhető földgázmennyiség kitermelési programját ismerteti. Vizsgálja a földgáztermelés intenzifikálási módszereit és változatait. A gáztartalmú terület jellemzőinek jobb megismerése céljából további extenzív kutatást tart szükségesnek. A 3 fő tárolómedence rétegkezelési fejlesztési és szükséges környezetvédelmi munkáinak figyelembevételével mérlegeli a gáz termelési költségeit, képet nyújt az ásványi nyersanyagok hatásosabb kitermelésére az ERDA részéről nyújtott ösztönzésről és a pénzügyi támogatásról. Az ERDA kőzetrepesztési kísérleteiről kapunk ismertetést a [627] összefoglalásban, amelyeket a gáztartalmú, tömött homokkőrétegekben végeztek. A nagy wyomingi földgázmedencében a kitermelhető gázkészlet tisztázására eredményes masszív hidraulikus rétegrepesztési üzemi kísérletet folytattak le [638].

A hidraulikusan repesztett gázkutakban a nem *Darcy*-törvény szerinti áramlás hatásának vizsgálatát a [639] szerzői ismertetik. A konvencionális tárolószimulátort a nem *Darcy*-áramlás és repedészárás feltételére módosították. A nem *Darcy*-áramlást és a repedés záródását a hidraulikus repesztőkezelések tervezésekor figyelembe kell venni, minthogy a két paraméter egyesített hatása 100 vagy ennél is több tényezővel csökkenthetik a repedés vezetőképességét a kút körül. E csökkenés hatással van az áramlási ütemekre és a gáztelepekből elérhető végső kihozatalra. A nem *Darcy*-áramlásnak a gázkút termelékenységi tényezőjére kifejtett hatása a repedéskitámasztó anyag típusának és a relatív áteresztőképességnek a függvénye. Szimulálható a hagyományos véges differencia modell használatával az áramlási tényezők beállítása útján. A repedezett telepek szimulálásához a tranziens áramlás folyamán a repedés körül finom rácseloszlás és kis időlépések szükségesek. A kis áteresztőképességű, repedezett gáztelepeknél a nyomásemelkedési adatok típusgörbe-analízise korlátozott értékű.

A vertikálisan repesztett gázkút termelőkapacitásának meghatározására kétdimenziós, egyfázisú szimulációs módszert fejlesztettek ki [640] szerzői, amely munka figyelembe veszi a repedéshossz hatását. Az *Oden—Jones*-féle kiértékelési eljárást módosítja a változó ütemű kútmegcsapolásra a tárolókőzet áteresztőképességének, a szkinnek és a repedéshossznak meghatározása céljából.

Az egyes területek tengeri földgázpotenciáljának kutatási és fejlesztési programjáról kapunk ismertetést Irán partsávjára [641], a kanadai sarkköri szigetvilágra készült programokról pedig a [642] szerzői tájékoztat-

nak. Három ponton folyik a gáztermelő létesítmények építése az északi-tengeri Brent-gázmezőben [643].

Plaster [644] az ohiói devon gáztároló palarétegek áteresztőképességi viszonyait értékeli, és a gáztermelés, a kútbefejezés és a kútsserkentési munkák gazdaságos feltételeit ismerteti. A beruházási és üzemelési költségek alakulása és az energiatermelés mérlegbe állításával készített modell számszerű eredményeivel bizonyítja a termelés reális, gazdaságos lehetőségét.

Isokrari [645] a geonyomásos, geotermál víztárolókból való földgáztermelést vizsgálja. A víztárolók gázkészletét 3 csoportba sorolja: 1. oldott gáz, de a víz telítetlen; 2. gázsapka és oldott gáz formában; 3. a márgákban immobil vízben oldva a gáz. Kétfázisú, kétdimenziós szimulációs modellt metszetmodellel kombinálva használ a geotermál tárolókból több fázis áramlása melletti gáztermelés megállapítására. A tárolókőzet kompakciós energiájának hatását is figyelembe veszi a gáztermelés meghatározásánál. Foglalkozik a gázzal termelt forró víz mezőgazdasági célra és erőművekben való felhasználásával.

4.7.2. Gáz—csapadék telepek

A gáz—csapadék-kutakban a kúttalpon kicsapódó és felhalmozódó kondenzátum csökkenti a gázra vonatkozó fázisáteresztő képességet és így a hozamot. A felhalmozódott csapadék folyadékdugót képez, amely a homokdugóhoz hasonlóan a kúttalpi fúvóka szerepét játsza. Ezt a folyadékfelhalmozódást a gázáram sebességének növelésével lehet csökkenteni [646]. A szerzők ismertetik, hogy miképpen lehet meghatározni azt az időtartamot, ami alatt a csapadékfelhalmozódás észrevehető gázhozamcsökkenést okoz. A megoldáshoz kútfejméréseket kell végezni, és a gáz—csapadék egyes paramétereit össze kell vetni a mérési adatokból meghatározottakkal. Kölcsönös korrelálási függvényt ajánlanak, amelynek segítségével elemezni lehet a $Q_g(t)$ és $Q_k(t)$ görbék statisztikai összefüggését. A függvény jellemzi az egyik folyamat értékeinek általános függését a másikétól, és lehetővé teszi a visszatartási idő meghatározását. Termelés alatt a csőfalon csapadékréteg képződik, amely csökkenti az áramlási szelvényt, és ennek következtében e réteg alatt növekszik a nyomás. Egy kritikus nyomás elérésekor a folyadékdugó alatti gáz könnyen átjut a csapadékrétegen, és magával viszi a folyadék egy részét. A kútfejhez közeledve a nyomás és hőmérséklet csökken, a gázból kondenzátumcseppek csapódnak ki, amelyek a nehézségi erő hatására lefolynak a kúttalpra, és a ciklikus idő megismétlődik. A folyamatot számítógépi programmal követik.

A dnyeper—donyeci medence és az elő-kárpáti süllyedék telepeiben található gáz—csapadék tanulmányozása azt mutatta [647], hogy a kicsapódó szénhidrogének és metánhomológok mennyisége a komponensek széles határai közt változhat. Az ukrajnai gáz—csapadék telepek csapadéktartalmának alsó határa 3—14 cm^3/m^3, felső határa pedig 1200—2926 cm^3/m^3. A gáz—csapadék telepekre rendszerint nagy szénhidrogén-tartalom jellemző (79,6—98,3%), metántartalma 33—96,6%, a nehéz szénhidrogéneké 17—45,5%, a CO_2-tartalom 0,15—4,35% és N_2 0,15—29%. A metán és a homológok aránya 0,61—0,56%. A kénhidrogén rendszerint hiányzik, a héliumtartalom pedig ugyancsak a nyomoktól 0,25%-ig változik. Nyomáscsökkenés esetén a gáz—csapadék telepek összetétele és a kutak hozama jelentősen változik. A telepek csapadéktartalmának csökkenése figyelhető meg a dnyeper—donyeci medence területén a medence központja irányába és a donyeci medence DK-i része felé, vagyis a kőzetek és az eltemetődött szerves anyag litifikálódási fokának növekedése irányában. A kőolajmezők közelében a karbon üledékek vastagságának és a kőzetek litifikálódásának csökkenési övezetében a gázcsapadékban növekszik a C_5 és a magasabb komponensek koncentrációja. A csapadék összetétele tehát függ a kőzetek, az eltemetődött szerves anyag és a szénhidrogén-fluidumok katagén átalakulásának stádiumától. Ebben jelentős szerepe van a hőmérsékletnek. A gáz—csapadék összetétele rendszerint a szénhidrogén-rendszer átalakulásának meghatározott stádiumára jellemző. A vizsgálat azt bizonyította, hogy amikor növekszik a propán mennyisége a gáz—csapadék gázában, akkor nő a csapadéktartalom is. Minthogy a komponensek koncentrációja az etántól a butánig lényegében alig különbözik az elkülönült gáz és gáz—csapadék szénhidrogén részében, ezért a folyékony és gáznemü komponensek közötti összefüggés vizsgálatakor az elkülönült gáz elemzési adatai alapján és a réteg gáz—csapadék összetételének meghatározási adataiból kell megállapítani a propántartalmat.

Azokon a gáz—csapadék mezőkön, ahol nagy a kicsapódó szénhidrogének koncentrációja (360—1200 cm^3/m^3), az izobután és normál homológjának aránya jellegzetesen nagy: 0,38—0,47, ahol viszont a kicsapódó szénhidrogének koncentrációja 14—360 cm^3/m^3, ott ez az arány 0,47—0,83. A gáz—csapadék geokémiai összetételének változásán a hőmérséklettől és az ágyazó kőzetek korától függően jól nyomon követhető a gáz—csapadék-felhalmozódás evolúciójának egész útja a metanizálódás irányában. A [648] szerzői azt a feltevést vizsgálják, miszerint a gáz—csapadék rendszer legalábbis részben egy bizonyos ideig aeroszolos állapotban van a rétegben. Ennek igazolására végeztek kísérleteket nirogénnel, földgázzal és gáz—csapadék rendszerrel különböző modellfeltételek mellett.

A viszkozitást és kompresszibilitást pszeudokritikus paraméterek alapján számították ki. Vizsgálták, hogy az ultrahangrezgések milyen hatással vannak a vizsgálati bombából kilépő és a porózus közegben szürődő rendszerek állapotára. Megállapították, hogy a porózus közeg áteresztőképessége csökken a szuszpendált, aeroszolos állapotban levő csapadékrészecskék koagulálása miatt. A kísérleti eredmények szerint a gáz—csapadék telepek müvelése folyamán a gáz—csapadéknak egy része aeroszolos állapotban van. Ezért a gáz—csapadék-rendszerek porózus közegben való szürődésének matematikai és fizikai modellezésekor abból a feltevésből kell kiindulni, hogy a gáz—csapadék két lehetséges állapotban létezhet a kétféle állapot közötti állandó tömegcsere mellett: aeroszolos állapotban és olyan folyadékként, amely kicsapódott a póruscsatornák vagy a repedések felületén.

A [649] cikk ismerteti azoknak a kísérleti vizsgálatoknak az eredményeit, amelyeket a gázkondenzátum-rendszer maradékvíz-telítettségű kőzetben végbe-

menő szűrődésre és a kicsapódott kondenzátumnak a kőzetminta gázáteresztő képességére gyakorolt hatására kaptak. A kapott eredmények alapján feltételezhető, hogy a részben hidrofób kőzeteket tartalmazó gáz—csapadék mezőkön a kutak termelékenységének növekedésére lehet számítani akkor, ha a nyomás a kondenzáció kezdeti nyomása alá csökken. 1. A gáz—csapadék-rendszer maradékvíz-telítettségű hidrofób kőzetben végbemenő szűrődése folyamán a kondenzátumnak a pórusokban való kicsapódásával bekövetkezik a fázisok átrendeződése, és ezáltal a kondenzátum mint nedvesítő fázis a szűkebb póruscsatornákat foglalja el. 2. A pórusokból a maradék víz kiszorítódik a póruscsatornák tágabb szakaszaiba, és különálló cseppekké alakul. A folyamat egyre növekszik. 3. A nagyobb póruscsatornákban a különálló vízcseppek kisebb ellenállást fejtenek ki a gáz szűrődésével szemben, azért a harmadik fázis megjelenésekor a hidrofób kőzetek gázáteresztő képessége nő, ugyanakkor a pórusok kondenzátummal való telítődésének fokozódásakor tovább tart a gázáteresztő képesség növekedése. 4. A gázkondenzátum-rendszer hidrofil kőzetekben való szűrődésekor ezek a jelenségek nem észlelhetők, mert ebben az esetben a víz a nedvesítő fázis. A csapadéktelítettség növekedésével a kőzet áteresztőképessége csökken.

A produktív rétegek kúttalp körüli övezetének állapotát ismertetik [650] szerzői a jaraktai gáz—csapadék mezőben. A sós víz nem rontja a szemcsés tároló áteresztőképességét. A gyengén cementált kőzetszemcsék kihordása révén pedig nő az áteresztőképesség. Sóoldattal való rétegmegnyítás után a kút hosszú időtartam után tisztul ki. Nemionos, felületaktív anyagos átöblítéssel sikerült gyorsan az áteresztőképességet helyreállítani.

Csupisz [651] a sebelinkai vízes gáz—csapadék mikrokomponens összetételét és ennek szerepét vizsgálja a gáz—csapadék-kutak elvizesedésének előrejelzésében. *Aliev* és szerzőtársai [652] a depresszió hatását elemzik a kúttalp szennyeződésének mértékére gáz- és gáz—csapadék-kutakban. A [653] cikk ismerteti a gáz—csapadék rendszerekben a fázisátalakulás tervezésének kísérleti és elméleti megalapozását, valamint alkalmazási eredményeit. A szénhidrogén-rendszer folyadék- és gázfázisának a propán-bután tartalomtól függő matematikai modelljét mutatja be a rendszer különböző nyomás-, valamint hőmérsékletértékei és összetétele esetén.

A gáz—csapadék típusú, sokkomponensű szénhidrogén-rendszerek fázisátalakulására vonatkozóan adott egyensúlyi feltételek mellett kapott statisztikai adatok elemzése azt mutatta, hogy a propán-bután frakciók hozamát teljes mértékben a kiinduló rendszer PB-tartalma határozza meg. E frakciók hozamának meghatározása a jelenlegi számítási módszerekkel igen hosszadalmas, és nagyon sok kiinduló adatot igényel. A javasolt elmélet alapján a szükséges vizsgálatok száma lerövidíthető. Az adott folyamat matematikai modellje másodfokú polinomként írható fel, és felhasználható az egymás mellett jelenlevő gáz- és folyadékfázis tartalmának meghatározására 20—100 bar nyomás, valamint a -10 és $+20\,^{\circ}C$ közötti hőmérséklet-tartományban attól függően, hogy mekkora e komponensek koncentrációja a kiinduló rendszerben.

A [654] szerzői a gáz- és gáz—csapadék-tárolók művelésének végső szakaszában a kúttalpon és a termelőcsőben felhalmozódó folyadék eltávolítására felületaktív anyagot juttatnak a kúttalpra. Ennek hatására hab képződik, amelynek sűrűsége kisebb, mint a fluidumé, és így az kitermelődik. A habképződést nemcsak a felületaktív anyag felületi aktivitása befolyásolja, hanem a gázbuborékok felületén képződő hártya szerkezeti-mechanikai tulajdonságai is. E tulajdonságok javítására még különböző stabilizáló adalékokat is sajtolnak be. A gáz—csapadék habosítására igen kis (20 dyn/cm) felületi feszültségű felületaktív anyagokat alkalmaznak és olyanokat, amelyek sajátos kémiai szerkezetüknél fogva elősegítik a felületaktív anyagok adszorpcióját a gáz—csapadék és a gáz közötti határfelületen. A vízből és a gáz—csapadékból álló elegyek laboratóriumi vizsgálata azt mutatta, hogy a kútból való folyadékkiemelésre jelenleg alkalmazott anyagok (alkilfenolok polietilénglikol-származékai, alkilszulfonátok, alkolaril-szulfonátok) legnagyobb része elősegíti az emulzióképződést, és olaj a vízben emulziót alkotnak. Legstabilabbak azok az emulziók, amelyeknél a víz—gáz—csapadék elegybe OP típusú, nemionos felületaktív anyagot adagolnak. Ezeknél nagy probléma az emulzió megbontása.

Ugyancsak a haboknak a gáz—csapadék tárolóknál a csapadék kiemelésére való felhasználásával foglalkoznak [655, 656] szerzői. A javasolt hab 0,15—1,2 g/cm^3 sűrűségű. Előfordul azonban, hogy 1,6—1,8 g/cm^3 sűrűségű háromfázisú habra van szükség. Néha még habcementtejet is alkalmaznak és karbonátos tárolóknál savas habokat. A hab termodinamikailag nem stabil, és a stabilitást főleg a hőmérséklet, a víz minősége, a felületaktív anyag és stabilizátor típusa és koncentrációja befolyásolja. A hab fontos tulajdonsága a kezdeti nyírási gradiens és beáramlást rontó hatása. Kidolgozták a háromfázisú hab alkalmazásának technológiáját, különböző tárolófeltételek és kútállapot esetére. Különböző habképző és aktiváló anyagokat próbáltak ki a majkopi gáz—csapadék-mezőn. Ezek a kísérletek azt mutatták, hogy olyan esetekben eredményes, amikor a csapadéktartalom legfeljebb 30%, és a víz összes sótartalma legfeljebb 25%, illetve a csapadéktartalom max. 40%, de a víz összes sótartalma legfeljebb 5 g/l. Hatásos aktivátorral 50% csapadéktartalommal is elérhető jó hatásfok.

A [657] cikk a gáz—csapadék-kutakból a csapadéknak a kúttalpról felületaktív anyaggal való eltávolításával foglalkozik. Hagyományos anyagok (szulfonok, OP-7, OP-10) alkalmazását a víz és a csapadék mennyiségének arányai és a két közeg fizikai tulajdonságai korlátozzák. Új anyagok az ún. DNSZ felületaktív anyag — vizes paszta, illetve szulfoborostyánkősav-monoészterek dinátriumsóinak oldata — jól felhasználható víz—gáz-csapadék elegyek habosítására, ha a csapadéktartalom az édes- és a gyengén sós vizeknél legfeljebb 40%, a közepesen sós vízeknél pedig 30%. Ha a habosítandó folyadék gáz—csapadék-tartalma ennél nagyobb, akkor ez csaknem elnyomja a habképződést. A habképződés hatékonyságának növelésére különböző aktiváló adalékokat (diszolvan, OP-40, OP-4, metanol, glicerin, KMC-600, nátrium-hexametafoszfát) próbálták ki. Legaktívabbnak a glicerin és a nátruim-hexametafoszfát bizonyult. A majkopi üzemi kísérletek igazolták a laboratóriumi megállapításokat.

4.7.3. Föld alatti gáztárolás

A [658] szerzői a kis vastagságú és kis áteresztőképességű tárolókőzetekben való föld alatti gáztárolás folyamatának követésére radiális szimulációs modellt ajánlanak. A modell leírja a nyomásviszonyok területi eloszlását a benyomó- és termelőkutak váltakozó üzeme esetén. Vizsgálják a megfigyelőkutakban mért nyomásváltozás alapján a gázpárnának a kúttávolságra gyakorolt hatását, megállapítják a szegélyen a gázmigrációs veszteséget. Az üzemviszonyok tényleges adatainak a modellnél való figyelembevételével a tároló működése megbízhatóan előre jelezhető.

Hrisztov [659] a földgáztárolásról ad általános ismertetést. *Häfner* és *Heidenreich* [660] a föld alatti gáztárolók tervezésénél a szabályozás elméletének alkalmazási lehetőségével foglalkozik a folyamat optimalizálása céljából. *Nursanov* [661] a gáztárolók megbízhatóságának és hatékonyságának növelésével foglalkozik. *Konovalov* [662] 300 m-es tengermélységig és a sarkvidéki környezetben a földgáztermelés, -kezelés és föld alatti tárolás biztonsági szabályait foglalja össze, különös hangsúlyt kap beszámolójában a savas, nedves gázok okozta korróziós és eróziós probléma, valamint annak elhárítása.

A [663] szerzői vázolják Kanada geológiai viszonyait, majd rámutatnak, hogy további kutatásokra van szükség annak érdekében, hogy a szénhidrogének tárolását a felhasználási központok közelében biztosítsák. A jelenlegi földgáztárolók főbb adatait ismertetik. Angliában sórétegekben, nagy mélységben alakítják ki a föld alatti tárolórendszert [664]. A sórétegek kilúgozásával 8 éven belül 6 üreget létesítenek. Koloradóban a Fort Morgan-olajmezőt 21 000 t olaj kitermelése után föld alatti tárolásra képezték ki [665]. A 10 éves fejlesztés után érte el a maximális kapacitást, 140 bar kútfejnyomáson 0,5 milliárd m^3-t. A gáztárolót 0 nyomásról 90 perc alatt teljes termelési kapacitásra tudják feltölteni.

Kalinin és *Gricsenko* [666] a pungai mező két rétegében vizsgálta a gáztároló létesítésének geológiai feltételeit. A [667] szerzői az észak-kaukázusi és rosztovi körzetek gázellátásának szervezetét és üzemelését, a gáz felhasználásának szezononkénti megoszlását területenként-felhasználónként ismertetik, és a biztonságos ellátáshoz javasolják észak-kaukázusi kimerült gáz- és gáz—csapadék-telepek földgáztárolásra való felhasználását.

Az orenburgi gáz—csapadék-mező kondenzátumtermékeinek nagy a korróziós aktivitásuk. A kén-hidrogénes gáztermelő, -előkészítő és -felhasználó berendezés között merev kapcsolat van. A kondenzátumok felszíni és föld alatti tárolását mérlegeli [668]. A felszíni tárolás igen költséges, mivel speciális acél szükséges hozzá, és az sem nyújt teljes biztonságot, korrózió ja veszélyes környezeti ártalmat okozhat. A kénhidrogénes gáz, gáz—csapadék tisztításának a technológiai berendezései ugyancsak hasonló problémát vetnek fel. Szabadabb szeparációs lehetőségeket enged meg a föld alatti tárolás. A föld alatti tárolás 14 millió Rbl megtakarítást és nagyobb üzembiztonságot jelent. Az ott előforduló nagy szilárdságú, kb. 1000 m vastag kősórétegekben való tároláshoz a kilúgozás technológiáját ismerteti. A kilúgozáshoz használt kutak gondos kiképzése szükséges, a béléscső izolálását speciális cement—sós víz keverékkel végzik. A kilúgozás egyenirányú és ellenáramú vízbesajtolással történik. Az ellenáramú kilúgozás gyorsabb, de nagy a dugulási veszély. Itt egész sor kutatást folytattak le a tárolás módszerére, a gáz—csapadék elgázosítására és kiszorítására. Ezek eredményeit és tapasztalatait hasznosítják az 1000 m-nél mélyebben levő föld alatti tárolók létesítésénél. Vizsgálják a kalmaszi föld alatti tárolóban kompresszor nélkül a gázelnyeletést [669]. Az így betárolható gáz térfogata alapján megállapították, hogy célszerűbb és gazdaságosabb kompresszort alkalmazni. *Levükin* [670] áttekintést nyújt a Szovjetunióban a föld alatti gáztárolás történetéről és jelenlegi helyzetéről s vázolja a jövőt. A [671] szerzői elemzik a gázfeltöltéshez szükséges kompressziós munkát ideális, illetve reális gázokra a politropikusság figyelembevételével határozzák meg. A számítások szerint a költségek változó részének a tároló térfogatának a függvényében kb. 40 000 m^3-nél van a minimuma. Az energiafelhasználás fajlagos értékének a függése a tároló térfogatától monoton jellegű.

Az NSZK föld alatti gáztároló-kapacitásáról kapunk tájékoztatást a [672] cikkben. 1985-ben előreláthatóan $5—6 \cdot 10^9$ m^3 tárolókapacitás áll rendelkezésre. A Reitbrook gázsapkás olajmező 650 m-ben fekvő kréta tárolórétegeinek gáztárolásra való tervezését ismertetik a [673] szerzői. Maximálisan megengedhető 75 bar nyomáson a tároló kapacitását 200 millió m^3-ben állapították meg. Módosított anyagmérleggel tervezték, és a tényleges üzemi adatok igazolták a tervezésnél alkalmazott paraméterek és módszer helyességét. Betekintést kapunk [674] a föld alatti tároló berendezéséről, a tárolóból származó gáz szárításáról és odorálásáról, és a szerző megadja a 3 gyors járatú gázmotoros kompresszor kapacitásviszonyait (30—60 000 m^3/h).

A kősótelepek, illetve a tömzsök porozitásának és permeabilitásának meghatározása szükséges a gáztárolásra való kiképzéshez [675]. Zavartalan kősótelep azonos tulajdonságú, mint egy kváziizotrop, tökéletesen tömör NaCl-kristályhalmaz. Ilyen kősótelepek nagynyomású levegővel végzett nyomáspróbák szerint is tökéletesen tömörzárónak bizonyultak. A sórétegekben üregek kiképzésének műszaki, környezetvédelmi feltételeit elemzi [676]. Szilárdsági számításokat kell végezni a felszín süllyedésére vonatkozólag, és ezt folyamatosan precíziós műszerekkel ellenőrizni kell.

Ausztriában [677] a kimerült földgáztelepek a legalkalmasabbak föld alatti tárolásra. Jelenleg 3 földgáztároló üzemel Matzen és Tallesbrunn kőolaj- és földgázmezőin, hasznosítható térfogatuk 330 millió m^3. Maximális teljesítmény 270 000 m^3/h. Matematikai szimulációval tervezték meg a gazdasági optimumot, a kutak számát, a kompresszor kapacitását és a párnagáz mennyiségét. A mobilizálható gáz költsége 2,5—3 Sch/m^3. További 1 milliárd m^3 mennyiségre való bővítés és 52 000 m^3/h kapacitás biztosítja a fogyasztók igényeinek zavartalan kielégítését a 80-as évek végéig. *Jilek* [678] az egyenletes földgáztermelés és az egyenlőtlen fogyasztás különbségeinek kiegyenlítésére a földgáztárolás különböző felszíni és föld alatti módszereinek beruházási és üzemköltségeit hasonlítja össze.

Stepek [678] lengyelországi föld alatti tárolóknak sótömzsökben való kialakítását mutatja be francia,

NSZK- és skandináviai példák alapján. Gáztároló üregek bányászati és robbantásos bővítési eljárását *Merta* [680] foglalja össze. A gáztárolók kútjaiban a kapacitásnövelő módszerek hatékonyságát vizsgálják [681] szerzői. *Lobodicében* létesített föld alatti gáztároló berendezések belső korróziójával kapcsolatos ismereteket adják [682] szerzői. Az agresszív komponensek közé a CO_2, az O_2 és H_2S-gázokat, valamint a tárolási folyamat alatt keletkező zsírsavakat sorolják. A termeléskor magával vitt és leválasztott víz üzemi nyomás alatt 4,5—5 pH-s. A belső korrózió okozta üzemzavarok főleg a kút és a tisztítóberendezés között mutatkoznak. Legveszélyesebb a pontkorrózió, amelynek mélységi terjedése elérheti az 1 mm/év sebességet. *Gant* [683] a föld alatti tárolók kútjaiban beépítésre kerülő biztonsági szelepeket ismerteti. A föld alatti tárolók távvezeték-rendszerhez való kapcsolatát mutatja be [684].

Az NSZK-ban a 80-as években várható, hogy barnaszénből földgázt állítanak elő. A barnaszén elgázosítását atomreaktorok hőjével tervezik, és ezekhez 80 millió m^3 földgáztároló-kapacitást fejlesztenek ki [685]. Az NSZK finomítói számára kötelezően előírt 90 napos készlet tartalékolásához Westfaliában sóüregeket képeznek ki olajtárolásra. Összes szükséges térfogat 3 millió m^3 [686].

4.8. A tárolókőzet kezelése

A tároló termelékenységét befolyásoló tényezők fizikai-kémiai okainak feltárása és elhárításuk lehetőségeinek megismerése egyre fontosabb feladat. Széles körű laboratóriumi és kísérleti üzemi tapasztalatokról számolnak be, amit a tovább növekvő energiaigény és az emelkedő árak még indokoltabbá tettek. A rétegkárosítás megelőzéséről és megszüntetéséről Houstonban 1975 januárjában tartott szimpozionon *Maly* [687] részletesen rámutatott a rétegkárosítás okaira, továbbá arra, hogy a statisztikai adatok szerint a jelenlegi kitermelési technológiával az USA feltárt földtani kőolajkészletének 69%-a (44 milliárd m^3) a telepekben marad. Ennek a hatalmas kőolajmennyiségnek új eljárásokkal való kihozatala rendkívül fontos feladat. Ha lecsökkentjük a rétegkárosítás mértékét, akkor kedvezőbb feltételeket tudunk biztosítani a nagyobb kihozatal elérésére. A tárolókőzet valójában egy rendkívül finom természetes szűrőként viselkedik, és ennek eltömése a fúrási, lyukbefejezési, kútkiképzési műveletek, sőt a termelés során is sokféle módon bekövetkezhet. Mindez a műveletek sokkal gondosabb megtervezését, a tárolókőzet kezelését, repesztési és savazási műveleteket tesz szükségessé. *Records* [688] felhívta a figyelmet arra, hogy a fúrási műveletek során fellépő nyomások csökkentése (kisebb sűrűségű öblítőfolyadék alkalmazása és a dinamikus nyomáshullámzással járó műveletek ellenőrzése) jelentősen mérsékelheti a tárolókőzetek károsítását.

A károsítás mértékének megállapítására új módszereket és eszközöket ismertet *Simon* és *Derby* [689]. Ezek célja elsősorban a rendkívül tömött, mikrodarcy áteresztőképességű homokkőtárolók kőzetrepesztésénél alkalmazandó és a legkisebb károsítást okozó repesztőfolyadék kiválasztása. A lyukbefejezés okozta rétegkárosodás megállapításával foglalkozik *Prachner* [690] nagy áteresztőképességű, laza rétegek esetében. A rétegkárosodás lehetséges okait és mechanizmusát részletesen elemzi *Keelan* és *Koepf* [691]. A kőzetmagokon végzett vizsgálatokat alapvetőnek tartják a károsodás okának felderítésében és az elhárítás eredményes módszereinek kiválasztásánál. A vállalati szaktanácsadóknak a rétegkárosodás okainak felderítésében és elhárításában játszott egyre növekvő szerepéről számol be *Black* és *Rike* [692]. A vállalatok egyre kifizetődőbbnek tartják alkalmazásukat ezen problémák állandó figyelemmel kísérésére, továbbá a külső vállalatok által végzett serkentési munkák ellenőrzésére. A növekvő energiaárak mellett az igények kielégítésére *Cornett* [693] nagy potenciális lehetőséget lát a mikrodarcy áteresztőképességű tárolókőzetekből való szénhidrogén-termelésre. Véleménye szerint a — serkentési költségek növekedése ellenére — a nem túl távoli jövőben megfelelő serkentéssel és termelési technológiával az ilyen típusú tárolók adják majd a legnagyobb termelési lehetőséget.

4.8.1. Repesztés

A folyadékos kőzetrepesztés elméletének összefoglalása után *Coulter* [694] rámutat az új repesztőfolyadékok kialakítási szempontjaira, és kitér a repesztési eljárások fejlődésére. A jelenleg alkalmazott folyadékos kőzetrepesztési technika jellemzője a sokkal viszkózusabb folyadékok alkalmazása, amely sok képződményben sikeres kőzetrepesztési műveletet tett lehetővé.

Az ERDA az USA energiakutatási és fejlesztési szervezete széles körű kutatást folytat a kőzetrepesztési műveletek tökéletesítésére. A kutatások célkitűzése egyrészt új eljárások kidolgozása a gáz kinyerésére a tömött és a jelenleg ismert eljárásokkal gazdaságosan nem művelhető tárolókőzetekből, másrészt ezen eljárások gyakorlati kipróbálása és elterjesztése. Az ERDA egyik központjának kutatásai a tárolófolyadékok természetes vagy mesterséges repedés-, illetve hasadékrendszereken át való jobb kitermelésére, a habbal való kőzetrepesztésre és a repesztett kutak termelésalakulásának vizsgálatára, továbbá a repesztési műveletek költségének vizsgálatára irányulnak *Komar* [695] munkája szerint. A másik kutatási központ az USA nyugati területén található, rossz áteresztőképességű és a jelenlegi módszerekkel gazdaságosan nem művelhető tárolókőzetek repesztési lehetőségeivel, elsősorban a nagyméretű, masszív kőzetrepesztés (MHF), továbbá a nukleáris és a robbantásos kőzetrepesztés lehetőségeivel foglalkozik. Az ERDA kőzetrepesztéssel kapcsolatos témái: 1. Hidraulikus kőzetrepesztés (új repesztő fluidumok: folyékony CO_2 és alkohol, továbbá nagy mennyiségű repesztőfolyadék alkalmazása); 2. A beáramlási felület növelése a tárolókőzet ferde fúrásokkal való harántolásával, valamint többszörös kőzet-

repesztés útján;. 3. Kőzetrepesztési módszerek kidolgozása több függőleges irányú hasadék létrehozására a lecsökkent hozamú olajkutakban (Dynafrac), továbbá a robbantásos kőzetrepesztés a hasadékba benyomott folyékony robbanóanyag elrobbantásával; a hasadék méretnövelésének és a hasadék irányíthatóságának kutatása.

A kőzet felrepesztéséhez szükséges nyomást és a képződött hasadék irányát vizsgálta laboratóriumi körülmények között *Medlin* és *Masse* [696]. A kőzetek elasztikus viselkedésére elméletet dolgoztak ki, amelyet triaxiális cellában kőzetmagokon végzett kőzetrepesztési kísérletekkel ellenőriztek. A különböző tér- és pórusnyomáson változó terheléssel végrehajtott mérések a nem behatoló folyadékokkal végzett repesztés esetén bizonyos térnyomáshatárokig igazolták az elméletet. Behatoló folyadékok esetén az eredmények csak részben egyeztek meg az elméletileg várható értékekkel. Nem hidrosztatikus térnyomás esetén a kísérletek az elméletet nem igazolták. *Advani* és társai [697] analitikai és kísérleti szimulációval vizsgálták a hidraulikus kőzetrepesztés során fellépő feszültségeloszlást, valamint a kritikus repesztési nyomást és a repesztési irányt. *Smith* és társai [698] a coloradói Wattenberg-mezőn végzett kísérletekkel és felszíni mérésekkel határozták meg a hasadékok irányát, amelyek a magokon meghatározott szilárdsági anizotrópiák irányával jó egyezést mutattak. Két kőzet repeszthetőségének összehasonlítására *Daneshy* [699] koncentrikus kőzetmaggyűrűkön végrehajtott vizsgálatot javasol, [700]-ban pedig kísérletileg vizsgálta a hasadék terjedését rétegzett homokkőben és mészkőben, megállapítva, hogy a repesztőfolyadék csökkenő nyomásával a hasadék terjedése csökken a kőzetben. A repesztőfolyadék nyomásának növekedését a kőzetben levő áramlási gátak okozzák.

A repesztőfolyadékok kiszűrődésének statikus és dinamikus körülmények közötti különbségét vizsgálva *Sinha* [701] két dinamikus szűrődésvizsgáló készülékkel végzett kísérletek eredményei alapján megállapítja, hogy a porózus kőzetben a szűrődést elsősorban a kőzet pórusszerkezetének tömítőhatása befolyásolja, ezért a szűrődés gátló adalék szemcseösszetételének döntő befolyása van. Vegyszeres kezelésű természetes gumiszármazékot alkalmazott tiszta repesztőfolyadékként *Githens* és *Burnham* [702]. Ennek maradéka mindössze 2—3%, ugyanakkor kis koncentráció mellett is nagy viszkozitást eredményez, és sóra alig érzékeny. Súrlódási vesztesége turbulens áramlása mellett is kicsi, hőstabilitása pedig kedvezőbb, mint a többi poliszacharidé. A réteget nem károsító vízközegű hidratált karboxi-metil-cellulózzal térhálósított kis vízleadású, kedvező áramlási jellemzőkkel rendelkező repesztőfolyadékokról és ezek üzemi alkalmazásáról számol be *Hannah* és *Baker* [703]. *Stout* és *Peters* [704] cirkóniumsókkal adalékolt repesztőfolyadéknak az agyagtartalmú tárolókőzetek károsításának elkerülésére való sikeres alkalmazásáról számol be. A cirkónium hidrolizált fémionjainak pozitív töltése biztosítja az agyagszemcsék stabilizálását. A nem cirkóniumsó-adalékos repesztőfolyadékkal régebben repesztett és lecsökkent hozamú kutak újrarepesztéssel elért eredményeiről ad összefoglalást *Greene* [705].

A savazásos kőzetrepesztés szempontjából fontos laboratóriumi kísérleteket ismertet *Frederickson* és *Broaddus* [706], amelyek során megállapították, hogy egymással teljesen elegyedő folyadék a hasadékban elkülönítetten áramoltatható a folyadékok sűrűségének és viszkozitásának megfelelő megválasztásával. Erősen repedezett tárolókőzetben alkalmazott új repesztési módszerről számol be *Hannah* [707]. A művelet során szakaszosan nagy viszkozitású vizes gélt sajtoltak be a kis mélységben fekvő Mississippi-tárolókőzetbe. A két besajtolási szakasz közötti időben a hasadékban levő folyadék elkocsonyásodik, és folyási határa annyira megnő, hogy a következő besajtolási ütemben benyomott folyadékot a hasadékból eltéríti, ezáltal felfelé és oldalirányban további új repedések jönnek létre a már megnyitott repedés továbbterjedése helyett. Homokkőből és konglomerátumból álló 2000—2300 méter mélységben települt gáztároló összletben három kútban, mintegy 500 m-es repesztési sugárra tervezett masszív hidraulikus repesztési kísérletről számol be [708]. Több összenyitott, eltérő repesztési nyomású réteg repesztési technológiájáról számol be *Henry* [709]. Ismerteti a szelektív kőzetrepesztési eljárás lehetőségeit: a repesztési bomba, a differenciális repesztési nyomás, a tömítő gumigolyós és a béléscsődugóval való elválasztás módszereit és a Spraberry-mezőben repesztőbomba-módszerrel végzett művelet végrehajtását. A szelektív kőzetrepesztést megelőző előkezelésre alkalmas, közrefogó pakkerrel kombinált besajtolóeszközt mutat be *Ripley* és *Young* [710].

A kőzetrepesztési művelet során létrejövő hasadék vezetőképessége a termelés szempontjából az egyik legfontosabb kérdés, ezért a kitámasztás megfelelő módja az eredményességre rendkívül fontos *Jennings* és *Lord* [711] szerint. Nagy összezáródási nyomás esetén a homok és üveggyöngy keverékének alkalmazását tartják előnyösnek. A kis áteresztőképességű tömött gáztároló rétegek repesztésének problémáival foglalkozik *Slusser* és *Rieckmann* [712], továbbá *Cornett* [693]. Az ilyen típusú tárolókőzetekre legmegfelelőbb a masszív kőzetrepesztési eljárás, melynek során a vastag tárolórétegbe több ütemben, több ezer m^3 folyadékot és több száz tonna kitámasztóanyagot nyomnak be. Az eddigi eredményekről kőzetmechanikai szempontból ad értékelést *Simonson* és *Abou Sayed* [713]. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a repedés képződésére és terjedésére a kőzet rugalmas tulajdonságainak, eredeti feszültségének és a nyomásgradiensnek egyaránt nagy befolyása van. A masszív hidraulikus kőzetrepesztés modellezésére kifejlesztett elektromospotenciál-gradiens módszert ismertetik *Bartel* és szerzőtársai [714]. Mintegy 1000 kőzetrepesztési művelet statisztikus kiértékelését és a repesztési módszereket ismerteti a Hadüzsenneft vállalat területén *Kuznecov* és *Mikerin* [715]. Vékony széntelepek szénelgázosítási műveleteinek tervezésével kapcsolatos hidraulikus kőzetrepesztés előkészítésével foglalkozik *Warren* és *Hayatdavoudi* [716]. A vizsgált repesztési modellben feltételezték, hogy a széntelep mint elasztikus közeg három különböző főfeszültséggel leírható. Módszerükkel a föld alatti szénelgázosítás tervezésénél a kutak eloszlása meghatározható. Új-Mexikó északi részén 200 °C talpi hőmérsékletű gránitba lemélyített két 3000 m mélységű fúrásról számolnak be *Murphy* és szerzőtársai [717]. A fúrások talpán hidraulikusan létrehozott mintegy 90 m sugarú repesztéssel a két fúrás között összeköttetést akarnak létesíteni, majd a víz körforga-

tásával geotermikus energiát akarnak kinyerni. A talpi hőmérséklet, a gránit hővezető képessége és a repedés sugara alkalmasnak látszik arra, hogy a hőkinyerés megoldható legyen. *Raghavan* és *Hadinoto* [718] a repesztéses kút nyomáselemzését mutatja be állandó nyomású külső határ mellett egy kísérleti ötpontos rendszerben.

Az utóbbi években a gázigény növekedésének és a gázárak emelkedésének hatására az USA-ban megnövekedett a 3300—5500 m mélységben, 127—147 °C telephőmérsékleten végrehajtott repesztési műveletek száma. Azt tapasztalták, hogy a repedések kitámasztása a hagyományos anyagok (kvarchomok, üveggyöngy, acél- vagy alumínium golyók, dióhéj) ilyen körülmények között nem alkalmasak. Az üveggyöngyök elveszítik szilárdságukat, a fémek pedig drágák és nem korrózióállóak. Kedvezőtlen tulajdonságuk miatt az alakváltoztató kitámasztó anyagok használata az utóbbi években erősen visszaesett. Az üzemi kísérletek során minden tekintetben megfelelőnek találták a több évi kutatómunkával előállított zsugorított (sintered) bauxitot. Erről a nagy szilárdságú anyagról, az üzemi tapasztalatokról és várhatóan széles körű alkalmazásáról számol be *Cooke* [719]. A masszív hidraulikus rétegrepesztés eredményeinek vizsgálatával, a repesztésre alkalmas rétegek kiválasztásának és a reális kőzetfizikai jellemzők meghatározásának problémáival foglalkozik *Randolph* [720] egy wyomingi soktelepes tömött tárolókőzetből álló nagy gázmezőben több kútban végrehajtott művelet alapján.

Az Ekofisk-mező nagy porozitású és kis áteresztőképességű (10—12 mD) karbonátos tárolókőzeteinek savas repesztési és savazási műveleteiről számolnak be *Mancillas* és szerzőtársai [721]. 32 kúton végrehajtott sikeres savas repesztés eredményeképpen a kutak termelőképessége megközelítette az elméletileg lehetséges értéket. A szerzők ismertetik a tengeri fúrásoknál rendelkezésre álló kis munkaterületre tervezett és jól bevált hordozható keverőberendezést is. A termelőkutak folyadékos repesztésre való kiválasztásánál alkalmazott *Bayes*-féle statisztikai elemzés módszerét ismerteti a [722] cikk. Elsősorban kis áteresztőképességű gáztároló kőzetekből termelő kutak hozamának növelésére az USA-ban 1973 óta több mint 400 kutat repesztettek meg stabil habbal mint kőzetrepesztő folyadékkal [723]. *Bullen* és *Bratrud* ezt a rétegserkentési eljárást sikeresnek tartja Kanadában 150 kútban végzett kőzetrepesztések alapján [724]. A stabil habbal való kőzetrepesztés előnye, hogy kedvezőek a hab áramlási tulajdonságai, kicsi a kiszűrődése, jó a homokhordozó képessége és nem okoz rétegkárosodást. A műveletek végzésére [725] számítógépes tervezési eljárást közöl. A stabil hab komokhordozó képességének növelésére alkalmas eljárást ismerteti [726]. A gélesített vízben szuszpendált homok a homokkeverőből közvetlenül a nagynyomású szivattyúba kerül visszakeringtetés nélkül.

4.8.2. Robbantás

A vegyszeres robbantással végzett kőzetrepesztési műveleteknél alkalmazott új eszközökről és a kútkiválasztás szempontjait ismerteti *Hill* és *Daggett* [727]. Homokkőben 400—430 m mélységben két kúton végzett művelet alapján ismertetik a robbanófolyadék elhelyezését és a robbantás módját. A robbanóanyagot a repedésekbe préselik be, majd késleltetetten robbantanak a fojtás elkészítése és a kút lezárása után. A repedésekben levő anyag robbantása a repedések méretét és kiterjedését megnöveli. A repedések szélességének növekedése 20-szoros is lehet, kiterjedésük azonban csak kisebb mértékben növekszik. A robbantásos kőzetrepesztésekkel kapcsolatosan az ERDA laboratóriumi és üzemi kísérletei azt mutatták, hogy az eredeti repedés mélységét a vegyszeres robbantásos kőzetrepesztés nem növeli meg eléggé ahhoz, hogy jelentősen javuljon a kúthozam. A vegyszeres robbantásos repesztési művelet nem hatékony a kis áteresztőképességű tárolókőzetekben, alkalmasabb a 10—100 mD, még inkább a 10—25 mD átlagos áteresztőképességű tárolókutakban. Az ERDA sikertelen robbantási kísérleteiről tájékoztat [728]. Az USA különböző részein gáztartalmú tömött homokkövekben és mészkövekben végrehajtott vegyszeres robbantási műveletek nagyrészt nem hozták meg a kívánt eredményt. Ezekben a tárolókban a továbbiakban a rétegek masszív repesztését tartják célravezetőnek. Az ERDA a berendezések radioaktív szennyeződése miatt Coloradóban két helyen is felfüggesztette 30, illetve 43 kilotonna erejű nukleáris robbantási kísérletét a gázhozam növelésére [729]. Kis mélységű, alacsony termelőképességű, nehéz kőolajat tartalmazó tárolókra kifejlesztett robbantásos és oldószeres technológiáról számolnak be *Heath* és társai [730]. A kémiai robbantással létrehozott járatokba ismételten oldószert nyomtak be, ami a nehézolaj mozgékonyságát fokozta. A kísérlet során az ötpontos mezőbeli rendszerben mintegy 27%-kal növelték a hozamot és a kihozatalt.

4.8.3. Savazás

A homokkősavazás hatását befolyásoló tényezőket vizsgálták *Cidley* és társai [731] 222 olaj- és gázkút rétegkezelésének statisztikai elemzésével. A hatékonyság szempontjából legfontosabb tényezőnek a sósav-fluorsav keverék mennyiségét és a kezelés nyomását találták. A Gulf Coast területén a perforált szakaszokba lábanként 0,4—0,75 m^3 2—3% HF és 12—13% HCl savkeveréknek a repesztési nyomásnál kisebb nyomáson történő benyomása bizonyult a leghatékonyabbnak nemcsak a rövid, hanem a 3—6 m hosszúságú kezelt szakaszok esetén is. Érdekes, hogy a porozitás és a permeabilitás ezeknél csak kismértékben befolyásolta az eredményt. A mosófolyadékhoz adott felületaktív anyagok nem növelték az olajhozamot, viszont csökkentették a vízbeáramlást.

Matematikai modellt állítottak fel a savazással elérhető áteresztőképesség-növekedés előrejelzésére *Fogler* és szerzőtársai [732] az áramlási sebesség és a savkoncentráció függvényében a sósav-fluorsav keverék reakciósebességét és a sav mozgását figyelembe véve. A modell alapján a tárolókőzet porozitásának, továbbá polarizációs mikroszkóppal és röntgenvizsgálattal meghatározott ásványos összetételének ismeretében a homokkövek savazással szembeni viselkedését előre jelezhetőnek tartják. Karbonátos tárolókőzetekben a savazástól vagy a savazásos kőzetrepesztéstől várható termelésnövekedés előrejelzésének számítási

módszerével foglalkozik *Novotny* [733]. A repedés vezetőképességének számításánál a savkoncentrációból kiindulva veszi figyelembe a kioldott kőzet mennyiségét a repedés felületére vonatkoztatva, továbbá felhasználja a zárófeszültség értékét és a kőzet szilárdságát. Az előrejelzési módszer 31 elvégzett savazás eredményével jó egyezést mutatott. Laboratóriumi vizsgálatok és üzemi tapasztalatok azt mutatták [734], hogy a kútba nyomott nem keveredő folyadékok fajsúly szerinti elkülönülése erősen befolyásolja a besajtolási profilt. Ez a kút geometriájától, a tárolókőzet jellemzőitől, a kezelőfolyadék tulajdonságaitól és a benyomott mennyiségtől függ. A fajsúly szerinti elkülönülés szerepe különösen akkor fontos, ha nem nagyok a benyomott mennyiségek.

A savazási műveletek különböző tárolókőzetekben való alkalmazhatóságával foglalkozik elemző munkájában [735], míg *Coulter* szerzőtársaival [736] karbonátos kőzetekben alkalmazható mély behatolású savas repesztési műveletet ismertet. A kőzet finom repedéseibe történő kiszűrődés megakadályozására a finom (100 mesh) homokot hordó viszkózus, nem reagáló folyadékot és a savat váltakozóan nyomják be a tárolókőzetbe. Azt tapasztalták, hogy az ilyen módon végzett műveleteknél a számított és a mért eredmények a szokásosnál közelebb voltak egymáshoz a sav kiszűrődésének megakadályozása miatt. Az elektronmikroszkópos vizsgálatok és a savazási művelet nyomásának alakulása is a művelet hatékonyságát mutatták.

Vízelárasztásos műveléssel kapcsolatban négy vízbesajtoló kút szelektív savazásának eredményét elemezve *Ellenberger* és *Aseltine* [737] megállapították, hogy egyenletes elárasztási profil akkor érhető el, ha a kedvezőtlen besajtolású szakaszoktól haladunk a jobb áteresztőképességűek felé. A szelektív savazáshoz kis gyantatartalmú természetes gumi — mint eltérítő gél — alkalmazását javasolja *Dill* [738]. Az eltérítő géleket viszkózus vivőfolyadékkal juttatják be a kútba a kezelőfolyadék benyomása közötti szakaszokban. Az eltérítő gél annál megfelelőbb, minél kisebb áteresztőképességű szilárd gátat lehet vele létrehozni átmeneti időre, és amely a hatásidő lejárta után minimális áteresztőképesség-csökkenést okoz. A súrlódás csökkentésére *Sutton* [739] a savazásos műveletekhez folyadék formájában alkalmazott és a gyakorlatban is megfelelőnek talált szintetikus polimert ismerteti, amelynek alkalmazásával a benyomott mennyiség kisebb hidraulikus teljesítmény mellett is növelhető. Koncentrált kénsavval végzett savazási műveletet ismertet [740], amely a romaskinói mezőben 13,5% olajhozam-növekedést és víztermelés-csökkenést eredményezett. Karbonátos tárolókőzetekben végzett 150 savazásos műveletet elemez [741]; a volgográdi területen a savazáshoz adalékként használt szintetikus zsírsavak hatását [742] ismerteti. Laza, gyengén konszolidált kaliforniai olajtároló kőzet sikeres tisztítósavazását ismerteti *Rogers* [743]. Szívásos és öblítéses savas oldószeres kezeléssel a kőzetanyaggal és aszfalténekkel teljesen eltömődött áramlási járatokat tisztítottak meg.

Az északi-tengeri kutatófúrásoknál alkalmazott kombinált vizsgálati és serkentési módszerről számol be *Crockett* és *Cooper* [744]. Olyan műveleti eljárást dolgoztak ki, amely lehetővé teszi a rétegtartalom megismerését, valamint a beáramlásvizsgálat elvégzését és értékelését, majd a savazást és eredmények ellenőrzését a szerszámnak a lyukból való eltávolítása nélkül. A fáciesvizsgálatok és serkentési munkálatok eredményeiről számol be [745] az St. Ulrich-Hauskirchen telep flis formációjára vonatkozóan. A homokkő, márga, agyagmárga felépítésű tárolóban 1953 óta alkalmazzák sikerrel a vízelárasztásos olajtermelést. A márga és a pala helyenként repedezett 1% körüli másodlagos porozitással, míg a nem repedezett meszes homokkő átlagporozitása 7%, permeabilitása 1 mD. A telep víztelítettsége a változó permeabilitástól függően 35—60%. Laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján rétegsavazással növelik a vízbenyomó kutak leromlott áteresztőképességét. Föld alatti gáztárolók kútjainak savas serkentéséről és gazdasági eredményeiről számolnak be a [746] szerzői a scselkovói tárolóra vonatkozóan, és megállapítják, hogy a talpi kezelés hatására a kutak termelőképessége 30%-kal növekedett. *Makszimov* és *Filinov* [747] a felületaktív anyagok hatékonyságának kvantitatív meghatározásával foglalkozik a föld alatti gáztárolók üzemeltetésével kapcsolatban. Finomszemű karbonátos kőzetek stabil savas emulzióval történő kezelésének laboratóriumi és üzemi eredményeiről számol be *Miscsenkov* [748]. Az alkalmazás során 10 kezelt kútból 7 kútban hozamnövekedést, 2 kútban elvizesedést, 1 kútban pedig elgázosodást tapasztaltak. Az eredményes kutakban a hozamnövekedés 2,1-szerese volt a hagyományos savazásénak. *Ugolev* és társa [749] savban oldott felületaktív anyagok (savhabok) és a karbonátos porózus közeg kölcsönhatásának dinamikus feltételek melletti laboratóriumi vizsgálatait ismerteti.

Vüzsigin és társai [750] arról számolnak be, hogy sósavas kezelés hatására a karbonátos kőzetekben 2—10-szeres kőolajhozam-növekedés érhető el, de az egymást követő savazások hatékonysága egyre csökken. A mezőbeli kísérleteknél 10 kezelt kútból csak 3 kútban tapasztaltak hozamtöbbletet, de ezt is csak az ötödik kezelés után. A savazás hatására azonban a megnyitott csatornákon keresztül az elvizesedés üteme is fokozódott. *Thomas* és társai [751] a rétegkárosodás jellegének és a megszüntetésükre használt kémiai oldószerek hatásának vizsgálatánál alkalmazott scanning elektronmikroszkópos (SEM) és röntgendiffrakciós módszereket ismertetik. A kőzetmagok ugyanazon részét vizsgálták a különböző vegyszeres kezelések előtt és után, így jól láthatóvá vált az agyagrészecskék és a kőzetváz kapcsolatának a változása a kezelést követően. Csillámot tartalmazó lazább kötésű homokkövek pórusainak eltömődése, a permeabilitás lassú, de jelentős mértékű lecsökkenése figyelhető meg *Reed* [752] szerint akkor is, ha a benyomott édesvizet előzőleg sózzák. Vizsgálatai alapján úgy találja, hogy ennek oka a káliumnak a kioldódása, amit a csillám duzzadása és szétesése követ. A részecskék elvándorolnak a folyadékmozgás hatására, és a kőzet pórusaiban áramlási gátakat hoznak létre. A benyomott sós vízhez adott kálium és a víz $CaCO_2$-tal való telítése elkerülhetővé teszi a rétegkárosodást.

4.8.4. Homokellenőrzés

A trinidadi tengeri Teak-mezőn antiklinális szerkezeten 1400—3000 m mélység között 14 pliocén és miocén korú homok, márgás homok- és homokkőtároló-

ból termelnek olajat. A felső 8 szint konszolidálatlan, és homokszabályozást tesz szükségessé [753]. Ezek a homokok a világon előforduló legfinomabb szemcséjű homokok közé tartoznak. A finom szemcsék 10—29%-a átmegy a 0,0017″-es szűrőnyíláson, amely a szabvány szitasorozat legkisebb szűrőnagysága. A homokmintát gumihüvellyel veszik. Az így vett mintákat tartják a legjobbaknak az eloszlás vizsgálatához. 3 $^1/_2$ évnél hosszabb időtartamú kísérletsorozat volt, hogy olyan termelést tudjanak fenntartani, amelynél a homokbeáramlás nyomnyi mennyiségben jelentkezik, közben a kutak termelését 800—900 m³/nap szinten tartják. 28 kútban 50 homokszabályozási művelet teljesítményét vizsgálták meg. Több javítást és tökéletesítést végeztek, amelyek a termelőkapacitás lényeges növelését eredményezték. A tapasztalatok alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A csövezetlen, vagyis nyitott lyukban a kavicstöltetek eredményezték a legnagyobb termelőképességet és a legkisebb homokbeáramlást az összes alkalmazott eljárások közül.
2. A csövezett lyukban a kavicstömedékelésnél a kutat eltömedékelni kellett, annak megakadályozására, hogy a homok el ne zárja a perforációkat és behatoljon a gyűrűs térbeli kavicstöltetbe.
3. A 0,020″ szitacsokor nagyságú egyrétegű feltekert szűrővel használt 0,040—0,060 hüvelyk nagyságú szögletes kavicsot találták az optimális kombinációnak.
4. A nem tömörített háromrétegű szűrők nem adtak kielégítő eredményt.
5. A homokszabályozási műveleteknél használt folyadékoknak teljesen szilárdanyag-mentesnek és mind a rétegfolyadékokkal, mind a tárolókőzettel kompatibilisnak kell lenniük.
6. A perforációkat ki kell mosni annak biztosítására, hogy mind nyitva legyenek.
7. A víztermelés a kutakban homokproblémát okozott, vagy súlyosbította azokat.

Az alkalmazott homokszabályozási eljárás a 8 laza homokrétegből 8 millió t olajtermelést eredményezett.

Linwood Durret és társai [754] a Gulf Coast körzet olajkútjainál homokosodás okozta problémát és annak gazdasági kihatását tárgyalják, ami évente 10—15 millió $ kiadást jelent. Az Amoco Production Co. homokszabályozási bizottságot hívott létre, amely áttekintette és értékelte az eddig alkalmazott eljárásokat, és hosszú távú kutatási programot készített. A homokbeáramlás előrejelzésére módszert dolgozott ki, és a fúrás, kútbefejezés, a kőzetlazulás megelőzésére rendszabályokat. Az eddigi eredmény a kavicstömedékelés új technikája és folyadékhordozó közeg kidolgozása, azonban még a kavicstöltet stabilizálását meg kell oldani, ugyancsak tökéletesítésre szorulnak a tárolókőzet-megkötési módszerek.

A rezervoármérnökök egyre növekvő szerepet töltenek be a termelővállalatoknál. A tárolók termelőképessége leromlásának fő okait és megelőzésének lehetőségeit vizsgálják [755] szerzői. A szakértőket általában a központban foglalkoztatják, és szervezetileg is megoldották a döntések meghozatalában érvényesülő szerepüket. A megfelelő elméleti tudással és gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező szakértő csoport működését nagyon fontosnak tartják.

A rétegkárosodás kevésbé ismert okait elemzi a [756]. Megállapítja, hogy az USA kőolajtelepeiben összességében 31% a kihozatal, amelyet jelentős mértékben a fúrási és termelési műveletek során tudatlanul elkövetett rétegkárosodás okoz. Egy átlagos felépítésű homokkő négyzethüvelyknyi felületén csak 3000 kilépő nyílást figyeltek meg, amely azt mutatja, hogy a réteg viszonylag nagymértékű károsodása is lehet látszólag tünetmentes. Minden tárolóréteg valójában egy bonyolult felépítésű természetes szűrő, ezért nagy gondot kell fordítani a termelésbe állítás módjára, továbbá a műveleteknél alkalmazott anyagok és folyadékok kompatibilitása előzetes laboratóriumi ellenőrzésére, hogy a látszólag kis nemtörődömségből összegeződő károsodásokat elkerülhessük.

A részlegesen vagy teljesen átharántolt nagy permeabilitású, nem konszolidált rétegek termelésre való kiképzésének és a rétegkárosodás csökkentésének módszereivel foglalkozik [757]. A megoldás kulcsát a szilárdanyag-mentes invert iszap alkalmazásában látja. A homokosodás megelőzésére a kavicságyas és epoxigyantás megkötés tapasztalatait elemzi gyakorlati példákkal.

Holman [758] a laza finom homokra kidolgozott termelési — homokbeáramlás-szabályozási technológiát értékeli. A nagy kapacitású laza sziltes homokokkal alkalmazott szabályozási eljárások laboratóriumi vizsgálatánál fúrólyuk-szimulációt használtak a kútkiképzések modellezésére. Egyéb eredmények között megállapították, hogy az optimális homokszabályozási rendszer a nyitott, csövezetlen lyukban alkalmazott kavicstöltet, vagy a háromrétegű rácsavarható szűrő. Kavicstörmelékes perforált béléscsöves kútkiképzésnél mindegyik perforációt teljesen ki kell tölteni kaviccsal, hogy megakadályozzák a homok mozgását, a kavicsot a helyén megtartsák, és a nagy termelékenység fennmaradjon. Teljes homokmentes üzem azonban nem volt elérhető. A homokbeáramlás minimális szinten tartása csak kavicstömedékelés mellett volt lehetséges, egyébként nagyfokú volt a szűrőnek és az egyéb berendezéseknek az eróziója, továbbá a kút termelése nagymértékben lecsökkent. A kavicsberakással kapcsolatos műveletek megtervezésének és gondos elvégzésének fontosságát elemzi a kút termelékenységének elérése és fenntartása szempontjából [759]. A tervezés és kivitelezés főbb szempontjait tárgyalják, a több rétegre kiterjedő kavicsberakásos kútkiképzés alkalmazását mutatják be a nagy ferdeségű kutakban, továbbá a Kaliforniában kidolgozott és tökéletesített szűrőkavics-berakás módszerét ismertetik a [760] szerzői. *Guszejnov* és szerzőtársai [761] a szitás homokszűrők alkalmazásának tapasztalait foglalják össze.

Knapp és társai [762] az epoxigyantás vízbázisú emulzióval bevont kavics perforációkon való rétegbe sajtolásával hoznak létre a kút körül konszolidált gyűrűt, amely a homokbeáramlást megakadályozza. Az eljárás laboratóriumi kísérletezése mellett bemutatják az üzemi eredményeket és értékelik a tapasztalatokat.

Thomas és *Johnson* [763] az epoxigyantával megszilárdított rétegszakaszok termelőkapacitásának növelésével foglalkozik. A megszilárdított tárolókőzet szilárdsági viszonyainak megfelelő mértékű és típusú perforáció hatására a kút termelékenysége nő.

Gutman és társai [764] az olajkutak termelvényének homoktalanítására szolgáló hidrociklonos berendezés számítási módszerét ismertetik. *Csubanov* és társai [765]

mélyszivattyús kutakban a homokbeáramlás révén létrejött homokdugók hatását, *Aliev* és társai [766] pedig az ilyen körülmények között üzemelő mélyszivattyúk élettartamát vizsgálják.

4.8.5. Lerakódások és korrózióvédelem

Dubiel és *Chrzaszcz* [767, 768] a porózus-repedezett tárolókban végbemenő kalciumkarbonát-kicsapódás feltételeit és a kalciumszulfát-lerakódás előrejelzési módszerét ismerteti.

Vescserezov és társai [769] a báriumsó-lerakódás keletkezéseinek okait kutatják a dimitrievi mező C_{IV} rétegének termelése folyamán. *Csisztovszkij* [770] a stroncium- és bárium-szulfát kiválási lehetőségeit értékeli az olajtelepek édesvízzel végzett elárasztáskor. *Dütjuk* és társai [771] az alacsony hőmérsékletű kutakban a gipszkiválás megakadályozása céljából ammofoszt adagol be, *Efimova* és társai [772] pedig nátrium-tripolifoszfáttal kísérleteznek a jakusi mezőn.

Vetter [773] az olajtelepekben a képződő kémiai üledékek elleni küzdelemről nyújt értékelő áttekintést, továbbá [774] a kémiai lerakódások kezelhetőségének problémáját elemzi, mértékének előrejelzésével foglalkozik, és inhibitorokkal való eltávolításra ad útmutatást. Három különböző típusú és méretű vízkövesedést vizsgál. Az inhibitorok alkalmazásával keletkezett emulziók megbontási, illetve megelőzési nehézségeit taglalva megállapítja a további kutatások irányát.

Sutton [775] vizes rendszerek alkalmazását a lerakódott paraffinok eltávolítására ajánlja. E módszer feltételeit és kísérleti eredményeit adja. *Maly* szerint a legapróbb részletek gondos figyelése döntő fontosságú a rétegkárosodás, az áteresztőképesség-csökkenés minimálisra való szorításában [776]. A rétegkárosodás megelőzésével és az ehhez megfelelő fúrófolyadék kiválasztásával foglalkozik a lerakódások, a kiülepedések és a beszűrődések elkerülése céljából a [777] és [778] tanulmány szerzője. *Malickij* [779] a termelőkutakban a paraffinkiválás helyének előrejelzésére ajánl módszert. *Kuliev* és szerzőtársai a paraffinlerakódás megelőzése céljából olajban oldódó dialkildiamid-ditiofoszfátokat adagoltak a kutakba [780]. *Leu* [781] a kőolajipari biológiai korróziót okozó mikroorganizmusok elektronmikroszkópos vizsgálatát ismerteti. *Bajkov* és társai [782] a felületaktív anyagos elárasztásos művelésnél vizsgálják a termelőberendezésekben fellépő korróziósebességet. *Gonik* [783] az olajipari termelőberendezések korróziójának és a korrózió megelőzésének módjait ismerteti könyvében.

A [784] cikk a dél-floridai olajbányászati műveletek áttekintése során a szén-dioxid és kén-hidrogén okozta belső korrózióról és a szulfátredukáló baktériumok okozta külső korrózióról ad ismertetést. *Mamantov* és *Panjusin* [785] a szénsavkorróziót gátló inhibitorokkal, *Gonik* és társai [786] a kolloid típusú inhibitorokkal, amelyek a fémen védőfilmet hoznak létre, foglalkoznak. Vizsgálják a védőfilm kialakulási viszonyait és szerkezetét. *Arakelova* [787] a korróziós inhibitorok alkalmazásával szerzett tapasztalatokat foglalja össze. *Mutti* és *Atwood* [788] a gázliftes kutak korrózió jának csökkentését a segédgázáramba folyamatos inhibitor adagolásával éri el. *Frank* [789] a mélyszivattyús kutak korróziós problémáival foglalkozik. A [790] cikk a csekély széntartalmú acéloknak agresszív közegben végbemenő korróziós folyamatát csökkentő 5 inhibitor előnyeit vázolja a tyumeni körzet kútjaiban végzett vizsgálatok alapján. *Bross* és *Burgbacher* [791] a mélyvízi konstrukciók korrózióvédelmébe ad betekintést.

Weeter [792] szerint a gáztermelő kutaknál jelentős megtakarítás érhető el a katódos korrózióvédelem megfelelő megtervezésével és jobb konstrukció kialakításával. A mély, kénes gázt termelő kutakban használt ötvözetek korrózióvizsgálatát végzik a [793] szerzői. Az ilyen kutak befejezéséhez célszerűbb olyan anyagokat használni, amelyeknek sajátos tulajdonságuk a korrózióttűrés, mint arra törekedni, hogy vegyi korróziógátló eljárásokkal védjük meg az acélötvözeteket. Különböző anyagokon végzett próbákból kitűnt, hogy mindazok az ötvözetek, amelyek nagy mennyiségben tartalmaznak nikkelt, kobaltot, krómot és molibdént, kivételesen nagymértékben korrózióállóak kénes környezetben. Sikerült nekik egy olyan csőanyagcsaládot azonosítani, amely nagy fokban ötvözött, ausztenites, rozsdamentes acél, és közömbösnek bizonyult. A vegyileg közömbös ötvözetek akkor is megtartották kivételes korrózióálló tulajdonságaikat, ha szilárdságukat megnövelték. *Heacox* és *Storup* [794] a kénes gázt termelő mély kutakban használt béléscső és termelőcső gyártásához az anyagminőség megválasztásával foglalkozik.

4.8.6. A termelékenységvizsgálat eszközei

Az alkalmazott rétegvizsgálati módszereket és mérési eszközöket a hatékonyság szempontjából az alábbi szempontok szerint elemzi a szerző [795]:

1. a rétegmegnyitás és a geofizikai mérések minőségének javítása;
2. a vizsgálóeszközök és a technika tökéletesítése;
3. új mérőeszközök, technológiák, illetve módszerek kifejlesztése;
4. a mérési eszközök jobb minőségű ellátása.

A tengeri fúróberendezések igen drágák és a bérletköltségük magas, azért a rétegvizsgálatok idejének lerövidítése elsőrendű szempont. A rétegvizsgáló eszközöknek, ennek megfelelően, olyanoknak kell lenniük, hogy a vizsgálatokat és rétegkezeléseket kiépítés nélkül tudják elvégezni. A vizsgálóeszköz mintavevővel van kapcsolva. Ez információt nyújt nemcsak a rétegfluidum összetevőire, hanem a homokbeáramlásra is. A [796] szerzői a rétegvizsgáló eszközt mutatják be, és több rétegvizsgálatnál való felhasználását, a vizsgálat interpretálását a *McKinley*-módszer alkalmazásával ismertetik. A rétegvizsgáló eszközt beáramlásnövelő savazáshoz is alkalmazzák.

Modulrendszerű számítógépes számítással tervezik meg a kút kiképzését és optimális vizsgálatát [797]. A nagymélységű és tengeri olaj- és gázkutaknál akusztikus ellenőrző rendszerrel ellátott és felülről vezérelt biztonsági kútszelepet alkalmaznak [798]. A permafrost alatti kútkezelések során külön figyelemmel kell lenni a termelőcső alakváltozásaira, amelyek a kezelőfolyadékok alacsony hőmérséklete miatt állnak elő [799].

[1] *Dowd, W. T.:* Secondary and tertiary oil recovery processes. Interstate Oil Compact Commision Oklahoma City, Oklahoma, 1976.

[2] *Doscher, T. M.—Wise, F. A.:* Enhanced crude oil recovery potential — an estimate. SPE 5800 7—26.

[3] Huge outlay seen for cosurfactant chemicals. OGJ *38* 124—5.

[4] *Doscher, T. M.—Wise, F. A.:* Enhanced crude oil recovery potential — an estimate. JPT 575—85.

[5] *Craig, F. F.—Willcox, P. J.—Ballard, P. J.—Nation, W. R.:* Optimized recovery through cooperative geology and reservoir engineering. SPE 6108 12 o.

[6] *Burwell, R. B.—Hadlow, R. E.:* Reservoir management of the Blackjack Creek field. SPE 6195 12 o.

[7] *Leduc, J.:* Apport de la géologie et de la géophysique a la connaissance d'un gisement. R. AFTP *3* 13—22.

[8] *Auldridge, L.:* Oil reserves reduced, but production clumbs. OGJ *52* 101—6.

[9] *Noran, D.:* Enhanced recovery action is worldwide. OGJ *14* 107.

[10] Here are the big U. S. reserves. OGJ *4* 118—20.

[11] *Ivanhoe, L. F.:* Evaluating prospective basins—1., —2., —3. Oil/gas potential in basins estimated. OGJ *49* 154—5; Foreign prospective basins evaluated. *50* 108—10; Economic feasibility appraised. *51* 82—4.

[12] *Newdorp, R. B.:* Decision analysis—1.,—2. Risk evaluation helps make better decisions. OGJ *42* 55—8; Use of decision trees can help somplify complex problems. *43* 98—102.

[13] *Rogers, F. W.:* Proposed OCS legislation is unreasonable, unworkable. WO Feb 15 43—5.

[14] *Collins, B.:* British outline participation and leasing rules for new licenses. OGJ *26* 92—3.

[15] *Gillen, W.:* U. K. North Sea potential still growing. WO Aug 15. 90—2, 94—5, 98, 102, 104, 107—8, 110—1, 114—6, 118.

[16] Development eyed for two N. Sea fields. OGJ *44* 25.

[17] *Orlojsky, S.:* Why Norvegian gas and oil has international importance. WO March 86—7.

[18] *Meyerhoff, A. A.:* Eastern Asian coasts and offshore are promising petroleum frontiers. OGJ *52* 215—6, 218, 220, 222, 224, 227.

[19] *Stilwell, J.:* Tectonic activity in Pacific gives oil clues. OGJ *51* 81.

[20] *Rigassi, D. A.:* USSR growth rate slows, but is impressive. WO Aug 15. 119—27.

[21] *Gray, S.:* Oil from troubled waters: what's next for the North Sea. WO Jan 100—8.

[22] International outlook issue. WO Aug 15. 41—207.

[23] *Merklein, H. A.:* How exportes can preserve the purchasing power of crude. WO Jan 92—8.

[24] *Merklein, H. A.:* Crude oil indexation: how practical is it? WO Feb 1. 45—8.

[24a] *Merklein, H. A.:* How currency devaluations affect OPEC income. WO Feb 15. 46—50, 166.

[25] *Keplinger, C. H.:* OPEC oil price enhances U. S. geothermal development. WO Aug 1. 45—8.

[26] *Sawyer, W. K.:* Numerical simulation of mass and energy transfer in the Longwall process of underground gasification of coal. SPE 5743 16 o.

[27] Supply-demand-economic recovery spurs oil demand rise. WO Feb 15. 56—7, 65.

[28] *Franssen, H. T.:* Federal energy planning scenarios for disaster. WO Apr 45—9.

[29] *Whitcombe, J. A.:* Oil shale development: status and prospects. JPT 16—20.

[30] *Govier, G. W.:* Enhanced recovery in Alberta — a review, and the role of Energy Resources Conservation Board. JCPT *3* 13—9.

[31] *Simpson, J. J.—Citibank, N. A.:* Financing enhanced recovery. SPE 6110 8 o.

[32] *Hunsbedt, A.—Kruger, P.:* Recovery of energy from fractured geothermal reservoirs. SPE 5875 12 o.

[33] *Kiyoshi Takahaski:* How Japan plans to meet its future energy needs. WO Dec 126—7.

[34] *Lazăr, I.:* Folosirea bacteriilor in procedeele de eliberare şi migrare a ţiţeiului din zăcăminte. MPG 475—80.

[35] Soviet thermal/mining technique eyed for Athabasca. OGJ *52* 90, 92.

[35a] *Moore, P.:* Metricating the crude oil and gas industry. JCPT *1* 41—4.

[36] *Szubbota, M. I.— Romanjuk, A. F.:* Priroda koncentrirovanija mikroélementov v plasztovüh vodah vblizi zalezsej uglevodorodov. GNG *2* 60—3.

[37] *Gribik, Ja. K.:* Ob iszpol'zovanii radioaktivnoszti podzemnüh vod Pripjat'szkogo progiba v neftepoiszkovüh celjah. GNG *2* 63—5.

[38] *Pavlenko, V. V.—Bronnikov, V. A.— Zolotov, A. N.:*Gidrogeologicseszkie oszobennoszti i perszpektivü neftegazonosznoszti vendszkogo terrigennogo kompleksza Irkutszkogo amfiteatra. GNG *2* 26—30.

[39] *Asirov, K. B.—Al'tov, A. V.—Boriszov, B. F.—Danilov, V. I.* Metodika izucsenija szvojsztv osztatocsnoj nefti v karbonatnüh kollektorah. NH *6* 53—6.

[40] *Kozlova, L. E.:* O szinteze uglevodorodov pri tonkom izmel'csenii uglej i drugih prirodnüh materialov. GNG *6* 55—9.

[41] *Tihomirov, V. V.:* Iszpol'zovanie otdel'nüh gazovüh komponentov v kacsesztve repera v geohimii szvobodnüh gazov. GNG *5* 64—8.

[42] *Fussell Del, D.—Yanosik, J. L.:* An iterative sequence for phase equilibrium calculations incorporating the Redlich-Kwong equation of state. SPE 6050 12 o.

[43] *Grabinski, A.—Noworyta, A.—Puszynski, J.:* Metody pośredniego wyznaczania prężności pary nasyconej nad olejami. N (pol.) 52—7.

[44] *Houpeurt, A. H.—Thelliez, M. B.:* Predicting the viscosity of hydrocarbon liquid phases from their composition. JPT 223—31.

[45] *Bulina, I. G.—Karaev, O. A.— Kaszimova, A. G.:* Ob oszobennosztjah metodiki iszszledovanij reologicseszkih szvojsztv vüszokoparafinisztüh neftej. NH 3 44—5.

[46] *Szkovorodnikov, Ju. A.:* Prognozirovanie reologicseszkih szvojsztv neftej novüh mesztorozsdenij. NH *6* 57—9.

[47] *Amerhanov, I. M.—Hmelevszkih, E. I.:* Izmenenie vjazkoszti plasztovoj nefti v proceszsze razrabotki mesztorozsdenij. ND *9* 68—71.

[48] *Simon, D. E.—McDaniel, B. W.—Coon, R. M.:* Evaluation of fluid pH effect on low-permeability sandstones. SPE 6010 12 o.

[49] *Melrose, J. C.—Johnson, W. F.—George, R. A.—Groeneveld, H.:* Water-rock interactions in the Pembina field, Alberta. SPE 6049 12 o.

[50] *Chatelain, J. C.—Silberberg, J. H.—Schlechter, R. S.:* Thermodynamic limitations in organic-acid/carbonate systems. SPE 5647 189—95.

[51] *Carlson, F. M.—Land, C. S.:* Effects of compressibility and solution gas on the gas drive mechanism for linear and radial systems. JPT 1079—86.

[52] *Swift, S. C.—Manning, F. S.—Thompson, R. E.:* Sulfur-bearing capacity of hydrogen sulfide gas. SPEJ 57—64.

[53] *Twardowski, K.:* Stochastyczny sposób klasyfikacji skal zbiornikowych na gazo- i wodonośne. N (pol.) 151—60.

[54] *Miesztalski, A.—Szura, T.—Wittek, B.:* Badanie geometrii przestrzeni porowej skal zbiornikowych metodą ciśnień kapilarnych. N (pol.) 73—80.

[54a] *Pârcălăbescu, I. D.—Olteanu, D.:* Structura spaţiului poros al colectoarelor de hidrocarburi fluide observată la microscopul electronic cu baleaj. MPG 81—7.

[55] *Kozlovceva, Z. I.:* K voproszu szorbcii metanovogo gaza porodami-kollektorami pri plasztovüh uszlovijah. GP *3* 36—7.

[56] *Merkulov, V. P.—Abramov, V. N.—Merkulov, A. V.—Boriszov, B. F.:* Vlijanie razlicsnüh faktorov na fil'tracionnuju harakterisztiku kollektora. ND *5* 11—4.

[57] *Agdamszkij, M. A.—Éjvazov, É. G.—Ter-Karapetjanc, Zs. N.—Aliev, A. A.:* Zaviszimoszt' otkrütoj porisztoszti ot gornogo davlenija. ANH *5* 8—11.

[58] *Ljahovics, P. K.:* Uplotnjajuscsee davlenie v porovüh kollektorah glubokozalegajuscsih gorizontov. GNG *7* 26—31.

[59] *Stein, N.:* Mechanical properties of friable sands from conventional log data. JPT 757—63.

[60] *Kyvellos, Y.:* Discussion to „Mechanical properties of friable sands from conventional log data". The author's answer. JPT 1303—4.
[61] *Keelan, D. K.:* A practical approach to determination of inhibition gas-water relative permeability. JPT 199—204.
[62] *Rosman, A.—Simon, R.:* Flow heterogeneity in reservoir rocks. JPT 1427—9.
[63] *Gamidov, G. A.—Guszejnov, G. P.— Kerimov, G. G.:* Vlijanie neodnorodnoszti plasztov na pokazateli razrabotki pri fil'tracii gazirovannoj zsidkoszti. NH *1* 23—5.
[64] *Cassan, J. P.—Dagens, Y.—Dondon, J.—LeRoy, G.:* Utilisation des techniques d'exploration dans l'étude des reservoirs d'Émeraude (Congo). R. AFTP *3* 23—40.
[65] *Gregory, A. R.:* Dynamic elastic properties key to porefluid identity. OGJ *43* 130, 132, 135—8.
[66] *Lankford, J., Jr.:* Dynamic strength of oil shale. SPEJ 17—22.
[67] *Samaiego, V. F.—Brigham, V. E.—Miller, F. G.:* A performance prediction producere for transient flow of fluids through pressure sensitive formations. SPE 6051 12 o.
[68] *Melrose, J. C.—Johnson, W. F.—George, R. A.—Groeneveld, H.:* Water-rock interactions in the Pembina field, Alberta. SPE 6049 12 o.
[69] *Rieke, H. H.—Chilingar, G. V.—Fertl, W. H.:* Compaction of argillaceous and coarse-grained sediments. SPE 5945 16 o.
[70] *Aktan, J.—Farouq Ali, S. M.:* Finite element analysis of temperature and thermal stresses induced by hot water injection. SPE 5765 28 o.
[71] *Morgan, J. T.—Cordiner, F. S.—Livingston, A. R.:* Tensleep reservoir study Oregon Basin field, Wyoming-reservoir characteristics. SPE 6141 12 o.
[72] *Antheunis, D.—Vriezen, P. B.—Schipper, B. A.—Van der Vlis, A. C.:* Perforation collapse failure of perforated friable sandstones. SPE 5750 13 o.
[73] *Thomas, E. C.—Ausburn, B. E.:* The determination of sweept-zone residual oil saturation in a slightly consolidated sandstone reservoir of the Gulf Coast. SPE 5803 24 o.
[74] *Trantham, J. C.—Clampitt, R. L.:* Determination of oil saturation after waterflooding in an oil-wet reservoir — the North Burbank unit tract 97 project. SPE 5802 43—62.
[75] *Boneau, D. F.—Clampitt, R. L.:* A surfactant system for the oil-wet sandstone of the North Burbank unit. SPE 5820 7 o.
[76] *Talash, A. W.:* Experimental and calculated relative permeability data for systems containing tension additives. SPE 5810 12 o.
[76a] *Perez-Rosales, C.—Martinez de la Rosa, J. J.:* Determination of petrophysical properties by stereological techniques. SPE 6189 4 o.
[76b] *Harris, J. D.—Keelan, D. K.:* Core analysis techniques, case histories and interpretation of data for the Rocky Mountain Region. SPE 5905 12 o.
[76c] *Craig, F. F.—Willcox, P. J.—Ballard, J. R.—Nation, W. R.:* Optimized recovery through cooperative geology and reservoir engineering. SPE 6108 9 o.
[77] *Morrow, N. R.:* Capillary pressure correlations for uniformly wetted porous media. JCPT *4* 49—69.
[78] *Donaldson, E. C.—Kendall, R. F.—Manning, F. S.:* Dispersion and tortuosity in sandstones. SPE 6190 16 o.
[79] *Melrose, J. C.—Johnson, W. F.— George, R. A.—Groeneveld, H.:* Water-rock interactions in the Pembina field, Alberta. SPE 6049 12 o.
[80] *Thomas, E. C.:* The determination of Q_v from membrans potential measurements on shaly sands. JPT 1087—96.
[81] *Asirov, K. B.—Al'tov, A. V.—Boriszov, B. F.—Danilov, V. I.:* Metodika izucsenija szvojsztv osztatocsnoj nefti v karbonatnüh kollektorah. NH *6* 53—6.
[82] *Sneider, R. M.—Richardson, F. H.—Paynter, D. D.—Eddy, R. E.—Wyant, I. A.:* Predicting reservoir-rock geometry and continuity in Pennsylvanian reservoirs, Elk City field, Oklahoma. SPE 6138 20 o.
[83] *Reed, M. G.:* Formation permeability demage of mica alteration and carbonate dissolution. SPE 6009 8 o.
[84] *Bagrinceva, K. I.:* Ocenocsno-geneticseszkaja klaszszifikacija karbonatnüh porod-kollektorov nefti i gaza. GNG *9* 23—9.
[85] *Berezin, V. M.—Golubev, Ju. V.—Kopütov, A. V.—Tjurihin, A. M.—Jarügina, V. Sz.:* Metodika ocenki kollektorszkih szvojsztv karbonatnüh otlozsenij. GNG *11* 40—5.
[86] *Viktorin, V. D.:* Szravnenie uszlovij razrabotki neftjanüh zalezsej sz karbonatnümi i terrigennümi kollektorami. NH *2* 36—40.
[87] *Rozenberg, Ju. I.—Kibrik, G. E.—Tul'bovics, B. I.:* Impul'sznüj jadernüj magnitnüj rezonansz i opredelenie vodoneftenaszüscsennoszti kollektorov. GNG *12* 62—6.
[88] *Kibrik, G. E.—Oszipenko, A. N.—Rozenberg, Ju. I.—Tul'bovics, B. I.:* Iszszledovanie osztatocsnoj vodonaszüscsennoszti porod-kollektorov nefti metodom jadernogo magnitnogo rezonansza. GNG *10* 69—73.
[89] *Szokolovszkij, É. V.—Trencsikov, Ju. I.:* Maszszoobmennüj szposzob opredelenija parametrov trescsinovatoszti gornüh porod. GNG *5* 58—61.
[90] *Szabirov, H. S.:* Neodnorodnoszt' kollektorov rifogennüh zalezsej. IZV. VUZ NG *1* 15—8.
[91] *Bortnickaja, V. P.:* Ocenka emkoszti trescsinovato-porovogo kollektora po kernu. GNG *7* 54—9.
[92] *Rumsey, I. P.—Gelnett, R. H.:* Airborne radar finds deep fracture controlled pools. WO Jan 115—8.
[93] *Crook, J. M.—Howell, F. T.:* Some field permeation properties of fractured Permian and Triassic sandstones in Northwest England. ASME, 76—43. 5 o.
[94] *Dietrich, J. K.— Bondor, P. L.:* Three-phase oil relative permeability models. SPE 6044 12 o.
[95] *Aguilera, R.:* Analysis of naturally fractured reservoirs from conventional well logs. JPT 764—72.
[96] *Gancarz, R.:* Kryterium wyznaczania poziomów skal do zabiegów pobudzania przyplywu ropy i gazu. N (pol.) 120—7.
[97] *Keelan, D. K.—Koepf, E. H.:* The role of cores and core analysis in evaluation of formation demage. SPE 5696 55—70.
[98] *Thomas, R. L.—Crowe, C. W.—Simpson, B. E.:* Effect of chemical treatment upon formation clays is revealed by improved SEM technique. SPE 6007 12 o.
[98a] *Wagner, O. R.:* The use of tracers in diagnosing interwell reservoir heterogeneities — field results. SPE 6046 9 o.
[98b] *Simon, D. E.—McDaniel, B. W.—Coon, R. M.:* Evaluation of fluid p_H effects on low permeability sandstones. SPE 6010 6 o.
[98c] *McLaughlin, H. C.—Elphingstone, E. A.—Hall, B.:* Aqueous polymers for treating clays in oil and gas producing formations. SPE 6008 10 o.
[99] *Daneshy, A. A.:* Rock properties controlling hydraulic fracture propagation. SPE 5752 10 o.
[100] *Dabbous, M. K.—Reznik, A. A.—Taber, J. J.—Fulton, F. F.:* Gas-water capillary pressure in coal at various overburden pressures. SPEJ 261—8.
[101] *Kapranov, Ju. I.:* O beznapornoj fil'tracii kuszocsnoodnorodnoj zsidkoszti. IMZSG
[102] *Ametov, I. M.:—Mirzadzsanzade, A. H.:* O primenenii teorem szravnenija dlja resenij zadacs teorii fil'tracii sz podvizsnümi granicami. IMZSG *1* 162—6.
[103] *Hahne, R.—Unge, W.:* Rekonstruktion paläohydrodynamischer Verhältnisse des Buntsandsteins im Mitteleuropäischen Becken mit Hilfe der Elekroanalogie. ZAG 574—83.
[104] *Rubezsanszkij, V. I.:* Usztojcsivoszt' vüteszneníja szloja nen'jutonovszkoj zsidkoszti v porisztoj szrede. IMZSG *2* 183—6.
[105] *Gaszanov, G. T.—Szattarov, R. M.:* Ob opredelenii fiziko-mehanicseszkih szvojsztv vjazkouprugih szred. Izv. VUZ NG *10* 69—74.
[106] *Iszaev, R. G.:* Ob ucsete vlijanija szil inercii pri nesztacionarnoj fil'tracii v trescsinovatüh glubinnüh plasztah sz naszledosztvennoszt'ju pronicaemoszti. Izv. VUZ NG *11* 45—8.
[107] *Bujkisz, A. A.—Prihod'ko, N. K.:* Iszszledovanije vlijanija szmescsenija szkvazsinü otnoszitel'no neodnorodnoj zonü pri nesztacionarnoj fil'tracii v beszkonecsnom plaszte. Izv. VUZ NG *7* 40—4.
[108] *Lihovoj, G. D.:* O nelinejnoj szfericseszko-radial'noj fil'tracii gaza. Prikladnaja Mehanika (Kiev) *8* 103—9.
[109] *Kocsina, I. N.—Mihajlov, N. N.:* Fil'tracija cserez glinisztüe korki. IMZSG *11* 6.
[110] *Balükina, O. N.—Klemen'tev, A. F.:* Ékonomicsnüj raznosztnüj metod resenija zadacs *Sztefana.* Izv. VUZ NG *8* 62—4.
[111] *Zajdel', Ja. M.—Levi, B. J.—Sahmaeva, A. G.:* O dvumernüh zadacsah vüteszneníja pri nelinejnüh zakonah fil'tracii. IMZSG *5* 70—5.

[112] *Rajkovic, J.—Saridja, V.:* Dvodimenzinalni model lezista. N (jug.) 186—92.
[113] *Jones, S. C.—Roszelle, W. O.:* Grafical techniques for determining relative permeability from displacement experiments. SPE 6045 14 o.
[114] *Keballi, A.—Thomas, G. W.:* A two-phase coning model using alternating direction Galerkin procedure. SPE 5724 93—106.
[115] *Spivak, A.—Price, H. S.—Settari, A.:* Solution of the equations for multi-dimensional two-phase immiscible flow by variational methods. SPE 5723 69—91.
[116] *Kazemi, H.—Merrill, L. S.—Porterfield., K. L.—Zeman P. R.:* Numerical simulation of water-oil flow in naturally fractured reservoirs. SPE 5719 7—30.
[117] *Odeh, A. S.:* Pseudo steady-state flow capacity of oil wells with limited entry, and with an altered zone around the wellbore. SPE 6132 14 o.
[118] *Robertson, G. E.—Woo, P. T.:* Grid orientation effects and the use orthogonal curvilinear coordinates in reservoir simulation. SPE 6100 12 o.
[119] *Watts, J. W.—Huang, H. Y.:* An approximate three-dimensional reservoir simulation model. SPE 6103 20 o.
[120] *Dullien, F. A. L.—Chatzis, J.—El-Sayed, M. S.:* Modelling transport phenomena in porous media by networks consisting of non-uniform capillaries. SPE 6191 20 o.
[121] *Bishop, K. A.—Brett, V. S.—Green, D. W.—McElhiney, J. E.:* The application of sensitivity analysis to reservoir simulation. SPE 6102 16 o.
[122] *Thomas, L. K.—Pierson, R.:* Three-dimensional geothermal reservoir simulation. SPE 6104 16 o.
[123] *Wattenbarger, R. A.—Thurnau, D. H.:* Application of SSOR to three-dimensional reservoir problems. SPE 5728 135—47.
[124] *Langarud, O.:* Simulation of two phase flow by finite element methods. SPE 5725 107—22.
[125] *Vinsome, P. K. W.:* Orthomin, an iterative method for solving sparse banded sets of simultaneous linear equations. SPE 5729 149—59.
[126] *Letkman, J. P.:* Semi-direct iterative methods in numerical reservoir simulation. SPE 5730 385—94.
[127] *Suarez, A—Farouq Ali, S. M.:* A comparative evaluation of different versions of the strongly implicit procedure (SIP). SPE 5732 177—96.
[128] *McDonald, A. E.—Trimble, R. H.:* A sparse matrix factorization — storage management algorithm for direct solution of reservoir simulation equations. SPE 5731 161—76.
[129] *Peaceman, D. W.:* A nonlinear stability analysis for difference equations using semi-implicit mobility. SPE 5735 231—45.
[130] *Yanosik, J. L.—McCracken, T. A.:* A nine-point finite difference reservoir simulator for realistic prediction of unfavorable mobility ratio displacements. SPE 5734 209—29.
[131] *Faust, C. R.—Mercer, J. W.:* An analysis of finite-difference and finite-element techniques for geothermal reservoir simulation. SPE 5742 337—54.
[132] *Rachford, H. H.:* A sampling of variational methods. SPE 5720 31—42.
[133] *Settari, A.—Price, H. S.:* Development and application of variational methods for simulation of miscible displacement in porous media. SPE 5721 43—67.
[134] *Sincovec, R. F.:* Generalized collocation methods for time dependent nonlinear boundary value problems. SPE 5726 123—33.
[135] *Gavalas, G. R.—Shah, P. C.—Seinfeld, J. H.:* Reservoir history matching by Bayesian estimation. SPE 5740 309—17.
[136] *Van Kirk, C. W.:* Jormar — reservoir performance and numerical simulation of a classic Denver—Julesburg basin oil field. SPE 5890 14 o.
[137] *Rossen, R. H.:* Simulation of naturally fractured reservoirs with semi-implicit source terms. SPE 5737 271—83.
[138] *Lefebvre du Prey, E.:* Gravity and capillarity effects on the matrix imbibition in fissured reservoirs. SPE 6192 16 o.
[139] *Trimble, R. H.—McDonald, A. E.:* A strongly coupled, implicit well coning model. SPE 5738 285—95.
[140] *Woo, P. T.—Emanuel, A. S.:* A block successive over-relaxation method for coupled equations. SPE 6106 8 o.
[141] *Lefebvre du Prey, E.:* Drainage en cascade des blocs d'un reservoir fissurée. R. IFP *1* 173—8.
[142] *Rosman, A.—Simon, R.:* Flow heterogeneity in reservoir rocks. JPT 1427—9.
[143] *Kazemi, H.—Merrill, L. S., Jr.—Porterfield, K. L.—Zeman, P. R.:* Numerical simulation of water-oil flow in naturally fractured reservoirs. SPEJ 317—26.
[144] *Peaceman, D. W.:* Convection in fractured reservoirs. The effect of matrix-fissure transfer on the instability of a density inversion in a vertical fissure. SPEJ 269—80.
[145] *Peaceman, D. W.:* Convection in fractured reservoirs. Numerical calculation of convection in a vertical fissure; including the effect of matrix-fissure transfer. SPEJ 281—301.
[146] *Shum, Y. M.—Konopnicki, D. T.:* Application of the complex method for constrained optimization to oilfield problems. SPEJ 123—9.
[147] *Kretzschmar, H. J.—Sames, D.:* Berechnung der Strömungsvorgänge in einem klüftig-porösen Gasspeicher. NBT 230—4.
[148] *Chappelear, J. E.—Hirasaki, G. J.:* A model of oil-water coning for two-dimensional, areal reservoir simulation. SPEJ 65—72.
[149] *Thomas, L. K.—Lumpkin, W. B.—Rehels, G. M.:* Reservoir simulation of variable bubble-point problems. SPEJ 10—6.
[150] *Bentsen, R. G.:* Scaled fluid-flow models with permeabilities differing from that of the prototype. JCPT *3* 46—52.
[151] *Arihara, N.—Ramey, H. J., Jr.—Brigham, W. E.:* Nonisothermal single- and two-phase flow through consolidated sandstones. SPEJ 137—46.
[152] *Singhal, A. K.—Mukherjee, D. P.— Somerton, W. H.:* Effect of heterogeneous wettability on flow of fluids through porous media. JCPT *3* 63—70.
[153] *Bantsen, R. G.—Anli, J.:* A new displacement capillary pressure model. JCPT *3* 75—9.
[154] *Yoon, Y. S.—Yen, W. G.:* Parameter identification in an inhomogeneous medium with the finite-element method. SPEJ 217—26.
[155] *Sigmund, Ph. M.:* Prediction of molecular diffusion at reservoir conditions. Part. *1.* Measurement and prediction of binary dense gas diffusion coefficients. JCPT *2* 48—57.
[156] *Sigmund, Ph. M.:* Prediction of molecular diffusion at reservoir conditions. Part *2.* Estimating the effects of molecular diffusion and convective mixing in multicomponent systems. JCPT *3* 53—62.
[157] *Knutson, C. F.:* Modeling of noncontinous Fort Union and Mesaverde sandstone reservoirs, Piceance Basin, Northwestern Colorado. SPEJ 175—88.
[158] *Killough, J. E.:* Reservoir simulation with history-dependent saturation functions. SPEJ 37—48.
[159] *Wasserman, M. L.—Emanuel, S.:* History matching three-dimensional models using optimal control theory. JCPT *4* 70—7.
[160] *Henry, R. L.:* Effect of including composition-dependent K values to generate data for a modified beta-type simulator. JPT 1180—2.
[161] *Pérez-Rosales, C.:* Generalization of the Maxwell equation for formation resistivity factors. JPT 819—24.
[162] *Cornish, R. E.:* The vertical multiphase flow of oil and gas at high rates. JPT 825—31.
[163] *Padmanabhan, D.—Woo, P. T.:* A new approach to parameter estimation in well testing. SPE 5741 319—36.
[164] *Denson, A. H.—Smith, J. T.—Cobb, W. M.:* Determining well drainage pore volume and porosity from pressure buildup tests. SPEJ 209—16.
[165] *Langston, E. P.:* Field application of pressure buildup tests, Jay-Little Escambia Creek fields. SPE 6199 8 o.
[166] *Crawford, G. E.—Hagedorn, A. R.—Pierce, A. E.:* Analysis of pressure buildup tests in a naturally fractured reservoir. JPT 1295—300.
[167] *Ramey, H. J., Jr.:* Verification of the Gladfelter—Tracy—Wilsey concept for wellbore storage-dominated transient pressures during production. JCPT *2* 84—5.
[168] *Tiab, D.—Kumar, A.:* Detection and location of two parallel sealing faults around a well. SPE 6056 11 o.
[169] *Aziz, K. A.—Mattar, L.:* Use of pressure, pressure-squared or pseudo-pressure in the analysis of transient pressure drawdown data from gas wells. JCPT *2* 58—65.
[170] *McFarland, J. D.—Dranchuk, P. M.:* Vizualization of the transition to turbulent flow in porous media. JCPT *2* 71—3.
[171] *Raghavan, R.:* Some practical considerations in the analysis of pressure data. SPE 5876 23 o.

[172] *Raghavan, R.:* Analysis of pressure data for fractured wells: the constant pressure outer boundary. SPE 6015 18 o.
[173] *Cinco, H. L.—Samaniego, F.—Dominguez, N. A.:* Transient pressure behavior for a well with a finite conductivity vertical fracture. SPE 6014 12 o.
[174] *Cinco, H. L.— Samaniego, F. V.—Dominguez, N. A.:* Unsteady flow behavior for a well near a natural fracture. SPE 6019 12 o.
[175] *Najurieta, H. L.:* A theory for the pressure transient analysis in naturally fractured reservoirs. SPE 6017 12 o.
[176] *Raghavan, R.—Uraiet, A.—Thomas, G. W.:* Vertical fracture height: effect on transient flow behavior. SPE 6016 16 o.
[177] *Ershaghi, I.—Rhee, Shie-Woo—Yang, Hsun-Tiao:* Analysis of pressure transient data in naturally fractured reservoirs with spherical flow. SPE 6018. 16 o.
[178] *Chain, R. Y. L.—Nountford, C. J.—Raghavan, R.—Thomas, G. W.:* Determination of reservoir properties from backpressure tests with application to reservoir simulation. SPEJ 603—10.
[179] *Otuomagie, R.—Menzie, D. E.:* Analysis of pressure build-up in an infinite two-layered oil reservoir without cross-flow- SPE 6130 16 o.
[180] *De Swaan, O. A.:* Analytic solutions for determinig naturally fractured reservoir properties by well testing. SPEJ 117—22.
[181] *Jones, L. G.—Blount, E. M.—Glaze, O. H.:* Use of short term multiple rate flow tests to predict performance of wells having turbulence. SPE 6133 12 o.
[182] *Dogru, A. H.—Alexander, W. C.—Panton, R. L.:* Numerical solutions of slightly compressible single phase transient flow problems by Spline functions. SPE 5733 197—207.
[183] *Mineev, B. P.:* Ékszpreszsz-metodü dlja ocenki gidrodinamicseszkogo neszoversensztva szkvazsin. ND *2* 12—4.
[184] *Kopejkisz, M. G.—Benjah'ja, A.—Davüdov, O. I.:* Ob odnoj obratnoj zadacse opredelenija parametrov plaszta i velicsinü pritoka zsidkoszti v szkvazsinu. Izv. VUZ NG *12* 35—8.
[185] *El-Hadidi, S. M.—Ritter, A. W.:* Interpretation of bottom-hole pressure build-up tests on fractured oil reservoirs. SPE 6020 12 o.
[186] *Herman, Z.:* Zastosowanie równań odbudowy ciśnienia W. E. Culhama dla sferycznego przeplywu plynów przy krótkich czasach opróbowania. N (pol.) 382—9.
[187] *Dubiel, S.—Chrzaszcz, W.:* Szczególowa interpretacja przebiegu krzywych odbudowy ciśnienia dennego w półlogarytmicznym ukladzie wspólrzędnych. N (pol.) 275—9.
[188] *Slater, G.E.—Hegeman, P. S.:* Visual studies of well interference. SPEJ 119—22.
[189] *Friedrich, W.:* Druckaufbau, Interferenztest, Pulstest — klassische und moderne Werkzeuge des Lagerstätteningenieurs im praktischen Einsatz. EEZ *7* 213—21.
[190] *Jargon, J. B.:* Effect of wellbore storage and wellbore damage at the active well on interference test analysis. JPT *8* 851—8.
[191] *Kamal, M.—Brigham, W. E.:* Design and analysis of pulse-tests with unequal pulse and shut-in periods. JPT 205—12.
[192] *Rodriguez Nieto, R.—Carter, R. D.:* Three-dimensional and nonisotropic effects in the analysis of interference test data. SPEJ 231—4.
[193] *Matthews, T. A.:* Comment on interference analysis for anisotropic formations. JPT 1429—30.
[194] *Swift, S. C.—Brown, L.:* Interference testing for reservoir definition — the state of the art. SPE 5809 165—75.
[195] *Witherspoon, P. A.—Narasimhan, T. N.—McEdwards, D. G.:* Results of interference tests from two geothermal reservoirs. SPE 6052 10 o.
[196] *Tiab, D.—Kumar, A.:* Application of p_D' function to interference analysis. SPE 6053 8 o.
[197] *Lapsin, P. Sz.—Samszina, R. N.—Korcsagin, V. F.—Petuhov, Ju. N.:* O metodike obrabotki diagramm davlenija, polucsennüh pri rabote plasztoiszpütatelej. NH *10* 49—52.
[198] *Ramey, H. J.:* Practical use of modern well test analysis. SPE 5878 22 o.
[199] *Sinha, B. K.—Sigmon, J. E.—Montgomery, J. M.:* Comprehensive analysis of drillstem test data with the aid of curves. SPE 6054 24 o.
[200] *Millheim,K.—Jordan, S.—Ritter, Ch.:* Bottom-hole assembly analysis utilizing the finite element method. SPE 6057 12 o.
[201] *Bondarenko, A. G.—Kolobaskin, V. M.—Kudrjasov, N. A.:* Diffuzija i adszorbcija radioaktivnogo gaza v porisztoj szrede. IMSZG *5* 85—90.
[202] *Filippov, A. I.—Ramazanov, A. S.:* O voszsztanovlenii teplovogo polja plaszta poszle prekrascsenija droszszelirovanija naszüscsajuscsego fljuida. Izv. VUZ NG *5* 56—60.
[203] *Proszelkov, Ju. M.—Dejkin, V. V.—Grinko, V. M.:* Iszszledovanije voszsztanovlenija eszteszvennogo polja temperaturü v burjascsejszja szkvazsine. NH *9* 18—21.
[204] *Matvienko, V. N.:* Metod opridelenija teplovüh potokov i teplofizicseszkih szvojsztv gornüh porod v neftegazonosznüh rajonah. NGG *9* 34—6.
[205] *Flisowski, J.—Knapik, K.—Luckner, L.—Nillert, P.—Wieczysky, A.:* Vergleichende Untersuchungen zur analogen und digitalen Simulation regionaler Grundwasserströmungsfelder. WW *4* 129—34.
[206] *Szokolovszkij, É. V.—Belov, V. V.:* Vlijanie sztepeni vszkrütija moscsnüh trescsinovatüh kollektorov na debit szkvazsin. NH *2* 47—9.
[207] *Belov, V. V.—Szokolovszkij, É. V.:* O predel'nom debite neszoversennoj szkvazsinü v deformiruemom plaszte. Izv. VUZ NG *6* 33—7.
[208] *Ermenov, A. K.—Orlov, V. Sz.:* Metod ucseta interferencii szkvazsin pri razrabotke mesztorozsdenij na rezsime rasztvorennogo gaza. ND *11* 5—9.
[209] *Lebedinec, N. P.:* Vzaimodejsztvie szkvazsin pri nelinejnom zakone fil'tracii. NH *9* 39—41.
[210] *Kolokol'cev, V. A.—Portnov, V. I.:* Ékszpreszsz-metodü obrabotki krivüh voszsztanovlenija davlenija. ND *5* 20—3.
[211] *Mineev, B. P.:* Opredelenije parametrov plaszta po krivüm voszsztanovlenija davlenija sz ucsetom gidrodinamicseszkogo neszoversensztva szkvazsin. ND *6* 12—6.
[212] *Karnauhov, M. L.—Rjazancev, N. F.:* O primenimoszti metodik opredelenija parametrov plaszta po dannüm iszpütanija szkvazsin. NH *1* 18—20.
[213] *Korotaev, Ju. P.—Aliev, Z. Sz.—Vlaszenko, A. P.—Andreev, Sz. A.—Gorbunov, V. E.:* Opredelenije koéfficientov neszoversensztva i produktivnoszti gazovüh szkvazsin. GP *7* 23—7.
[214] *Vahitov, G. G.—Kacsalov, O. B.—Krikunov, N. V.—Imjaev, V. I.—Orlov, V. Sz.:* Opredelenie parametrov produktivnüh plasztov po promüszlovüm dannüm. NH *4* 35—7.
[215] *Ametov, I. M.—Gurevics, A. Sz.—Mordvinov, A. A.—Zelepukin, I. F.:* O tocsnoszti rezul'tatov gidrodinamicseszkih iszszledovanij plasztov. NH *3* 33—5.
[216] *Beljakov, M. A.—Mamjasev, V. G.:* Szvjaz' potencialov fil'tracii sz kollektorszkimi i élektricseszkimi szvojsztvami gornüh porod. Izv. VUZ NG *6* 23—9.
[217] *Miscsevics, V. I.—Krülov, V. I.—Furmanov, A. N.—Ibatullin, R. H.—Fatkullin, R. H.:* Metodika raszcseta koéfficientov priemisztoszti poglosczajuscsego plaszta po dannüm gidrodinamicseszkih iszszledovanij. NH *9* 11—3.
[218] *Teterin, F. I.—Szuhonoszov, G. D.—Mjaszninkin, Ju. M.:* Opredelenie debita zsidkoszti po krivoj voszsztanovlenija davlenija pri iszpütanii ob"ekta trubnüm plasztoiszpütatelem. NH *2* 29—31.
[219] *Vadeckij, Ju. V.—Eremenko, V. F.—Plotnikov, V. M.—Lazarev, N. A.— Szosznin, O. Sz:* Sztatiszticseszkij analiz rezul'tatov iszpütanija razvedocsnüh szkvazsin iszpütateljami plasztov na trubah. GNG *2* 51—5.
[220] *Fredrickson, S. E.—Broaddus, G. C.:* Selective placement of fluids in a fracture by controlling density and viscosity. JPT 597—602.
[221] *Mirzadzsanzade, A. H.:* O nekotorüh perszpektivnüh iszszledovanijah v tehnologii dobücsi nefti i gaza. Izv. VUZ NG *3* 64—7.
[222] *Martin, J. M.—Crouzil, G.—Combarnous, M.:* Visualisation in situ de certains types d'écuolements diphasiques en milieu poreux. R. IFP *5* 923—5.
[223] *Zajcev, Sz. I.:* Obrabotka rezul'tatov gidrodinamicseszkogo iszszledovanija szverhglubokoj szkvazsinü. ND *8* 39—40.
[224] *Ovaneszov, G. P.—Melik-Pasaev, V. Sz.:* Ob utocsnenii klaszszifikacii zapaszov nefti i gaza sz cel'ju povüsenija ih dosztovernoszti. GNG *10* 16—21.
[225] *Szalmanov, F. K.—Remeev, O. A.:* O klaszszifikacii i klaszszificirovannom ucsete zapaszov nefti, gaza i kondenszata GNG *9* 11—8.
[226] *Bujalov, N. I.—Vagerov, V. Sz.—Terehov, V. I.:* Puti povüsenija sztepeni dosztovernoszti prognoznüh ocenok nefti i gaza. GNG *4* 36—9.

[227] *Kornienko, V. N.:* Kolicsesztvennaja ocenka perszpektiv neftegazonosznoszti sz primeneniem ÉVM. NGG *10* 27—31.
[228] *Farkas I.:* Opredelenije pogresnoszti podszcseta zapaszov nefti i gaza. GNG *6* 67—71.
[229] *Szperak, Ju. A.—Burstar, M. Sz.—Malkin, Sz. P.:* Metodika ocenki potencial'nüh reszurszov i prognoznüh zapaszov nefti i gaza na osznove gazo-geohimicseszkih iszszledovanij. Szovetszkaja Geologija (Moszkva), *6* 112—9.
[230] *Eremenko, N. A.—Krülov, N. A.—Babaljan, G. G.—Kuvükin, Ju. Sz.—Gomzikov, V. K.—Breev, V. A.:* Metodika opredelenija nefteotdacsi dlja nerazvedannüh reszurszov nefti. GNG *11* 61—5.
[231] *Vaszil'ev, V. B.:* Primenenie regreszszionnüh modelej dlja ocenki geologicseszkih zapaszov neftjanüh mesztorozsdenij. NGG *7* 30—4.
[232] *Berman, L. B.—Dmitrovszkij, V. I.—Nejman, V. Sz.:* Analiz dosztovernoszti rezul'tatov podszcseta zapaszov gaza ob"emnüm metodom. GNG *8* 27—32.
[233] *Kocsetov, M. N.:* Oszobennoszti podszcseta zapaszov nefti v neodnorodnüh plasztah. NGG *3* 34—7.
[234] *Baraz, V. I.:* Szoversensztvovanie metodov opredelenija reszurszov i izvlekaemüh zapaszov neftjanogo gaza. NH *12* 56—7.
[235] *Elkins, L. F.:* Comparison of volumetric and material balance estimates of gas-in-place, Washington Cockfield „D" sand reservoir. SPE 5801 27—42.
[236] *Nurmamedova, Z. A.—Razamat, M. Sz.—Farzane, Ja. G.—Vartumjan, G. T.:* Iszszledovanie szorbcionnoj szposzobnoszti kollektorov sz primeneniem metodov planirovanija ékszperimenta. GNG *11* 57—61.
[237] *Petrusevszkij, E. I.—Szajkin, E. M.—Akopjan, R. A:.* K ocenke nacsal'nüh zapaszov nefti i neftenaszücsenn moscsnoszti po metodu padenija plasztovogo davlenija ND *9* 14—6.
[238] *Szinel'nikov, A. A.:* Operativnaja optimizacija raszpredelenija ogranicsennüh reszurszov gaza. GP *12* 13—6.
[239] *Bhatia, S. K.:* Sensitivity of production data to calculated original oil-in-place using a one-dimensional mathematical simulator. JCPT *4* 85—90.
[240] *Sinha, M. K.:* Estimation of gas in place using optimal control theory. SPE 5894 10 o.
[241] *Gavalas, G. R.—Shah, P. C.—Seinfeld, J. H.:* Reservoir history matching by Bayesian estimation. SPEJ 337—50.
[242] *Cordiner, F. G.—Livingston, A. R.:* Tensleep reservoir study, Oregon Basin field, Wyoming—engineering plans for development and operation, South Dome. SPE 6142 12 o.
[243] *Dorohov, O. I.—Klescsev, A. A.—Umanszkij, M. M.:* Szootnosenie mezsdu balanszovümi zapaszami neftjanüh mesztorozsdenij (zalezsej) i makszimal'noj dobücsej nefti. NH *11* 3—5.
[244] *Krülov, A. P.:* K voproszu ob optimal'nom szootnosenii zapaszov i dobücsi nefti. GNG *7* 16—22.
[245] *Melik-Pasaev, V. Sz.:* K voproszu opredelenija ob"emnogo koéfficienta nefti. NGG *3* 30—4.
[246] *Boriszenko, Z. G.—Szoszon, M. N.—Szamojlovics, V. L.:* Kompleksz szredneszta tiszticseszkih razrezov pri podszcsete zapaszov i razrabotke zalezsej nefti i gaza. GNG *4* 41—7.
[247] *Velicsko, A. V.—Lavrusko, I. P.:* Szravnitel'nüj analiz velicsin koéfficientov nefteotdacsi, opredelennüh po razlicsnüm metodikam. GNG *9* 18—22.
[248] *Nurmamedova, Z. A.—Farzane, Ja. G.—Razamat, M.Sz.:* Vlijanie osztatocsnoj vodonaszüscsennoszti na opredelenie szummarnüh zapaszov gaza v gazovüh mesztorozsdenijah. Izv. VUZ NG *2* 39—40.
[249] *King, E. E.:* Charts offer quick look at water saturation. OGJ *18* 308—10.
[250] *Lang, W. H.:* Porosity-resistivity cross-plots can help to evaluate formations. OGJ *48* 94—8.
[251] *Work, P. L.—Simmons, R. W.—Foster, J. T.:* Digitized logs evaluate data in raw form from existing fields to show reservoir parameters. OGJ *6* 63—4.
[252] *Pirson, J. J.:* Prediction of hydrocarbons in place by magnetoelectrotelluric exploration. OGJ *22* 82—6.
[253] *Juszufzade, H. B.:* K voproszu ob optimal'nom kolicsesztve poiszkovorazvedocsnüh szkvazsin dlja podgotovki morszkih neftjanüh mesztorozsdenij k promüslennoj razrabotke. ANH *7* 45—8.
[254] *Eremenko, M. F.:* Reszurszü nefti i gaza v SZSA. GNG *1* 61—6.
[255] *Trantham, J. C.—Clampitt, R. L.:* Determination of oil saturation after waterflooding in an oil-wet reservoir — The North Burbank Unit tract 97 project. SPE 5802 43—62.
[256] *Sheely, C. O.:* Description of field tests to determine residual oil saturation by single well tracer method. SPE 5840 17 o.
[257] Researcher defends reserves estimate. OGJ *41* 181, 183—5, 188—90.
[258] *Gomzikov, V. K.:* K ocenke konecsnoj nefteotdacsi plasztov, razrabatüvaemüh pri vodonapornom rezsime, na rannej sztadii izucsennoszti zalezsej. NGG *4* 34—6.
[259] *Gubajdullin, K. A.—Laptev, I.I.:* Opredelenije izvlekaemüh zapaszov nefti v obvodnivsihszja szkvazsinah. NH *5* 29—31.
[260] *Work, P. L.—Simmons, R. W.—Foster, J. T.:* Digitized logs evaluate data in raw form from existing fields to show reservoir parameters. OGJ *9* 62—4.
[261] Ultimate resources of oil and gas in the Middle East. Europe and Oil *16* Feb 16. 16—21.
[262] U. K. boosts N.Sea crude reserves to 9,86 billion bbl. OGJ *19* 40—1.
[263] *Paraszczak, W.:* Przemysl naftowy w Norwegii. N (pol.) *3* 97—103.
[264] *Szokolov, B. A.:* Geologicseszkie uszlovija neftegazoobrazovanija i neftegazonakoplenija na drevnih platformah. Izv. VUZ GR *5* 13—20.
[265] *Markovszkij, N. I.:* Paleobiogeograficseszkie kriterii ocenki neftegazonosznüh baszszejnov. Izv. VUZ GR *5* 79—84.
[266] *Foscolos, A. E.—Powell, T. G.:* The use of clay minerals and inorganic geochemical indicators for evaluating the degree of diagenesis and oil generating potential of shales. Geochimica et Cosmochimica Acta (London), *8* 953—66.
[267] *Liesen, K.:* Erdgas auch im nächsten Jahrhundert. EEZ *4* 103—5.
[268] *Moskal, W.:* Korelacja matematyczno-geochemiczna cechsztynskich rop naftowych. N (pol.) *4* 109—12.
[269] *Hill, J.:* The Melchett lecture nuclear power: the achievements, the problems and the myths. J. of the Institute of Fuel 3—9.
[270] *Lomako, P. M.—Sztaroszel'szkij, V. I.—Sztupakov, V. P.:* Reszurszü szerovodorodszoderzsascsego gaza. GP *3* 15—6.
[271] *King, R. L.—Lee, W. J.:* An engineering study of the Hawkins (Woodbine) field. JPT 123—8.
[272] *Mackenzie, W. D. C.:* Business systems for hydrocarbon resources their credibility in retrospect and in prospect. JCPT *1* 37—40.
[273] *Scselkacsev, V. N.:* Problemü razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. Izv. VUZ NG *3* 57—63.
[274] *Stockhuber, F.:* Theoretische Überlegungen zum Einsatz tertiärer Entölungsmaßnahmen in den Lagerstätten der ÖMV im Wiener Becken. EEZ *9* 284—6.
[275] *Hruckij, E. A.—Manafov, B. N.:* Faktorü, vlijajuscsie na urovni zapaszov na ploscsadi Neftjanüe Kamni. ANH *2* 62—5.
[276] *Kambarov, G. Sz.:* O zaviszimoszti konecsnoj nefteotdacsi plasztov ot plotnoszti szetki szkvazsin. ANH *11* 30—2.
[277] *Muszlimov, R. H.:* Analiz razrabotki Romaskinszkogo mesztorozsdenija nefti. GNG *10* 1—8.
[278] *Lebedinec, N. P.—Tagunova, A. V.:* Oszobennoszti obvodnenija szkvazsin i zalezsej v trescsinovatüh porodah. GNG *7* 67—71.
[279] *Loncov, K. M.—Sztekol'nikov, L. N.:* Opredelenie ob"emov dobütoj vodü i vodonosznoj zonü plaszta na pozdnej sztadii razrabotki trescsinovatüh kollektorov. NH *4* 40—2.
[280] *Scselkacsev, V. N.:* Analiz razrabotki neftjanogo mesztorozsdenija Esli Velli. NH *6* 74—6.
[281] *Dümcsenko, A. Ja.—Il'jacsev, V. I.—Koval'szkij, Ju. P.:* Oszobennoszti voszsztanovlenija zabojnogo davlenija v razlicsnüh uszlovijah. ND *5* 7—9.
[282] *Pirverdjan, A. M.:* O tempah razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. ANH *4* 30—6.
[283] *Liszovszkij, N. N.—Demin, N. V.—Abüzbaev, I. I.—Kuzilov, I. A.:* Analiz razrabotki Arlanszkogo neftjanogo mesztorozsdenija. GNG *10* 8—13.
[284] *Julbariszov, É. M.:* Ocenka éffektivnoszti biologicseszkogo metoda povüsenija nefteotdacsi plaszta. NH *11* 27—30.

[2 85] *Morgan, J. T.—Cordiner, F. S.—Levingston, A. R.:* Tensleep reservoir study Oregon Basin field, Wyoming — reservoir characteristics. SPE 6141 12 o.

[286] *Cordiner, F. S.—Levingston, A. R.:* Tensleep reservoir study, Oregon Basin field, Wyoming — engineering plans for development and operation, South Dome. SPE 6142. 12 o.

[287] *Jardine, D.—Andrews, D. P.—Wishart, J. W.—Young J. W.:* Distribution and continuity of carbonate reservoirs. SPE 6139 16 o.

[288] *Gancarz, R.:* Metodyka określania przepuszczalności naturalnej poziomów wodonośnych. N (pol.) *6* 195—8.

[289] *Krizmanić, K.—Prnić, Ž—Nikolić, B.:* Mjerenja i raćunanja relativnih propusnosti stijena nosilaca ugljikovodika. N (jug.) *9* 477—87.

[290] *Dietrich, J. K.—Bondor, P. L.:* Three-phase oil relative permeability models. SPE 6044 12 o.

[291] *Jones, S. C.—Roszelle, W. O.:* Graphical techniques for determining relative permeability from displacement experiments. SPE 6045 16 o.

[292] *Talash, A. W.:* Experimental and calculated relative permeability data for systems containing tension additives. SPE 5810 12 o.

[293] *Keelan, D. K.:* A practical approach to determination of imbibition gas-water relative permeability. JPT 199—204.

[294] *Flewitt, W. E.:* Refined reservoir description maximizes petroleum recovery. OGJ *1* 111, 113—6.

[295] *Bragg, J. R.—Carlson, L. O.—Atterbury, J. H.:* Recent applications of the single-well tracer method for measuring residual oil saturation. SPE 5805 103—13.

[296] *Sheely, C. Q.:* Description of field tests to determine residual oil saturation by single well tracer method. SPE 5840 563—79.

[297] *Wagner, O. R.:* The use of tracers in diagnosting interwell reservoir heterogeneities — field results. SPE 6046 12 o.

[298] *Bragg, J. R.—Schallenberger L. K.—Deans, H. A.:* In-situ determination of residual gas saturation by injection and production of brine. SPE 6047 12 o.

[299] *Stosur, J. J.—Taber, J. J.:* Critical displacement ratio and its effect on wellbore measurement of residual oil saturation. JPT 865—8.

[300] *Thomas, E. C.—Ausburn, B. E.:* The determination of swept-zone residual oil saturation in a slightly consolidated sandstone reservoir of the Gulf Coast. SPE 5803 63—86.

[301] *Fertl, W. H.:* Importance of abnormal formation pressures to the oil industry. SPE 5946 11 o.

[302] *Jageler, A. H.:* Improved hydrocarbon reservoir evaluation through use of borehole-gravimeter data. JPT 709—18.

[303] *Holm, A. E.—Kleinegger, J.:* New techniques for oriented-density evaluation. JPT 1151—6.

[304] *King, R. L.—Bradley, R. W.:* The use of the conventional gamma-ray log to locate saltwater invasion. SPE 5943 7 o.

[305] *Dietrich, J. K.—Bondor, P. L.:* The effect of void and filled perforations on well productivity. SPE 6178 17 o.

[306] *Noran, D.:* Reservoir data base expands content. OGJ *34* 137—8.

[307] *Sečen, J.:* Hacin računanja točaka i predvidanje tokova indikatorskih krivulja. N (jug.) *6* 317—27.

[308] *Farley, R. V.—Ellenbracht, J. F.—Friedman, R. H.:* Field tests of a self-conforming oil recovery fluid. JPT 1356—60.

[309] *McDonald, I. F.—Dullien, F. A. L.:* Correlating tertiary oil recovery in water-wet systems. SPEJ 7—9.

[310] *Holub, R.:* Primjena deemulgatora DU—6 za poticanje naftnih kolektora na veca davanja. N (jug.) *4* 181—5.

[311] Marathon unveils details of Yates unit. OGJ *15* 30—1.

[312] *Franco, A.:* Thermal work humming in Venezuela. OGJ *14* 132, 134—8.

[313] *Farouq Ali, S. M.:* Non-thermal heavy oil recovery methods. SPE 5893 16 o.

[314] *Wilson, H. M.:* Socal plans Santa Clara development. OGJ *49* 60—1.

[315] *Noran, D.:* Other global enhanced-recovery work sparse. OGJ *14* 130—1.

[316] *Bielawski, R.:* Odbudowa górnicza złóż ropy naftowej. N (pol.) *7* 238—43.

[317] *Maher, P. D.:* Rewarding Pineview field in Utah presents complex geology, high risk. OGJ *24* 96—8, 100.

[318] *Dagens, Y.:* Exploitation mathématiques des données sédimentologiques pour reconstitutions architecturales. R. IFP 335—45.

[319] *Jobin, T. J.—Hoch, R. S.—Johnson, D. A.:* Subsea well development and producing experience in the Ekofisk field. SPE 6073 12 o.

[320] Statfjord's phase 2 gets green light. OGJ *26* 59—60.

[321] New subsea set for North Sea. OGJ *20* 75.

[322] *Childers, T. W.—Loth, W. D.:* Test of a submerged production system — progress report. SPE 6075 10 o.

[323] *Westermark, R. V.—Johnson, G.:* Operations optimized in remote field. OGJ *11* 94, 99—102.

[324] *Graf, H.-G.:* Ultra deep production technics. EEZ International Edition, Dez. Sonderausgabe II/76, 38—40.

[325] *Smith, J. E.:* A rewiev of Texas Railroad Commission Rule 36 for operation in hydrogen sulfide areas. SPE 6147 12 o.

[326] *Viktorin, V. D.:* Szravnenie uszlovij razrabotki neftjanüh zalezsej sz karbonatnümi i terrigennümi kollektorami. NH *2* 36—40.

[327] *Grajfer, K. I.—Kuzmin, A. Z.—Szattarov, A. N.:* Vübor optimal'nüh tempov razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij pri planirovanii dobücsi nefti. NH *4* 12—5.

[328] *Vadgama, U. N.:* Comparative economics of oil field development projects in several overseas areas. SPE 6083 16 o.

[329] *Noran, D.:* Independent slashes offshore development costs in Peru. OGJ *21* 55—9.

[330] *Simpson, J. J.:* Financing enhanced recovery. SPE 6110 8 o.

[331] *Capen, E. C.—Clapp, R. V.—Phelps, W. W.:* Growth rate — a rate-of-return measure of investment efficiency. JPT 531—43.

[332] *Csilan, A. Ja.—Kosko, I. I.:* Ob odnom klassze zadacs optimizacii razrabotki neftajanüh mesztorozsdenij. Izv. VUZ NG *10* 49—53.

[333] *Pirverdjan, A. M.:* O tempah razrabotki neftjanüh mesztorozsdenij. ANH *4* 30—6.

[334] *Dunham, C. L.:* A distributed computer network for oilfield CPC. SPE 6208 12 o.

[335] *Patterson, M. M.:* Ocean data gathering program — quality and reduction of data. JPT 337—44.

[336] *Zwirmann, K. H.:* Aufbau und Nutzung geohydrologischer Datenbanken. WW *3* 71—4 (1977).

[337] *Hunsbedt, A.—Kruger, P.—London, A. L.:* Recovery of energy from fractured geothermal reservoirs. SPE 5875 12 o.

[338] *Kuliev, A. M.—Nadzsafov, Sz. K.—Dzsarullaev, S. A.—Szalamov, Sz. O.:* K voproszu izmenenija termobaricseszkogo rezsima neftegazovoj zalezsi v proceszsze razrabotki. ANH *1* 5—9.

[339] *Kambarov, G. Sz.:* O zaviszimoszti konecsnoj nefteotdacsi plasztov ot plotnoszti szetki szkvazsin. ANH *11* 30—2.

[340] *Kozlov, Ju. A.—Enikeev, V. R.— Kobelava, V. A.—Gazizov, Z. Sz.:* Rezul'tatü ékszpluatacii i osznovnüe napravlenija szoversensztvovanija szisztemü razrabotki Tujmazinszkogo mesztorozsdenija na pozdnej sztadii. NH *2* 40—3.

[341] *Chatas, A. T.:* The estimation of aquifer properties from reservoir performance in water-drive fields. ASME 76—*49*. 8 o.

342] *Rachford, H. H.:* A sampling of variational methods. SPE 5720 31—42.

[343] *Dullien, F. A. L.—Chatizis, I.—El-Sayed, M. S.:* Modelling transport phenomena in porous media by networks consisting of non-uniform capillaries. SPE 6191 20 o.

[344] *Rossen, R. H.:* Simulation of naturally fractured reservoirs with semi-implicit source terms. SPE 5737 12 o.

[345] *Lefebvre du Prey, E.:* Gravity and capillarity effects on the matrix imbibition in fissured reservoirs. SPE 6192 16 o.

[346] *Lefebvre du Prey, E.:* Drainage en cascade des blocs d'un reservoir fissurée. R. *1* 173—8.

[347] *Strobel, C. J.—Gulati, M. S.— Ramey, H. J., Jr.:* Reservoir limit tests in a naturally fractured reservoir — a field case study using type curves. JPT 1097—106.

[348] *King, R. L.—Lee, W. J.:* An engineering study of the Hawkins (Woodbine) field. JPT 123—8.

[349] *Ibrahimpašič, I.:* Utjecaj saobraćanje (komuniciranja) fluida unutar ležišnih naslaga na sruanjenje iscrpka. N (jug.) *11* 577—86.

[350] *Sečen, J.:* Način prognoziranja indeksa proizvodnosti. N (jug.) *1* 19—26.

[351] *Čubrić, S.:* Prognoziranje indeksa produktivnosti naftnih bušotina pri zavodnjavanju ležišta djelomično ispcrejenih trošenjem energije otopljenog plina. N (jug.) *1* 9—18.

[352] *Mežyk, W.:* Propozycja sposobu określania współczynnika nasycenia woda kolektorów nie poriadajacych poziomów wodonośnych. N (pol.) *9* 302—5.
[353] *Raghavan, R.:* Well test analysis: wells producing by solution gas drive. SPEJ 196—208.
[354] *Shum, Y. M.—Konopnicki, D. T.:* Application of the complex method for constrained optimization to oilfield problems. SPEJ 123—9.
[355] *De Swaan, O. A.:* Analitic solutions for determining naturally fractured reservoir properties by well testing. SPEJ 117—22.
[356] *Merle, H. A.—Kentie, C. J. P.:* The Bachaquero study — a composite analysis of the behavior of a compaction drive/solution gas drive reservoir. JPT 1107—15.
[357] *Peaceman, D. W.:* Convection in fractured reservoirs. The effect of matrix-fissure transfer on the instability of a density inversion in a vertical fissure. SPEJ 269—80.
[358] *Peacemen, D. W.:* Convection in fractured reservoirs, numerical calculation of convection in a vertical fissure; including the effect of matrix-fissure transfer. SPEJ 281—301.
[359] *Burwell, R. B.—Hadlow, R. E.:* Reservoir management of the Blackjack Creek field. SPE 6195 12 o.
[360] *Cox, D.—Westermark, R. V.—Johnson, G.:* Operations optimized in remote field. OGJ *11* 94, 99—102.
[361] *Beaver, M. H.—Lindley, B. W.—McGhee, B. F.:* Fractional flow curves derived by TDT logs and production tests. SPE 6193 12 o.
[362] *Logovszkaja, G. K.—Potrjaszova, E. M.:* Opredelenie osztatocsnoj neftenaszüscsennoszti v zavodnennoj zone PK szvitü mesztorozsdenija Neftjanüe Kamni. ANH *3* 11—4.
[363] *Asirov, K. B.—Al'tov, A. V.—Boriszov, B. F.—Danilov, V. I.:* Metodika izucsenija szvojsztv osztatocsnoj nefti v karbonatnüh kollektorah. NH *6* 53—6.
[364] *Cornett, J.:* Big potential in low permeability rocks. PE *8* 60—2.
[365] *Swift, S. C.—Brown, L.:* Interference testing for reservoir definition — the state of the art. SPE 5809 165—75.
[366] *Barstow, W. F.:* Inertgas systems for secondary recovery. ASME 76—*86* 8 o.
[367] *Tairov, N. D.—Zejnalova, N. G.—Aszadov, A. I.:* Iszszledovanie perepada davlenija i ciklicseszkoj zakacski gaza na koéfficient nefteotdacsi. ANH *10* 24—6.
[368] *Rushing, M. D.—Thomasson, B. C.—Reynolds, B.:* High pressure air injection. PE *13* 52—6.
[369] *Thomas, L. K.—Lumpkin, W. B.—Reheis, G. M.:* Reservoir simulation of variable bubblepoint problems. SPEJ 10—6.
[370] *Delague, C.—Suazerau, C.:* Reinjection du gaz naturel sur le champ d'Hassi Messaoud. L'Industrie du Pétrole dans le Monde Jan 43—5.
[371] *Cochrane, W. W.:* New-generation compressors injecting gas at Ekofisk. OGJ *19* 63—70.
[372] *De Swaan, A.:* Theory of waterflooding in fractured reservoirs. SPE 5892 7 o.
[373] *Van Kirk, C. W.:* Iormar-reservoir performance and numerical simulation of a classic Denver—Inlesburg basin oil field. SPE 5890 14 o.
[374] *Bocsarov, V. A.—Orlov, V. Sz.:* Priblizsennüe raszcsetü obvodnenija neodnorodnüh po pronicaemoszti plasztov. ND *1* 9—13.
[375] *Dranchuk, P. M.—Peters, E. J.:* Pattern oversweep in nine-spot waterflood pilots. JCPT *1* 60—3.
[376] *McDonald, J. F.—Dullen, F. A.:* Correlating tertiary oil recovery in waterwet systems. SPEJ 7—9.
[377] *Diver, J.—Hart, J. W.—Graham, G. A.:* Reservoir management at McArthur River. PE *14* 38—44, 48—50, 52.
[378] *Jowell, J. H.—Haberthur, Ch. R.:* Norge marchand deep injection project. PE *13* 23—33.
[379] *Stilles, L. H.:* Optimizing waterflood recovery in a mature waterflood, the Fullerton Cleakfork Unit. OGJ *45* 194, 199—200, 205—6.
[380] *Peirce, A. E.:* Case history: waterflood performance predicted by pulse testing. SPE 6196 8 o.
[381] *Brown, J. S.:* Aramco to use seawater for Saudi pressure maintenance. WO Nov 178—80.
[382] *Brown, J. S.:* Large seawatar supply development for water injection. ASME 76—*85* 5 o.
[383] *Brown, J. S.:* Mammoth waterflood due Ghawarr field. OGJ *45* 194, 199—200, 205—6.
[384] *Nelson, K. C.:* Willington Townlot Unit waterflood implementation and response. SPE 6167 8 o.
[385] *Chacravorty, S. K.—Brown, P. R.—Endsin, N.:* Carrington Cardium A and B pools — Unit No 2. Review of waterflood performance. SPE 6194 12 o.
[386] *Serra, J. W.—Wilson, B.:* Reservoir simulation studies reveal key to maximizing waterflood oil recovery of Virginia Hills Lake "A" pool. JCPT *4* 22—34.
[387] *Killough, J. E.:* Reservoir simulation with history-dependent saturation functions. SPEJ 37—48.
[388] *Szurgucsev, M. L.—Bocsarov, V. A.:* Izmenenie napravlenija potokov zsidkoszti — szposzob regulirovanija proceszsza ékszpluatacii pri zavodnenii neodnorodnüh plasztov. Regulirovanie proceszszov ékszpluatacii neftjanüh zalezsej. Krasznodar, 1976. 76—86.
[389] *Amelin, I. D.—Bragin, V. A.—Bricskevszkij, A. D.:* Regulirovanie proceszsza razrabotki neftegazovoj zalezsi IV. gorizonta Anasztaszievszkogo-troickogo mesztorozsdenija v uszlovijah aktivnogo dvusztoronnego napora. Ib. 56—67.
[390] *Rühl, W.:* 20 Jahre Wasserfluten in der Bundesrepublik Deutschland. EEZ *9* 311—9.
[391] *Mincseva, P.—Gerov, L.:* Oszobennoszti vüteszneníja nefti vodoj iz trescsinovato-kavernoznüh kollektorov. ND *10* 3—5.
[392] *Poston, S.:* High water-cut pools off Louisiana successfully flooded. OGJ *18* 160, 162, 167—8, 170, 175.
[393] *Gates, G. L.—Parent, C. F.:* Water-quality control presents challange in giant Wilmington field. OGJ *33* 115—6, 118, 123—6.
[394] *Wheeler, D. W.:* Stabilization of waste water injectivity by optimization of chemical treatment and mechanical handling methods. SPE 5867 15 o.
[395] *McCune, C. C.:* On site testing to define injection water quality requirements. SPE 5865 15 o.
[396] *Carlberg, B. L.:* Vacuum deaeration — a new unit operation for water-flood treating plants. SPE 6096 7 o.
[397] *Flammang, R. F.—Medcalfe, T. M.—Culligan, P. T.:* Problems associated with the operation of offshore sea water injection systems. SPE 5770 10 o.
[398] *Hong, K. C.—Millhone, R. S.:* Injection profile effects due to gravity segregation in the wellbore. SPE 6129 12 o.
[399] *Murhphy, R. P.—Foster, G. T.—Owens, W. W.:* Evaluation of waterflood residual oil saturation using log-inject-log procedures. SPE 5804 87—101.
[400] *Bragg, J. R.—Carison, L. O.—Atterbury, J. H.:* Recent applications of the single well tracer method for measuring residual oil saturation. SPE 5805 11 o.
[401] *Davis, J. A.—Blair, R. K.—Wagner, O. R.:* Monitoring and control program for a large-scale miscible flood. SPE, 6097 12 o.
[402] *Smith, R. S.:* Injection-pump study can cut costs. OGJ *8* 99—102.
[403] *Thomer, J. H.—Abrams, A.:* A shallow plugging-selective re-entry technique for profile correction. SPE 6174 12 o.
[404] *Herbeck. E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, J. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 1 Tertiary recovery. PE *1* 33—46.
[405] *Talash, A. W.:* Experimental and calculated relative permeability data for systems containing low tension additives. SPE 5810 177—88.
[406] *Wade, W. H.:* Modeling crude oils for low interfacial tension. SPE 5813 217—25.
[407] *Cayaias, J. L.—Hayes, M. E.:* Surfactant aging: a possible detriment to tertiary oil recovery. JPT 985—8.
[408] *Larson, R. G.—Hirasaki, G.:* Analysis of the physical mechanismus in surfactant flooding. SPE 6003 20 o.
[409] *Hales, H. S.—Odeh, A. S.:* An improved method for simulating ideal low-tension flooding processes. SPEJ 53—5.
[410] *Strange, L. K.—Cloud, W. B.:* Displacement of reservoir brine by fresh water — four field case histories. SPE 5834 473—83.
[411] *Whiteley, R. C.—Ware, J. W.:* Low tension waterflood pilot at the Salem Unit, Marion County, Illinois, Part 1 — Filed implementation and results. SPE 5832 451—61.
[412] *Widmeyer, R. H.—Satter, A.—Graves, R. H.—Frazier, G. D.:* Low tension waterflood pilot at the Salem Unit, Marion County, Illinois, Part 2 — Performance evaluation. SPE 5833 463—72.
[413] *Strange, L. K.—Talash, A. W.:* Analysis of Salem low tension waterflood test. SPE 5885 605—13.
[414] *Boneau, D. F.—Clampitt, L. R.:* A surfactant system for the oil-wet sandstone of the North Burbank Unit. SPE 5820 313—9.

[415] *Murhphy, C. L.—Thiede, D. M.—Eskew, J. O.:* A successfull low-tension waterflood two-well test. SPE 6005 16 o.
[416] *Gilliland, H. E.—Conley, F. R.:* A pilot test of surfactant flooding in the Big Muddy field. SPE 5891 9 o.
[417] *Mal'cev, N. A.:* Primenenie PAV v neftjanoj promüslennoszti. NH 7 3—7.
[418] *Herbeck, E. F.—Heinitz, R. C.—Hastings, J. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 7 Polymer flooding. PE 7 48—59.
[419] *Szabo, M. T.:* Some aspects of mobility buffer design in surfactant flooding. SPE 6201 16 o.
[420] *Pik, I. D.—Szoljakov, Ju. V.—Kukin, V. V.:* O vlijanii reologicseszkih harakterisztik rasztvorov polimerov na éffektivnoszt' vüteszneníja nefti iz neodnorodnüh plasztov. ND 7 11—4.
[421] *Foshee, W. C.—Jennings, R. R.—West, J. T.:* Preparation and testing of partially hydrolyzed polyacrylamide solutions. SPE 6202 20 o.
[422] *Thomas, C. P.:* The mechanism of reduction of water mobility by polymers in glass capillary arrays. SPEJ 130—6.
[423] *Ford, W. O., Jr.—Kelldorf, W. F. N.:* Field results of a sort-setting-time polymer placement technique. JPT 749—56.
[424] *Maerker, J. M.:* Mechanical degradation of partially hydrolyzed polyacrylamide solutions in unconsolidated porous media. SPEJ 172—4.
[425] *Vela, S.—Peaceman, D. N.—Sandwik, E. J.:* Evaluation of polymer flooding in a layered reservoir with crossflow, retention, and degradation. SPEJ 82—96.
[426] *Tinker, G. E.—Bowman, R. W.:* Determination of in-situ mobility and wellbore impairment from polymer injectivity data. JPT 586—96.
[427] *Dominguez, J. G.—Willhite, G. P.:* Polymer retention and flow charecteristics of polymer solution in porous media. SPE 5835 485—503.
[428] *Sparlin, D. D.:* An evaluation of polyacrylamides for reducing water production. JPT 906—14.
[429] *Krebs, H. J.:* Wilmington field, California, polymer flood — a case history. SPE 5828 389—402.
[430] *Groenveld, H.—Melrose, J. C.—George, R. A.:* Pembina polymer flood pilot. SPE 5829 403—20.
[431] *Baxter, D—Bowman, R. W.—Tinker, G.—Rates, T.:* Biopolymer pilot facilities — Coalinga. SPE 6118 8 o.
[432] *Johnson, J. P.—Cunningham, J. W.—Maitlan DuBois, B.:* North Stanley polymer flood. PE *13* 36, 38, 42, 44—5, 48.
[433] *Tholstrom, K. V.:* Performance history and operation of two Minnelusa reservoirs — West Semlek field, Crook County, Wyoming. SPE 6164 12 o.
[434] *Raimondi, P.—Cook, W. R.—Ehrlich, R.—Messmer, J. H. —Gallagher, B. J.:* Alkaline waterflooding: design and implementation of a field pilot. SPE 5831 433—49.
[435] *Falk, D. O.—Norton, C.:* Tertiary oil recovery with cellulose derivates as water thickeners. SPE 6205 16 o.
[436] *Felber, B. J.—Dauben, D. L.:* Development of lignosulfonate gels for sweep improvement. SPE 6206 8 o.
[437] *Johnson, C. E.:* Status of caustic and emulsion methods, JPT 85—92.
[438] *Noran, D.:* Polymer and caustic methods on rebound. OGJ *14* 124—5.
[439] *Ehrlich, R.—Wygal, R. L.:* Interrelation of crude oil and rock properties with the recovery of oil by caustic waterflooding. SPE 5830 11 o.
[440] *Gilliland, H. E.—Conley, F. R.:* Pilot flood mobilizes residual oil. OGJ *3* 43—8.
[441] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, I. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 4. High pressure lean gas miscible process. PE *4* 66—72.
[442] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, I. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 2. Miscible slug process. PE *2* 58, 63—4, 66.
[443] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, I. R.:* Fundamentals of tertiary of oil recovery Part 3. Enriched gas miscible process. PE *3* 84—8.
[444] *Fussell, D. D.—Shelton, J. L.—Griffith, J. D.:* Effect of "rich" gas composition on multiplecontant miscible displacement. A cell-to-cell flash model study. SPEJ 310—6.
[445] *Brannan, G.—Whitington, H. M., Jr.:* Enriched gas miscible flooding — a case history of the Levelland Unit Secondary Miscible Project. SPE 5826 365—75.
[446] *Davis, J. A.—Blair, R. K.—Wagner, O. R.:* Monitoring and control program for a large scale miscible flood. SPE 6097 12 o.
[447] *Young, R. E.—Fairfield, W. H.—Dykstra, H.:* Performance of a high pressure gas injection project, Swanson River Field, Alaska. SPE 5874 10 o.
[448] *Reitzel, G. A.—Callow, G. O.:* Pool description and performance analysis leads to understanding Golden Spike's miscible flood. SPE 6140 12 o.
[449] *Shelton, J. L.—Yarborough, L.:* Multiple phase behavior in porous media during CO_2 or rich gas flooding. SPE 5827 377—87.
[450] *Noran, D.:* Gas miscible projects move at slow pace OGJ *14* 126—7.
[451] *Holm, L. V.:* Status of CO_2 and hydrocarbon miscible oil recovery methods. JPT 76—84.
[452] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, J. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 5. Carbon dioxide miscible process. PE *5* 114—20.
[453] *Warner, H. R.:* An evaluation of miscible CO_2 flooding in waterflooded sandstone reservoirs. SPE 6117 12 o.
[454] Slaughter field tertiary recovery due Aug. 1. start. OGJ *26* 73.
[455] Columbia, ERDA to try CO_2 flood in West Virginia• OGJ *28* 24.
[456] Shell plans CO_2 pilot for big Wasson field. OGJ *44* 26.
[457] Sacroc CO_2 flood processes. OGJ *46* 41.
[458] *Stright, D. H.—Aziz, K.—Settari, A.—Starratt, F. E.:* Carbon dioxide injection into undersaturated viscous oil reservoirs — simulation and field application. SPE 6116 16.
[459] *Schneider, F. N.—Owens, W. W.:* Relative permeability studies of gas-water flow following solvent injection in carbonate rocks. SPEJ 23—30.
[460] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, J. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 6. Micellar solution flooding. PE *6* 44—56.
[461] *Gogarthy, W. B.:* Status of surfactant or micellar methods. JPT 93—102.
[462] *Gorbunov, A. T.—Zabrodin, D. P.—Szurina, V. V.—Sztarkovszkij, A. V.—Scsipanov, V. P.:* Primenenie otorocsek micelljarnüh rasztvorov dlja uvelicsenija nefteotdacsi plasztov. NH *6* 43—5.
[463] *Scriven, L. E.—Anderson, D. R.—Bidner, M. S.—Davis, H. T.—Manning, C. D.:* Interfacial tension and phase behavior in surfactant-brine-oil systems. SPE 5811 189—200.
[464] *Cayas, J. L.—Schehter, W. H.—Wade, W. H.:* Modelling crude oils for low interfacial tension. SPEJ 351—7.
[465] *McCaffery, F. G.:* Interfacial tensions and aging behaviour of some crude oils against caustic solutions. JCPT *3* 71—4.
[466] *Wade, W. H.—Schlechter, R. S.—Morgan, J. C.—Jacobson, K. J.:* Low interfacial tensions involving mixtures of surfactants. SPE 6002 12 o.
[467] *Shah, D. O.—Walker, R. D.—Hsieh, W. C.—Shah, N. J.—Dwivedi, S.—Nelander, J.—Pepinsky, R.—Deamer, D. W.:* Some structural aspects of microemulsions and co-solubilized systems. SPE 5815 12 o.
[468] *Jones, S. C.—Dreher, K. D.:* Co-surfactants in micellar systems used for tertiary oil recovery. SPEJ 161—7.
[469] *Sigmund, Ph. M.:* Prediction of molecular diffusion at reservoir conditions. Part 2. — Estimating the effect of molecular diffusion and convective mixing in multicomponent systems. JCPT *3* 53—62.
[470] *Baviere, M.:* Phase diagram optimization in micellar systems. SPE 6000 12 o.
[471] *Wilson, P. M.—Murphy, C. L.—Foster, W. R.:* The effects of sulfonate molecular weight and salt concentration on the interfacial tension of oil-brine-surfactant systems. SPE 5812 201—16.
[472] *Robbins, M. L.:* Theory for the phase behavior of microemulsions. SPE 5839 539—61.
[473] *Hurd, B. G.:* Adsorption and transport of chemical surfactant waterflooding experiment. SPE 5818 22 o.
[474] *Bae, J. H.—Petrick, C. B.:* Adsorption of petroleum sulfonates in Berea cores. SPE 5819 303—12.
[475] *Kremesec, V. J.—Treiber, L. E.:* Effect of system wettability on oil displacement by micellar flooding. SPE 6001 16 o.
[476] *Lawson, J. B.—Dilgren, R. E.:* Adsorption of sodium-alkyl-aryl sulfonates on sandstone. SPE 6121 12 o.

[477] *Trogus, F.—Sohnany, T.—Schlechter, R. S.—Wade, W. H.:* Static and dynamic adsorption of anionic and nonionic surfactants. SPE 6004 12 o.
[478] *Sandvik, E. L.—Gale, W. W.—Denekas, M. O.:* Characterization of petroleum sulfonates. SPE 6120 12 o.
[479] *Puerto, M. C.—Gale, W. W.:* Estimation of optimal salinity and solubilization parameters for alkylorthoxylene sulfonate mixtures. SPE 5814 227—44.
[480] *Ashcraft, T. L., Jr.—Saunders, R. K.:* Sulfonation of petroleum feedstocks in a wiped film reactor. SPE 6119 12 o.
[481] *Knaggs, E. A.—Nussbaum, M. L.—Carlson, J. B.—Guenzani, R. C.:* Petroleum sulfonate utilization in enhanced oil recovery systems. SPE 6006 16 o.
[482] *Froning, H. R.—Treiber, L. E.:* Development and selection of chemical systems for miscible waterflooding. SPE 5816 255—64.
[483] *Borodina, M. P.—Kiszlovec, R. M.—Tul'bovics, B. I.:* Polucsenie micelljarnüh rasztvorov na osznove szul'fonata ammonija i opredelenie ih éffektivnoszti v povüsenii nefteotdacsi. ND *4* 7—10.
[484] *Healy, R. N.—Reed, R. L.—Stenmark, D. G.:* Multiphase microemulsion systems. SPEJ 147—60.
[485] *Cash, R. L.—Cayias, J. L.—Fournier, R. G.—Jacobson, J. K.—Schares, T.—Schlechter, R. S.—Wade, W. H.:* Modelling crude oils for low interfacial tension. SPE 5813 9 o.
[486] *Healy, R. N.—Reed, R. L.:* Immiscible microemulsion flooding. SPE 5817 265—80.
[487] *Mihnevics, V. G.—Tul'bovics, B. I.:* Primenenie otorocsek neftjanüh szul'fonatov dlja uvelicsenija nefteotdacsi karbonatnüh porod. ND *1* 15—7.
[488] *Alvarado, D. A.—Marsden, S. S.:* Flow of oil-in-water emulsions through tubes and porous media. SPE 5859 11 o.
[489] *Devlikamov, V. V.—Rogacsev, M. K.:* Vlijanie PAV na reologicseszkie szvojsztva nefti. NH *7* 29—31.
[490] *Talash, A. W.:* Experimental and calculated relative permeability data for systems containing tension additives. SPE 5810 12 o.
[491] *Spivak, A.—Price, H. S.—Settari, A.:* Solution of the equations for multidimensional two-phase immiscible flow by variational methods. SPE 5723 69—91.
[492] *Hales, H. B.—Odeh, A. S.:* An improved method for simulating ideal lowtension flooding processes. SPEJ 53—6.
[493] *Tumaszjan, A. B.—Levi, B. I.:* Szravnenie rezul'tatov matematicseszkogo modelirovanija proceszsza zavodnenija plasztov vodnüm rasztvorom PAV sz promüszlovümi dannümi. NH *7* 23—5.
[494] *Kossak, C. A.—Bilhartz, H. L.:* The sensitivity of micellar flooding to certain reservoir properties. SPE 5808 145—63.
[495] *Dreher, K. D.—Sydansk, R. D.:* Observation of oil bank formation during micellar flooding. SPE 5838 521—38.
[496] *Parsons, R. W.—Jones, S. C.:* Linear scaling in slug-type processes — application to micellar flooding. SPE 5846 581—604.
[497] *Gupta, S. P.—Trushenski, S. P.:* Micellar flooding — the design of the polymer mobility buffer bank. SPE 6204 12 o.
[498] *Szabo, M. T.:* Some aspects of mobility buffer design in surfactant flooding. SPE 6201 16 o.
[499] *Chang, H. L.—Al-Rikabi, H. H.—Pusch, W.:* Determination of oil-water bank mobility in micellar-polymer flooding processes. SPE 6048 12 o.
[500] *Dabbous, M. K.—Elkins, L. E:* Preinjection of polymers to increase reservoir flooding efficiency. SPE 5836 505—20.
[501] *Dabbous, M. K.:* Displacement of polymers in waterflooded porous media and its effects on a subsequent micellar flood. SPE 6203 16 o.
[502] *McLaughlin, H. C.—Elphingstone. E. A.—Hall, B:* Aqueous polymers for treating clays in oil and gas producing formations. SPE 6008 12 o.
[503] *Vezirov, A. M.—Ahmedov, G. G.:* Opüt obrabotki prizabojnoj zonü szkvazsin mikroémul'szijami. ANH *3* 46—9.
[504] *Danielson, H. H.—Paynter, W. T.—Milton, H. W., Jr.:* Tertiary recovery by the Maraflood process in the Bradford field. JPT 129—38.
[505] *Widmyer, R. H.—Satter, A.—Frazier, G. D.—Graves, R. H.:* Low tension waterflood pilot at the Salem unit, Marion county, Illinois. Part 2. Performance evaluation. SPE 5833 10 o.
[506] *Whiteley, R. C.—Ware, J. W.:* Low tension waterflood pilot at the Salem Marion county, Illinois. Part 1 — Field implementation and results. SPE 5832 10 o.
[507] *Pusch, W. H.:* Core analysis study for the El Dorado micellar-polymer project. SPE 5806 115—27.
[508] *Walker, C. J.—Burtch, F. W.—Thomas, R. D.—Lorenz, P. B.:* Flood nears production response. OGJ *39* 60—8.
[509] *Erlaugher, R. C., Jr.—O'Neal, J. E.—Surkalo, H.:* Micellar solution flooding — field test results and process improvements. JCPT *1* 52—9.
[510] *Noran, D.:* Operators accelerate testing of micellar/surfactant potencial. OGJ *14* 120—2.
[511] Marathon, ERDA plan major enhanced-recovery project. OGJ *41* 78.
[512] Demand for oil recovery chemicals is estimated. OGJ *20* 158—62.
[513] *Kiszilenko, B. E.—Kennavi, F. A.:* Metodü povüsenija nefteotdacsi zalezsej nefti povüsennoj vjazkoszti na konecsnoj sztadii razrabotki. NH *8* 31—4.
[514] *Zetik, D. F.:* Reservoir simulation for the El Dorado micellar-polymer project. SPE 5807 129—43.
[515] *Carpenter, D. H.—Davies, J. B.:* The energy yield of micellar flooding. JPT 103—6.
[516] *Holm, L. V.—Knight, R. K.:* Soluble oil flooding. PE *13* 19—22.
[517] *Johnson, C. E., Jr.:* Status of caustic and emulsion methods. JPT 85—92.
[518] *Ehrlich, R.—Wygal, R. J., Jr.:* Interrelation of crude oil and rock properties with the recovery of oil by caustic waterflooding. SPE 5830 421—32.
[519] *Kanda, M.—Schlechter, R. S.:* On the mechanism of foam formation in porous media. SPE 6200 12 o.
[520] *Amijan, A. V.:* Nekotorüe voproszü gidravliki pennüh szisztem. GP *4* 24—7.
[521] *Amijan, A. V.:* Vübor penü dlja intenszifikacii dobücsi nefti i gaza. ND *6* 36—9.
[522] *Vaszil'ev, V. K.—Gundorceva, O. I.—Szücskov, N. N.:* Izmenenie gradienta davlenija szdviga i vodopronicaemoszti pri nalicsii penü v porisztoj szrede. ND *9* 62—6.
[523] *Pozdnüsev, G. N.—Emkov, A. A.—Novikova, K. G.—Voroncsihina, D. P.—Bajkov, N. M.—Mironov, D. M.:* Opredelenie penoobrazujuscsej szposzobnoszti beloruszszkoj nefti i ocenka éffektivnoszti dejsztvija antipennüh priszadok. ND *7* 39—41.
[524] *Amirov, A. D.—Amijan, V. A.—Kodzsanov, A. A.:* Perszpektivü primenenija pen dlja szoversensztvovanija tehnologicseszkih processzov dobücsi nefti. ANH *1* 37—42.
[525] *Abbott, W. A.—Vaughn, H. F.:* Foam frac completions for tight formations. PE *5* 38, 40, 44, 46, 48.
[526] *Prats, M.—Closman, P. J.—Treson, A. T.—Drinkard, G.:* Soluble salt processes for in-situ recovery of hydrocarbons from oil shale. SPE 6068 20 o.
[527] *Herbeck, E. F.—Heintz, R. C.—Hastings, J. R.:* Fundamentals of tertiary oil recovery Part 8. Thermal recovery by hot fluid injection. PE *8* 24—34.
[528] *Combranous, M.—Suorieau, P.:* Les méthodes thermiques de production des hydrocarbures. R. IFP *4* 543—77.
[529] *Arihara, H.—Ramey, H. J.—Brigham, W. E.:* Nonisothermal single and two-phase flow through consolidated sandstones. SPEJ 137—46.
[530] *Zseltov, Ju. V.—Rüszik, V. M.—Bernardiner, M. G.—Vaszil'kov, A. G.:* Szhema raszcseta parametrov teplovogo vozdejsztvija v trescsinovato-porisztüh plasztah. NH *5* 31—4.
[531] *Vezirov, D. S.—Iszmajlova, R. A.—Kerimova, F. G.—Tairov, N. D.:* Vlijanie temperaturü na kapilljarnoe vüteszszenie nefti iz esztesztvennüh kernov. ANH *4* 40—3.
[532] *Aktan, T.:* Finite element analysis of temperature and thermal stresses induced by hot water injection. SPE 5765 28 o.
[533] *Kocseskov, A. A.—Taraszov, A. G.:* O koéfficiente vüteszszenija nefti povüsennoj vjazkoszti gorjacsej vodoj. ND *8* 43—5.
[534] *Closman, P. J.—Phocas, D. M.:* Thermal stresses near a heated fracture in a transversely isotropic medium. SPE 6183 20 o.
[535] *Huygen, H. A.:* Laboratory steamfloods in half of a five-spot. SPE 6171 16 o.
[536] *Williamson, A. S.—Drake, L. P.—Chappelear, J. E.:* A steam-soak well model for an isothermal reservoir simulator. SPE 5739 297—308.
[537] *Gomaa, E. E.:* Simplified method for predicting oil recovery by steamflood. SPE 6169 12 o.

[538] *Coats, K. H.:* A fully implicit steamflood model. SPE 6105 33 o.
[539] *Coats, K. H.:* Simulation of steamflooding with destillation and solution gas. SPEJ 235—47.
[540] *Szimkin, É. M.—Szergeev A. I.:* Ékszperimental'noe iszszledovanie temperaturnogo polja plaszta poszle paroteplovogo vozdejsztvija. NH *4* 47—9.
[541] *Abbaszov, A. A.—Dzsamalov, I. M.—Iszmailov, M. V.:* Iszszledovanie temperaturnogo polja pri impul'sznom nagnetanii para v neodnorodnüj plaszt. ND *9* 37—40.
[542] *Hagoort, J.—Leijnse, A.—Van Poelgeest, F.:* Steam-strip drive: a potential tertiary recovery process. JPT 1409—19.
[543] *Buevics, A. Sz.:* Oszobennoszti raszpredelenija temperaturü v dejsztvujuscsih neftjanüh szkvazsinah. NH *12* 35—7.
[544] *Fitch, J. P.—Minter, R. B.:* Chemical diversion of heat will improve thermal oil recovery. SPE 6172 8 o.
[545] *Dzsamalov, I. M.—Litvinov, V. V.—Matveenko, L. M.:* Vütesznenie nefti iz plaszta otorocskami parogazovüh szmeszej. ND *2* 15—6.
[546] *Lennon, R. B.:* Geological factors in steam-soak projects on the west side of the San Joaquin Basin. JPT 741—8.
[547] *Rehkopf, B. L.:* Metson attic steam drive. SPE 5855 10 o.
[548] *Cook, D. L.:* Influence of silt zones on steam drive performance — upper conglomerate zone, Yorba Linda field, California. SPE 5854 12 o.
[549] *Gomaa, E. E.—Duerksen, J. H.—Woo, P. T.:* Designing a stamflood in the thick Monarch sand of the Midway-Sunset field. SPE 5853 16 o.
[550] *Haynes, S.—Fontaine, M. F.—Teasdale, T. S.:* The Charco Redondo steam fllood pilot — data analysis. SPE 5823 345—56.
[551] *Widmeyer, R. H.—Howard, E. C.:* The Charco Redondo steam flood pilot — reservoir monitoring operations. SPE 5824 358—64.
[552] *Dzsamalov, I. M.—Matveenko, L. M.—Litvinov, V. V.:* K ocenke parametrov vütesznenija nefti otorocskoj para na osznove szplanirovannogo ékszperimenta. NH *6* 45—6.
[553] *Kuvsinov, N. Sz.—Rakovszkij, N. L.—Hasutogov, A. V.—Eszengaliev, B. E—Rebrov, A. M.:* Pervüe rezul'tatü opütno-promüslennogo nagnetanija para na mesztorozsdenii Kenkijak. NH *2* 44—6.
[554] *Rahimov, N. R.—Hodzsamberdüev, R. H.—Alimdzsanov, M.:* Rezul'tatü opütno-promüslennogo nagnetanija para v plaszt v NGDU "Andizsanneft". ND *1* 22—3.
[555] *Zseltov, Ju. V.—Rüzsik, V. M.—Bernadiner, M. G.—Vaszil'kov, A. G.:* Szhema raszcseta parametrov teplovogo vozdejsztvija v trescsinovato-porisztüh plasztah. NH *5* 31—4.
[556] *Taraszov, A. G.—Kocseskov, A. A.—Liszicün, V. M.:* Vlijanie dobavki rasztvoritelja na vütesznenie vüszokovjazkoj nefti parom. ND *8* 30—3.
[557] *Needham, R. B.:* Prediction of the permeability of a fragment oil shale bed during in-situ retorting with hot gas. SPE 6071 8 o.
[558] *Noran, D.:* U. S. thermal recovery activity growing steadily. OGJ *14* 108—14, 119.
[559] ERDA aims to spur shale-gas, in-situ shale-oil recovery. OGJ *9* 68.
[560] Russia aims to hike heavy-oil recovery. OGJ *15* 32—3.
[561] Mining of viscous crude claimed viable. OGJ *1* 46—7.
[562] *Farouq Ali, S. M.—Abad, B.:* Bitumen recovery from oil sands, using solvents in conjunction with steam. JCPT *3* 80—90.
[563] *Ljuri, I. V.:* Nekotorüe oszobennoszti teploénergeticseszkih usztanovok dlja paroteplovogo vozdejsztvija na neftjanüe plasztü. NH *5* 46—9.
[564] *Kuznecov, K. A.—Hacsaturjan, Sz. A.—Buvajlo, I. A.—Zakirov, R. A:* Opütno-konsztruktorszkie rabotü po szozdaniju oborudovanija dlja teplovogo vozdejsztvija na neftjanüe plasztü. ND *12* 23—8.
[565] *Wilson, Th. M.:* Steam quality and metering. JCPT *2* 33—8.
[566] *Sheridan, R. S.—Teuscher, L. H.:* Control of ambient air quality levels from oil field steam generator emissions. ASME 76—94 5 o.
[567] *Kocseskov, A. A.—Liszicün, V. M.—Hiszmetov, T. V.:* Laboratornaja usztanovka dlja izucsenija mehanizma vnutriplasztovogo geronija. ND *11* 15—8.
[568] *Bae, J. H.:* Characteristics of crude oil for fireflooding using thermal analysis methods. SPE 6173 12 o.
[569] *Armento, M. E.—Miller, C. A.:* Stability of moving combustion fronts in porous media. SPE 6168 12 o.
[570] *Burger, J. G.:* Spontaneous ignition in oil reservoirs. SPEJ 73—81.
[571] *Sztrizsov, I. N.:* Iszszledovanije proceszsza nizkotemperaturnogo okiszlenija neftej kiszlorodom vozduha. ND *1* 24—7.
[572] *Chien, Sze-Foo—Shum, Yick-Mow—Korstad, R. J.:* Numerical simulation of temperature profiles and oil production during dry or wet in-situ combustion for an inverted five-spot patterns. SPE 5744 371—85.
[573] *Popa, C. G.:* Immiscible multi-phase fluid displacement in a COFCAW process. SPE 5860 15 o.
[574] *Sirinov, S. G.—Gejdarov, M. I.—Szavel'ev, Ju. Sz.—Sirmamedov, H. A.—Petroszjan, R. P.:* K voproszu o regulirovanii proceszsza VG. ANH *3* 43—5.
[575] *Agdamszkij, M. A.—Vedeneev, L. Sz.—Manjuhin, N. M.—Cejtlin, I. M.—Sirinov, S. G.:* Povüsenie koéfficienta ohvata plaszta vozdejsztviem po moscsnoszti pri vnutriplasztovom gorenii. ND *1* 28—9.
[576] *Gibadullin, K. G.—Kornilov, M. P.—Nugaev, R. A.—Szuvorov, A. K.—Hajrutdinov, K. A.:* Oborudovanie dlja szozdanija i podderzsanija vnutriplasztovogo gorenija. ND *12* 13—6.
[577] *Bogopol'szkij, A. O.—Sarifov, Ja. A.:* Iszszledovanie predel'nüh parametrov zazsiganija i prjamogo gorenija nefti v porisztoj szrede. ANH *1* 45—9.
[578] *Szergeev, A. I.—Ajzikovics, O. M.—Sirinov, S. G.—Petroszjan, R. P.:* Szozdanie fronta gorenija na odnom iz mesztorozsdenij Azerbajdzsana. NH *1* 27—30.
[579] *Bogopol'szkij, A. O.—Bogopol'szkij, V. O.:* Ob iszpol'zovanii metodov obucsenija v resenii zadacs po vüboru szkvazsin dlja teplovoj obrabotki. ANH *8* 27—8.
[580] *Szadükov, I. F.—Ivanov, V. G.—Szattarov, U. G.—Fatkullin, A. H.—Sumilov, V. A.—Juszupov, I. G.—Gajnutdinov, I. A.—Frolov, G. P.—Makszutov, R. A.:* Himicseszkij progrevatel' plaszta tipa PPH. ND *12* 18—20.
[581] *Matveenko, L. M.—Dzsamalov, I. M.—Szalimov, T. I.—Garadzsamirli, Cs. Ju.:* Opredelenie optimal'nüh parametrov termoobrabotki plaszta sz pomoscs'ju metoda teorii igr. NH *3* 35—7.
[582] *Amelin, I. D.—Fomenko, I. E.:* Izucsnie szvojsztv nefti mesztorozsdenij Gruzii dlja ocenki vozmozsnoszti primenenija vnutriplasztovogo gorenija. ND *4* 10—1.
[583] *Oganov, K. A.—Bernstein, A. M.:* Rezul'tatü opütnüh rabot po szozdaniju vnutriplasztovogo ocsaga gorenija na Szhodnickom mesztorozsdenii. NH *9* 36—9.
[584] *Pusch, G.:* Ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der kinetischen Daten einer nassen Untertage-Verbrennung in einer Erdöllagerstätte. EEZ *1* 5—10.
[585] *Pusch, G.:* Die Untertageverbrennung mit Sauerstoff kombiniert mit Wasserinjektion (ISCOWI) — ein neues Tertiärölgewinnungsverfahren. EK *1* 13—25 (1977).
[586] *Vezirov, R. R.—Sirinov, S. G.—Petroszjan, R. P.:* Vnedrenie proceszsza vlazsnogo vnutriplasztovogo gorenija na ploscsadi Horoszanü. ANH *12* 19—23.
[587] *Howard, C. E.—Widmeyer, R. H. —Haynes, S.:* In-situ combustion following steam flooding in the Charco Redondo field. SPE 5822 339—44.
[588] *Chieh Chu:* A study on fireflood field project. SPE 5821 17 o.
[589] *Noran, D.:* U. S. thermal recovery activity growing steadily. OGJ *14* 108—14, 119.
[590] *Franco, A.:* Thermal work humming in Venezuela. OGJ *14* 132, 134—8.
[591] *Noran, D.:* Canadian enhanced recovery activity is moderate, centers on thermal projects. OGJ *14* 128—30.
[592] *Terwilliger, P. L.:* Fireflooding shallow tar sands. — A case history. JCPT *4* 41—8.
[593] *Branch, M. C.—Ness, R.:* Combustion front propagation through fractured oil shale. SPE 6066 8 o.
[594] *Nuttall, H. E.:* Mathematical modeling and experimental investigation of in-situ shale retorting. SPE 6064 16 o.
[595] *Branch, M. C.—Ness, R.:* Combustion front propagation through fractured oil shale. SPE 6066 8 o.
[596] *Needham, R. B.:* Prediction of the permeability of a fragmented oil shale bed during in-situ retorting with hot gas. SPE 6071 8 o.
[597] *Needham, R. B.—Judzis, A.—Cornelius, A. J.:* Oil yield and quality from simulated in-situ retorting of Green oil shale. SPE 6069 12 o.

[598] *Wise, R. L.—Sudduth, B. C.—Winter, J. M.—Jackson, L. P.—Long, A.:* Preliminary evaluation of Rock Springs Site 9 in-situ oil shale retorting experiment. SPE 6067 12.

[599] *Prats, M.—Closman, P. J.—Ireson, A. T.—Drinkard, G.:* Soluble salt processes for in-situ recovery of hydrocarbons from oil shales. SPE 6068 20 o.

[600] Utah tar-sand yields small amount of oil. OGJ *2* 56.

[601] *Whitecombe, J. A.:* Oil shale development, status and prospects. JPT 16—20.

[602] *Stinson, D. L.—Carpenter, H. G.—Cegielski, I. M., Jr.:* Power recovery from in-situ combustion exhaust gases. JPT 645—50.

[603] *Abernethy, E. R.:* Production increase of heavy oils by electromagnetic heating. JCPT *3* 91—7.

[604] *Gurov, E. I.:* Tehnologija dobücsi nefti na Jaregszkom mesztorozsdenii. ND *12* 17—8.

[605] Mining of viscous crude claimed viable. OGJ *1* 46—7.

[606] *Thorsness, C. B.—Rosza, R. B.:* Lawrence Livermore laboratory in-situ coal gasification program: model calculations and laboratory experiments. SPE 6182 16 o.

[607] *Sawyer, W. K.—Shuck, L. Z.:* Numerical simulation of mass and energy transfer in the Longwall process of underground gasification of coal. SPE 5743 355—70.

[608] *Lutes, J. L.—Chiang, C. P.—Brady, M. M.:* Accelerated blowdown of a strong water drive gas reservoir. SPE 6166 12 o.

[609] *Murray, J. E.—Edgar, T. F.:* Optimal scheduling of production and compression in gas fields. SPE 6033 12 o.

[610] *Ponomarev, A. I.:* Prognozirovanie proizvoditel'noszti szkvazsin, ékszpluatirujuscsih neodnorodnüe gazonosznüe plasztü. GP *11* 41—3.

[611] *Kasparov, M. M.—Arnol'd, G.—Tarutin, F. E.—Arndt, G.:* Ocenka tehnologicseszkoj éffektivnoszti dobücsi gaza i opredelenie neobhodimogo csiszla ékszpluatacionnüh szkvazsin. GP *1* 46—9.

[612] *Bragg, J. R.—Shallenberger, L. K.—Deans, H. A.:* In-situ determination of residual gas saturation by injection and production of brine. SPE 6047 12 o.

[613] *Crafton, J. W.—Harris, C. D.:* A direct finite difference simulation of a gas well with a finite capacity vertical fracture. SPE 5736 247—69.

[614] *Ivanov, T. F.—Cservinszkij, V. P.:* Oszobennoszti ékszpluatacii glubokih gazovüh szkvazsin vüszokoj proizvoditel'noszti. GP *10* 10—1.

[615] *Kozlov, V. A.—Carev, V. V.:* K metodike racional'noj razvedki mnogoplasztovüh gazovüh mesztorozsdenij. GP *6* 27—9.

[616] *Petrenko, V. I.:* Ocenka koéfficientov gazootdacsi produktivnüh plasztov. GP *9* 25—6.

[617] *Nurmamedova, Z. A.—Farzane, Ja. G.—Razamat, M. Sz.:* Vlijanie osztatocsnoj vodonaszüscsennoszti na opredelenie szummarnüh zapaszov gaza v gazovüh mesztorozsdenijah. Izv. VUZ NG *2* 39—40.

[618] *Zadora, G. I.—Szemin, V. I.—Karabel'nikov, O. M.—Liberman, G. I.—Efremenko, N. A.—Mel'nikov, A. G.:* Kontrol' za parametrami gaza sz pomoscs'ju usztanovok "Kondenszat—1" i "Kondenszat—2". GP *2* 27—8.

[619] *Hamby, T. W., Jr.—Broussard, L. P.—Taylor, D. B.:* Producing Mississippi's deep, high-pressure sour gas. JPT 629—38.

[620] *Swift, S. C.—Manning, F. S.—Thompson, R. E.:* Sulfur-bearing capacity of hydrogen sulfide gas. SPEJ *2* 57—64.

[621] *Korotaev, Ju. P.:* Problemü razrabotki gazovüh mesztorozsdenij. Izv. VUZ NG *3* 68—74.

[622] *Bazsenov, Ju. M.—Gorobinszkaja, V. I.—Olenina, Z. K.:* Izucsenie proceszsza diffuzionnogo izvlecsenija gelija iz gelienosznüh gazov. ND *11* 36—7.

[623] *Gerizs, P. A.—Glusenkov, V. D.—Markov, A. I.—Neprimerov, N. N.—Nizamov, R. H.—Olekszjuk, V. I.:* O vozmozsnoszti kontrolja za vürabotkoj gazovoj zalezsi po temperaturnüm anomalijam. NGP *1* 25—8.

[624] *Trimble, A. E.—DeRose, W. E.:* Field application of water coning theory to Todhunters Lake gas field. SPE 5873 17 o.

[625] *Klement'ev, A. F.—Pasztuhova, T. A.:* K raszcsetu neusztanovivsihszja dvizsenij zsidkoszti i gaza v porisztüh szredah. Izv. VUZ NG *6* 69—71.

[626] *Korotaev, Ju. P.—Aliev, Z. Sz.—Vlaszenko, A. P.—Andreev, Sz. A.—Gorbunov, V. E.:* Opredelenie koéfficientov neszoversensztva i produktivnoszti gazovüh szkvazsin. GP *7* 23—7.

[627] *Breit, V. S.—Bishop, K. A. Swift, G. W.:* A unified treatment of the effects of wellbore storage and variable sandface flowrate on gas well drawdown and buildup analysis. SPE 6135 8 o.

[628] *Biondić, N.—Krizmanić, K.:* Kompjutorski program za utvrdivanje mogućnosti davanja plinskih bušotina (II). N (jug.) *2* 81—7.

[629] *Carev, V. P.—Mordovszkaja, N. I.:* Vlijanie antigidratnüh ingibitorov na temperaturu i mehanicseszkie szvojsztva porod i cementnogo kol'ca prizabojnoj zonü. GP *10* 33—6.

[630] *Robinson, J. H.—Wichert, E.—Moore, R. G.—Heidemann, R. A.:* Estimation of the water content of sour natural gases. SPE 6098 8 o.

[631] *Van Golf-Racht, T. D.—Vreberg, O.:* Evaluation of gas deliverability in sand producing wells. SPE 5771 22 o.

[632] *Brar, G. S.—Aziz, K.:* The analysis of modified isochronal tests to predict the stabilized deliverability of gas wells without using stabilized flow data. SPE 6134 12 o.

[633] *Jones, L. G.—Blount, E. M.—Glaze, O. H.:* Use of short term multiple rate flow tests to predict performance of wells having turbulence. SPE 6133 12 o.

[634] *Schoonbeek, J. B.:* Land subsidience as a result of natural gas extraction in the province of Groningen. SPE 5751 20 o.

[635] *Scott, R. W.:* Saudi Arabia's gas program. WO Aug 1. 25—30.

[636] *Owerby, W. K.:* Increasing Eastern U. S. natural gas reserves from gas bearing shales. SPE 6364 8 o.

[637] ERDA frac tests in tight gas sands not commercial. OGJ *10* 36.

[638] *Randolph, P. L.:* Massive hydraulic fractures test huge Wyoming gas basin. OGJ *44* 47—53.

[639] *Holditch, S. A.—Morse, R. A.:* The effects of non-Darcy flow on the behavior of hydraulically fractured gas wells. JPT 1169—79.

[640] *Hadinoto, N.—Raghavan, R.—Thomas, G. W.:* Determination of gas well deliverability of vertically fractured wells. SPE 6136 16 o.

[641] Iran developing offshore natural-gas bonanza. OGJ *18* 310, 312, 314.

[642] *Stuart Smith, J. H.—Wennekers, J. H. N.:* Artic islands: a gas-prone area. OGJ *10* 95—98, 100; *11* 147—50, 152.

[643] *Sanderson, B. M.:* Brent field gas facilities under way. OGJ *16* 123—6.

[644] *Plaster, J.:* A modeled promotional prospect for Devonian shale production. SPE 6362 3 o.

[645] *Isokrari, O. F.:* Natural gas production from geothermal geopressured aquifers. SPE 6037 16 o.

[646] *Aliev, Sz. M.—Benjah'ja, A.:* Metodü opredelenija szosztojanija gazokondenszatnoj szisztemü v sztvole szkvazsinü na osznove uszt'evüh zamerov. Izv. VUZ NG *5* 45—6.

[647] *Novoszileckij, R. M.—Szavka, E. P.:* O vzaimoszvjazi mezsdu zsidkimi i gazovümi komponentami gazokondenszatnüh zalezsej. NGP *3* 25—8.

[648] *Ametov, I. M.—Raszszohin, G. V.—Razamat, M. Sz.—Mardahaev, I. M.:* O szosztojanii gazokondenszatnoj szisztemü v porisztoj szrede. Izv. VUZ NG *7* 33—6.

[649] *Aszlanov, S. Sz.—Mirzadzsanov, R. H.:* Iszszledovanie fil'tracii gazokondenszatnüh szisztem v gidrofobnüh porodah. Izv. VUZ NG *11* 39—43.

[650] *Fuksz, A. B.—Fuksz, B. A.:* O szosztojanii prizabojnoj zonü produktivnüh plasztov Jaraktinszkogo gazokondenszatnogo mesztorozsdenija. GP *10* 36—8.

[651] *Csupisz, N. E.:* Mikrokomponentnüj szosztav vodnogo kondenszata Sebelinszkogo gazokondenszatnogo mesztorozsdenija i ego rol' v prognoze obvodnenija. NGP *4* 29—32.

[652] *Aliev, Z. Sz.—Korotaev, Ju. P.—Vlaszenko, A. P.—Abramova, E. Sz.—Andreev, Sz. A.:* Vlijanie depreszszii na sztepen' zagrjaznenija zaboja gazovüh i gazokondenszatnüh szkvazsin. GP *9* 40—2.

[653] *Ramazanova, É. É—Razamat, M. Sz.—Obrucsnikova, L. V.:* Primenenie matematicseszkoj teorii ékszperimenta pri iszszledovanii fazovüh prevrascsenij gazokondenszatnüh szisztem. ANH *12* 23—6.

[654] *Szataev, A. Sz.—Ignatenko, Ju. K.—Markov, O. N.:* Udalenie zsidkoszti iz gazovüh i gazokondenszatnüh szkvazsin pri pomoscsi PAV. GP *4* 28—9.

[655] *Amijan, V. A.—Bragin, V. A.—Sztoljarov, E. V.:* Primenenie pen na pozdnej sztadii razrabotki mesztorozsdenij (I). GP *7* 21—3.
[656] *Amijan, V. A.—Bragin, V. A.—Sztoljarov, E. V.:* Primenenie pen na pozdnej sztadii razrabotki mesztorozsdenij (II). GP *8* 43—4.
[657] *Kiril'csenko, N. E.—Ternavszkij, N. I.—Csaskin, Ju. G.:* Éffektivnüj penoobrazovatel' dlja udalenija zsidkoszti iz gazokondenszatnüh szkvazsin. GP *12* 8—10.
[658] *Katz, D. L.—Campos, J. A.—Singh, S. P.:* Application of radial simulation model. SPE 5883 12 o.
[659] *Hrisztov, K.:* Sz'hranjavane na prirodnija gaz. Himija i Industrija (Szofija) *2* 85—7.
[660] *Häfner, F.—Heidenreich, H.:* Anwendung, Möglichkeiten der Theorie der optimalen Stierung bei der Projektierung unterirdischer Gasspeicher. Energietechnik (Berlin—Leipzig) *11* 523—7.
[661] *Nursanov, V. A.:* Povüszit' nadezsnoszt' i éffektivnoszt' rabotü podzemüh hraniliscs gaza. GP *7* 12—4.
[662] *Konovalov, V. A.:* Commission de la production du traitement et du stockage souterrain des gaz naturels. Rapport de la Commission. Glückauf (Essen) 201—7.
[663] *Cuthill, J. U.—Wooton, A. E.:* Stockage souterrain dans les formations geologiques an Canada. Glückauf (Essen) *5* 206.
[664] *Francis, M.:* Natural gas underground storage. Engineering Digest *5* (Kanada) 25—8.
[665] *Harsh, D. G.:* Gas-storage field in Colorado reaches its ultimate design level. OGJ *10* 47—50.
[666] *Kalinin, L. V.—Gricenko, A. T.:* Predposzülki szozdanija podzemnogo hraniliscsa gaza na Punginszkom mesztorozsdenii. GP *6* 30—1.
[667] *Agaev, F. T.—Poloudin, G. A.—Konjusev, R. I.:* Rezsim i sztruktura gazosznabzsenija Szevernogo Kavkaza i Roszstovszkoj oblaszti. GP *6* 34—6.
[668] *Scsugorev, V. D.:* Perszpektivü szozdanija i iszpol'zovanija podzemnüh emkosztej vüszokogo davlenija na Orenburgszkom gazokondenszatnom mesztorozsdenii. GP *10* 11—2.
[669] *Abdullaev, A. M.—Agaev, F. T.—Paller, I. N.:* Opütnaja zakacska gaza v podzemnoe gazohraniliscse Kalmasz. GP *4* 17—20.
[670] *Levükin, E. V.:* Podzemnoe hranenie gaza v SZSZSZR. GP *5* 14—6.
[671] *Popov, A. I.—Truscselev, V. I.—Ponomarov, Ju. Sz.:* Termoékonomicseszkoe iszszledovanie proceszsza napolnenija emkoszti posztojannogo ob''ema. Izv. VUZ Énergetika *3* 79—84.
[672] *Gralla, G. J.—Lübben, H.:* Speicherung von Gas in deutscher Erdöl- und Erdgaslagerstätten. Kriterien und Möglichkeiten. EK 124.
[673] *Kuschmierz, H.—Vicanek, J.—Meister, S.:* Speicherung von Erdgas in der Kreidelagerstätte Reitbrook. EEZ *1* 11—9.
[674] *Heinecke, J.:* Technische Ausrüstung der Untergrundspeicherstation Reitbrook der Hamburger Gaswerke GmbH. GWF GE 236—42.
[675] *Beissner, K.—Dreyer, W.—Fürer, G.—Koch, R.—Schleicher, H.:* Speicherung von Kohlenwasserstoffen in Kavernen. EK 193—9.
[676] *Hofrichter, E.:* Zur Frage der Porosität und Permeabilität von Salzgesteinen. EEZ *3* 77—80.
[677] *Kaufmann, A.:* Erdöl- und Erdgasspeicherung in unterirdischen Formation. EEZ 296—300.
[678] *Jilek, J.:* Vergleich der Investitionskosten bei verschiedenen Methoden der Gasspeicherung. Gas, Wasser, Abwasser (Zürich) 174—82.
[679] *Stepek, Z.:* Możliwości budowy zbiorników podziemnych na rope i produkty naftowe w Polsce na tle budownictwa tego typu zbiorników w Europie. N (pol.) 127—33.
[680] *Merta, O.:* Kavernové zásobniky plynu. Plyn (Praha) 69—70.
[681] *Karimov, M. F.—Kajgorodov, V. A.—Parfenov, V. I.:* Éffektivnoszt' metodov intenszifikacii proceszsza ékszpluatacii gazohraniliscs. Izv. VUZ NG *2* 68, 88.
[682] *Demcik, Z.—Slanina, F.:* Vnitrni koroze zarizeni pozdemniho zásobniku v Lobodicich. Plyn (Praha) 135—40.
[683] *Gant, G. W.:* Subsurface safety valves for gas storage wells. SPE 6360 7 o.
[684] Le transport du gaz par conduites. L'Industrie du Pétrole dans le Monde máj. 53—7.
[685] Aktuelle Informationen. Energiwirtschaftliche Tagesfragen *1—2* 42—3.
[686] *Reinert, H.:* Die Salzkavernen von Epe in Westfalen als Rohöllager. Energiewirtschaftliche Tagesfragen *1—2* 23—4.
[687] *Maly, G. P.:* Minimizing formation demage. Part 1. Proper fluid selection helps avoid demage. Part 2. Attention to system details helps in prevention of damage. OGJ *12* 68—70, 75—6; *13* 162, 164—6.
[688] *Records, L. R.:* Drilling practices that affect formation damage. SPE 5714 5 o.
[689] *Simon, D. E.—Derby, J. A.:* Formation damage is evaluated by new instruments, new methods. OGJ *38* 209—12, 214.
[690] *Prachner, W.:* Evaluation of completion damage to high permeability non-consolidated formations. SPE 5711 197—211.
[691] *Keelan, D. K.—Koepf, E. H.:* The role of cores and core analysis in evaluation of formation damage. SPE 5696 15 o.
[692] *Black, S. J.—Rike, J. L.:* The role of the consultant in meeting the formation damage challange. SPE 5700 101—9.
[693] *Cornett, J.:* Big potential in low permeability rocks. PE July 60—2.
[694] *Coulter, G. R.:* Hydraulic fracturing — new developments. JCPT *4* 35—40.
[695] *Komar, C. A.:* ERDA research in fracturing technology. SPE 6363 12 o.
[696] *Medlin, W. L.—Masse, L.:* Laboratory investigation of fracture initiation pressure and orientation. SPE 6087 24 o.
[697] *Advani, S. H.—Shuck, L. Z.—Chang, H. Y.—Gangarao, H. V.:* Analitycal and experimental investigations on induced fracturing of reservoir rocks. ASME 76-Pet-8 9 o.
[698] *Smith, M. B.—Holman, G. B.—Fast, C. R.—Covlin, R. J.:* The azimuth of deep, penetrating fractures in the Wattenberg field. SPE 6092 12 o.
[699] *Daneshy, A. A.:* Rock properties controlling hydraulic fracture. SPE 5752 10 o.
[700] *Daneshy, A. A.:* Hydraulic fracture propagation in layered formations. SPE 6088 12 o.
[701] *Sinha, B. K.:* Fluid leak-off under dynamic and static conditions utilizing the same equipment. SPE 6126 8 o.
[702] *Githens, C. J.—Burnham, J. W.:* Chemically modified natural gum for use in well stimulation. SPE 5706 161—8 o.
[703] *Hannah, R. R.—Baker, J. R.:* A new nondamaging, aqueous crosslinked gel with improved fracturing properties and perfect proppant support. SWPSC 123—8.
[704] *Stout, C. M.—Peters, F. W.:* Preventing formation damage during fracturing of the Clinton formation. SPE 6128 12 o.
[705] *Greene, J.:* Study of refracturing results in the Clinton sand formation. SPE 6361 6 o.
[706] *Frederickson, S. E.—Broaddus, G. C.:* Selective placement of fluids in a fracture by controlling density and viscosity. JPT 597—602.
[707] *Hannah, R. R.:* New fracturing technique leads to improved performance in the Mississippian trend. JPT 859—64.
[708] MHF prods droopy gassers in the Forth Worth basin, in West Virginia. Drllg. Nov 36—7.
[709] *Henry, J. C.:* Better recovery with positive zone separation. PE Apr 76, 78, 81.
[710] *Ripley, H. E.—Young, F. T.:* Selective fluid placement improves stimulation results. Petroleum Society of CIM Calgary, preprint 7604 8 o.
[711] *Jennings, A. R.—Lord, D. L.:* Fracture flow capacity — a key to sustained production after hydraulic fracturing. SPE 6127 12 o.
[712] *Slusser, M. L.—Rieckman, M.:* Fracturing low permeable gas reservoirs. EEZ 70—6.
[713] *Simonson, E. R.—Abou-Sayed, A. S.:* Containment of massive hydraulic fractures. SPE 6089 8 o.
[714] *Bartel, L. C.—McCann, R. P.—Keck, L. J.:* Use of potencial gradients in massive hidraulic fracture mapping and characterization. SPE 6090 12 o.
[715] *Kuznecov, V. I.—Mikerin, B. P.:* Sztatiszticseszkaja ocenka éffektivnoszti gidravlicseszkogo razrüva plaszta. ND *7* 19—22.
[716] *Warren, T. M.—Hayatdavoudi, A.:* Hydraulic fracturing thin coal seams in preparation for in-situ gasification. ASME 76-Pet-98 7 o.

[717] *Murphy, H. D.—Lawton, R. G.—Tester, J. W.—Potter, R. M.—Brown, D. W.—Aamodt, R. L.:* Preliminary assessment of a geothermal energy reservoir formed by hydraulic fracturing. SPE 6093 12 o.

[718] *Raghavan, R.—Hadinoto, N.:* Analysis of pressure data for fractured wells: the constant pressure outer boundary. SPE 6015 12 o.

[719] *Cooke, C. E.:* Hydraulic fracturing with a high-strength proppant. SPE 6213 8 o.

[720] *Randolph, Ph. L.:* Massive hydraulic fractures test huge Wyoming gas basin. OGJ *44* 47—53.

[721] *Mancillas, G.—Matson, R. P.—Ziara, B. A.:* Stimulation of the Ekofisk. SPE 6125 12 o.

[722] *Bogopol'szkij, V. O.—Makarjan, A. Sz.:* Vübor szkvazsin dlja provedenija gidravlicseszkogo razrüva plaszta. NH *12* 41—3.

[723] *Abbott, W. A.—Vaughn, H. F.:* Foam frac completion for tight gas formations. PE Apr 38, 40, 44, 46, 48.

[724] *Bullen, R. S.—Bratrud, T. S.:* Fracturing with foam. JCPT Apr—June 27—32.

[725] *Holditch, S. A.—Plummer, R. A.:* The design of stable foam fracturing treatments. SWPSC 135—43.

[726] *Lewis, A. D.—Ferguson, C. F.:* An improved foam fracturing process. SWPSC 155—60.

[727] *Hill, W. L.—Daggett, W. K.—* A new look at chemical explosive fracturing. PE Nov 60, 62, 64, 66, 68.

[728] ERDA frac tests in tight gas sands not commercial. OGJ *10* 36.

[729] ERDA abandoning Project Rulison, Rio Blanco sites. OGJ *22* 28.

[730] *Heath, L. I.—Miller, J. S.—Johnson, F. S.:* Solvents and explosives to recover heavy oil. SPE 6162 12 o.

[731] *Gidley, J. L.—Ryan, J. C.—Mayhill, T. D.:* Study of the field application of sandstone acidizing. JPT 1289—94.

[732] *Fogler, H. S.—Lund, K.—McCune, C. C.:* Predicting the flow and reaction of HCl/HF acid mixtures on porous sandstone cores. SPEJ 248—60.

[733] *Novotny, E. J.:* Prediction of stimulation from acid fracturing treatments using finite fracture conductivity. SPE 6123 12 o.

[734] *Hong, K. C.—Millhone, R. S.:* Injection profile effects due to gravity segregation in the wellbore. SPE 6129 12 o.

[735] *Athanasiadis, A.:* Precizarea domeniilor de aplicabilitate a acidizărilor la sonde. MPG 10—5.

[736] *Coulter, A. W.—Crowe, C. W.—Barrett, N. D.—Miller, B. D.:* Alternate stages of pad fluid and acid provide improved leakoff control fracture acidizing. SPE 6124 12 o.

[737] *Ellenberger, C. W.—Aseltine, R. J.:* Selective acid stimulation to improve vertical efficiency in injection wells. SPE 5869 7 o.

[738] *Dill, W. R.:* A gel diverting agent used in acidizing treatments. SWPSC 111—5.

[739] *Sutton, G. D.:* Uses and results of a liquid friction reducer in acidizing treatments. SWPSC 167—71.

[740] *Glumov, I. F.—Ositko, V. M.—Kocsetkov, V. D.—Ahmetov, Z. M.:* Éffektivnoszt' primenenija koncentrirovannoj szernoj kiszlotü dlja povüsenija nefteotdacsi plasztov. NH *6* 40—2.

[741] *Vüzsigin G. B.—Krivonogov, A. M.—Grigor'eva, K. M.:* Vlijanie szoljanokiszlotnüh obrabotok szkvazsin na uszlovija razrabotki neftjanüh zalezsej v karbonatüh kollektorah. NH *6* 32—6.

[742] *Zagorujko, A. A.—Pecjuha, R. A.—Gorbacsev, B. I.—Csernüj, Sz. Ja.:* Primenenie kiszlüh sztokov proizvodsztva szinteticseszkih kiszlot dlja uvelicsenija nefteotdacsi. NH *6* 36—9.

[743] *Rogers, R. B., Jr.:* Successfull well stimulation program has revitalized a California oil field. JPT 1420—6.

[744] *Crockett, R. K.—Cooper, R. E.:* Formation testing and stimulation using modern generation test tools. — The test—acidize—test technique. SPE 5766 10 o.

[745] *Dolak, E.—Pernthaner, P.:* Faziesuntersuchungen und Stimulationsarbeiten im Flysch der Lagerstätte St. Ulrich—Hauskirchen. EEZ *9* 292—6.

[746] *Karimov, M. F.—Kajgorodov, V. A.—Parfenov, V. I.:* Éffektivnoszt' metodov intenszifikacii proceszsza ékszpluatacii gazohraniliscs. Izv. VUZ NG *2* 68, 88.

[747] *Makszimov, V. M.—Filinov, M. V.:* Kolicsesztvennaja ocenka éffektivnoszti poverhnosztno-aktivnüh vescseszty pri ékszpluatacii podzemnüh hraniliscs gaza. Izv. VUZ NG *9* 72—8.

[748] *Miscsenkov, I. Sz.:* Vozdejsztvie kiszlotnümi émul'szijami na karbonatnüe porodü. NH *1* 36—9.

[749] *Ugolev, V. Sz.—Konjusenko, N. V.:* Vzaimodejsztvie kiszlotnüh pen sz karbonatnoj porisztoj szredoj v dinamicseszkih uszlovijah. NH *5* 44—6.

[750] *Vüzsigin, G. B.—Krivonogov, A. M.—Grigor'eva, K. M.:* Vlijanie szoljanokiszlotnüh obrabotok szkvazsinü na uszlovija razrabotki neftjanüh zalezsej v karbonatnüh kollektorah. NH *6* 32—6.

[751] *Thomas, R. L.—Crowe, C. W.—Simpson, B. E.:* Effect of chemical treatment upon formation clays is revealed by improved SEM technique. SPE 6007 12 o.

[752] *Reed, M. G.:* Formation of permeability damage of mica alteration and carbonate dissolution. SPE 6009 8 o.

[753] *Likwartz, D. J.:* A history of sand control in the Teak field. JPT *9* 972—8.

[754] *Linwood Durett, J.—Golbin, J. T.—Murray, J. W.—Tighe, R. E.:* Seeking a solution to sand control. SPE 6210 6 o.

[755] *Black, S. J.—Rike, J. L.:* The role of the consultant in meeting the formation damage challange. SPE 5700 9 o.

[756] *Maly, G. P.:* Close attention to the smallest job details vital for minimizing formation damage. SPE 5702 19 o.

[757] *Prashner, W.:* Evaluation of completion damage to high permeability non-consolidated formation. SPE 5711 15 o.

[758] *Holman, G. B.:* Evaluation of control techniques for unconsolidated silty sands. JPT 979—84.

[759] *Gurley, D. G.—Copeland, C. T.—Hendrick, J. O.:* Design, plan and execute gravel pack operations for maximum productivity. SPE 5709 185—96.

[760] *Gajdosik, W. C.—Willingham, J. R.:* Improved method for gravel packing in California. SPE 5861 11 o.

[761] *Guszejnov, O. H.—Szadühov, M. G.—Aliev, N. S.—Orudzseva, É. Sz.:* Opüt primenenija protivopeszocsnüh szetcsatüh fil'trov. ANH *4* 36—40.

[762] *Knapp, R. H.—Planty, R.—Voiland, E. J.:* A gravel coating aqueous epoxy emulsion system for water-based consolidated gravel packing: laboratory development and field application. SPE 6177 12 o.

[763] *Thomas, I. P.—Johnson, C. E.:* Perforating resin consolidated zones for capacity improvement. SPE 5697 71—82.

[764] *Gutman, B. M.—Musztafaev, A. M.—Karaev, M. A.—Ersov, V. P.:* Metodika raszcseta gidrociklonnoj usztanovki dlja ocsisztki produkcii neftjanüh szkvazsin ot peszka. Izv. VUZ NG *7* 67—70.

[765] *Csubanov, O. V.—Manvelov, É. A.—Aszkerov, Sz. Ja.:* Vlijanie peszcsanüh probok na debit glubinnonaszosznüh szkvazsin. ND *6* 23—4.

[766] *Aliev, N. I.—Mamedov, N. D.—Szeidov, Sz. M.—Imamverdiev, T. Sz.:* O rabote probkoobrazujuscsih szkvazsin i szroke szluzsbü glubinnüh naszoszov, rabotajuscsih v nen'jutonovszkoj szrede. ANH *2* 45—8.

[767] *Dubiel, S.—Chrzaszcz, W.:* Zasady okreslania warunków wytracania sie weglanu wapnia w poziomach skal zbiornikowych. N (pol.) *2* 49—51.

[768] *Dubiel, S.—Chrzaszcz, W.:* Metodyka przewidywania wytracania sie osadów siarczanu wapnia w porowo-czczelinowej przestrzeni skal zbiornikowych. N (pol.) *6* 192—5.

[769] *Vescsezerov, V. I.—Kozlov, B. M.—Pilov, A. A.—Szlabeckij, A. I.:* Pricsinü otlozsenij szolej barija, oszlozsnjajuscsih ékszpluataciju plaszta C_{IV} Dmitrievszkogo mesztorozsdenija. ND *2* 17—9.

[770] *Csisztovszkij, A. I.:* Ocenka vozmozsnosztej vüpadenija szul'fatov sztroncija i barija pri zavodnenii neftjanüh zalezsej presznümi vodami. GNG *6* 59—63.

[771] *Dütjuk, L. T.—Szamakaev, R. H.—Kornilova, N. Sz.:* Ocenka primenimoszti ammofosza protiv gipszootlozsenij v oblaszti ponizsennüh temperatur. ND *8* 41—2.

[772] *Efimova, G. A.—Novikov, V. G.—Zotov, A. M.—Kambarov, V. D.—Kajukov, Ju. A.:* Primenenije tripolifoszfata natrija dlja predotvrascsenija otlozsenija gipsza na Jakuskinszkom mesztorozsdenii. NH *5* 58—60.

[773] *Vetter, O. J.:* Oil field scale — can we handle it? SPE 5879 9 o.

[774] *Vetter, O. J.:* Oil field scale — can we handle it? JPT *12* 1402—8.

[775] *Sutton, G. D.:* Aqueous systems for paraffin removal. SPE 5704 155—60.

[776] *Maly, G. P.:* Close attention to the smallest job details vital for minimizing formation damage. SPE 5702 127—45.

[777] *Maly, G. P.* Proper fluid selection helps avoid damage. OGJ *12* 68—70, 75—6.

[778] *Maly, G. P.:* Attention to system details help in prevention of damage. OGJ *13* 162, 164—6.
[779] *Malickij, E. A.:* Prognozirovanie glubinü otlozsenija parafina v szkvazsine. ND *9* 45—7.
[780] *Kuliev, A. M.—Asimov, M. A.—Szultanov, B. I.—Mamedova, M. A.—Murszalova, M. A.—Mamedkulieva, M. M.—Kurbanov, M. A.—Nagiev, A. M.—Gumbatov, G. G.:* Opütno-promüszlovüe iszpütania nefterasztvorimüh dialkildia midoditiofoszfatov dlja predotvrascsenija otlozsenij parafina. ND *1* 30—1.
[781] *Leu, M. S.:* Cercetări electronomicroscopice asupra unor agenţi biologici de coroziune din instalaţii petroliere. MGP *7* 321—7.
[782] *Bajkov, U. M.—Tumaszjan, A. B.—Marin, A. R.—Eferova, L. F.:* Izmenenie szkoroszti korrozii oborudovanija pri primenenii PAV dlja uvelicsenija nefteotdacsi. NH *7* 64—6.
[783] *Gonik, A. A.—Getmanszkij, M. D.—Nizamov, K. R—Enikeev, É. H.—Rozenfel'd, I. L.—Zvezdinszkij, K. V.—Csuraeva, M. N.:* Iszszledovanie sztrukturü zascsitnüh szloev i tormozjascsego dejsztvija ingibitorov korrozii kolloidnogo tipa v szi szteme neft'—voda. NH *7* 62—4.
[784] *Gordon, J. R.—Broussard, F. W.:* Review of South Florida operations. SPE 6145 8 o.
[785] *Mamontov, V. V.—Panjusin, A. M.:* Primenenie ingibitorov uglekiszlotnoj korrozii. GP *8* 49.
[786] *Gonik, A. A.:* Korrozija neftepromüszlovogo oborudovanija i merü ee preduprezsdenija. Nedra, 1976. 128—71.
[787] *Arakelova, O. K.:* Opüt primenenija ingibitorov korrozii. ANH *8* 28—31.
[788] *Mutti, D. H.—Atwood, J. E.:* Corrosion control of gas-lift well tubulars continuous inhibitor injection into the gas-lift gas stream. JPT 624—8.
[789] *Frank, W. J.:* Here's how to deal with corrosion problems in rod-pumped wells. OGJ *22* 63—8, 70, 72.
[790] *Nelaev, A. M.:* Podbor ingibitorov korrozii nizkouglerodisztoj sztali v agreszszivnüh szredah v uszlovijah Tjumenszkoj oblaszti. NH *3* 40—1.
[791] *Bross, H. E.—Burgbacher, J. A.:* Dependability is key to deepwater corrosion protection. OGJ *27* 84—6, 89.
[792] *Weeter, R. F.:* Cathodic-protection planning brings savings, better design. OGJ *24* 55—8.
[793] *Watkins, M.—Greer, J. B.:* Corrosion testing of highly alloyed materials for deep, sour gas well environments. JPT 698—704.
[794] *Heacox, R. A.—Stroup, J. P.:* A material for tubing and casing applications in deep, sour gas wells. JPT 705—8.
[795] *Jaszasin, A. M.:* Puti povüsenija éffektivnoszti oprobovanija i iszpütanija plasztov v proceszsze burenija. NH *8* 16—22.
[796] *Crockett, R. K.—Cooper, R. E.—* Formation testing and stimulation using modern generation test tools — the test-acidize-test technique. SPE 5766 10 o.
[797] *Mantooth, M. A.—Hong, K. C.:* Modular calculations, an aid in oil well completion design. SPE 6176 8 o.
[798] *Pedigo, J.—Parker, W. H.:* An acoustically controlled down-hole safety valve (SCSSSV). SPE 6026 8 o.
[799] *Willits, K. L.—Lindsey, W. C.:* Well completions in the Prudhoe Bay Field. PE *2* 48—50.

5. Kőolaj- és földgáztermelés

Földünkön 1976-ban összesen 3,3 milliárd m^3 olajat termeltek, amely az előző évhez képest közel 8%-os növekedést, valamint újabb rekordot jelent. Az első olajtermelő ország a Szovjetunió maradt, az USA viszont első ízben a harmadik helyre esett vissza. A vezető államok sorrendje és évi termelésük a következő (Worldwide crude oil and gas production. OGJ *9* 172. 1977):

Szovjetunió	601 millió m^3
Szaúd-Arábia	484 millió m^3
USA	470 millió m^3
Irán	340 millió m^3

Földgázból világszerte összesen 1447 milliárd m^3-t termeltek: a termelési statisztikát vezető országok az alábbiak:

USA	573 milliárd m^3
Szovjetunió	325 milliárd m^3
Hollandia	101 milliárd m^3

A kőolaj- és földgáztermelés műszaki fejlődésének irányait vizsgálva megállapítható, hogy a parton túli, tengeri olaj- és gázmezők termelése egyre jelentősebb szerepet játszik a világ energiaellátásában. Ennek kiemelkedő példája Nyugat-Európa, ahol az 1975-ös évhez viszonyított közel 60%-os olajtermelés-növekedést teljes mértékben az északi-tengeri mezők biztosították. A tengeri szénhidrogén-termelés technológiai fejlődése tehát rendkívül meggyorsult, az eddig bevált berendezések, eljárások mellett állandóan újabb megoldások jelennek meg.

A szárazföldi szénhidrogén-termelés meghatározó irányzata — az elmúlt években alapvetően megváltozott gazdasági helyzet következtében — a termelési költségek csökkentésére, valamint a megváltozott gazdaságossági követelmények kielégítésére való törekvés. Jelentős energiát fordítanak ezért a hagyományos termelési módszerek gazdaságosságának növelésére. Az olajtermelés területén a feladatokat jól jellemzi az egyes berendezéstípusok elterjedése, amit az USA mechanikus termelésű kútjainak 1975-ös statisztikájával szemléltetünk [1]:

rudazatos mélyszivattyúzás	85%
segédgázos termelés	11%
hidraulikus mélyszivattyúzás	2%
villamos centrifugális buvárszivattyúzás	2%

A megváltozott gazdaságossági kritériumok következtében gyakran olyan olajkutakat is üzemeltetnek, amelyeket korábban gazdaságtalannak ítéltek. Az utóbbi években kidolgozott számos újszerű termelőberendezés egy része ilyen, rendkívüli üzemviszonyokra készült. Jelentős probléma például a kis hozamú, csepegő olajkutak gazdaságos termelése, főleg az USA-ban, ahol a mechanikus termelésű kutak 75%-ának átlaghozama csupán 0,45 m^3/nap [2]. Ezenkívül világszerte kutatják az egyéb rendkívüli viszonyok (nagy mélység stb.) által felvetett termelési problémák megoldását is.

A földgáztermelésben — csakúgy mint a kőolajtermelés területén — a termelőkutak mélysége állandóan növekszik. A nagyobb mélységekben fellépő magas hőmérséklet és nyomás által okozott problémákat tovább növeli a termelt gázok általában korrozív jellege. A technológiai fejlődés eredményeként azonban az ultramély, savanyú földgázt termelő kutakból való termelés műszaki és biztonsági feladatai ma már lényegileg megoldottnak tekinthetők.

5.1. Több fázisú áramlás

A függőleges több fázisú áramlás nyomásveszteségének számítására kidolgozott módszerek száma jelentős, ezért az utóbbi években új eljárások ritkán jelennek meg. Speciális viszonyokra, nagy folyadékhozamok esetére (800 m^3/nap felett) közöl [3] nyomásveszteségszámítási módszert. A közel-keleti viszonyokra, jelentős termelőcsőméretre és csőközben áramlásra kidolgozott számítási eljárás az áramló fázisok közötti siklást elhanyagolja. Az áramlási keveréksűrűséget pVT mérésekből, a súrlódási veszteségeket a *Moody*-diagram felhasználásával számítja. A módszer pontossága 41 kút mérési adatai felhasználásával 2%-on belüli. Az olajiparban alkalmazott áramlási elméletek felhasználásával [4] vízkutak és víztelep üzemét elemzi.

Kitér az üzemviszonyok meghatározására és optimalizálására felszálló és segédlevegős termelésnél is.

A függőleges több fázisú áramlás nyomásveszteség-számítási pontosságát a rendelkezésre álló különböző elméletek esetében számos szerző vizsgálja. Négy elmélet és az eredeti szerzők adatainak vizsgálatával [5] megállapítja, hogy az üzemi gyakorlatban szükséges pontosság a legtöbb esetben biztosítható. A fontosabb ismert elméletek vizsgálatát [6] egy adott feladat megoldására legalkalmasabb elmélet kiválasztásának céljából végzi el. Megállapítja, hogy a különböző módszerek pontosságáról publikált eredmények gyakran ellentmondók. A legpontosabb elmélet kiválasztására ezért minden esetben külön számítógépes vizsgálatot célszerű elvégezni, amelynek megoldására példával illusztrált módszert ad. Jelentős ferdeségű olajkutakban az áramlási nyomásveszteség számítására kidolgozott *Beggs—Brill*-elmélet pontosságát [7] egy jugoszláviai mező viszonyainál elemzi. Nyolc esetben a mért és számított nyomások eltérését jelentősnek találták, véleményük szerint az elmélet alkalmazhatóságának eldöntésére további vizsgálatok szükségesek.

A több fázisú áramlási jelenségek leírásánál korszerű irányzat (új módszerek kidolgozása helyett) összetett számítógépi modellek kifejlesztése, ismert eljárások pontossági vizsgálatára alapozva. A Calgary (Kanada) egyetem kutatói egy ilyen komplex számítógépi programot dolgoztak ki a vízszintes több fázisú áramlás nyomásveszteségének számítására. Egy korábbi publikációjuk eredményeit felhasználva (Különszám, 1976. 5. [6]), a [8]-ban közölt módszer minden áramlási rendszerben az adott viszonyoknál legpontosabb korrelációkat alkalmazza az áramlási gáztelítettség és a súrlódási nyomásveszteség számítására. A kidolgozott programmal elért pontosságok a felhasznált módszerekét meghaladják. — Egyenetlen terepen fektetett gázvezetéken fellépő nyomásesést számítják [9]-ben a szállított gáz jelentős folyadéktartalma esetében. Az állandósultnak feltételezett áramlás alapegyenleteit megoldva használható módszert kaptak a nyomásveszteség számítására. — Az AGA finanszírozásában a tulsai egyetemen (Oklahoma) megkezdték a kísérleti munkát a több fázisú áramlási nyomásveszteség polimerek adagolásával való csökkentésének vizsgálatára, vízszintes vezetékekben. Az első kísérleti eredményeket és az elkészült kísérleti felszerelést [10] részletesen ismerteti.

Kútfejfúvókában fellépő több fázisú áramlás matematikai elemzését végzik el [11]-ben. A fúvókán átáramló folyadék- és gázhozam számítására közölt módszert főleg tengeri olajkutak hozamvizsgálatánál tartják fontosnak. — Jelentős számú mérési adat felhasználásával [12] három számítási módszer pontosságát vizsgálja a fúvókában áramló gáz—folyadék keverék nyomásveszteségének meghatározására. Következtetéseire alapozva egyszerüsített összefüggéseket közöl néhány jugoszláviai olajmező viszonyaira, amelyek alkalmazása a kútfejfúvókák méretezésének megbízhatóságát növeli.

5.2. Termelés olajkútból

Egy kanadai olajmező termelésénél alkalmazandó optimális termelőberendezés kiválasztásának módszereit és üzemi tapasztalatait közlik [13, 14]-ben. A mező termelési paramétereinek ismeretében három termelési módszer műszaki-gazdasági elemzését végezték el: folyamatos segédgázos, villamos centrifugális és rudazatos mélyszivattyúzás. A legkedvezőbb megoldás meghatározásának első lépése az egyes termelőberendezések üzemének optimalizálása volt. Kétévi üzemi alkalmazás tapasztalatainak felhasználásával ezután a gazdasági összehasonlítást végezték el, amelynek eredményeként a mező különböző területeire meghatározták az optimális termelést biztosító berendezéseket.

A gazdaságosabb olajtermelés biztosítására az elmúlt években világszerte számos újszerű termelőberendezést fejlesztettek ki. Ezek bővítik a kutak termelésének optimalizálásakor figyelembe vehető lehetőségeket, így a termelési költségek gyakran csökkenthetők. A Bethlehem Steel Corp. által kifejlesztett Alpha-I elnevezésű hosszú löketű rudazatos mélyszivattyús berendezés nagy hozamok termelésére használható [15]. A felszíni hajtómű minimális helyigényű és kis súlyú. Mozgásátalakítója speciális, kettős profilú kábeldob és drótkötél, valamint felszín alatt mozgó ellensúly. Az elektronikus vezérlőberendezés az elektromotor időszakos bekapcsolását (a motor a löket közel 25%-a alatt nem működik), a fellépett üzemzavarok digitális kijelzését, az üzemadatok távadását és a távvezérlést is biztosítja. A nagy lökethossz (max. 12 m) és a kis löketszám (max. 3/min) miatt a szivattyúzás ideális üzemviszonyok és kis energiafelhasználás mellett történik. A berendezést két változatban, sorozatban gyártják (Alpha-I. Folder 3154, Bethlehem Steel Corp., Tulsa, Oklahoma. 1976). Különleges kamrás segédgázos berendezést dolgoztak ki, amely nagy viszkozitású olajok gőzelárasztásos művelésénél fellépő rendkívüli talphőmérsékletek esetében (100—180 °C) is alkalmazható [16]. A felszín alatt mozgó alkatrészt nem tartalmazó felszerelést a termelőcsőbe építik. A segédgáz (vagy levegő) ciklikus felszíni benyomását elektronikus vezérlő biztosítja. A négyéves üzemi tapasztalat alapján a berendezés fő előnyei a nagy hőmérsékleteken való megbízható üzem, valamint a rudazatos mélyszivattyúzásnál kisebb beruházási és üzemeltetési költségek. — Rudazat nélküli, pneumatikus mélyszivattyút (Gas Pump) készített az OTIS cég [17]. A dróthuzallal beépíthető szivattyúegység működtetését a felszínről szervovezetéken át benyomott segédgáz végzi. A berendezés fontos tulajdonsága, hogy szállítóképessége a kútba belépő folyadékhozamnak megfelelően automatikusan változik. Tengeri és ferde kutakban egyszerűen alkalmazható, beruházási költsége a rudazatos mélyszivattyúzásnál kedvezőbb. — Nagy viszkozitású olajok termelésére a Szovjetunióban sorozatban gyártják

a felszín alatti elektromos csavarszivattyús termelőberendezést [18]. A különböző típusokkal elérhető hozamok 16—200 m^3/nap; a kifejtett nyomómagasságok 900—1200 m között vannak. A szivattyú nyomómagassága és hatásfoka a szállított folyadék viszkozitásának növekedésével emelkedik, számos szovjet olajmezőn kis hőmérsékletű kutakban sikerrel alkalmazzák. Két újszerű termelőberendezést ismertet [19]. A gázkutak víztelenítésére alkalmazható rudazatos mélyszivattyús berendezés felszíni hajtóműve a csőközön termelt gáz energiáját használja fel. A simarudhoz négy pneumatikus henger kapcsolódik, amelyek a rudazat mozgatását és az ellensúlyozást biztosítják. A másik berendezés csepegő olajkutak termelését oldja meg kisnyomású (max. 7 bar) levegővel. A teljesen műanyagból készült kútfelszerelés kettős csőrakatból és az azon 60 m-enként elhelyezett tartályokból áll. A kísérleti berendezés előnyös tulajdonságai az egyszerű és olcsó kivitel, valamint a homoktartalomra való érzéketlenség.

A segédgázos termelés üzemviszonyainak meghatározása, a termelés optimalizálása olyan bonyolult feladatok megoldását teszi szükségessé, amelyeket csak számítógéppel célszerű megvalósítani. Számos segédgázos szerkezetet gyártó cég dolgozott ki ezért számítógépi programcsaládokat a termelés tervezésére és optimalizálására. A Merla cég programjaival folyamatos termelésű mezőkben végzett optimalizálás eredményeiről két publikáció is beszámol. Egy ausztriai mező esetében az optimalizálás hatására átlagosan 27%-os segédgázigény-csökkenést értek el [20], csökkentek a költségek egy NSZK-beli mezőben is [21]. A felhasznált programokkal nemcsak az optimális üzemjellemzőket lehet különböző feltételek mellett meghatározni, hanem a szelepsor tervezése is elvégezhető.

A Szovjetunióban növekszik a segédgázos termelés elterjedése, a korszerű megoldások alkalmazása. A pakkeres kútszerkezet és a segédgázszelepek alkalmazásának előnyei a folyadéktermelés növekedése, és a segédgázigény csökkenése [22].

A szovjet Ksz—38 típusú segédgázszelep hidraulikus viszonyainak elméleti és gyakorlati vizsgálata alapján [23]-ban összefüggéseket vezetnek le az üzemi viszonyok között átáramló gázmennyiség meghatározására. Az átáramló gázhozam számítását ugyanezen szelepre [24] nomogramokkal oldja meg. — Az üzemi segédgázszelep beépítési mélységének meghatározására [25] összefüggést vezet le a befolyásoló tényezők figyelembevételével.

Kettős segédgázos kutak szelektív termelésére kidolgozott kútszerkezeteket és felszereléseket ismertet [26]. Alkalmazásával az eddigi termelési problémák megszüntek, a kutak hozama számos esetben nőtt.

Az időszakos segédgázos termelésnél használható Merla TC—17 típusú segédgázszelepek alkalmazásának jugoszláviai tapasztalatait ismertetik [27]-ben. Az időtől függő nyitási és zárási viszonyokat megvalósító szelepek jelentős segédgázmennyiség megtakarítását biztosították, a gázigény más szeleptípusokhoz képest 30%-kal csökkent. A korrózió megelőzésére segédgázos kutaknál gyakran az inhibitort porlasztott állapotban a segédgázba adagolják. A [28]*-ban leírt esetben a megfelelő inhibitormennyiségek a segédgázelosztó központokban kutanként egyedileg beállíthatók. Pakkerrel ellátott segédgázos kutak áramlási és statikus talpnyomásának meghatározására mutat be módszert [29]. Az akusztikus folyadékszintmérésen alapuló számítási eljárás a kutak üzemének ellenőrzését és az üzemtervezést nagymértékben elősegíti.

A himbás rudazatos mélyszivattyúzás világszerte a leggyakoribb mechanikus termelési módszer. Ezért mindenütt az üzemelő berendezések gazdaságosságának növelésére és új alkalmazás esetében az optimális berendezés kiválasztására törekednek. A megfelelő méretezés alapfeltétele az üzemviszonyok pontos számítása, amelynek általánosan elterjedt módszere az API RP 11L-ben közölt eljárás. Ennek pontosságát vizsgálta [30, 31], nagyszámú dinamométerdiagram felhasználásával. Minden esetben meghatározta a hajtómű terhelési viszonyait az API és a korábbi *Mills*-módszerrel is, és a számított értékeket a dinamométerdiagramból vett mérési eredményekkel hasonlította össze. Megállapításai szerint, jóllehet az API RP 11L módszere a korábbihoz képest minőségi változást hozott, megbízhatósága gyakran nem kielégítő. A pontosság növelésére az eddig elhanyagolt hatások (súrlódás, szabad gáz stb.) figyelembevételét javasolja.

Mélyszivattyús termelésű mezőn a kutak meghibásodásának elemzésére, valamint az optimális üzemviszonyok megvalósítására [32] számítógépes programrendszert ismertet. A minimális beruházási igényű megoldás előnye az üzemellenőrzés és termelésirányítás színvonalának növekedése, bevezetése után a kútjavítások gyakorisága 21 %-kal csökkent. A tervszerű megelőző karbantartás jelentőségét hangsúlyozza, és az alkalmazott megoldásokat ismerteti [33]. Egy megfelelően felszerelt külön csoport felállítása, valamint számítógép alkalmazása rendkívül kedvező tapasztalatokat eredményezett. — A mélyszivattyús hajtómű nyomatékterhelését [34] az ellensúlyok felékelésének változtatásával csökkenti. Ily módon a berendezés kissé alul- vagy túlellensúlyozott lesz, ez azonban az eredő nyomaték csökkenését jelentheti. A célszerű ellensúly-beállítás megvalósítását számítógépi program felhasználásával végzik. — A hajtómű nyomatékterhelésének csökkentését [35] a hajtómotor fordulatszámának tirisztoros szabályozásával oldja meg. A sorozatban gyártott szabályozóberendezés előnyeit részletesen ismertetik. A hajtómű üzemének ellenőrzésére [36] a meghajtó motor által felvett elektromos teljesítmény regisztrálását javasolja. Az alkalmazott műszereket és a kiértékelés folyamatát is bemutatja.

A szivattyúzás közben gyakran fellépő folyadékütést megszüntető újszerű mélyszivattyúszelepet ismertet [37]. A legtöbb szabványos API-mélyszivattyúnál alkalmazható megoldás gázos olaj termelésénél a folyadékszállítást növeli, valamint a rudazat igénybevételét csökkenti. — Nagy viszkozitású olaj termelésekor a hagyományos lábszelepek hátrányait megszüntető szelepmegoldást dolgoztak ki [38]. — Mandzsettás mélyszivattyú-dugattyú kifejlesztését és előnyeit vázolja [39] a szivattyúk élettartamának növelésére. — Nem newtoni gázos olaj termelésekor fellépő problémákat [40] számítógéppel vizsgálta. Eredményei alapján olyan megoldást javasol, amellyel az üzemviszonyok javultak, a termelés gazdaságossága nőtt.

A mélyszivattyús rudazatkapcsolók technikai fejlődését vázolta [41], és a korszerü megoldásokat részletesen elemzi. A fokozott követelményeket kielégítő rudazatkapcsoló hidegen formált menetekkel és kis keménységű külső fémbevonattal van ellátva.

Mélyszivattyú-rudazat méretezésének elméleti kérdéseit elemezve [42] a Szovjetunióban használatos egyik méretezési módszert mutatja be. Újfajta rudazatméretezési eljárást dolgozott ki [43], amely biztosítja lépcsős rudazat minden szakaszának azonos kifáradási igénybevételét. A korábbi módszereknél ugyanis az alsó rúdszakaszok igénybevétele nagyobb, ennek következtében a kifáradásos törés gyakori volt a rudazat alján. Számos mintapéldát és az új méretezés számítógépi programját is közli. — Mélyszivattyús kutak talpnyomásának folyamatos mérésére készített automatikus berendezés felépítését és működését mutatja be [44, 45]. Az akusztikus mérésen alapuló berendezés szivattyúzás közben digitálisan kiírja a béléscső folyadéknívójának mélységét és az aktuális béléscsőnyomást. Felhasználható a kút nyomásemelkedési görbéje az áramlási és statikus talpnyomás meghatározására, ezenkívül időszakos termelésnél az optimális ciklusok beállítása is elvégezhető. — Az áramlási vagy statikus talpnyomást [46]* a felszíni béléscsőnyomásemelkedés mérése alapján matematikai módszerrel számítja. Az eljárás üzemi bevezetése megfelelő pontosságot eredményezett. — Rudazatos mélyszivattyús kutak inhibitoros korrózióvédelmének lehetséges módszereit mutatja be [47], és útmutatást ad a célszerű eljárás kiválasztására. A korrózióvédelem tervezésére, és a különböző módszerekről nyert üzemi tapasztalatokra is kitér.

Az elektromos centrifugális búvárszivattyús berendezések méretezésénél általában víz szállítását feltételezik, mivel a jelleggörbék vízre készülnek. A termelt folyadék viszkozitásának hatását vizsgálva [48] közelítő méretezési módszert ad, amellyel a berendezés túlterhelése kiküszöbölhető. — A centrifugális búvárszivattyús termelőberendezés üzemviszonyait [49] zárt kútfejtoló melletti üzemeltetés alapján határozza meg. A számítási eredmények a kísérleti adatokat jól megközelítik. — Búvárszivattyúk szerkezeti részeinek kopását vizsgálta [50] speciális felszíni készülékben. A mérési eredményeket az üzemeltetési idő és a fordulatszám függvényében korrelálták, ennek felhasználásával a szivattyú kopása előre jelezhető. — Jelentős ferdeségű, centrifugális szivattyúval termelt kutak talpnyomásmérésénél alkalmazott szerkezetet ismertet [51]. Segítségével a nyomásmérések eddigi nehézségeit megszüntették.

A mélységi folyadéksugár-szivattyút (Jet Pump) eddig csak a KOBE cég gyártotta sorozatban (1971 óta), az elmúlt évtől azonban egy másik vállalat is felvette gyártmányai közé. (Oilmaster Jet Pump. ARMCO Fluid Packed Pump, Los Nietos, Calif.) — Hidraulikus rudazat nélküli mélyszivattyús kutak áramlási talpnyomásának üzem közbeni meghatározását oldotta meg [52]*. A módszer lényege, hogy a talpnyomást a szervofolyadék nyomásának felszíni mérése alapján lehet számítani. Az eljárás alkalmazása számos kútnál megfelelő pontosságot eredményezett.

5.3. Termelés gázkútból

A nagymélységű, nagy hozamú gázkutak termelése számos újszerű megoldást, felszerelést tett szükségessé. Általában nemcsak a nagy hőmérséklet és nyomás, hanem a korrozív gázok hatása is fokozza a megoldandó problémák nehézségét. — Az ultramély gázkutak kiképzésének korszerű változatait ismerteti [53]. Az alkalmazott felszerelések kiválasztásánál a legfontosabb szempont a gazdaságosság, ezért egyszerűségre törekszenek. Pakker alkalmazás nélkül a a termelőcsövet közvetlenül a beakasztott béléscsőszakasz tetejére ültetik, megfelelő tömítőszerkezet segítségével. — Átlagosan 6000 m mély, savanyú földgázt termelő kutak több éves üzemeltetésének tapasztalatait ismertetik [54]-ben. Vázolják a kútszerkezet megoldását, a felhasznált csőanyagokat, kútfejszerelvényeket, valamint a korrózióvédelem módszerét. Számos olyan feladatot kellett megoldani, amelyre korábbi tapasztalat vagy előírás nem létezett, a kifejlesztett kútfejszerelvények például 1400 és 2100 bar üzemnyomásra készültek.

Agresszív gázt termelő kutak viszonyai mellett vizsgálták a magas ötvözettartalmú fémanyagok korrózióját [55]. A különleges csőanyagok lehetővé teszik a kút termelését korrózióvédelem nélkül is. Jelentős költségük ellenére (6000 m-es kútnál $3^1/_2''$ méretben a termelőcsőoszlop ára kb. 3 millió $!) kedvező tulajdonságaik miatt elterjedt alkalmazásuk várható. A legkedvezőbb ötvözetek összetétele 55—70% nikkel és kobalt, 15—20% króm, és 7—15% molibdén. — Kén-hidrogén-tartalmú gázok termelésének biztonsági követelményeit az USA-ban először a Texas Railroad Commission dolgozta ki 1976-ban. A biztonsági előírás kidolgozásának és követelményeinek részletes elemzését [56] közli.

5.4. Tengeri szénhidrogén-termelés

A tengeri területeken feltárt olaj- és gázmezők termelésénél eleinte a szárazföldön jól bevált technológiai megoldásokat igyekeztek alkalmazni. Így kezdetben a kisebb vízmélységű, part menti területeken a kutakat állandó fedélzetekről termeltették. Az egyre nagyobb vízmélységekben történő szénhidrogén-kutatás következtében természetesen ez a konvencionálisnak tekinthető megoldás jelentős fejlődésen ment keresztül. A jelenlegi termelőfedélzetek már 180—260 m vízmélységre készülnek, sőt terveznek 300 m-ben alkalmazhatót is. — Az északi-tengeri Ekofisk-mező néhány kútjának kísérleti termelési tapasztalatait összegzi [57]. A 70 m mély vízben fúrt nagy hozamú felszálló kutakat állandó fedélzetről termeltetik. — Kis mélységű kutakat 60 m-es tengermélységben állandó fedélzeteken elhelyezett rudazatos mélyszivattyúkkal termeltetnek a Kongó torkolatában [58]. Egy fedélzetre négy, kismértékben átalakított levegő-ellensúlyozású Lufkin-mélyszivattyút helyeztek el. — Az állandó fedélzetes megoldással kis vízmélységek (kb. 70 m) esetében szakít a Shell-Lockheed termelőrendszer, amely a tengerfenéken atmoszferikus kútfejkamrákat alkalmaz [59]. A szükséges javítási, egyéb műveleteket emberi beavatkozással, búvárharang segítségével végzik.

Az állandó fedélzetek jelentős fejlődése ellenére az üzemeltetési és gazdaságossági vizsgálatok azt mutatták, hogy azok alkalmazása nagyobb mélységekben célszerűtlen. Az egyre nagyobb tengermélységekből való termelés alapvető feltétele tehát a rögzített termelőfedélzet-megoldást elvető termelőrendszerek kialakítása. Az Exxon Co. jelentős mélységre (max. 460 m) kidolgozott termelőrendszerének kísérleti üzeméről számol be [60]. A bokorfúrással mélyített kutak kútfejszerelvényeit, szeparátorokat, nyomásfokozó szivattyúkat egy lemerített szerkezetre helyezik. A termelt fluidumokat (a fenékre közvetlen emberi beavatkozás nélkül fektetett) vezetékek szállítják egy felemelkedő vezetékköteghez, amelyen keresztül a felszínen úszó hajóba jutnak. A felszín alatti berendezések karbantartására és javítására egy tévékamerával ellátott manipulátoros, felszínről leengedhető rendszert dolgoztak ki. A termelvények felszínre szállítását biztosító vezetékköteg optimális kialakítását [61] elemzi. A végleges megoldás a termelőhajó egybójás rendszerű kikötőbójájához csatlakozó, részben csuklós szakaszokból álló, alul a tengerfenékhez rögzített bonyolult szerkezet. A tervezés, gyártás és beépítés tapasztalatainak részletes ismertetését [62] adja.

A tengeri olajtermelés dinamikus technológiai fejlődésének egyik figyelemreméltó eredménye a folyóvezetéken leszivattyúzható szerszámok (Pumpdown Equipment) kidolgozása és alkalmazása. A már csaknem egy évtizede [63] alkalmazott technika lényege, hogy a kútban szükséges műveleteket a folyóvezetéken keresztül (hossza 20—30 km is lehet!) leszivatytyúzott szerszámokkal végzik el. Ma már a kutakban alkalmazott összes mélységi szerelvény kapható leszivattyúzható változatban. — A leszivattyúzható szerszámok technikájához szükséges kútszerkezeteket, felszíni szerkezeteket és szerszámokat ismertetik [64]-ben. A megoldható feladatok a termelőcsőbe különböző szerelvények ki- és beépítésén túl paraffintalanítás, homokeltávolítás és a szokásos kútmunkálatok lehetnek.

5.5. Egyéb

A nagymélységű és nagy nyomású szénhidrogén kutak üzemeltetése szigorú biztonsági intézkedéseket igényel. A világ legfontosabb olajtermelő területein alkalmazott biztonsági berendezéseket ismerteti [65], ezek mindegyike felszíni és felszín alatti szelepekből felépített integrált rendszert alkot. — Új módszert dolgoztak ki hidraulikus viharfúvókák működtetésére, amely a termelőcsőben gerjesztett akusztikus jelet használja a szelep vezérlésére [66]. Az elektronikus vezérlőberendezést tetszőleges gyártmányú viharfúvókánál lehet alkalmazni; előnye a kútban gyakran sérülő hidraulikus vezeték szükségtelensége, és a könnyen megoldható távvezérlés.

Termelőkutakban fellépő korrózió elleni védelem különböző módszereit tekinti át [67]; ismerteti az inhibitor kiválasztásának fontosságát. Üzemi tapasztalatok bemutatásával illusztrálja a megfelelő korrózióvédelmi technika kiválasztását. — Gázkutak béléscsövének katódos korrózióvédelmét napelemek felhasználásával oldották meg [68]. A kis költségű berendezés várható élettartama 10 év. — Olajkutakban a paraffinkiválás mélységének számítására [69] eljárást ad.

Tényleges mérések adataival összehasonlítva a módszer pontossága megfelelő.

Olajkutak folyóvezetékére szerelhető áramlásjelző és hozambecslő berendezést fejlesztettek ki [70, 71]. Az áramlási keresztmetszetet nem csökkentő szerkezet érzékelőeleme kvarckristály, amelynek jelét elektronikus berendezés értékeli. A két éve sikerrel használt érzékelő számítógépes adatgyűjtő rendszerekhez egyszerűen kapcsolható. — Matematikai módszerekkel vizsgálja nagy viszkozitású olajok termelésénél a talpi elektromágneses melegítés lehetőségeit [72]. — A szénhidrogéngázok eltérési tényezőjének meghatározására használt számítógépes módszereket elemzi [73, 74] az elérhető pontosság és a számítógépi megvalósítás jellemzőinek szempontjából. Eredményei alapján különböző viszonyokra meghatározható a legpontosabb eljárás. — Lakott területeken folyó olajtermelés hazai tapasztalatait, az alkalmazott műszaki és biztonsági megoldásokat összegzi [75]*.

[1] *Rothrock, R., Jr.:* Downhole maintenance costs nearing $ 600 000 000 this year. PE *8* 18—20.

[2] — Stripper wells increase, but output drops. OGJ *50* 88.

[3] *Cornish, R. E.:* The vertical multiphase flow of oil and gas at high rates. JPT 825—31.

[4] *Szilas, A. P.:* Víztelep és mély vízkút együttműködése. KF 72—6.

[5] *Aleszkerov, A. Sz.—Petrusevszkij, E. I.:* Raszcset usztanovivsegoszja dvizsenija gazozsidkosztnüh potokov v pod"emnüh trubah. NH *9* 46—50.

[6] *Takács G.:* An application study of vertical two-phase pressure drop correlations. Simpozij..., Cavtat **2** 29—33.

[7] *Novacic, M.—Baumhak, M.:* Usporedba proracunskog i mjerenog tlaka koji nastaje pri dvofaznom protoku u kosim busotinama polja Bila. Simpozij..., Cavtat **2** 35—40.

[8] *Mandhane, J. M.—Gregory, G. A.—Aziz, K.:* Critical evaluation of friction pressure drop prediction methods for gas-liquid flow in horizontal pipes. SPE 6036 16 o.

[9] *Odisarija, G. E.—Katusenko, A. V.:* Gidravlicseszkij raszcset rel'efnüh truboprovodov pri neznacsitel'nom szoderzsanii zsidkoszti v potoke gaza. GP *9* 42—3.

[10] — Polymers reduce drag in two-phase gas liquid flow. PLI *2* 54, 56.

[11] *Kuliev, R. P.—Szarkiszov, Z. I.:* Iszszledovanie vlijanija zastucernogo davlenija na proizvoditel'noszt' fontanirujuscsih szkvazsin. ANH *11* 32—6.

[12] *Secen, J. A.:* Surface-choke measurement equation improved by field testing, evaluation. OGJ *35* 65—8.

[13] *Steele, R. D.:* Application and economics of artificial lift in the Judy Creek field, Alberta. SPE 6043 12 o.

[14] *Steele, R. D.:* Engineering and economics used to optimize artificial-lift methods. OGJ *49* 107—10, 112, 114, 116.

[15] — All-new long stroke pump unit makes field debut. WO Nov 64—8.

[16] *Elfarr, J.:* The chamber pump and its application to hot wells. ASME 76-Pet-91 4 o.

[17] *Canalizo, C.—Bechthold, H.—Barron, I.:* The gas pump. ASME 76-Pet-101 12 o.

[18] *Ratov, A. M.:* O rabote pogruzsnüh vintovüh naszoszov pri dobücse vüszokovjazkoj nefti ili sz povüsennüm gazoszoderzsaniem. ND *2* 22—5.

[19] — New artificial-lift systems utilize unique technology. OGJ *5* 72—4.

[20] *Pintér, K.:* Computerized optimum of continuous flow gas lift installation in comparison with field results in Matzen oil-field. Simpozij..., Cavtat **2** 69—76.

[21] *Huth, D.:* Einsatz von Gaslift-Equipment in Südoldenburg und Optimierung der Fahrweise mittels Computer-Programm. EEZ 63—9.

[22] *Kamilov, M. A.—Ahmedov, Sz. Sz.—Gadzsi-Zade, N. A.:* Opüt vnedrenija gazliftnüh klapanov na mesztorozsdenii Neftjanüe Kamni. ANH *7* 52—6.

[23] *Andriaszov, R. Sz.—Atadzsanjan, B. P.:* Iszszledovanie raszhodnüh harakterisztik gazliftnüh klapanov. ND *7* 23—6.

[24] *Andriaszov, R. Sz.—Gaszanov, F. G.—Atadzsanjan, B. P.:* Iszszledovanie propuszknoj szposzobnoszti gazliftnüh klapanov. ANH *2* 76—9.

[25] *Adzsalov, Z. M.—Ramazanova, R. A.—Mahafov, A. A.:* Opredelenie meszta usztanovki rabocsego gazliftnogo klapana. ANH *5* 43—5.

[26] *Dzsafarov, S. T.—Ragimov, M. T.—Musztafaev, V. A.—Bekirov, N. I.:* Opüt primenenija gazliftnüh klapanov central'nogo raszpolozsenija v usztanovkah UGG-168-210 dlja odnovremenno-razdel'noj ekszpluatacii. NH *6* 69—71.

[27] *Butrovski, D.:* Analiza temeljnih pokazatelja rada povremenog gas-lifta na polju Sandrovac. Simpozij..., Cavtat **2** 59—67.

[28] *Mutti, D. H.—Atwood, J. E.—LaFayette, C. R.—Landrum, A. O.:* Corrosion control of gas-lift well tubulars by continuous inhibitor injection into the gas-lift gas stream. JPT 624—8.

[29] *McCoy, J. N.:* Acoustic determination of bottomhole pressures. PE *10* 40, 42, 46, 48.

[30] *Griffin, F. D.:* An update on pumping unit sizing as recommended by API RP 11L. JCPT *1* 45—51.

[31] *Griffin, F. D.:* Eine aktuelle Überprüfung der API-Empfehlung RP-11L zur Auslegung von Tiefpumpenanlagen. EEZ 121—7.

[32] *White, J. R.:* Computer application in sucker rod pumping management. SWPSC 269—77.

[33] *Bullard, D. B.:* Beam pump preventive maintenance yields multiple benefits. OGJ *23* 135—8.

[34] *Chastain, J.:* Use lead/lag to reduce torque on pumping units. OGJ *41* 138, 143, 144, 147.

[35] *Pljuscs, B. M.—Farhadzade, E. M.:* Iszszledovanie stangovoj glubinnonaszosznoj usztanovki na ÉCVM pri reguliruemom élektroprivode. NH *6* 50—3.

[36] *Kulikovszkij, L. F.—Kricske, V. O.:* Vattmetrograficseszkij metod kontrolja rabotü glubinnonaszosznüh usztanovok. ING *8* 81—5.

[37] *Williams, L. R.:* A way to eliminate fluid and gas pound with the new two-stage charger valve. SWPSC 279—82.

[38] *Vagapov, J. G.:* Sirokoprohodnüj vszaszüvajuscsij klapan dlja glubinnüh naszoszov. MNO *1* 28—30.

[39] *Amirov, A. D.—Hanlarov, V. T.—Kuliev, V. I.:* Glubinnüj naszosz manzsetnogo tipa. NH *10* 30—2.

[40] *Szultanov, R. Sz.—Halilov, B. M.—Szulaeman:* Vlijanie uprugoj szredü trubnogo prosztransztva na rabotu glubinnonaszosznoj usztanovki pri dobücse nen'jutonovszkih neftej. ING *12* 46—50.

[41] *Holbert, A. S.:* Development and application of sprayed metal sucker rod couplings. SWPSC 249—51.

[42] *Kruman, B. B.:* Metodika raszcseta kolonn naszosznüh stang. NH *9* 44—6.

[43] *Neely, A. B.:* Sucker rod string design. PE *4* 58, 60, 64, 66.

[44] *Brownscombe, E.:* A new means of diagnosing pumping well problems. SWPSC 223—31.

[45] *Godbey, J. K.—Dimon, C. A.:* The automatic liquid level monitor for pumping wells. SPE 6039 8 o.

[46] *Alexander, L. G.:* Determination of the "gas-free" liquid level and the annular gas flow rate for a pumping well. JCPT *2* 66—70.

[47] *Frank, W. J.:* Here's how to deal with corrosion problems in rod-pumped wells. OGJ *22* 63—8, 70, 72.

[48] *Riling, G.:* Sizing submersible pumps for viscosity effects. PE *8* 64, 68, 72.

[49] *Haliullin, R. H.—Tukaev, R. N.—Hromov, J. Sz.:* Iszszledovanie rabotü pogruzsnogo élektronaszosza v rezsime nulevoj podacsi. MNO *3* 14—8.

[50] *Boriszov, V. V.:* Vlijanie velicsinü iznosza truscsihszja poverhnosztej rabocsih organov na proizvoditel'noszt' sztupenej glubinnüh centrobezsnüh naszoszov. MNO *2* 10—3.

[51] — High-angle wells use "Y" tool for readings. OGJ *9* 114, 118.

[52] *Buehner, L. O.—Niebrugge, T. W.:* Determining bottomhole pumping conditions in hydraulically pumped wells. JPT 810—2.

[53] *Lindsey, H. E., Jr.:* Deep well completions can be simple. PE *5* 82, 84, 86, 88.

[54] *Hamby, T. W.—Broussard, L. P.—Taylor, D. B.:* Producing Mississippi's deep, high-pressure sour gas. JPT 629—38.

[55] *Watkins, M.—Greer, J. B.:* Corrosion testing of highly alloyed materials for deep, sour gas well environments. JPT 689—704.

[56] *Smith, J. E.:* A review of Texas Railroad Commission Rule 36 for operation in hydrogen sulfide areas. SPE 6147 12 o.

[57] *Jobin, T. J.—Hoch, R. S.—Johnson, D. A.:* Subsea well development and producing experience in the Ekofisk field. SPE 6073 12 o.

[58] *Fincher, J.—Van der Kleyn, G.—Gobin, Y.:* Sucker rod pumping goes offshore. PE *10* 20—2.

[59] *Snyder, R. E.:* Changing economics spark new production ideas. WO Nov 57—63.

[60] *Childers, T. W.—Loth, W. D.:* Test of a submerged production system — progress report. SPE 6075 10 o.

[61] *Ortloff, J. E.—Caldwell, J. B.—Teers, M. L.:* An articulated multiline production riser for deepwater application. ASME 76-Pet-44 6 o.

[62] *Gammage, W. F.—Ortloff, J.E.—Teers, M. L.—Caldwell, J. B.:* Design, fabrication and installation of a prototype

multiline marine production riser system. ASME 76-Pet-45 6 o.
[63] *Keprta, D. F.:* Seafloor wells and TFL — a review of nine operating years. SPE 6072 8 o.
[64] *Johnston, R.—Arendt, H.—Yonker, J.:* Pumpdown completions in ultradeep waters. PE *6* 58, 62, 66, 68.
[65] *Oubre, H. J.—Robbins, K. W.—Raulins, G. M.:* Variety of emergency shutdown systems provides safety protection. OGJ *40* 83—6.
[66] *Pedigo, J.—Parker, W. H.:* An acoustically controlled down-hole safety valve (SCSSSV). SPE 6026 8 o.
[67] *EnDean, E. J.:* Corrosion control in the well bore. PE *10* 50, 52, 59, 60, 62.
[68] *Wylie, C. M., Jr.:* Cathodic casing protection using solar panels. PE 8 21—2, 24, 28.
[69] *Malickij, E. A.:* Prognozirovanie glubinü otlozsenija parafina v szkvazsine. ND *9* 45—7.
[70] *Alford, B. J.—Patterson, M. M.—Womack, F. A.:* Development and field evaluation of the production surveillance monitor (PSM). SPE 6095 16 o.
[71] *Patterson, M. M.:* A flowline monitor for production surveillance. SPE 5769 8 o.
[72] *Abernethy, E. R.:* Production increase of heavy oils by electromagnetic heating. JCPT *3* 91—7.
[73] *Takács G.:* A földgázeltérési tényező számítási módszereinek elemzése. KF 269—72.
[74] *Takács G.:* Comparisons made for computer Z-factor calculations. OGJ *51* 64—6.
[75] *Pápa A.:* Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen. KF 289—95.

6. Kőolaj- és földgázszállítás

Az ujonnan feltárt és termelésbe állított szénhidrogénmezőkkel az elmúlt évben is jelentősen növekedtek a földgáz- és kőolajtelepek. Ennek megfelelően növekedett a kőolaj- és földgáztávvezeték-rendszer, a szállító- és tárolópark, valamint a rendszereket kiszolgáló technológia és technika. Ennek szemléltetésére példaként említhető a Szovjetunió és Irán földgáziparának fejlődése.

A Szovjetunió földgázkészletei 1975-ben elérték a $27 \cdot 10^{12}$ m³-t. A Tyumen-i és az Orenburg-i előfordulások a legjelentősebbek. A földgáz-távvezetékek hossza a Szovjetunióban elérte a 100 ezer kilométert (ez 2,4-szer több, mint 1965-ben volt), 10 év alatt a kompresszorállomások lóerő-teljesítménye 4,4-szeresére emelkedett ($8{,}2 \cdot 10^6$ kW). A Szovjetunió a földgáz komplex feldolgozására törekszik: a gázösszetevők teljes kinyerésére, a savanyú gázok előkészítésére, valamint a kén kinyerésére [1].

A Szovjetunió földgáztermelése rohamosan nő, az utóbbi években évi 10%-kal, és ez az előirányzat 1985-ig is. A készletek 1965-től 1974-ig csaknem 6-szorosára emelkedtek. Nagy készleteket tártak fel Nyugat-Szibériában. Itt a Tyumen-i területen különleges technikai és üzemeltetési problémákat kell leküzdeni. A tervezett export a Szovjetunióból:

	1975	1980	1985
milliárd m³ földgáz	17,0	42,3	51,8

A [2] szerint lehetőség van az USA és Japán részére is földgáz exportálására cseppfolyós földgáz formájában.

Irán a 11 trillió m³-es földgázkészletével a második helyre került a Szovjetunió után. Nagy exporttervet valósít meg, mellyel napi 184 millió m³ földgáz és cseppfolyósított földgáz exportját teszik lehetővé. A [3] ismerteti az export műszaki fejlesztési célkitűzéseit, a távvezeték-rendszereket, a földgáz-cseppfolyósító üzemeket stb. Az Iránból a Szovjetunió határáig terjedő távvezeték-rendszer hossza 1782 km, a kompresszorállomások teljesítménye 640 000 LE. Az utóbbi idők egyik legnagyobb gáz-visszasajtolási rendszerét a Khuzesztan- (Irán) mezőben valósítják meg, ahol napi 368 millió m³ gáz visszasajtolását tervezik. Az olajtermelés 30—40%-os emelkedése szükségessé teszi az olajkísérő gáz gyors hasznosítását, illetve visszasajtolását [4].

A pébészállítás jelentős növekedése figyelhető meg mind a mennyiség, mind a szállítási távolság vonatkozásában. A Shell International Gas Ltd. 1979-től 10 év alatt több mint 6 millió tonna propán-butánt fog szállítani az észak-amerikai Northern Liquids International cégnek az Északi-tengeren a Shell kezelésében levő angol földgázmezőkről. A pébéüzemet a skóciai Peterhead-ben építik, és innen 1981-ben 1,25 millió m³-t fognak szállítani [5].

A szénhidrogénekkel való takarékosság a szükségesnél és a vártnál kisebb mértékü. A [6] szerint az USA Kongresszusa fogja meghatározni a gázfelhasználás jövőjét. A kormány képtelen a gázfelhasználás növekedését megakadályozni. Ennek bizonyítására adatként közli a gázfelhasználás ipari létesítményeinek kiadásait az 1968—78-as időszakban, a gázelosztó vezetékek hosszát és méretét az 1975—76. évekre és a tervezett gázimportot 1976—1990 között.

A magisztrális távvezetékek hossza világviszonylatban évenként 40 ezer km-rel növekszik. A kanadai olaj és olajtermék szállításának és tárolásának jelenlegi színvonalával és várható perspektívájával foglalkoznak a [7] szerzői. Kanadában az olajtermelés 1975-ben 13%-kal, 1976-ban további 6%-kal csökkent, amelynek következtében a belső olajtermék-szükséglet (93 Mt/év) meghaladja az éves termelést (88 Mt/év). Kanadában a távvezetékek hossza meghaladja a 23 ezer km-t, melyből 7 ezer km az olajtávvezeték. Kanadai szakemberek szerint a távvezetékek nincsenek kellően ellátva automatikus, telemechanikus és számítástechnikai rendszerekkel [7]. A távvezetékek létesítési költsége és üzemeltetésének gazdaságossága mind fontosabb tényezővé válik.

A [8] szerzői vizsgálják az USA magisztrális távvezeték-rendszerét és szerepét. 1976-ban a magisztrális távvezetékek teljes hossza 210 ezer km, melyből 98 ezer km olaj-, és 111 ezer km terméktávvezeték volt. 1 km hosszú távvezeték létesítése általában 32 ezer dollárt igényel. A költségek csökkentése céljából a meglevő vezetékek mellett párhuzamos vonalakat építenek ki, és ez jelentősen olcsóbb, mintha új nyomvonalon létesítenek vezetékeket. 1976-ban 40 ezer km távvezeték-építést irányoztak elő az USA-ban. Mintegy 50 millió m³ tárolóteret hoznak létre sórétegekben. 1 m³ tárolótér létesítési költsége 4,4—7,25 dollár. A Szovjetunióban is növelik a távvezetéki szállítás részvételi arányát a vasúti és közúti szállításhoz képest. Jelen időszakban az olajtermékek $^3/_4$ részét még vasúton szállítják a felhasználóhoz. Távvezetékkel még csak az összes szállításnak 10%-át, kb. 40 Mt terméket

szállítanak. A távvezetéki olajtermék-szállító rendszer jelenleg kialakítás alatt van. A Szovjetunióban 1975 végén összesen 10 ezer km terméktávvezeték volt kiépítve. A szerzők elemzik különböző szállítási rendszerek hatékonyságát, javaslatot tesznek különböző szállítási módszerek célszerű alkalmazására [9]. A távvezeték-rendszerek kialakítását és építését központilag jóváhagyott szempontok szerint végzik. Ennek megfelelően [10] a Szovjetunióban létesítendő magisztrális olajtávvezeték-rendszerek tervezési feladataival foglalkozik, meghatározva a fejlesztés főbb irányait. 1976—80 között a Szovjetunióban mintegy 15 ezer km hosszú olajtávvezetéket és 3500 km olajtermék-vezetéket helyeznek üzembe. Az olaj és termékeinek távvezetéki szállítási részaránya állandóan növekszik, és 1977-ben 49,7%-ot tett ki, míg a vasúton történő szállítás 44,1% volt. A vezeték alapméretei 530—1200 mm között változnak, és az alkalmazott szivattyúk szállítóképessége 1250—12 500 m^3/h között változott [10].

A szénhidrogének nagy távolságra történő szállításában továbbra is fontos szerepet játszik a tengeri szállítás. A tankhajók mérete jelentősen növekszik. Az olaj és olajtermék regionális szállításának mintegy 95%-át a tengeren szállított összes tehernek kb. 60%-át tankhajóflotta bonyolítja le. A távolság növekedése, különösen a Szuezi-csatorna lezárása után szükségessé tette nagy teherbírású tankhajók létesítését. Úgy tervezik, hogy atomenergia-meghajtású tankhajók már a 80-as években üzembe állíthatók lesznek, s várhatóan fokozatosan elterjed alkalmazásuk [11].

A szénhidrogéneket szállító vezetékrendszerek létesítése is nagy ütemű. A szocialista országok kivételével 1976-ban 74 000 mérföld hosszúságú csővezeték tervezése, kivitelezése valósult meg földgáz, nyersolaj, kőolajtermék és szilárd anyagok szállítására. Ennek beruházási költsége (az USA kivételével) meghaladja a 6,1 Mrd dollárt. A szerzők ismertetik a Közel-Kelet jelentősebb csővezetékeit, valamint Afrika, Európa, Közép- és Dél-Amerika, Ázsia és Kanada folyamatban levő és tervezett távvezeték-építési terveit [12]. A csővezetékek átmérője és üzemeltetési nyomása növekvő tendenciát mutat. [13] szerint 1420 mm átmérőjű és 75 at üzemnyomású csövekből építik a hatalmas csővezeték-rendszereket. 1975 végén a gázvezetékek 40%-át 1020—1040 mm átmérőjű csövekből építették. Az építés technológiája fejlődött és gyorsult. 1976 elején a Szovjetunióban a 100 000 km hosszú gázvezeték mellett 25 föld alatti gáztároló és 200 kompresszorállomás volt üzemben. A Szovjetunió ötéves tervében előirányozták a gáztermelés évi 400—435 milliárd m^3-re való növelését. A hűtött és cseppfolyósított állapotban levő gáz szállítása nagyon perspektivikus [13].

Az USA-ban 1976-ban 40 225 km-re becsülték az építeni kívánt vezetékek hosszát. Ebből Scatle és Clearbrook között 2400 km hosszú, NÁ 900-as csővezetéket építenek az alaszkai kőolajnak a keleti partvidéki finomítókba történő szállítására. Jelentős a szénszállító vezetékek hossza. A leghosszabb ezek közül 2000 km hosszú lesz, NÁ 1000 átmérővel [14]. A [15] szerint a Szovjetunió hihetetlen mértékben fejleszti a csővezetéki szállítás részarányát. Ismerteti azokat a nehézségeket, amelyekkel ennek az ágazatnak meg kell küzdenie. A csővezetéki szállítás forgalma 5 év múlva 67,8%-kal fog nőni, ezzel a jelenlegi harmadik helyről a másodikra fog kerülni. A Szovjetunió a csőgyártásban a világelső.

A hidrogén csővezetéki szállítása mind nagyobb teret hódít. Az NSZK-ban a Ruhr- és Rajna-vidéki finomítók és vegyipari üzemek eddig mintegy 210 km NÁ 80- NÁ 300-as hidrogén-távvezetéket üzemeltetnek. A gázt 25, illetve 40 bar nyomáson szállítják. A vezetékek csőtörés-biztosítókkal és biztonsági szelepekkel vannak ellátva. A vezetékekben nem léphet fel hidrogéndiffúzió. A hidrogén okozta törés vagy ridegedés megelőzése céljából sem a nyomás, sem a hőmérséklet nem haladja meg azt a kritikus értéket, amelynél ez a jelenség fellép. A szerzők tervezési irányelveket és a hidrogénszállítás gazdasági elemzését ismertetik [16].

Mind nagyobb mértékben alkalmaznak műanyag csöveket. A [17] szerint az USA-ban 1972-ben kb. 36 000 km, Hollandiában 16 000 km hosszú, kemény PVC-ből készült gázvezeték üzemelt, az NSZK-ban pedig 1974-ben 3600 km. A PVC aromás szénhidrogénekre, különösen naftalinra érzékeny. Ezért elsősorban kerülni kell a kokszgázszállításra való alkalmazását. Földgáz szállításakor nem tapasztaltak problémát, azonban szükség esetén folyadékleválasztókat építettek be a vezetékbe. Általános törekvésnek tekinthető a földgáz-előkészítés vertikumának növelése.

A [18] szerzői elemzik Kuvait olaj- és gáziparának fejlődését és perspektíváját. Az irányzat: primer termékek értékesebb termékké való feldolgozása. Célul tűzték ki a földgáz értékes összetevőinek kinyerését, és etánból etilén előállítását. Az etán-etilén üzem tervei elkészültek, s mintegy 500 millió $-t igényel a megvalósításuk.

A [19] szerzői egy, a bizottsági jelentés alapján részletesen beszámolnak a cseppfolyósított földgáz és cseppfolyósított propán-bután gáz termelésének jelenlegi helyzetéről és várható alakulásáról világviszonylatban és országonként. Ezzel összefüggésben technológiai, műszaki fejlesztési, biztonságtechnikai és gazdasági kérdésekkel foglalkoznak. A cseppfolyós földgáz termelésének növekedése gyors. Az USA, Japán, Nyugat-Európa importja 1972-ben $4{,}5 \times 10^6$ t volt, 1975-ben 12×10^6 t, a becslések szerint 1985-ben 130×10^6 t lehet. 1975 végén 10 cseppfolyósgáz-fogadóállomás, 35 szállítóhajó volt üzemben, és 41 hajó állt építés alatt. A cikk megadja az egyes létesítmények fontosabb műszaki paramétereit, a cseppfolyósföldgáz-tárolók típusának főbb jellemzőit, a szállítás biztonsági előírásait. Tárgyalja a mérési problémákat, a mérés berendezéseit és módszereit.

Bizottsági beszámoló foglalkozik az egyes országok tengeri, part közeli gázelőfordulásaival, a termelési kapacitásokkal, fejlesztési irányokkal. Országonként ismerteti a savanyú földgázok termeltetési, előkészítési technológiáját és a fejlesztési célkitűzéseket e területen. A föld alatti gáztárolás terén a tárolók száma 10,5%-kal, a kutak száma 11%-kal, a kompresszorozási energia 19%-kal, a tárolókapacitás pedig 11,6%-kal nőtt. A kialakítás alatt álló új tárolók száma 36, mely 89%-os növekedést jelent. Legnagyobb fejlődés Csehszlovákiában és az NSZK-ban volt. Foglalkozik a föld alatti tárolás költségeinek és összehasonlító gazdasági értékelésének számítási módszereivel [20].

[21] átfogó képet ad a földgáz-cseppfolyósítás helyzetéről. 1976-ban tizennégy cseppfolyós földgáz (CSFG) alapterhelésű létesítmény dolgozott a világon.

Ezek között öt cseppfolyósító üzem és kilenc fogadó végállomás található. További négy cseppfolyósító üzem és tíz végállomás áll a műszaki tervezés különböző szakaszában. A cikk ismerteti az USA CSFG-import-terveit, a tervezett fogadóállomásokat és az elosztórendszert.

Az USA-ban az etilénigények kielégítésére fokozzák a földgázból az etánkihozatalt, és új etánüzemeket építenek. 1974 és 1985 között az összes gáztermelésből a 19%-os kihozatalt 30% kihozatalra emelik. Az etánüzemeket előre gyártva, szánkóra szerelt blokkelemekből építik a költségek csökkentése érdekében [22].

6.1. Kútáram gyűjtése és szétválasztása

Lakott területeken a biztonságot a kútszerkezetek és biztonsági elzárórendszerek helyes megválasztásával kell megteremteni. A vészjelző és beavatkozó rendszer a kutaknál és a gyűjtőrendszerben a biztonságot fokozza. [23] tárgyalja ilyen esetekre a vezetékek méretezését, a kivitelezés ellenőrzését és a rendszerbe épített biztonsági elzáró szerelvényeket.

A szén-dioxidos művelés nagyüzemi alkalmazását vezették be a Lovászi mezőben. A szerzők ismertetik az alkalmazandó műveléstechnológiát és a felszíni létesítmények megvalósításának feltételeit, korlátait. A 12 évi időtartamra tervezett szén-dioxidos műveléstől 10—15%-os kihozatalnövekedést, 600 ezer tonna kőolaj-kitermelést várnak [24].

Az irodalom nagy teret szentel a savanyú földgázok termelési, gyűjtési és előkészítési problémáinak. Az NSZK összes földgázkészletének 60%-át a savanyúgázkészletek teszik ki. Több mint 25 millió m^3/nap savanyú gázt kezelnek, és a napi kéntermelés eléri a 2500 tonnát. A szerzők több évi tapasztalat alapján elemzik a speciális termelési problémákat, a kutak biztonsági berendezéseinek, a termelővezetékek és a gázelőkészítők üzemeltetési tapasztalatait [25]. [26] szerint Nyugat-Kanadában számos 50% H_2S-tartalmú földgázmezőt tártak fel. A szerzők elemzik a 25 évi üzemeltetési tapasztalatokat a savanyú földgázok termelése, gyűjtése és előkészítése terén. Foglalkozik a savanyúgáz-kompresszorok konstrukciójával, üzemeltetési tapasztalataival is.

Pakisztán 9 lelőhelye közül 7 alacsony kalóriájú, savanyú gáz. Jelentős a gázfogyasztás szezonális ingadozása. Előirányozták a termelés növelését, és 3 földgáz-cseppfolyósító üzem létesítését. Egy-egy üzem napi 0,62 millió m^3 földgáz cseppfolyósítására és 170 millió m^3 gáz tárolására létesül. Az üzemek és a tároló beruházási előirányzata 120 millió $ [27].

A szakemberek mind többet foglalkoznak a korrózió és erózió okozta műszaki-gazdasági problémákkal. A [28] tárgyalja a földgázok és a gázkondenzátumok agresszív közegeinek az üzemelő gyűjtővezeték-rendszerekre, készülékekre és berendezésekre gyakorolt hatását. A korróziós jelenségek összefüggésben vannak kopási, eróziós folyamatokkal. Kísérleteket végeztek, melyeknek eredményeit matematikai modellbe foglalták össze. A kopás egyenesen arányos a koncentrációval, az áramlási sebességgel, és fordítva arányos a dinamikai viszkozitással. A kopás intenzitását jelentősen befolyásolja a beesési (érintkezési) szög. Az eróziót a beesési szög és a relatív nedvességtartalom függvényében is meghatározták.

Ausztria, hasonlóan más országokhoz, tovább fejleszti föld alatti gáztárolóit. A [29] szerint az ÖMV újabb föld alatti gáztárolót létesített. A Tallesbrunn-i tároló két távvezetékhez csatlakozik, ezek 40 bar, ill. 70 bar nyomáson dolgoznak. A gyűjtőrendszer 5 sugárirányú fővezetékből áll, melyre 4—6 kút csatlakozik. A kutak nyitása—zárása csoportos távszabályozással történik, a mérés is csoportos. Tárgyalja a diszpécserközpont funkcióját és felépítését; a központ jelenleg az ÖMV 33 termelő- és átadóállomását és hálózatát foglalja magában, de 65 állomásra bővíthető.

A vízelárasztásos művelés továbbra is fontos szerepet játszik az olajmezők művelésében, és kiterjed a tenger alatti tárolókra is. Az északi-tengeri Thistle-olajmezőn egy 33 tagból álló óriási platformot létesítettek. A 6—9 m átmérőjű lábak alsó része hengeres olajtartályként van kiképezve, 5600 m^3 térfogattal. A berendezések 3 emeleten vannak egymás alatt elhelyezve. A szeparátor, leválasztórendszer 4 párhuzamos egységből áll. A gázvisszasajtolás 3 kompresszorral történik. A vízvisszasajtoláshoz tengervizet alkalmaznak, melyet 4000 LE összkapacitású szivattyúkkal nyomnak a tárolóba [30]. A [31] szerint a Wilmington-i olajmezőn naponta mintegy 240 ezer m^3 vizet sajtolnak vissza 19 szivattyúállomáson keresztül. A szerzők ismertetik a rendszer és a vízkezelés különböző technológiai tapasztalatait, a korrózió elleni védekezést a vízbesajtoló rendszerben, az oxigéneltávolítás és pikkelypehely-lerakódás elleni védekezés módszereit, gyakorlati tapasztalatait. A létesítmény több mint 15 millió $ beruházási költséget igényel, a vízkezelés és tisztítás költségei évi 3 millió $ fölé emelkedtek.

A tatár mezőkben a termelt olajkísérő víz 60%-át használják fel visszasajtolásra. Igényként merült fel a víztisztítási technológia gyorsítása, a besajtolt vízmennyiség növelése érdekében. Félüzemi méretekben végeztek víztisztítási kísérleteket, melyeket értékelve javasolják a kombinált levegő és vizes öblítést, ill. mosást [32].

A gyakorlat számára is fontos a folyadék és gáz csővezetéki együttes áramlására kidolgozott nyomásváltozási görbesereg számítógépes meghatározása. Kiemelkedő a nem newtoni kőolajok áramlási nyomásveszteségeinek számításakor használandó, folyástulajdonságokat leíró matematikai összefüggések rendszerezése, alapozva a szerző kutatómunkájának eredményeire. A kőolaj és földgáz gyűjtése és szeparálása című fejezetből a számítógépes folyamatszabályozással és a termelés automatikus irányításával kapcsolatban tett megállapítások kiemelkedők [33].

A [34]-ben a szerzők egy meglevő gázgyűjtő hálózat áramlási viszonyainak vizsgálatát végezték el az abnormális nyomáscsökkenésekre való tekintettel, amit a gázzal magával ragadott cseppfolyós fázisok okoz-

nak. A szimulációs vizsgálatban a *Panhandle*-egyenletet alkalmazták, de 12 hüvelyknél nagyobb átmérő esetén módosított *Panhandle*-egyenletet használtak. A kompresszorokra az „Adiabatikus Lóerő Egyenlet"-et lehet felírni. 485 csőszegmenst — 175 gázkutat és 5 kompresszort tartalmazó gyűjtőhálózatot vizsgáltak és a következtetéseket összefoglalják. Cseppfolyós anyag bekerülése esetén a csőhatékonyság nem a cseppfolyós anyag mennyiségétől, hanem a gázáram sebességétől függött.

Több cikk foglalkozik a gázszállítás gazdaságosságának növelésével. A gázkondenzátumok és a földgáz szállításával kapcsolatosan elvégzett komplex számítások bizonyítják, hogy az összegezett költségek jelentősek, melyek nagymértékben csökkenthetők, ha a gázt a szállítandó kondenzátumban oldva szállítják. A gázkondenzátum-mezők termelésénél minél nagyobb hányadot szállítanak folyadékállapotban, annál gazdaságosabb a gáz- és kondenzátumszállító rendszer egésze. A vizsgálatok szerint a gáz és a gázkondenzátum lépcsős stabilizálását javasolják [35].

Mindjobban elterjed a szállítás közbeni emulzióbontás. A csővezetékben történő emulzióbontás alkalmazásakor ismerni kell a szállítás közben keletkező emulzió mennyiségét. Kísérletsorozatot végeztek a turbulencia okozta emulzióképződés meghatározásával. A kísérletek során tanulmányozták az emulziómérés lehetőségét is. Megállapították, hogy a nem stabil emulziók mérése megvalósítható standard torlóperemes technológiával, turbulens áramlás esetén is. A mérési adatok a 2%-os hibahatáron belül megegyeznek az egyfázisú mennyiségmérés adataival [36]. Az olaj csővezetéki szállításával kapcsolatos költségek csökkentése és a műszaki problémák megoldása céljából széles körben alkalmazzák az olaj reológiai tulajdonságát megváltoztató adalékolt technológiát.

Megfelelő felületaktív anyag adagolásával nagymértékben csökken az olaj eredeti viszkozitása, csökken a szivattyúzási teljesítményigény, és lehetővé válik a nagy paraffintartalmú, magas viszkozitású olajok viszonylag alacsony hőmérsékleten, nagy távolságra történő szállítása. Legperspektivikusabbnak a vízágyas olajszállítás tekinthető, amelyet korábban az igen magas víz az olajban típusú emulzió képződése és az igen nagy indítási nyomás miatt alkalmatlannak minősítettek. A szerzők a kísérleti eredményeiket és a javasolt felületaktív anyagokat ismertetik [37].

A [38]-ban elemzik a Ny-Szibéria-i megioni mező olajgyűjtő rendszerének működését, kimutatják annak meglevő hiányosságait, és két alternatív javaslatot tesznek a gyűjtő- és előkészítő rendszer tökéletesítésére. Ezen belül az olajjal együtt termelt víz mezőbeli előkészítését és az olajkihozatal növelése céljából a tárolóba való visszasajtolását is javasolják. Összességében jelentős mértékben növelhetik a gyűjtőrendszer hatékonyságát. Az olajmezők felszíni rendszereinek kialakításakor mind elterjedtebben alkalmazzák az egycsöves gyűjtőrendszert. Ilyen rendszer tervezésekor egyik legfontosabb feladat a vezetékben uralkodó átlagnyomás meghatározása. Módszert és matematikai összefüggést javasolnak a vezetékben uralkodó átlagnyomás meghatározására a vezeték kezdő és végpontján uralkodó nyomások ismeretében [39].

Az utóbbi években a Szovjetunióban az „Azneft" egyesülés területén komoly erőfeszítéseket tettek az olaj- és gázveszteségek csökkentése érdekében. Kialakították a zárt rendszerű gyűjtés és előkészítés új technológiáját. Az elkövetkezendő ötéves tervben további intézkedést terveznek. E célkitűzések realizálása mintegy 5,3 MRbl-t igényel, és ennek eredményeként évente 4,85 MRbl gazdasági hatékonysággal számolnak [40].

Az Üzbég Köztársaság kostari mezőjéből magas aszfalténtartalmú, nem newtoni olajat termelnek. Az olaj elszállítása hűtési technológiával vagy kis viszkozitású olaj bekeverésével e körzetben nem oldható meg. A probléma megoldására dolgozták ki a vízágyas szállítást. Javaslatot tesznek felületaktív anyagok alkalmazására a vízágyas szállítás hatékonyságának javítására, ill. az emulzióbontás megkönnyítésére [41]. Mind szélesebb körben alkalmazzák az olaj és gáz együttes szállítását.

Energiafelhasználás szempontjából vizsgálták a kétfázisú folyadék—gáz rendszer áramlási feltételeit, és összefüggést állapítottak meg az energiafelhasználás, valamint a gázfázis előresietése között. Meghatározták azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a többletenergia-felhasználást olajnak és gáznak közös gyűjtőrendszerben történő szállításakor. Csökkenteni lehet az energiafelhasználást a gázfázis olajfázishoz viszonyított előresietésének csökkentésével [42].

A Ny-Szibéria-i mezők olajgyűjtő rendszerét a hermetikus zárás jellemzi, és általában két-háromlépcsős szeparálást alkalmaznak. A szerzők az olajmezők gázgyűjtési technológiájának továbbfejlesztésével, ill. a gáz és olaj együttes szállítási kérdéseivel foglalkoznak. Bizonyítják, hogy a gáz és olaj távvezetéken, nagy távolságra történő együttes szállítása eredményesen megvalósítható [43]. Az olajmezőkön történő olaj- és vízgyűjtés, -előkészítés, korszerű berendezések kialakítását teszi szükségessé. A [44] szerzői bírálják az olajgyűjtő berendezések fejlesztésének utóbbi években alkalmazott irányát, javaslatot tesznek új szempontok alapján történő fejlesztésre, korszerű, kisméretű, nagy termelékenységű olaj-előkészítő berendezések, ülepítőrendszerek kidolgozására, ismertetve ezek gazdasági és műszaki előnyeit.

A mangislaki olaj a nem newtoni folyadékokhoz tartozik, és tixotrop tulajdonságai jelentősek. Az ilyen olajok reológiai tulajdonságainak meghatározását rendszerint a *Svedov—Bingkam*-modell szerint végzik. A vizsgálatok során megfigyelték, hogy a folyási görbére jelentős hatással van a vizsgálandó minta mérés előtti lehűlése. A lehűlési sebesség növekedésével a nyírófeszültség csökken. Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható volt, hogy a rugalmas alakváltozásra mindenekelőtt a paraffintartalom hat egészen 37 °C-ig [45]. A mangislaki nagy viszkozitású, magas paraffintartalmú és a romaskinói kis viszkozitású olajok keverékének reológiai tulajdonságaival kapcsolatban végzett vizsgálatok alapján matematikai összefüggéseket határoztak meg e rendszerek főbb paramétereinek számításához. A matematikai összefüggések mindenekelőtt a dinamikus nyírási feszültség hőmérsékletfüggvényében történő leírását tartalmazzák [46].

A Komi Köztársaság olajtermelése jelentősen növekszik, e mezők olajának dermedéspontja 5—15 °C között változik, ugyanakkor a nem newtoni folyadékokra jellemző tulajdonság már 15—20 °C mellett beáll. A vezetékek lefektetésekor a környezeti hőmérséklet a

nyári időszakban 20—25 °C, téli időszakban 50—55 °C. Vizsgálják a szállítási problémák megoldása érdekében végzett, az olaj reológiai tulajdonságait javító kísérleti eredményeket. Az elemzés alapján javaslatot tesznek az adott viszonyok közötti üzemen belüli és magisztrális távvezetékeken történő szállítási módszerre [47].

Egyszerűsített számítási módszer nem ideális folyadékfázis aktivitási koefficiensének számítására. A *Wilson*- és az NRTL-egyenletekből indul ki, ez a módszer alkalmazható a *Margulens*- és a *Van-Lear*-egyenletnél több komponensű elegyek számítására [48].

[49] ismerteti a *Standing—Katz*-féle eltérési tényező leírására készült 7 számítási eljárást, amelyeket a szerző számítógépi programok segítségével vizsgál. A módszerek pontosságát meghatározott tartományok között elemzi. A közölt eredmények alapján ki lehet választani azt a számítási eljárást, amely az adott viszonyok között a legpontosabb, továbbá a legkisebb gépidő-felhasználást igényli.

Kísérleteket végeztek olajnak mint hidrátképződést megakadályozó inhibitornak alkalmazhatóságára, és nagyon pozitív eredményt kaptak. A megvalósításkor a gázvezetékbe meghatározott mennyiségű és minőségű olajat juttattak be. A technológia lényege, hogy a hidrátképződést megakadályozó víz—olaj típusú emulzió képződjön. Ilyen típusú emulzió 60—80% víztartalom esetén jön létre. Ügyelni kell arra, hogy „fordított" típusú emulzió képződjék. Közli a szükséges minőségű emulzió előállításához meghatározandó olajmennyiség matematikai összefüggését is [50].

A szamotlori mező különböző tárolószintjéből származó olajkeverékek viszkozitásának meghatározására szolgáló tapasztalati képleteket adják. Végső következtetésként megállapítják, hogy a 2—3—4 és 5 összetevőjű olajkeverékek viszkozitásának meghatározására legmegbízhatóbban az *Arrhenius—Kendel—Monroe*-féle egyesített képletek alkalmasak [51].

Gáz—folyadék rendszerek dugós áramlásakor az egyik legalapvetőbb paraméterként a folyadék és a gázdugó hossza tekintendő. Laboratóriumi kísérletek alapján vizsgálták a levegő—víz és az olaj—gáz keverékrendszerek vízszintes csőben történő áramlását. A csövek átmérője 26—508 mm között változott, a nyomása 40×10^5 N/m² volt [52].

[53] szerzői a talajba helyezett vezetékrendszerek melegítésének módszerét tárgyalják, egyesítve módszerükben az ismert hőmérséklet-összefüggéseket és a vezetékrendszerek dinamikus jellemzését leíró képleteket. Ennek megfelelően e módszer alkalmazásával elvégezhető bármely stacioner folyamat hő-, hidrodinamikai számítása.

Az elmúlt két év folyamán a British Gas Corporation jelentős beruházási programot valósított meg a cseppfolyósított földgáz szállításához csúcskiegyenlítő állomások létesítése terén. Módszereket dolgoztak ki, melyekkel a tervezés és kivitelezés során csökkenteni lehet a lehetséges veszélyek kockázatát. Szükségesnek mutatkozott az üzemeltetési körülmények megváltoztatása is [54]. A szezonális szénhidrogénigény kielégítése komoly műszaki-anyagi erőfeszítést igényel. [55] a csúcsfogyasztást kiegyenlítő földgáz-cseppfolyósító és -tároló üzem létesítésének szükségességét, műszaki-gazdasági szempontjait, hőfokfüggvényt és egyéb befolyásoló tényezőt tárgyalja. A választott műszaki megoldást az NSZK Thyssengas GmbH egyik létesítményére vonatkozóan mutatja be.

További részletes információkat adnak a Reitbrook-i föld alatti tároló kiképzéséről, gázszárító és kompresszorüzem vezérléséről és különböző kapcsolási módok normál-, üzemzavar- és szükségállapotokra. A gázt −20 °C harmatpontra szárítják. A kompresszorüzem szánkóra szerelt, portábilis egységekből áll. Szabályozó szelepként az ún. HIFLO-szabályzókat alkalmazták, melyek a legnagyobb terhelés esetén a teljes keresztmetszetet szabadra nyitják [56]. Az [57] a Reitbrook-i tároló 3 éves üzemeltetése után elemzi a tervezett és tényleges adatokat, a tervezési alapokat, valamint a tároló felszíni berendezéseit. Annak ellenére, hogy a gázkivétel aránylag erős ütemű volt, nem lépett fel nehézség folyadékkihordás formájában, s eddig nem észleltek gázveszteséget a tárolóban.

A föld alatti gáztárolást Kanadában kiterjedten alkalmazzák, és a jelenlegi összes tárolókapacitás 10,5 milliárd m³. Vizsgálják a földgáz cseppfolyós alakban történő föld alatti tárolásának lehetőségét is. Folyékony szénhidrogének föld alatti tárolására 4 millió m³ térfogat áll rendelkezésre, melynek bővítése folyik 14,6 millió m³-re [58]. Széles körben terjed a tároló (föld alatti gáztároló), kút és felszíni előkészítő—szállító rendszer együttes működésének optimalizálását célzó módszerek alkalmazása. Az [59]-ben vizsgálták a tárolórendszerek értékelését a „SIMLEX"-módszer segítségével. Egy lineáris programozási módszer figyelembe veszi a tárolót és a csatlakozó betápláló és leadó vezetékrendszert, a párnagázt és a kutakat is. Kitér az üzemelő föld alatti tároló értékelésére. Az elemzési adatokból megállapítja a gázszivárgást és annak mértékét is.

Ausztria leművelt földgáztárolóiban létesített gáztárolók kapacitása 330 millió m³. A jövőben (1985-ig) a gáztárolók mobil kapacitását 1 milliárd m³-re, a kitermelő óracsúcs-kapacitást 520 000 m³/h-ra fogják emelni. Számítógépes modellezést végeztek a beruházási költségek optimalizálására. A beruházási költségek 1 m³ mobilgázra vonatkoztatva 2,5—3 Schillingre adódtak [60]. [61] foglalkozik a tárolás és teljesítménycsúcs optimális kielégítésének lehetőségével: a tárolás, csúcstelesítmény, a termelő-, szállító- és a tárolókapacitások számítási modelljével.

A gázellátás csúcsigényeinek kielégítése céljából [62] vizsgálta a kis- és nagynyomású tartályok létesítésének aktualitását. A nyomás és az acélanyag függvényében nomogramokat szerkesztett, melyekből az elérhető kapacitások és azok költségei meghatározhatók. Az NSZK-ban 20 000 m³/h csúcsteljesítmény leadására egyértelműen a föld alatti gáztároló adódott a leggazdaságosabbnak. A München melletti Pleining tároló műszaki és költségadatait közli.

A földgázigények kielégítése céljából mindjobban elterjed a cseppfolyósítási technológia és technika alkalmazása. Az NSZK-ban a második földgáz-cseppfolyósító lépett üzembe: a Thyssengas építette Nievenheimben. Az üzem kitárolókapacitása 100 000 m³/h. A tároló 14 millió m³ földgáz tárolására alkalmas. Az üzemköltségek 75%-át az energiaköltségek teszik ki. Ez kereken a tárolt energiamennyiség 10%-ának felel meg [63]. A kisebb tengeri mezők gazdaságos leműveléséhez és a gázszállítás optimális megoldásához a SALZGITTER cég több céggel együtt 3 milliárd m³/év gáz feldol-

gozására és cseppfolyósítására létesít tengeriplattformüzemet. A berendezésből a cseppfolyós gáz a tengerfenékre süllyesztett 12 000 m³-es tartalék tárolóba jut. A 40 000 m³-es közbenső tároló 22 db önhordós hengeres tartályból áll [64].

A [65] szerzői összefoglalják az NSZK-ban létesítendő földgáz-cseppfolyósító üzem tervezéséhez szükséges műszaki-gazdasági paramétereket. A berendezés méretének meghatározása optimalizációs probléma, melyet −14 °C alatti hőmérséklet melletti gázigényt figyelembe véve vizsgálnak. Metán-propán hűtőkört alkalmaztak a Chicago Bridge cég tervei alapján. Az üzem N_2-leválasztó nélkül épül, mert az N_2-ben dús maradékgázt egyéb célra tudták a közelben gazdaságosan alkalmazni.

[66] foglalkozik Irán földgázkészletének hasznosításával, a földgázexporttal, a tervezett és építés alatt álló földgáz-cseppfolyósító üzemekkel és az olajkísérő gáz visszasajtolásával. A földgáz-cseppfolyósító létesítésére 2 alternatívát vizsgáltak. Az első LNG-üzemet évi 7 millió tonna kapacitásra tervezteték, a másodikat napi 57—58 millió m³ gáz cseppfolyósítására. Az algériai Sonatrach Vállalat 800 millió $-os szerződést kötött a Kollog céggel újabb földgáz-cseppfolyósító üzemek létesítésére az Arzew melletti Bethiona-ban. Az új létesítmény kapacitása lehetővé teszi 10 milliárd m³/év földgáz cseppfolyósítását, és emellett 300 000 t/év butánt, 350 000 t/év propánt és jelentős mennyiségű héliumot is kinyernek [67].

Az NSZK-beli Clenzeben üzembe helyezték a 70 000 m³/h teljesítményű földgázdúsító berendezést. Feladata a Wustrow-i mezőben termelt 65% N_2-ot tartalmazó földgáz nitrogénmentesítése. Az üzem tervezése és építése 2 évig tartott, beruházási költsége kereken 30 millió DM volt [68].

Koncepcionális elemzést végeztek, és terveket készítettek, hogyan lehet a hidegenergiát a földgáz-cseppfolyósítás- és elpárologtatás folyamán komplexen hasznosítani több technológiai folyamat (pl. levegőszétválasztás, etiléntermelés, ammóniaszintézis és földgáz-cseppfolyósítás) integrált körében. A hűtőrendszerben 37%, az etilénüzemben 75%, az ammóniaüzemben 24% energiamegtakarítást értek el. A termelési költségek 40%, 23%, és 5% értékkel csökkentek [69].

[70] a cseppfolyós pébégázok tömegtárolásának fejlődését, helyét és módszereit tárgyalja. Az USA-ban 17 olyan tömegtároló van, ahol mélyhűtött felszín feletti acéltartályokat alkalmaznak. A tárolókapacitás kicserélődése évente 4—8-szor történik meg. A fajlagos beruházási költség 250 dollár/tonna tárolókapacitás. A Szovjetunióban a cseppfolyóspébé-termelés 1976-ban elérte a 7,4 millió tonnát. 5 év alatt a cseppfolyós pébé termelése több mint 2 millió tonnával nőtt. Az előállított pébé 34,6—37,6%-át földgázfeldolgozó telepeken állították elő. A Szovjetunióban alváz nélküli cseppfolyóspébé-szállító vasúti tartálykocsikat fejlesztettek ki, 98,3 m³ belső térfogattal. Az utóbbi években két hosszabb pébévezetéket építettek a Szovjetunióban, 288 km és 150 km hosszban [71].

A [72] szerzői elemzik a T—1 jelű reaktív üzemanyagoknak föld alatti sótárolókban, 26 °C hőmérséklet mellett, 5 éven keresztül történő tárolási tapasztalatait. Megállapítják, hogy 5 éves tárolás esetén a T—1 reaktív üzemanyag eredeti tulajdonságait nem változtatta meg, és lefejtésen keresztül közvetlen fel lehet használni. Végső következtetés, hogy a föld alatti sótárolók alkalmasak fehérárutermékek hosszú időn keresztüli tárolására.

[73] foglalkozik az algyői földgáz-előkészítő üzem kapacitás- és hatékonyságnövelésére alkalmazott módszereivel és az új technológiai megoldásokkal. A frakcionált kondenzáció elvének alkalmazásával lehetővé vált kereskedelmi minőségű stabil gazolin termelése, és a pébékinyerő berendezés kapacitásának növelése. Az üzem energiagazdálkodása javul, csökken a glikoligény, és a gazolintermelés függetlenné válik a környezet-hőmérséklettől.

Több cikk foglalkozik a savanyú gázok tisztításával és a H_2S kinyerésével. A Rütenbrock-i gázüzem a SELEXOL-eljárást alkalmazza a kén-hidrogén eltávolítására. Az üzem kapacitása $1{,}2 \cdot 10^6$ m³ nyersgázfeldolgozás 85—95 bar nyomáson. Az eljárás igen szelektív, a földgáz 0,04% H_2S-tartalma a tisztítás után 0,0002%-ra csökken. Új regenerálási eljárást alkalmaztak, a vízgőzös sztrippelést. A SELEXOL-eljárás után a −5 °C harmatpont eléréséhez nincs szükség külön szárító beépítésére [74]. A Los Angeles-i Fluor Engineers Constructors cég új eljárást dolgozott ki a savanyú gázok tisztítására, előkészítésére. Az „Econamin" eljárás önmagában vagy más technológiával kombinálva is alkalmazható. Az eljárásban diglikolamint (DGA) alkalmaztak. Több kísérletet végeztek az „Econamin" eljárás tökéletesítésére és a fizikai oldószeres gázelőkészítési technológia fejlesztésére, kombinációjára. Fizikai abszorbensként propilénkarbonát oldatot alkalmaztak [75]. A *Holmes—Stretford*-eljárás jelentős fejlesztés után igen megbízható módszer a kén-hidrogén kinyerésére. Az eljárás 99,99%-os H_2S-kinyerést biztosít, és lényeges eleme, hogy szelektív a CO_2-tartalom esetén is. Nem érzékeny a H_2S/CO_2 arány változásaira. Nagy nyomáson alkalmazható földgázok tisztítására is. A technológia lényeges eleme az alkálioldatos mosás és a vanádiumsós megkötés [76].

Az Exxon cég által üzemeltetett Jay-Gázüzemben a belépő gázáramban nagy a COS-tartalom. Ez a technológiai folyamatban csaknem teljes egészében a propántermékben koncentrálódik. Legnagyobb eredményt kombinált üzemmel tudnak elérni, melyben a COS-tartalom legnagyobb részét LINDE RK 29 molekulaszitával, a maradék részt pedig metanolbeadagolással és KOH-mosótornyon veszik le. Egyszerű a tervezése, alacsony a beruházási és üzemköltsége [77].

Az egyik legnagyobb gázelőkészítő üzem létesítését kezdték meg a Dél-Mexikó-i Cactus- (Tabascol)-ban, a Reforma-mezőn. Az üzem 56 millió m³/nap földgáz feldolgozását teszi lehetővé. A savanyú földgázok kezelését dietanol-aminnal végzik, ugyanakkor a maximális etán- és gázkondenzátum, valamint a pébékinyerés érdekében turbóexpanderes technológiát alkalmaznak. Az egységek előre szerelt, kis térfogatú modulegységek, amelyek kevés helyszíni szerelést igényelnek [78].

A [79] szerzői tanulmányozták a héliumtartalmú gázokból diffúzióval való héliumkinyerés lehetőségét, ill. hatásfokát. Legperspektivikusabbnak tekintik a gáz dúsítását nem porózus szerves membránokon keresztül történő diffúzióval. A kőolajkísérő gáz héliummal való diffúziós dúsításának alkalmazása egy 3 milliárd m³/év kapacitású üzemnél kb. 1,5 millió Rbl megtakarítást

adhat a jelenlegi kis hőmérsékletű eljárásokhoz viszonyítva.

Új ipari szennyvíztisztító rendszert fejlesztett ki a CH2M Hill cég a kanadai Shell Waterton (Alberta) gázüzemében. Ez a gázüzem Észak-Amerika egyik legnagyobb savanyúgáz-üzeme, ahol melléktermékként nagy mennyiségű savanyú folyadék keletkezik. Az üzem napi 8,7 millió m^3 gázt dolgoz fel. A szennyvízkezelés és -tisztítás technológiáját és eredményeit ismertetik [80] szerzői.

[81] részletesen foglalkozik a gáztermelés és -szállítás közben fellépő korrózióval. Táblázatba foglalja a különböző gázminőség, víztartalom és különböző inhibitorok mellett a védekezés és megfigyelés eredményeit. Az adatokat egy komputer adatbankjába táplálja, az eltéréseket számítógépen folyamatosan lehet ellenőrizni és értékelni.

Az LGA-Gastechnik GmbH, Remagen-Rolandsek a kooperációs partnereivel létrehozta az ún. „úszó cseppfolyósgáz-(pébé-) kinyerő berendezés"-ét. A termelő- és a tárolóbárka vagy a tengeri vizeken állítható fel a kutakhoz kapcsolva, vagy a parthoz közel, a szárazföldön az olajkísérő gázból termelt gáz feldolgozására. A kinyert pébét a gáztároló szállítóhajóba töltik. Legutóbb 5 szabványtípus került kifejlesztésre; 10, 15, 35, 62 és 86 ezer m^3 cseppfolyósgáz-tároló kapacitással [82].

A Hamilton Brothers Oil and Gas Ltd. cég termelteti az Északi-tenger Argyll-olajtelepét. Itt egy félig merülő termelőberendezést létesítettek a víz alatti csövek gyűjtésére, a kutak kivizsgálására és termeltetésére. A rendszer számítógépes ellenőrzésének és elemzésének ismertetésével foglalkozik a [83]. A [84] tankönyv több vonatkozásban ad újat, így pl. ciklonszeparátorok, örvénycsöves szeparátorok a gáz-előkészítési folyamatban, turbóexpanderek alkalmazása H_2S- és CO_2-mentesítési, föld alatti gáztárolási technológiában. — A hidrátképződés egyensúlyi feltételeit számítógépre vitték. Az irodalomban ismert egyensúlyi állandó összefüggéseit matematikai kifejezésekkel helyettesítve alkalmazták a programban. A megbízhatóságot két gázkeverékmodell mérési adataival egyeztették, mely jó eredményt adott [85].

Az Aberdeen-t és a Frigg-i gázmezőt összekötő földgáz-távvezeték 5 kompresszorállomásához a Northampton-i Air Correction Division (UOP) szárazgáz-mosó berendezéseket szállít a British Gas Corp. részére. A leválasztóként működő elemek a gázmosó berendezésben több mint 600 kis átmérőjű multicikloncsőből állnak, melyeket speciálisan gáztisztítási célra fejlesztettek ki [86]. A Nuovo Pignone cég egy új turbókompresszorsorozatot fejlesztett ki, mely 650 bar gáznyomás előállítására alkalmas. Ezek a kompresszorok sokkal kompaktabbak és könnyebbek, mint az eddig ilyen nagy nyomásra gyártott kompresszorok, ezért ezek elsősorban tengeri platformokon való alkalmazásra előnyösek. E kompresszorok alkalmazásával az összes termelési költségek 20%-os csökkenése válik lehetővé az Ekofisk-mezőben [87].

A [88] az expanziós turbinák több alkalmazási lehetőségeit tárgyalja; (bután-, propán-, etánkinyerés és hulladékgáz visszanyerése, gázelosztásban a fojtási energia visszanyerése). Ismerteti a hidraulikus turbinák gázmosáshoz való felhasználását. Külön elemzi a szabályozás, a tömítettség és a csapágy korszerű megoldásait. Bemutatja az ún. „gázcsapágy" előnyeit. A [89] szerzői a fúvókás expanzió és a turbódetanderes (turbóexpanderes) technológiákat hasonlítják össze. Megállapítják, hogy a turbóexpanderes technológia kisebb lóerőszükségletet és költséget igényel a gáz-előkészítési technológiában. A turbóexpander alkalmazása gazdaságos pl. etánkinyerés céljára. Nomogramokat szerkesztett a belépő gáz mennyiségének függvényében az expanderes üzem létesítési költségének egyszerű, közelítő meghatározására.

Az olajmezők gázának gyűjtésére, előkészítésére blokkrendszerű automatikus gázszárító berendezéseket dolgoztak ki, melyek kapacitása 100, 200, 300 em^3/nap, nyomása 100 bar, valamint kifejlesztettek egy 500 em^3/nap és 6 bar nyomású berendezést is. A blokkelemek szánkós kivitelűek, a technológiában glikolt alkalmaznak [90].

A Kaszpi-tenger térségében a tengeren több mint 10 olaj- és gázkondenzátum-mezőt művelnek. [91]-ben ismertetik azokat a műszaki nehézségeket, amelyek gátjai a megfelelő gyűjtő-, előkészítő és szállítórendszerek kidolgozásának, ill. amelyek kiküszöbölése útján lenne biztosítható a termelt kísérőgáz hasznosítása. Javaslatot dolgoztak ki portábilis gázelőkészítő berendezések telepítésére, mivel a közös olaj- és gázszállító gyűjtővezeték létesítése a nagy átmérőigény miatt a térségben nem gazdaságos. Igényként fogalmazták meg a tengeri termelési viszonyokat kielégítő, blokk rendszerű gázelőkészítő berendezések gyártását és telepítését.

A [92] szerzői ismertetik a Nyugat-Szibéria-i mezők főgyűjtőjében alkalmazott automatikus mérőberendezések működését és a kapott eredményeket: az olajvezetékeken működtetett automata mérőberendezések minősítésével is foglalkoznak. A tárgyalt rendszert összehasonlítják más, irányított mérőrendszerekkel. Összefoglalják a tárolótartálypark biztonságos üzemeltetésének feltételeit, a tökéletesített automatikus haboltó rendszereket és a tárolóparkok komplex automatizálásának gazdasági alapjait.

A német Worthington cég „Rollair S40—S100" sorozatú csavarkompresszora, a csavarkompresszor-program továbbfejlesztéséhez tartozik. Különös figyelmet érdemel a teljes terhelés és az üresjárat közötti tartományban a gazdaságos üzeme. A fogyasztástól függő szállítóteljesítmény-szabályozás fokozat nélkül működik, és konstans végnyomást biztosít a fogyasztóknál. A finoman beporlasztott olaj biztosítja a tökéletes kenést, hűtést és tömítést [93].

6.2. Kőolaj és kőolajtermékek szállítása csőtávvezetékben

A kőolajlelőhelyek egyre távolabb kerülnek a feldolgozó és felhasználó területektől, növekszik a kitermelt kőolaj szállítási távolsága és költsége. Egyre nagyobb szerepet kap a kőolajat és termékeket szállító csővezetékek nyomvonalvezetésének meghatározása a költségek csökkentése és a környezetvédelmi előírások betartása érdekében. A költségek csökkentését szolgálják a kőolaj részletes, áramlástechnikai vizsgálatai, olyan eljárások keresése, melyekkel a zord éghajlaton kitermelt, magas dermedéspontú, nem newtoni folyási tulajdonságokkal rendelkező kőolajok súrlódási veszteségeit csökkenthetik.

A Szovjetunióban az Uzeny-Gurjev olajtávvezeték II. szakaszának téli időszakban történő üzembe helyezéséhez új technológiát dolgoztak ki, amely nem irányozza elő a távvezeték felmelegítését [94]. A távvezeték üzembe helyezésekor a felmelegítésre vonatkozó azon korábbi megállapítás, hogy meghatározott folyadékbesajtolással kell biztosítani a szükséges hőmérséklet elérését, nem felel meg a valóságnak. Az üzembe helyezéskor figyelembe kell venni a kezdeti hőmérsékleteket, az olaj hőmérsékletét, hőfizikai, reológiai tulajdonságát, valamint a rendelkezésre álló szivattyúkapacitásokat. A magas paraffintartalmú kőolajok reológiai tulajdonságai kedvezően változtathatók 0,1—0,2 súly% adalék anyag hozzáadásával. Eredményesen próbálták ki az Uzeny—Gurjev—Kujbisev távvezetéken mangislaki kőolaj szállításakor az ESZA—4242 jelű adalék anyagot, az új adagolóberendezéseket és az adagolási technológiát [95, 105]. Az optimális ESZA—4242 adalék anyag szükséges bekeverendő mennyisége a magas paraffintartalmú olaj részarányának függvénye. 20% paraffintartalmú olaj (80% romaskinói olaj) esetén 0,03 súly%, 30%—0,05, 40%—0,07, 60%—0,1%, 80%—0,15 súly% adalék anyagot kell bekeverni [96].

A magas dermedéspontú kőolajok szállításakor komoly nehézséget jelent leállás után az áramlás újbóli megindítása, különösen akkor, ha üzemszünet alatt a kőolaj hőmérséklete dermedéspontja alá csökken. [97] javaslatot tesz minimális adalékanyag-koncentráció meghatározására, számítására. A javasolt módszerrel biztosítható egy minimális, egyenletes ESZA—4242 adalékanyag-koncentráció, mely lehetővé teszi a leállás utáni zavartalan üzembe helyezést. Kísérletileg bizonyították, hogy az adalék anyag hatása független a csővezetékben való áramlás időtartamától és az olaj tárolásának időtartamától [103]. A reológiai tulajdonságok javíthatók szállítás előtti felmelegítés és hűtés alkalmazásával. [104] új eljárást és eszközöket ismertet az olajáram hőmérsékletének meghatározására, amit üzemelő távvezetékeken is kipróbáltak.

A környezeti hőmérsékletnél magasabb hőmérsékleten történő csővezetéki szállítás hidraulikai méretezését először *Szihov* javaslata szerinti egyenlettel végezték. Ezt *Lejbenson* pontosította, majd *Csernyikin* dolgozta ki az egyenletek kiegészítését, figyelembe véve a paraffin kristályosodásakor keletkező hőmennyiséget. [112] ezeknek az egyenleteknek a felhasználásával hasonlósági kritériumrendszert ismertet és javasol általános bevezetésre.

A távvezeték menti hőmérséklet-változások számítását jelentősen befolyásolja a kőolaj hőmérséklettől függő fajhőjének helyes számítása. A [117] által ismertetett számítási módszer hibája 4,05% szemben a *Szihov—Csernikin*-módszer 15,6%-os hibájával. [115] egyszerűsített módszert javasol a hőátadási tényező meghatározására, gyakorlati tapasztalatokra támaszkodva. A tervezés során általában izotermikusnak tételezik fel az áramlást. A valóságban a folyamat nem izotermikus, de a súrlódási hő figyelembevételével a számítások elvégzése igen komplikált. *Matvijcsuk* olyan modellt dolgozott ki [116], amelyik lehetővé teszi a távvezeték rendszerében uralkodó hőmérséklet vagy az olaj lehűlésének meghatározását, ezenkívül a nyomásváltozás követését.

A föld alatti „meleg" csővezetékek szigetelésének egyik perspektívája a feltöltő hőszigetelők alkalmazása. A szigetelés mértékére analitikus számítási módszer nincs. [118] közelítő számításokat ad példákkal a feltöltés geometriai méretének meghatározására. *Togunov* és társai a következő 4 paraméter függvényében határozták meg a fajlagos hőáramot: felmelegítés időtartama, a melegítés hőmérséklete, a vezeték fektetési mélysége és a szállítás irányának változási száma [114]. A közölt matematikai összefüggéseket más jellemző paraméterek meghatározására is felhasználhatják, úgymint hővezetési feladatok megoldására, hőátadási tényező kiszámítására stb.

Nagy viszkozitású és magas dermedéspontú olajok távvezetéki szállításakor szerzett üzemeltetési tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az olajáramlás irányával ellentétes irányú felmelegítés jelentős üzembe helyezési időt és hőmennyiséget igényel. *Togunov* és társai egyenirányú melegítési technológiát javasolnak [102]. A különböző termékek egymás utáni, ún. dugós szállításakor figyelembe kell venni, hogy a keveredési zóna viszkozitása, így Re-száma is változó. Az átmeneti zóna viszkozitásának számítására alkalmazott módszerek közelítőek, nem megbízhatóak. *V. I. Maron* módszert javasol gyakorlati számítások elvégzésére [98], amely lehetővé teszi a különböző termékek hőmérséklet-különbségeinek figyelembevételét is.

[100] összefoglalja a dugós folyadékszállítás leállásakor a termékhatárok keveredési folyamatának kísérleti eredményeit. A kísérleti eredmények alapján kidolgoztak egyféle empirikus képletet, amellyel meghatározható a folyadékrészek szétterülése, a keveredés sebessége és az üzembe álláskor keletkező többletkeverék térfogata. A különböző termékek egymás utáni szállításakor folyadék és szilárd elválasztókat alkalmaznak a keletkező keverék térfogatcsökkentésére. A Szovjetunióban kombinált elválasztó megoldást dolgoztak ki, mely egyesíti magában a kétféle elválasztás előnyeit. [101] ismerteti a kombinált elválasztó főbb paraméterei közötti összefüggéseket.

A távvezetékek egy része nincs megfelelően kihasználva. A kihasználás, illetve az egyidejűleg szállított termékek számának növelésére perspektivikus módszernek ígérkezik különböző termékek „kiszerelt" (csomagolt) állapotban való csővezetéki szállítása. Az áramlási rendszert a csomagolt áru és a távvezeték-átmérő, a csomagolt áru és a szállítófolyadék minőségviszonya, valamint viszkozitása határozza meg.

A moszkvai Gubkin Egyetemen kísérleteket végeztek a szállítást befolyásoló tényezők tisztázására, a folyamat hidrodinamikai paramétereinek meghatározására [113]. A gáztartalmú folyadékok hidrodinamikai viselkedését általában laboratóriumi viszonyok között tanulmányozzák. Az így meghatározott összefüggések és paraméterek azonban jelentősen eltérnek a reális viszonyok között meghatározott mutatóktól. Ennek kiküszöbölésére módszert és számítási modellt dolgoztak ki [99]. A módszer lényege, hogy a gammasugarak különböző mértékben nyelődnek el a kőolajban és a gázban. A kidolgozott számítási modell és formula lehetőséget nyújt az áramlási nyomásveszteségek meghatározására, ugyanakkor felhasználhatók a folyamat hőmérséklet-, hőátadási és dinamikus terhelési viszonyainak tanulmányozására, ill. számítására is. Az albarovszki mezőben végzett konkrét mérések egyértelműen bizonyítják a módszer alkalmazhatóságát.

Az Északi-tenger kőolaja egyre nagyobb szerepet tölt be Nyugat-Európa gazdaságában. A termelésnövelés egyik feltétele a szállítás biztosítása. Ennek érdekében meg kívánják gyorsítani a termelőterületek és a szárazföld (Anglia, Skócia, Norvégia, Hollandia) közötti tenger alatti kőolaj-távvezetékek építését [106].

Az iraki állami olajipari vállalat olyan vezetékrendszert épített, mely lehetővé teszi az északi mezőkről a Perzsa-öbölbe történő olajszivattyúzást, és a déli mezőkről a földközi-tengeri kikötőkbe való továbbítást. Ezzel az összekapcsolással nő a INOC mozgási, értékesítési lehetősége. Kezdetben mindkét irányban napi 80 000 m^3 olaj elszállítását biztosítják, melyet fokozatosan kétszeresére kívánnak emelni [107].

A Szovjetunióban széles körű üzemeltetési vizsgálatot végeztek a Volga menti távvezetékeken használatos szovjet és külföldi (közte magyar) gyártmányú turbinás mennyiségmérők működésére vonatkozóan. Az üzemi tapasztalatokat elemezve javaslatokat dolgoztak ki a mérők racionálisabb kihasználására és további alkalmazására [108]. A lényegesebb javaslatok: a mérők szabad térre telepíthetők, a szerelési utasítások pontosan betartandók, különösen a mérő előtti és utáni egyenes szakaszok mérete. Olyan megoldást kell alkalmazni, mely lehetővé teszi a berendezés üzemen kívül helyezését a szállítás leállása nélkül. Biztosítani kell az elzárószerelvények üzem közbeni tömörségi nyomáspróbáját anélkül, hogy a vezetékrendszert üzemen kívül kelljen helyezni. Biztosítani kell a számlálóval ellentétes irányú átöblítést szolgáló vezetéket. Alapvető a nyomás- és hőmérsékletmérők felszerelése, annál is inkább, mivel ezek is alapvetően befolyásolják a mérés pontosságát [109]. [109] ismerteti az NKK Maloney $\pm 0{,}02\%$ kalibrációs pontosságú hitelesítő berendezéssel (prover) elért mérési pontosságot. [110] az ultrahangos mennyiségmérés elvét, matematikai összefüggéseit ismerteti. A módszert alkalmasnak tartják pontossága miatt csőtávvezetéki elfolyások meghatározására is.

A Szovjetunióban egyre számottevőbb a csőtávvezetéken szállított kőolajtermék mennyisége. Legdinamikusabban a kőolajtermék-távvezetékek hossza nő, a IX. ötéves terv során mintegy 7000 km-rel. Ezért is született meg a terméktávvezetékek tervezésének, üzemeltetésének legkorszerűbb gyakorlatát és elméletét ismertető mű [111]. Részletesen ismerteti a kőolajtermék-távvezetékek és tárolótelepek bevált automatizálási megoldását, a szállításra használatos centrifugálszivattyúk és tömítések jellemzőit.

Figyelmet érdemelnek a különböző kőolajtermékek szivattyúzásának tervezésére kidolgozott számítási eljárások és grafikus megoldások. [111] összefoglalja az egymás után (ún. dugóban) szállított kőolajtermékek áramlástani vizsgálatának, a keveredés folyamatának legújabb kutatási eredményeit.

Párhuzamos vezetékrendszerek üzemeltetésekor az eredményes paraffinmentesítés, a szállításhoz szükséges energia helyes meghatározása, a technológiai feladatok jó megoldása szükségessé teszi a rendszer egyenértékű átmérőjének rendszeres ellenőrzését. [119] és [143] azt az esetet vizsgálja, amikor a rendszer teljes szállítóképessége ismert, és nem ismeretes a vezetékek egyenkénti kapacitása. A javasolt képletekkel meghatározható a súrlódási nyomásveszteség párhuzamos vezetékeknél, és vizsgálható az egyenértékű átmérő meghatározás pontossága.

A távvezetékek hosszának növekedésével egyre fontosabb az optimális nyomvonal megtervezése, melyre az utóbbi időben egyre több módszert dolgoztak ki [120, 141]. A [120] által javasolt méretezési módszer, melynek alapelve a teljes rendszer blokkokra bontása és a változatok analizálása, bármely konfigurációjú és tetszőleges méretű távvezeték-rendszerek optimális nyomvonal-meghatározását teszi lehetővé. A csővezeték betáplálási és elvételi pontjai között lehetséges utakat pl. négyzethálón lehet ábrázolni, feltüntetni a csőátmérőket, valamint a szállítóképességeket, és az ábra alapján meghatározható a kezdő és végpont(ok) közötti optimális út [121]. A módszer alkalmas számítógépi programozásra is. [122] és [123] ismerteti a tyumeni terület északi részén befektetett 900 km hosszú távvezeték nyomvonalának meghatározására alkalmazott gépi módszert és a felhasznált számítási technikát, a számítás eredményeit. Bizonyítják, hogy a módszer a nyomvonal optimális kiválasztásával jelentős beruházási költségmegtakarítást tesz lehetővé; ugyanakkor a tervezési és üzemeltetési költségeket is jelentősen csökkenti.

A tenger alatti csőtávvezetékek számának növekedése ellenére sem fejlődött számottevően a csövek csatlakoztatási technológiája, melynek módszereit [124, 125] ismerteti. [124] részletesen bemutatja a Frigg—Skócia közötti vezetéknél alkalmazott túlnyomás alatti hegesztési módszert (Total Oil Marine), melyet korábban csak max. 100 m mélységig és max. X 56-os anyagminőségig alkalmaztak. Leírja a nyomás alatti hegesztés ismérveit és műveleti előírásait. Egyidejűleg kísérleteznek a tenger alatti atmoszferikus hegesztési módszerrel is. A víz alatti csővezetékek az örvények, hullámzások hatására változó igénybevételnek vannak kitéve. Ez a vezeték kifáradásához, a vezeték töréséhez vezethet. [126, 127] leírja a mozgásokat, összefüggéseket ad az erőhatások, vibráció, hidrodinamikai stabilitás, feszültségek számítására. [127] ismerteti a csővezeték összeroppanással szembeni ellenállását, a minimális kihajlási sugarat, a minimális függő hosszat, a cső vertikális stabilitását a feneken, a csővezeték-szigetelés adhéziójának, a beton bevonatú csövek hajlékonyságának ellenőrzési módját.

A tenger alatti csővezetékek fektetése mellett egyre nagyobb figyelmet fordítanak a szárazföldi csőtávve-

zetékek folyó- és állóvíz keresztezéseinek kivitelezésére, részben ezek jelentős költségei, részben a fokozott környezetvédelmi előírások miatt. Korábban a tervezők, bár sok helyütt a szabályzatok ezt írják elő, idegenkedtek és idegenkednek a védőcsöves folyókeresztezések alkalmazásától, mivel ez önmagában csőtörésveszélyforrás lehet. A Szovjetunió Vezetéképítési Tudományos Intézetének lvovi bázisán kísérleteket folytattak 1020 mm átmérőjű, 9—10 mm falvastagságú 47,5—50 kp/cm² folyáshatárú haszoncsővel és 1220 mm átmérőjű 12 mm falvastagságú, 40 kp/cm² folyáshatárú védőcsővel [128]. A csőközt cement—homok 1:1,5 arányú keverékével töltötték ki. A keverék képlékenysége érdekében a cement 0,3%-át kitevő felületaktív adalékot kevertek be. A kísérlet elején a cement—homok nyomószilárdsága 52 kp/cm² volt. A haszoncsövet szilárdsági nyomáspróbázták 100 kp/cm²-ig, 25 kp/cm²-es nyomásemelésekkel; 100 kp/cm² felett 10 kp/cm²-es nyomásemelésekkel, 15 perces szünetekkel. A külső védőcső 155 kp/cm² nyomásnál felhasadt, a belső tér nyomása leesett, 20 perc múlva bekövetkezett a második nyomáscsökkenés. A haszoncső 123 kp/cm²-nél felhasadt. Ezt követően határozták meg az egyes részek deformációját leíró összefüggéseket és a külső-belső csőben ébredő feszültségeket.

Külön nehézséget jelent a víz alá fektetett csővezetékek javítása oly módon, hogy környezetszennyeződés ne következzen be, és az üzembe állás a lehető legrövidebb legyen. Az uráli termékvezeték rendszernél (hossza 4 ezer km), mely több mint 100 kisebb-nagyobb vízfolyást keresztez, havária elemzése alapján javaslatokat dolgoztak ki a javítás módszerére, és ami különösen jelentős szemléletváltozást követel, a provencióra, a haváriamegelőző üzemeltetési módszerekre [129].

A gyors javítást szolgálják a keszonokban levő összekötő bilincsek is [130]. Több esetben szükség lehet emelőszerkezetek alkalmazására is, de ezek alkalmazásakor káros feszültségek keletkezhetnek a csőben. [131] méretezési módszert közöl a különböző feszültségi állapotokra, és javaslatokat tesz az emelőmechanizmusok mennyiségére, felhasználási módszerére. A tartalékvezetékek, melyek általában üzemen kívüli, folyadékkal töltött zárt rendszerek, veszélyforrások lehetnek, mivel ezekben a nyomás a folyadék és acél eltérő hőtágulási tényezőjének és folyamatának következtében hőmérséklet-változás függvénye. A hőmérséklet-változás következtében ez ismétlődő igénybevételt is jelent. Ezt a tényt — konkrét műszaki balesetek elemzése alapján — a tervezésnél, üzemeltetésnél figyelembe kell venni. [132] matematikai összefüggéseket közöl a nyomások és nyomásváltozások hőmérséklet-függvényében való meghatározására. Megfelelő műszaki megoldásokkal ezek a csőtörések megelőzhetők.

A csőtávvezeték kezdő és végpontja közti hőmérséklet-különbséget, mivel ezek jelentős térfogatváltozásokat idéznek elő, figyelembe kell venni az olajmérlegek készítésénél is [133]. A csőtávvezetékek biztonságát jelentősen befolyásolják a geometriai méretek, az anyagminőségek és mindazok a terhelési vizsgálatok, melyeket már a tervezéskor és az üzembe helyezést megelőzően elvégeznek.

Tapasztalatok azt mutatják, hogy olajtávvezetékeken már olyankor is hossz menti szakadások jönnek létre, amikor a belső nyomás 0,5—0,4 része a tervezési nyomásnak. Kísérletek bizonyították, hogy ezek a hossz menti csőfelhasadások a cső és a varratok ovalitásából és egyenetlenségéből származó egyenlőtlen feszültségeloszlások következményei. Bizonyított, hogy a méretezési előírások átdolgozása célszerű olyan formában, amikor is figyelembe veszik az ovalitást, a hegesztési varratok minőségét és az ismétlődő belső statikai terheléseket a számításoknál [134]. A szilárdsági nyomáspróbák számításánál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a nyomás- és hőmérséklet-változás hatására mind a víz, mind a csővezeték térfogata megváltozik. Ezen változások számíthatók, és a nyomáspróba-előírásoknál figyelembe vehetők [135]. A csőtávvezetékek biztonságát szolgálják a vezetékben keletkező nyomáshullámok számítása és figyelembevétele a tervezéskor. A közbenső szivattyúállomások leállításakor, a csővezetékben keletkező nyomáshullámok számítására közöl összefüggéseket és nomogramokat [136]. A csővezetéki folyadékelvétel meghatározására közöl módszert [152], mely alkalmas lehet csővezetéki elfolyások (lyukadások) meghatározására is.

A kőolaj- és kőolajtermék-rendszerek hidrodinamikai modellezése nagy segítséget jelent a várható üzemi paraméterek előrejelzésében, az üzem ellenőrzésében, az optimális (több célú optimum) üzemmód meghatározásában. Számítógép alkalmazásával lehetőség van izotermikus és nem izotermikus kőolajtávvezeték-rendszerek hidrodinamikai vizsgálatára, melyet [137] konkrét példán mutat be.

A tervezés fontos eleme a szivattyúállomások optimális elhelyezésének meghatározása is. Egyes szerzők szerint a vezeték nyomvonalát is a szivattyúállomások helyének optimális kiválasztásának kell determinálnia a [138]-ban összefoglalt kritériumok és matematikai modell alapján. A különböző szerzők különböző kritériumokat határoznak meg optimumként. A Giprotruboprovod szakemberei a kérdés komplexebb megoldásával, a minimum keresésével foglalkoznak [153]. Munkájukban a kérdést izometrikus állapotra és stacioner áramlásra vizsgálták. Módszerük szerint minden egyes vezetékszakaszra külön-külön meg kell vizsgálni a technológiai paramétereket és a nyomvonalat. Ezek mindegyikét egy-egy hidraulikus esésvonal fogja jellemezni, melynek függvényében vizsgálják a szivattyúállomásokat és a csővastagságokat. Lépésről lépésre haladva meghatározzák a rendszer szakaszainak hidraulikus, mechanikai adatait és ennek alapján az összevont gazdasági mutatókat. Valamennyi változatra elvégezve a kezdőponttól a végpontig a szakaszok számítását, kiválasztható az optimális variáns.

A csőtávvezetékek jelentős beruházási igénye indokolttá teszi az üzemeltetés hatásfokának növelését. [142] optimálisnak tekinti, ha egységnyi idő alatt maximális kőolaj-térfogat szállítása minimális ráfordítás mellett történik. A helyes műszaki paraméterek megválasztása érdekében bevezetik a statikai és dinamikai optimum fogalmát. Megállapításaik szerint a vezetékek szállítóképességének a jelenleg elfogadottnál magasabbnak kell lenniük. Javasolják 920 mm átmérőjű csövek gyártását, mivel ezzel biztosítható az optimális paraméterek legszélesebb skálája, valamint kétlépcsős, 50 kp/cm² nyomású szivattyúk gyártását, amivel jelentősen csökkenthetők a beruházási és üzemeltetési

költségek. [142] közli az optimum meghatározásával foglalkozó matematikai összefüggéseket és nomogramokat is.

A különböző közegek szállításakor a centrifugálszivattyúk jelleggörbéi módosulnak, megváltoznak. A vízről kőolajra való átszámításra közöl az eddig használt determináló módszertől eltérő, kombinált módszert [139]. A módszer feltételezi a víztől eltérő folyadékra legalább egy kimért jelleggörbepont ismeretét. A csővezetéki szivattyúállomások energiaszükségletének kielégítésére egyre szélesebb körben alkalmaznak — különösen kies területeken — ipari gázturbinákat. Az alaszkai kőolaj-távvezetéki szivattyúállomáson alkalmazott gázturbinák hatásfoka 34%-os [140].

A vezetéképítés modern gyakorlata szerint a hegesztés két lépésből áll, nevezetesen bázisokon három csőszál összehegesztése, és ezen szakaszok folyamatos vonalhegesztése a terepen. A bázisokon a hegesztés forgatva, kézi ívhegesztéssel történt. A Szovjetunió Vezetéképítési Tudományos Intézetében kidolgozták a csövek kétoldali, fedett íves hegesztésének módszerét [144]. Ennek lényege, hogy a gyárból kikerülő csövek élmegmunkálását megváltoztatják (a leélezés nagyságának változása és az élszög csökkentése), ezzel harmadára-negyedére csökkentik a megolvasztott fém térfogatát, kizárva a kézi hegesztést. A kidolgozott módszer fázisai: élmegmunkálás, két szál összehegesztése, harmadik szál hozzáhegesztése, ellenőrzés. A csővezeték-építés során a hegesztőbázisokat úgy kell elhelyezni, hogy a csőszakaszok nyomvonali szállításának költsége minimális legyen. Ez a következő részfeladatok megoldását jelenti: optimális szállítási rendszer kiválasztása a vasútállomások és az ott tárolható csőmennyiségek feltüntetésével, a bázisok lehetséges elhelyezései közül a legésszerűbbek kiválasztása, a bázis által kiszolgált nyomvonalhosszak meghatározása. [147] megadja a feladat matematikai megoldását.

A Szovjetunióban olyan berendezést fejlesztettek ki, amely alkalmas lángvágásra, és az ennél hatékonyabb levegő-plazma sugárral történő vágásra is [145]. A berendezés főbb részei: három szabadságfokú beállítóasztal, két csatlakozó, vágófejtartó, befogó szerkezet. A csatlakozó tartalmaz egy aszinkron motort és egy CO_2-os gázhegesztő félautomata reduktort. A vágófejek forgási sebessége 0,1—1,5 m/min között változtatható. A berendezés biztosítja a vágófej és a vágandó felület közötti távolság állandóságát egy pneumatikus hengerrel működő másolóberendezés révén. 1020 mm átmérőjű, 20—30 mm falvastagságú cső vágásánál 0,4—0,3 m/min levegő-plazma sugaras vágásnál 1—0,75 m/min vágósebességet értek el.

Csővezetékek hajlítására új berendezést szerkesztettek, mely egy álló „formázó mintára" hengerli a csövet, miközben a hajlítás zónájában nyomást is gyakorol azokra. A gyári szigetelésű csöveknél szükséges a cső és a „formázó minta" érintkezési zónájában fellépő nyomás meghatározása, amelynek nagysága alapján gondoskodni lehet a szigetelőanyag védelméről. [146] számítási módszert ad a nyomás meghatározására. Megállapítások szerint, mivel a hajlítás során a cső anyaga rugalmas-képlékeny állapotban van, ennek következtében a valóságos érintkezészóna a képlékeny deformáció következtében nagyobbnak tűnik a számítottnál.

6.3. Földgáz szállítása csőtávvezetékben

A világ földgázszállító vezetékei hosszának növekedésével, a földgázszállító hálózatok bővülésével, a bonyolultság növekedésével egyre fontosabb a hálózatok üzemének modellezése, a hálózat egyes pontjain, szakaszain bekövetkező üzemállapot-változásoknak, a rendszer egészére gyakorolt hatásának vizsgálata, előrejelzése. A különböző hatások miatt a csővezetéki gázáramlást instacionernek kell tekinteni. Ezt az áramlást vízszintes csővezetékben viszonylag kis sebességek mellett, nem lineáris parciális differenciálegyenletek írják le [148]. Megállapították, hogy a *Csarnov* által pontosított linearizációval megfelelő számítási módszert kapnak, amely analitikusan megoldható. Ez a módszer a gázvezeték-rendszer operatív irányításának és az ilyen jellegű feladatmegoldásoknak az alapja; [148] korrekciós tag bevezetésével a hibát 3% alá csökkenti. [149] összefoglalja a csővezetéki gázszállítás és gázelosztás stacioner és tranziens áramlásokra vonatkozó számítási módszereiket, a gázszállítás és gázelosztó rendszerek üzemeltetésének optimális kérdéseit, számítási módszereit. A parciális differenciálegyenlet-rendszer közönséges differenciálegyenletté való alakítására javasolt módszert [155].

A gázvezetékek üzemeltetése során többször kell különböző, változó paramétereket számítani. A hasonlóság törvénye alapján [150] bevezeti az SI mértékegység-rendszerben használható nyomásesés-számítási összefüggést, a dimenzió nélküli jellemzőket. Gyors számításokra grafikus módszert is közöl. Egyszerűsített gázvezeték-méretezési képlet metrikusra való átszámítására közöl módszert és Texas SR 52 gépre konkrét programlépéseket [156]. A gázhálózatok egyébként is bonyolult matematikai modelljét különösen bonyolulttá teszi a nem izotermikus áramlás figyelembevétele. Ezért [151] javaslatot tesz a feladat hidraulikus és termikus számításokra való szétválasztásra. Közelítő megoldást javasol. [154] föld alatti csővezetékrendszer és talaj közötti hőátadásra vonatkozó számításokkal foglalkozik annak figyelembevételével, hogy a hőcsere a hőmérséklet-változást követően, hosszú idő alatt állandósul.

A múltban sokféle módszert alkalmaztak a csővezetékek áramlási kapacitásának meghatározására. A probléma a különböző működési feltételeket jellemző, sokféle áramlási számítás átszámítása egy évi átlagos áramlásmennyiségre. A valószínűségszámítási elméletnek a csővezeték tervezésben való alkalmazása pontos matematikai és statisztikai műveleteket használ az átlagos áramlási mennyiség kiszámítására. [157] az összes lehetséges számítások elvégzése helyett egy

alternatív megoldás szükségességét hangsúlyozza. Ilyen alternatív megoldás lehet a tetszőleges próba módszere. A módszerrel meghatározott valószínű átlagos áramlási arány azután meghatározóvá válik a terv gazdaságosságának megítélésében, és irányítója lesz a fizikai rendszer kiválasztásának.

A gázhálózatok méretezésénél mindenkor probléma az optimális csőátmérők és az optimumon üzemelő kompresszorállomások (minimalizált üzemeltetési költség vagy maximált haszon) meghatározása. A feladat megoldása az ismert GRGM-(általánosított redukált gradiens) módszer, de ez bonyolult rendszereknél nem vezet mindig jó eredményre. [159] olyan módszert ismertet, amellyel megoldja az optimalizálási problémákat. Megfogalmazza a formulák felírásának módját, az egyenlőtlenségi és egyenlőségi feltételeket, a megoldás technikáját és korlátait.

A gáztávvezeték-hálózat analízisénél alapvető, hogy a numerikus megoldási eljárás két követelménynek tegyen eleget; egyrészt biztosítsa a megoldás gyors konvergenciáját és egyértelműségét, ilyenformán a gazdaságos feladatmegoldást, másrészt biztosítsa a hálózati hurkok és kompresszorkonfigurációk sok változatát, a kezelés flexibilitását. Az alkalmazott módszerek két osztályba sorolhatók, nevezetesen az ún. „direkt-explicit szubsztitúciós" képletek és a *Newton—Rapshon* iterációs módszer. [161] egy iteratív eljárást mutat be.

Gázellátó vállalatoknál egyre nagyobb szerepe van a gázleadást és teljesítményt befolyásoló tényezők meghatározásának a tervezési munkában. Különösen figyelembe veendő a gázleadás hőmérséklet-függősége. [158] vizsgálja a környezeti hőmérséklet hatásának törvényszerűségét, számítási módszert és grafikus ábrázolást ad.

Megkezdődött a szocialista országok összefogásával és közös munkájával épülő Orenburg—nyugati országhatár közötti gáztávvezeték építése. Itt dolgozták ki a nem forgatható csőillesztésekhez a védőgázos automatikus elektromos hegesztés technológiáját. A módszerrel 1 óra alatt 6—7 darab 1420 mm átmérőjű 20—21 mm falvastagságú csövet hegesztettek. A varratban és a hőhatásövezetben az ütőmunka mértéke még $-60\,^{\circ}C$-nál is elég nagy. A hőhatásövezet hőkezelésére, a felkeményedés csökkentése céljából különleges berendezést alkalmaztak [162, 163, 164, 165].

A hegesztések előkészítésének egyik fontos művelete a csőélezés. Erre a célra olyan félautomata berendezést szerkesztettek, amely 3—20 mm falvastagságig alkalmazható. A villamos motorral hajtott berendezés forgácsolása 70—80 m/s (8000/min motorfordulattal). Súlya mindössze 2,33 kg [166]. A csőátmérő és a belső nyomás növekedésével növekszik a szállítóvezeték és a környezete közötti hőcsere. Az új SZNYIP a szilárdsági számításoknál figyelembe veszi a szállított közeg hőmérsékletét és a csővezeték deformációját is, valamint a belső nyomásból adódó tengelyirányú feszültségeket [167].

A csővezetéki anyagok előállítása tömeggyártással történik, mégis szükséges a gyártási eljárások bizonyos fokú megszorítása. Ezért a jelenlegi csővezetéki anyagspecifikációk hibrid jellegűek. Egy teljesítményszabvány, eltérően a gyártási specifikációtól, a fizikai tulajdonságok megadásán alapszik, amelyeket a készterméknek kell mutatnia ahhoz, hogy feladatát betöltse.

A British Gas Co.-nál széleskörűen alkalmazott módszereknek három előnyük van. Először a gyakorlott személyzet, amely az anyagokkal dolgozik, aktívan részt vehet a specifikáció kialakításában. Másodszor biztosítja a kapcsolat fennmaradását az alapvető anyagtulajdonságok és a késztermékek minősége között. Harmadszor maximális szabadságot nyújt a gyártóknak az előírt szabványok betartásához a saját gyártásuk keretein belül. [168] részletesen ismerteti a British Gas Co.-nál kialakított módszert, mely igen sok munkaszervezési szempontot is tartalmaz.

Harkovban a gázhálózatot föld alatti vezetés helyett betontartókra helyezték föld feletti vezetéssel. A betontömbökre szerelt fémtámaszok biztosítják a hőtágulásból adódó hosszirányú elmozdulást. Ez a módszer jelentősen csökkentette a költségeket, felére csökkent a fektetési idő, és javult a minőség [169].

A csővezeték építése gyorsítható az alapvető építési munkák egyidőben történő végzésével. Ehhez három alapegységből álló brigádot alakítottak ki mint tisztító, nyomáspróbát végző és szerelő brigádot. Ezek mindegyike rendelkezik az építkezés adott ütemű teljesítéséhez szükséges technikai berendezésekkel. [170] ismerteti a munkavégzés menetét. Különleges építési megoldásokat alkalmaztak az Olaszország—Hollandia közti gáztávvezeték Alpokon áthaladó szakaszán. Azért, hogy ne kelljen sok vízszintes alagutat építeni, a csővezeték követi a terepprofilt. A nagy szintkülönbségeknél, alulról felfelé történő fúrással aknákat építettek a csővezeték részére. A csővezetéket a kritikus dilatációs pontoknál fix megfogással rögzítették. Az 1000 métert is meghaladó szintkülönbségek miatt a mélypontokon növelték a cső falvastagságát. A nyomáspróba nagysága a mélyponton 1,5-, a magasponton 1,2-szerese az üzemnyomásnak. A méretezést úgy végezték, hogy a feszültségek sehol sem haladják meg a folyáshatár 95%-át [171].

Egyre több helyen fektetik a csövet nagy vízmélységbe, ahol a méretezésnél a hidrosztatikus nyomást is figyelembe kell venni. [172] a Leman-tóba helyezett gázvezeték tervezési és kivitelezési tapasztalatait ismerteti. A 300 méter mélységbe fektetett gázvezeték mérete 250 mm, 70 kp/cm² névleges nyomású, anyaga Sf 53.7 és API 51X60. A nyomáspróbákat elvégezték a csőgyárban (250 kp/cm²), szárazföldi terepen összehegesztve (230 kp/cm²) és fektetés után (150 kp/cm², ahol is nitrogént használtak nyomáspróbaközegként. A vezetéket tízegynéhány napig nitrogénnel szárították. A csővezetéket periodikusan falvastagságmérő csőgörénnyel ellenőrzik.

A távvezetékeknél alkalmazott kompresszorállomások szerepe gyakran meghaladja a szigorúan vett gáztovábbítási feladatokat. A kompresszorállomások kapcsolatban vannak a helyi és a körzeti távvezetékekkel, föld alatti gáztárolókkal, a keverőtelepekkel, s ez a tény az állomások üzemeltetésében bizonyos problémákkal is jár. Napjainkig az egységes típus kiválasztását döntően az a tény befolyásolta, hogy a távvezérlés könnyen alkalmazható a gázturbinás kompresszorok működtetésében.

Ma ismét vitatott, hogy vajon a gázmotoros vagy a gázturbinás gépek alkalmazása-e az előnyösebb, mert időközben rohamosan nőtt a földgáz ára, és a dugattyús gépek jobb hatásfoka fontos szempont lett. A gázmotoros kompresszorok árának a legutóbbi emelkedése

miatt azonban a Rimpar-i kompresszorállomáshoz ismét gázturbinákat terveznek beruházni, tehát a dugattyús egységek mégsem váltották fel a turbinás berendezéseket, mint azt az olajválság elején várni lehetett volna. Repülőhajtómű típusú berendezéseket (Rolly Roycel) választottak azon állomásokhoz, ahol az üzemeltetés első éveiben gyakori újraindítással vagy csúcsterheléssel kell számolni.

Korábban többen vitatták, hogy a kompresszorállomások üzemzavara esetén szükség lenne gyors és hatékony, helyben levő személyzet közbelépésére, mondván, hogy a kompresszorállomásokat néhány, központi fekvésű karbantartó központból kiszállva is rendszeresen karban lehet tartani a gázellátás biztonságának veszélyeztetése nélkül. A szorosan összefüggő vezetékrendszer biztonságát azonban jelentősen befolyásolhatja minden egyes alkotóelemének megbízhatósága, azért született az a döntés, hogy minden állomáson állandó személyzet tartózkodjon. A biztonságot tovább növeli, hogy így a munkások jobban hozzászoknak az adott állomás berendezéseihez, azok működését, viselkedését jobban ki tudják ismerni, és szempont volt az utaztatási költségek csökkentése is. Az állomás személyzete általában csak üzemzavar esetén lép kapcsolatba a központtal.

A gázfogyasztás ellenőrzésének és csökkentésének néhány módszere:

— a gázturbinák axiálkompresszorainak első fokozatait gyakran kell megtisztítani az optimális hatásfok fenntartása érdekében;
— kerülni kell a sűrű indításokat, s nemcsak azért, mert azok csökkentik a turbina kényes alkatrészeinek élettartamát, hanem azért is, mert egyben fokozzák a leállási és újraindítási gázfogyasztást;
— ahol csak lehet, elvételes körfolyamatú berendezéseket kell alkalmazni;
— optimalizálni kell néhány állomás tüzelőanyag-fogyasztását, figyelembe véve a hajtóművek hatásfokának részterhelésnél jelentkező csökkenését;
— ellenőrzini kell, hogy a gázkompresszorok munkapontjai az üzemi burkológörbén belül helyezkednek-e el, és szükség esetén ki kell cserélni a lapátkereket;
— meg kell vizsgálni a repülőhajtómű típusú gépek újfajta, javított hatásfokú berendezésekkel történő lecserélésének gazdaságosságát;
— a gázturbina hulladékhőjét helyiségek fűtésére és a gáz előmelegítésére kell felhasználni;
— figyelemmel kell kísérni a gázturbina hulladékhőjét hasznosító egyéb eljárások fejlődését (gőz vagy víz befecskendezése az égéstérbe) [173].

A gázellátás bővülésével, a gáz sokcélú felhasználásával egyre komolyabb szerephez jutnak a különféle gázanalizálók. Franciaországban új 91 PTC Model jelzésű pneumatikus távadós gázanalizálót konstruáltak. A készülék előnye, hogy robbanásveszélyes zónában tökéletes biztonsággal használható, anélkül, hogy a kivitele speciális lenne. A készülék pneumatikus jeleket ad 100 próbavezetéken és Foxboro reménnyel hasznosítja a kromatográfia területén. Megbízható, egy egységből áll, karbantartása könnyű. A PCT-távadó automatikusan mintát vesz, és méri az analizált közeg egy vagy két gázkomponensének koncentrációját. A mért koncentrációt átviszi pneumatikus jelformába. A készüléket a kromatográfiatechnikában üzembiztosan használják az analizált mintában levő különböző komponensek szétválasztására. Identifikálja, és méri valamennyi kívánt komponens koncentrációját. A sűrűséget fúvókán keresztül, differenciális nyomásmérővel határozza meg, kapillárist alkalmazva a hozamváltozás kompenzálására. Az analizáló vezérlése pneumatikus működésű generátorral történik, aminek a kimenő jele reprezentálja az időt. Külön szerkezet korrigálja automatikusan a következő ciklusidőket, letörölve azt a ciklust, amit éppen végrehajtott [174].

6.4. Egyéb

A korszerű, a fejlődési és a biztonsági követelményeket is kielégítő biztonsági övezetek létesítése nemcsak népgazdasági szempontból fontos, hanem az üzemeltetők érdeke is. [175] felhívja a figyelmet a biztonsági övezetek fontosságára, ismerteti a kialakítás módjait, valamint gyakorlati problémákat és ezek megoldási lehetőségeit tárgyalja.

Az olajvezetékek tervezésekor, építésekor és üzemeltetésekor egyik legfontosabb szempont, melyet feltétlen figyelembe kell venni, a környezetvédelem és az ezzel kapcsolatos előírások betartása. Gazdasági-matematikai modellt javasolnak a távvezeték-rendszerek környezetvédelmi szempontból történő méretezésére, ill. az optimális nyomvonal meghatározása céljából. Perspektivikus módszerként javasolják a szputnyikok segítségével a földről készült kozmikus felvételek felhasználását [176].

A nagyobb szállítási mennyiségek és nyomások iránti követelmény, valamint egyes esetekben a különleges alacsony hőmérsékleti viszonyok szükségessé tették, hogy a földgáz-távvezetékek csőanyagait tovább tökéletesítsék. Különösen jó eredményeket értek el a termomechanikus kezelésü acélokkal. Ezek nagy szilárdsággal és jó hegesztési tulajdonsággal rendelkeznek, és a hidegütőmunka-értékük is jó [177].

A lefolytatott kísérletsorozat bizonyítja, hogy a műanyag csőszállítmányok minőségét egy napon belül meg lehet ítélni. A műanyag csövek töréséig folytatott időállósági próba, melyet a gyártó műben folytatnak le, összefüggést mutat az anyag, az előállítási feltételek és az időállóság között. Ilyen próbák bizonyos valószínűséggel kimutatják az anyag, valamint az eljárástechnológia hiányosságait [178]. Kísérleteket végeztek a gáztávvezetékek dilatációs kiegyenlítői közötti megengedhető legnagyobb távolság meghatározására. A kísérleteket több éven keresztül folytatták két távvezetéken, majd értékelték a kapott eredményeket. Megállapították, hogy a talaj nedvességtartalma

nagymértékben befolyásolja a dilatáció mértékét. Különböző csőfelület, csupasz bitumen szigetelés, műanyag szigetelés mellett megállapították a fellépő erőhatásokat, ill. ellenállásokat [179].

[180] szerzői a földbe fektetett vezetékrendszerek hődilatáció okozta vízszintes elmozdításának tulajdonságait elemzik. Izotópos vizsgálat alapján konkrét méréseket végeztek a csillapodó és nem csillapodó hő okozta mozgás meghatározására. A hődilatáció okozta mozgást a *Votter*-féle integrálegyenlettel írják le, felhasználva az izotópos vizsgálatok mérési eredményét. [181] szerzői a csővezeték talajbani vízszintes elmozdulását vizsgálták lineáris és nem lineáris modell segítségével. Kutatásaik eredményeként javaslatot tesznek egy új lineáris modell alkalmazására, amelyet 5-ik hatványú parabola képletével állítottak elő. A modell segítségével meghatározható a csőelmozdulással szembeni talajellenállás a rugalmas és átmenő zóna határain belül. Bemutatják a számítások sorrendjét és a jellemző pontokat.

A Szovjetunió É-i és K-i körzetében az olajtermékvezetékek tervezésének és üzemeltetésének egyik leglényegesebb problémája a szállított közeg és az olvadó talaj közötti hőmérséklet-kapcsolat tisztázása. A szerzők matematikai módszert javasolnak a hőmérséklet-átadási folyamatok meghatározására, és közlik a kidolgozott matematikai modellt, valamint annak számítógépi programját. Az elvégzett számítások elemzését adják 3 fő esetre [182].

Különböző átmérőjű csőhálózatok tisztítására fejlesztették ki az USA-ban a „Polly Pig" elnevezésű csőmalacot. Ez kopásálló uretánkaucsukból és tökéletesített Durafoam-ból álló, cellás alapanyagból készült. A berendezés egy rugalmas hengerből áll, melynek a hátsó végén egy szabadalommal védett tömítés van. Ha nyomás hat a zárófelületre, a poliuretán spirál vagy az azt körülvevő test maga a cső belső felületére nyomódik. Ez jó tömítést képez, és közben kaparó hatást vált ki, ha a tisztítótest a csővezetékben előrehalad [183].

A [184]-ben a földgázkutak kútkörzetében keletkezett meghibásodások okát elemezték, melyek a csövek körvarratain keletkeztek; az áramlási iránnyal egyező oldalon gyakoriak. Az összehegesztésre kerülő acélfajták minőségét lehetőleg azonosra kell választani. Az EB I. és a FOXCEL 85 elektródot ajánlják. A cső—csőkarima hegesztett kötéseinél fellépő jellegzetes korróziós jelenség okainak kivizsgálására a korrodeált hely környezetében részletes szövetvizsgálatokat végeztek. A cső és a varrat erősebben különböző összetétele következtében a hegesztés hőhatásövezetében korrózióra erősen érzékeny szövetviszonyok alakulnak ki [185]. A fémek korróziójának csökkentése érdekében a fémfelületek hidrofobizálását kell megoldani. Szükséges, hogy a hidrofobizálással párhuzamosan a felületen stabil, jó ellenálló-képességű, a fém falával szoros kapcsolatban levő és hosszú időn keresztül stabil filmréteg képződjön. A korrózió gátló kolloid inhibitorok vizsgált és kimutatott jellegzetességeit a védőfilm szerkezete teszi érthetővé. A korrózió gátló adalék anyagok és a technológia gyakorlatban is bevált pozitív hatását elemzi [186].

A GW 12 Arbeitsblattot „A katódos korrózióvédelmi berendezések tervezése és létesítése" címmel dolgozták ki. A katódvédelmi berendezések gyakorlati tervezéséhez célszerű irányelveket ad, kiterjed a vonatkozó normákra, előírásokra. Az egyéb létesítmények befolyásoló hatásának kiküszöbölésére célszerű méretezési irányelvet és nomogramot közöl az anódfeszültség, védőáram, kiterjedés-ellenállás függvényében, és a katódvédelmi rendszer célszerű felügyeletének kialakítására tesz javaslatokat. A tervezés egyszerűsítésére és megbízhatóbbá tételére számítógépes programozást alkalmaznak [187].

Az utóbbi években a földbe fektetett csövek védelmére több új típusú anyagot dolgoztak ki. Ez DIN-előírásokban, DVGW Merkblatt és Arbeitsblatt-okban nyert kifejezést. Egyre inkább a gyárilag kész csőszigetelés vizsgálata hangsúlyozódik ki. Kiemelkednek a robbanásveszélyes övezetre, nagyfeszültségű távvezetékek hatásának kitett vezetékekre, a kóboráram elleni védelemre vonatkozó újabb szabványokra, előírásokra tett javaslatuk [188] . A hatásos katódvédelem energia- és pénzmegtakarítást eredményez. Az UAERR-(Uniform ammael equivalent Revenne Requirentut) takarékoskodás területei:

a) csökkenti a tőkefelhasználást;
b) a beruházási tőke éves költségének csökkentése a gazdaságos, optimális élettartam tervezésével;
c) csökkenti a karbantartási költségeket;
d) csökkenti a gázveszteséget [189].

A földbe ágyazott acél csővezeték szigetelésének kiválasztási módszereit (vastagságok kiválasztása) és a különböző szigetelő bevonatokat ismertetik. A bevonatok tulajdonságait (elektromos ellenállás, nedvességfelvétel, víz- és gázáteresztő képesség, ütés- és kopásállóság stb.) a környezeti és működési viszonyokat, az alkalmazási technológiát tárgyalják. Ez utóbbiak közül a bevonat felvitele, a felület előkészítése, primer felvitele, szigetelő felvitele és a szigetelés javítására kiemelkedő tényezők [190, 191]. A potenciálkülönbségmérés fontos tényező a Ruhrgas-nál alkalmazott rendszernél, a vezetékek korrózió elleni védelmében. Új mérési módszert dolgoztak ki a távvezeték-szigetelés sérülésének vizsgálatára, melynek lényege, hogy a kikapcsolási feszültségnek felszíni mérésével határozzák meg a sérülés helyét. Ismerteti a mérési módszer lényegét és a mérés elvét [192].

Jól szigetelt csővezetékeken is találhatók olyan repedések, melyek korróziós okokból következtek be. Laboratóriumi és üzemi mérésekkel próbálták meghatározni a kiváltó okok hatását, nagyságát. [193] összefoglalja az eddigi eredményeket, nevezetesen a kémiai környezetnek, potenciálnak, szigetelés állapotának, a feszültségnek szerepét, és a hőmérséklet hatását. Megállapítja, hogy karbonát—bikarbonát oldat képes feszültségkorróziós repedést okozni. A csővezetékek szigetelésére a Mannesmann cég őrölt polietilént használ. A polietilén előnyös tulajdonságai (hajlékonyság, jó tapadóképesség, minimális szigetelési vastagság, nagy elektromos ellenállása stb.) kiválóan alkalmassá teszik csővezetékek szigetelésére. Ismerteti a szigetelésre kialakított eljárást, a szigetelésen végrehajtott különböző mérések eredményeit [194]. A [195] részletesen vizsgálja a hőcserélő-rendszerek külső és belső korróziós körülményeit és azt, hogy miként lehet megelőzni kémiai inhibitálással. Az alkalmazható inhibitorokat és azok szükséges mennyiségét is ismerteti.

Az utóbbi években nagy érdeklődés nyilvánult meg a csővezetéki teherszállítás iránt. E munkában az áram-

lásos berendezés csővezetékbeni mozgását tanulmányozták, amely autonom motorral rendelkezik. A pneumatikus szállításban dugattyúk mozgásának számítására csővezetékben történő módszer illusztrálására bemutat egy példát és ábrázolja az eredményt [196]. Ki van dolgozva a csővezetéki konténeres pneumatikus szállítás matematikai modellje a megnevezett feltételek között. A konténer mozgási egyenlete a *Newton*-egyenletből származtatható, a nyomásértékeket viszont a nem stacionális csővezetéki gázáramlásból lehet kiszámítani. Az ábrán a konténer mozgási sebessége egy konkrét példán keresztül kerül bemutatásra, amelyet számítógéppel határoztak meg [197].

A pneumatikus csővezetéki szállításnál lehetséges két vagy több csomagból álló „szerelvény" sűrített levegővel való továbbítása. A nyomáskülönbséget a minden csomagra vagy a „szerelvény" elejére és végére szerelt tömítőgyűrű biztosítja. A mozgó „szerelvény" különböző fázisainak meghatározott — a rendszer hossza szerinti — nyomásdiagram felel meg. Ennek alapján meghatározható a rendszer egyes tagjainak kölcsönhatása, azaz kiszámíthatók a mozgó rendszert leíró paraméterek [198]. A dobozolt anyagok vagy darabáruk pneumatikus szállítására szolgáló berendezések méretezésekor helyesen kell meghatározni a levegő és a szállítandó test mozgási paramétereit a csővezeték kezdeti szakaszán. Ki kell számítani a levegőben homlokellenállással mozgó hengeres csomagra ható hidrodinamikus erő paramétereit. A folyamatot leíró összefüggéseket, mozgásegyenleteket ismerteti a [199].

A stuttgarti Állami Anyagvizsgáló Intézet vizsgálatai megállapították, hogy nagy átmérőjű csöveknél és tartályoknál hosszanti repedések rendszerint csak akkor lépnek fel, ha a repedésszerű kiindulási forrás egy meghatározott kritikus repedésméretet meghalad, melyek ennél a kritikus repedésméretnél kisebbek, csak tömítetlenséghez vezetnek. Ezek felismerhetők és kiküszöbölhetők. Az eredményeket táblázatban és grafikusan ábrázolva összefoglalja a [200].

A [201] szerint a villámvédelmi követelmények a kompresszorállomásokon nem elhanyagolhatók. A becsapódó villám a távközlő készülékeken nagy túlfeszültséget okozhat. A bemeneti kapcsolók félvezető elemekből álló berendezéseinél a túlfeszültségen kívül keresztirányú feszültség is felléphet. Ezek elleni védelem korszerű eszközeit és a méretezési módszereket ismertetik a szerzők. A távközlő berendezések lökésfeszültség-ellenálló képessége legalább 2 kV lökésfeszültséget ki kell bírjon. Közlik a kompresszorállomások villámvédelmi sémáját, számítási módszereket és példákat [201].

A szabályozó szelepek különböző nagyságú turbulenciát vagy kavitációt okozhatnak. A kifejlődött energia ezen formái mint lüktető nyomóerők, rezgésbe hozzák a csővezetékek falait. E rezgések nyomászavarokat okoznak, és a cső külső oldalán ez hangként terjed. A szerzők a korszerű mérési módszereket és azok kiértékelését ismertetik. Az elméleti számítások és gyakorlati mérések egybevetése jó eredményt adott [202].

A [203] foglalkozik a csőrezgések keletkezésének okaival és annak számszerű meghatározásával. A csőívek saját frekvenciájának számítására egy 3 dimenziós szerkesztési programot használtak a frekvenciatényezők meghatározására, felhasználva 4000 kompresszor- és szivattyúállomás tapasztalatait. A zaj tompítására különböző anyagokat vizsgáltak meg. Ezeket az értékeket összehasonlítva jó eredményeket kaptak az ólomlemezes hangtompítókkal. [204] ismerteti a szigetelés módját csövekre, hangelnyelő réteg, ólomlemezes borítás, alumínium vagy műanyag burkolat esetén.

Az utóbbi években a Szovjetunióban a tartályparkfejlesztés következtében kezd elterjedni az egyes olajtermékek és cseppfolyós szénhidrogéngázok sóüregekben való tárolása, melyeket a kősórétegek kioldásával állítanak elő. Az ukrán ipari kísérleteknél bebizonyosodott, hogy különösen gazdaságosak és nagy a fémmegtakarítás. Egyik legfontosabb probléma a tároló kialakításának ellenőrzése, valamint az üzemeltetés közbeni sóoldat—olajtermék határának ellenőrzése. A szerzők ismertetik az e célra kifejlesztett eszközt és a kísérletek eredményét [205].

A gazdasági élet és a technika szükségessé teszi a cseppfolyós földgáz tárolási koncepcióinak kidolgozását, a tárolókapacitás, a cseppfolyósító és elgőzölögtető kapacitás meghatározását egyszerű matematikai egyenletekkel. A groningeni földgáz relatíve magas nitrogéntartalma speciális eljárást igényel az elgőzölögtetéskor, hogy elérjék a megfelelő csőtávvezetéki gáz minőségét. A cikk összefoglalja a probléma megoldását, és példákon keresztül mutatja be a tervezett két koncepciót, amelyet a Nederlandse Gasunie és a Belgian Distrigaz dolgozott ki [206].

Különböző energiahordozók költségeinek összehasonlítása a gazdasági számításoknál lényeges adat. A szerző ismerteti cent/millió Btu fajlagos érték számítási módszerét szénre, tüzelőolajra, középdesztillátumokra és pébére, valamint földgázra [207].

[1] *Orudzhev, S. A.:* The development of the USSR gas industry. IGU/N-4. 10 o.

[2] Soviet NG outlook to 1985. HP *3* 44G, 44H, 44J.

[3] *Shirazi, M.:* The prospective role of Iranian natural gas in the international energy market. IGU/N-3. 19 o.

[4] *Collins, B.:* Export and reinjection will take bulk of Iran's natural-gas reserves. OGJ *33* 80, 82, 87.

[5] Britishes Nordseegas für USA. EK 431—2.

[6] *Lambert, D. E.:* Government inaction restricts growth of gas utilities. PLI *2* 38—40, 72.

[7] *Scserbakova, P. R.—Govorova, A. L.—Golovina, M. O.:* Szosztojanie preszpektivü razvitija transzporta i hranenija nefti i nefteproduktov v Kanade. TH *10* 37—8.

[8] *Bannikova, Sz. V.:* O truboprovodnom transzporte SZSA. TH *12* 40—2.

[9] *Maszlov, V. O.—Perova, M. D.:* Celeszoobraznoszt' iszpol'zovanija razlicsnüh vidov transzporta dlja perevozki szvetlüh nefteproduktov. TH *10* 30—5.

[10] *Spotakovszkij, M. N.:* Osznovnüe zadacsi proektirovanija magisztral'nüh nefteprovodov. TH *5* 3—6.

[11] *Mel'nicsenko, N. G.:* Szovremennoe szosztojanie morszkogo transzporta nefti kapitalisztsceszkih sztran. TH *5* 43—6.

[12] *Hale, D.:* Over 74,000 miles of pipelines planned around the world. PGJ Aug 17—21.

[13] *Dinkov, V.—Scserbakov, S.—Sedych, A.—Khalatin, V.—Ivantsov, O.—Berezin, V.:* Technical progress in large volume gas transmission. IGU/C-1. 13 o.

[14] *Reese, S. E.:* Over 25,000 miles of pipelines planned in U.S. for 1976. PGJ *1* 22—4, 26.

[15] *Gouber, A.:* Les pipelines soviétiques: un système unique. IPM Sep *475* 45—8.

[16] *Isting, C. H.:* Wasserstoff — ein Energieträger der Zukunft? Erfahrungen mit einem Wasserstoff-Pipelineverbundenetz. GWF GE 511—6.

[17] *Jumpertz, D.—Beck, F.—Solf, P.—Görling, P.—Heger, L.—Rether, F.:* Gasleitungen aus PVC hart — Betriebserfahrungen und Materialprüfergebnisse. GWF GE 262—6.

[18] *Collins, B.:* Kuwait's new oil-industry structure begins take form. OGJ *33* 102, 104, 105.

[19] *Walters, W. J.:* Report of the comitee on liquified gases. IGU/H-76. 176 o.

[20] Report of the Comitee on production treatment and underground storage of natural gases. IGU/A. 125 o.

[21] *Bell, L. E.:* New LNG import projects for the United States. IGU/H-1. 23 o.

[22] *Luger, C. R.:* More ethane from less gas. HP June 105—6.

[23] *Pápa A.:* Korszerű kútkiképzési elvek és termelőberendezések telepítési kérdései lakott területen. KF 289—95.

[24] *Bálint V.—Szittár A.—Biró Z.:* A lovászi mező művelési kérdései és a kihozatali tényező növelésének lehetősége. KF 102—5.

[25] *Grotewold, G.—Hofbauer, K.:* Safety aspects of sour gas production in populated areas in the FRG. IGU/A-3. 23 o.

[26] *Milo, V. P.—Kowalchuk, A.:* Corrosion and other problems in the production and processing of wet natural gas. IGU/A-1. 20 o.

[27] *Loan, A. U.:* Development of low calorie gas fields of Pakistan. IGU/N-1. 19 o.

[28] *Vinogradov, V. V.—Afanasiev, V. P.—Biryukov, V. Y.—Dorofeev, A. G.—Martirosyan, M. M.—Michailychev, V. N.:* Influence of agressive media of gas and gas condensate on the durability of operational equipment and instruments. IGU/A-2. 10 o.

[29] *Heisler, L.—Diem, E.:* Construction and automatic operation of a compressor equipped storage field. IGU/A-6. 19 o.

[30] *Clark, P.:* Die Erschliessung des Thistle-Ölfeldes. EEZ 265—8.

[31] *Gates, G. L.—Parent, C. F.:* Water-quality control presents challange in giant Wilmington field. OGJ *33* 115—6, 118, 123—6.

[32] *Adel'sin, A. B.:* Primenenie vozduha dlja promüvki filtrov pri podgotovke sztocsnüh vod. ND *6* 34—5.

[33] *Szilas A. P.:* Production and transport of oil and gas. Akad. K.—Elsevier, Bp.—Amsterdam, 1975. 629 o.

[34] *Knobloch, M. H.—Brill, J. P.—Crafton, J. V.:* Application of single-phase simulator to study the effects of liquids on pipeline efficiencies in a natural gas gathering network. SPE 6035 12 o.

[35] *Ibragimov, Z. G.:* Povüsenie éffektivnoszti magisztral'nogo transzporta gazovogo kondenszata. NH *6* 59—61.

[36] *Medvedev, V. F.—Sul'ga, V. E.:* Izmerenie raszhoda émul'szij. NH *6* 61—3.

[37] *Gubin, V. E.—Gonik, A. A.—Emkov, A. A.:* Fiziko-himicseszkie osznovü primenenija PAV v truboprovodnom transzporte vüszokovjazkoj nefti. NH *7* 59—60.

[38] *Genze, A. D.:* Szuszcsesztvujuscsaja szisztema szbora nefti na Megionszkom mesztorozsdenii i puti ee szoversensztvovanija. ND *1* 31—3.

[39] *Kornilov, G. G.—Cselpanov, P. I.—Zareckij, B. Ja.:* Opredelenie szrednego davlenija v truboprovode pri dvizsenii gazozsidkosztnüh szmeszej. ND *1* 35—9.

[40] *Nazarov, Sz. Sz.:* O szosztojanii i merah po szokrascseniju poter' nefti i neftjanogo gaza v ob"edinenii „Azneft'". ND *3* 16—8.

[41] *Gubin, V. E.—Mukuk, K. V.—Kallagov, A. I.—Galin, F. M.—Emkov, A. A.:* O gidrotranszporte vüszokoszmolisztoj nefti nekotorüh mesztorozsdenij Uzbekisztana. ND *3* 18—20.

[42] *Kornilov, G. G.—Pelevin, L. A.:* O szvjazi sztrukturnüh form dvuhfaznüh potokov sz raszhodom énergii. ND *4* 24—7.

[43] *Marinin, N. Sz.—Atanov, G. A.:* Szosztojanie i szoversensztvovanie szisztemü szbora, podgotovki i transzporta neftjanogo gaza na mesztorozsdenijah Zapadnoj Szibiri. ND *5* 32—3.

[44] *Tronov, V. P.:* Perszpektivnüe napravlenija v tehnologii i apparaturnom oformlenii proceszszov podgotovki nefti. ND *10* 24—6.

[45] *Bulina, I. G.—Karaev, O. A.—Kaszimova, A. G.:* Ob oszobennosztjah metodiki iszszledovanij reologicseszkih szvojsztv vüszokoparafinisztüh neftej. NH *3* 44—5.

[46] *Frolova, L. A.:* Opredelenie raszcsetnüh reologicseszkih parametrov szmeszej vüszokoparafinisztoj nefti, obrabotannoj depreszszornoj priszadkoj sz malovjazkimi neftjami. TH *2* 3—5.

[47] *Gubanov, B. F.—Zsujko, P. V.:* K voproszu magisztral'nogo transzporta neftej szevernüh mesztorozsdenij Komi ASZSZR. TH *9* 3—5.

[48] *Russel, R. A.:* Non-ideal liquid activity coefficients. EK 407—9.

[49] *Takács G.:* A földgázeltérési tényező számítási módszereinek elemzése. KF 269—72.

[50] *Antip'ev, V. N.—Kagan, Ja. M.—Kirsenbaum, R. P.:* Predotvrascsenie gidratoobrazovanija v vükidnüh linijah gazovüh szkvazsin Fedorovszkogo mesztorozsdenija. NH *3* 42—3.

[51] *Celikovszkij, O. I.—Taraszov, M. Ju.—Zaremba, L. M.—Antip'ev, V. N.:* Formulü raszcseta vjazkoszti mnogokomponentnüh uglevodorodnüh szmeszej. TH *4* 5—6.

[52] *Markovics, É. É.—Kalugin, G. N.—Pikin, V. G.:* O razmerah zsidkosztnüh probok pri tecsenii gazozsidkosztnüh szmeszej v gorizontal'nüh trubah. TH *6* 5—6.

[53] *Garrisz, N. A.:* Primenenie dinamicseszkoj harakterisztiki pri teplogidravlicseszkom raszcsete progreva podzemnogo truboprovoda. TH *7* 6—8.

[54] *Graham, E. B.—Hearfield, L.:* Experience in the design and operation of peak-shaving facilities in Great Britain. IGU/H-3. 12 o.

[55] *Hoppe, M.—Moritz, W.:* Economic and technical aspects of a German transmission company planning an LNG plant. IGU/H-8. 16 o.

[56] *Heinecke, J.:* Technische Ausrüstung der Untergrundspeicherstation Reitbrook der Hamburger Gaswerke GmbH. GWF GE 236—42.

[57] *Kusmierz, H.—Vicanek, J.—Meister, S.:* Speicherung von Erdgas in der Kreidelagerstätte Reitbrook. EEZ 11—9.

[58] *Cuthill, L. J.—Wotton, A. E.:* Underground storage in geological formations in Canada. IGU/A-7. 18 o.

[59] *Diekmann, E.—Hollinderbeumer, J.:* Einige Aspekte zur Speicherung von Gas. EEZ 367—75.

[60] *Kaufmann, L. A.:* Erdöl und Erdgasspeicherung in unterirdischen Formationen. EEZ 296—300.
[61] *Pogány L.—Vágó E.:* A föld alatti gáztárolás szerepe a földgázgazdaság fejlesztésében. KF 340—2.
[62] *Stahlknecht, R.:* Spitzendeckung bei Erdgasversorgung sind auch Niederdruck- und Hochdruckgasbehälter noch aktuell. GWF GE 243—51.
[63] Flüssigerdgasspeicher für Thyssengas. EEZ 162—3.
[64] *Kramer, J.—Backhaus, H.:* Erdgasverflüssigung in der Nordsee. EK 508—10.
[65] *Hoppe, M.—Moritz, W. W.:* Flüssigerdgas-Anlage. EK 543—8.
[66] *Collins, B.:* Export and reinjection will take bulk of Iran's natural-gas reserves. OGJ *33* 80, 82, 87.
[67] Neues algerisches LNG Grossprojekt. EK 145.
[68] Stickstoffentzugsanlage in Clenze fertig. EEZ 273—4.
[69] *Witwer, J. G.—Ushiba, K. K.—Semrau, K. T.:* LNG condplex offers saving in energy, equipment costs. OGJ *9* 98—100.
[70] *Ried, R. A.:* Mass storage of liquefied petroleum gases in the USA. IGU/H-4. 20 o.
[71] *Sidorenko, M.—Radchik, I.—Misin, V.—Volkov, N.:* Manufacturing and main trends of utilisation of liquified gas in the USSR. IGU/H-6. 11 o.
[72] *Azev, V. Sz.—Szeregin, E. P.—Gladkih, V. A.—Sztrjuk, N. V.—Szkovorodin, G. B.—Kuznecova, L. N.:* O vozmozsnoszti dlitel'nogo hranenija reaktivnogo topliva T—1 v podzemnüh emkosztjah, szooruzsennüh v otlozsenijah kamennoj szoli. TH *4* 19—22.
[73] *Mika Gy.—Bögi I.:* Földgáz-előkészítő üzem kapacitás- és hatékonyságnövelése. KF 51—7.
[74] *Wölfner, W.:* Erdgasreinigungsanlage Rütenbrock — Modifikationen der SELEXOL-Regeneration. EEZ 183—7.
[75] *Treirich, E.—Tennyson, R. N.:* Process improves acid-gas removal, trims costs, and reduces effluents. OGJ *34* 130—2.
[76] *Atkinson, J.:* Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Gasen. EK 203—5.
[77] *Alvaro, F.:* Mexico speeds use of Reforma gas. OGJ *37* 59—62.
[78] *Mick, M. B.:* Treat propane for COS removal. HP *7* 137—42.
[79] *Bazsenov, Ju. M.—Gorobinszkaja, V. I.—Olenina, Z. K.:* Izucsenie proceszsza diffuzionnogo izvlecsenija gelija iz gelienosznüh gazov. ND *11* 36—7.
[80] *Christensen, D. R.:* Waste-water treating is successful. OGJ *38* 199—202.
[81] *Colin, A.:* Inhibitors can control gas-system corrosion· OGJ *37* 87—8, 90.
[82] Schwimmende LPG-Extraktionsanlagen. EK 139.
[83] *Cordy, J. C.—Thomas, W. A.:* Hamilton's Argyll semisubmersible production reiser concept. EK 168.
[84] *Trebin, F. A.—Makogon, Ju. F.—Baszniev, K. Sz.:* Dobücsa prirodnogo gaza. Moszkva, Nedra, 1976. 367 o.
[85] *Pick, P.—Simánek, J.:* Erdgashydrate — Die Berechnung ihrer Bildungsbedingungen. GWF EG 35—40.
[86] Trockengas-Waschanlagen. EK 50.
[87] Höchstdruck-Turbokompressoren. EK 8.
[88] *Verneau, A.:* Verwendung von Expansionsturbinen in der Gas- und Erdölindustrie. EK 80.
[89] *Maddox, R. N.—Bretz, K. E.:* Turbo-expander applications in natural gas processing. JPT 611—3.
[90] *Szergeev, V. A.:* Blocsnüe avtomatizirovannüe usztanovki oszuski gaza. ND *6* 39—40.
[91] *Adamjanc, P. P.—Gumbatov, G. G.—Kaszparov, V. M.:* Szpecificseszkie uszlovija szbora, podgotovki i transzporta gaza morszkih mesztorozsdenij. ND *8* 58—60.
[92] *Golubcov, V. A.—Bagisev, R. Z.:* Avtomatizacija rezervuarnüh parkov NPSZ nefteprovodov Zapadnoj Szibiri. TH *9* 29—31.
[93] Schraubenverdichter. EK 46—7.
[94] *Dergacsev, A. A.—Kasirszkij, A. N.—Tonkoskurov, B. A.—Gubin, V. V.:* Puszk v ékszpluataciju vtoroj nitki nefteprovoda Uzen'—Gur'ev v zimnih uszlovijah. NH *1* 43—5.
[95] *Szazonov, O. V.—Szkovorodnikov, Ju. A.—Antonova, T. V.:* Tehnologija vvedenija depreszszornüh priszadok v vüszokoparafinisztuju neft'. NH *1* 45—6.
[96] *Frolova, L. A.:* Ékszperimental'nüe iszszledovanija depreszszornüh priszadok na reologicseszkie szvojsztva neftjanüh szmeszej. NH *2* 63—4.
[97] *Szazonov, O. V.—Szkovorodnikov, Ju. A.:* Primenenie depreszszornüh priszadok pri planovüh osztanovkah „gorjacsego" nefteprovoda. TH *1* 3—4.
[98] *Maron, V. I.:* Vücsiszlenie ob"ema szmeszi pri poszledovatel'noj perekacske nefteproduktov. NH *6* 63—5.
[99] *Markovics, É. É.—Kalugin, G. N.—Pikin, V. G.:* Iszszledovanie transzportirovki dyuhfaznüh potokov. ND *10* 30—2.
[100] *Krivonoszov, Sz. A.:* Ékszperimental'noe iszszledovanie proceszsza szmeszeobrazovanija pri osztanovkah poszledovatel'noj perekacski. TH *8* 3—6.
[101] *Krivonoszov, Sz. A.:* Poszledovatel'naja prekacska nefteproduktov sz kombinirovannüm razdelitelem. TH *2* 7—9.
[102] *Garrisz, N. A.—Tugunov, P. I.—Egorova, R. A.:* Obratnüj progrev truboprovoda. NH *4* 63—4.
[103] *Szazonov, O. V.—Szkovorodnikov, Ju. A.—Antonova, T. V.:* Ékszperimental'nüe iszszledovanija sztabil'noszti reologicseszkih szvojsztv vüszokoparafinisztoj mangüslakszkoj nefti, obrabotannoj depreszszornoj priszadkoj. TH *2* 6—7.
[104] *Tonkoskurov, B. A.—Gosztev, N. M.—Scserbakov, B. N.:* Opredelenie temperaturü potoka nefti v promüslennüh truboprovodah. NH *5* 50—1.
[105] *Szkovorodnikova, T. K.—Tugunov, P. I.:* Reologicseszkie parametrü vüszokoparafinisztüh neftej, obrabotannüh polimernoj depreszszornoj dobavkoj. TH *4* 3—5.
[106] *Bouvet, J.:* Role attendu de la Mer du Nord pour l'approvisionnement de l'Europe Occidentale en hydrocarbures. R. AFTP mai—juin *237* 65—8.
[107] Rohrfernleitungen verbinden Mittelmeer und Persischen Golf. EK 135.
[108] *Haritonov, V. D.:* Opüt ékszpluatacii turbinnüh szcsetcsikov dlja tovarnogo ucseta nefti. TH *3* 14—7.
[109] *Challenger, K.:* World's largest meter prover system installed at Kiire, Japan terminal. PGJ Oct 28, 30, 34.
[110] *Johnston, B. L.:* Ultrasonic flow meter nucleus of unique leak detection system. PGJ Oct 43—4, 46, 48, 52, 54, 58.
[111] *Galeev, V. B.—Karpacsev, M. Z.—Harlamenko, V. I.:* Magisztral'nüe nefteproduktoprovodü. Moszkva, Nedra, 1976. 357 o.
[112] *Novoszelov, V. F.—Tugunov, P. I.—Abramzon, L. Sz.:* O szisztеme kriterij, opiszüvajuscsih perekacsku gorjacsih neftej i nefteproduktov. NH *8* 51—2.
[113] *Szürtlanov, R. S.—Abramzon, L. Sz.—Tugunov, P. I.:* Vübor saga pri raszcsete gorjacsih truboprovodov po ucsasztkam. NH *9* 59—60.
[114] *Garrisz, N. A.—Tugunov, P. I.—Molodcova, N. A.:* Opredelenie udel'nogo teplovogo potoka pri progreve podzemnogo truboprovoda gorjacsej zsidkoszt'ju. TH *3* 3—4.
[115] *Vjazunov, E. V.—Dümsic, L. A.:* Opredelenie polnogo koéfficienta teploperedacsi po rezul'tatam ékszpluatacii magisztral'nogo truboprovoda. NH *12* 59—60.
[116] *Matvijcsuk, D. Sz.:* Iszszledovanie pokazatelej perekacski nefti na imitacionnoj modeli neizotermicseszkogo rezsima. TH *1* 4—7.
[117] *Harin, V. T.:* Teplovoj raszcset truboprovoda pri usztanovivsemszja rezsime perekacski podogretoj nefti. Izv. VUZ NG *5* 77—9.
[118] *Garrisz, N. A.—Martünov, A. V.—Novoszelov, V. F.:* Éffektivnoszt' primenenija zaszüpnoj teploizoljacii podzemnogo truboprovoda. Izv. VUZ NG *6* 77—80.
[119] *Goloszovker, V. I.:* Raszcset privedennogo diametra pri parallel'noj rabote truboprovodov. TH *8* 6—8.
[120] *Borodavkin, P. P.—Kim, B. I.—Bragilevszkij, O. V.:* Primenenie metoda poszledovatel'nogo analiza variantov dlja optimizacii traszsz szlozsnüh truboprovodnüh szisztem. TH *7* 3—5.
[121] *Berezin, V. L.—Borodavkin, P. P.—Beszhizsko, V. V.:* Poiszk optimal'noj konfiguracii truboprovodnoj szisztem. SZT *10* 20, 21.
[122] *Lakeeva, L. G.—Ol'derogge, G. N.—Szikirjavüj, Ja. V.:* Modifikacija algoritma uszkorennogo poiszka optimal'noj traszszü. SZT *7* 20—1.
[123] *Borodavkin, P. P.—Spotakovszkij, M. N.—Deniszenko, L. G.—Kim, B. I.:* Primenenie novüh metodov pri proektirovanii nefteprovoda Szevernüe rajonü tjumenszkoj oblaszti (SZRTO)—Nizsnevartovszk. TH *5* 6—7.
[124] *Lallier, L.:* Les techniques de raccordement de conduites sous-marines: utilisation de la soudure hyperbare pour les raccordements des gazoducs Frigg—Écosse. R. AFTP mai—juin 80—5.
[125] *Freund, J.:* La pose des pipelines de Frigg. R. AFTP mai—juin 73—80.

[126] *Mes, M. J.:* Vortex shedding can cause pipelines to break. PGJ Aug 29—30, 32, 34, 40, 42.
[127] *Boschat, J.:* Ingenierie du projet. R. AFTP mai—juin 68—73.
[128] *Alekszeev, A. I.:* Kol'cevüe naprjazsenija v podvodnom truboprovode tipa „truba v trube". SZT *6* 14—5.
[129] *Ten'kov, N. F.:* Opüt ékszpluatacii podvodnüh perehodov. TH *12* 19—22.
[130] *Galjuk, V. H.—Sztrzseleckij, V. V.—Zabela, K. A.:* Szoedinenie nefteprovodov pod vodoj. TH *5* 17—20.
[131] *Szattarov, R. V.—Scsadrin, O. B.:* Naprjazsennoe szosztojanie podvodnogo truboprovoda pri pod"eme i ukladke. TH *9* 24—7.
[132] *Volszkij, M. I.—Gumennüj, L. K.—Laptev, T. I.:* Vlijanie temperaturnogo faktora na procsnoszt' zamknutüh ucsasztkov nefteprovodov. NH *11* 38—41.
[133] *Elümanov, Ju. I.—Perevoscsikov, Sz. I.—Nevolin, A. P.:* Vlijanie temperaturnogo faktora pri rezervuarnom ucsete na nefteprovodah. NH *12* 57—8.
[134] *Volszkij, M. I.—Gumennüj, L. K.—Aisztov, A. Sz.:* O procsnoszti magisztral'nüh nefteprovodov. NH *4* 60—3.
[135] *Gray, J. C.:* How temperature affects pipeline hydrostatic testing. PGJ Dec 26, 28, 30.
[136] *Vjazunov, E. V.—Fridman, G. M.:* Raszcset peregruzok truboprovoda po davleniju v perehodnom proceszsze. TH *9* 17—8.
[137] *Morev, A. A.:* O gidravlicseszkom raszcsete nefteprovodov. TH *5* 21—4.
[138] *Spotakovszkij, M. N.:* K voproszu o raszsztanovke nefteperekacsivajuscsih sztancij na magisztral'nüh nefteprovodah. TH *8* 10—2.
[139] *Karaev, M. A.—Gaszanov, D. A.:* Kombinirovannüj metod pereszcseta gidravlicseszkih harakterisztik centrobezsnüh naszoszov. Izv. VUZ NG *8* 71—4.
[140] Turbines a gaz a grand rendement destinées aux futurs oléoducs. IPM sep *475* 65, 67—9.
[141] *Szamojlov, B. V.—Berezina, I. V.:* Oszobennoszti raszcseta profilja magisztral'nogo truboprovoda bol'sogo diametra. TH *10* 24—7.
[142] *Szedov, Ju. D.:* Nekotorüe voproszü metodologii opredelenija optimal'nüh harakterisztik truboprovodov. TH *10* 3—6.
[143] *Goloszovker, V. I.:* K raszcsetu parallel'nüh truboprovodov. TH *11* 8—9.
[144] *Smeleva, I. A.—Loszev, Ju. F.—Nemirovszkij, I. Ja.:* Vnedrenie dvuhsztoronnej avtomaticseszkoj szvarki pod fljuszom. SZT *11* 15—6.
[145] *Rozsin, A. I.—Ivancov, V. Ja.—Buszlaev, Sz. I.—Tolsztüh, V. Sz.—Belkin, N. M.:* Usztanovka dlja torcovki trubnüh otvodov. SZT *7* 34—5.
[146] *Vaszil'ev, V. A.:* Kontaktnoe davlenie pri gnut'e trub. SZT *5* 23—5.
[147] *Galeev, V. B.—Makszimov, A. Sz.—Bikkulova, R. N.:* Opredelenie optimal'nogo varianta razmescsenija vdol' traszsz szvarocsnüh baz. SZT *4* 23—4.
[148] *Garljauszkasz, A. I.—Fejgin, V. I.:* O szposzobah linearizacii uravnenij neusztanovivsegoszja dvizsenija gaza v trubah. Izv. VUZ NG *1* 63—6.
[149] *Bobrovszkij, Sz. A.—Scserbakov, Sz. G.—Jakovlev, E. I.—Garljauszkasz, A. I.—Gracsev, V. V.:* Truboprovodnüj transzport gaza. Nauka, Moszkva, 1976. 495 o.
[150] *Bertelnud, A.:* Simplified pressure drop calculations for gas pipelines using S. I. units. PGJ Dec 31, 34—36, 38.
[151] *Krivosejn, B. L.—Dubinszkij, A. V.—Sziperstejn, B. I.—Radcsenko, V. P.:* O matematicseszkih modeljah neizotermicseszkogo nesztacionarnogo tecsenija gaza v truboprovodah. Izv. VUZ NG *12* 82—6.
[152] *Pronina, E. Sz.:* Priblizsennüj metod opredelenija meszta otbora (ili avarii) pri nesztacionarnom dvizsenii zsidkoszti v truboprovode. Izv. VUZ NG *1* 70—2.
[153] *Volohov, V. Ja.:* Opredelenie optimal'nüh parametrov sz odnovremennüm vüborom traszszü magisztral'nogo nefteprovoda. Izv. VUZ NG *9* 79—83.
[154] *Oranje, L.:* The cooling down of underground pipeline downstream of compressor stations. IGU/C-3. 16 o.
[155] *Tarabrin, E. I.—Pugacsev, V. I.—Taranenko, B. F.:* Matematicseszkaja model' ucsasztka truboprovoda kak élementa szlozsnogo gazoszbornogo kollektora. Izv. VUZ NG *2* 75—80.
[156] *De Leon, C.*, Jr.: Simplified gas network calculations in the metric system. PGJ May 17—20.
[157] *Heimann, P. C.—Bryan, N. L.:* Probability theory in pipeline design. IGU/C-8. 13 o.
[158] *Gumm, H.:* Anwendung der Gesetzmässigkeiten des Gasabsatzes auf die Absatz- und Leistungsplanung in mittleren Versorgungsunternehmen. GWF GE 115—9.
[159] *Bickel, T. C.—Himmelblau, D. M.—Edgar, T. F.:* Optimal design of gas transmission networks. SPE 6034 12 o.
[160] *Bickel, T. C.—Himmelblau, D. M.—Edgar, T. F.:* Optimal design of gas transmission networks. SPE 6034 12 o.
[161] *Crafton, J. W.—Dyal, V. H.:* An iterative solution scheme for the gas pipeline network problem. SPE 6032 16 o.
[162] *Sejnkin, M. Z.—Loszev, Ju. F.—Konecsnüj, V. R.:* Proverka tehnologii avtomaticseszkoj gazoélektricseszkoj szvarki trub diametrom 1420 mm i szravarocsnogo oborudovanija. SZT *3* 12—4.
[163] *Börcsök A.:* Megkezdődött az orenburgi gáztávvezeték építése. KF 58.
[164] *Börcsök A.—Tolnai L.:* Az orenburgi gáztávvezeték huszti kompresszorállomásának építése. KF 158—9.
[165] *Börcsök A.:* Épül a guszjatyini kompresszorállomás. KF 342.
[166] *Koselev, V. V.—Szavenkov, E. N.:* Poluavtomat dlja sznjatija faszok. SZT *9* 34—5.
[167] *Prokof'ev, V. I.—Kamerstejn, A. G.:* Osznovnüe polozsenija raszcseta truboprovodov na procsnoszt' i usztojcsivoszt' v szootvetsztvii sz trebovanijami novogo SZNiP. SZT *8* 31—3.
[168] *Cairns, J.—Jones, H. S.—Knowles, A. E.—Van der Post, J. L.:* Pipeline materials — their performance and specification. IGU/C-10. 21 o.
[169] *Szucskov, M. I.—Berezsnov, I. A.—Szucskova, O. M.:* Nadzemnaja prokladka gazovüh szetej. SZT *4* 30—1.
[170] *Mentjukov, V. P.—Karpenko, M. P.—Kastanova, E. V.:* Organizacija ocsisztki poloszti i iszpütanija truboprovodov pri szkorosztnom sztroitel'sztve. SZT 7 29—31.
[171] *Scurati, G. F.—Dutoit, Ch.:* Going trough the Alps by the Holland—Italy pipeline. IGU/C-7. 19 o.
[172] *Regnaud, P.:* Le gazoduc Suisse Romand traversée du lac Léman. R. AFTP mars—avril 73—8.
[173] *Vogel, G.:* Compressor stations and unit operations in the natural gas transmission systems operated by Ruhrgas. IGU/C-4. 20 o.
[174] Un analyseur de gaz revolutionnaire. IPM Sep 12.
[175] *Szabó J.:* Kőolaj-bányászati csővezetékek biztonsági övezete. KF 305—14.
[176] *Borodavkin, P. P.—Kim, B. I.:* Optimizacija proektnüh resenij magisztral'nüh nefte- i produktoprovodov sz ucsetom ohranü okruzsajuscsej szredü. NH *10* 42—4.
[177] *Mikulla, W.:* Erfahrungen aus der Verwendung neuer Stahlrohren für den Bau von Hochdruckgasleitungen. GWF GE 365—9.
[178] *Kottmann, A.:* Problematik der Zeitstandfestigkeiten von Kunststoffrohren. GWF GE 444—6.
[179] *Hüning, R.:* Höchstzulässiger Abstand von Dehnungsausgleichern in Gasfernleitungen. GWF GE 292—5.
[180] *Borodavkin, P. P.—Higer, M. S.:* K teorii prodol'nüh peremescsenij truboprovoda v grunte pri polzucseszti. TH *3* 4—7.
[181] *Higer, M. S.:* Ob odnoj nelinejnoj modeli prodol'nüh peremescsenij truboprovodov v grunte. TH *6* 6—7.
[182] *Klement'ev, A. F.:* Raszcset teplovogo vzaimodejsztvija nefteprovoda sz ottaivajuscsim gruntom. TH *12* 5—8.
[183] *Brux, G.:* Zusammendrückbare Rohrleitungsreiniger aus Kunststoff. GWF GE 44.
[184] *Romvári P.—Béres L.:* Hegesztett csőkötések korróziójának vizsgálata. KF 213—5.
[185] *Sólyom J.—Káldor M.:* Hegesztett csőkötés korróziójának fémtani vizsgálata. KF 216—8.
[186] *Gonik, A. A.—Getmanszkij, M. D.—Nizamov, K. R.—Enikeev, É. H.—Rozenfel'd, I. L.—Zvezdinszkij, K. V.—Csuraeva, M. N.:* Iszszledovanie sztrukturü zascsitnüh szloev tormozjascsego dejsztvija ingibitorov korrozii kolloidnogo tipa v szisztеme neft'—voda. NH *7* 62—4.
[187] *Backes, J.—Baltes, A.:* Planung und Bau von katodischen Korrosionsschutzanlagen. GWF GE 153—7.
[188] *Heim, G.:* Neuere Festlegungen für den Korrosionsschutz von Rohrleitungen. GWF GE 149—53.
[189] *Minter, B. L.:* Effective cathodic protection saves energy, saves money. PGJ Feb 36, 40, 42.
[190] *Quincy, G. L.:* Corrosion control begins with construction. PGJ Feb 22—3, 25—7, 30.

[191] *Berger, D. M.:* How to select coatings for buried steel pipe. PGJ Feb 14—8, 20.

[192] *Baeckman, W. G.:* How Ruhrgas cathodically protects pipe lines. PLI *1* 48—51.

[193] *Fessler, R. R.:* Studies reveal causes of stresscorrosion cracking. PLI *3* 37—9.

[194] *Schmitz-Pranghe, N.—Meyer, W.—Schwenk, W.:* Mannesmann approach to extruded PE mill coating. PLI *3* 40—3.

[195] *Greenlimb, P. E.:* How to prevent corrosion in open and closed cooling systems. PGJ Nov 49, 50, 52, 54, 58, 62.

[196] *Lur'e, M. V.:* Gazodinamicseszkoe szoprotivlenie pri dvizsenii porsnja v trube. Izv. VUZ NG *8* 67—70.

[197] *Lur'e, M. V.—Poljanszkaja, L. V.:* Metod raszcseta kontejnernüh pnevmotranszportnüh truboprovodov szo szlozsnüm rel'efom traszszü, vozduhoduvnümi sztancijami, szbroszami i bajpaszami. Izv. VUZ NG *9* 77—80.

[198] *Kersenbaum, N. Ja.—Petrakov, Ju. B.—Ivojlov, O. G.:* Rezsim vnesnih nagruzok podvizsnogo szosztava kontejnernüh pnevmotranszportnüh szisztem. SZT *12* 22—4.

[199] *Zuev, F. G.—Poluhin, A. I.—Tantlevszkij, A. V.:* Parametrü dvizsenija kapszulü v nacsal'nom ucsasztke truboprovoda. SZT *10* 21—3.

[200] *Geilenkeuser, K.—Sturm, D.:* Rissausbreitung in Grossrohren aus dem Stahl St 70. GWF GE 40—3.

[201] *Neuhaus, H.—Baeckmann, W. G.:* Blitzschutzmassnahmen in Gasverdichterstationen. GWF GE 28—34.

[202] *Fagerlund, A. C.:* Pipewall vibrations reveal... valvegenerated noise? HP *10* 147—9.

[203] *Wachel, J. C.—Bates, C. L.:* Escape piping vibrations while designing. HP *10* 152—6.

[204] *Schmidt, B. R.:* Use lead to block noise. HP *10* 112—6.

[205] *Globa, V. M.—Vüsivanjuk, G. A.:* K voproszu kontrolja za granicej razdela nefteprodukt—raszszol v podzemnüh hraniliscsah, szooruzsaemüh v otlozsenijah kamennoj szoli. Izv. VUZ NG *4* 71—4.

[206] *Müller, K.:* Peak-shaving with Groningen natural gas. IPM Sep 59—63.

[207] How to compare costs of gas and alternate fuels. PLI Feb 46.

NÉVMUTATÓ

A, Á

Aamodt, R. L. **4.**717
Abad, B. **4.** 562
Abbaszov, A. A. **4.** 541
Abbaszova, R. K. **3.** 222
Abbott, W. A. **1.** 414, **4.** 525, 723
Abduhalikov, Ja. N. **3.** 57
Abdullaev, A. M. **4.** 669
Abdullaev, A. P. **3.** 138
Abele, G. **1.** 331, 559
Abernethy, E. R. **4.** 603, **5.** 72
Abov-sayed, A. S. **1.** 405, **4.** 713
Abramov, V. N. **4.** 56
Abramova, E. Sz. **4.** 652
Abrams, A. **1.** 143, **4.** 403
Abramzon, L. Sz. **6.** 112, 113
Abüzbaev, I. I. **4.** 283
Adamjanc, P. P. **6.** 91
Adams, P. I. F. **1.** 485
Adams, W. T. **1.** 555
Adel'sin, A. B. **6.** 32
Adorian, A. S. **1.** 567
Advani, S. H. **1.** 388, **4.** 697
Adzsalov, Z. M. **5.** 25
Aganasiev, V. P. **6.** 28
Agaev, F. T. **4.** 667, 669
Agaeva, Sz. E. **1.** 35
Agbezuge, L. K. **1.** 449
Agdamszkij, M. A. **4.** 57, 575
Agesin, M. Sz. **2.** 33
Agliullin, M. Ju. **3.** 159
Agnes, G. B. S. **1.** 501
Aguilera, R. **3.** 121, **4.** 95
Ahadov, T. M. **1.** 465
Ahmedov, G. G. **4.** 503
Ahmedov, Sz. Sz. **5.** 22
Ahmetov, Z. M. **1.** 428, **4.** 740
Ahmetsin, M. A. **1.** 360
Ahundov, A. G. **1.** 282
Aimone, J. T. **2.** 70
Aisztov, A. Sz. **6.** 134
Ajrapetján, Sz. H. **1.** 183
Ajrapetján, Sz. M. **1.** 211
Ajzikovics, O. M. **4.** 578
Akopjan, R. A. **4.** 237
Akszelrod, Sz. M. **3.** 27, 70, 140
Akszenov, M. G. **1.** 322
Aktan, J. **4.** 70
Aktan, T. **4.** 532
Alekszandrov, B. L. **3.** 212—214
Alekszandrov, V. B. **3.** 63
Alekszeev, A. I. **6.** 128
Alekszeev, Ju. F. **1.** 116, **3.** 206
Aleszkerov, A. Sz. **5.** 5
Alexander, L. G. **1.** 351, **5.** 46
Alexander, W. C. **4.** 182
Alford, B. J. **5.** 70
Alford, S. E. **1.** 152
Aliev, A. A. **4.** 57
Aliev, N. I. **4.** 766
Aliev, N. S. **4.** 761
Aliev, Sz. M. **4.** 646
Aliev, T. M. **3.** 2, 22, 153, 154
Aliev, Z. Sz. **4.** 213, 626, 652
Alimdzsanov, M. **4.** 554
Alisanjan, R. R. **1.** 267
Allan, J. A. **2.** 76
Allen, J. H. **1.** 124
Allen, M. R. **3.** 217
Alliquander Ö. **1.** 95, 193
Alloni, C. **1.** 500
Al-Rikabi, H. H. **4.** 499
Al'tov, A. V. **4.** 39, 81, 363
Alvarado, D. A. **4.** 488
Alvaro, F. **6.** 77
Amelin, I. D. **4.** 389, 582
Amerhanov, I. M. **4.** 47
Ametov, I. M. **4.** 102, 215, 648
Amijan, A. V. **4.** 520, 521, 524, 655, 656
Amijan, V. A. **4.** 524, 655, 656
Amirov, A. D. **4.** 524, **5.** 39
Ana, I. **1.** 173
Anan'ev, A. N. **1.** 169
Anderson, D. R. **4.** 463
Anderson, G. .W **1.** 362, 412, **3.** 187, 188
Andreev, Sz. A. **4.** 213, 626, 652
Andrews, D. P. **4.** 287
Andrianov, I. N. **2.** 59
Andriaszov, R. Sz. **5.** 23, 24
Andriesse, D. **1.** 202
Andrijscsuk, I. Sz. **1.** 212
Angelopulo, O. K. **1.** 43, 153
Anikienko, G. I. **1.** 177
Anli, J. **4.** 153
Anonin, A. G. **1.** 343
Antamanov, Sz. I. **1.** 333
Antheunis, D. **3.** 193, **4.** 72
Antipev, V. N. **6.** 50, 51
Antkiw, S. **3.** 69
Antonenko, Ju. N. **3.** 250
Antonova, T. V. **6.** 95, 103
Arakelova, O. K. **7.** 787
Arendt, H. **1.** 534, **5.** 64
Arihara, H. **4.** 529
Arihara, N. **4.** 151
Armento, M. E. **4.** 569
Arndt, G. **4.** 611
Arnol'd, G. **4.** 611
Arnold, W. **2.** 10, 69
Aseltine, R. J. **1.** 425, **4.** 737
Ashcraft, T. L., Jr. **4.** 480
Asimov, M. A. **4.** 780
Asirov, K. B. **4.** 39, 81, 363
Asrafján, M. O. **1.** 283
Aszadov, A. I. **4.** 367
Aszkerov, Sz. Ja. **4.** 765
Aszkerov, T. M. **1.** 35
Aszlanov, S. Sz. **4.** 649
Atadzsanjan, B. P. **5.** 23, 24
Atanov, G. A. **6.** 43
Athanasiadis, A. **1.** 423, **4.** 735
Atkinson, A. **3.** 44
Atkinson, H. L. **1.** 553
Atkinson, J. **6.** 76
Atterbury, J. H. **4.** 295, 400
Atwood, J. E. **4.** 788, **5.** 28
Aud, B. W. **1.** 203
Auldridge, L. **4.** 8
Aulenbacher, M. W. **1.** 306
Ausburn, B. E. **4.** 73, 300
Avaneszova, A. M. **1.** 26, 222
Avcsjan, G. M. **3.** 91, 145
Azamatov, V. I. **3.** 113
Azar, J. J. **1.** 181
Azev, V. Sz. **6.** 72
Aziz, K. A. **4.**, 169, 458, 632, **5.** 8

B

Babaev, N. B. **1.** 481
Babajan, E. B. **1.** 212
Babajan, Z. V. **1.** 283
Babak, V. K. **1.** 212
Babaljan, G. G. **4.** 230
Bacanov, L. D. **2.** 43
Backes, J. **6.** 187
Backhaus, H. **6.** 64
Badalov, N. S. **1.** 313
Bading, R. **3.** 238
Bae, J. H. **4.** 474, 568
Baeckmann, W. G. **6.** 192, 201
Bagisev, R. Z. **6.** 92
Bagrinceva, K. I. **4.** 84
Bajkov, N. M. **4.** 523
Bajkov, U. M. **4.** 782
Baker, J. R. **1.** 394, **4.** 703
Bakulin, L. I. **1.** 129
Bakulin, V. M. **1.** 83
Baldenko, D. F. **1.** 89
Baldwin, A. H. **1.** 480
Bálint V. **6.** 24
Ballard, J. R. **4.** 76c
Ballard, P. J. **4.** 5
Balley, T. E. **1.** 364
Baltes, A. **6.** 187
Balükina, O. N. **4.** 110
Bán Á. **3.** 3
Bankwitz, H. **1.** 103
Baltosser, R. W. **3.** 43
Bannikova, Sz. V. **6.** 8
Barabás L. **1.** 355
Baráth I. **3.** 85, 86, 87
Baraz, V. I. **4.** 234
Barcenas, G. H. **3.** 53
Barenbaum, A. A. **3.** 21
Barlai Z. **3.** 134
Barrnett, R. D. **1.** 321, 346

Barrett, N. D. **1.** 424, **4.** 736
Barron, I. **5.** 17
Barstow, W. F. **4.** 366
Bartel, L. C. **1.** 406, **4.** 714
Barton, Ch. E. **1.** 467
Baslükin, I. I. **3.** 25, 137
Baszniev, K. Sz. **6.** 84
Bataev, D. E. **1.** 263
Batalov, D. M. **1.** 265
Bates, C. L. **6.** 203
Baudais, D. J. **1.** 544, 545
Baumhak, M. **5.** 7
Baviere, M. **4.** 470
Baxter, Ch. **1.** 348, 370
Baxter, D. **4.** 431
Bazsenov, Ju. M. **4.** 622, **6.** 79
Bazsenov, V. Sz. **1.** 109
Beall, J. **1.** 293, 519, 520
Beaver, M. H. **3.** 60, **4.** 361
Bechthold, H. **5.** 17
Beck, A. E. **3.** 94, 95, 244
Beck, F. **6.** 17
Becker, H. **2.** 21
Bedcser, Sz. A. **3.** 173
Bednar, J. M. **1.** 457
Beirute, R. M. **1.** 258, 268
Beissner, K. **4.** 675
Bekirov, N. I. **5.** 26
Belikov, V. G. **1.** 128
Beljakov, M. A. **3.** 72, **4.** 216
Belkin, N. M. **6.** 145
Bell, L. E. **6.** 21
Belotti, G. **1.** 101
Belov, V. V. **4.** 206, 207
Benedict, C. P. **1.** 548
Benjah'ja, A. **4.** 184, 646
Benett, C. **1.** 286
Bentsen, N. W. **1.** 341
Bentsen, R. G. **1.** 134, **4.** 150, 153
Berezin, V. L. **6.** 13, 121
Berezin, V. M. **3.** 120, **4.** 85
Berezina, I. V. **6.** 141
Berezsnov, I. A. **6.** 169
Berge, B. **1.** 495
Berger, D. M. **6.** 191
Bergstejn, O. Ju. **1.** 223
Berkovics, E. A. **1.** 356
Berman, L. B. **4.** 232
Bernadiner, M. G. **4.** 530, 555
Bernstejn, A. M. **4.** 583
Bertelnud, A. **6.** 150
Beszizsko, V. V. **6.** 121
Besztelesztnüj, A. G. **1.** 54
Béres Deák L. **6.** 184
Bhatia, S. K. **4.** 239
Bickel, T. C. **6.** 159, 160
Bidegaray, D. A. **1.** 94
Bidner, M. S. **4.** 463
Bielawski, R. **4.** 316
Bieske, E. **2.** 64, 65
Biggs, M. E. **3.** 235, 236
Bikbulatov, I. K. **1.** 50, 129
Bikkulova, R. N. **6.** 147
Bilhartz, H. L. **4.** 494
Bingham, M. G. **1.** 38
Biondié, N. **4.** 628
Bíró Z. **6.** 24
Biryukov, V. Y. **6.** 28
Bishop, K. A. **4.** 121, 627
Black, S. J. **4.** 692, 755
Blair, R. K. **4.** 401, 446
Blakely, R. F. **3.** 235, 236
Blank, R. **2.** 63
Blount, E. M. **4.** 181, 633
Bobrovszkij, Sz. A. **6.** 149
Bocsarov, V. A. **4.** 374, 388
Bodarenko, M. **3.** 79
Boganik, V. N. **3.** 96, 711
Bogopol'szkij, A. O. **4.** 577, 579
Bogopol'szkij, V. O. **4.** 579, 722
Bohme, C. G. **1.** 310
Bojarcsuk, A. F. **3.** 112, 114
Bondarenko, A. G. **4.** 201
Bondor, P. L. **3.** 198, **4.** 94, 290, 305
Boneau, D. F. **4.** 75, 414
Boone, D. E. **1.** 136
Borevszkij, B. V. **3.** 259
Boriszenko, Z. G. **4.** 246
Boriszov, B. F. **4.** 39, 56, 81, 363
Boriszov, V. V. **5.** 50
Borodavkin, P. P. **6.** 120, 121, 123, 176, 180
Borodina, M. P. **4.** 483
Bortnickaja, V. P. **4.** 91
Boschat, J. **6.** 127
Bourgeois, A. **1.** 297
Bourgoyne, T. **1.** 289
Bourne, M. J. **1.** 496
Bouvet, J. **6.** 106
Bowman, R. W. **4.** 426, 431
Boyadjieff, G. **1.** 78
Bögi I. **6.** 73.
Börcsök, A. **6.** 163, 164, 165
Bradel, E. **3.** 56
Bradley, R. W. **4.** 304
Bradley, R. W. Jr. **3.** 226
Bradley, W. B. **1.** 63, 81, 82, 232
Bradshaw, H. **1.** 497
Bradshaw, J. M. **1.** 243, **3.** 42
Brady, M. M. **4.** 608
Bragg, J. R. **3.** 150, **4.** 295, 298, 400, 612
Bragilevszkij, O. V. **6.** 120
Bragin, A. F. **1.** 50
Bragin, V. A. **4.** 389, 655, 656
Branch, M. C. **4.** 593, 595
Brannan, G. **4.** 445
Brar, G. S. **4.** 632
Bratrud, T. S. **1.** 415, **4.** 724
Brazill, R. L. **1.** 491
Breev, V. A. **4.** 230
Breit, V. S. **4.** 627
Breszlav, B. M. **1.** 110
Brett, V. S. **4.** 121
Bretz, K. E. **6.** 89
Bricskevszkij, A. D. **4.** 389
Brieger, E. F. **1.** 359, **3.** 197
Brigham, W. E. **4.** 67, 151, 191, 529
Brill, J. P. **6.** 34
Brincev, A. I. **1.** 176
Britt, E. L. **3.** 33, 34
Broaddus, G. C. **1.** 397, **4.** 220, 706
Brock, K. A. **1.** 320
Brojtman, I. M. **2.** 52
Bronnikov, V. A. **4.** 38
Brooks, R. A. **1.** 199, **3.** 216
Bross, H. E. **4.** 791
Broussard, F. W. **4.** 784
Broussard, L. P. **4.** 619, **5.** 54
Brown, A. D. **1.** 556
Brown, C. .A **1.** 378
Brown, D. W. **1.** 409, **4.** 717
Brown, J. **1.** 331, 559
Brown, J. S. **4.** 381, 382, 383
Brown, K. **1.** 5
Brown, L. **4.** 194, 365
Brown, P. R. **4.** 385
Brownscombe, E. **1.** 376, **5.** 44
Bruha, W. A. **1.** 509
Brux, G. **6.** 183
Bryan, N. L. **6.** 157
Buehner, L. O. **5.** 52
Buevics, A. Sz. **3.** 64, **4.** 543
Bujalov, N. I. **4.** 226
Bujkisz, A. A. **4.** 107
Bulatov, A. I. **1.** 235, 248
Bulatov, A. V. **3.** 15
Bulgakov, E. Sz. **2.** 47
Bulina, I. G. **4.** 45, **6.** 45
Bullard, D. B. **5.** 33
Bullen, R. S. **1.** 415, **4.** 724
Bumin, A. V. **3.** 159
Burdin, Ju. B. **3.** 20
Burgbacher, J. A. **4.** 791
Burger, J. G. **4.** 570
Burget, C. **1.** 252, 279
Burkhardt, J. A. **1.** 533
Burnett, D. B. **1.** 178
Burnham, J. W. **1.** 393, **4.** 702
Burstar, M. Sz. **4.** 229
Burstünovics, Ja. G. **3.** 82
Burtch, F. W. **4.** 508
Burwell, R. B. **4.** 6, 359
Buszlaev, Sz. I. **6.** 145
Butler, M. **3.** 122
Butrovski, D. **5.** 27
Buvajlo, I. A. **4.** 564
Bülevszkij, G. A. **3.** 211
Bynum, D., Jr. **1.** 30

C

Cagle, W. S. **1.** 320
Cairns, J. **6.** 168
Caldwell, J. B. **5.** 61, 62
Caldwell, R. L. **3.** 10, 11
Callas, N. P. **1.** 317, **3.** 155
Callihan, R. B. **1.** 276
Callow, G. O. **4.** 448
Calota, N. **1.** 34, 72
Cambell, R. L. Jr. **3.** 105
Campos, J. A. **4.** 658
Canalizo, C. **5.** 17
Capen, E. C. **4.** 331
Carev, V. P. **4.** 629
Carev, V. V. **4.** 615
Carico, R. D. **1.** 157
Carison, L. O. **4.** 400
Carlberg, B. L. **4.** 396
Carlos de Leon, Jr. **6.** 156
Carlson, F. M. **4.** 51
Carlson, J. B. **4.** 481
Carlson, L. O. **4.** 295
Carlton, A. W. **1.** 345, **3.** 58
Carpenter, D. H. **4.** 515
Carpenter, H. G. **4.** 602
Carter, L. G. **1.** 275
Carter, R. D. **4.** 192
Cash, R. L. **4.** 485
Cassan, J. P. **4.** 64
Cayas, J. L. **4.** 407, 464, 485
Cegielski, I. M., Jr. **4.** 602
Cejtlin, I. M. **4.** 575
Cejtlin, Sz. D. **3.** 81
Celikovszkij, O. I. **6.** 51
Chacravorty, S. K. **4.** 385
Chain, R. Y. L. **4.** 178
Challenger, K. **6.** 109
Chamberlain, D. E. **1.** 149, 159
Champagne, H. C. **1.** 364
Chang, H. L. **4.** 499
Chang, H. Y. **1.** 388, **4.** 697
Chappelear, J. E. **4.** 148, 536
Charles, S. R. **1.** 372
Chastain, J. **5.** 34
Chatas, A. T. **4.** 341
Chatelain, J. C. **4.** 50
Chatizis, I. **4.** 343
Chatterji, J. **1.** 272
Chatzis, J. **4.** 120
Chaussumier, D. **1.** 455
Chauvin, D. J., Jr. **1.** 180, 304
Cheatham, J. B., Jr. **1.** 307
Cheng, C. H. **3.** 234
Cherrie, M. A. **3.** 26, 51
Chevalier, P. **3.** 16, 106
Chiang, C. P. **4.** 608
Chico, R. S. **3.** 182
Chieh, C. H. U. **4.** 588
Chien, Sze-Foo **4.** 572
Childers, T. W. **4.** 322, **5.** 60
Chilingar, G. V. **4.** 69
Chow, S. Y. **1.** 250

Christensen, D. R. **6.** 80
Christian, W. W. **1.** 272
Christman, S. A. **1.** 228, 229, 233, 564
Chrzaszcz, W. **4.** 187, 767, 768
Cidley, J. L. **4.** 731
Cinco, H. L. **4.** 173, 174
Cinenko, V. P. **2.** 43
Citibank, N. A. **4.** 31
Clampitt, R. L. **4.** 74, 75, 255, 414
Clapp, R. V. **4.** 331
Clark, C. R. **1.** 273
Clark, P. **6.** 30
Clark, R. K. **1.** 165
Clauss, G. **1.** 442
Clav, L. Z. **3.** 90
Clavier, C. **3.** 170, 174
Clement, C. **1.** 259
Clews, K. M. **2.** 70
Clifton, R. J. **1.** 405
Closman, P. J. **4.** 526, 534, 599
Cloud, W. B. **4.** 410
Coats, K. H. **4.** 538, 539
Cobb, W. M. **4.** 164
Cochard, M. **1.** 558
Cochrane, W. W. **4.** 371
Cock, C. **1.** 570
Coley, J. **1.** 286
Colin, A. **6.** 81
Collins, B. **4.** 14, **6.** 4, 18, 66
Collins, H. N. **3.** 131
Combarnous, M. **4.** 222, 528
Combaz, A. **3.** 17, 18
Conley, F. R. **4.** 416, 440
Connell, J. G. **3.** 46
Conner, D. C. **3.** 123
Constantinescu, D. **1.** 52
Cook, C. **1.** 253, 275
Cook, Ch. **1.** 207
Cook, D. L. **4.** 548
Cook, W. R. **4.** 434
Cooke, C. E. **4.** 719
Coon, R. M. **4.** 48, 98b
Cooper, R. E. **4.** 744, 796
Copeland, C. T. **1.** 369, **4.** 759
Coppes, J. **1.** 298
Cordiner, F. G. **4.** 242
Cordiner, F. S. **4.** 71, 285, 286
Cordy, J. C. **6.** 83
Corgnet, J. L. **1.** 546
Cornelius, A. J. **4.** 597
Cornett, J. **1.** 404, **4.** 364, 693
Cornish, R. E. **4.** 162, **5.** 3
Coulter, A. W. **1.** 424, **4.** 736
Coulter, G. R. **1.** 385, **4.** 694
Covellone, T. A. **1.** 533
Covlin, R. J. **1.** 389, **4.** 698
Cox, B. E. **1.** 509
Cox, D. **4.** 360
Cox, J. W. **3.** 71, 102
Cox, T. **1.** 97
Coyne, P. L. **1.** 228
Crafton, J. W. **4.** 613, **6.** 34, 161
Craig, F. F. **4.** 5, 76c
Craig, J. T., Jr. **1.** 315, **3.** 158
Crantham, K. **1.** 146
Crawford, G. E. **4.** 166
Crinklemeyer, O. W. **1.** 269
Crockett, R. K. **4.** 744, 796
Crook, J. M. **4.** 93
Crose, J. G. **1.** 229
Crouzil, G. **4.** 222
Crowe, C. W. **1.** 145, 424, **4.** 98, 736, 751
Crowley, M. **1.** 132
Cryar, H. B. **1.** 145
Cubric, S. **4.** 351
Culligan, P. T. **4.** 397
Cunningham, J. W. **4.** 432
Cunningham, W. **1.** 253
Cuthill, J. U. **4.** 663
Cuthill, L. J. **6.** 58
Cüplakov, V. I. **3.** 237

CS

Csaba J. **1.** 139, 193, 194
Csaskin, Ju. G. **4.** 657
Cselombiev, B. K. **1.** 333
Cselpanov, P. I. **6.** 39
Csernjak, G. Ja. **3.** 73
Csernüj, Sz. Ja. **1.** 430, **4.** 742
Cservinszkij, V. P. **4.** 614
Csilan, A. Ja. **4.** 332
Csisztovszkij, A. I. **4.** 770
Csubanov, O. V. **4.** 765
Csukin, V. T. **3.** 79, 128
Csumacskov, P. M. **1.** 356
Csupisz, N. E. **4.** 651
Csuraeva, M. N. **4.** 783, **6.** 186

D

Dabbous, M. K. **4.** 100, 500, 501
Dadasev, I. A. **1.** 184
Dadasev, N. G. **1.** 127
Dagens, Y. **4.** 64, 318
Daggett, W. K. **1.** 418, **4.** 727
D'agostino, A. **1.** 500
Daneshy, A. A. **1.** 390, 391, **4.** 99, 699, 700
Danevics, V. I. **3.** 22, 70
Danielson, H. H. **4.** 504
Danilov, V. I. **4.** 39, 81, 363
Danjusevszkij, V. Sz. **1.** 249
Dareing, D. W. **1.** 450
Darley, H. C. H. **1.** 161
Dasevszkij, Ju. A. **3.** 139, 140
Dauben, D. L. **4.** 436
Davies, J. B. **4.** 515
Davis, D. G. **3.** 180
Davis, H. E. **2.** 8
Davis, H. T. **4.** 463
Davis, J. A. **4.** 401, 446
Davis, N. **1.** 166
Davüdov, O. I. **4.** 184
Day, J. B. **1.** 299
Deamer, D. W. **4.** 467
Dean, M. R. **1.** 303
Deans, H. A. **4.** 298, 612
Debski, Z. **3.** 177
Dede, E. **2.** 66
Dejkalo, T. A. **1.** 43
Dejkin, V. V. **4.** 203
Delague, C. **4.** 370
Demcik, Z. **4.** 682
Demidov, A. Sz. **3.** 57
Demidova, T. G. **3.** 57
Demin, N. V. **4.** 283
Demis, A. P. **1.** 353
Denekas, M. O. **4.** 478
Denison, E. B. **1.** 105
Deniszenko, L. G. **6.** 123
Dennis, C. L. **3.** 10, 11
Denson, A. H. **4.** 164
Derby, J. A. **1.** 384, **4.** 689
Dergacsev, A. A. **6.** 94
DeRochemont, J. F. **1.** 358
DeRose, W. E. **4.** 624
DeSwaan, A. **4.** 372
DeSwaan, A. O. **4.** 180, 355 372,
Detkov, V. P. **1.** 261, 270
Devgunov, É. N. **3.** 212, 213, 214
Devlikamov, V. V. **4.** 489
DeVries, M. R. **3.** 61, 133
Dickmann, E. **3.** 251, **6.** 59
Dickson, L. L. **1.** 63
Didebulidze, I. A. **2.** 35, 60
Diem, E. **6.** 29
Dietrich, J. K. **2.** 18, **3.** 198, **4.** 94, 290, 305
Dilanov, G. M. **1.** 65
Dilgren, R. E. **4.** 476
Dill, W. R. **1.** 426, **4.** 738
Dillard, F. H. **1.** 320
Dimon, C. A. **5.** 45
Dinkov, V. **6.** 13
Dittmer, A. K. **1.** 284
Diver, J. **4.** 377
Dixon, W. P. **1.** 457
Dmitrovszkij, V. I. **4.** 232
Dobrünin, V. M. **3.** 208
Dogru, A. H. **4.** 182
Dolak, E. **4.** 745
Dolgih, A. E. **1.** 169
Dominguez. J. G. **4.** 427
Dominguez, N. A. **4.** 173, 174
Domov, G. M. **3.** 129
Donaldson, E. C. **4.** 78
Dondon, J. **4.** 64
Dormán J. **1.** 162, 163
Dorofeev, A. G. **6.** 28
Dorohov, O. I. **4.** 243
Doscher, T. M. **4.** 2, 4
Dowd, W. T. **4.** 1
Dragoev, I. D. **1.** 308
Drake, L. P. **4.** 536
Dranchuk, P. M. **4.** 170, 375
Dranker, G. I. **1.** 117
Dreher, K. D. **4.** 468, 495
Dreyer, W. **4.** 675
Drinkard, G. **4.** 526, 599
Drwiega, Z. **3.** 176
Dubaev, A. K. **1.** 338
Dubiel, S. **4.** 187, 767, 768
Dubinszkij, A. V. **6.** 151
Duerksen, J. H. **4.** 549
Dullien, F. A. L. **4.** 120, 309, 343, 376
Dumay, W. H. **1.** 457
Dumis'jan, A. G. **3.** 222
Dumont, A. E. **1.** 188, 561
Dunham, C. L. **4.** 334
Dutcsik, V. M. **1.** 324
Dutoit, Ch. **6.** 171
Duval, B. C. **1.** 546
Duval, J. J. **1.** 546
Dümcsenko, A. Ja. **4.** 281
Dümsic, L. A. **6.** 115
Dünkina, O. R. **3.** 77
Dütjuk, L. T. **4.** 771
Dvorkin, I. L. **3.** 65
Dwivedi, S. **4.** 467
Dyal, V. H. **6.** 161
Dykstra, H. **4.** 447
Dzsafarov, S. T. **5.** 26
Dzsamalov, I. M. **4.** 541, 545, 552, 581
Dzsarullaev, S. A. **4.** 338
Dzsumagaliev, T. N. **1.** 43

E, É

Eaton, B. A. **1.** 195, **3.** 209, 210
Eaton, F. M. **3.** 50
Eberts, R. D. **1.** 321, 346
Eckerfield, R. J. **1.** 515
Eddy, R. E. **4.** 82
Edgar, T. F. **4.** 609, **6.** 159, 160
Efendiev, R. A. **1.**, 26, 222
Eferova, L. F. **4.** 782
Efimova, G. A. **4.** 772
Efremko, N. A. **4.** 618
Egorova, R. A. **6.** 102
Ehrlich, R. **4.** 434, 439, 518
Eide, O. T. **1.** 503
Eilers, L. H. **1.** 251
Éjvazov, É. G. **4.** 57
Elfarr, J. **5.** 16
El-Hadidi, S. M. **4.** 185
Elkins, L. E. **4.** 500
Elkins, L. F. **4.** 235
Éllanszkij, M. M. **3.** 97
Ellenberger, C. W. **1.** 425, **4.** 737.
Ellenbracht, J. F. **4.** 308
Elliott, J. W. **3.** 50
Elmanov, I. P. **1.** 337
Elphingstone, E. A. **4.** 98c, 502

EL-SAYED, M. S. **4.** 120, 343
ELÜMANOV, I. **6.** 133
EMANUEL, A. S. **4.** 140, 159
EMKOV, A. A. **4.** 523, **6.** 37, 41
ENDEAN, E. J. **1.** 381, **5.** 67
ENDERLE, R. L. **1.** 550
ENDSIN, N. **4.** 385
ENGELMANN, D. **3.** 161, 179
ENIKEEV, É. H. **4.** 783, **6.** 186
ENIKEEV, V. R. **4.** 340
EREMENKO, M. F. **4.** 254
EREMENKO, N. A. **4.** 230
EREMENKO, V. F. **4.** 219
EREMENKO, V. V. **1.** 283
EREMIN, G. A. **1.** 267, 283
ERLAUGHER, R. C., JR. **4.** 509
ERLINGHAGEN, L. **3.** 238
ERMAKOV, V. I. **3.** 20
ERMENOV, A. K. **4.** 208
EROFEEV, V. F. **3.** 243
ERSHAGHI, I. **4.** 177
ERSOV, V. P. **4.** 764
ESKEW, J. O. **4.** 415
ESSARY, R. L. **1.** 380
ESZENGALIEV, B. E. **4.** 553
ESZ'MAN, B. I. **1.** 150
EVANS, T. R. **3.** 93
EVSZTAF'EV, V. I. **2.** 39
EZSOV, V. A. **3.** 189

F

FAGERLUND, A. C. **6.** 202
FAIRFIELD, W. H. **4.** 447
FAJN, G. M. **1.** 67, 84
FAJZULLIN, I. SZ. **3.** 237
FALK, D. O. **4.** 435
FARHADZADA, E. M. **5.** 35
FARKAS I. **4.** 228
FARLEY, D. L. **1.** 352, 411
FARLEY, R. V. **4.** 308
FAROUQ ALI, S. M. **4.** 70, 127, 313, 562
FARR, A. P., JR. **1.** 70
FARRIES, J. K. **1.** 310
FARZANE, JA. G. **4.** 236, 248, 617
FAST, C. R. **1.** 389, **4.** 698
FATKULLIN, A. H. **4.** 580
FATKULLIN, R. H. **4.** 217
FAUST, C. R. **4.** 131
FEDOROV, K. M. **1.** 313
FEJGIN, V. I. **6.** 148
FELBER, B. J. **4.** 436
FELDMAN, I. M. **1.** 263
FELS, CH. **3.** 161
FERGUSON, C. F. **4.** 726
FERGUSON, G. F. **1.** 417
FERTL, W. H. **1.** 190, 192, 197, 203, **3.** 103, 104, 163, 164, 256, **4.** 69, 301
FESSLER, R. R. **6.** 193
FILIN, A. SZ. **3.** 47
FILINOV, M. V. **4.** 747
FILIPPOV, A. I. **4.** 202
FILIPPOV, V. T. **1.** 256
FINCHER, J. **5.** 58
FINN, L. D. **1.** 488
FISHER, F. J. **1.** 284
FITCH, J. P. **4.** 544
FLAMMANG, R. F. **4.** 397
FLEWITT, W. E. **4.** 294
FLISOWSKI, J. **4.** 205
FLUGGE, F. **1.** 502
FOCHT, J. A., JR. **1.** 472
FOGLER, H. S. **1.** 420, **4.** 732
FOMENKO, I. E. **4.** 582
FOMENKO, F. N. **1.** 338
FONTAINE, M. F. **4.** 550
FORBES, G. **1.** 148
FORD, W. O., JR. **4.** 423
FORNAL, T. **1.** 174
FORSSMANN, B. **1.** 103
FOSCOLOS, A. F. **4.** 266
FOSHEE, W. C. **4.** 421
FOSTER, G. T. **3.** 149, **4.** 399
FOSTER, J. L. **1.** 79
FOSTER, J. T. **3.** 184, **4.** 251, 260
FOSTER, W. R. **4.** 471
FOURNIER, R. G. **4.** 485
FOWLER, E. D. **1.** 569
FÖRSTER, K. **3.** 179
FRANC, J. **1.** 528
FRANCIS, M. **4.** 664
FRANCO, A. **4.** 312, 590
FRANK, W. J. **4.** 789, **5.** 47
FRANSSEN, H. T. **4.** 28
FRAZIER, G. D. **4.** 412, 505
FREDERICKSON, S. E. **1.** 397, **4.** 220, 706
FREEMAN, S. **1.** 286
FREUND, J. **6.** 125
FRICKE, S. **3.** 161, 179
FRIDMAN, G. M. **6.** 136
FRIEDMAN, M. B. **1.** 69
FRIEDMAN, R. H. **4.** 308
FRIEDRICH, W. **4.** 189
FROLOV, G. P. **4.** 580
FROLOV, V. G. **3.** 160
FROLOVA, L. A. **6.** 46, 96
FRONING, H. R. **4.** 482
FRYDECKI, J. **3.** 177
FUGIEL, K. **1.** 264
FUKSZ, A. B. **4.** 650
FULTON, F. F. **4.** 100
FURMANOV, A. N. **4.** 217
FUSSEL DEL, D. **4.** 42, 444
FÜLÖP M. **1.** 100, 139
FÜRER, G. **4.** 675

G, GY

GABAIX-HIALE, J-C. **1.** 470
GAĆEŠA, J. **3.** 62, 183
GACOLAEVA, SZ. SZ. **3.** 211
GADZSIEV, F. M. **1.** 481
GADZSIEV, SZ. A. **3.** 39, 40
GADZSI-ZADE, N. A. **5.** 22
GAHAN, M. J. **3.** 52
GAJDOSIK, W. C. **1.** 348, **4.** 760
GAJNUTDINOV, I. A. **4.** 580
GALE, W. W. **4.** 478, 479
GALEEV, V. B. **6.** 111, 147
GALIN, F. M. **6.** 41
GALJAVICS, A. S. **3.** 116
GALJUK, V. H. **6.** 130
GALLAGHER, B. J. **4.** 434
GAMIDOV, G. A. **4.** 63
GAMMAGE, W. F. **5.** 62
GANCARZ, R. **4.** 96, 288
GANGARAO, H. V. **1.** 388, **4.** 697
GANT, G. W. **4.** 683
GARADZSAMIRLI, CS. JU. **4.** 581
GARCIA, J. A. **1.** 273
GARDNER, T. N. **1.** 451
GARLJAUSZKASZ, A. I. **6.** 148, 149
GARNER, C. R. **1.** 124
GARNER, L. L. **1.** 48
GARNER, W. H. **1.** 286
GARRETT, R. L. **1.** 154
GARETT, W. R. **1.** 309
GARRISON, E. P. **1.** 88
GARRISZ, N. A. **6.** 53, 102, 114, 118
GASZANOV, D. A. **6.** 139
GASZANOV, F. G. **5.** 24
GASZANOV, G. T. **4.** 105
GATES, G. L. **4.** 393, **6.** 31
GAUSEL, E. **1.** 502
GAVALAS, G. R. **4.** 135, 241
GAVRILOVA, L. I. **3.** 19
GAWIN, A. **3.** 74
GAWK, D. E. **1.** 12
GAZIZOV, Z. SZ. **4.** 340
GEER, R. L. **1.** 433
GEILENKAUSER, K. **6.** 200
GEJDAROV. M. I. **4.** 574
GELLÉRT T. **1.** 196, **3.** 215
GELNETT, R. H. **4.** 92
GENCSIKOV, JU. J. **4.** 89
GENZE, A. D. **6.** 38
GEORGE, R. A. **4.** 49, 68, 79, 430
GERA, D. F. **3.** 20
GERARD, R. E. **1.** 101
GERIZS, P. A. **4.** 623
GEROV, L. **4.** 391
GETMANSZKIJ, M. D. **4.** 783, **6.**186
GIANI, L. **3.** 217
GIBADULLIN, K. G. **4.** 576
GIBBS, M. **1.** 410
GIDLEY, J. L. **1.** 419
GILL, J. **1.** 78
GILLEN, R. S. **1.** 529
GILLEN, W. **4.** 15
GILLILAND, H. E. **4.** 416, 440
GITHENS, CH. J. **1.** 393, **4.** 702
GIVENS, W. W. **3.** 10, 11
GJULI-ZADE, U. A. **1.** 91, 92
GLADKIH, V. A. **6.** 72
GLAZE, O. H. **4.** 181, 633
GLENN, W. E. **1.** 4
GLOBA, V. M. **6.** 205
GLOTH, H. **2.** 12
GLUMOV, I. F. **1.** 428, **4.** 740
GLUSENKOV, V. D. **4.** 623
GOBIN, Y. **5.** 58
GODBEY, J. K. **1.** 12, 104
GODBEY, L. G. **5.** 45
GOGARTHY, W. B. **4.** 461
GOLBIN, J. T. **4.** 754
GOLDSTEJN, V. V. **1.** 266, 267
GOLIKOV, V. JA. **2.** 30
GOLOSZOVKER, V. I. **6.** 119, 143
GOLOVINA, O. M. **6.** 7
GOLUBCOV, V. A. **6.** 92
GOLUBEV, A. A. **3.** 201
GOLUBEV, D. A. **1.** 151
GOLUBEV, G. R. **1.** 312
GOLUBEV, JU. V. **3.** 120, **4.** 85
GOMAA, E. E. **4.** 537, 549
GOMZIKOV, V. K. **4.** 230, 258
GONCSARENKO, A. M. **1.** 128
GONIK, A. A. **4.** 783, 786, **6.** 37, 186
GOOCH, A. **1.** 80
GOODFELLOW, R. **1.** 496
GOODMAN, M. A. **1.** 237
GOODWIN, B. A. **1.** 525
GORBACSEV, B. I. **1.** 430, **4.** 742
GORBIJCSUK, M. I. **1.** 54
GORBUNOV, A. T. **4.** 462
GORBUNOV, V. E. **4.** 213, 626
GORDEEV, G. SZ. **3.** 153
GORDON, J .R. **4.** 784
GORLOV, A. E. **1.** 256
GOROBINSZKAJA, V. I. **4.** 622, **6.** 79
GORSKOV, G. F. **1.** 260, **2.** 38
GOSZTEV, N. M. **6.** 104
GOUBER, A. **6.** 15
GOULMY, A. L. G. **1.** 476
GOVIER, G. W. **4.** 30
GOVOROVA, L. A. **6.** 7
GÖRLING, P. **6.** 17
GRABCSENKO, A. I. **2.** 24, 32
GRABINSKI, A. **4.** 43
GRACE, R. D. **1.** 206, 288, 290
GRACSEV, V. V. **6.** 149
GRAF, H. G. **1.** 221, 377, **4.** 324
GRAF, L. E. **2.** 29
GRAHAM, E. B. **6.** 54
GRAHAM, G. A. **4.** 377
GRAJFER, K. I. **4.** 327
GRALLA, G. J. **4.** 672
GRAVES, R. H. **4.** 412, 505
GRAVLEY, W. **1.** 12, 104
GRAY, J. C. **6.** 135
GRAY, S. **4.** 21
GREAVES, B. **1.** 47
GREEN, D. W. **4.** 121

GREENE, J. **1.** 396, **4.** 705
GREENLIMB, P E. **6.** 195
GREER, J. B. **1.** 242, **4.** 793, **5.** 55
GREGORY, A. R. **3.** 204, 205, **4.** 65
GREGORY, G. A. **5.** 8
GRIBIK, JA. K. **4.** 37
GRICENKO, A. G. **3.** 25
GRICENKO, A. T. **4.** 666
GRIEL'SZKAJA, A. O. **3.** 165
GRIFFIN, F. D. **5.** 31
GRIFFITH, J. D. **4.** 444
GRIGOR'EVA, K. M. **4.** 741, 750
GRIGORJAN, A. M. **1.** 323
GRIGORJAN, B. N. **3.** 153
GRIGORJEVA, K. M. **1.** 429
GRINBERG, B. Z. **3.** 159
GRINKO, V. M. **4.** 203
GROENEVELD, H. **4.** 49, 68, 79, 430
GROTEWOLD, G. **6.** 25
GRUSCHWITZ, G. **2.** 3, 4
GUBAJDULLIN, A. Z. **3.** 116
GUBAJDULLIN, K. A. **4.** 259
GUBANOV, B. F. **6.** 47
GUBIN, V. E. **6.** 37, 41
GUBIN, V. V. **6.** 94
GUENZANI, R. C. **4.** 481
GUESNON, J. **1.** 455
GUILLORY, CH. **1.** 316, **3.** 156
GULATI, M. S. **4.** 347
GULIZADE, M. P. **1.** 313, 434
GUMBATOV, G. G. **4.** 780, **6.** 91
GUMM, H. **6.** 158
GUMMENNÜJ, L. K. **6.** 132, 134
GUNDORCEVA, O. I. **4.** 522
GUPTA, S. P. **4.** 497
GUREVICS, A. SZ. **4.** 215
GURLEY, D. C. **1.** 369
GURLEY, D. G. **4.** 759
GUROV, E. I. **4.** 604
GUSZAKOV, N. D. **3.** 117
GUSZEJNOV, G. P. **4.** 63
GUSZEJNOV, O. H. **4.** 761
GUSZEJN—ZADE, M. M. **1.** 318
GUSZEV, V. G. **1.** 176
GUSZMAN, M. T. **1.** 87, 89
GUTMAN, B. M. **4.** 764
GUZEV, V. D. **1.** 73

Gy

GYULAY Z. **1.** 95

H

HAANSCHOTEN, G. W. **3.** 225
HABERTHUR, CH. R. **4.** 378
HABIROV, SZ. V. **3.** 157
HACSATURJAN, SZ. A. **4.** 564
HADINOTO, N. **4.** 640, 718
HADLOW, R. E. **4.** 6, 359
HAFSKJOLD, P. S. **1.** 502
HAGEDORN, A. R. **4.** 166
HAGOORT, J. **4.** 542
HAHNER, R. **4.** 103
HAIMOV, I. A. **3.** 70
HAJRUTDINOV, K. A. **4.** 576
HALBOUTY, M. T. **1.** 6
HALE, D. **6.** 12
HALES, H. B. **4.** 492
HALES, H. S. **4.** 409
HALEY, R. A. **1.** 349, **3.** 175
HALIKOV, N. JU. **1.** 187
HALILOV, B. M. **5.** 40
HALIMBEKOV, B. M. **1.** 313
HALIULLIN, R. H. **5.** 49
HALL, B. **4.** 98c, 502
HAMBY, T. W. **5.** 54
HAMBY, T. W., JR. **4.** 619
HAMMACK, G. W. **3.** 53, 103, 104, 163, 164
HANLAROV, V. T. **5.** 39
HANNAH, R. R. **1.** 394, 398, 413, **4.** 703 707
HANUS, Z. **1.** 279
HARIN, V. T. **6.** 117
HARITONOV, V. D. **6.** 108
HARLAMENKO, V. I. **6.** 111
HARREL, J. W. **1.** 12, 104
HARRIS, C. D. **4.** 613
HARRIS, J. D. **4.** 76b
HARSH, D. G. **4.** 665
HART, J. W. **4.** 377
HASSAN, M. **3.** 17, 18
HASTINGS, J. R. **4.** 404, 418, 441, 442, 443, 452, 460, 527
HASUTOGOV, A. V. **4.** 553
HASZAEV, R. H. **1.** 184
HAUK, V. **1.** 15, 220
HAWK, D. E. **1.** 104
HAYATDAVOUDI, A. **1.** 408, 519, **4.** 716
HAYES, M. E. **4.** 407
HAYNES, S. **4.** 550, 587
HÄFNER, F. **4.** 660
HEACOX, R. A. **1.** 241, **4.** 794
HEALY, R. N. **4.** 484, 486
HEARFIELD, L. **6.** 54
HEARST, J. R. **3.** 68, 233
HEATH, L. I. **4.** 730
HEATH, L. J. **3.** 200
HEERMANN, R. **2.** 13
HEFLIN, J. D. **3.** 133
HEFNER, M. R. **1.** 365, 513
HEGEMAN, P. S. **4.** 188
HEGER, L. **6.** 17
HEIDEMANN, R. A. **4.** 630
HEIDENREICH, H. **4.** 660
HEIM, A. **3.** 174
HEIM, G. **6.** 188
HEIMANN, P. C. **6.** 157
HEINECKE, J. **4.** 674, **6.** 56
HEINTZ, R. C. **4.** 404, 418, 441—443, 452, 460, 527
HEISLER, L. **6.** 29
HELFRICH, S. C. **1.** 491
HENDRICK, J. O. **4.** 759
HENDRICK, J. O., JR. **1.** 369
HENRY, J. C. **1.** 400, **4.** 709
HENRY, R. L. **4.** 160
HENSEL, W. M. **3.** 124
HENSON, G. S. **1.** 530
HERBECK, E. F. **4.** 404, 418, 441, 442, 443, 452, 460, 527
HERDLITZKA, H. **1.** 103
HERMAN, Z. **4.** 186
HERPFER, E. **1.** 103
HESELDIN, G. M. **3.** 181
HEUZE, L. R. **1.** 455
HEYNE, B. **2.** 36
HIGER, M. S. **6.** 180, 181
HILL, J. **4.** 269
HILL, W. L. **1.** 418, **4.** 727
HIMMELBLAU, D. M. **6.** 159, 160
HIRASAKI, G. J. **4.** 148, 408
HIRST, T. J. **1.** 491, 507
HISZMETOV, T. V. **4.** 567
HITCHINGS, G. A. **1.** 497
HMELEVSZKIH, E. I. **4.** 47
HOCH, R. S. **1.** 365, 513, **4.** 319, **5.** 57
HOCHSTRATE, K. **3.** 179
HODSON, G. **3.** 103, 104
HODZSAMBERDÜEV, R. H. **4.** 554
HOES, M. L. M. **1.** 531
HOFBAUER, K. **6.** 25
HOFRICHTER, E. **4.** 676
HOGERVORST, J. R. **1.** 490
HOH, T. **3.** 109
HOLBERT, A. S. **5.** 41
HOLDITCH, S. A. **1.** 416, **4.** 639, 725
HOLLEY, J. A. **1.** 274
HOLLINDERBÄUMER, J. **3.** 251, **6.** 59
HOLM, A. E. **3.** 55, **4.** 303
HOLM, L. V. **4.** 451, 516
HOLMAN, G. B. **1.** 373, 389, **4.** 698, 758
HOLUB, R. **4.** 310
HONEA, C. **3.** 43
HONG, K. C. **1.** 422, **4.** 398, 734, 797.
HOOD, G. L. **1.** 545
HOPPE, M. **6.** 55, 65
HORDIKAJNEN, M. A. **3.** 259
HOSSIN, A. **3.** 17, 18
HOUPEURT, A. H. **4.** 44
HOWARD, E. C. **4.** 551, 587
HOWARD, J. A. **1.** 112
HOWARD, M. J. **1.** 454
HOWELL, F. T. **4.** 93
HOYER, W. A. **3.** 75, 172
HOYT, P. M. **1.** 36
HRISZTOV, K. **4.** 659
HROMOV, J. SZ. **5.** 49
HRUCKIJ, E. A. **4.** 275
HSIEH, W. C. **4.** 467
HUANG, H. Y. **4.** 119
HUANG, T. **1.** 450
HUBOV, A. N. **1.** 58
HUFF, J. R. **1.** 517
HUMPHESON, C. **1.** 475
HUNSBEDT, A. **4.** 32, 337
HUNTER, H. E. **1.** 24
HURD, B. G. **4.** 473
HURLSTON, F. D. **3.** 50
HUTH, D. **5.** 21
HUYGEN, H. A. **4.** 535
HÜPER, G. **2.** 66

I

IBATULLIN, R. H. **4.** 217
IBRAGIMOV, I. A. **1.** 465
IBRAGIMOV, O. N. **1.** 26, 222
IBRAGIMOV, Z. G. **6.** 35
IBRAHIMPASIC, I. **4.** 349
IGNATENKO, JU. K. **4.** 654
IL'IN, I. V. **3.** 84
IL'JACSEV, V. I. **4.** 281
IL'JASZOV, E. P. **1.** 254
IMAMVERDIEV, T. SZ. **4.** 766
IMJAEV, V. I. **4.** 214
IRESON, A. T. **4.** 599
ISOKRARI, O. F. **4.** 645
ISTING, C. H. **6.** 16
ISZAEV, R. G. **4.** 106
ISZMAILOV, M. V. **4.** 541
ISZMAJLOVA, R. A. **4.** 531
IVANCOV, V. JA. **6.** 145
IVANCSUK, L. F. **3.** 144
IVANHOE, L. F. **4.** 11
IVANOV, T. F. **4.** 614
IVANOV, V. G. **4.** 580
IVANTSOV, O. **6.** 13
IVOLJOV, O. G. **6.** 198
IZMAJLOV, L. B. **1.** 204, 235
IZOTOVA, T. SZ. **3.** 165
IZRAIL'SZKIJ, A. M. **1.** 85

J

JACKSON, L. P. **4.** 598
JACKSON, R. A. **1.** 8, 46
JACOBSON, K. J. **4.** 466, 485
JAGELER, A. H. **3.** 36, **4.** 302
JAGUBOV, N. I. **1.** 238
JAKOVLEV, JE. **6.** 149
JAKUBSON, K. I. **3.** 21
JAMESON, J. P. **1.** 379
JANKEVICS, A. N. **1.** 337
JARDINE, D. **4.** 287
JAREMJCSUK, R. S. **1.** 337
JARGON, J. B. **4.** 190
JARÜGINA, V. SZ. **3.** 120, **4.** 85
JASZASIN, A. M. **1.** 354, **3.** 152, **4.** 795
JAZVIN, L. S. **3.** 259
JEFFORDS, C. **1.** 411

JENNINGS, A. R. **1.** 402, **4.** 711
JENNINGS, R. R. **4.** 421
JESCH A. **1.** 95, 114, 115, **3.** 219
JILEK, J. **4.** 678
JOBIN, T. J. **4.** 319, **5.** 57
JOHNSON, C. E. **4.** 437, 763
JOHNSON, C. E., JR. **1.** 371, **4.** 517
JOHSON, D. A. **4.** 319, **5.** 57
JOHSON, F. S. **3.** 200, **4.** 730
JOHNSON, G. **4.** 323, 360
JOHNSON, J. P. **4.** 432
JOHNSON, W. F. **4.** 49, 68, 79
JOHNSTON, B. L. **6.** 110
JOHNSTON, R. **1.** 534, **5.** 64
JOKHOO, K. **1.** 340
JONES, H. S. **6.** 168
JONES, L. G. **4.** 181, 633
JONES, S. C. **4.** 113, 291, 468, 496
JORDAN, S. **4.** 200
JOWELL, J. H. **4.** 378
JUDZIS, A. **4.** 597
JULBARISZOV, É. M. **4.** 284
JUMPERTZ, D. **6.** 17
JUROVICKIJ, V. M. **1.** 360
JUSKOV, A. SZ. **2.** 28
JUSZUFZADI, H. B. **3.** 214, **4.** 253
JUSZUPOV, I. G. **4.** 580

K

KACSALOV, O. B. **4.** 214
KADÜSZEV, JU. P. **3.** 129
KAGAN, JA. M. **6.** 50
KAGANSZKIJ, A. M. **3.** 140
KAGARMANOV, N. F. **1.** 175
KAHIL, J. E. **1.** 75
KAJGORODOV, V. A. **4.** 681, 746
KAJUKOV, JU. A. **4.** 772
KÁLDOR M. **6.** 185
KALININ, A. G. **1.** 322
KALININ, L. V. **4.** 666
KALLAGOV, A. I. **6.** 41
KALOUSEK, G. L. **1.** 250
KALUGIN, G. N. **6.** 52, 99
KAMAL, M. **4.** 191
KAMBAROV, G. SZ. **4.** 276, 339
KAMBAROV, V. D. **4.** 772
KAMENEV, G. P. **2.** 40
KAMENEV, SZ. P. **3.** 128
KAMERSTEJN, A. G. **6.** 167
KAMILOV, M. A. **5.** 22
KANDA, M. **4.** 519
KAPLUN, V. K. **1.** 90
KAPRALOV, V. I. **1.** 255
KAPRANOV, JU. I. **4.** 101
KAPUSZTIN, B. N. **3.** 28
KARABEL'NIKOV, O. M. **4.** 618
KARABLINA, SZ. G. **3.** 147
KARAEV, M. A. **4.** 764, **6.** 139
KARAEV, O. A. **4.** 45, **6.** 45
KARAEV, SZ. K. **1.** 58
KARANJAC, I. **1.** 277
KARIMOV, G. SZ. **3.** 118
KARIMOV, M. F. **4.** 681, 746
KARINSZKIJ, A. D. **3.** 83
KARMANOV, I. A. **1.** 271
KARNAUHOV, M. L. **4.** 212
KARPACSEV, M. Z. **6.** 111
KARPENKO, M. P. **6.** 170
KARUSZ, E. V. **3.** 89
KASIRSZKIJ, A. N. **6.** 94
KASPARJAN, E. V. **1.** 171
KASPAROV, M. M. **4.** 611
KASSAI L. **1.** 355
KASTANOVA, E. V. **6.** 170
KASZIMOVA, A. G. **4.** 45, **6.** 45
KASZ'JANOV, N. M. **1.** 170, 361
KASZPAROV, M. A. **1.** 58
KASZPAROV, V. M. **6.** 91
KASZUMOV, K. A. **3.** 212—214
KATUSENKO, A. V. **5.** 9
KATZ, D. L. **4.** 658
KAUFMANN, A. **4.** 677
KAUFMANN, H. C. **1.** 1
KAUFMANN, L. A. **6.** 60
KAVEDZIJA, B. **1.** 311
KAWAKATSU, Y. **1.** 486
KAZEMI, H. **4.** 116, 143
KEBALLI, A. **4.** 114
KECK, L. J. **1.** 406, **4.** 714
KEDING, H. W. **3.** 54
KEELAN, D. K. **4.** 61, 76b, 97, 293, 691
KELLAND, D. G. **3.** 123
KELLDORF, W. F. N. **4.** 423
KENDALL, H. A. **1.** 512
KENDALL, R. F. **4.** 78
KENNAVI, F. A. **4.** 513
KENNEDY, B. A. **2.** 70
KENT, R. A. **1.** 303
KENTIE, C. J. P. **4.** 356
KEPLINGER, C. H. **4.** 25
KEPRTA, D. F. **5.** 63
KERESZELIDZE, V. P. **3.** 115
KERIMOV, G. G. **4.** 63
KERIMOV, G. M. **1.** 127
KERIMOVA, F. G. **4.** 531
KERN, J. W. **3.** 172
KERR, N. **1.** 493
KERSENBAUM, N. JA. **6.** 198
KESSE, J. A. **3.** 190
KHALATIN, V. **6.** 13
KIBRIK, G. E. **3.** 98, 99, **4.** 87, 88
KIFOR, B. M. **1.** 337
KILLOUGH, J. E. **4.** 158, 387
KIM, B. I. **6.** 120, 123, 176
KIM, Y. Y. **1.** 458
KING, E. E. **3.** 167, **4.** 249
KING, R. B. **3.** 185
KING, R. L. **3.** 226, **4.** 271, 304, 348
KIRCHOFF, D. L. **1.** 349
KIREEV, S. G. **3.** 118
KIRIL'CSENKO, N. E. **4.** 657
KIRILLOV, A. G. **1.** 73
KIR'JASKIN, V. M. **3.** 47
KIRPICSENKO, B. I. **3.** 227
KIRSENBAUM, R. P. **6.** 50
KISZELEV, A. T. **2.** 29
KISZILENKO, B. E. **4.** 513
KISZLOVEC, R. M. **4.** 483
KITHAS, B. A. **3.** 148
KITMANOV, R. V. **3.** 151
KIYOSHI TAKAHASKI **4.** 33
KLEINEGGER, J. **3.** 55, **4.** 303
KLEMENT'EV, A. F. **4.** 110, 625, **6.** 182
KLEMPERT, B. N. **1.** 177
KLESCSEV, A. A. **4.** 243
KLEY, W. **2.** 68
KLJAVIN, R. H. **1.** 262
KLJUSZOV, A. A. **1.** 265
KNAGGS, E. A. **4.** 481
KNAJZEV, I. K. **1.** 90
KNAPIK, K. **4.** 205
KNAPP, R. H. **4.** 762
KNIGHT, R. K. **4.** 516
KNOBLOCH, M. H. **6.** 34
KNOWLES, A. E. **6.** 168
KNUTSON, C. F. **4.** 157
KOBELEVA, V. A. **4.** 340
KOCH, R. **4.** 675
KOCH, R. D. **1.** 201, 347, 514
KOCSESKOV, A. A. **4.** 533, 556, 567
KOCSETKOV, V. D. **1.** 428, **4.** 740
KOCSETOV, M. N. **4.** 233
KOCSINA, I. N. **4.** 109
KODZSANOV, A. A. **4.** 524
KOEPF, E. H. **4.** 97, 691
KOGAN, E. V. **1.** 256
KOL'COV, O. P. **1.** 263
KOLOBASKIN, V. M. **4.** 201
KOLOKOL'CEV, V. A. **4.** 210
KOLOMACKIJ, V. N. **1.** 552
KOMAR, C. A. **1.** 386, **4.** 695
KOMORIN, V. K. **1.** 271
KONDRATENKO, P. I. **1.** 150
KONECSNÜJ, V. R. **6.** 162
KONJUSENKO, N. V. **4.** 749
KONJUSEV, R. I. **4.** 667
KON'KOV, B. V. **1.** 151
KONOPLEV, JU. V. **3.** 63
KONOPNICKI, D. T. **1.** 137, **4.** 146, 354
KONOVALOV, V. A. **4.** 662
KOPEJKISZ, M. G. **4.** 184
KOPÜTOV, A. V. **3.** 120, **4.** 85
KORCSAGIN, V. F. **4.** 197
KORMIL'CEV, JU. V. **3.** 118
KORNIENKO, V. N. **4.** 227
KORNILOV, G. G. **6.** 39, 42
KORNILOV, M. P. **4.** 576
KORNILOVA, N. SZ. **4.** 771
KOROTAEV, JU. P. **4.** 213, 621, 626, 652
KOROTKOV, V. A. **1.** 50
KORRY, D. **1.** 131
KORSTAD, R. J. **4.** 572
KOSELEV, V. V. **6.** 166
KOSKO, I. I. **4.** 332
KOSSAK, C. A. **4.** 494
KOSSAKOWSZKI, L. **2.** 48
KOSZTIN, JU. SZ. **2.** 41
KOSZTJANOV, V. M. **1.** 128, 334
KOTCH, M. A. **1.** 451
KOTELNIKOV, R. A. **1.** 85
KOTHEN, H. **2.** 14
KOTTMANN, A. **6.** 178
KOVALEVA, E. V. **1.** 153
KOVAL'SZKIJ, JU. P. **4.** 281
KOVISARS, L. **1.** 199, **3.** 216
KOVSOV, G. N. **3.** 157
KOWALCHUK, A. **6.** 26
KOWALSKI, J. **3.** 1, 256
KOZIK, T. J. **1.** 452
KOZIK, W. **3.** 141
KOZLOV, B. M. **4.** 769
KOZLOV, JU. A. **4.** 340
KOZLOV, I. M. **1.** 85
KOZLOV, V. A. **4.** 615
KOZLOVA, L. E. **4.** 40
KOZLOCEVA, Z. I. **4.** 55
KOZLOVSZKIJ, E. A. **2.** 27
KRAFT, L. M., JR. **1.** 472, 473
KRAJ, L. **1.** 264
KRAMER, J. **6.** 64
KRAMER, W. M. **2.** 71
KREBS, H. J. **4.** 429
KREMESEC, V. J. **4.** 475
KRETZSCHMAR, H. J. **4.** 147
KRICSKE, V. O. **5.** 36
KRIKUNOV, N. V. **4.** 214
KRIVKO, N. N. **3.** 14, 15, 119
KRIVONOGOV, A. M. **1.** 429
KRIVONOSZOV, SZ. A. **6.** 100, 101
KRIVOSEJN, B. L. **6.** 151
KRIZMANIĆ, K. **4.** 289, 628
KRIVONOGOV, A. M. **4.** 741, 750
KRÓL, E. **3.** 248
KRÓL, L. **3.** 248
KROMEC, C. **1.** 230
KROWSZYNSKI, S. **2.** 62
KRÖLL, A. **1.** 215
KRUEGER, W. E. **1.** 464
KRUG, J. A. **3.** 102
KRUGER, P. **4.** 32, 337
KRUGLICKIJ, N. N. **1.** 270
KRUGLOV, A. N. **2.** 26
KRUMAN, B. B. **5.** 42
KRUPPA, C. **1.** 442
KRUSZIR, I. N. **2.** 29, 30
KRÜLOV, A. P. **4.** 244
KRÜLOV, N. A. **4.** 230
KRÜLOV, V. I. **1.** 186, 236, 565, **4.** 217
KUDASOV, N. V. **3.** 90
KUDRJASOV, N. A. **4.** 201
KUKIN, V. V. **4.** 420
KULESOVA, G. K. **3.** 128

KULIEV, A. M. **4.** 338, 780
KULIEV, L. P. **1.** 481
KULIEV, R. P. **5.** 11
KULIEV, V. I. **5.** 39
KULIEV, V. I. **5.** 39
KULIKOVSZKIJ, L. F. **5.** 36
KULJAVCEV, V. A. **1.** 265
KUMAR, A. **4.** 168, 196
KUMAR, J. **1.** 113, **3.** 203
KUMAR, R. **3.** 167
KUNIN, N. JA. **3.** 211
KURBANOV, M. A. **4.** 780
KURBANOV, N. S. **3.** 142, 211
KUROCSKIN, B. M. **1.** 260, **2.** 38
KUSCHMIERZ, H. **4.** 673
KUSMIERZ, H. **6.** 57
KUSNARENKO, N. A. **1.** 283
KUSNIR, B. A. **2.** 33
KUTLAKOVA, K. G. **3.** 116
KUVSINOV, N. SZ. **4.** 553
KUVÜKIN, JU. SZ. **4.** 230
KUZILOV, I. A. **4.** 283
KUZ'MIN, A. K. **3.** 90
KUZMIN, A. Z. **4.** 327
KUZNECOV, K. A. **4.** 564
KUZNECOV, O. L. **3.** 237
KUZNECOV, V. I. **1.** 407, **4.** 715
KUZNECOVA, L. N. **6.** 72
KVILKA, V. G. **2.** 58
KYVELLOS, Y. **4.** 60

L

LABIOSA, T. D. **1.** 497
LACHMAYER, K. **3.** 48
LADÜGA, A. V. **1.** 283
LAFAYETTE, C. R. **5.** 28
LAIRD, J. B. **1.** 49
LAKEEVA, L. G. **6.** 122
LAKOMOV, I. T. **2.** 24, 32
LALLIER, L. **6.** 124
LAMBERT, D. E. **6.** 6
LAND, C. S. **4.** 51
LANDRUM, A. **5.** 28
LANE, R. A. **3.** 218
LANG, W. H. **4.** 250
LANG, W. H., JR. **3.** 169
LANGARUD, O. **4.** 124
LANGSTON, E. P. **4.** 165
LANKFORD, J., JR. **4.** 66
LAPSIN, P. SZ. **4.** 197
LAPTEV, I. I. **4.** 259
LAPTEV, T. I. **6.** 132
LAPTEV, V. V. **1.** 116, **3.** 206
LARRALDE, E. **1.** 453
LARSEN, L. G. **1.** 503
LARSON, R. G. **4.** 408
LATÜPOV, A. SZ. **2.** 52
LATÜPOV, R. SZ. **1.** 357
LATÜPOVA, F. K. **1.** 270
LAURITZEN, R. **1.** 498
LAVERS, B. A. **3.** 253, 254
LAVRUSKO, I. P. **4.** 247
LAWSON, J. B. **4.** 476
LAWTON, R. G. **1.** 409, **4.** 717
LAZÁR, I. **4.** 34
LAZAREV, N. A. **4.** 219
LAZARSKI, J. **2.** 22
LEBEDEV, E. A. **1.** 333
LEBEDINEC, N. P. **4.** 209, 278
LEDET, C. A. **1.** 258
LEDUC, J. **4.** 7
LEDNIDOV, A. I. **3.** 223
LEE, G. C. **1.** 482
LEE, W. J. **4.** 271, 348
LEFEBVRE DU PREY, E. **4.** 138, 141, 345, 346
LEHMANN, R. **2.** 10, 11
LEIJNSE, A. **4.** 542
LEIPER, H. W. **1.** 189, **3.** 221
LENNON, R. B. **4.** 546
LEONIDOVA, A. I. **1.** 343
LEPNEV, E. N. **1.** 265
LEROY, G. **4.** 64
LETKMAN, J. P. **4.** 126
LEU, M. S. **4.** 781
LEVCSENKO, N. SZ. **2.** 51
LEVEAUX, J. **3.** 178
LEVI, B. I. **4.** 111, 493
LEVIN, E. M. **1.** 186
LEVINGSTON, A. R. **4.** 285, 286
LEVITINA, R. L. **3.** 41
LEVÜKIN, E. V. **4.** 670
LEWIS, A. D. **1.** 417, **4.** 726
LEWIS, R. W. **1.** 475
LIBERMAN, G. I. **4.** 618
LIEHMANN, G. **1.** 539
LIESEN, K. **4.** 267
LIHOVOJ, G. D. **4.** 108
LIKWARTZ, D. J. **1.** 374, **4.** 753
LIMANOVSZKIJ, V. H. **1.** 255
LIN, CHEN-JUNG. **1.** 562
LINDLEY, B. W. **3.** 60, **4.** 361
LINDSEY, H. E., JR. **1.** 227, **5.** 53
LINDSEY, W. C. **1.** 554, **4.** 799
LINWOOD DURETT, J. **4.** 754
LIPKESZ, M. I. **1.** 158, 169
LIPPINCOTT, R. G. **3.** 143
LIPTON, D. **1.** 178
LISZICÜN, V. M. **4.** 556, 567
LISZOVSZKIJ, N. N. **4.** 283
LITVINOV, B. N. **3.** 119
LITVINOV, V. V. **4.** 545, 552
LIVESAY, B. J. **1.** 18, 119
LIVINGSTON, A. R. **4.** 71, 242
LJAHOVICS, P. K. **4.** 58
LJATIFOV, A. I. **1.** 282
LJUBIMOV, B. G. **1.** 87
LJURI, I. V. **4.** 563
LOAN, A. U. **6.** 27
LOCKHART, J. T. **1.** 463
LOEPER, D. **1.** 456
LOFTIN, T. D. **1.** 494
LOGAN, R. W. **1.** 310
LOGOVSZKAJA, G. K. **3.** 168, **4.** 362
LOGVINENKO, SZ. V. **1.** 263
LOMAKO, P. M. **4.** 270
LONCOV, K. M. **4.** 279
LONDON, A. L. **4.** 337
LONG, A. **4.** 598
LONG, M. **1.** 23, 42
LOPATIN, JU. SZ. **1.** 337
LORBACH, M. **1.** 214
LORD, D. L. **1.** 402, **4.** 711
LORENZ, P. B. **4.** 508
LOSZEV, JU. F. **6.** 144, 162
LOSZKUTOV, D. A. **1.** 263
LOTH, W. D. **1.** 533, **4.** 322, **5.** 60
LOWRANCE, M. **1.** 131
LUCKNER, L. **4.** 205
LUGER, C. R. **6.** 22
LUKINO, L. P. **1.** 283
LUKMANOV, R. R. **1.** 262
LUKOV, V. P. **1.** 239, **3.** 117, 328
LUMMUS, J. L. **1.** 181
LUMPKIN, W. B. **4.** 149, 369
LUND, K. **1.** 420, **4.** 732
LUR'E, A. I. **3.** 243
LUR'E, M. V. **6.** 196, 197
LUTES, J. L. **4.** 608
LUX, K.-N. **2.** 15
LÜBBEN, H. **4.** 672
LÜDERITZ, H. **2.** 5

M

MACCARY, L. M. **3.** 182
MACKENZIE, W. D. C. **4.** 272
MACPHERSON, L. A. **3.** 218
MADDOX, R. N. **6.** 89
MADERA, E. R. **3.** 136
MADZSAROVA, V. I. **3.** 231
MAERKER, J. M. **4.** 424
MAGNUS, V. L. **2.** 71
MAHAFOV, A. A. **5.** 25
MAHER, P. D. **4.** 317
MAITLAN DUBOIS, B. **4.** 432
MAKARJAN, A. SZ. **4.** 722
MAKOGON, JU. F. **6.** 84
MAKSZAKOV, V. I. **2.** 25
MAKSZIMOV, A. SZ. **6.** 147
MAKSZIMOV, V. M. **4.** 747
MAKSZUTOV, R. A. **4.** 580
MAL'CEV, N. A. **4.** 417
MALHAZOV, N. A. **1.** 267
MALICKIJ, E. A. **4.** 779, **5.** 69
MALJUTA, A. A. **3.** 165
MALKIN, SZ. P. **4.** 229
MALÜSEV, D. G. **1.** 11, 93
MALY, G. P. **1.** 144, 382, **3.** 194, **4.** 687 756, 776—778
MAMEDHANOV, R. G. **3.** 153
MAMEDKULIEVA, M. M. **4.** 780
MAMEDOV, D. A. **1.** 187
MAMEDOV, F. S. **3.** 154
MAMEDOV, N. D. **4.** 766
MAMEDOV, N. V. **3.** 24, 80
MAMEDOVA, M. A. **4.** 780
MAMJASEV, V. G. **3.** 72, **4.** 216
MAMONTOV, V. V. **4.** 785
MANAFOV, B. N. **4.** 275
MANAFOV, SZ. T. **1.** 318
MANCILLAS, G. **4.** 721
MANDHANE, J. M. **5.** 8
MANNING, C. D. **4.** 463
MANNING, F. S. **4.** 52, 78, 620
MANJUHIN, N. M. **4.** 575
MANTOOTH, M. A. **4.** 797
MANVELOV, É. A. **4.** 765
MARCSENKO, R. N. **1.** 204
MARDAHAEV, I. M. **4.** 648
MARETT, G. **3.** 16, 106
MARIAMPOLSZKIJ, N. A. **1.** 255
MARIN, A. R. **4.** 782
MARININ, N. SZ. **6.** 43
MARKGRAF, H. **2.** 9
MARKÓ L. **1.** 196, **3.** 215
MARKOV, A. I. **4.** 623
MARKOV, O. N. **4.** 654
MARKOVICS, É. É. **6.** 52, 99
MARKOVSZKIJ, N. I. **4.** 265
MARON, V. I. **6.** 98
MARSDEN, S. S. **4.** 488
MARSHALL, G. D. **1.** 106
MARTIN, C. A. **3.** 45
MARTIN, J. M. **4.** 222
MARTINEZ DE LA ROSA, J. J. **4.** 76a
MARTIROSYAN, M. M. **6.** 28
MARTÜNOV, A. V. **6.** 118
MASSAD, A. H. **1.** 537
MASSE', L. **1.** 387, **4.** 696
MASTERSON, D. M. **1.** 544
MASZLOV, I. I. **3.** 63
MASZLOV, V. O. **6.** 9
MATCSINOVA, G. P. **3.** 67
MATJUSIN, P. N. **1.** 129
MATREEV, G. I. **1.** 50, 129
MATSON, B. **1.** 413
MATSON, R. P. **4.** 721
MATSUBARA, H. **1.** 486
MATTAR, L. **4.** 169
MATTHEWS, T. A. **4.** 193
MATVEENKO, L. M. **4.** 545, 552, 581
MATVIENKO, V. N. **4.** 204
MATVIJCSUK, D. SZ. **6.** 116
MAUZY, H. L. **1.** 76
MAVJLJUTOV, M. R. **1.** 129
MAYHILL, T. D. **1.** 419, **4.** 731
MAZNIASVILI, G. B. **3.** 22
MCAULIFFE, C. D. **1.** 518
MCCAFFERY, F. G. **4.** 465
MCCANN, C. **3.** 207
MCCANN, D. M. **3.** 207
MCCANN, R. P. **1.** 406, **4.** 714

McCaslin, J. C. **1.** 445
McCoy, J. N. **5.** 29
McCracken, T. A. **4.** 130
McCune, C. C. **1.** 420, **4.** 395, 732
McDaniel, B. W. **4.** 48, 98b
McDonald, A. E. **4.** 128, 139
McDonald, I. F. **4.** 309, 376
McDonald, W. J. **1.** 102, **3.** 224
McEdwards, D. G. **4.** 195
McElhiney, J. E. **4.** 121
McFarland, J. D. **4.** 170
McGhee, B. F. **3.** 60, **4.** 361
McKague, H. L. **3.** 233
McLamore, R. T. **1.** 63
McLaughlin, H. C. **4.** 98c, 502
McLeod, W. R. **1.** 459, 540
McNabb, D. **1.** 27, 344
McNally, R. **1.** 432
McWhirter, V. C. **3.** 9
Mdivani, A. G. **1.** 58, 85
Medcalfe, T. M. **4.** 397
Medek, K. **2.** 1
Medlin, W. L. **1.** 387, **4.** 696
Medvedev, E. V. **1.** 171
Medvedev, M. F. **2.** 37
Medvedev, V. F. **6.** 36
Megyeri M. **1.** 355
Meinert, N. **2.** 16
Meister, S. **4.** 673, **6.** 57
Melaugh, J. F. **1.** 18, 119
Melik-Pasaev, V. Sz. **4.** 224, 245
Melik-Sahnazorov, A. M. **3.** 160
Mel'nicsenko, N. G. **6.** 11
Mel'nikov, A. G. **4.** 618
Melnikov, Ju. V. **1.** 254, 255
Melrose, J. C. **4.** 49, 68, 79, 430
Mentjukov, V. P. **6.** 170
Menzie, D. E. **4.** 179
Mercer, J. W. **4.** 131
Mercer, R. F. **1.** 198, 285, **3.** 229
Merkel, R. H. **3.** 182
Merklein, H. A. **4.** 23, 24, 24a
Merkulov, A. V. **4.** 56
Merkulov, V. P. **4.** 56
Merle, H. A. **4.** 356
Merrill, L. S. **4.** 116
Merrill, L. S., Jr. **4.** 143
Merta, O. **4.** 680
Mes, M. J. **1.** 477, 478, **6.** 126
Messmer, J. H. **4.** 434
Meyer, J. **1.** 245
Meyer, W. **6.** 194
Meyer-Detring, D. **1.** 443
Meyerhoff, A. A. **4.** 18
Mezyk, W. **4.** 352
Mezslumov, A. O. **1.** 175
Michailychev, V. N. **6.** 28
Mick, M. B. **6.** 78
Miesztalski, A. **4.** 54
Mihajlov, N. N. **3.** 66, 223, **4.** 109
Mihnevics, V. G. **4.** 487
Mihut, M. **1.** 173
Mika Gy. **6.** 73
Mikerin, B. P. **1.** 407, **4.** 715
Mikulla, W. **6.** 177
Millar, D. J. **1.** 48
Miller, B. D. **1.** 424, **4.** 736
Miller, C. A. **4.** 569
Miller, C. D. **1.** 142
Miller, F. G. **4.** 67
Miller, J. S. **3.** 200, **4.** 730
Millheim, K. **4.** 200
Millhone, R. S. **1.** 422, **4.** 398, 734
Mills, W. R. **3.** 10, 11
Milo, V. P. **6.** 26
Mil'stejn, V. M. **1.** 267
Milton, H. W., Jr. **4.** 504
Mincseva, P. **4.** 391
Mineev, B. P. **4.** 183, 211
Minter, B. L. **6.** 189
Minter, R. B. **4.** 544
Mironov, D. M. **4.** 523
Mirzadzsanov, D. B. **1.** 35
Mirzadzsanov, R. H. **4.** 649
Mirzadzsanzade, A. H. **4.** 102, 221
Miscsenkov, I. Sz. **4.** 748
Miscsevics, V. I. **4.** 217
Misin, G. T. **3.** 19
Mitchell, B. J. **1.** 314
Mitchell, R. F. **1.** 237, 563
Mitel'man, B. I. **1.** 20, 121
Mitjusin, E. M. **3.** 22, 70
Miyairi, M. **3.** 109
Mjaszninkin, Ju. M. **4.** 218
Mocsernjuk, D. Ju. **1.** 68
Moerbe, O. E. **1.** 47
Molcsanov, A. A. **3.** 250
Molodcova, N. A. **6.** 114
Montero, C. A. **3.** 135
Montgomery, J. M. **4.** 199
Moody, C. D. **1.** 538
Moore, B. **1.** 1
Moore, P. **4.** 35a
Moore, R. G. **4.** 630
Moore, W. D. **1.** 99, 138, 325—329, 436, 446
Mordovszkaja, N. I. **4.** 629
Mordvinov, A. A. **4.** 215
Morev, A. A. **6.** 137
Morgan, J. C. **4.** 466
Morgan, J. T. **4.** 71, 285
Morgan, T. A. **1.** 512
Moritz, W. W. **6.** 55, 65
Moronski, Q. **2.** 48
Morozov, Ju. N. **2.** 34
Morozov, V. P. **3.** 250
Morris, J. **1.** 342
Morrow, N. R. **4.** 77
Morse, R. A. **4.** 639
Mosby, R. C. **1.** 516
Moseley, L. M. **3.** 49
Moskal, W. **4.** 268
Movszumov, A. A. **1.** 187
Muhin, L. K. **1.** 343
Mukherjee, D. P. **4.** 152
Mukuk, K. V. **6.** 41
Muradjan, V. M. **3.** 222
Murff, J. D. **1.** 473
Murphey, C. E. **1.** 63, 231
Murphy, C. L. **4.** 415, 471
Murphy, H. D. **1.** 409, **4.** 717
Murphy, R. P. **3.** 149, **4.** 399
Murphy, W. C. **1.** 281
Murray, J. E. **4.** 609
Murray, J. W. **4.** 754
Murszalova, M. A. **4.** 780
Muszlimov, R. H. **1.** 170, **361**,. **4.** 277
Musztafaev, A. M. **4.** 764
Musztafaev, V. A. **5.** 26
Mutti, D. H. **4.** 788, **5.** 28
Müller, K. **6.** 206
Müller P. **3.** 5
Myers, B. D. **3.** 53
Mylonasova, E. **1.** 180
Myung, J. L. **3.** 35

N

Nadzsafov, Sz. K. **4.** 338
Nagiev, A. M. **4.** 780
Nagiev, Z. N. **3.** 22
Nahibasev, M. H. **3.** 40
Najurieta, H. L. **4.** 175
Naljubicki, V. I. **3.** 116
Narasimhan, T. N. **4.** 195
Nation, W. R. **4.** 5, 76c
Nazarov, Sz. Sz. **6.** 40
Nechuta, V. **1.** 252, 257
Necsaj, A. M. **3.** 112, 114
Needham, R. B. **4.** 557, 596, 597
Neely, A. B. **5.** 43
Nehring, H. **2.** 20
Neill, B. F. **3.** 133
Nejman, V. Sz. **4.** 232
Nekraszov, A. M. **1.** 126
Nekraszov, K. V. **3.** 85
Nekraszov, Sz. A. **3.** 107
Nelaev, A. M. **4.** 790
Nelander, J. **4.** 467
Nelson, K. C. **4.** 384
Nemirovszkij, A. B. **3.** 89
Neprimerov, N. N. **4.** 623
Ness, R. **4.** 593, 595
Neszimov, A. A. **3.** 230
Neuhaus, H. **6.** 201
Neuhauser, E. M. **1.** 539
Neuhuber, W. **1.** 103
Nevins, M. J. **1.** 568
Nevolin, A. P. **6.** 133
Newdorp, R. B. **4.** 12
Newsom, M. M. **1.** 7, 17, 61, 122
Niebrugge, T. W. **5.** 52
Nikasin, É. Sz. **3.** 107
Nikitin, B. A. **1.** 322
Nikitin, G. M. **1.** 87
Nikolić, B. **4.** 289
Nillert, P. **4.** 205
Nizamov, K. R. **4.** 783, **6.** 186
Nizamov, R. H. **4.** 623
Noerager, J. **1.** 452
Noran, D. **1.** 16, 441, 511, **4.** 9, 306, 315, 329, 438, 450, 510, 558, 589, 591
Norris, V. A. **1.** 475
Norton, C. **4.** 435
Nountford, C. J. **4.** 178
Novacic, M. **5.** 7
Novikov, E. N. **3.** 78
Novikov, V. G. **4.** 772
Novikov, V. Sz. **1.** 169
Novikova, K. G. **4.** 523
Novohatszkij, D. F. **1.** 256
Novoszelov, V. F. **6.** 112, 118
Novoszileckij, R. M. **4.** 647
Novotny, E. J. **1.** 421, **4.** 733
Noworyta, A. **4.** 43
Nugaev, R. A. **4.** 576
Nurmamedova, Z. A. **4.** 236, 248, 617
Nursanov, V. A. **4.** 661
Nussbaum, M. L. **4.** 481
Nuttall, H. E. **4.** 594
Nwachukwu, S. O. **3.** 241

O

Obermann, P. **2.** 23
Obidin, V. P. **2.** 25
O'Brien, T. B. **1.** 3, 350
Obrucsnikova, L. V. **4.** 653
Odeh, A. S. **4.** 117, 409, 492
Oden, A. I. **3.** 190
Odisarija, G. E. **5.** 9
Oduolowu, A. **3.** 126
Oganov, K. A. **4.** 583
Okaba, F. **3.** 109
Okitsu, F. **3.** 162
Ol'derogge, G. N. **6.** 122
Olekszjuk, V. I. **4.** 623
Olenina, Z. K. **4.** 622, **6.** 79
Olson, R. S. **3.** 50
Olteanu, D. **4.** 54a
O'Neal, J. E. **4.** 509
Oranje, L. **6.** 154
Orlojsky, S. **4.** 17
Orlov, A. V. **1.** 130
Orlov, G. L. **3.** 22
Orlov, Ju. M. **1.** 123
Orlov, Ju. Z. **3.** 220
Orlov, L. I. **3.** 166
Orlov, V. Sz. **4.** 208, 214, 374
Ortloff, J. E. **5.** 61, 62
Orudzhev, S. A. **6.** 1
Orudzseva, É. Sz. **4.** 761
Oruncsev, N. I. **1.** 333

Ositko, V. M. **1.** 428, **4.** 740
Oster, C. A. **1.** 185
Ostroot, G. W. **1.** 272
Oszadcsij, V. G. **3.** 243
Oszipenko, A. N. **3.** 98, **4.** 88
Oszpiscsev, B. I. **1.** 283
Osztrovszkij, V. I. **3.** 79
Otto, M. **1.** 499
Otuomagie, R. **4.** 179
Oubre, H. J. **1.** 301, 366, 526, **5.** 65
Ovaneszov, G. P. **4.** 224
Owens, R. **3.** 196
Owens, W. W. **3.** 149, **4.** 399, 459
Owerby, W. K. **4.** 636

P

Padmanabhan, L. **4.** 163
Paev, L. M. **2.** 38
Palatnik, G. G. **3.** 138
Paller, I. N. **4.** 669
Palmer, L. L. **1.** 518
Panjusin, A. M. **4.** 785
Pankratov, E. I. **2.** 26
Panton, R. L. **4.** 182
Pápa A. **5.** 75, **6.** 23
Paraszczak, W. **4.** 263
Pârcălăbescu, I. D. **4.** 54a
Parent, C. F. **4.** 393, **6.** 31
Parfenov, V. I. **4.** 681, 746
Pargatov, V. M. **1.** 260, **2.** 38
Parker, C. A. **1.** 200
Parker, C. J. **1.** 37
Parker, W. H. **1.** 302, 527, **4.** 798, **5.** 66
Parmigiano, J. M. **1.** 367
Parrot, M. **1.** 469
Parsons, R. W. **4.** 496
Pasztuhova, T. A. **4.** 625
Patterson, M. M. **4.** 335, **5.** 70, 71
Patton, B. J. **1.** 12, 104
Pavlenko, V. V. **4.** 38
Paynter, D. D. **4.** 82
Paynter, W. T. **4.** 504
Peaceman, D. N. **4.** 425
Peaceman, D. W. **4.** 129, 145, 357, 358
Peatross, R. F. **3.** 12
Pecjuha, R. A. **1.** 430, **4.** 742
Pedigo, J. **1.** 302, 527, **4.** 798, **5.** 66
Peirce, A. E. **4.** 380
Pelevin, L. A. **6.** 42
Pepinsky, R. **4.** 467
Perevoscsikov, Sz. I. **6.** 133
Pérez-Rosales, C. **3.** 76, **4.** 76a, 161
Perikov, A. I. **1.** 177
Perkins, T. K. **1.** 564
Perminov, V. V. **2.** 41
Pernthaner, P. **4.** 745
Perova, M. D. **6.** 9
Pesalov, Ju. A. **2.** 58
Peters, E. J. **4.** 375
Peters, F. W. **1.** 395, **4.** 704
Peterson, J. E. **1.** 56
Petrakov, Ju. B. **6.** 198
Petrenko, V. I. **4.** 616
Petrick, C. B. **4.** 474
Petroszjan, R. P. **4.** 574, 578, 586
Petroszjanc, A. A. **1.** 43
Petrov, I. P. **2.** 57
Petrusevszkij, E. I. **4.** 237, **5.** 5
Petuhov, Ju. N. **4.** 197
Peveraro, R. C. A. **3.** 52
Phelan, M. J. **3.** 122
Phelps, W. W. **4.** 331
Phocas, D. M. **4.** 534
Picard, J. **1.** 501
Pick, P. **6.** 85
Picsugin, V. F. **1.** 153
Pierce, A. E. **4.** 166
Pierson, R. **4.** 122
Pik, I. D. **4.** 420
Pikin, V. G. **6.** 52, 99
Pilkington, P. E. **1.** 278, **3.** 29
Pilov, A. A. **4.** 769
Pintér K. **5.** 20
Pirson, J. J. **4.** 252
Pirverdjan, A. M. **4.** 282, 333
Planty, R. **4.** 762
Plaster, J. **4.** 644
Pljuscs, B. M. **1.** 110, **5.** 35
Plotnikov, Sz. P. **1.** 170
Plotnikov, V. M. **4.** 219
Plummer, R. A. **1.** 416, **4.** 725
Pogány L. **6.** 61
Pointer, R. **3.** 44
Pólchlopek, T. **1.** 174
Polcseredniko, I. N. **1.** 50
Politov, E. V. **3.** 90
Poljakov, G. D. **2.** 47
Poljakov, G. G. **1.** 183, 211
Poljakov, L. P. **1.** 260, **2.** 38
Poljanszkaja, L. V. **6.** 197
Poloudin, G. A. **4.** 667
Pols, A. C. **1.** 19, 120
Poluhin, A. I. **6.** 199
Pomeranc, L. I. **3.** 231
Pomrenke, R. W. **1.** 97
Ponomarenko, N. A. **1.** 333
Ponomarev, A. I. **4.** 610
Ponomarov, Ju. Sz. **4.** 671
Popa, C. G. **4.** 573
Popa, P. **1.** 32, 33
Popescu, M. **1.** 173
Popov, A. I. **4.** 671
Popov, V. K. **3.** 125
Porosin, V. G. **1.** 330, 560
Porter, W. L. **3.** 191, 192
Porterfield, K. L. **4.** 116, 143
Portnov, V. I. **4.** 210
Poston, S. **4.** 392
Potrjaszova, B. M. **3.** 168
Potrjaszova, E. M. **4.** 362
Potter, R. M. **1.** 409, **4.** 717
Poupon, A. **3.** 178
Powell, T. G. **4.** 266
Pozdnüsev, G. N. **4.** 523
Prachner, W. **4.** 690, 757
Prats, M. **4.** 526, 599
Prazsky, J. **1.** 125
Priarone, R. **1.** 500
Price, H. S. **4.** 115, 133, 491
Prihod'ko, A. N. **2.** 30
Prihd'ko, N. K. **4.** 107
Prikryl, J. **1.** 180
Primm, L. A. **1.** 62
Prnić, Ž. **4.** 289
Prokof'ev, V. I. **6.** 167
Pronina, Je. Sz. **6.** 152
Proszelkov, Ju. M. **4.** 203
Puerto, M. C. **4.** 479
Pugacsev, V. I. **6.** 155
Puntney, A. W. **1.** 269
Purdy, V. S. **1.** 188, 561
Pusch, G. **4.** 584, 585
Pusch, W. H. **4.** 499, 507
Puskarev, V. Sz. **1.** 263
Pusztil'nik, Sz. Ja. **1.** 565
Pusztovojt, Sz. P. **1.** 170
Puszynski, J. **4.** 43
Pütljar, G. G. **1.** 337

Q

Quincy, G. L. **6.** 190

R

Rabinovics, G. Ja. **3.** 201
Rachford, H. H. **4.** 132, 342
Raczkovszki, J. **1.** 264
Radchik, I. **6.** 71
Radcsenko, V. P. **6.** 151
Raev, L. M. **1.** 260
Raghavan, R. **4.** 171, 172, 176, 178, 353, 640, 718
Ragimov, M. T. **5.** 26
Ragimov, N. A. **3.** 154
Rahimov, N. R. **4.** 554
Rahmanov, R. R. **3.** 147, 213
Raiga-Clémenceau, J. **3.** 110, 111
Raimondi, P. **4.** 434
Rajkovic, J. **4.** 112
Rakovszkij, N. L. **4.** 553
Ramazanov, A. S. **4.** 202
Ramazanova, É. É. **4.** 653
Ramazanova, R. A. **5.** 25
Ramey, H. J. **4.** 198, 529
Ramey, H. J., Jr. **4.** 151, 167, 347
Randall, B. U. **3.** 158
Randall, J. T. **1.** 315
Randolph, P. L. **4.** 638, 720
Raszszohin, G. V. **4.** 648
Raszulov, R. A. **1.** 35
Rates, T. **4.** 431
Rath, H. **1.** 165
Ratov, A. M. **5.** 18
Raulins, G. M. **1.** 301, 366, 526, **5.** 65
Raymer, L. L. **3.** 71
Razamat, M. Sz. **4.** 236, 248, 617, 648, 653
Rebrov, A. M. **4.** 553
Records, L. R. **1.** 108, 383, **4.** 688
Reed, M. G. **4.** 83, 752
Reed, R. L. **4.** 484, 486
Reese, S. E. **6.** 14
Reeves, D. R. **3.** 255
Regnaud, P. **6.** 172
Rehels, G. M. **4.** 149, 369
Rehkopf, B. L. **4.** 547
Rehm, B. **1.** 291, 295, 522
Reinert, H. **4.** 686
Reitzel, G. A. **4.** 448
Remeev, O. A. **4.** 225
Remont, L. J. **1.** 568
Remy, N. D. **1.** 507
Reprincev, Ju. D. **3.** 189
Rether, F. **6.** 17
Revett, L. W. **3.** 101
Reynolds, B. **4.** 368
Reznik, A. A. **4.** 100
Rezvanov, R. A. **3.** 15, 66, 97, 119, 223
Rhee, Shie-Voo **4.**, 177
Rhodehamel, E. C. **3.** 242
Richards, A. F. **1.** 491
Richardson, F. H. **4.** 82
Rieckmann, M. **1.** 403, **4.** 712
Ried, R. A. **6.** 70
Rieke, H. H. **1.** 197, **4.** 69
Rigassi, D. A. **4.** 20
Rihomirov, V. V. **4.** 41
Rike, J. L. **4.** 692, 755
Riley, J. G. **1.** 551
Riling, G. **5.** 48
Ripley, H. E. **1.** 401, **4.** 710
Ritch, H. J. **3.** 240
Ritter, Ch. **4.** 200
Ritter, A. W. **4.** 185
Ritter, M. G. **1.** 55, 118
Rivero, O. G. **3.** 146
Rjabakon', Sz. A. **1.** 177
Rjazancev, N. F. **1.** 356, **4.** 212
Robbins, E. I. **3.** 242
Robbins, K. W. **1.** 301, 366, 526, **5.** 65
Robbins, M. L. **4.** 472
Roberts, H. V. **3.** 105
Robertson, G. E. **4.** 118
Robertson, R. E. **1.** 147
Robinson, J. H. **4.** 630
Robinson, W. S. **3.** 30, 31, 32
Rochon, J. A. **1.** 564
Rodionov, N. F. **3.** 250
Rodriguez Nieto, R. **4.** 192

ROGACSEV, M. K. **4.** 489
ROGERS, E. E. **1.** 380
ROGERS, F. W. **4.** 13
ROGERS, R. B., JR. **1.** 431, **4.** 743
ROGERS, W. M. **1.** 74
ROMANJUK, A. F. **4.** 36
ROMVÁRI P. **6.** 184
ROOT, R. L. **1.** 251
ROSMAN, A. **4.** 62, 142
ROSSEN, R. H. **4.** 137, 344
ROSZA, R. B. **4.** 606
ROSZELLE, W. O. **4.** 113, 291
ROTHROCK, R., JR. **1.** 444, **5.** 1
ROWE, M. E. **1.** 66
ROZENBERG, JU. I. **3.** 98, 99, **4.** 87, 88
ROZENFEL'D, I. L. **4.** 783, **6.** 186
ROZSIN, A. I. **6.** 145
RUBEZSANSZKIJ, V. I. **4.** 104
RUCSKIN, A. V. **3.** 166
RUDMAN, A. J. **3.** 235, 236
RUDNICKAJA, D. I. **3.** 89
RUEDRICH, R. A. **1.** 564
RULISEK, P. **2.** 55
RUMBLE, R. C. **3.** 75
RUMMEL, K. **3.** 179
RUMSEY, A. I. P. **4.** 92
RUOFF, W. A. **3.** 245
RUSHING, M. D. **4.** 368
RUSSEL, R. A. **6.** 48
RUST, D. H. **3.** 45, 170
RÜHL, W. **1.** 218, **4.** 390
RÜZSIK, V. M. **4.** 530, 555
RÜZSOV, A. A. **3.** 73
RYAN, J. C. **1.** 419, **4.** 731

S

SAHMAEVA, A. G. **4.** 111
SALAMON B. **3.** 4, 23
SALMON, E. **1.** 246
SAMANIEGO, V. F. **4.** 67, 173, 174
SAMES, D. **4.** 147
SAMPEY, J. A. **1.** 168
SAMSULOVA, V. **1.** 257
SAMSZINA, R. N. **7.** 197
SAMWORTH, J. R. **3.** 26
SANDERSON, B. M. **4.** 643
SANDVIK, E. L. **4.** 478
SANDWIK, E. J. **4.** 425
SAPIRO, D. A. **3.** 159
SAPOVAL, A. A. **1.** 54
SARAPANOV, N. N. **3.** 73
SARIDJA, V. **4.** 112
SARIFOV, JA. A. **4.** 547
SARIPOV, A. V. **1.** 262
SAROVARIN, V. D. **3.** 173
SATTER, A. **4.** 412, 505
SAUNDERS, R. K. **4.** 480
SAWYER, W. K. **4.** 26, 607
SCALA, C. **3.** 174
SCALES, R. E. **1.** 507, 508
SCHALLENBERGER, L. K. **4.** 298, 612
SCHARES, T. **4.** 485
SCHEFFLER, W. A. **1.** 185
SCHEHTER, W. H. **4.** 464
SCHELLIN, T. E. **1.** 462
SCHEUREMAN, R. F. **1.** 165
SCHIPPER, B. A. **3.** 193, **4.** 72
SCHJETNE, K. **1.** 498
SCHLECHTER, R. S. **4.** 50, 466, 477, 485, 519
SCHLOSSER, P. **3.** 161
SCHMIDT, B. R. **6.** 204
SCHMIDT, K. K. **2.** 61
SCHNEIDER, F. N. **4.** 459
SCHNEIDER, H. **2.** 5
SCHOONBEEK, J. B. **4.** 634
SCHRÖDER, J. **1.** 103
SCHULTZ, A. L. **3.** 249
SCHULTZ, L. A. **1.** 557
SCHULTZ, R. **1.** 460
SCHULZ, G. **2.** 67
SCHULZ, H. D. **2.** 67
SCHWENK, W. **6.** 194
SCOTT, J. **1.** 208, 209, 435
SCOTT, J. B. **1.** 278
SCOTT, R. W. **4.** 635
SCRIVEN, L. E. **4.** 463
SCURATI, G. F. **6.** 171
SCSABRIN, I. A. **2.** 26
SCSADRIN, O. B. **6.** 131
SCSELKACSEV, V. N. **4.** 273, 280
SCSERBAKOV, B. N. **6.** 104
SCSERBAKOV, S. **6.** 13
SCSERBAKOV, SZ. G. **6.** 149
SCSERBAKOVA, R. P. **6.** 7
SCSIPANOV, V. P. **4.** 462
SCSUGOREV, V. D. **4.** 668
SEČEN, J. **4.** 307, 350
SECEN, J. A. **5.** 12
SEDYCH, A. **6.** 13
SEINFELD, J. H. **4.** 135, 241
SEJNKIN, M. Z. **6.** 162
SELLEY, R. C. **3.** 246, 247
SEMRAU, K. T. **6.** 69
SERMAN, G. H. **3.** 82
SERRA, J. W. **4.** 386
SESIN, D. P. **1.** 334
SETTARI, A. **4.** 115, 133, 458, 491
SEVCSENKO, JU. M. **1.** 20, 121
SEVELEV, V. A. **1.** 73
SEXTON, J. H. **1.** 12, 104
SEXTON, R. M. **1.** 449
SHAH, D. O. **4.** 467
SHAH, N. J. **4.** 467
SHAH, P. C. **4.** 135, 241
SHANKS, F. E. **1.** 453
SHAPIRO, R. M. **3.** 46
SHARPE, J. R. **1.** 269
SHEELY, C. O. **4.** 256, 296
SHEFFER, L. **1.** 21, 438
SHEFFIELD, J. R., JR. **1.** 296, 523
SHELDON, L. B. **1.** 112
SHELTON, J. L. **4.** 444, 449
SHERIDAN, R. S. **4.** 566
SHIRAZI, M. **6.** 3
SHIROICHI, A. **1.** 486
SHOULTS, L. **1.** 146
SHUCK, L. Z. **1.** 388, **4.** 607, 697
SHUM, Y. M. **1.** 137, **4.** 146, 354, 572
SHUMAN, C. E. **1.** 39
SIDORENKO, M. **6.** 71
SIGMON, J. E. **4.** 199
SIGMUND, PH. M. **4.** 155, 156, 469
SILBERBERG, J. H. **4.** 50
SIMANEK, J. **6.** 85
SIMMONS, R. W. **3.** 184, **4.** 251, 260
SIMON, D. E. **1.** 384, **4.** 48, 98b, 689
SIMON, R. **4.** 62, 142
SIMONDON, D. **1.** 455
SIMONS, L. H. **1.** 458
SIMONSON, E. R. **1.** 405, **4.** 713
SIMPSON, B. E. **4.** 98, 751
SIMPSON, J. J. **4.** 31, 330
SINCOVEC, R. F. **4.** 134
SINGH, S. P. **4.** 658
SINGHAL, A. K. **4.** 152
SINHA, B. K. **1.** 392, **4.** 199, 701
SINHA, M. K. **4.** 240
SINÓROS-SZABÓ L. **2.** 31, 42
SIRINOV, S. G. **4.** 574, 575, 578, 586
SIRMAMEDOV, H. A. **4.** 574
SISAKIN, B. A. **1.** 260, **2.** 38
SISCSENKO, R. I. **1.** 150
SLALINA, W. **1.** 60
SLANINA, F. **4.** 682
SLATER, G. E. **4.** 188
SLOER, V. R. **1.** 12
SLOVER, V. R. **1.** 104
SLUSSER, M. L. **1.** 403, **4.** 712
SMELEVA, I. A. **6.** 144
SMITH, D. K. **1.** 247
SMITH, J. E. **4.** 325, **5.** 56
SMITH, J. T. **3.** 240, **4.** 164
SMITH, M. B. **1.** 307, 389, **4.** 698
SMITH, R. S. **4.** 402
SMITH, T. B. **1.** 70
SMITS, F. P. **1.** 471
SMITS, L. J. M. **3.** 253, 254
SNEIDER, R. M. **4.** 82
SNYDER, D. D. **3.** 37
SNYDER, R. E. **1.** 532, **3.** 186, 195, **5.** 59
SOEMANTRI, B. **1.** 515
SOHNANY, T. **4.** 477
SOLF, P. **6.** 17
SÓLYOM J. **6.** 185
SOMERTON, W. H. **4.** 152
SOMSSICH L.-NÉ **3.** 252
SOTADCE, R. G. **1.** 65
SOUHAITE, P. **3.** 16, 106
SPANN, M. M. **3** 172
SPARENBERG, H. **2.** 2
SPARLIN, D. D. **4.** 428
SPIVAK, A. **4.** 115, 491
SPOTAKOVSZKIJ, M. N. **6.** 10, 123, 138
SPÖRKER, H. **1.** 13, 210, 213, 219
STABLER, F. **1.** 348, 370
STAHLKNECHT, R. **6.** 62
STARRATT, F. E. **4.** 458
STEELE, J. E. **1.** 507
STEELE, R. D. **5.** 13, 14
STEELMERS, G. J. W. **1.** 483
STEIN, N. **3.** 202, **4.** 59
STENMARK, D. G. **4.** 484
STEPAN, A. **1.** 240
STEPEK, Z. **4.** 679
STEVALL, G. E. **3.** 197
STEWART, S. **1.** 245
STIFF, H. A., JR. **1.** 147
STILLES, L. H. **4.** 379
STILLWELL, J. **4.** 19
STINSON, D. L. **4.** 602
STOCKHUBER, F. **4.** 274
STORUP, J. P. **4.** 794
STOSUR, J. J. **4.** 299
STOUT, C. M. **1.** 395, **4.** 704
STOVAL, G. E. **1.** 359
STRABALA, B. **1.** 9
STRAIN, H. J. **1.** 545
STRANGE, L. K. **4.** 410, 413
STRIGHT, D. H. **4.** 458
STROBEL, C. J. **4.** 347
STRONG, PH. **1.** 571
STROUP, R. A. **1.** 241
STROZIÉR, C. A. **1.** 70
STRYCZEK, S. **1.** 264
STUART, A. J. **3.** 239
STUART SMITH, J. H. **4.** 642
STRUM, D. **6.** 200
STÜRLIN, V. F. **1.** 170, 361
SUAREZ, A. **4.** 127
SUAU, J. **3.** 16, 106
SUAZERAU, C. **4.** 370
SUDDUTH, B. C. **4.** 598
SUL'GA, V. E. **6.** 36
SUMILOV, V. A. **4.** 580
SUMILOV, V. P. **1.** 87
SUORIEAU, P. **4.** 528
SURKALO, H. **4.** 509
SUTER, W. R. **1.** 294, 521
SUTTON, G. D. **1.** 427, **4.** 739, 775
SVEC-SUSZT, F. M. **2.** 24, 32
SWIFT, G. W. **4.** 627
SWIFT, S. C. **4.** 52, 194, 365, 620
SYDANSK, R. D. **4.** 495

Sz

SZABIN, I. R. **1.** 361
SZABIRJZANOV, A. K. **1.** 261, 270
SZABIROV, H. S. **4.** 90
SZABITOV, R. SZ. **1.** 110

Szabó Gy. **1.** 31
Szabó J. **3.** 258, **6.** 175
Szabó M. **1.** 163, 191
Szabo, M. T. **4.** 419, 498
Szadühov, Ju. V. **1.** 127
Szadühov, M. G. **4.** 761
Szadükov, I. F. **4.** 580
Szajkin, E. M. **4.** 237
Szalamanov, F. K. **4.** 225
Szalamov, Sz. O. **4.** 338
Szalehli, T. M. **3.** 147
Szalimov, T. I. **4.** 581
Szamakaev, R. H. **4.** 771
Szameszenenko, V. I. **1.** 128
Szamojlov, B. V. **6.** 141
Szamojlovics, V. L. **4.** 246
Szanaszarjan, N. Sz. **3.** 199
Szarkiszov, I. K. **3.** 41
Szarkiszov, K. A. **3.** 22
Szarkiszov, V. A. **1.** 128
Szarkiszov, V. G. **1.** 448
Szarkiszov, V. H. **1.** 468
Szarkiszov, Z. I. **5.** 11
Szarkiszova, E. A. **3.** 140
Szataev, A. Sz. **4.** 654
Szattarov, A. N. **4.** 327
Szattarov, R. M. **4.** 105
Szattarov, R. V. **6.** 131
Szattarov, U. G. **4.** 580
Szaval'ev, Ju. Sz. **4.** 574
Szaval'ev, N. N. **2.** 50
Szaval'ev, V. A. **2.** 25
Szavenkov, E. N. **6.** 166
Szavenkov, Ju. I. **1.** 333
Szavka, E. P. **4.** 647
Szazonov, O. V. **6.** 95, 97, 103
Szedov, Ju. D. **6.** 142
Szeidov, Sz. M. **4.** 766
Szemencov, G. N. **1.** 54
Szemenec, V. I. **1.** 89
Szemenov, E. V. **1.** 116, **3.** 206
Szemenova, I. I. **1.** 468
Szemenovüh, A. V. **1.** 43
Szemin, V. I. **4.** 618
Szepiasvili, A. D. **1.** 65
Szerb, A. I. **2.** 54
Szerebrjakov, V. A. **3.** 208
Szeregin, E. P. **6.** 72
Szergeev, A. I. **4.** 540, 578
Szergeev, V. A. **6.** 90
Szergienko, I. A. **2.** 43, 44
Szerik, E. L. **2.** 28
Szidorenko, Ju. I. **1.** 256
Szikirjavüj, Ja. V. **6.** 122
Szilas A. P. **5.** 4, **6.** 33
Szimkin, É. M. **4.** 540
Szimkin, V. Ja. **2.** 50
Szimonjan, A. A. **1.** 58
Szimonov, G. A. **2.** 34
Szinel'nikov, A. A. **4.** 238
Szinjavszkij, V. Sz. **1.** 86
Sziperstejn, B. I. **6.** 151
Sziraev, A. H. **3.** 250
Szitdükov, G. A. **1.** 357
Szitnikov, M. F. **1.** 236
Szittár A. **6.** 24
Szkazütkin, A. F. **1.** 43
Szkovorodin, G. B. **6.** 72
Szkovorodnikov, Ju. A. **4.** 46, **6.** 95, 97, 103
Szkovorodnikova, T. K. **6.** 105
Szkvorcov, D. Sz. **1.** 43
Szlabeckij, A. I. **4.** 769
Szlavszkij, Sz. V. **2.** 38
Szmagin, N. F. **1.** 468
Sznarev, A. I. **1.** 67
Szobkina, I. V. **1.** 87
Szobolevszkij, V. V. **1.** 20, 121
Szoferstejn, M. R. **3.** 90
Szokolov, B. A. **4.** 264
Szokolovszkij, E. V. **4.** 89, 206, 207
Szoljakov, Ju. V. **4.** 420
Szolovov, Ju. G. **2.** 41
Szosznin, O. Sz. **4.** 219
Szoszon, M. N. **4.** 246
Szperak, Ju. A. **4.** 229
Szrebrodol'szkij, D. M. **3.** 67
Sztarkovszkij, A. V. **4.** 462
Sztaroszel'szkij, V. I. **4.** 270
Sztefankevics, Z. B. **3.** 91, 145
Sztekol'nikov, L. N. **4.** 279
Sztepanjan, V. A. **3.** 39, 40
Sztoljarov, E. V. **1.** 175, **4.** 655, 656
Sztrizsov, I. N. **4.** 571
Sztrjuk, N. V. **6.** 72
Sztrzseleckij, V. V. **6.** 130
Sztupakov, V. P. **4.** 270
Szubbota, M. I. **4.** 36
Szucskov, M. I. **6.** 169
Szucskova, O. M. **6.** 169
Szuhonoszov, G. D. **4.** 218
Szultanov, B. I. **4.** 780
Szultanov, R. Sz. **5.** 40
Szura, T. **4.** 54
Szurgucsev, M. L. **4.** 388
Szurina, V. V. **4.** 462
Szuvorov, A. K. **4.** 576
Szücskov, N. N. **4.** 522
Szürtlanov, R. S. **6.** 113
Szvanidze, V. A. **2.** 35, 60
Szvihnusin, N. M. **3.** 113, 166

T

Tabarovszkij, L. A. **3.** 139
Taber, J. J. **4.** 100, 299
Tagunov, E. M. **1.** 356
Tagunova, A. V. **4.** 278
Tairov, N. D. **4.** 367, 531
Takács G. **5.** 6, 73, 74, **6.** 49
Talaljan, A. I. **3.** 39, 40
Talash, A. W. **4.** 76, 292, 405, 413, 490
Tanasescu, M. **1.** 173
Tantlevszkij, A. V. **6.** 199
Tarabrin, E. I. **6.** 155
Taranenko, B. F. **6.** 155
Taraszov, A. G. **4.** 533, 556
Taraszov, J. Ju. **6.** 51
Tarutin, F. E. **4.** 611
Tatu, Gr. **1.** 53, 71
Tatu, N. **1.** 32, 33
Taylor, D. B. **4.** 619, **5.** 54
Taylor, G. E. **1.** 300, 524
Taylor, R. J. **1.** 492
Taylor, T. E. **1.** 569
Teasdale, T. S. **4.** 550
Teers, M. L. **5.** 61, 62
Teknyős I. **1.** 355
Ten'kov, N. F. **6.** 129
Tennyson, R. N. **6.** 75
Terescsenko, Ju. P. **3.** 38
Ter-Karapetjanc, Zs. N. **4.** 57
Ternavszkij, N. I. **4.** 657
Terry, T. A. **1.** 491
Terwilliger, P. L. **4.** 592
Tester, J. W. **1.** 409, **4.** 717
Teuscher, L. H. **4.** 566
Thale, J. S. **1.** 112
Thelliez, M. B. **4.** 44
Thiede, D. M. **4.** 415
Thiele, G. **3.** 179
Tholstrom, K. V. **4.** 433
Thomas, C. P. **4.** 422
Thomas, E. C. **3.** 108, **4.** 73, 80, 300
Thomas, G. W. **4.** 114, 176, 178, 640
Thomas, I. P. **1.** 371, **4.** 763
Thomas, L. K. **4.** 122, 149, 369
Thomas, P. J. **1.** 29
Thomas, R. D. **4.** 508
Thomas, R. L. **4.** 98, 751
Thomas, W. A. **6.** 83
Thomasson, B. C. **4.** 368
Thomer, J. H. **4.** 403
Thometz, T. G. **1.** 319
Thompson, R. E. **4.** 52, 620
Thorsness, C. B. **4.** 606
Thurnau, D. H. **4.** 123
Tiab, D. **4.** 168, 196
Tighe, R. E. **4.** 754
Tilbe, J. R. **1.** 466
Timirjaszova, E. H. **3.** 159
Timofeev, E. I. **1.** 123, **3.** 220
Timur, A. **3.** 92, 234
Tinakin, U. P. **3.** 25
Tiner, R. **1.** 164
Tinker, G. E. **4.** 426, 431
Tixier, M. P. **3.** 59
Tjurihin, A. M. **3.** 120, **4.** 85
Toksöz, M. N. **3.** 234
Tolnai L. **6.** 164
Tolsztüh, V. Sz. **6.** 145
Tomashek, J. **1.** 112
Tomiska, J. **1.** 252, 257, 279
Tonkoskurov, B. A. **6.** 94, 104
Tóth B. **1.** 139.
Trantham, J. C. **4.** 74
Trebin, F. A. **6.** 84
Treiber, L. E. **4.** 475, 482
Treirich, E. **6.** 75
Treson, A. T. **4.** 526
Trimble, A. E. **4.** 624
Trimble, R. H. **4.** 128, 139
Trofimov, G. M. **2.** 54
Trogus, F. **4.** 477
Tronov, V. P. **6.** 44
True, D. G. **1.** 492
True, W. **1.** 103
Truscselev, V. I. **4.** 671
Truscsin, V. Ja. **2.** 34
Trushenski, S. P. **4.** 497
Tschirley, N. K. **1.** 167
Tucker, Ch. T. **1.** 461
Tujakbaev, N. T. **2.** 37
Tugunov, P. I. **6.** 102, 105, 112, 113, 114
Tukaev, R. N. **5.** 49
Tul'bovics, B. I. **3.** 98, 99, **4.** 87, 88, 483, 487
Tumaszjan, A. B. **4.** 493, 782
Turchaninov, I. A. **1.** 171
Turley, J. A. **1.** 205, 287
Tvogorov, N. Sz. **3.** 129
Twardowski, K. **4.** 53

U

Ugolev, V. Sz. **4.** 749
Umanszkij, M. M. **4.** 243
Unge, W. **4.** 103
Uraiet, A. **4.** 176
Urmanov, É. G. **3.** 118
Ushiba, K. K. **6.** 69
Uszt'jancev, V. U. **1.** 86
Utkin, V. I. **3.** 20
Utropin, N. Sz. **1.** 254

V

Vadeckij, Ju. V. **1.** 90, **4.** 219
Vadgama, U. N. **4.** 328
Vagapov, J. G. **5.** 38
Vagerov, V. Sz. **4.** 226
Vagner, G. R. **1.** 270
Vágó E. **6.** 61
Vahitov, G. G. **4.** 214
Vahitov, R. Zs. **1.** 175
Valickij, V. P. **1.** 117
Van de Watering, W. P. M. **1.** 484
Van der Kleyn, G. **5.** 58
Van der Post, J. L. **6.** 168
Van der Pot, B. **1.** 499

VAN DER VLIS, A. C. **3.** 193, **4.** 72
VAN EEKELEN, H. A. M. **1.** 474
VAN GOLF-RACHT, T. D. **4.** 631
VAN HUSSEN, G. **1.** 479
VAN KIRK, C. W. **4.** 136, 373
VAN LAAR, H. G. **1.** 165
VAN POELGEEST, F. **4.** 542
VANDERSCHEL, D. J. **3.** 50
VÁNDORFI R. **1.** 96
VANN, R. R. **3.** 196
VARGA N. **1.** 172
VARTUMJAN, G. T. **4.** 236
VASSEUR, B. **1.** 447
VASZIL'EV, V. A. **6.** 146
VASZIL'EV, V. B. **4.** 231
VASZIL'EV, V. K. **4.** 522
VASZIL'KOV, A. G. **4.** 530, 555
VAUGHN, H. F. **1.** 414, **4.** 525, 723
VEAZEY, M. J. **1.** 345, **3.** 58
VEDENEEV, L. SZ. **4.** 575
VELA, S. **4.** 425
VELICSKO, A. V. **4.** 247
VELIKOSZEL'SZKIJ, M. A. **1.** 223
VENY, J. N. **1.** 341
VERCELLINO, W. C. **3.** 61
VERNEAU, A. **6.** 88
VESCSEREZOV, V. I. **4.** 769
VESPERMAN, F. A. **3.** 59
VETTER, O. J. **1.** 375, **4.** 773, 774
VEZIROV, A. M. **4.** 503
VEZIROV, D. S. **4.** 531
VEZIROV, R. R. **4.** 586
VICANEK, J. **4.** 673, **6.** 57
VIDOVSZKIJ, A. L. **1.** 565
VIKTORIN, V. D. **4.** 86, 326
VIL'GE, B. I. **3.** 81
VINOGRADOV, V. V. **6.** 28
VINSOME, P. K. W. **4.** 125
VJAZUNOV, E. V. **6.** 115, 136
VLASZENKO, A. P. **4.** 213, 626, 652
VNADA, I. A. **1.** 177
VOGEL, G. **6.** 173
VOGT, P. **2.** 19
VOHS, J. B. **3.** 132
VOILAND, E. J. **4.** 762
VOJKOVIĆ, T. 3. 183
VOLDÜREV, V. N. **3.** 228
VOLIK, A. L. **1.** 283
VOLKOV, A. SZ. **2.** 57
VOLKOV, N. **6.** 71
VOLOHOV, V. JA. **6.** 153
VOLSZKIJ, M. I. **6.** 132, 134
VOLUJSZKIJ, I. K. **1.** 338
VOLUJSZKIJ, I. K. **1.** 338
VORONCSIHINA, D. P. **4.** 523
VORONKOV, L. H. **3.** 118
VOROZSBITOV, M. I. **1.** 223, 312
VOS, CH. **1.** 499
VÖLKER, R. **2.** 3
VREBERG, O. **4.** 631
VRIEZEN, P. B. **3.** 193, **4.** 72
VUGIN, R. B. **1.** 223
VU NGOK AN **3.** 127
VÜSIVANJUK, G. A. **6.** 205
VÜSZKREBCOV, V. G. **1.** 51
VÜZSIGIN, G. B. **1.** 429, **4.** 741, 750

W

WACHEL, J. C. **6.** 203
WADE, W. H. **4.** 406, 464, 466, 477, 485
WAGNER, O. R. **4.** 98a, 297, 401, 446
WALCZAK, A. **1.** 135
WALKER, B. H. **1.** 69
WALKER, C. J. **4.** 508
WALKER, J. M. D. **3.** 239
WALKER, R. D. **4.** 467
WALKER, R. E. **1.** 133
WALLACE, D. W. **1.** 80
WALLING, R. **1.** 348, 370
WALLWORK, D. W. **1.** 483
WALTERS, W. J. **6.** 19
WARD, CH. E. **3.** 224
WARD, D. H. **1.** 112
WARE, J. W. **4.** 411, 506
WARNER, H. R. **4.** 453
WARREN, J. P. **3.** 50
WARREN, T. M. **1.** 408, **4.** 716
WARTELLE, T. R. **1.** 482
WASSERMAN, M. L. **4.** 159
WATABE, T. **1.** 486
WATKINS, L. W. **1.** 454
WATKINS, M. **1.** 242, **4.** 793, **5.** 55
WATTENBARGER, R. A. **4.** 123
WATTS, J. S. **1.** 544
WATTS, J. W. **4.** 119
WAZLAWIK, K. **2.** 12
WEBER, R. A. **1.** 453
WEDER, H. J. **2.** 17
WEETER, R. F. **4.** 792
WEIDINGER, I. **3.** 258
WEINER, P. D. **1.** 228
WELLS, P. **1.** 140
WELTE, D. **1.** 217
WELTZ, L. S. **3.** 257
WENNEKERS, J. H. N. **4.** 642
WEST, E. R. **1.** 224, 292
WEST, J. T. **4.** 421
WESTERMARK, R. V. **4.** 323, 360
WHALY, J. F. **3.** 235, 236
WHEELER, D. W. **4.** 394
WHEELER, J. D. **1.** 562
WHITCOMBE, J. A. **4.** 29, 601
WHITE, J. R. **5.** 32
WHITELEY, R. C. **4.** 411, 506
WHITINGTON, H. M. JR. **4.** 445
WICHERT, E. **4.** 630
WICHMANN, P. A. **3.** 7, 8, 61
WIDMEYER, R. H. **4.** 412, 505, 551, 587
WIECZYSKY, A. **4.** 205
WIENZEK, W. F. **1.** 296, 523
WIESENEDER, H. **1.** 216
WIGHGT, A. W. R. **3.** 122
WILEY, CH. L. **1.** 22
WILLCOX, P. J. **4.** 5, 76c
WILLHITE, G. P. **4.** 427
WILLIAMS, E. **1.** 305
WILLIAMS, K. **1.** 305
WILLIAMS, L. R. **5.** 37
WILLIAMS, R. **1.** 510
WILLIAMSON, A. S. **4.** 536
WILLINGHAM, J. R. **1.** 368, **4.** 760
WILLIS, K. L. **1.** 554
WILLITS, K. L. **4.** 799
WILSON, B. **4.** 386
WILSON, D. A. **3.** 124
WILSON, D. C. **1.** 134
WILSON, E. G. **1.** 309
WILSON, E. R. **1.** 365, 513
WILSON, H. M. **4.** 314
WILSON, P. M. **4.** 471
WILSON, T. **3.** 232
WILSON, TH. M. **4.** 565
WINTER, J. M. **4.** 598
WIPPIG, W. **2.** 6
WISE, F. A. **4.** 2, 4
WISE, R. L. **4.** 598
WISHART, J. W. **4.** 287
WISNIOWSKY, Z. **1.** 64
WITEK, W. **1.** 64
WITHERSPOON, P. A. **4.** 195
WITTEK, B. **4.** 54
WOMACK, F. A. **5.** 70
WOO, P. T. **4.** 118, 140, 163, 549
WOODALL-MASON, N. **1.** 466
WOODBURY, F. A. **1.** 29
WOODHOUSE, R. **3.** 100, 130
WOOLEY, G. R. **1.** 228, 229
WOOTON, A. E. **4.** 663
WORK, PH. L. **3.** 184, **4.** 251, 260
WORLEY, D. **1.** 413
WOTTON, A. E. **6.** 58
WÖLFNER. W. **6.** 74
WRIGHT, T. R., JR. **1.** 44, 160, 489
WRZOSEK, R. **2.** 22
WYANT, I. A. **4.** 82
WYGAL, R. J., JR. **4.** 518
WYGAL, R. L. **4.** 439
WYLIE, C. M., JR. **1.** 244, **5.** 68

Y

YANG, HSUN-TIAO **4.** 177
YANOSIK, J. L. **4.** 42, 130
YARBOROUGH, L. **4.** 449
YASHIMA, N. **1.** 506
YEN, W. G. **4.** 154
YONKER, J. **1.** 534, **5.** 64
YOON, Y. S. **4.** 154
YOUNG, A. G. **1.** 472
YOUNG, F. T. **1.** 401, 710
YOUNG, J. W. **4.** 287
YOUNG, R. E. **4.** 447

Z

ZABELA, K. A. **6.** 130
ZABRODIN, D. P. **4.** 462
ZADORA, G. I. **4.** 618
ZAGORUJKO, A. A. **1.** 430, 742
ZAHAROV, A. P. **1.** 109
ZAHAROV, E. V. **3.** 84
ZAHAROVA, N. I. **3.** 125
ZAIKIN, P. A. **1.** 84
ZAJCEV, SZ. I. **4.** 223
ZAJDEL', A. R. **3.** 77
ZAJDEL', JA. M. **4.** 111
ZAKIROV, R. A. **4.** 564
ZAMIHOVSZKIJ, L. M. **1.** 54
ZARECKIJ, B. JA. **6.** 39
ZAREMBA, L. M. **6.** 51
ZARIPOVA, V. V. **1.** 116, **3.** 206
ZEFIROV, N. N. **3.** 128
ZEJNALOVA, N. G. **4.** 367
ZELEPUKIN, I. F. **4.** 215
ZEMAN, P. R. **4.** 116, 143
ZERSCSIKOV, A. E. **1.** 239, **5.** 228
ZETIK, D. F. **4.** 514
ZGURSZKIJ, K. N. **1.** 465
ZIARA, B. A. **4.** 721
ZIENKIEWICZ, O. C. **1.** 475
ZISP, D. **1.** 499
ZOLOTOV, A. N. **4.** 38
ZOTOV, A. M. **4.** 772
ZUBOV, JU. V. **3.** 129
ZUBOVSZKIJ, V. I. **1.** 333
ZUEV, F. G. **6.** 199
ZVEZDINSZKIJ, K. V. **4.** 783, **6.** 186
ZWIRMANN, K. H. **4.** 336

Zs

ZSELEZNJAKOV, F. I. **1.** 130
ZSELTOV, JU. V. **4.** 530, 555
ZSELTUHIN, JU. L. **3.** 63
ZSIDOVCEV, N. A. **1.** 50, 129
ZSUHOVICKIJ, SZ. JU. **1.** 156
ZSUJKO, P. V. **6.** 47
ZSURAVLEV, V. P. **3.** 78
ZSURNISZT, V. I. **2.** 40
ZSUVAGIN, J. G. **3.** 6

TÁRGYMUTATÓ

A, Á

„Adiabatikus Lóerő Egyenlet **6.** 34
adszorbció agyagszemcsék felületén **4.** 98b
adszorpciós izotermák **4.** 474
agyagos homokkövek értelmezése **3.** 16, 102—106, 108—111
— tárolók értelmezése **3.** 136, 163, 164, 168
agyagtartalom meghatározása **3.** 18, 19, 97, 100, 102, 107, 108, 130, 133, 134
aknafúrás **3.** 44
aktívperemvíz-kihajtás **4.** 279
akusztikus amplitúdómérés **3.** 116, 227
— cementmérés **3.** 29, 227
— hullámképek regisztrálása **3.** 148
— hullám terjedése **3.** 92, 234
— sebességmérés **3.** 28, 147, 148, 206
— — csövezett kutakban **3.** 90
— — speciális alkalmazása **3.** 117, 203, 207, 256
— — technikai kérdései **3.** 88
— sebességszelvény, szintetikus **3.** 235—237
— szelvényezés **1.** 116, **5.** 29, 44, 45
— — elmélete **3.** 89, 90
alacsony frekvenciás indukciós szelvényezés **3.** 84—87
— porozitású tárolók értelmezése **3.** 135
Alpha—I mélyszivattyú **5.** 15
ammóniaszintézis **6.** 69
anionos adszorpciós anyag **4.** 473
anizotrópia **3.** 74
anyagmérleg egyenlet **4.** 341
áramlási nyomásveszteség nem newtoni kőolajnál **6.** 33
— potenciál meghatározása **4.** 216
áramlásmérés **3.** 54, 259
arktikus fúrások **1.** 540—542, 552—554, 560, 570, 571
— —, tengeri **1.** 540, 542—551, 555—558
ásványok kimutatása szelvényekkel **3.** 10, 11
aszfalt **6.** 95
Ataka-agyagmárga **1.** 345
áteresztőképesség meghatározása **4.** 288

B

barit flokkulációja **1.** 177
Bayes-módszer **4.** 135
beáramlásmérés **3.** 30, 31, 32
béléscső csatlakozási szilárdsága **1.** 228, 229
— horpadása **1.** 230, 231, 236, 239
— kihajlása **1.** 233
— savanyú gázt termelő kutakhoz **1.** 241, 242
— szupermély fúrásokhoz **1.** 220
—, üvegszállal erősített **1.** 246
béléscsőkopás **1.** 231, 232
— mérséklése fúrólyukkönyökben **1.** 82
béléscső-korrózió **1.** 243
— katódos védelme **1.** 244
— meghatározása szelvényezése **1.** 234, 235, 240
béléscsőrögzítés, polimeradalékos anyaggal **1.** 266, 267
béléscsövezett kutakban végzett mérések **3.** 24
bitumentartalom meghatározása szelvényekből **3.** 129, 131
biztonsági szelep, felszín alatti **5.** 65, 66
— —,felszíni **5.** 65

C

cellulózszármazékok **4.** 434
cementadalékok **1.** 248
cementdugó elhelyezése **1.** 283
cement, duzzadó **1.** 258
cement, hőálló **1.** 250, 251
cementek olajbányászati szabványa **1.** 249
cementezés **1.** 247
—, beakasztott béléscsőoszlopé **1.** 277
— béléscsőoszlop mozgatásával **1.** 274
— hőmérsékletviszonyai **1.** 271
— irányított ferdefúrásban **1.** 275
— nagy átmérőjű béléscsőoszlopé **1.** 276
— nagymélységű fúrásokban **1.** 277
— nyomásviszonyai **1.** 271
— pufferfolyadéka **1.** 268, 269
cementkő áteresztőképessége **1.** 252
cementpalást korróziója **1.** 278, 279
— minőségének ellenőrzése **3.** 29—32, 63
cementtej átgázosodása **1.** 272, 273
—, habosított **1.** 261
— hidratációs folyamata **1.** 270
—, kis sűrűségű **1.** 261, 262
—, nagy sűrűségű **1.** 263
—, plasztícitása **1.** 257
—, tengervíz alapú **1.** 264, 265
—, tixotrop **1.** 259, 269
— tulajdonságai **1.** 248
— vízleadásának szabályozása **1.** 253—256, 272
centrifugális búvárszivattyú **5.** 48—51
— szivattyúk üzeme **6.** 139
ciklonszeparátor **6.** 84
CONOCO-eljárás **4.** 396
C/O szelvényezés **3.** 8, 58, 150
cölöpverő kalapács, víz alatti **1.** 479

Cs

csavarkompresszor **6.** 93
csavarszivattyús termelőberendezés **5.** 18
cseppfolyós földgáz szállítása **6.** 19
cseppfolyós földgáz tárolása **6.** 55, 58, 63
— propán-bután szállítása **6.** 71
— — tárolása **6.** 70
csillám jelenléte a kőzetben **3.** 105
csőacélok hőtűrése **1.** 15
csőrezgés **6.** 202, 203
csőtisztítás **6.** 183
csővezetéki konténer **6.** 197—199
csővezeték szigetelése **6.** 191
csövezett kutak szelvényezése **3.** 175

D

dielektromos szelvényezés **3.** 27
diffúzió **6.** 79
digitális regisztrálás **3.** 49, 50, 55, 186
diglikolamin (DGA) **6.** 75
dinamikus viszkozitás **6.** 28
diszkriminációs analízis **3.** 181
diszperzió **4.** 78
dugós szállítás **6.** 98, 100, 101

E, É

égési front létrehozása **4.** 578
— — mozgása **4.** 569, 595
egyensúlyi adszorpció **4.** 474
elárasztás, elegyedő **4.** 133, 315, 442, 445, 446, 448, 482
—, emulziós **4.** 438
elárasztott zóna hatása **3.** 163—165
— — tulajdonságai **3.** 127, 144, 146
elektromágneses szelvényezés **3.** 84
elektromos modellezés **3.** 78, 79, 80
ellenállásmérés csövezett kutakban **3.** 24
— elméleti kérdései **3.** 74—76, 78—80, 137, 138, 140, 142, 145, 235, 236
elektromos rétegmelegítés **4.** 603
ellenállás-szelvényezés **3.** 25, 26, 129, 225
— értelmezése **3.** 114, 137, 138, 144, 145
— fúrás közben **3.** 39
— speciális alkalmazása **3.** 115, 143
elvizesedés hatása a szelvényekre **3.** 144
elvizesedett termelőkutakból kinyerhető olajkészletek **4.** 259
emelőmű fékrendszere **1.** 34—36, 72
emulzióbontás **6.** 36, 37
energiaszelektív radioaktív mérések **3.** 8, 9, 12, 13, 16—18, 67, 104, 106
epoxigyantával szilárdított rétegek perforálása **4.** 763
eróziós fúrás **1.** 18, 19, 20
erőltetett folyadéktermelés **4.** 340
etántermelés **6.** 22, 77, 89
etiléntermelés **6.** 18, 69
expanziós turbina **6.** 88

F

FAA (felületaktív anyag) **6.** 96, 97, 103, 186
fázisegyensúly **4.** 38
— számításai **4.** 42
félig merülő fúróbárka **1.** 443, 446
felszíni öblítőrendszer l. szilárdanyag-kiválasztás öblítőfolyadékból
felületaktív anyagos kiszorítás **4.** 419, 489, 501, 506
— — — szimulálása **4.** 409, 411—413, 493
fémsugaras perforálás **3.** 199
fenolklorid-biocid **4.** 416
ferdefúrás l. irányított ferdefúrás
ferdeségmérés értelmezése **3.** 155—160
filtrációs potentiál **3.** 72
fluidumbeáramlás észlelése fúrás közben **1.** 291
fojtási energia **6.** 88
folyadék és gáz együttes áramlása csővezetéken **6.** 33, 52
folyadékfázis aktivitási koefficiens **6.** 48
folyadékleválasztó **6.** 17
folyadékok kompatibilitása **4.** 756
formációértékelés **4.** 250
formációvédelem **1.** 382—384, **3.** 195
formációvizsgálat **1.** 351—358
— tengeri fúrásoknál **1.** 528
forró víz besajtolása **4.** 532, 533
föld alatti gáztárolás **3.** 251, **6.** 20, 29, 56—62
— szénelgázosítás **4.** 26
földgáz cseppfolyósítása **6.** 3, 4, 21, 27, 54 55, 63—67, 69, 206
földgázdúsító berendezés **6.** 68
földgáz-előkészítés **6.** 73, 77
földgázeltérési tényező **5.** 73, 74, **6.** 49
földgázfeldolgozás **6.** 18
földgázfelhasználás **6.** 4, 6
földgázkészlet **6.** 2, 4, 66
földgáztelep genezis **4.** 41
földgáztermelés **6.** 1, 2, 22
földgáztisztítás **6.** 76
földtani következtetések a szelvényekből **3.** 245—248
frakcionális áramlási görbék **4.** 361
frakcionált kondenzáció **6.** 73
fúrás hatékonysága **1.** 127, 128
fúrási és geofizikai paraméterek kapcsolata **3.** 219—221
— hidraulika **1.** 148
— — tervezése **1.** 131—133
— költségek elemzése **1.** 350
— műszerezés **1.** 12, 97—99, 108
— művelet optimalizálása **1.** 97—100, 133—139
— szelvényezés **1.** 95, 96, 101—105, 139, **3.** 39—41, 224
— személyzet **1.** 3
— teljesítmények **1.** 9
— tevékenység a világon **1.** 1
— — kedvezőtlen környezetben **1.** 2, 325—328
fúróberendezés emelőmű-teljesítménye **1.** 31, 32, 34
—, dízel-elektromos **1.** 29, 30, 338
—, hidrodinamikus **1.** 28, 30
— rugalmassága **1.** 29
— szállítása **1.** 330
— — légi úton **1.** 271, 329
— — légpárnán **1.** 331
—, tengeri **1.** 21
fúróberendezés-állomány az USA-ban **1.** 22
fúrócsőkapcsoló és bélécső közti kopás mérséklése **1.** 83
fúrócsőkapcsolók meghúzási nyomatéka **1.** 78, 79
— szilárdsága **1.** 70
fúrócsőkapcsoló védőgyűrű **1.** 80
fúrócső korróziós, kifáradásos törése **1.** 76
— könnyűfémből **1.** 84—86, 313
fúrócső-méretezéshez használt biztonsági tényezők **1.** 71
fúrócső roncsolásmentes vizsgálata **1.** 74, 75
— terhelhetősége **1.** 71,
— vastag falú **1.** 66
fúrócsővédő gumigyűrű **1.** 81
fúrócsövek összehasonlító feszültsége **1.** 67
fúrófedélzet l. lábakra emelhető fúrófedélzet **1.** 469
fúrófedélzet, félig merülő l. félig merülő fúróbárka **1.** 469
fúrófedélzet, gravitációs l. gravitációs fúrófedélzet
fúrófedélzet, stabil l. stabil fúrófedélzet
fúróhajó dinamikus helyben tartása **1.** 447 462, 548, 550
fúrókalapács, vibrációs **1.** 45
fúrókiválasztás **1.** 123—125
fúrókötél **1.** 33
fúrólyukak elferdülésének megakadályozása **1.** 63, 307—310
fúrólyukelfojtás **1.** 289, 290, 299, 300
— a kitörésgátlók bezárása nélkül **1.** 292
fúrólyukfal stabilitása **1.** 149, 159, 165—168, 171—178
fúrólyuk hőmérséklete fúrás közben **1.** 183—185
fúrólyukkönyök **1.** 232, 310, 311
fúrólyukszerkezet tervezése **1.** 186, 189—191, 193, 201, 202, 205
fúrólyuktalpi érzékelők l. fúrási szelvényezés
fúrószárra ható felhajtóerő **1.** 68
fúrószár automatikus be- és kiépítése **1.** 111, 112, 460, 461
— kihajlása **1.** 69
— kritikus beépítési sebessége **1.** 108
fúrószerszám megromlása **1.** 306
— stabilizálása **1.** 310
— visszavezérlése tengeri fúrólyukba **1.** 16, 48, 440, 441
fúróturbina **1.** 87
—, hidraulikus fékezésű **1.** 91, 93, 94
—, külpontosan stabilizált **1.** 333
— osztott folyadékárammal **1.** 11
—, reaktív **1.** 334
fúró-utánengedő, automata **1.** 110

G

Galerkin-módszer **4.** 114, 115
gamma-sugár-szelvényezés sós víz betörési helyének megállapítására **4.** 304
gamma-szelvény változása az iszap hatására **3.** 71
gázanalizáló **6.** 174
gázáramlás csővezetékben **5.** 9
gázátfejlődés kimutatása szelvényekből **3.** 251
gazdaságos termelőberendezés kiválasztása **5.** 13, 14
gázdúsítás **6.** 79
gázelosztás **6.** 62
gáz—folyadék fázishatár követése radioaktív szelvényekből **3.** 251
gázgyűjtás **6.** 91
gázgyűjtés **6.** 34, 43
gázhálózatok méretezése **6.** 149, 156
gázkondenzátum-rendszer állapota **4.** 646—650
gázkarotázs **3.** 229—232
gázkút kapacitásának meghatározása **4.** 610, 628, 632, 633
— korrózióvédelme **5.** 54, 55
—, mély, nagy huzamú **1.** 379, **4.** 614, 619, **5.** 53, 54
gázkút, savanyú gázt termelő **4.** 793, 794
gázlelőhelyek művelési problémái **4.** 616, 621, 623
gázmosó berendezés **6.** 86
gázszállítás **6.** 43, 91
gázszállító rendszerek matematikai modellezése **6.** 148, 151, 155
gázszárítás **6.** 56, 90
gáztalanító **1.** 10, 43, 142
gáztárolás **6.** 27
gáztárolók kimutatása szelvényekből **3.** 143, 180
gáztermelés nagymélységű kutakból **1.** 221, 225, 226
gázvezetékek nyomásveszteségének számítása **6.** 150
gázvisszasajtolás **6.** 30
geofizikai fúrólyuk-szelvényezés **1.** 115
geotermikus energia hasznosítása **4.** 25
— gradiens meghatározása **3.** 47, 48, 93, 241—243
— kutak cementezése **1.** 250
— — termelése **5.** 4
— tároló **4.** 131, 195, 337
gerjesztett potenciál mérése **3.** 73
görgős fúró acélanyaga **1.** 49
— aszimmetrikus fúvókákkal **1.** 50, 129
— csapágyának élettartama **1.** 51—53
— dinamikus terhelési együtthatója **1.** 126
— energiaigénye **1.** 60
— fogának kopása **1.** 54, 117
—, kétgörgős **1.** 48
—, keményfém betétes **1.** 8, 46, 47
— kopását mérő műszer **1.** 107
— talpon cserélhető görgőkkel **1.** 61
— talptisztító rendszere **1.** 129, 130
—, zárt siklócsapágyas **1.** 8, 46, 47
gőzelárasztás **4.** 315, 527, 528, 531, 535, 546—548, 556, 563, 590
— olajkihozatal előrejelzése **4.** 537
— szimulálása **4.** 536, 538, 539
— üzemi kísérlete **4.** 549—554
gőz minősége és mennyisége **4.** 565
gőz—gáz eleggyel történő dugós olajkiszorítás **4.** 545
gőzgenerátorok **4.** 566
gőzsztrippeléses kiszorítás **4.** 542
Gravel Pack-kiképzés **4.** 759—762
gravitációs és kapilláriserők hatása repedezett tárolókban **4.** 345
— fúrófedélzet **1.** 471—476, 480, 496—505

Gy

gyémántfúrás **1.** 57, 118
— turbinával **1.** 55
gyémántfúró energiaigénye **1.** 60
— folytonos láncon **1.** 7, 61
— műgyémánttal **1.** 59
— optimális alakja **1.** 56
— öblítő rendszere **1.** 56, 57
gyémánt ipari fajtái **1.** 118
gyorsmagszedő **1.** 48

H

haböblítés **1.** 339—341
hasadékos tárolók értelmezése **3.** 35, 112, 115—117, 121, 122, 259
hasadék vezetőképessége **1.** 402
harmadlagos termelés **3.** 149, **4.** 274
háromdimenziós szimulációs modell **4.** 119
határfelületi feszültség és fázisviselkedés **4.** 463
héliumkinyerés **6.** 67, 79
hidrátképződés **6.** 50, 85
hidrátképződést gátló inhibitorok **4.** 629
hidraulikus mélyszivattyúzás **5.** 52
hidrociklon **1.** 40

hidrodinamikai vizsgálatok **4.** 38
hidrogén-távvezeték **6.** 16
HIFLO-szabályozó **6.** 56
Hirasaki—Stone-modell **4.** 94
Holmes—Stretford-eljárás **6.** 76
homokellenőrzés **1.** 348, 367—374, **4.** 323, 753, 754
horgony, mélyvízi **1.** 490—493
horizontális áramlás mérése **3.** 54
hozam alakulásának előrejelzése szelvényekből **3.** 184, 249
— meghatározása hőmérsékletméréssel **3.** 65
hosszabbítócső tengeri fúrásokhoz **1.** 448—457
hőáram meghatározása **3.** 47
hőáramlás **4.** 204
— talajban **6.** 154
hőátadás **6.** 99
hőátadási tényező **6.** 115, 154
hőmérséklet hatása a kapilláris olajkiszorításra **4.** 531
— — a kőzetfizikai paraméterekre **3.** 91, 92
hőmérsékletmérések értelmezése **3.** 241, 243, 244
— termelőkutakban **3.** 64
hőmérséklet-változás számí csővezeték mentén **6.** 117
hőtágulási tényező **6.** 132
hullámkép regisztrálása **3.** 207

I

indukciós szelvényezés elmélete **3.** 27, 81—87
inertgáz visszanyomás **4.** 41, 271, 348, 366
inhibitor korrózió ellen **5.** 28, **6.** 186
inhomogén tárolók kérdései **3.** 113
instacioner áramlás **4.** 101, 105—108, **6.** 148, 152
interferenciavizsgálat **4.** 188, 195, 196, 365
ipari szennyvíz tisztítása **6.** 80
irányított áramterű ellenállásmérés **3.** 26, 79
irányított ferdefúrás **1.** 63, 312—314, 318, 509, 514, **3.** 26, 79
— — béléscsőablakon keresztül **1.** 320
— — béléscső-cementezése **1.** 275
— — bővítéses módszerrel **1.** 322
— — műszeres ellenőrzése **1.** 106, 315, 319
— —, nagy dőlésszögű **1.** 321—324, 346, 347, 348, 349
— — profilszámítása **1.** 315—317
iszapprés, nagy nyomású, nagy hőmérsékletű **1.** 109
iszapszelvényezés **1.** 95, 96, 198
iszapszivattyú **1.** 37
iszapveszteség **1.** 304, 305
iszapveszteséges rétegek elcementezése **1.** 259
izotópos nyomjelzés **3.** 53

J

Japán energiaszerkezete **4.** 33
jet-perforálás eredményessége **3.** 189, 190 197

K

kábeles teszterezés **3.** 151, 152
kalcimetriás mérések **3.** 217
káliumos iszap hatása a szelvényekre **3.** 71
kapilláriserő **4.** 101, 104
kapillárisnyomás **4.** 54
— korrelációja **4.** 77
kapillárviszkoziméter **1.** 151
karbonát oldása **4.** 83
karbonátos tárolók **4.** 50, 287
— — értelmezése **3.** 57, 114, 118, 120, 123, 135
karbonilszulfid (COS) **6.** 78
kationcserélő képesség **3.** 108, 172
katódvédelem **6.** 187, 189, 192
kátrányos homokkövek értelmezése **3.** 100, 130, 131
kavitáció **6.** 202
kemény PVC **6.** 17
kén-hidrogén bomlása **4.** 36
kén-hidrogén-mentesítés **6.** 74, 76, 84
kén-hidrogén-tartalmú gázok termelése **5.** 54—56
kénkinyerés **6.** 1, 25
keresztáramlás **4.** 119
készletbecslés szelvényadatok alapján **3.** 96
kétdimenziós tárolómodell **4.** 112
kétfázisú áramlás, instacioner **4.** 625
— — szimulálása **4.** 625
kiegyensúlyozatlan fúrás **1.** 206, 207
kiegyensúlyozott nyomású fúrás l. szabályozott nyomású fúrás
kihozatal és kúthálózat összefüggése **4.** 276
— meghatározása szelvényekből **3.** 126
kis átmérőjű szondák alkalmazása **3.** 255
— ellenállású fúróiszap alkalmazása **3.** 143
— — tárolórétegek **3.** 75, 141
— nyomású tárolók **3.** 222
— porozitású tárolók értelmezése **3.** 147, 172
kiseprési hatásfok **4.** 418
— — növelése lignoszulfonát géllel **4.** 437
kiszorítási hatásfok értelmezése **4.** 376
kitörésgátlók **1.** 299
—, víz alatti **1.** 457, 458
kitörés kiépítés közben **1.** 286
— leküzdése mentesítő fúrással **3.** 225
kitörésvédelem **1.** 284—286, 289—296, 299, 300
kitörésvédelmi oktatás **1.** 297
— — szimulátorral **1.** 298
komplex szelvényezési metodika **3.** 103—105, 109, 122—124, 128, 131—133, 135, 146, 170, 177—179, 182, 183, 253, 257
kompresszorállomás **4.** 371, **6.** 1, 3, 56, 154, 173, 201
kontúron belüli elárasztás **4.** 277
konvektív keveredés **4.** 156
korrózióálló acélfajták **3.** 46
korrózió számítógépes ellenőrzése **6.** 81
korrózióvédelem **1.** 377, 381, **3.** 46, **4.** 783—791, **5.** 28, 32, 33, 47, 54, 55, 67, 68, **6.** 184—186, 188, 190, 193, 195
kőolajfrakciók szulfonálása **4.** 480
kőolajmező termeltetésének optimalizálása **4.** 360
kőolajok felületi feszültsége **4.** 464, 465
kőolajtelepek művelése bányászati módszerrel **4.** 316
kőolajtermék tárolása sódómban **6.** 205
— távvezetéki szállítása **6.** 111
környezetvédelem **6.** 176
kötött víztelítettség **4.** 56
kőzetek dielektromos állandója **3.** 172
— dinamikus rugalmassága **4.** 65
— elektromos vezetésének elmélete **3.** 77
— hővezető képessége **3.** 94, 95
— rugalmassági állandóinak meghatározása szelvényekből **3.** 148
kőzetfeszültség kapcsolata a mélyfúrási geofizikával **1.** 114
kőzetfizikai és szelvényezési paraméterek kapcsolata **3.** 77, 96, 112
kőzetfúrhatóság **1.** 113, 115, **3.** 220
kőzetliszt hatása a szelvényekre **3.** 134
kőzetmagvédelmi eljárások **4.** 76b
kőzetmintákon végzett mérések **3.** 75, 92—96, 98—100, 124, 130
kőzetnyomás **4.** 57
kőzetrepesztés ellenőrzése radarral **4.** 92
— eszközei **1.** 401, 411—413
— ferde kutakban **1.** 386
— folyadékkal **1.** 190—192, 385—411, **4.** 717
— habbal **1.** 386, 414—417, **4.** 520—525, **4.** 723—726
— iránya **1.** 387, 389, **4.** 698
—, masszív **1.** 386, 399, 405, 406, 413, **4.** 638, 708, 713, 714, 720
—, robbantásos **1.** 418, **3.** 200
kriogén vezetékrendszer **6.** 64
kritikus kiszorítási arány **4.** 299
kútátalakítás produktív szakasz újrafúrásával **1.** 380
kutatófúrások eredményessége **1.** 1
kútfejszerelvény, víz alatti **1.** 530—532, 535—538
kútjavítási terv **1.** 378
kútkiképzési terv **1.** 358
kútkiképzés, nagy dőlésszögű **1.** 364, 367, 370
—, nagymélységű 364, 367, 370
—, víz alatti **1.** 515

L

lábakra emelhető fúrófedélzet **1.** 469, 507, 508
laterolog-rendszerű mérések alkalmazása **3.** 141, 142
latex **1.** 260
laza homokok értelmezése **3.** 202
— — perforálása **3.** 193
légöblítéses fúrás **1.** 335—338
lemeztektonika **4.** 19
lengéscsillapító **1.** 65, 92
lerakódások eltávolítása kútból **1.** 375, 376
leszivattyúzható szerszámok **5.** 63, 64
letermeltettség meghatározása szelvényekből **3.** 119
levegő—metán besajtolás **4.** 583
levegő-visszanyomás **4.** 368
—, ciklikus **4.** 367
Linde-molekulaszita **6.** 77
litológiai szelvényértelmezés **3.** 133, 135, 170, 183
litosztatikus nyomású retortakísérletek **4.** 557
log-inject-log eljárás **3.** 149, 150, **4.** 399
lúgos kiszorítás **4.** 438, 518

Ly

lyukbefejezési terv **1.** 358
lyukbefejezés leszivattyúzható szerszámmal **1.** 534
lyukbefejező folyadék **1.** 178—180
lyukbőségmérés **3.** 38, 153, 154, 228
lyukfalstabilitás **1.** 235, 345
lyukgraviméter **3.** 36, 37, **4.** 302

M

magfúró nagymélységű fúrásokhoz **1.** 223
maradék gáztelítettség in situ meghatározása sós víz besajtolásával **4.** 298
— olajtelítettség meghatározása **3.** 101, 127, 150, **4.** 75, 256, 295—297, 362, 399, 400, 404
— víztelítettség meghatározása **4.** 612, 617

Ma raflood-eljárás **4.** 504, 511
maximális hőfok mérése **3.** 47, 48, 241
Maxwell-egyenlet általánosítása **4.** 161
mélyfúrási geofizikai műszerfejlesztés **3.** 3—5, 252
mélyszivattyús kutak homokosodása **4.** 765, 766
mentesítő fúrás szelvényezése **3.** 225
mennyiségmérés **6.** 108
—, turbinás **6.** 109
mérések mélyszivattyús kútban **3.** 53
metán-propán hűtőkör **6.** 65
metanol **6.** 78
micellás elárasztás **4.** 496, 497, 509, 510, 515
— — érzékenysége **4.** 494
— —, olajpadképződés **4.** 495
— diszperzió **4.** 503
— kiszorítás **4.** 406—462, 475
— oldat előállítása **4.** 460, 483
micellás-polimeres elárasztás **4.** 507, 508
— — — anyagszükségelete **4.** 512
— — — szimulációs modellje **4.** 514
micellás rendszer **4.** 467, 468, 470
mikroemulziók áramlása **4.** 488
— fázisviselkedése **4.** 472
mikroszkopikus áramlásvizsgálat **4.** 62
— heterogenitás **4.** 62
Minszkij-egyenlet **4.** 213
mobilitás szabályozása **4.** 418, 419, 437, 499
modellmérések **3.** 75
molekuláris diffúzió **4.** 156
mosótorony **6.** 78
mozgásképes olajtartalom meghatározása **3.** 165
mérési adatok gépi feldolgozása **3.** 1, 2, 49—52, 100, 102, 110, 111, 120, 124, 129 130, 153. 155, 159, 171, 173, 177—180, 182—186, 245
műanyag cső **6.** 178

N

nagy átmérőjű fúrás **1.** 332—334
— — — szelvényezése **3.** 44
— — kutak szelvényezése **3.** 233
nagyfrekvenciás elektromágneses szelvényezés **3.** 83
— indukciós szelvényezés **3.** 81
nagy hőmérsékletű fúrások szelvényezése **3.** 45, 47
nagymélységű fúrás **1.** 13—15, 213—217, 219, 224, 225, 344, 345
— — az USA-ban **1.** 208
— — béléscső-cementezése **1.** 277
— — szelvényezése **3.** 45
— gázkutak **1.** 379
— kutak termelése **4.** 324
— kútkiképzés **1.** 227
nagynyomású gázbesajtolás **4.** 447
nagy viszkozitású kőolaj termelése **5.** 16, 18, 38, 48, 72
nátrium-alkil-aril szulfonátok adszorpciója homokkövön **4.** 476
nátrium-hidroxidos vízelárasztás **4.** 441
nem newtoni folyadék **6.** 46, 47, 105, 114
— — — szállítása **6.** 97
— — — termelése **5.** 40
nitrogénmentesítés **6.** 68
neutronaktiválásos mérés **3.** 21
neutronbefogási hatáskeresztmetszet **3.** 9, 56, 60, 69
neutronélettartam-szelvényezés **3.** 7, 10—15, 56—63, 69, 119, 149
neutrongenerátoros mérések **3.** 7, 9, 13—15, 61, 63
neutronszelvényezés **3.** 59, 66, 180
nukleáris—mágneses mérések kőzetmintákon **3.** 98, 99
— — szelvényezés **3.** 22, 70, 98

Ny

nyitott porozitás **4.** 57
nyomásemelkedés vizsgálata **3.** 250
nyomás hatása a kőzetfizikai paraméterekre **3.** 91, 92
nyomásos cementezés **1.** 281, 282

O

olajárak **4.** 23, 25
olaj- és gázszállítás **6.** 99
olajgyűjtés **6.** 7, 38, 44
olajkezelés **6.** 44
olajkihozatali tényező korrelálása víznedves rendszereknél **4.** 309
olajkihozatal növelése **4.** 30
— — DU—6 emulzióbontóval **4.** 310
olajkísérő gáz **6.** 4, 66
— visszasajtolás **6.** 4, 66
olajkiszorítás kétdimenziós numerikus modellje **4.** 111
olajkiszorító folyadék, önalkalmazkodó **4.** 308
olajkutak termelvényének homoktalanítása **4.** 764
olajkút, csepegő **5.** 2, 19
—, felszálló **5.** 11
— kiképzése **5.** 65
—, nagy hozamú **5.** 3
—, mechanikus termeltetésű **5.** 1
— termelésének gazdaságossága **5.** 17, 20—22, 27, 34
— — optimalizálása **5.** 13, 14, 20, 21
— üzemének ellenőrzése **5.** 70, 71
— vizsgálata **5.** 29, 44—46, 51
olajmérnökképzés **1.** 4, 5
olajmező termelése **5.** 13, 14, 20—22
— — lakott területen **5.** 75
— számítógépes termelés-ellenőrzése **4.** 334
olajnedves tárolókőzet **4.** 74
olajpala **4.** 29
— dinamikus szilárdsága **4.** 66
— in situ retortadesztillálása **4.** 594, 596—599
olajpalakészletek az USA-ban **4.** 601
olajrétegek hőkezelése **4.** 564
olajszállítás **6.** 7, 11, 38, 43, 47, 53, 95, 97, 103, 105, 108, 114, 131, 136, 140, 143
olajtelepek művelésének optimalizálása **4.** 332, 333
— számítógépes termelés-ellenőrzése **4.** 334
olajtelítettség **4.** 74, 255
oldalfal-magmintavevő **3.** 101
oldott gáz hatása lineáris és radiális rendszereknél **4.** 51
OPEC-államok **4.** 23
— — bevétele **4.** 24
optimális akusztikus frekvencia megállapítása **3.** 88
— energiakinyerés **4.** 32
oxigén—hidrogén besajtolása **4.** 585

Ö

öblítőfolyadék átgázosodása **1.** 285
— furadékszállítása **1.** 157
—, gipszes **1.** 168
—, hőtűrő **1.** 176
— jellemzői **1.** 133
—, kálium-kloridos **1.** 165
— kenőképessége **1.** 152, 153
— korróziója **1.** 181
—, levegővel kevert
—, műanyagszemcse-adalékos **1.** 145
—, nagy sűrűségű **1.** 176, 177
—, olajközegű **1.** 146, 168—170, 182
—, polimeres **1.** 157, 161—163, 168
öblítőfolyadék reológiája **1.** 148, 150
— szulfidkoncentrációja **1.** 154
— szupermély fúrásokban **1.** 222
— vegyszeres kezelése **1.** 154, 158, 160
— vizsgálata API szerint **1.** 155
öblítőkör áramlási ellenállása **1.** 150, 151
öblítőrendszer, felszíni **1.** 140
összetett litológiájú hasadékos tároló **4.** 64
örvénycsöves szeparátor **6.** 84

P

pakker, besajtolási célra **1.** 401
pakkerfolyadék, zselatinos **1.** 245
palaolaj és palagáz kihozatalának növelése **4.** 557, 559
paleobiogeográfiai kutatások **4.** 265
Panhandle-egyenlet **6.** 34
paraffineltávolítás vizes rendszerrel **4.** 755
paraffinlerakódás **5.** 69
perforáció hatása a kút termelékenységére **4.** 305
perforációk károsodása **3.** 197
— tisztítása **3.** 190
perforálás eredményessége **1.** 362, **3.** 187, 188, 190—195, 197, 198
— minőségének ellenőrzése **3.** 33, 34, 187, 188, 191, 192, 196, 198
— modellezése **3.** 198
— rétegvédelem mellett **1.** 359—361
perforált csatorna állékonysága **3.** 193
permafrost kőzetek béléscsövezése **1.** 565—569
— — felengedése **1.** 237, 562—564
permeabilitás meghatározása szelvényekből **3.** 101, 103, 176
petróleumszulfonátok adszorpciója **4.** 473 474
— gyártása **4.** 478, 480
pirit jelenléte a mátrixban **3.** 174
plamilon **1.** 262
pneumatikus szállítás **6.** 196, 197
Poisson-tényező **1.** 113, 114
— — in situ meghatározása **1.** 191
— — meghatározása szelvényből **3.** 203
poliakrilamidos, felületaktív anyagos, oldószeres elárasztás **4.** 513
polimeres elárasztás **4.** 418, 420—433, 440 500, 502
porozitás meghatározása szelvényekből **3.** 36, 57, 59, 102, 103, 109, 113, 115, 117, 121, 126—128, 133, 135, 147, 166, 169, 171, 174, 182
porózus kőzetek szerkezete **4.** 54
pórusnyomás előrejelzése **1.** 192
pórustér geometriája **4.** 54, 61
PPH jelű kémiai rétegmelegítő **4.** 580
produktivitás meghatározása szelvényekből **3.** 126
prognosztikus készletszámítások **4.** 226, 227, 229, 230
propán—bután kinyerése **6.** 67, 73, 77, 82
propán—etán kinyerése **6.** 88
propilén-karbonát **6.** 75
protektorgumi l. fúrócsővédő gumigyűrű
pszeudoplasztikus rendszerek **4.** 420
pufferfolyadék béléscső-cementezéshez **1.** 268, 269
pulzációs vizsgálat **4.** 191

Q

quick look értelmezés **3.** 50, 104, 132

R

radioaktív mérések **3.** 7, 8, 17, 23, 62
— — elméleti kérdései **3.** 20
— nyomjelző anyagok **4.** 98a

radioaktív szelvényezés elméleti kérdései **3.** 66, 68, 69, 70
rádiumdúsulási koefficiens **4.** 37
rádiumtartalom **4.** 37
rádiumtelítettség **4.** 37
rázószita **1.** 38, 39
— hidrociklonnal és centrifugával **1.** 141
reaktív benzin **6.** 72
Redlich—Kwong-állapotegyenlet **4.** 42
régi szelvények újraértelmezése **3.** 168
regressziós modell **4.** 231
relatív áteresztőképesség meghatározása **4.** 289—291, 293, 459, 490
rendellenes rétegnyomások **4.** 301
reológiai tulajdonságok **4.** 420, **6.** 96, 103
repedés áramlási kapacitása **4.** 711
repedezett tároló analitikus vizsgálata **4.** 180, 355
— — egydimenziós anyag- és energiamérleg-elemzése **4.** 32
— — értelmezése **3.** 112, 115—117, 121, 122
rétegben való elégetés laboratóriumi vizsgálata **4.** 567
rétegdőlés hatása a szelvényekre **3.** 139, 140
rétegdőlésmérés értelmezése **3.** 161, 162
réteg hőterének vizsgálata gőzbesajtolás után **4.** 540, 541
rétegkárosodás **4.** 97, 687—689, 692, 755—758, 776—778
— kiértékelése magmintákból **4.** 691
—, lyukbefejezés okozta **4.** 690
— repesztés közben **4.** 704
rétegvíz kiszorítása édesvízzel **4.** 410
— koncentrációja **3.** 57, 71, 167, 248
rétegvizsgáló eszközök fejlesztése **4.** 795, 796
röntgendiffrakciós mérés **4.** 441
rudazat nélküli, pneumatikus mélyszivatytyúzás **5.** 17
rudazatos mélyszivattyúzás hibás hajtóművel **5.** 30—47, 58
— —, hosszú löketű **5.** 15
— — pneumatikus hajtóművel **5.** 19

S

Sandia Laboratórium **1.** 7, 17
savanyú gáz előkészítése **6.** 1, 20, 25—27
— — korróziója **1.** 241, **3.** 46, **4.** 630
— — tisztítása **6.** 75
savanyúgáz-üzem **6.** 80
savazás **1.** 423, 427, 731—751
— besajtolási profilja **1.** 422
— homokkő formációban **1.** 419—421
— karbonátos formációban **1.** 424, 429
— kénsavval **1.** 428
—, szelektív **1.** 426
— szintetikus zsírsavadalékkal **1.** 430
— vízbesajtoló kutakban **1.** 425
segédgázszelep üzemviszonyai **5.** 23, 24, 27
segédgázos kút szerelvényei **5.** 26, 28
— —, több szintes **5.** 26
— — üzemtervezése **5.** 25, 27
— termelés, folyamatos **5.** 20—22, 25, 29
— —, időszakos **5.** 27
— termelőberendezés **5.** 16
SELEXOL-eljárás **6.** 74
SI mértékegység-rendszer **6.** 150
sivatagi fúrás **1.** 342
sótartalom és polimerkoncentráció hatása a fázisok szeparálódására **4.** 498
sótömzs átfúrása **1.** 343, 344
speciális mikroszonda **3.** 25
spektrális gamma-mérés **3.** 16, 18, 104, 106
— gamma-gamma-mérés **3.** 20
SSOR-relaxációs módszer alkalmazása háromdimenziós tároló problémáknál **4.** 123
stabil fúrófedélzet **1.** 470, 477—489, 494—496, 500, 501, 506, 509, 511
statisztikai szelvényértelmezés **3.** 2, 66, 120, 125, 146, 170, 173, 180, 181
súlyosbítórúd külső feszültségmentesítő horonnyal **1.** 62
súlyosbítórúd nehéz ötvözetből **1.** 63
sűrűségszelvényezés **3.** 20, 55, 68, 256
— különböző szondahosszakkal **3.** 253

Sz

szabályozott nyomású fúrás **1.** 187, 204, 206, 288
számítógépes szelvényértelmezés **3.** 1, 2, 49—52, 110, 111
szcintillációs méréstechnika **3.** 23
szedimentáció **4.** 36
szeizmokarotázs **3.** 238, 239
szelektív gamma-mérés **3.** 19
szelvényadatok és kőzetmintamérések korrelálása **3.** 100, 101, 123, 124, 130, 138, 169, 171, 172, 201—206, 215
szelvények digitalizálása **3.** 51, 52
szelvényezési és felszíni geofizikai adatok kapcsolata **3.** 233, 237, 240
szelvényező berendezések **3.** 45
szemcsenagyság hatása a szelvényekre **3.** 134
szén-dioxid-mentesítés **6.** 84
szén-dioxidos olajkiszorítás **4.** 449, 451—458, **6.** 24
szénhidrogén-előfordulás lehetőségének mélységhatára **1.** 215—217
szénhidrogén-folyadékfázisok viszkozitása **4.** 44
szénhidrogénkészlet becslése magnetotelluriKus módszerrel **4.** 252
— kategorizálása **4.** 224, 225
— meghatározása **4.** 229, 232
szénhidorogén-kihozatal fokozásának finanszírozása **4.** 330
szénhidrogének kinyerése olajpalából **4.** 526
szénhidrogén-telítettség meghatározása szelvényekből **3.** 14, 118, 131, 165
— — — béléscsövezett kútban **3.** 12, 58
szénrétegek elgázosítása **4.** 606, 607
szeparátorrendszer **6.** 30
szerves anyagok **4.** 40
szikrafúrás **1.** 7, 17
szilárdanyag-kiválasztás öblítőfolyadékból **1.** 10, 41, 42, 140, 141, 146
szilárd részecskék behatolása a tárolóba **3.** 163, 164
szintetikus szeizmogram **3.** 235, 236, 237
szivattyúállomás **6.** 138, 140
szórt gamma-sugárzás elméleti kérdései **3.** 68
szulfonátadszorpció csökkentése **4.** 473
szupermély fúrások **1.** 215, 216, 217—220, 222

T

talajmechanikai mérések **3.** 207
talpi fúrómotor, pozitív folyadékkiszorítású **1.** 87—90
talpi víz áramlásának szimulációja **4.** 205
talpnyomás-emelkedési vizsgálatok **4.** 185, 187, 198
tapadóvíz meghatározása kőzetmintán **3.** 98, 99
tároló deformációja **4.** 207
tárolóképes szondák kijelölése **3.** 118
tárolókőzetek geometriája **4.** 82, 175
tárolókőzetek károsítása **1.** 143, 144, **3.** 195
— jellemzői nagy mélységben **1.** 218
— szabályozása **4.** 53
tárolókra vonatkozó adatrendszer (PDS) **4.** 306
tárolómodellezés **4.** 121, 157, 158, 369
— variációs módszerrel **4.** 132, 342
tartálypark **6.** 92
távszabályozás **6.** 29
távvezeték **6.** 94, 96, 97, 99, 101, 102, 104, 112, 115, 116, 119, 120, 129, 131—138, 141—143, 176, 180, 182
— építése **6.** 128, 144—147, 162—168, 169—172
— hőszigetelése **6.** 118
távvezetéki hibák meghatározása **6.** 110
— szállítás **6.** 8—11, 14, 15, 35, 39, 42, 47
távvezeték nyomvonalának meghatározása **6.** 120—123, 141, 153, 176
—, tenger alatti **6.** 106, 124—127, 130
—, tervezett **6.** 12, 14, 15
tektonikai eredetű feszültségek **4.** 57
telepnyomás meghatározása szelvényekből **3.** 209, 210, 215, 218
telítettség—mobilitás arány követése **4.** 496
tengeri fúrás **1.** 432, 433, 439—445, 456, 510—515
— — helymeghatározása műhold segítségével **1.** 463
— —lehetőségei a SZU-ban **1.** 434
— — — az USA-ban **1.** 433
— — kitörésvédelme **1.** 520—525
— — környezetvédelme **1.** 518, 519, 529
— fúróberendezés-állomány **1.** 436—438
— szénhidrogén-termelés **5.** 57—64
térfogati hatásfok növelése **4.** 418
termékgyűjtés **6.** 7
termékszállítás **6.** 7, 9
termelékenység előrejelzése **4.** 350, 351
termelés—gázbenyomás szabályozás **4.** 447
termelési görbék számítása **4.** 307
— mérések **3.** 33, 34, 53—56, 58, 59, 61—65, 119, 167, 259
termelőcső **1.** 363
— savanyú gázt termelő kutakhoz **1.** 241, 242
— szupermély fúrásokhoz **1.** 220
termelőcsővel beépített perforátor **3.** 196, 197
termelőképesség meghatározása szelvényből **3.** 173
természetes-gamma-sugárzás mérése **1.** 116, **3.** 17, 19, 67, 97, 107, 176, 226
— potenciál elméleti kérdései **3.** 71, 72
— — — értelmezése **3.** 107, 108, 136
— — mérése **3.** 73
termikus kőolaj-termelési módszerek **4.** 312, 315, 558, 567—579, 581—588, 591 592, 595
termodinamikai korlátozás **4.** 50
terrafúrás **1.** 7, 17
tóriumtartalom meghatározása **3.** 18
teszter **4.** 210, 218, 219
tortuozitás **4.** 78
több fázisú áramlás ferde csőben **5.** 7
— — — fúvókában **5.** 11, 12
— — — függőleges csőben **5.** 3, 5, 6
— — — vízszintes csőben **5.** 8—10
tranziens áramlás numerikus megoldása **4.** 182
— nyomásviselkedés vertikális repedésű kútban
túlnyomásos formációk előrejelzése **1.** 193—196, 198, 199, 203, 287, **3.** 208—218
— — — szeizmikus mérésekből **1.** 188, 203, 561
— — keletkezése **11.** 197, 200
turbóexpander **6.** 77, 84, 89

turbó-jetfúrás **1.** 11
turbókompresszor **6.** 87
turbulenciakoefficiens **4.** 214

U

új rendszerű perforálás **3.** 199
ultramély fúrások **1.** 211, 212, 224
— — Európában **1.** 210
— — az USA-ban **1.** 209
— gázkutak **1.** 377
uránтartalom meghatározása **3.** 10, 11, 18
USA olaj- és gázkészletének alakulása **4.** 27, 254
úszó fúróberendezés mozgáskiegyenlítése **1.** 464—468

Ü

üledékképződés nyomai a szelvényeken **3.** 245—248

V

várható termelés előrejelzése szelvényekből **3.** 101, 249
végső kihozatal meghatározása **4.** 339, 404
vékonycsiszolat háromdimenziós értékelése **4.** 76a
vertikálisan repesztett gázkút szállítókapacitásának meghatározása **4.** 640
vertikális stacioner áramlás **4.** 104
vezetékmelegítés **6.** 53, 114
viharfúvóka **1.** 301—303, 365, 366, 527
viszkoziméter, rotációs **1.** 156, **4.** 421
viszkózus kőolaj kihozatalának növelése a SZU-ban **4.** 560, 561
víz és kőzet egymásra hatása **4.** 48, 79
vízágyas szállítás **6.** 41
vízelárasztás **4.** 385, 386, 390, 392—394
— felületaktív anyaggal **4.** 76, 292
— hatása a szelvényekre **3.** 167
— inhomogén tárolókban **4.** 374
vízelárasztás nagy viszkozitású olajnál **4.** 384
— repedezett tárolókban **4.** 372, 391
—, változó ütemű **4.** 387
vízkúpemelkedés számítása **4.** 114
vízkúpképződés **4.** 139, 148, 278, 624
víznedves kőzet **4.** 75
víz—olaj áramlás numerikus szimulálása **4.** 116
— érintkezési felület mozgása **4.** 110
víztelítettség meghatározása **3.** 110, 111, 113, 128, 133, **4.** 249, 352
vízvisszasajtolás **3.** 167, **6.** 30, 31
— tengervízből **4.** 381—383, 397
vontatási sebesség hatása a szelvényre **3.** 89

Z

zajszelvényezés **3.** 30, 32—35

HELYNÉVMUTATÓ

A, Á

Aberdeen (Skócia) **6.** 86
Afrika **6.** 12
—, Észak-Afrika **3.** 17, 18
Alabama (USA) **1.** 344
Alaszka (USA) **3.** 174, 331, 553
—, Észak-Alaszka (USA) **1.** 558, 559
Alaszkai-öböl **1.** 540
Alberta (Kanada) **1.** 341, **6.** 80, 181, 341
Algyő **6.** 73
Anadarko-medence **1.** 206, 288
Anglia **3.** 122, **6.** 54
Appalachian-mező (Virginia, USA) **3.** 35
Apseron (Or., SZU) **3.** 138
Arab-öböl (Perzsa-öböl) **6.** 4, 66
Argentína **3.** 135
Athabasca (Kanada) **3.** 100, 130, 131
Ausztrália **3.** 244, 253—255
Ausztria **6.** 60
Azerbajdzsán SZSZK (SZU) **1.** 92, **3.** 2, 39, 147, **6.** 40
Ázsia **6.** 12

B

Bakesfield (Kalifornia, USA) **3.** 58
Baltikum **3.** 107, 201
Balti-tenger **1.** 264
Baskíria (SZU) **3.** 118
Beaufort-tenger **1.** 542, 551
Bécsi-medence (Ausztria) **3.** 48
Belorusz SZSZK (SZU) **3.** 57
Beryl-mező (Északi-tenger) **1.** 537
Bethiona (Algéria) **6.** 67
Bila-mező (Jugoszlávia) **5.** 7
Botswana **3.** 253, 254
Brent-mező (Északi-tenger) **1.** 502, **4.** 643
Burunnaja (Kaukázus, SZU) **1.** 183, 211

C

Caimancite-mező (Argentína) **3.** 135
California (USA) **4.** 396, 760, **3.** 58, 61, 132 133, 169, 232
Chile **3.** 257
Clearbrook (Minnesota, USA) **6.** 14
Clenze (NSZK) **6.** 68
Creek County (Oklahoma, USA) **3.** 167

Cs

Csecsen-Ingus (ASZSZK, SZU) **3.** 114
Csehszlovákia **6.** 20

D

Dél-Afrika **3.** 253, 254
Dél-Amerika **6.** 12
Dél-Dakota (USA) **3.** 180

E, É

Ector County (Texas, USA) **3.** 148
Eddy County (Új-Mexikó, USA) **3.** 148, 197
Ekofisk-mező (Északi-tenger) **1.** 365, 513, **4.** 371, **6.** 57, 87, 106
Északi-tenger **1.** 480, 501, 512, **3.** 16—18, 93, 103—106, 122, 123, 174, 247, **6.** 5, 83, 106, 125
Európa **1.** 210, **6.** 12

F

Fjodorovka (Or., SZU) **6.** 50
Forties-mező (Északi-tenger) **1.** 347, 513, 514
Fort Worth-medence (Texas, USA) **1.** 399
Földközi-tenger **6.** 4, 66
Frigg-mező (Északi-tenger) **6.** 86, 106, 125, 127

G

Garoupa-mező (Brazília) **1.** 536
Groningen (Hollandia) **4.** 634, **6.** 206
Grjazevaja Szopka (Or., SZU) **3.** 127
Groznij (Or., SZU) **1.** 356
Gulf Coast (USA) **3.** 58, 150, 218, 226
Gurjev (Kaz., SZU) **6.** 95
Guszjatyin (SZU) **6.** 165

H

Hassi-Messaoud (Algéria) **3.** 113
Harkov (Ukr., SZU) **6.** 169
Hollandia **1.** 19, **6.** 17, 154, 171
Huszt (Ukr., SZU) **6.** 164

I

Indiana (USA) **3.** 235
Indonézia **3.** 253, 254
Irán **6.** 3, 4

J

Jackson County (Texas, USA) **3.** 60, 197
Japán **3.** 109, **6.** 2, 19
Judy Creek-mező (Kanada) **5.** 13, 14

K

Kalimantan-mező (Indonézia) **1.** 515
Kanada **1.** 545—547, 550, **3.** 100, 130, 149, 174, 181, 239, 255, **6.** 12, 26, 58, 140
Kansas (USA) **3.** 200
Kara (Or., SZU) **3.** 212, 213
Kárpátok **3.** 141
Kaszpi-mélyföld (SZU) **1.** 343, **3.** 211
Kaszpi-tenger **1.** 481, **6.** 91
Kaukázus **1.** 128, **3.** 47, 112, 125, 222
Kazah SZSZK (SZU) **3.** 142
Kern County (Kalifornia, USA) **3.** 132
Khuzestan (Irán) **6.** 4, 66
Kiire (Japán) **6.** 109
Kiszombor **3.** 215
Kjurovdag (SZU) **3.** 212, 213
Komi ASZSZK (SZU) **6.** 47
Krasznodar (Or., SZU) **3.** 2
Kujbisev (Or., SZU) **1.** 429
Kuvait **6.** 18

L

Labrador **1.** 477, 546—548, 550
Lea County (Új-Mexikó, USA) **3.** 148
Letenye **3.** 215
Loango-mező (Kongó) **1.** 500
Los Angeles (USA) **6.** 75
Lovászi **6.** 24
Louisiana (USA) **1.** 346, 516, **3.** 101, 209, 210, 218, 240

M

Mackenzie-delta, (Kanada) **3.** 174, 239
Madagaszkár **3.** 17
Makó **3.** 215
Mangislak (SZU) **6.** 90, 96, 97, 103
Matzen-mező (Ausztria) **3.** 48, **5.** 20
Maui-mező (Új-Zéland) **1.** 483—486
Medvezsje-mező (SZU) **1.** 565
Megion (SZU) **6.** 38
Mellville-mező (Kanada) **1.** 543
Mexikó **3.** 146, **6.** 77
Mexikói-öböl **1.** 488, 507, **3.** 175
Michigan (USA) **3.** 43
Milch Ranch-mező (Texas, USA) **1.** 226
Mississippi-medence (USA) **1.** 200, **3.** 209, 210
Missouri (USA) **3.** 200

N

Nebraska (USA) **3.** 149
Nievenheim (NSZK) **6.** 63
Nicaragua **3.** 209, 210

Nigéria **3.** 241
Ninian-mező (Északi-tenger) **1.** 505
Norvégia **6.** 125
NSZK **1.** 442, **4.** 390, **6.** 16, 17, 20, 25, 55, 62, 65, 171, 173, 192

Ny

Nyugat-Európa **6.** 19, 106
Nyugat-Szibéria (SZU) **1.** 323, 552, **6.** 43 92

O

Oklahoma (USA) **1.** 345, **3.** 149, 167, 200, **4.** 508
Olaszország **6.** 171
Orenburg (Or., SZU) **6.** 1, 163

P

Pakisztán **6.** 27
Peru **1.** 511
Peterhead (Skócia) **6.** 5
Piper-mező (Északi-tenger) **3.** 123
Powder River-medence (Wyoming, USA) **3.** 126, 240
Prudhoe-öböl (Alaszka, USA) **1.** 140, 554, 562, 564, **4.** 799
Przesudeta (Lengyelország) **3.** 176

R

Reyersdorf (Ausztria) **3.** 48
Reforma-mező (Mexikó) **6.** 77
Reitbrook (NSZK) **6.** 56, 57
Romaskino (SZU) **1.** 428, **3.** 62, 118
Rütenbrock (NSZK) **6.** 74

S

Sacramento (Kalifornia, USA) **3.** 232
Sandrovac-mező (Jugoszlávia) **5.** 27
San Joaquin-völgy (Kalifornia, USA) **3.** 132
Santa Barbara-csatorna (Kalifornia, USA) **1.** 488, 489, 529, **4.** 314
Seattle (Washington, USA) **6.** 14
Sevcsenkovo (Ukrán SZSZK, SZU) **1.** 212
Sierra Nevada (USA) **3.** 58
Skócia **3.** 242
Smackover-formáció (USA) **1.** 200
Spindletop (Ausztia) **1.** 13
Sutton County (Texas, USA) **3.** 148
Südoldenburg (NSZK) **5.** 21
Svájc **6.** 171, 172

Sz

Szaatli (Azerbajdzsán SZSZK, SZU) **1** 222
Szamotlor (SZU) **6.** 51
Szíria **3.** 18
Szovjetunió **1.** 344, **4.** 560, 561, 605, **6.** 7, 9, 10, 13, 15, 39, 42, 52, 53, 72, 99—101, 105, 108, 111, 113—115, 129—138, 141—143, 180—182, 205
Sztavropol (Or., SZU) **3.** 173
Szunda-szoros **1.** 207
Szváziföld (Dél-Afrika) **3.** 253, 254

T

Tatár ASZSZK (Or., SZU) **3.** 129, **6.** 32, 44
Tázlár **3.** 215
Tallesbrunn (Ausztria) **6.** 29
Teak-mező (Trinidad) **1.** 373, 374, **4.** 753
Texas (USA) **1.** 224, 245, 335, **3.** 60, 61, 143, 148, 149, 226
Thistle-mező (Északi-tenger) **1.** 487, **6.** 30
Trinidad **1.** 340
Tunézia **3.** 17, 18
Türkmén SZSZK (SZU) **3.** 2, 67

Ty

Tyumeny (SZU) **6.** 1, 2, 123

U

Új-Mexikó (USA) **1.** 7, 17, 61, 122, 166, 409, **3.** 148, 180, 196, 197
Ukrán SZSZK (SZU) **3.** 2
Új-Zéland **1.** 483
Urál (SZU) **3.** 201
USA **1.** 22, 208, 209, 433, **4.** 558, 589, 601, **5.** 1, 2, **6.** 2, 5, 6, 8, 11, 17, 19, 21, 22, 79, 140
Utah (USA) **3.** 147
Uzeny (SZU) **3.** 144, **6.** 94, 95

Ü

Üzbég SZSZK (SZU) **3.** 2

V

Valenciai-öböl (Spanyolország) **1.** 510
Volgograd **1.** 430

W

Wattenberg-mező (Colorado, USA) **1.** 389
Webb County (Texas, USA) **3.** 349
West Ranch (Texas, USA) **3.** 60, **4.** 415
Wilmington (USA) **6.** 31
Winkler County (Új-Mexikó, USA) **3.** 148
Wustrow (NSZK) **6.** 68
Wyoming (USA) **3.** 126, 149, 249, **4.** 638

Z

Zaire **1.** 444

TARTALOM

Előszó 3
Folyóiratjegyzék a rövidítésekkel 4

1. Mélyfúrás 5

1.1. A fejlődés általános irányai 5
1.1.1. Kőzetfúrás a mélyben 6
1.1.2. Fúróberendezések, fúrási eszközök 6
1.1.3. Nagymélységű fúrások 7
1.1.4. Lyukbefejezés, kútkiképzés 7
1.1.5. Tengeri fúrási technológia 8
1.1.6. Újszerű fúrásmódok 8
1.2. Fúrási felszerelés 9
1.2.1. Fúróberendezések 9
1.2.2. A fúrószerszám 10
1.2.3. Fúrási műszerek 13
1.3. Fúrási technoógia 15
1.3.1. A kőzetfúrhatóság és a fúrókiválasztás szempontjai 15
1.3.2. Fúrási tényezők 15
1.3.3. Öblítés, öblítőiszap 16
1.3.4. Fúrólyukszerkezet, szabályozott nyomású fúrás 18
1.3.5. Nagymélységű fúrások 20
1.3.6. Béléscsövezés, cementezés 21
1.3.7. Fúrási üzemzavarok, mentés 23
1.3.8. Fúrólyukak elferdülése, irányított ferdefúrás 24
1.3.9. Rotari fúrási gyakorlat 25
1.4. Lyukbefejezés 26
1.4.1. Formációvizsgálat, formációmegnyitás, kútkiképzés 26
1.4.2. A tárolókőzetek serkentése 27
1.4.2.1. A folyadékos kőzetrepesztés 28
1.4.2.2. Különleges kőzetrepesztési módszerek 29
1.4.2.3. Formációsavazás 30
1.5. Tengeri és arktikus fúrások 30
1.5.1. Tengeri fúrások 30
1.5.2. Arktikus fúrások 34
Irodalom 36

2. Sekélyfúrás és nagy átmérőjű fúrás 45

2.1. Sekélyfúrás laza kőzetekben 45
2.1.1. Általános fejlődési irányzat 45
2.1.2. Fúrószerszámok, mintavevő készülékek, fúrólyuk szerelvények 45
2.1.3. Fúróberendezések 45
2.1.4. Fúrási eljárások, kutatási és teszteres technológiák 46
2.2. Sekélyfúrás szilárd kőzetben 46
2.2.1. Fúrásmódok 46
2.2.2. Az új kutató magfúrási módszerek 47
2.2.3. Fúróberendezések és fúrási eszközök 48
2.3. Vízkutak fúrása, kútépítés 49
2.4. Akna- és nagy átmérőjű fúrás 50
2.4.1. A fejlődés általános iránya 50
2.4.2. A nagy átmérőjű fúrás elért eredményei 50
2.4.3. Nagy átmérőjű fúrások berendezései 51
2.4.4. A nagy átmérőjű fúrás fúrószerszám- és fúrási tartozékai 51
2.4.5. A nagy átmérőjű fúrás öblítési problémái és hidraulikája 51
Irodalom 51

3. Mélyfúrási geofizika 53

3.1. A fejlődés általános irányai 53
3.2. Méréstechnológia, mérőeszközök 54
3.2.1. Nukleáris mérések 54
3.2.2. Elektromos, akusztikus és egyéb mérések 55
3.2.3. A fúrástechnikát értintő újdonságok 55
3.2.4. Digitális méréstechnika 56
3.3. Termelésgeofizikai műveletek 57
3.4. A mérési módszerek elméletével foglalkozó tanulmányok 57
3.4.1. Nukleáris módszerek 57
3.4.2. Elektromos mérések 58
3.4.3. Akusztikus eljárások 58
3.5. Kőzetmagokon mért paraméterek, felhasználásuk a szelvényértelmezésben 59
3.6. A szelvényértelmezés 59
3.6.1. Agyagos tárolók értelmezése 59
3.6.2. Karbonátos kőzetek értelmezése 60
3.6.3. Területi jellegzetességek az értelmezésben 60
3.6.4. Egyes mérési módszerek értelmezési kérdései 61
3.6.5. Különleges értelmezési kérdések 62
3.6.6. Számítógépek alkalmazása a szelvényértelmezésben 63
3.7. Perforálás, robbantási munkák 64
3.8. Kapcsolatok más területekkel 65
3.8.1. Kőzetmechanikai kérdések 65
3.8.2. Túlnyomásos szintek detektálása 65
3.8.3. Mélyfúrás-technikai kapcsolatok 65
3.8.4. Kapcsolatok a felszíni geofizikával 66
3.8.5. Kapcsolatok a földtani tudományokkal 66
3.8.6. Egyéb alkalmazások 67
Irodalom 68

4. Rezervoármérnöki tudomány 73

4.1. A fejlődés általános iránya 73
4.2. Telepfluidumok 76
4.3. Tárolókőzetek 77
4.4. Fluidumáramlás 80
4.5. Készletbecslés 88
4.6. Szénhidrogén-kitermelés 91
4.6.1. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolás nélkül 94
4.6.2. Olajkiszorítás nem elegyedő fluidummal, fluidumbesajtolással 95
4.6.3. Olajkiszorítás elegyedő fluidummal 100
4.6.4. Olajkiszorítás meleg fluidummal 105
4.6.5. Olajkiszorítás tűzelárasztással 107
4.7. Földgáztermelés 110
4.7.1. Földgáztelepek 110
4.7.2. Gáz—csapadék telepek 112
4.7.3. Föld alatti gáztárolás 114
4.8. A tárolókőzet kezelése 115
4.8.1. Repesztés 115
4.8.2. Robbantás 117
4.8.3. Savazás 117
4.8.4. Homokellenőrzés 118
4.8.5. Lerakódások és korrózióvédelem 120
4.8.6. A termelékenységvizsgálat eszközei 120
Irodalom 121

5. Kőolaj- és földgáztermelés 135

5.1. Több fázisú áramlás 135
5.2. Termelés olajkútból 136
5.3. Termelés gázkútból 138
5.4. Tengeri szénhidrogén-termelés 139
5.5. Egyéb 139
Irodalom 140

6. Kőolaj- és földgázszállítás 142

6.1. Kútáram gyűjtése és szétválasztása 144
6.2. Kőolaj és kőolajtermékek szállítása csőtávvezetékben 149
6.3. Földgáz szállítása csővezetékben 152
6.4. Egyéb 154
Irodalom 157
Névmutató 161
Tárgymutató 173
Helynévmutató 179
Részletes tartalomjegyzék B-3